

创造性思维的性别差异*

沈汪兵^{1,2} 刘 昌² 施春华¹ 袁 媛²

(¹河海大学公共管理学院暨应用心理研究所, 南京 210098)

(²南京师范大学心理学院暨认知神经科学实验室, 南京 210097)

摘 要 创造性思维是推动科学技术进步和人类社会与文化发展的重要心理基础。人类两性分别在创造性思维的聚合思维和发散思维方面表现出显著的行为和神经活动差异。在发散思维方面, 女性优势相对明显; 但在聚合思维方面, 男性具有一定优势。两性在不同类型创造性思维方面的相对优势与大脑两半球的加工优势有密切联系, 且受到包括性别作用等因素的调节。研究对这些问题进行了系统探讨, 并就当前研究不足和未来趋势进行了展望。

关键词 性别差异; 发散思维; 聚合思维; 神经机制; 创造性

分类号 B842

创造性思维作为创造性的核心, 是个体产生新颖独特且适用观点或产品的思维形式(Sternberg & Lubart, 1996; 沈汪兵, 刘昌, 陈晶晶, 2010)。它不仅是人类灵性与智慧的高级表现, 而且在科学发现(Luo & Knoblich, 2007; Chein & Weisberg, 2014)与创造发明活动(罗俊龙等, 2012)中起着关键作用, 是推动社会进步与技术革新的原动力, 甚至被誉为人类文明的源泉(Dietrich & Kanso, 2010)。创造性思维虽如此重要, 但人们对创造性思维的认识仍很有限。创造性研究大师 Guilford (1967)指出, 创造性思维主要包含发散思维(divergent thinking)和聚合思维(convergent thinking)。其中, 发散思维是指个体不依常规方式“从给定的信息中产生新信息, 并从同一来源中产生各种各样、许许多多输出”的思维形式(刘春雷, 王敏, 张庆林, 2009), 主要采用托伦斯创造性思维测验(Torrance Test of Creative Thinking, TTCT)和替代用途测验(Alternative Uses Test, AUT)等任务来评估; 与此相反, 聚合思维则是个体利用已有知识经验或传统方法来分析给定信息并从中获得一个最佳答案

的思维形式(Lee & Theriault, 2013), 主要采用顿悟问题解决任务(insight problem solving)和远距离联想测验(Remote Association Test, RAT)等任务来量度。

新近研究显示, 创造性思维的研究主要从任务和个体差异两个取向展开(e.g., 沈汪兵等, 2010)。在“大数据”(big data)思潮的推动下, 创造性的个体差异研究日渐盛行(e.g., Kaufman, 2011), 并有越来越多的学者开始利用高精度事件相关电位(ERPs)和功能磁共振成像(fMRI)技术来解析创造性思维的个体差异。该取向的研究侧重于通过比较不同类别群体创造性思维的行为表现和神经机制来深化人们对创造性本质的认识。性别作为最便捷的区分组群的人口学变量, 已被广泛应用于创造性的个体差异研究, 并催生了大量的性别差异研究。随着我国自主创新方针的确立和创新人才推进计划的实施以及教育公平意识的增强, 在此背景下探讨创造性思维的性别差异有着重要的现实意义。它不仅能为科学贯彻创新人才选拔和培养的政策方针提供依据, 而且有助于深化和阐明创造性理论研究中的某些关键问题。更重要的是, 创造性思维领域近年诞生了三个重要假说, 即“男性更大变异假设”(Greater Male Variability Hypothesis)、“性别相似性假设”(Gender Similarities Hypothesis)和“性别差异性假设”(Gender Difference

收稿日期: 2014-07-24

* 江苏省 333 高层次人才培养项目和中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2014B15314)。

通讯作者: 刘昌, E-mail: liuchang@njnu.edu.cn

Hypothesis) (He & Wong, 2011; Hyde, 2005; McCarthy, Arnold, Ball, Blaustein, & De Vries, 2012)。这些理论假设不仅拓展了传统研究思路,而且提示创造性的性别差异是一个充满争论和颇具理论价值的领域,有必要开展更深层次的研讨。为了对创造性思维及其相关后续研究提供一些指导和启示(如,是否需要控制性别变量等),况且创造性思维性别差异的研究有助于深化创造性领域性和社会各界高度关注的大脑可塑性及其潜能开发的个体差异的认识,于是我们对该主题的已有研究进行了系统梳理,并围绕发散思维和聚合思维的性别差异及其潜在脑机制进行探讨,最后结合现有研究不足对未来研究方向进行了展望。

1 发散思维的性别差异

发散思维是创造性思维的核心(Guilford, 1967),深受人们重视,甚至有时被等同为创造性思维(Subbotsky, Hysted, & Jones, 2010; Runco, 2008)。个体发散思维水平多以 TTCT 和 WKCT (Wallach-Kogan Creativity Test)等测验的流畅性、变通性、精致性和独创性得分度量。

Guilford“论创造”的就职演说掀起了创造性研究,尤其是发散思维评估工具研制的热潮,致使学者纷纷应用这些工具来评估发散思维的性别差异。例如, Kogan (1974)应用 WKCT 探讨了发散思维的个体差异,验证了 Wallach 和 Kogan (1965)的结果——发散思维不存在性别差异,但该结果悖于 Wallach 和 Wing (1969)女性优势的发现。笔者对 Potur 和 Barkul (2009)以及 Kogan (1974)提及的有关发散思维性别差异的研究进行归纳,发现近半数研究(10/21)未报告性别差异,相当多的(8/21)显示女性优势,仅少量(3/21)支持男性优势。有趣的是,它们提示发散思维的性别差异受个体出生顺序的调节——头胎生的男孩的发散性思维水平显著优于后续男孩,女孩则呈现出相反模式,头胎生的女孩的发散思维水平则显著不及后续出生的女孩(Boling, Boling, & Eisenman, 1993)。Rejskind, Rapagna 和 Gold (1992)曾对 41 项儿童发散思维性别差异的研究进行元分析,发现超半数研究报告了性别主效应,且其中近 2/3 的研究观察到女性较男性在图形和言语发散思维任务均拥有更高得分。同时,他们对 244 名超常儿童的调查结果显示,无论超常女童还是普通女

童,其言语和图形发散思维测验得分均显著优于同龄男童。上述研究提示,发散思维的性别差异受出生顺序等诸多因素的调节。

个体发展水平是影响发散思维性别差异的重要变量(c.f., Alpaugh & Birren, 1975; Dudek, Strobel, & Runco, 1993; Boling et al., 1993)。女性因其言语、情绪感受和人际交流方面的优势,其早期心理发展速度显著快于男性,但男性具有“后发优势”(e.g., Herting, Maxwell, Irvine, & Nagel, 2012)——中学阶段男性的心理发展显著快于同龄女性。一般地,婴儿期两性心理发展基本同步,自幼儿期开始分化且女性优势日益凸显,但青春期中男性心理发展水平逐渐赶上女性,两者的差异微乎其微(McIntyre & Edwards, 2009)。心理发展水平对个体发散思维及其发展有显著影响。具体地,学龄前期两性发散思维无差异,初中和小学阶段差异明显且以女性优势为主(Picard & Boulhais, 2011; Kaufman, Niu, Sexton, & Cole, 2010; Stephens, Karnes, & Whorton, 2001; Lin, Hsu, Chen, & Wang, 2012),高中阶段两性领域普遍性创造性思维的差异逐渐消失。例如, Cheung 和 Lau (2010)以修订版 WKCT 对香港 2476 名初中生和小学生进行研究,发现女生言语变通性和图形发散思维的流畅性、变通性、独创性和精致性成绩均显著优于男生。考虑到文化开放性程度的区域差异,王福兴等人以 TTCT 测验评估了内地小学和中学生发散思维的性别差异,发现女生言语流畅性与变通性得分均高于男生,图形流畅性得分也显著高于男生,但变通性和独创性得分无明显性别差异。同时,他们观察到了年级的调节效应——初二女生言语流畅性和独创性成绩均优于男生,且图形流畅性和变通性得分也显著高于男生,但其他年级两性思维差异不显著(王福兴, 沃建中, 林崇德, 2009)。上述研究一致表明心理发展水平对发散思维的性别差异有重要影响,且初中二年级是两性发散思维发展的重要时期,并具有相当的文化普适性。

小学四年级被大量研究视为发散思维早期发展的关键期,且该期内女性的发散思维会显著优于男性(e.g., 沃建中, 杨伟刚, 林崇德, 2006; Hu, Shi, Han, Wang, & Adey, 2010)。He 与 Wong (2011)借助图形创造性测验评估了香港 5~7 年级学生图形发散思维的性别差异,发现女性发散思维测验

总分显著高于男性,且女性的残图补全、主题关联和视角选择分测验成绩也略高一筹。Sayed 与 Mohamed (2013)采用相同测验评估了埃及幼儿园到小学六年级学生发散思维的性别差异。研究显示,总体上虽无显著性别差异,但年级与性别的交互效应显著。其中,2、4和5年级女生的残图补全成绩显著高于男生,3和6年级男生残图补全成绩优于女生;2至5年级女生的新颖性成绩则显著优于同年级男生。Lau 和 Cheung (2010b)以修订的 WKCT 评估了青少年的创造性思维差异,发现7-8 年级女生图形发散思维和言语流畅性成绩也显著优于同龄男性。这些表明发散思维的性别差异不仅受个体发展水平调节,言语发散思维发展可能早于图形发散思维,而且小学四年级是两性创造性思维分化的关键期。

思维类型是影响发散思维性别差异的关键因素。女性的言语加工和言语创造性具有相对优势,男性视空间加工与图形创造性则相对占优 (Neubauer & Fink, 2009; Neubauer, Grabner, Fink, & Neuper, 2005)。高中阶段两性替代用途测验得分无显著差异,但女生的言语流畅性、精致性和变通性均优于男生 (Hong, Peng, O'Neil Jr, & Wu, 2013)。李蔚 (1988)采用具有本土文化色彩的言语和图形发散思维任务考察了西南地区小学生创造性思维的性别差异,发现男生发散思维测验总分显著高于女生,图形测验成绩也显著优于女生,但两性的言语测验成绩无显著差异,该发现支持男性的图形加工及其图性创造性优势观点。He 和 Wong (2011)提供了超越中国内陆亚文化的证据,他们观察到香港初中和小学的男性的某些图形发散思维测验(如,限制打破分测验)成绩显著优于同级女生。对大陆初中生和高中生的研究显示,中学男生图形发散思维测验总分显著高于女性,且男性在新颖性、图形延伸(continuations)以及依赖和不依赖于题干的限制打破四个分测验得分均显著高于女性 (He, Wong, Li, & Xu, 2013)。类似的,Stoltzfus, Nibbelink, Vredenburg 和 Thyrum (2011)以 TTCT 测验对大学生进行调查,发现男性不仅图形言语发散思维显著优于女性,而且言语发散思维总分和言语独创性成绩也均显著高于女性。上述研究发现提示思维类型和发展水平都会影响男性和女性创造性思维性别差异的模式。

个体教育水平也影响着发散思维的性别差异

模式 (Brandau et al., 2007)。Matud, Rodriguez 和 Grande (2007)综合评估了个体教育水平和测验类型在发散思维性别差异中的作用,研究应用图形和言语 TTCT 测验专门评估了 739 名处于不同教育水平的成年非学生样本的发散思维差异。他们观察到,性别和教育水平对被试图形流畅性和独创性得分有显著交互效应,但对其他维度和测验总分均无显著影响。有大学学历女性较之仅有小学或中学学历女性在发散思维所有评估维度上均有显著优势,但教育水平对男性间的发散思维无显著影响。对只有小学或中学学历者而言,男性图形发散思维原创性得分和总成绩均优于同等学历的女性。有大学学历女性的言语流畅性得分显著优于同等学历的男性。Artola¹探讨学生和非学生成人两类样本的性别差异模式。研究不仅涵盖了王福兴等 (2009) 的小学、初中和高中三阶段的学生样本,而且新增了非学生的成人样本。研究发现,就总样本而言,女性发散思维总分和言语测验得分均优于男性,但男性图形测验得分优于女性。就各类子样本而言,成人发散思维测验成绩无性别差异;其他样本中,女性在多数任务上的表现优于男性,且以言语发散思维成绩差异最明显。就小学生而言,女生流畅性、独创性和变通性得分均高于男生,但精致性得分不及男生;中学生的独创性和精致性无显著性别差异,但女生流畅性和变通性表现要优于男生。上述结果说明个体受教育水平对两性发散思维差异及其模式有显著影响。

测验工具信度或效度有可能影响着发散思维的性别差异 (e.g., Wechsler, 2006; Kim, 2006, 2011; Auzmendi, Villa, & Abedi, 1996; Lau & Cheung, 2010a)。在充分兼顾测量工具、被试年龄和受教育水平同质性,测验客观性和测验常模同步性基础上,研究比较了测验工具信度对创造性思维性别差异的影响。以符合上述要求和客观性评分的 WCKT 评估香港青少年发散思维的 3 个系列研究 (Cheung & Lau, 2010; Cheung, Lau, Chan, & Wu, 2004; Lau & Cheung, 2010b) 为分析对象。就 WCKT 信度而言, Cheung 等人 (2004) 中该测验的内部一致性最低, Cheung 等人 (2010) 中的信度较高, Lau 和 Cheung (2010b) 中该测验言语流畅性、

¹ <http://www.easse.org/docs/content/235/TERESA%20ARTO-LA.pdf>.

灵活性、独特性和新颖性以及图形灵活性 5 个分量表信度高于 Cheung et al. (2010), 且所有分量表信度均高于 Cheung 等 (2004)。在结果方面, Cheung 和 Lau (2010)报告了女性言语灵活性和图形发散思维各维度的显著优势; Cheung 等人未检测到性别差异; Lau 和 Cheung (2010b)则报告了男性的多数测验成绩优于女性。上述结果意味着测验工具较高的信度可能有助于性别差异的表达。鉴于信度和效度间的密切关系, 测验工具的效度亦可能有类似影响。该结论有待商榷, Cheung 和 Lau (2010)的样本量显著多于 Cheung 等(2004), 且未来有必要评估上述非因果性的影响是“偶然”的伴随现象还是关联现象。

综上, 创造性思维的性别差异受到了包括个体发展和教育水平多类因素的调节。不同发展阶段两性创造性思维的差异模式各异, 但关键转折点集中在小学 4 年级、初中 2 年级和首次社会工作时(c.f. 王福兴等, 2009; Lau & Cheung, 2010b; Matud et al., 2007)。思维类型调节着创造性思维的性别差异——男性图形或空间发散思维优势明显, 女性的言语发散思维占优(Hong et al., 2013; He & Wong, 2011; He et al., 2013)。社会环境和文化等社会性因素也影响两性发散思维的差异模式, 且主要体现在下述两方面: 一是体现为个体社会发展水平和文化(如, 性别角色、社会刻板印象和性别公平)的影响。例如, 有学者就香港和河北青少年图形发散思维现状进行调查, 发现大陆和香港两文化背景下的创造性性别差异模式迥异, 香港以女性优势为主(He & Wong, 2011), 大陆则为男性主导(He et al., 2013); 二是评分者主观评分的影响(如, 异性吸引)——发散思维测验以开放性为主, 主要依赖于同感评估技术(Consensual Assessment Technique, CAT)等主观评定法。评分过程中, 评分者性别与被试性别易产生微妙的交互效应。研究显示, 男教师易对女学生发散思维流畅性和变通性给予高分(Kousoulas & Mega, 2009; Gralewski & Karwowski, 2013; Brandau et al., 2007)。未来研究需加强对社会文化影响以及测验工具信或效度在发散思维性别差异模式中可能作用的探讨。

2 聚合思维的性别差异

聚合思维是创造性思维的基本成分(Lee &

Therriault, 2013), 不同于发散思维侧重创造性潜能评估的特点, 它更加注重对创造性能力或成就的测量(e.g., Runco, Cramond, & Pagnani, 2010; Lee & Therriault, 2013; Runco & Acar, 2012)。因时任美国心理学会主席 Guilford 格外强调发散思维的重要性, 使得聚合思维的作用长期被人们忽视。现实生活中每天数万计的大事小情方案的最终定夺均离不开聚合思维。人们对聚合思维的重视很大程度源于 Simon 问题解决的研究和 Mednick 远距离联想测验的应用。或因此, 目前聚合思维的评估主要以创造性问题解决范式(如, 顿悟问题解决)和远距离联想测验(RAT)实现。聚合思维虽长期被搁置在创造性研究的边缘, 但随着近年顿悟研究的回暖(罗劲, 2004)和基于脑的顿悟(brain-based insight)研究的快速发展(Shen, Luo, Liu, & Yuan, 2013; 罗俊龙 等, 2012; 邱江, 张庆林, 2011), 部分学者已开始使用各类顿悟测验来探讨聚合思维的性别差异。

早期, Richardson (1985)通过对 320 名 16 岁男女的调查, 发现女性解决 RAT 任务的成绩显著优于男性。Chusmir 和 Koberg (1986)利用 RAT 和表现需求问卷(manifest needs questionnaire)对 96 名男性和 69 名女性管理人员进行研究, 发现两组被试聚合思维的平均成绩无显著差异, 但男性 RAT 解题成绩与其需求层次显著相关, 女性并无该联系, 意味着性别可能在个体自我需求的调节下影响聚合思维。Feist 和 Runco (1993)基于创造性结果取向, 对 1967~1989 年在《创造性行为杂志》上发表论文的作者进行性别分析。就论文发表量而言, 虽然随着时间推移, 两性差异有所缩小, 但总体上男性是女性的 3 倍多。与此类似, 有研究指出我国男性的科学创造性要强于女性, 且该差异在高中生的问题解决、科学想象和技术领域就得以显现(胡卫平, 林崇德, 申继亮, Adey, 2003)。上述研究提示两性聚合思维存在一定差异。然而, 也有不少研究显示, 两性聚合思维并无差异(Forster, Friedman, & Liberman, 2004; Suzuki & Usher, 2009; Harris, 2004)。不过, 此类研究几乎都未对人格和智力等无关变量进行操控, 但这些变量和聚合思维有着十分密切的关系(e.g., Lee & Therriault, 2013)。因此, 无关变量的控制不足可能是各研究结果不一致的重要原因。

最近, Lin 等人严格控制个体智力与人格等无

关变量,并借助18个言语和图形经典顿悟问题探讨了性别对聚合思维的影响。研究发现,性别对言语顿悟问题成绩和两类顿悟问题总分有显著贡献,但对图形类顿悟问题成绩无明显影响。男性言语顿悟问题成绩和两类顿悟问题总成绩均显著优于女性,但图形类顿悟问题成绩两者无明显差异(Lin et al., 2012)。Tidikis 和 Ash (2013)从个体和团体角度分别考察了性别和团体的性别配比(如,全女性、全男性或男女混合团体)对个体解决经典顿悟问题表现的影响。研究发现,性别混合团体中女性解题时间长于男性,且非混合团体中男性的解题正确率稍高于女性;男性较之女性在解题过程中更少遭遇思维僵局(mental impasse; 沈汪兵,刘昌,罗劲,余洁,2012),且性别混合团体中男性遭遇思维僵局的时间显著早于该组女性,意味着两性在创造性问题解决过程存在思维方式差异。沃建中等(2006)从逻辑性和概括性两个角度,通过3311名中学生的大样本调查考察了中学生言语和图形聚合思维的发展特点。研究发现,初二学生与初一和初三学生的聚合思维得分有显著差异,且初中阶段聚合思维的发展速度快,而高中阶段则相对平缓。他们认为,初二到初三为聚合思维发展的关键阶段。更重要的是,研究显示图形概括性、言语概括性(主要通过简版中文远端联想测验评估)、概括性总分和聚合思维测试总分四个维度得分有显著的性别差异,男生均优于女生。另观察到年级和性别存在部分交互效应,高中阶段(高二最突出)女生的聚合思维总分显著低于男生,但初中阶段并无差异。在创造性的脑活动层面,Jung-Beeman 和 Bowden (2000)在探讨顿悟问题解决脑机制的研究中也观察到了类似性别差异。他们发现,当给被试呈现和问题有关或无关题解以启动其主动求解过程时,被试在解题正确率方面出现了比较明显的性别、视野位置和问题关联性三者间的交互效应,并且在解题时间方面也出现类似的交互效应。其中,男性表现出24 ms的右半球启动优势,女性则仅表现出10 ms的左半球启动优势。这些研究表明,人类在聚合思维方面,男性较之女性表现出相当优势,且可能与大脑右半球的功能有关。

3 创造性思维性别差异的神经机制

目前学者从行为层面就发散思维和聚合思维

的性别差异开展了大量研究,但尚未取得一致结论。就此,Baer 和 Kaufman (2008)根据创造性评估工具的性质对公开发表的使用封闭式自陈问卷、主观报告、他人评估、人格与创造性成就测量的80多项研究归类梳理,发现多数研究报告了两性在创造性思维,尤其是发散思维方面的差异,且近年来创造性思维性别差异的阳性报告有增多趋势。这一方面可能与研究工具的修正和改良有关(e.g., Kim, 2006, 2011; Wechsler, 2006),另一方面可能与时代发展有关(e.g., Cheung & Lau, 2013; Dudek et al., 1993)。例如,Cheung 和 Lau (2013)曾先后两次应用修订后的WKCT对香港学生进行创造性思维调查,但研究结果并不相同——随着时代变迁(如,教育和文化的全球化和开放化),两性创造性思维差异日益显著(c.f. Cheung et al., 2004; Cheung & Lau, 2010b)。前述研究总体表明,女性的发散思维优势相对明显,且以言语发散思维优势尤为突出;男性的聚合思维优势比较明显。考虑到发散思维和聚合思维各自侧重于创造性潜能和创造性成就,但现实中多数时候创造性潜能与能力无法分离。因此,人们积极探索创造性的综合评估方法。加之,行为评估技术以问卷为主,兼及少量基于反应时的认知行为实验,对心理过程测量的敏感性有限(e.g., Law, Fung, & Kung, 2013)。这些导致基于脑的评估(brain-based assessment)策略因其复合性倍受青睐,且有越来越多的学者开始借助高度灵敏和精确的脑电图和功能磁共振成像技术来评估人类两性创造性思维的差异及其神经机制。

Razumnikova (2004)首先应用脑电图技术评估了发散思维的脑活动特点。研究发现,男性高创造性者发散思维相关的 β_2 波幅和半球间连通性(interhemispheric coherence)显著增强,但女性高创造性者仅 β_2 能量和局部连通性的增强。同时,女性高创造性者任务相关 α_1 的去同步化分布更弥散,男性半球间连通性则更强。该结果意味着两性创造性思维差异可能与脑活动模式有关。考虑到思维类型的特点,Razumnikova 等人随后通过RAT任务、言语类词汇生成任务和简单联想任务进一步考察了人类两性聚合思维差异的脑机制。研究显示,就男性解题者而言,原创性联想搜寻的初期伴随着两半球 β_2 能量的增加,晚期则出现了皮层中央区 β_2 节律的局部增强;但就女性解

题者而言, 初期右半球 β 能量增加显著强于左半球, 晚期右半球额-顶区 β 活动相对减弱而左侧前额区 β 活动增强(Razumnikova & Bryzgalov, 2006), 同时, 女性被试在言语发散思维过程中 α 2 节律明显增多, 男性在图形发散思维活动中 β 2 节律显著增强。独创性观点生成过程中, 女性前额活动显著增强(Razumnikova, Volf, & Tarasova, 2009), 这些结果表明两性完成不同创造性思维任务时的脑活动模式各异。男性以早期全脑活动和晚期局部脑功能联结增强为主, 女性则以早期右半球加工和晚期全脑活动为主。与此不同, Fink 和 Neubauer (2006)充分考虑了言语智力对创造性思维的影响。他们借助脑电图技术比较了不同言语智力者发散思维性别差异的神经机制, 观察到高言语智力女性较之智力寻常女性在产生独创性观点时会引起前额区 α 功率显著增强, 男性则呈现出相反模式, 即高言语智力者较之寻常者前额区 α 功率显著减弱。这些指标的幅值与被试图形发散思维独创性观点的流畅性有显著关联。行为数据显示, 聪明女性较之普通女性拥有更高的观点流畅性得分, 但聪明男性较之普通男性其观点流畅性得分则更低。上述发现表明, 男性执行创造性思维任务时遵循由全脑活动到局部脑活动增强的“先总体后局部”加工模式, 而女性则遵循由早期的局部脑活动增强到大脑两半球协同活动的“先局部后总体”加工模式, 且受智力和思维类型等因素的调节。依照神经效能(neural efficacy)假说观点, 高智力者具有更高的神经效能, 只需少量资源, 尤其是较少额区卷入(以 α 频谱的显著激活为指标)便足以应对复杂任务(Neubauer & Fink, 2009; Dunst et al., 2014; Neubauer et al., 2005)。Neubauer 团队阐述了性别和任务类型的神经效能效应发挥过程中的作用, 发现男性拥有更高图形-空间加工方面的神经效能, 女性拥有更高言语加工方面的神经效能(Neubauer & Fink, 2009; Neubauer et al., 2005), 且两性中又均以高智力者或聪明者的神经效能最优。上述结果表明, 男性高智力者的图形或空间创造性思维相对占优, 女性高智力者以言语创造性思维见长。

Abraham 和同事首先使用 fMRI 技术考察了两性被试在概念拓展任务等发散思维活动上脑机制的差异。神经成像结果则显示, 两性在完成相同的概念拓展任务过程中显著激活了左半球的不

同脑区。其中, 男性较之女性独特激活了左侧额下回的前部和后部, 外侧眶额皮层, 以及额中回/额下回后部。然而, 女性解题者较之男性则优势激活了左侧额上回的前部和后部(Abraham, Thybusch, Pieritz, & Hermann, 2014)。与此相同, 有关客体替代用途任务的脑成像研究也显示, 两性解决该任务的行为表现无差异, 仅女性在记忆提取和创造性思维两条件下的行为差异略大于男性。脑成像研究精确复制了行为数据所揭示的性别与实验任务的交互效应——男性较之女性显著更强地激活了左侧额中回和缘上回(Kleibeuker, Koolschijn, Jolles, De Dreu, & Crone, 2013)。我们小组最近一项有关 RAT 任务性别差异的高密度脑电研究显示, 女性较之男性诱发了动态变化且更正的脑电成分, 且在问题呈现后的 220~320 ms 时间窗内女性解题者较之男性解题者在前额-中央区诱发了特异性的 N2-P3 复合体, 其皮下神经源主要位于右侧扣带前回附近。Razumnikova (2005)借助 EEG 的不同指标(EEG power 和 EEG coherence)分析男性和女性被试操作发散和聚合思维任务时发现, 心算任务所测量的聚合思维活动主要与 θ 功能连通性有关。该活动促使男性大脑两半球中央区-顶区-枕区的功能变化显著转换至右侧的额区与额-枕区, 表明任务的完成需注意维持相关的右脑前额机制的参与; 女性则切换到了左额区, 并有赖于 α 1 节律去同步化后左半球后部计算控制机制的优势激活。就发散思维活动而言, 男性表现出 α 波段较弱的去同步化和 β 2 节律能量增强特点, 并且半球间连通性的增强和右脑半球内连通性的局部增强, 意味着男性更多有赖于两半球紧密的合作来完成任务; 女性则主要是 β 2 震荡幅度的低增长和 α 1 趋同化的显著增强, 表明女性主是通过同源性皮下活动微弱的交互作用机制顺利解决问题的。但上述创造性思维性别差异的神经科学研究在行为层面均未观测到性别主效应的存在, 仅两项研究(Abraham et al., 2014; Kleibeuker et al., 2013)报告了男性和女性被试在创造性思维部分次要指标上的些许差异。

由上可知, 创造性思维性别差异的神经科学研究从脑活动层面一致揭示两性间的显著差异。人类两性创造性思维的脑活动是动态变化的, 男性大脑两半球间互动显著增强, 女性则以半球内的局部活动增强为主。在脑活动模式上, 额-中央

区和颞-顶区激活尤为突出,且男性优势激活左半球,女性则显著激活右半球。需注意的是,基于脑的创造性思维性别差异研究不同于传统行为研究,它对创造性思维的评估采用的是基于脑的评估策略。该策略是对个体创造性思维的综合评估——无论伴随脑活动记录与测量的认知任务属发散思维还是聚合思维,其所测得的均不再只是单纯创造性潜能或创造性成就,而是两者的综合效应。因为人们在解答认知行为任务时,大脑活动是心理过程的生理“指针”,神经元活动效率等这些传统上认为是反映人脑潜能的参数,此时不仅不能被各类脑活动记录仪“捕捉”到,而且伴随它们采集过程的认知任务还可以提供佐证个体能力的行为学指标。这些使得,现有创造性思维性别差异的神经科学研究发现非常一致,即人类两性创造性思维的脑活动存在显著差异。

4 总结与展望

创新若是人类文明和技术进步的引擎,那么创造性思维则是创新得以展现的关键基础。创造性思维由于其本身的复杂性,致使人们对其认识仍相当有限。随着人类创造性思维的阐发及其所引起的人类文明的进步和技术的革新,人们对创造性思维的认识又达到了一个全新高度。由上可知,创造性思维的研究已经逐渐发展到基于脑的研究范式阶段。该取向,人们通过借助传统行为测量和现代认知神经科学技术来解密创造性之脑,发现男性和女性的创造性思维具有显著差异,女性发散思维相对优于男性,且以言语发散思维的优势最明显,但男性的聚合思维相对优于女性,并与大脑两半球的加工优势有一定关联。但两性创造性思维的性别差异受到各类因素的调节,意味着今后研究探讨创造性思维的脑机制时需格外注意性别因素及其可能催生的心理效应。除此之外,未来研究还可从以下方面深入:

首先,加强聚合思维性别差异的研究。由上可知,聚合思维性别差异的行为和神经科学研究均非常有限,甚至处于起步阶段。聚合思维作为创造性思维的重要组成成分,虽其在创造性方案多样性方面的作用可能不及发散思维,但具独创性和适用性的观点与方案的形成无法脱离聚合思维,即创造性观点和产品的产生有赖于发散思维和聚合思维的合力,两者缺一不可。同时,为深入

揭示两性创造性思维的特点和差异,有必要进一步加强这方面的探讨。

其次,重视创造性思维性别差异的实验研究。目前创造性思维性别差异的大部分行为研究都是问卷调查。问卷调查虽能从宏观和现象层面通过大样本快速揭示群体现状与特点,甚至说明其他有价值的问题,但仅依靠该方法可能难以获得深层次的结论。况且,目前颇多调查研究中不仅没有控制家庭环境或教育状况的影响,甚至都未保证两性样本数对等。创造性思维被视为人类智慧的高级表现,无疑相当复杂,纯粹单靠某一种研究工具或研究范式难以获得理想结果。目前该领域的行为研究出现了多种性别差异模式(Baer & Kaufman, 2008; Runco et al., 2010),或许与此也有密切的关系。实验研究由于在被试筛选、实验范式选用和刺激呈现方面需要尽量控制和排除多方面的混淆变量,较之自陈式问卷调查能更有针对性地说明各变量在行为效应中的作用。当然,多范式(e.g., 心理测量取向, 认知行为实验取向, 基于脑的研究取向)和多方法(e.g., 调查法、实验法、神经科学方法)的使用与有机整合,无疑会极大地推进人们揭示创造性思维性别差异内涵和机制的进程。

再次,注重发展性和追踪性研究。目前多数研究通过横向调查来说明发展性特点或回答具有纵向性质的问题。尽管很大程度上是由于取样和时间制约而采取的折中之举,但该领域的纵向研究足实罕见。因此,未来有必要在这方面做更多努力。同时,亦可适当开展不同创造性水平者的比较研究,毕竟创造性思维研究成果应用的一个重要领域就是超常儿童或创造性人才的教育与培养。

最后,深化基于脑的创造性研究,并加强对性别差异影响因素的考察(Stoltzfus et al., 2011; Suzuki & Usher, 2009),尤其要重视神经效能和创造性测验工具信度或效度在创造性思维性别差异模式中的作用。当前创造性思维性别差异神经机制的探讨往往是基于非常有限的样本量,但随着“大数据”时代的来临和基于脑个体差异研究取向的兴起,研究者可借助集成的功能神经影像数据库(e.g., “千人功能连接组计划”)来进行大样本研究。其中,最重要的就是能够检验神经效能创造性思维性别差异中的功用。根据 Neubauer 和 Fink (2009)的观点,人类两性的神经效能具有较

明显的差异, 男性的视空间加工表现出显著的神经效应优势, 女性言语加工表现出显著的神经效能优势。基于图论的脑连接组(brain connectome)研究为深入揭示人类两性创造性思维差异的神经效能机制提供了重要途径。新近 Ryman 等人(2014)借助多类创造性思维任务评估了人脑白质功能连接与创造性思维性别差异的关系, 并发现女性全局性功能连接与创造性认知存在显著负相关, 但男性无明显关联。基于节点的分析提示, 女性广泛脑区之间的功能连接、效能性和类聚性均与创造性认知存在负相关, 但男性仅少量脑区的神经效能指标与创造性认知有较弱的正相关, 意味着人类两性被试的创造性相关的神经网络模式及其加工机制并不相同, 未来可对此作系统探究。除此之外, 创造性测验和评估工具信度与效度对创造性思维性别差异模式的影响以及基于脑的创造性思维性别差异的信度或效度研究也是值得深入的研究主题。

参考文献

- 胡卫平, 林崇德, 申继亮, Adey, P. (2003). 英国青少年科学创造力的发展研究. *心理科学*, 26(5), 775-777.
- 李蔚. (1988). 儿童聚合思维与发散思维发展的影响因素. *应用心理学*, 3(3), 30-36.
- 刘春雷, 王敏, 张庆林. (2009). 创造性思维的脑机制. *心理科学进展*, 17(1), 106-111.
- 罗劲. (2004). 顿悟的大脑机制. *心理学报*, 36(2), 219-216.
- 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.
- 邱江, 张庆林. (2011). 创新思维中原型激活促发顿悟的认知神经机制. *心理科学进展*, 19(3), 312-317.
- 沈汪兵, 刘昌, 陈晶晶. (2010). 创造力的脑结构与脑功能基础. *心理科学进展*, 18(9), 1420-1429.
- 沈汪兵, 刘昌, 罗劲, 余洁. (2012). 顿悟问题思维僵局早期觉察的脑电研究. *心理学报*, 44(7), 924-935.
- 王福兴, 沃建中, 林崇德. (2009). 言语、图形任务条件下青少年发散思维性的差异研究. *心理科学*, 32(1), 29-33.
- 沃建中, 杨伟刚, 林崇德. (2006). 中学生聚合思维发展特点的研究. *应用心理学*, 12(4), 297-304.
- Abraham, A., Thybusch, K., Pieritz, K., & Hermann, C. (2014). Gender differences in creative thinking: Behavioral and fMRI findings. *Brain Imaging and Behavior*, 8, 39-51.
- Alpaugh, P. K., & Birren, J. E. (1975). Are there sex differences in creativity across the adult life span? *Human Development*, 18(6), 461-465.
- Auzmendi, E., Villa, A., & Abedi, J. (1996). Reliability and validity of a newly constructed multiple-choice creativity instrument. *Creativity Research Journal*, 9(1), 89-95.
- Baer, J., & Kaufman, J. C. (2008). Gender differences in creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 42(2), 75-105.
- Boling, S. E., Boling, J. L., & Eiseman, R. (1993). Creativity and birth order/sex differences in children. *Education*, 114, 224-227.
- Brandau, H., Daghofer, F., Hollerer, L., Kaschnitz, W., Kellner, K., Kirchmair, G.,... Schlagbauer, A. (2007). The relationship between creativity, teacher ratings on behavior, age, and gender in pupils from seven to ten years. *The Journal of Creative Behavior*, 41(2), 91-113.
- Chein, J. M., & Weisberg, R. W. (2014). Working memory and insight in verbal problems: Analysis of compound remote associates. *Memory & Cognition*, 42(1), 67-83.
- Cheung, P. C., & Lau, S. (2010). Gender differences in the creativity of Hong Kong school children: Comparison by using the new electronic Wallach-Kogan creativity tests. *Creativity Research Journal*, 22(2), 194-199.
- Cheung, P. C., & Lau, S. (2013). A tale of two generations: Creativity growth and gender differences over a period of education and curriculum reforms. *Creativity Research Journal*, 25(4), 463-471.
- Cheung, P. C., Lau, S., Chan, D. W., & Wu, W. Y. H. (2004). Creative potential of school children in Hong Kong: Norms of the Wallach-Kogan Creativity Tests and their implications. *Creativity Research Journal*, 16, 69-78.
- Chusmir, L. H., & Koberg, S. S. (1986). Creativity differences among managers. *Journal of Vocational Behavior*, 29, 240-253.
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822-848.
- Dudek, S. Z., Strobel, M., & Runco, M. A. (1993). Cumulative and proximal influences on the social environment and children's creative potential. *The Journal of Genetic Psychology*, 154(4), 487-499.
- Dunst, B., Beenedek, M., Jauk, E., Bergner, S., Koschutnig, K., Sommer, M.,... Neubauer, A. C. (2014). Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence*, 42, 22-30.
- Feist, G., & Runco, M. A. (1993). Trends in the creativity literature: An analysis of research published in the *Journal of Creative Behavior* (1967-1989). *Creativity Research Journal*, 6, 271-286.
- Fink, A., & Neubauer, A. C. (2006). EEG alpha oscillations during the performance of verbal creativity tasks: Differential effects of sex and verbal intelligence. *International Journal of Psychophysiology*, 62(1), 46-53.
- Forster, J., Friedman, R. S., & Liberman, N. (2004). Temporal construal effects on abstract and concrete thinking: Consequences for insight and creative cognition. *Journal*

- of *Personality and Social Psychology*, 87(2), 177–189.
- Gralewski, J., & Karwowski, M. (2013). Polite girls and creative boys? Students' gender moderates accuracy of teachers' ratings of creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 47(4), 290–304.
- Guilford, J. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3–14.
- Harris, J. A. (2004). Measured intelligence, achievement, openness to experience, and creativity. *Personality and Individual Differences*, 36, 913–929.
- He, W.-J., & Wong, W.-C. (2011). Gender differences in creative thinking revisited: Findings from analysis of variability. *Personality and Individual Differences*, 51(7), 807–811.
- He, W.-j., Wong, W.-c., Li, Y., & Xu, H. N. (2013). A study of the greater male variability hypothesis in creative thinking in Mainland China: Male superiority exists. *Personality and Individual Differences*, 55(8), 882–886.
- Herting, M. H., Maxwell, E. C., Irvine, C., & Nagel, B. J. (2012). The impact of sex, puberty, and hormones on white matter microstructure in adolescents. *Cerebral Cortex*, 22, 1979–1992.
- Hong, E., Peng, Y., O'Neil, H. F., & Wu, J. (2013). Domain-general and domain-specific creative-thinking tests: Effects of gender and item content on test performance. *The Journal of Creative Behavior*, 47(2), 89–105.
- Hu, W. P., Shi, Q. Z., Han, Q., Wang, X. Q., & Adey, P. (2010). Creative scientific problem finding and its developmental trend. *Creativity Research Journal*, 22(1), 46–52.
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60(6), 581–592.
- Jung-Beeman, M., & Bowden, E. M. (2000). The right hemisphere maintains solution-related activation for yet-to-be-solved problems. *Memory & Cognition*, 28(7), 1231–1241.
- Kaufman, J. C. (2011). Individual differences in creativity. In T. Chamorro-Premuzic, S. von Stumm, & A. Furnham (Eds.), *The Wiley-Blackwell handbook of individual differences* (pp. 679–698). New York, NY: Wiley.
- Kaufman, J. C., Niu, W., Sexton, J. D., & Cole, J. C. (2010). In the eye of the beholder: Differences across ethnicity and gender in evaluating creative work. *Journal of Applied Social Psychology*, 40(2), 496–511.
- Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity tests? A review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3–14.
- Kim, K. H. (2011). The creativity crisis: The decrease in creative thinking scores on the Torrance Tests of Creative Thinking. *Creativity Research Journal*, 23(4), 285–295.
- Kleibeuker, S. W., Koolschijn, P. C. M., Jolles, D. D., De Dreu, C. K., & Crone, E. A. (2013). The neural coding of creative idea generation across adolescence and early adulthood. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 905. doi: 10.3389/fnhum.2013.00905
- Kogan, N. (1974). Creativity and sex differences. *The Journal of Creative Behavior*, 8(1), 1–14.
- Kousoulas, F., & Mega, G. (2009). Students' divergent thinking and teachers' ratings of creativity: Does gender play a role? *The Journal of Creative Behavior*, 43(3), 209–222.
- Lau, S., & Cheung, P. C. (2010a). Creativity assessment: Comparability of the electronic and paper-and-pencil versions of the Wallach-Kogan Creativity Tests. *Thinking Skills and Creativity*, 5(3), 101–107.
- Lau, S., & Cheung, P. C. (2010b). Developmental trends of creativity: What twists of turn do boys and girls take at different grades? *Creativity Research Journal*, 22(3), 329–336.
- Law, S.-P., Fung, R., & Kung, C. (2013). An ERP study of good production vis-à-vis poor perception of tones in cantonese: Implications for top-down speech processing. *PLoS One*, 8(1), e54396.
- Lee, C. S., & Theriault, D. J. (2013). The cognitive underpinnings of creative thought: A latent variable analysis exploring the roles of intelligence and working memory in three creative thinking processes. *Intelligence*, 41(5), 306–320.
- Lin, W.-L., Hsu, K.-Y., Chen, H.-C., & Wang, J.-W. (2012). The relations of gender and personality traits on different creativities: A dual-process theory account. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(2), 112–123.
- Luo, J., & Knoblich, G. (2007). Studying insight problem solving with neuroscientific methods. *Methods*, 42(1), 77–86.
- Matud, M. P., Rodríguez, C., & Grande, J. (2007). Gender differences in creative thinking. *Personality and Individual Differences*, 43(5), 1137–1147.
- McCarthy, M. M., Arnold, A. P., Ball, G. F., Blaustein, J. D., & De Vries, G. J. (2012). Sex differences in the brain: The not so inconvenient truth. *The Journal of Neuroscience*, 32(7), 2241–2247.
- McIntyre, M. H., & Edwards, C. P. (2009). The early development of gender differences. *Annual Review of Anthropology*, 38, 83–97.
- Neubauer, A. C., & Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1004–1023.
- Neubauer, A. C., Grabner, R. H., Fink, A., & Neuper, C. (2005). Intelligence and neural efficiency: Further evidence of the influence of task content and sex on the brain-IQ relationship. *Cognitive Brain Research*, 25, 217–225.
- Picard, D., & Boulhais, M. (2011). Sex differences in expressive drawing. *Personality and Individual Differences*, 51(7), 850–855. doi: 10.1016/j.paid.2011.07.017
- Potur, A. A., & Barkul, O. (2009). Gender and creative thinking in education: A theoretical and experimental overview. *Journal of the Faculty of Architecture*, 6(2), 44–57.
- Razumnikova, O. M. (2004). Gender differences in hemispheric organization during divergent thinking: An EEG investigation in human subjects. *Neuroscience Letters*, 362(3), 193–195.
- Razumnikova, O. M. (2005). *Hemispheric activity during creative thinking: Role of gender factor*. Paper presented at the Science and Technology, 2005. KORUS 2005.

- Razumnikova, O. M., & Bryzgalov, A. O. (2006). Frequency-spatial organization of brain electrical activity in creative verbal thought: The role of the gender factor. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 36(6), 645–653.
- Razumnikova, O. M., Volf, N. V., & Tarasova, I. V. (2009). Strategy and results: Sex differences in electrographic correlates of verbal and figural creativity. *Human Physiology*, 35(3), 285–294.
- Rejskind, F. G., Rapagna, S. O., & Gold, D. (1992). Gender differences in children's divergent thinking. *Creativity Research Journal*, 5(2), 165–174. doi: 10.1080/10400419209534430
- Richardson, A. G. Sex differences in creativity among a sample of Jamaican adolescents. *Perceptual and Motor Skills*, 60, 424–426.
- Runco, M. A. (2008). Commentary: Divergent thinking is not synonymous with creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(2), 93–96.
- Runco, M. A., & Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66–75. doi: 10.1080/10400419.2012.652929
- Runco, M. A., Cramond, B., & Pagnani, A. (2010). Sex differences in creative potential and creative performance. In D. McCreary (Ed.), *Handbook of gender research in psychology*. New York: Springer.
- Ryman, S. G., van den Heuvel, M. P., Yeo, R. A., Caprihan, A., Carrasco, J., Vakhtin, A. A., ... Jung, R. E. (2014). Sex differences in the relationship between white matter connectivity and creativity. *NeuroImage*, 101, 380–389.
- Sayed, E. M., & Mohamed, A. H. H. (2013). Gender differences in divergent thinking: Use of the test of creative Thinking-drawing production on an Egyptian sample. *Creativity Research Journal*, 25(2), 222–227.
- Shen, W. B., Luo, J., Liu, C., & Yuan, Y. (2013). New advances in the neural correlates of insight: A decade in review of the insightful brain. *Chinese Science Bulletin*, 58, 1497–1511.
- Stephens, K. R., Karnes, F. A., & Whorton, J. (2001). Gender differences in creativity among American Indian third and fourth grade students. *Journal of American Indian Education*, 40(1), 57–65.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51(7), 677–688.
- Stoltzfus, G., Nibbelink, B. L., Vredenburg, D., & Thyrum, E. (2011). Gender, gender role, and creativity. *Social Behavior and Personality: An international Journal*, 39(3), 425–432.
- Subbotsky, E., Hysted, C., & Jones, N. (2010). Watching films with magical content facilitates creativity in children 1, 2. *Perceptual and Motor Skills*, 111(1), 261–277.
- Suzuki, A., & Usher, M. (2009). Individual differences in language lateralisation, schizotypy and the remote-associate task. *Personality and Individual Differences*, 46(5–6), 622–626.
- Tidikis, V., & Ash, I. K. (2013). Working in pairs vs. working alone: Effect of gender composition on creative problem solving process and performance. *Creativity Research Journal*, 25(2), 189–198. doi: 10.1080/10400419.2013.783745
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of thinking in young children*. New York: John Wiley.
- Wallach, M. A., & Wing Jr., C. W. (1969). The talented student: A validation of the creativity-intelligence distinction, Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED031832>
- Wechsler, S. (2006). Validity of the torrance tests of creative thinking to the Brazilian culture. *Creativity Research Journal*, 18(1), 15–25.

Gender Differences in Creative Thinking

SHEN Wangbing^{1,2}; LIU Chang²; SHI Chunhua¹; YUAN Yuan²

(¹ School of Public Administration and Institute of Applied Psychology, Hohai University, Nanjing 210098, China)

(² School of Psychology and Lab of Cognitive Neuroscience, Nanjing Normal University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Creative thinking is an important psychological foundation in advancing not only scientific and technological progresses, but also human society and cultural development. The present work reviewed existing investigations on gender difference in creative thinking and mainly discussed those behavioral differences on convergent thinking and divergent thinking as well as its relevant neural manifestations of gender effect. With regarding to gender difference in divergent thinking, the female exhibited relative advantages; however, the male showed significant gender dominance in convergent thinking. These differences in behavioral performance across two genders might originate from the dissimilar processing advantages of brain hemispheres and could be mediated by several factors such as gender role and personality traits. The present study reviewed the findings on these differences and recommended several directions in future studies.

Key words: gender difference; divergent thinking; convergent thinking; neural mechanism; creativity