

· 研究构想(Conceptual Framework) ·

情绪影响创造性认知过程的神经机制*

胡卫平^{1,2} 王博韬¹ 段海军¹ 程丽芳³ 周 寰¹ 李晶晶¹⁽¹ 陕西师范大学现代教育技术教育部重点实验室, 西安 710062)⁽² 中国基础教育质量监测协同创新中心, 北京 100875) ⁽³ 陕西师范大学心理学院, 西安 710062)

摘要 先前有关情绪与创造力的研究多以行为实验为主, 且存在研究结果不一致、缺乏可比性等问题。本项目拟借助认知神经科学技术, 以认知加工的初级过程和次级过程为线索, 采用新颖性判断、远距离联想、顿悟字谜任务等改进的实验范式, 通过时空二维脑机制参数, 重点探查创造力相关脑区激活的时间进程与空间模式, 揭示情绪影响创造性认知活动的大脑动态加工过程。

关键词 情绪; 创造力; 顿悟; 神经机制; 事件相关电位

分类号 B842

1 背景及意义

情绪问题是制约青少年创造性发展的一个重要因素。当前, 青少年普遍存在着与学业相关的情绪问题。来自 2012 年全国教育质量监测的数据显示, 58% 的学生存在严重的考试焦虑情绪。焦虑情绪对创造性科学问题提出能力具有明显的抑制作用(Chen, Hu, & Plucker, in press)。那么, 情绪问题是否是导致我国青少年创造性低下的重要原因? 采用认知神经技术, 揭示情绪对创造性的影响及其神经机制, 有利于全面而深入地理解认知、情绪与创造性三者之间的关系, 对创新人才的培养具有重要的理论与实践意义。

2 国内外研究现状及发展动态分析

2.1 情绪对创造性的影响

情绪与创造性的关系逐渐成为创造力研究的一个热点, 已有研究通过比较个体在积极和消极两种情绪状态下的创造性表现来揭示两者的关系, 但并未得出一致的结论, 部分研究结果甚至相互矛盾。

以往大量研究结果表明, 积极情绪有利于促进创造性的产生, 消极情绪阻碍创造性的产生。Ashby, Isen 和 Turken (1999) 发现, 积极情绪有利于提高认知灵活性, 借助于广泛联系的情境信息, 个体能够更好地解决创造性问题。Lyubomirsky, King 和 Diener (2005) 的研究表明, 积极情绪状态下的个体联想内容更为丰富, 创造性产品更具灵活性与独创性。卢家楣、刘伟、贺雯和卢盛华(2002) 有关发散性思维的研究表明, 积极情绪状态下, 被试的思维流畅性得到了显著的提升。胡卫平和周蓓(2010) 对创造性科学问题提出能力的研究表明, 积极情绪状态下被试能够提出更多更富有创造性的科学问题。Gruzelier, Thompson, Redding, Brandt 和 Steffert (2014) 发现, 针对脑电 α 波与 θ 波的生物反馈训练, 能够降低个体的焦虑水平, 从而提高个体在创造性多用途测验中的成绩。针对团队创造性的研究表明, 对于团体组织而言, 积极情绪有利于调节人际关系, 促进内部信息交流, 提高工作团队的创造性水平(刘小禹, 刘军, 2012)。总的来说, 这些研究者普遍认为, 处于积极情绪状态下的个体通常采用自上而下的认知策略整合加工信息, 善于利用已有的知识背景, 倾向于采用启发式的信息加工模式进行发散性思维, 因此完成创造性任务的效率较高。

据此, 一些研究者还提出了相关理论, 对积

收稿日期: 2015-03-19

* 国家自然科学基金项目(31470977); 中央高校基本科研业务费项目(GK201102011)。

通讯作者: 胡卫平, E-mail: weipinghu@163.com

积极情绪促进创造性产生的机制进行了解释:拓展-构建理论(broaden-and-build theory)认为,某些积极情绪(如兴奋、快乐、满意、兴趣和爱)能短暂地拓展人们的思维行动倾向,提高记忆信息的提取速度和思维的灵活性,从而促进创造性的产生(Fredrickson & Branigan, 2005)。认知灵活性提高理论认为,积极情绪通过增加个体的注意资源来提高他们在创造性任务中的认知灵活性。首先,积极情绪会削弱个体对注意资源的内隐性控制,拓宽其注意广度。其次,注意广度的扩展会降低个体对无关信息的过滤抑制能力,有利于产生更多的新颖性想法,从而提高了创造性认知活动的灵活性(Rowe, Hirsh, & Anderson, 2007)。

然而,虽然许多研究支持积极情绪促进创造性产生的结论,但是也有不少研究得出了截然相反的结论,即消极情绪促进创造性的产生,积极情绪阻碍创造性的产生。George 和 Zhou (2002)对一个大型直升机制造企业的调查表明,消极情绪对员工的创造性绩效有正性影响。Damian 和 Robins (2012)发现消极的情绪状态能够提高个体的自尊水平,从而促进他们在创造性任务中的表现。同时,不少研究证据显示,消极情绪会激发个体对现实环境的探索,从而促进创造性产生(Eastwood, Frischen, Fenske, & Smilek, 2012; van Tilburg & Igou, 2012)。一些采用创造性剪贴画任务(Akinola & Mendes, 2008)与创造性问题解决任务(Hutton & Sundar, 2010)的研究也表明,消极情绪能够提高个体的创造性表现。Kaufmann 和 Vosburg (1997)针对创造性问题解决能力的实验研究表明,积极情绪与被试的创造性表现之间呈现负相关,人在积极情绪状态下的创造性低于中性情绪状态。

对于上述研究结果,也有研究者提出了相应的理论模型对此加以解释。情绪输入理论(Martin & Stoner, 1996)与情绪信息理论(Schwarz, 2011)都较为注重情绪在创造性认知过程中、后期(反应选择阶段)所发挥的作用,认为情绪可以看作是一种重要的环境信息。积极情绪包含着令个体感到安全与满足的信息,而消极情绪则蕴含着环境中有关危险与不安的信息。情绪中的信息会直接作用于个体创造性加工过程的反应选择阶段,从而影响个体的创造性表现。双通道模型(Pessoa & Engelmann, 2010)认为,积极和消极情绪都会对个

体的创造性认知活动起到促进作用,只是它们的作用途径存在差异:积极情绪主要通过增强认知灵活性来提高创造力,而消极情绪则主要通过增强持续性来提高创造力。

不难看出,先前有关情绪对创造性活动影响作用的研究并未取得一致的结果。虽然不同的理论分别对不同的结果进行了解释,但尚不能全面地揭示出情绪影响创造性活动的机制,其原因可以归纳为以下两个方面:第一,在情绪方面,多数研究都只关注了情绪的效价维度,考察了被试在积极和消极情绪状态下完成创造性任务的差异,但忽视了情绪的其它维度,例如:情绪的调节聚焦(regulatory focus)、唤醒度(arousal)等。另外,不同的研究采用的情绪诱发技术也各不相同。目前较为常用的情绪诱发技术包括情绪性情境诱发法(自传式回忆、博弈游戏等)和情绪材料诱发法(通过视觉、听觉乃至其它通道材料诱发情绪),这两类技术本身就存在很大差异,而且即使使用同一类技术,使用的材料或任务不同,也会对结果产生一定的影响,这就导致不同研究所诱发出的情绪状态缺乏可比性;第二,在创造性方面,由于创造性认知过程本身的复杂性,许多研究虽然都是在探讨情绪与创造性的关系,但它们所使用的创造性任务并不相同,而这些任务所考察的实际上是创造性认知过程的不同层级,从而造成了这些实验结果之间难以整合的尴尬局面。因此,要系统考察情绪影响创造性认知过程的作用机理,一方面需要确保情绪激发的有效性和全面性,从情绪的愉悦度、唤醒度、调节聚焦性等方面进行客观测量;另一方面,需要从不同层级、不同阶段系统的探讨情绪影响创造性认知过程的阶段性效应。

2.2 情绪对认知加工过程的影响作用

现有理论模型在阐明情绪影响创造性认知过程的机制时,都将情绪对创造性的影响解释在其认知过程的不同阶段之中。然而,情绪对不同种类的认知加工过程有着不同的影响作用。

大量研究表明,情绪对认知过程的影响是通过拓宽和缩小注意范围(Fredrickson & Branigan, 2005)、增强与抑制认知灵活性来实现的(Baumann & Kuhl, 2005)。积极情绪有助于拓宽注意范围,增强认知灵活性。Fredrickson 和 Branigan (2005)采用电影短片诱发技术和整体-局部性视觉匹配任务,发现积极情绪状态下的被试更容易选择与靶图形

在整体特征上一致的图形,说明积极情绪可以使个体的注意范围变得更广,并更加关注整体而不是局部特征。Compton, Wirtz, Pajoumand, Claus 和 Heller (2004)发现积极情绪水平高的被试要比积极情绪水平低的被试具有更快的注意转换速度,积极情绪水平越高,个体的认知灵活性越强。Kuhl 和 Kazén (1999)采用情绪词启动任务的研究发现,积极情绪可以克服固着化反应,消极情绪容易缩小注意范围,降低认知灵活性。Huntsinger (2013)的研究表明,当出现具有危险性的情绪诱发刺激时,个体的注意资源会被高度占用,使得注意范围变窄,当进一步要求个体完成其它需要认知资源的任务时,情绪信息与认知加工信息之间会产生注意竞争,最终导致个体的思维陷入被动状态。同时消极情绪对记忆功能以及执行控制功能(Oaksford, Morris, Grainger, & Williams, 1996)都存在较大损害作用。另有研究指出,情绪对认知过程的影响作用或许更为复杂, Huntsinger (2012)发现,只有在某种注意模式(散焦注意或者聚焦注意)占主导时,才会出现情绪对认知灵活性的影响作用。

随着具身认知和具身情绪研究热潮的兴起,通过表情或姿势来诱发情绪的方法再次引起了心理学研究者的兴趣。具身情绪(embodied emotion)的观点认为肌肉、内脏等外围系统的输入会引起其它和该情绪相关系统(躯体感觉和运动皮层、假设的“镜像神经元”系统、边缘系统、眶额皮层)的模式化反应,最终使个体感受到这种情绪,产生与这种情绪一致的行为,表现出与这种情绪相关的神经系统的激活(Niedenthal, 2007)。研究发现,在个体存在原有情绪时,表情反馈能够对其产生增强或削弱的作用;当个体原本没有情绪唤醒时,表情反馈能够直接诱发出相应的情绪。而通过表情或身体反馈进行情绪诱发,进而研究其对认知与行为的影响成为了情绪研究的又一个热点。面部肌肉控制技术是一种诱发具身情绪的有效手段(Wiswede, Münte, Krämer, & Rüsseler, 2009; 李荣荣, 麻彦坤, 叶浩生, 2012)。当实验中要求被试在用牙齿咬一根棍子(笑脸的表情)或用嘴唇抿一根棍子(皱眉的表情)的条件下对实验材料中所包含的情绪信息进行效价判断时,和具身情绪效价一致的材料反应时更快。

具身情绪对认知过程的影响是通过提高情绪

信息的加工速率来实现的。当实验材料中所含的情绪信息与具身情绪效价一致时,具身情绪能够显著地缩短个体对实验材料的感知时间(Effron, Niedenthal, Gil, & Droit-volet, 2006)、促进任务信息的跨通道转换(Vermeulen, Niedenthal, & Luminet, 2007)。同时,具身情绪还能通过调节情绪的动机维度来改变个体的注意范围(Price & Harmon-Jones, 2010),促进个体在创造性认知活动中的表现(Fernández-Abascal & Díaz, 2013)。同时结合使用外部诱发情绪技术和内部肌肉控制技术,可以更全面的阐明情绪影响认知活动的作用机制。

2.3 创造性认知过程及其加工机制

许多研究结果表明,创造性活动其实也包含着十分规则的信息加工过程,并且与非创造性活动有着相似的地方(周丹, 施建农, 2005; 胡卫平, 刘少静, 贾小娟, 2010)。基于这样的认识,创造力领域的研究者们参考了许多认知心理学的研究思路,综合运用认知神经科学技术、计算机技术、传统的心理测量和行为实验等研究方法,探索创造性的认知过程。

2.3.1 创造性认知过程理论

有关创造性认知过程的理论模型可以概括为两类:第一,创造性认知过程阶段理论。这类理论通常将创造性认知过程划分为连续的几个阶段,探索每个阶段的认知特征和机制。早在 1926 年, Wallas (1926)就提出创造性过程可以分为四个阶段:准备阶段、酝酿阶段、明朗阶段和验证阶段。Campbell (1960)的 BVSR (Blind variation and selective retention) 理论认为,创造过程包含盲目变异(blind-variation, 不断尝试产生新想法或新知识的过程)和选择性保留(selective-retention, 挑选并保留适宜的观点或知识的过程)两个过程。这两个理论对后来有关创造力认知过程阶段模型的构建产生了重要影响。Finke 和 Slayton (1988)的生成探索模型(Genexplore-Model)认为,创造性活动就是对心理表征的提炼和重建过程,主要包括两个过程:产生过程和探索过程。产生过程是以不完全的形式建构最初的心理表征;而探索过程则是针对任务的创造性要求,对在产生过程中形成的表征进行提炼加工和反复修改。Bink 和 Marsh (2000)的创造性认知过程理论认为,创造性的认知过程是“产生合成”(信息的搜索、提取、组合、加工,以及形成某些新颖的组合)和“选择”(决定

什么信息将被采用,前一阶段形成的组合被保留或放弃两个过程综合作用的结果。我国学者(罗俊龙等,2012)提出的原型启发理论认为,创造性活动过程中的“顿悟”的产生也包含两个阶段:“原型激活”(即想到对眼前问题有启发作用的某个已知事物)及原型中的“关键启发信息利用”(即想到原型中所隐含的某个关键信息对眼前问题的解决有启发作用)。

第二,创造性认知过程的层次模型。这类理论主要根据不同思维过程在创造性认知过程中所起的直接和间接作用,将创造性认知过程区分为不同层级。Runco和Chand(1995)的创造性思维二级模型(Two-tier model of creative thinking)认为,创造性思维的基本成分包括初级成分(包括问题提出、构思、评价三个方面的能力)和次级成分(包括个体拥有的知识和动机)两个层级。Schmid(1996)的信息处理创造模型(IPC-model)将创造性过程当作一个问题解决过程,主要依靠控制系统(control)及信息处理器(operators)的协同工作来完成。信息处理器负责对相关任务信息和已有记忆、知识进行加工,控制系统负责将目标任务分解为多个子任务,并根据任务需求选择使用合适的信息处理器,对信息处理器加工的结果进行评价,最后根据评价结果将信息处理器及知识的运用调整到合适的水平,最终实现问题解决。

综合来看,无论是创造性认知过程阶段理论,还是创造性认知过程的层次模型,都认同创造性认知过程包含两个基本的过程:(1)初级过程,即对信息的提取、组合及简单的比较、分类过程;(2)次级过程,即对信息的较高层次的筛选,对初级过程的监控,以及认知策略和评价手段的选择及运用。

2.3.2 创造性认知过程的机制研究

第一,创造性初级过程与个体信息加工速度、注意抑制能力、概念表征等特征紧密相关。从创造性思维的不同层次来看,在初级过程中,无关信息抑制能力(周泓,张庆林,2002)、信息加工速度(胡卫平等,2010)、注意模式(刘正奎,程黎,施建农,2007)、工作记忆(De Dreu, Nijstad, Baas, Wolsink, & Roskes, 2012)以及概念表征距离(Rutter et al., 2012)等都能影响个体信息处理的有效性,从而显著影响个体在创造性活动中的表现。Razumnikova(2007)使用远距离联想任务的研究为创造性初级过程提供了相关的生理证据。其

研究结果显示:被试在完成任务的过程中,前额叶的 θ_1 (4~6 Hz)功率值显著增强, α_1 (8~10 Hz)和 α_2 (10~13 Hz)在大脑后部的去同步化显著增加,大脑双侧多个脑区的 β_2 (20~30 Hz)波段的功率值和相干值都有明显增加,原因在于远距离联想包含对相关信息的提取和对大量言语连接的持续注意。

第二,创造性次级过程与个体对认知加工策略的选择有关。首先,来自顿悟时间进程的研究指出,元认知在顿悟问题解决的监控方面发挥着重要的作用,并具体表现在某些特定的ERP成分上,例如:额区P2成分与个体对思维僵局前意识性的元认知觉察相关;P3a成分与思维僵局引发的聚焦注意相关(沈汪兵,刘昌,袁媛,张小将,罗劲,2013);P400成分与原有定势打破相关;晚期成分与心理重构过程相关(Zhang, Tian, Wu, Liao, & Qiu, 2011)。其次,大量研究表明,在创造性次级过程中,高创造力者之所以能够“独具慧眼”,是因为他们在头脑中表征原型的时候,善于排除表面特征,采取恰当的策略深刻地把握与问题解决思路有关的“特征性功能”,从而有效建立“功能目标”与原型的“特征性功能”之间的联系(张庆林,邱江,曹贵康,2004;张庆林,田燕,邱江,2012)。Benedek和Neubauer(2013)发现,有效的记忆提取策略是影响个体创造性表现的重要因素。另外,Kowatari等人(2009)通过对比新手与专家在创造性钢笔设计方案中的表现,发现专家组的方案原创性显著高于新手。脑成像结果显示,专家组在创造性任务中的更好表现与其大脑左、右两侧前额叶皮层的激活显著相关;Gibson, Folley和Park(2009)对音乐家和非音乐家的创造性表现及其脑区激活模式进行了比较,结果发现,音乐家更多激活了两侧前额皮层,非音乐家更多激活了左侧前额皮层。这些证据均表明高创造力个体通常会选择更为有效的认知策略来完成创造性任务。

第三,创造性认知的初级过程和次级过程具有不同的功能机制。Kaufmann和Vosburg(2002)的研究表明,观点产生的初级过程和次级过程呈现出不同特点,积极情绪与消极情绪分别对这两个过程有着显著不同的影响;Yuan和Zhou(2008)的研究发现,外部评价降低了创造性答案生成阶段(初级过程)的效率,但却促进了评价和选择阶段(次级过程)创造性答案适宜性的提高。罗劲(2004)的研究成果指出,顿悟过程需要扣带前回、

海马、左腹侧额叶以及视觉空间信息加工网络等脑区协同完成。信息加工方面(初级过程),扣带回负责早期预警系统的发动、海马负责新异有效联系的形成;控制与监控方面(次级过程),左腹侧额叶负责思维定势转换和语言加工,视觉空间信息加工网络负责思考的背景或参照框架的切换。Jung, Mead, Carrasco 和 Flores (2013)基于 BVSR 理论的创造性神经机制研究也表明:盲目变异阶段(初级过程)主要伴随着信息加工固定模块(default mode network, DMN)的激活,而选择保留阶段(次级过程)则主要伴随着认知控制网络(Cognitive Control Network, CNN)的激活。

总之,创造性活动的两个认知过程呈现出不同的特征,具有不同的加工功能,初级过程负责模块化的信息加工,而次级过程主要负责认知策略的选择与监控。因此,从创造性认知的初级过程和次级过程入手,全面揭示创造性认知过程的内在机制具有重要的理论价值和现实意义。

3 问题提出

在分析已有研究的基础之上,可以看出,情绪在创造性的认知过程中发挥着重要的影响作用,并具体表现在创造性认知过程的不同阶段和不同层级之中,相关研究虽然已经取得了一些进展,但仍存在很多亟待解决的问题。

首先,从研究内容上看,先前的研究多集中于行为层面的探讨,对神经机制的研究有待加强。为数不多的脑机制研究偏重情绪对于某一创造性任务影响的脑区定位分析,而缺乏对创造性认知过程中有关情绪时程效应的动态脑机制研究。全面揭示情绪与创造性认知过程的作用机理,需要从行为—脑区—时程特征等多个层面进行考察。因此,本项目综合应用 EEG/ERP 及其源定位技术,侧重于情绪影响创造性认知过程的神经机制探讨。

其次,从情绪影响创造性认知过程的机制来看,先前的研究者倾向于将情绪对创造性的影响作用解释在创造力产生的不同认知阶段,但尚未形成统一的模型。因此,本项目从创造性活动发生的两个过程入手,系统考察情绪影响创造性认知过程的机制,实验任务既包含初级过程的早期认知加工,也包含次级过程的认知监控活动,以期能系统地揭示情绪影响创造性认知过程的全貌。

再次,从情绪的激发方式上看,以往研究在外部情绪激发手段的选择上存在很大的差异,各实验间不能进行直接比较。同时,对内部情绪(具身情绪)的关注不够。因此,本项目在各实验中,采用统一的情绪激发方式对被试的外部情绪或内部情绪进行激发。旨在降低各研究结果间,由情绪激发手段不同所造成的误差,增加实验结果间的内在联系,以期最终构建出情绪影响创造性的统一模型。

因此,本项目设想将创造性认知过程看作是由低(初级过程)到高(次级过程)的复杂认知过程,同时利用统一的外部情绪激发技术与面部肌肉控制技术,激发被试的情绪与具身情绪,采用 EEG/ERP 技术,有针对性地探讨情绪影响创造性认知过程的时程效应及神经机制。拟提出并解答以下问题:(1)不同情绪状态对创造性产生过程的影响作用是否相同,其作用的机制是什么?(2)外部激发情绪与具身情绪对创造性产生过程的影响作用是否相同,其内在机制又是怎样的?(3)如何构建一个统一的模型,系统阐述不同情绪状态影响创造性认知过程的作用机制。

4 研究构想

综上所述,本项目整合心理学与认知神经科学的研究方法,提出以下关于情绪影响创造性认知过程神经机制的研究构想(见图 1)。

4.1 统一情绪激发方式

情绪激发方式的不同,会直接影响到各实验结果间的联系与比较。为减少实验误差,增加项目内各实验间的可比性,最终构建出情绪对创造性认知过程影响作用的统一模型。本项目在所有实验中,均采用统一的情绪激发方式唤起被试的不同情绪状态。具体如下:

外部诱发情绪状态:针对以往研究中存在的不足,本项目在借鉴先前外部情绪激发方式的基础上做出了相应的调整:首先,以往多数研究只根据情绪效价对唤醒情绪的状态进行了单维度划分,而并没有对调节聚焦、唤醒度等其它情绪维度进行较好的控制。因此,当本项目在国际情绪标准图片手册(International Affective Picture System, IAPS)中选取情绪刺激时,对每张图片的调节聚焦、唤醒度和优势度都进行了严格的控制,从而得到正性、中性、负性情绪图片各 30 张;其次,先

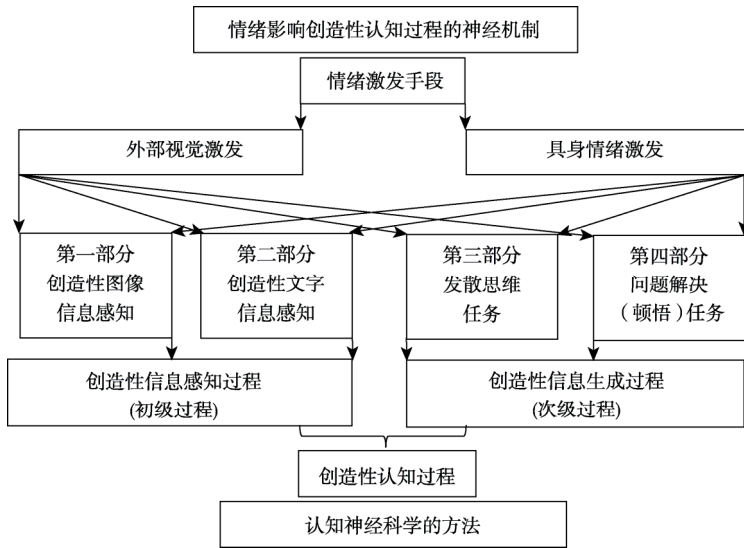


图 1 情绪影响创造性认知过程神经机制的研究构想体系

前研究多采用在实验任务前集中呈现情绪图片或视频的方法来对被试的情绪进行激发。由于在实验任务进行过程中，情绪效应会逐渐减弱，因此这种方法无法保证情绪对每一个实验试次(trial)产生相同的作用，以至影响到后期实验结果的分析。因此，本项目将情绪激发过程包含在实验任务的每一个试次(trial)之中，即在注视点呈现后，首先为被试呈现一张情绪图片，再呈现具体任务。

具身情绪激发：采用较为成熟的面部肌肉控制技术，在实验开始前统一为被试制备不同效价的具身情绪。

4.2 情绪对创造性认知加工过程影响作用的研究

本项目将通过创造性图像信息感知、创造性文字信息感知、发散思维与创造性问题解决四个研究部分，详细探讨情绪对创造性认知活动的不同阶段所起到的影响作用与机理。

4.2.1 第一部分：情绪对创造性图像信息感知活动的影响与机理

创造性信息是指那些新颖的与人脑中已有的经验和期望所不同的信息。对于创造性信息的感知，不仅能够帮助我们理解现实生活中真实存在的创造性产品，还可以为自身所进行的创造性活动提供丰富的原型与材料。因此，项目将个体对创造性信息的感知活动作为研究最先关注的焦点。

本研究部分主要在知觉层面上对情绪影响创造性信息感知活动的作用进行考察。创造性信息

以视觉图像的形式呈现给被试。研究主要涉及创造性信息、情绪效价、情绪来源三大核心实验变量并将注意、知觉表征、认知控制等相关认知活动包括其中。研究假设：1)人脑对于创造性图像信息的加工具有优先选择性，创造性图像信息能够迅速捕获个体有限的注意资源并引起注意的“定向反射”；与普通信息相比，其知觉加工过程也将更为复杂；2)就情绪的效价而言，情绪对创造性图像感知活动的影响作用受到注意的中介：积极情绪状态通过拓宽个体的注意资源，帮助个体更快的注意到环境中所呈现的创造性图像信息并在大脑前额区引发与早期注意控制相关的 P200 与 N200 成分；而消极情绪则会窄化个体的注意资源，阻碍个体对于创造性图像的感知识别过程；3)就情绪来源而言，虽然从行为层面上看，具身情绪状态也会产生类似于外部诱发情绪的影响作用，但由于具身情绪更多的来自于个体对于自身生理改变的感受，因而二者的作用机制存在显著差异，具身情绪通过改变大脑皮层的激活水平来发挥其影响作用。

4.2.2 第二部分：情绪对创造性文字信息感知活动的影响及其神经机制

来自隐喻任务的研究表明，有别于图像信息，人脑对创造性文字信息的感知更为复杂，其不仅受到注意、知觉表征、信息加工速度等活动的影响，同时还涉及到与文字相关的特异性加工活动，

如概念表征、语义生成和语法加工等。因而,本研究部分将文字作为创造性信息的呈现形式,从语义层面上考察情绪影响创造性信息感知活动的作用。研究同样以创造性信息、情绪效价与情绪来源作为实验的三大核心变量。研究假设:1)创造性文字信息会引发个体的语义冲突并在被试顶区引发出一个相关的 ERP 成分--N400; 2)就情绪效价而言,积极情绪状态能够提高个体思维的灵活性,快速激活被试的概念表征系统,有利于个体对于创造性文字信息的加工,而消极情绪则会阻碍被试对于创造性信息的理解过程; 3)从情绪来源看,外部诱发情绪主要通过影响被试的注意与思维灵活性而产生影响作用,具身情绪则主要通过提高大脑皮层的整体唤醒水平发挥作用。

上述两部分研究,主要从信息输入的角度出发,对创造性认知的初级过程进行了考察。研究目的在于通过知觉和语义两个层面的考察,揭示了大脑对环境中已有的创造性信息进行选择、注意、感知与理解的过程,也考察了情绪对这些过程的所发挥的影响作用,为下一阶段创造性信息生成过程(次级过程)的研究奠定了扎实的基础。

4.2.3 第三部分:情绪对发散思维(物体多用途任务)的影响及其神经机制

发散思维常常要求被试打破已有的思维规则,将思维沿着不同的方向进行扩展,最终产生多种可能答案的思维活动。发散思维过程不仅会激活个体的概念表征系统,还要求其积极的寻求改变。因而在第二部分研究的基础之上,本研究部分关注于个体主动产生创造性信息的过程。研究选用 Mednick (1962)的物体多用途测验(alternative uses task, AUT)作为实验材料,并将个体的创造力水平作为一项特殊的实验变量,以期通过分析各创造力水平组在完成任务时特定脑电频率的相干分析结果,探明发散思维活动所涉及的脑区及其协作模式。同时情绪效价与情绪来源依然是研究中重要的核心变量。实验假设:1)大脑前额区皮层与发散思维的产生密切相关。在完成实验任务时,高创造力组被试的大脑额区会表现出更加明显的脑电去同步化现象; 2)不同的情绪效价会通过影响大脑皮层唤醒水平与提高思维灵活性的方式对发散思维活动产生影响作用; 3)具身情绪对大脑皮层唤醒水平的激活作用更加明显。

4.2.4 第四部分:情绪对创造性问题解决(顿悟)的影响及其神经机制

创造性问题的解决不仅要求个体发散性思维,提出解决问题的各种假设,还需要其在认知监控的指导下,根据任务要求,打破原有的思维定势,习得解决问题的策略,最终生成符合问题解决任务要求的创造性信息。本项目将创造性问题解决视为创造性认知过程的最高阶段。研究以顿悟任务中的汉字添加笔画任务为代表,在考察情绪影响创造性问题解决过程的同时,还重点关注了问题情境与认知监控能力在该过程中所发挥的作用。问题情境、情绪效价与情绪来源是本研究部分的核心变量。研究假设:1)个体的认知监控能力与顿悟问题解决之间存在显著的正相关; 2)情绪效价通过调节被试在完成顿悟任务时的内在动机,影响其创造性问题解决的表现,即消极情绪状态会激发个体改变当前的困境的内部动机,提高其创造性问题解决的表现; 3)具身情绪比外部诱发情绪具有更强的动机激发作用。

研究部分三与四,主要从信息输出的角度出发,对创造性认知的次级过程进行了考察。研究的目的在于考察个体是如何在已有知识的基础上主动生成创造性信息的,又是如何通过外界环境的要求,对已发散出的观点进行筛选,最终生成符合要求,能够创造性的解决问题的产品。其研究结果有助于揭示高级心理过程在创造性认知过程中扮演的角色,同时也能更好的探明情绪影响创造性认知过程的作用机制。

5 预期结果与思考

从整体看,本项目预期得到以下研究结果: 1)创造性认知过程是多种认知活动相互综合、共同作用的结果,其具有明显的阶段性。创造性信息输入多与注意、知觉加工、概念表征等活动存在着密切的关系;而创造性信息输出则更多的依赖于问题理解、认知监控、认知评价等活动的参与; 2)情绪效价对创造性认知活动的影响作用存在不一致性。积极情绪状态能够在早期促进个体对于环境中创造性信息的输入,却在晚期阻碍了创造性信息的输出;就其作用机理而言,情绪效价并非直接影响创造性活动本身,而是通过多种认知活动的中介与调节作用,最终对创造性认知过程产生影响; 3)具身情绪状态对创造性认知活

动的影响作用,多与其对个体大脑皮层唤醒水平的调节作用有关。

总之,情绪对创造性认知过程的影响是一个复杂的动态化过程且具有明显的阶段性特征,多种认知活动涉及其中并扮演着不同的中介或调节作用。本项目希望通过上述研究,构建出情绪对创造力影响的动态化阶段理论模型,即按照创造性认知的不同加工阶段,描绘出情绪发挥影响作用的机制,从而促进人们对于二者关系更好的理解并为进一步研究奠定坚实的基础。

参考文献

- 胡卫平,刘少静,贾小娟.(2010).中学生信息加工速度与科学创造力、智力的关系. *心理科学*, 33(6), 1417-1421.
- 胡卫平,周蓓.(2010).动机对高一学生创造性的科学问题提出能力的影响. *心理发展与教育*, 26(1), 31-36.
- 李荣荣,麻彦坤,叶浩生.(2012).具身的情绪:情绪研究的新范式. *心理科学*, 35(3), 754-759.
- 刘小禹,刘军.(2012).团队情绪氛围对团队创新绩效的影响机制. *心理学报*, 44(4), 546-557.
- 刘正奎,程黎,施建农.(2007).创造力与注意模式之间的关系. *心理科学*, 30(2), 387-390.
- 卢家楣,刘伟,贺雯,卢盛华.(2002).情绪状态对学生创造性的影响. *心理学报*, 34(4), 381-386.
- 罗劲.(2004).顿悟的大脑机制. *心理学报*, 36(2), 219-234.
- 罗俊龙,覃义贵,李文福,朱海雪,田燕,邱江,张庆林.(2012).创造发明中顿悟的原型启发脑机制. *心理科学进展*, 20(4), 504-513.
- 沈汪兵,刘昌,袁媛,张小将,罗劲.(2013).顿悟类问题解决中思维僵局的动态时间特性. *中国科学:生命科学*, 43(3), 254-262.
- 张庆林,邱江,曹贵康.(2004).顿悟认知机制的研究述评与理论构想. *心理科学*, 27(6), 1435-1437.
- 张庆林,田燕,邱江.(2012).顿悟中原型激活的大脑自动响应机制:灵感机制初探. *西南大学学报(自然科学版)*, 34(9), 1-10.
- 周丹,施建农.(2005).从信息加工的角度看创造力过程. *心理科学进展*, 13(6), 721-727.
- 周泓,张庆林.(2002).创造性的生理研究新进展. *心理学探新*, 22(3), 9-13.
- Akinola, M., & Mendes, W. B. (2008). The dark side of creativity: Biological vulnerability and negative emotions lead to greater artistic creativity. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34(12), 1677-1686.
- Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106(3), 529-550.
- Baumann, N., & Kuhl, J. (2005). Positive affect and flexibility: Overcoming the precedence of global over local processing of visual information. *Motivation and Emotion*, 29(2), 123-134.
- Benedek, M., & Neubauer, A. C. (2013). Revisiting Mednick's model on creativity-related differences in associative hierarchies. Evidence for a common path to uncommon thought. *The Journal of Creative Behavior*, 47(4), 273-289.
- Bink, M. L., & Marsh, R. L. (2000). Cognitive regularities in creative activity. *Review of General Psychology*, 4, 59-78.
- Campbell, D. T. (1960). Blind variation and selective retentions in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological Review*, 67, 380-400.
- Chen, B. R., Hu, W. P., & Plucker, J. A. (in press). The effect of mood on problem finding in scientific creativity. *The Journal of Creative Behavior*.
- Compton, R. J., Wirtz, D., Pajoumand, G., Claus, E., & Heller, W. (2004). Association between positive affect and attentional shifting. *Cognitive Therapy and Research*, 28(6), 733-744.
- Damian, R. I., & Robins, R. W. (2012). The link between dispositional pride and creative thinking depends on current mood. *Journal of Research in Personality*, 46(6), 765-769.
- De Dreu, C. K. W., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(5), 656-669.
- Eastwood, J. D., Frischen, A., Fenske, M. J., & Smilek, D. (2012). The unengaged mind: Defining boredom in terms of attention. *Perspectives on Psychological Science*, 7(5), 482-495.
- Effron, D. A., Niedenthal, P. M., Gil, S., & Droit-volet, S. (2006). Embodied temporal perception of emotion. *Emotion*, 6(1), 1-9.
- Fernández-Abascal, E. G., & Díaz, M. D. M. (2013). Affective induction and creative thinking. *Creativity Research Journal*, 25(2), 213-221.
- Finke, R. A., & Slayton, K. (1988). Explorations of creative visual synthesis in mental imagery. *Memory & Cognition*, 16, 252-257.
- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition and Emotion*, 19(3), 313-332.
- George, J. M., & Zhou, J. (2002). Understanding when bad moods foster creativity and good ones don't: The role of context and clarity of feelings. *Journal of Applied Psychology*, 87, 687-697.
- Gibson, C. G., Folley, B. S., & Park, S. (2009). Enhanced

- divergent thinking and creativity in musicians: A behavioral and near-infrared spectroscopy study. *Brain and Cognition*, 69, 162–169.
- Gruzelier, J. H., Thompson, T., Redding, E., Brandt, R., & Steffert, T. (2014). Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: State anxiety and creativity. *International Journal of Psychophysiology*, 93(1), 105–111.
- Huntsinger, J. R. (2012). Does positive affect broaden and negative affect narrow attentional scope? A new answer to an old question. *Journal of Experimental Psychology: General*, 14(4), 595–600.
- Huntsinger, J. R. (2013). Does emotion directly tune the scope of attention? *Current Directions in Psychological Science*, 22(4), 265–270.
- Hutton, E., & Sundar, S. S. (2010). Can video games enhance creativity? Effects of emotion generated by dance revolution. *Creativity Research Journal*, 22(3), 294–303.
- Jung, R. E., Mead, B. S., Carrasco, J., & Flores, R. A. (2013). The structure of creative cognition in the human brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 330.
- Kaufmann, G., & Vosburg, S. K. (1997). Mood effects on creative problem-solving. *Cognition and Emotion*, 11, 151–170.
- Kaufmann, G., & Vosburg, S. K. (2002). The effects of mood on early and late idea production. *Creativity Research Journal*, 14(3–4), 317–330.
- Kowatari, Y., Lee, S. H., Yamamura, H., Nagamori, Y., Levy, P., Yamane, S., & Yamamoto, M. (2009). Neural networks involved in artistic creativity. *Human Brain Mapping*, 30(5), 1678–1690.
- Kuhl, J., & Kazén, M. (1999). Volitional facilitation of difficult intentions: Joint activation of intention memory and positive affect removes Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 382–399.
- Lyubomirsky, S., King, L. A., & Diener, E. (2005). The benefits of frequent positive affect: Does happiness lead to success? *Psychological Bulletin*, 131, 803–855.
- Martin, L. L., & Stoner, P. (1996). Mood as input: What we think about how we feel determines how we think. *Striving and Feeling: Interactions among Goals, Affect, and Self-regulation*, 279–301.
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69, 220–232.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science*, 316, 1002–1005.
- Oaksford, M., Morris, F., Grainger, B., & Williams, J. M. G. (1996). Mood, reasoning, and central executive processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 476–492.
- Pessoa, L., & Engelmann, J. B. (2010). Embedding reward signals into perception and cognition. *Frontiers in Neuroscience*, 4, 17.
- Price, T. F., & Harmon-Jones, E. (2010). The effect of embodied emotive states on cognitive categorization. *Emotion*, 10(6), 934–938.
- Razumnikova, O. M. (2007). Creativity related cortex activity in the remote associate task. *Brain Research Bulletin*, 73, 96–102.
- Rowe, G., Hirsh, J. B., & Anderson, A. K. (2007). Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(1), 383–388.
- Runco, M. A., & Chand, I. (1995). Cognition and creativity. *Educational Psychology Review*, 7(3), 243–267.
- Rutter, B., Kröger, S., Hill, H., Windmann, S., Hermann, C., & Abraham, A. (2012). Can clouds dance? Part 2: An ERP investigation of passive conceptual expansion. *Brain and Cognition*, 80(3), 301–310.
- Schmid, K. (1996). Making AI systems more creative: The IPC-model. *Knowledge-Based Systems*, 9(6), 385–397.
- Schwarz, N. (2011). Feelings-as-information theory. In P. A. M. van Lange, A. W. Kruglanski, & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of theories of social psychology* (Vol. 1, pp. 289–308). New York: Sage UK.
- van Tilburg, W. A., & Igou, E. R. (2012). On boredom: Lack of challenge and meaning as distinct boredom experiences. *Motivation and Emotion*, 36(2), 181–194.
- Vermeulen, N., Niedenthal, P. M., & Luminet, O. (2007). Switching between sensory and affective systems incurs processing costs. *Cognitive Science*, 31, 183–192.
- Wallas, G. (1926). *Art of thought*. New York: Harcourt, Brace and Company.
- Wiswede, D., Münte, T. F., Krämer, U. M., & Rüsseler, J. (2009). Embodied emotion modulates neural signature of performance monitoring. *PLoS One*, 4(6), e5754.
- Yuan, F. R., & Zhou, J. (2008). Differential effects of expected external evaluation on different parts of the creative idea production process and on final product creativity. *Creativity Research Journal*, 20(4), 391–403.
- Zhang, M., Tian, F., Wu, X., Liao, S., & Qiu, J. (2011). The neural correlates of insight in Chinese verbal problems: An event related-potential study. *Brain Research Bulletin*, 84(3), 210–214.

Neural Mechanism of Creative Cognitive Process Influenced by Emotion

HU Weiping^{1,2}; WANG Botao¹; DUAN Haijun¹; CHENG Lifang³;
ZHOU Huan¹; LI Jingjing¹

(¹ MOE Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

(² National Innovation Center for Assessment and Improvement of Basic Education Quality, Beijing 100875, china)

(³ School of Psychology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: It is known that emotion greatly affects creative generation. Most related studies on the relationship between emotion and creativity are based on individuals' behavior performance. However, they have not reached a consistent conclusion. This program systematically examines the cognitive process of creativity under the influence of emotion. According to the notion that creative generation is a progressive low-high cognitive process, the generating process of creativity is divided into primary process and secondary process. Cognitive neuroscience technology and several improved experimental paradigms including novelty judgment task, remote association test and Chinese logograph task are employed to investigate the time course and spatial pattern of the active cerebral region of creativity in this program.

Key words: emotion; creativity; insight; neural mechanism; ERP