

# 神经美学:一个前景与挑战并存的新兴领域

张小将 刘迎杰\*

〔摘要〕 作为一门新兴的交叉学科,神经美学主要采用比较法、神经心理学方法及无损伤的脑成像技术来考察审美欣赏与艺术创造活动的神经机制。已有的神经美学研究大大促进了我们对于审美欣赏与艺术创造的神经基础的了解。未来的研究应该加强对舞蹈、雕刻和文学等艺术类别的研究,并对审美知觉、审美情绪及审美判断等主题进行更为深入细致的研究。同时,还应该加强与心理学、进化学、神经科学等邻近学科的联系,通过整合多学科的研究方法来促进神经美学的大力发展。神经美学是一门年轻的学科,在发展过程中也面临某些问题和挑战。例如研究的结果不一致、缺乏生态效度,研究方法上存在一定的缺陷等。

〔关键词〕 神经美学;审美体验;美;艺术创造;神经成像

神经美学是在实验美学和神经科学技术的共同推动下产生的一门交叉学科,其理论基础可追溯至英国的经验主义和早期的审美体验的生理机制理论(Burke,1757)。1999年,Zeki首次提出神经美学这一概念,将其定义为研究创造和欣赏艺术作品的神经基础的一门学科(Zeki,1999)。此后,其他研究者提出了不同的神经美学概念。Gallese等人(2009)主张,神经美学应研究艺术中美的知觉的神经基础。而Brown(2009)等人认为神经美学的概念过于宽泛,应该称之为神经艺术学(neuroartsology)。Skov与Vartanian(2009)则将神经美学定义为研究与艺术作品和非艺术作品的创造和知觉有关的多种心理和神经活动。

关于神经美学概念的争议,其焦点问题在于研究的对象是仅限于艺术作品还是包括其他非艺术作品?但什么是艺术、艺术家和艺术作品,以及区分艺术作品的标准是什么?这本身就是随着文化背景和历史发展的变化而变化的。因此,在Nadal(2013)看来,神经美学不应限于对艺术作品的研究,而应关注人们采用“审美态度”体验的多种对象(object)。所以,他将神经美学定义为,在与对象相互作用的过程中创造或观看对象时的心理活动的神经机制。这些心理活动包括感知觉、认知、情绪、评价以及其他的社会方面,所有这些活动都具有某种生理——神经基础。对象是包括艺术、人脸、自然风景等可以引起审美加工的一系列物体。相对而言,Nadal关于神经美学的概念得到多数研究者的支持和认同。

---

\* 张小将,心理学博士,南京师范大学心理学院副教授,210097;刘迎杰,教育学博士,南京特殊教育职业技术学院副教授,210078。本文为江苏省高校哲学社会科学基金项目(2012SJB190005)阶段性成果。

2005年5月,在英国伦敦的金史密斯大学召开了第一届神经美学会议,来自神经科学、艺术学、心理学等不同领域的专家聚集在一起,探讨与神经美学发展有关的问题。一方面,新的神经科学技术的发展为神经美学研究提供了有利的工具;另一方面,越来越多的研究者开始致力于探索艺术和审美的生理基础。在这两种因素的推动下,神经美学出现了较快的发展势头,已经成为神经科学的一个重要分支。

## 一、神经美学的研究方法与研究主题

神经美学的研究有几种不同的途径,归纳起来看,大致有三种方法:比较法、神经心理学研究方法以及神经成像方法。第一种属于理论方法,后两种属于实验方法。

第一种方法被称为比较法(parallelism approach)。这种方法并非实验研究,主要用于理论模型的建构,以此来指导开展实验研究和解释实验的结果。神经美学的比较法认为艺术的创造和感知应该符合神经组织的原则,艺术作品的特点和艺术家使用的策略与神经系统如何理解和组织视觉世界是相似的(Zeki,1999;Cavanagh,2005;Chatterjee,2012)。比较法的代表人物为Chatterjee、Zeki、Ramachandran与Hirstein等人。他们使用这种方法提出了各自的视觉神经美学的理论模型。如Chatterjee(1999)提出的视觉审美加工的认知神经模型、Ramachandran与Hirstein(1999)提出的一系列影响审美体验的知觉原则、Livingstone(2002)关于艺术家如何运用视觉不同成分之间的复杂相互作用来创作图画的理论。这些理论促进了对艺术家的技巧和作品与视觉脑的组织之间的比较。但这种方法面临的挑战在于,如何将这些观点转化为研究的系统程序?这些理论能否促进未来的实验研究?其中哪些部分能够形成可证伪的假设?

第二种方法是从神经心理学的角度,通过神经生理学的观察和临床检查来考察脑功能损伤和神经系统退化如何影响艺术的创作和欣

赏。对脑损伤者的研究有助于我们进一步了解认知和情绪系统,它是神经美学研究中具有较好前景的研究。虽然脑损伤通常会损害艺术创作的能力,但在某些个案中,反而促进某种艺术能力。这种现象为我们了解艺术作品创造力的脑机制提供了一个独特的视角。但这种方法的缺点也是很明显的。首先,适合于这类研究的案例稀少。已有的研究案例中,被试受影响的遗传因素、年龄、手术的程度以及教育和社会背景和人口统计学变量等方面差异较大。其次,对于艺术能力缺乏统一的测量和解释工具。总体上看,虽然研究的结果存在某些争议,但神经心理学的研究至少得到了以下三方面的有益结论:审美体验与多个脑区的活动有关;艺术或审美活动并不存在明显的半球优势;创造或欣赏艺术的能力来自于知觉、记忆、决策、情绪和注意等多种心理活动之间相互作用的结果(Nadal & Pearce,2011)。

第三种方法,也是现在最为普遍和流行的方法,是采用无损伤的脑成像(如fMRI、PET)、脑电(如EEG、ERP)、脑磁图(MEG)等神经科学技术,探讨正常人审美欣赏和艺术创作过程的神经机制。在神经美学研究中,通常将这些神经科学技术与实验美学研究中常用的范式结合。要求被试判断所呈现刺激的美或报告对刺激的喜爱或偏好程度,同时扫描其脑区激活情况或记录其脑电活动。神经美学的发展在很大程度上应归功于无损伤性脑成像技术。借助这一技术,脑科学家可以监测健康被试在欣赏或创作艺术作品时的脑活动情况,从而能够在控制的情境中通过实验来验证有关艺术行为的神经活动模型。

总体上来看,神经美学并没有自己独特的研究方法,现有的研究方法主要是来自于相近的学科如实验美学、认知神经科学等。由于审美体验和艺术创造活动是由认知、情绪等多种加工活动交互影响的结果。现有的神经美学研究需要考虑如何通过精心的实验设计来分离审美体验中特定脑区的活动与特定的认知与情绪加工过程。

尽管神经美学采用了新近发展起来的神经科学技术,但它的研究主题绝不是新的问题。很多主题都是哲学美学等学科中长期以来一直争执不休的问题。例如,审美体验的主观性和客观性起源、美与快乐的关系等等。虽然是“新瓶装旧酒”,但神经科学技术能让研究者更为细致和深入地考察这些问题。同时,它也提供了一些关于审美体验生理机制方面的全新问题,如多巴胺在审美欣赏中的作用是什么?男性与女性审美体验的神经基础是否存在差异?

目前的神经美学研究主题包括以下几个方面:(1)审美体验的神经机制,其中美的体验是研究者关注的核心问题。现有的研究主要探讨审美体验中审美知觉、审美情绪以及审美判断三个方面,常用的实验材料为面孔、绘画作品和音乐。当前的研究主要致力于探索与审美体验有关的如下问题:第一,审美知觉是否区别于一般物体的知觉?哪些因素影响美的知觉?第二,艺术为什么会从情绪上触动我们?这一过程是怎么产生的?审美情绪与一般的情绪过程有何异同?第三,审美判断的本质是什么?它与一般的判断活动或者道德判断有何异同?第四,不同的脑区如何协调活动以产生审美体验?哪些因素调节审美欣赏的神经网络的活动?等等。(2)艺术创造活动的神经机制。这一主题的研究试图回答下面一些问题:艺术创造活动是否存在特异性的神经基础?艺术创造与科学创造的脑基础有何异同?艺术创造与艺术欣赏的脑基础之间具有怎样的联系?早期的研究主要集中于神经心理学研究,考察脑损伤或神经系统退化对艺术创造活动的影响。近年来的研究主要采用无损伤的脑成像和脑电技术来检测正常活体操作艺术创造力任务时所激活的神经区域(沈汪兵,刘昌,王永娟,2010)。(3)审美行为的进化心理学研究。这一主题的研究试图解答如下问题:审美体验的进化意义是什么?人类为什么会产生审美体验?审美体验的过程是如何进化的?等等。人类产生和欣赏美的艺术的能力的进化起源一直困惑着早期的达尔文主义者。直到现在,对于艺术和审美体验的进化

意义仍存在很大的争议。以Pinker(1997)为代表者认为,艺术行为是扩展的适应。例如,他认为音乐是“听觉的奶酪”,是适应语言的认知和行为功能的副产品。另一种观点则认为,艺术与审美具有明确的进化价值。例如,视觉审美偏好与居住地选择、环境评估以决定定居或搬迁至何处有关(Miller,2001)。

## 二、神经美学的研究现状 ——以绘画艺术欣赏为例

当前的神经美学研究范围较广,涉及绘画、音乐、设计、雕刻、舞蹈以及面孔、自然风景等众多领域。由于神经科学在视觉方面的研究取得了较大的成果,这在一定程度上促进了视觉艺术的相关研究。在神经美学领域,研究最多且成果最为丰富的是关于视觉艺术的研究,尤其以绘画艺术欣赏的研究较为突出。下面仅以绘画艺术欣赏为例来说明神经科学技术如何促进对于审美欣赏脑机制的理解。

绘画艺术欣赏的研究主要采用无损伤性的脑成像(fMRI、PET)、脑磁图(MEG)和脑电技术(ERP),考察与绘画艺术欣赏过程有关的审美知觉、审美情绪和审美判断等活动的神经基础。研究主要从以下两个方面进行。其一是从绘画作品本身的特点出发,通过比较美与不美的绘画作品,或者比较绘画作品与其他非艺术类的图像(如面孔、图形等),或者将不同风格或内容的绘画作品进行比较,以此探索与绘画艺术欣赏有关的脑区;其二是从欣赏者的角度出发,通过考察欣赏者的特点对欣赏绘画作品的影响,或比较不同加工任务的脑区激活情况,以此探讨绘画艺术欣赏的神经机制。

内容和风格是绘画作品的两个重要的方面。已有研究表明,与视觉加工有关的脑区选择性地参与不同内容或风格的绘画作品的知觉过程。例如,具象的绘画作品比抽象的和不确定的作品导致了高级的视觉加工区更强的激活(Fairhall & Ishai,2008)。但无论作品的内容与

风格是哪种,被试评定为美和不美的作品导致某些脑区出现不同的激活,这些脑区可能是支持审美判断加工的特异性脑区。Kawabata 与 Zeki(2004)的研究很好地说明了这一点。他们选择了300幅绘画作品为刺激材料,包括肖像画、风景画、静物写生和抽象作品四种,并将这些作品分为美、一般、丑三种水平。fMRI扫描的结果表明,知觉不同类别的绘画作品与不同的视觉脑区活动有关。例如,肖像画主要激活面孔加工有关的梭状回(fusiform gyrus),风景画主要激活旁海马回等。但无论哪种作品,眶额皮层的激活水平都随美的评定程度的提高而增加;而运动皮层正好呈相反特点,即其激活水平随美的程度的增加而降低。这一结果表明,眶额皮层和运动皮层可能是审美活动的特异性脑区。Vessel等人的研究(2012)则表明枕颞区、纹状体和额区可能与对绘画作品的美的评定活动有关。Vartanian与Goel(2004)的研究发现具象作品比抽象作品导致双侧枕极(BA18/19)、颞中回后部(BA37/39)等区域更大的激活。但该研究发现与审美判断有关的脑区为右侧尾状核、双侧枕回、左侧扣带回和双侧梭状回等脑区。Ishizu与Zeki(2013)则通过比较不同任务的脑区活动情况来揭示审美判断的脑机制。研究中要求被试对绘画作品进行美的评价(审美判断)和亮度判断(知觉判断),同时扫描其脑活动。结果表明,与知觉判断任务相比,审美判断任务导致多个脑区更大的激活,这些脑区包括皮层下结构如左侧苍白球、左侧杏仁核、右侧小脑蚓体(cerebellar vermis)和双侧内侧眶额皮层。

除绘画作品本身的特点外,其他因素(如背景、欣赏者的专业知识等)也可能影响审美欣赏的过程。Kirk(2008)使用功能磁共振成像技术考察了审美判断与正常背景的物体图像和异常背景的物体图像的关系及其神经基础。研究表明,视觉解释受到已有经验的影响。但无论背景正常与否,审美判断都激活了内侧和外侧眶额皮层。其另外一项研究则揭示了作品的标签影响审美判断的活动。他们将同一数据库的作品图片随机贴上不同的标识,说明其来自“美术

馆”或由“计算机合成”。被试对“美术馆”作品的评价明显高于“计算机合成”的作品。内侧眶额皮层的激活与贴有“美术馆”标签作品的审美等级的相关显著高于贴有“计算机合成”标签的作品(Kirk, et al., 2009a)。Cela-Condeat等人(2009)探索了性别影响审美偏好的神经基础。10名男性和10名女性被试对自然风景图片和绘画作品进行审美判断的同时记录其脑区活动。结果表明,被试判断刺激美时,顶区活动出现了显著的性别差异。女性这一区域双侧激活,而男性只是右侧区域激活。另有一项研究考察了专业技能对审美判断活动的影响。研究结果发现,虽然行为指标上并无显著差异,但专家与新手进行审美判断时,双侧内侧眶额皮层(OFC)、胼胝体下的扣带回出现不同程度的激活;相反,伏核(nucleus accumbens)则表现出相似的激活(Kirk, et al., 2009b)。这一结果说明了专业技能调节审美情绪有关的奖赏加工。

绘画艺术是一种视觉刺激,它与来自其他通道的刺激(如音乐)的审美欣赏是否存在相同的脑基础?换言之,是否存在独立于不同刺激通道的特异性脑区负责审美欣赏活动?Ishizu与Zeki(2011)开展了一项功能磁共振成像研究来考察这一问题。实验前先让被试看绘画图片和听音乐片断并判断刺激的美,评定等级为1—9,其中9为最美丽。根据评定结果将刺激分成三类:美(7—9)、中性(4—6)、丑的(1—3)。对脑活动的连接分析(conjunction analysis)表明,无论是听美的音乐或看美的绘画,内侧眶额皮层区均出现更大的激活。研究结果揭示,内侧眶额皮层可能是独立于刺激通道的、负责审美加工的特异性脑区。

上述研究主要是以脑成像技术考察绘画艺术欣赏的脑区活动情况。另外,也有少数研究使用时间分辨率高的脑磁图和脑电技术来考察绘画艺术欣赏脑区活动的动态特征。Cela-Condeat等人(2004)以脑磁图技术(MEG)考察了绘画艺术欣赏的脑内时间进程。该研究使用两类刺激。一类为绘画作品,包括抽象派、古典派、印象派和后印象派四种类型;另一类为现实生

活中的照片,其内容涉及风景、工艺品等。结果发现,无论哪种刺激,被试判断为美与不美的刺激均在 400—900ms 引发背外侧前额叶皮层更大的激活。Munar 等人的研究(2012)证实了上述的结果。该研究的时频分析结果表明,美与不美的刺激在刺激呈现后 400ms 出现显著差异。Augustinat 等人(2011)以 ERP 技术考察了表征艺术的内容与风格的神经活动的时间进程。研究表明,对艺术内容的加工早于风格的加工。在刺激呈现 130 毫秒时脑已开始表征艺术的内容,而对风格的表征要晚 40—94 毫秒。

总体上看,关于绘画艺术欣赏的研究从不同角度深入探讨了审美欣赏的神经机制。虽然不同研究的结果之间存在某些差异,这可能与不同研究中被试群体、刺激材料以及任务等方面的差异有关。但这些研究结果可以在一个大的框架中来理解。即绘画艺术欣赏有关的脑区主要集中于视觉信息加工脑区、与评价和判断等认知加工有关的脑区(如前额叶)以及情绪加工有关的脑区(如眶额皮层、杏仁核等)。

### 三、神经美学的前景、 未来发展方向及面临的挑战

自费希纳开创实验美学以来,研究者开始使用实验方法来理解审美体验的认知加工过程。从 21 世纪开始,对审美行为神经生理机制感兴趣的研究者开始加入进来,从而形成了神经美学这一新的研究领域。神经美学继承了实验美学的优势,而且比前者的研究更客观和深入。人类创造、感知和欣赏美与艺术的行为是人脑活动的结果,而神经科学技术则为监测这些脑活动提供了重要的窗口。随着神经美学的成熟和进一步发展,它必将在探索人类特有的审美行为的生理机制方面做出自己的贡献。从神经科学的视角来研究美学问题,有助于验证关于审美知觉、审美情绪和审美判断方面的争论,能够通过实验来验证研究者提出的审美加工理论。对于特定的艺术作品如何产生独特的

美学效应的研究,有助于验证关于艺术作品或特定流派作品的艺术评论理论的正确性。通过观察艺术家脑损伤后的艺术活动,结合脑损伤病人的实验研究,能够考察艺术欣赏和艺术创造的功能组织假设和神经基础。以正常人为对象的无损性脑成像的研究则与脑损伤研究形成互补,能够从更大范围上来探索审美欣赏和艺术创造的神经基础。另外,神经美学的研究有助于澄清美学中的某些概念与理论的争议,为美学的新发展提供了可能性。

神经美学当前的研究以及可以预见的成果,无疑为整合当今流派纷繁芜杂的美学理论提供了坚实的科学基础,有助于填补美学与生理学之间的沟壑。而且,这些研究成果也将为审美教育、艺术治疗等领域提供帮助。神经美学这一跨学科研究方向必将成为美学研究中最有前途、最富有生机的研究领域之一。

作为一门新兴的学科,未来的神经美学除了要解决学科自身的一些争论外,还需要关注以下几个方面。首先,从已有的研究来看,基本上集中于绘画、音乐和面孔美,缺乏对于舞蹈、文学、雕刻等其他艺术类别的研究。未来的研究应更多地致力于探讨其他艺术作品的神经机制。通过对不同艺术类别的研究,进一步明确涉及不同感觉通道的艺术和审美欣赏中真正地独立于感觉通道加工的神经基础。另外,艺术创造力是神经美学将来有前景的发展方向之一,但目前的研究主要关注于艺术美的知觉的神经机制,而对于艺术创造力的关注较少。未来的研究应加强对艺术创造力神经机制的研究。

其次,在神经科学技术中,脑成像技术与脑电技术在空间与时间分辨率方面具有各自的优缺点,二者形成互补。现有的神经美学研究主要运用脑成像技术考察艺术行为有关的脑区激活情况,而对于艺术与审美活动中认知和情绪加工的脑活动的动态时间进程知之甚少。研究者不应只定位产生审美体验或与艺术创造活动有关的脑区,更应从动态的视角来观察神经活动。未来的神经美学研究应借助时间分辨率较

好的脑电技术,从而更好地探索审美欣赏和艺术创造有关的脑活动的时间进程。

第三,就具体的研究主题而言,Chatterjee (2010)认为至少有以下三个方面需要进一步开展深入研究:(1)知觉与审美体验之间的关系。知觉的特征能在多大程度上促进审美体验?是否可以测量这些知觉特征?审美体验在多大程度上取决于知觉体验和对艺术作品的情绪反应?(2)审美判断的本质。虽然已有研究发现了与审美判断有关的脑区,但还不清楚这些脑区的活动是否为审美判断的特异性脑区。另外,欣赏艺术作品时所处的环境如何影响审美欣赏的神经活动?(3)审美奖赏的特征。艺术或美带来的快乐是否与其他的快乐(如美食或金钱所诱发的)具有不同的神经基础?与审美快乐有关的这些脑区是如何共同作用而产生审美情绪的?

第四,神经美学与许多邻近学科有着共同的研究主题,但采用不同的手段来研究不同的问题。例如,同样是研究审美体验,心理学、神经科学与进化学的方法相互孤立。神经美学需要加强与其他相关学科的联系,通过整合邻近学科的研究方法与成果,促进对审美和艺术活动神经机制的了解。

作为一门年轻的学科,神经美学尚处于发展阶段,也面临某些质疑和挑战。首先,虽然当前关于神经美学的研究取得了不少的成果,促进了人们对于审美和艺术活动神经机制的了解。但这些研究结果之间差异较大。例如,以临床病人作为对象的神经心理学研究与以正常人为对象的脑成像研究之间的结果不一致,部分的原因可能是二者的研究主题不同。也可能与研究中使用的材料、被试等差异及从审美体验的不同水平来分析有关。另外,这些研究的外部效度和生态效度受到人们的质疑。例如,研究中使用面孔以及简单的几何图形等,与真正的艺术作品差别较大;即使是使用艺术作品为刺激材料,但这些作品的背景信息通常由于标准化处理而被删除;实验的情境难以让被试产生审美体验。

其次,从神经科学的角度来看,神经美学在方法上至少面临两个问题。其一,神经美学的研究方法继承了实验美学的传统,采用严格的实验设计来分析审美行为,必然会涉及到量化和分解。Chatterjee使用了一个形象的比喻来说明这种还原主义的缺陷。他认为“分解审美的元素并使用量化的测量”就象黑暗时“在灯光下寻找丢失的硬币”。因为只有那里是可见的,即使硬币掉到其他地方。其二,过度依赖于逆向推理(reverse inference),即将脑的活动作为特定认知活动参与的指标。神经美学的发展很大程度上得益于神经成像的研究。然而,在很多情况下,这些研究通过扫描被试执行审美有关的任务时确定的脑区活动来推论特定的认知或情绪加工的参与。如果激活的脑区只参与一种认知加工,这种推论没什么问题。但实际上很少存在这种情况。某个脑区通常参与多种认知活动。因此,需要谨慎使用逆向推理,并使用某些有效的策略在神经美学领域内建立认知加工与脑活动之间的关系(Chatterjee, 2010)。但上述的两个问题可能并非神经美学特有的,主要与神经科学技术有关。

第三,美、审美体验等概念是神经美学中的核心概念,但这些概念存在很大的争议,缺少令人信服的、普遍被接受的概念或理论。这一问题给相应的实验研究带来了很大的困难,导致在实验研究中缺乏有效的、标准的特征来界定美和审美体验。审美体验的概念或框架,不但要能够解释视觉、听觉、嗅觉等多种感觉的体验及其动态的结合,还需要能够解释除美的体验外由其他的信号引发的知觉体验以及伴随审美体验的生理反应与情绪反应。因此,构建一个动态的、合理的审美体验理论或概念也是神经美学面临的一个挑战。但是,这种质疑似乎有点强人所难。这些概念的争议一直存在于哲学美学中,没有理由要求神经美学来形成一个统一的理论。神经美学的研究目的并非产生新的、独立的美学理论,而是提供某些证据来解释和澄清概念的困难,帮助解决美学和艺术评论中长期存在的争议(Diana, 1991)。

#### 四、总结

神经美学采用神经科学技术来研究传统的美学问题。它的产生与神经经济学、神经伦理学等学科相似,都是沿着神经科学的轨道而发展的。作为一门年轻的学科,严格意义上的神经美学研究只有近20年的历史。但它已经出现

蓬勃发展的势头,并成为神经科学的一个重要分支。虽然神经美学在自身的学科目标、研究范围等方面尚存在一定的争议,这一领域的研究也面临着某些质疑与挑战。但随着神经美学研究的不断深入与发展,它将大大促进对于审美或艺术行为背后的神经机制的了解,帮助解决哲学美学中长期存在的争论或验证某些理论。同时,研究的成果将进一步充实神经科学的成果,促进对于人脑功能的理解。

#### 参考文献:

- 沈汪兵、刘昌、王永娟,2010:《艺术创造力的脑神经生理基础》,《心理科学进展》第10期。
- Brown, S. & E. Dissanayake,2009, “The arts are more than aesthetics: Neuroaesthetics as narrow aesthetics”, in M. Skov & O. Vartanian (eds.), *Neuroaesthetics*, Amityville, NY: Baywood, pp. 43–57.
- Burke, E.,1757, *A Philosophical Enquiry into the Origin of Our Ideas of the Sublime and the Beautiful*, London: Dodsley.
- Cavanagh, P.,2005, “The artist as neuroscientist”, *Nature*, vol. 43(7031), pp. 301–307.
- Cela-Conde, C. J., G. Marty & F. Maestu, et al.,2004, “Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception”, *PNAS*, vol. 101, no. 16, pp. 6321–6325.
- Cela-Conde, C. J., F. J. Ayala & E. Munara, et al.,2009, “Sex-related similarities and differences in the neural correlates of beauty”, *PNAS*, vol. 106, no. 10, pp. 3847–3852.
- Chatterjee, A.,1999, “Prospects for cognitive neuroscience of visual aesthetics”, *Bulletin of Psychology and the Arts*, vol. 4, no. 2, pp. 55–60.
- Chatterjee, A.,2010, “Neuroaesthetics: A coming of age story”, *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 23, no. 1, pp. 53–62.
- Chatterjee, A.,2012, “Neuroaesthetics: Growing pains of a new discipline”, in A. P. Shimamura & S. E. Palmer (eds.), *Aesthetic Science: Connecting Minds, Brains and Experience*, New York: Oxford University Press, pp. 299–317.
- Diana R.,1991, *Language, Music, and Mind*, Cambridge: The MIT Press, p. 2.
- Fairhall, S. L. & A. Ishai,2008, “Neural correlates of object indeterminacy in art compositions”, *Consciousness and Cognition*, vol. 17, no. 3, pp. 923–932.
- Ishizu, T. & S. Zeki,2011, “Toward A Brain-Based Theory of Beauty”, *PLoS ONE*, vol. 6, no. 7, pp. e21852.
- Ishizu, T. & S. Zeki,2013, “The brain’s specialized systems for aesthetic and perceptual judgment”, *European Journal of Neuroscience*, vol. 37, no. 9, pp. 1413–1420.
- Kawabata, H. & S. Zeki,2004, “Neural correlates of beauty”, *Journal of Neurophysiology*, vol. 91, no. 4, pp. 1699–1705.
- Kirk, U.,2008, “The neural basis of object-context relationships on aesthetic judgment”, *PLoS ONE*, vol. 3, no. 11, pp. 1371–1381.
- Kirk, U., M. Skov & O. Hulme, et al.,2009a, “Modulation of aesthetic value by semantic context: An fMRI study”, *NeuroImage*, vol. 44, no. 3, pp. 1125–1132.
- Kirk, U., M. Skov & M. S. Christensen, et al.,2009b, “Brain correlates of aesthetic expertise: A parametric

fMRI study”, *Brain and Cognition*, vol. 69, no. 2, pp. 306 – 315.

Livingstone, M. ,2002, *Vision and Art: The Biology of Seeing*, New York: Abrams.

Miller, G. F. ,2001, “Aesthetic fitness: How sexual selection shaped artistic virtuosity as a fitness indicator and aesthetic preferences as mate choice criteria”, *Bulletin of Psychology and the Arts*, 2, pp. 20 – 25.

Munar, E. , M. Nadal & N. P. Castellanos. ,et al. ,2012, “Aesthetic appreciation: Event-related field and time-frequency analyses”, *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 5, no. 1, pp. 1 – 11.

Nadal, M. & M. T. Pearce, 2011, “The Copenhagen neuroaesthetics conference: Prospects and pitfalls for an emerging field”, *Brain and Cognition*, 76, pp. 172 – 183.

Nadal, M. & M. Skov, 2013, “Introduction to the special issue: Toward an interdisciplinary neuroaesthetics”, *Psychology of Aesthetics Creativity, and the Arts*, vol. 7, no. 1, pp. 1 – 12.

Pinker, S. ,1997, *How the Mind Works*, New York: W. W. Norton & Co.

Ramachandran, V. S. & W. Hirstein, 1999, “The science of art: A neurological theory of aesthetic experience”, *Journal of Consciousness Studies*, vol. 6, no. 6 – 7, pp. 15 – 51.

Skov, M. & O. Vartanian, 2009, “Introduction: What is neuroaesthetics”, in M. Skov & O. Vartanian (eds. ), *Neuroaesthetics*, Amityville: Baywood, pp. 1 – 7.

Vartanian, O. & V. Goel. ,2004, “Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings”, *Neuroreport*, vol. 15, no. 5, pp. 893 – 897.

Vessel, E. A. , G. G. Starr & N. Rubin, 2012, “The brain on art: Intense aesthetic experience activates the default mode network”, *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, pp. 1 – 17

Zeki, S. ,1999, *Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain*, Oxford: Oxford University Press.

Zeki, S. ,1999, “Art and the brain”, *Journal of Consciousness Studies*, vol. 6, no. 6 – 7, pp. 76 – 96.

(责任编辑: 蒋永华)

## Neuroaesthetics: An Emerging Discipline with Promises and Challenges

ZHANG Xiao-jiang, LIU Ying-jie

**Abstract:** As an interdisciplinary field emerging recently, neuroaesthetics is often conceived as the study on the neural basis of the production and appreciation of artworks. Researchers in this field have developed a variety of methods to achieve their research goals, including parallelism approaches, neuropsychological methods and neuroimaging techniques. Studies in neuroaesthetics at present have added a lot of facts to our knowledge of the neural basis of aesthetic experience and art production. As neuroaesthetics moves forward, several domains can be explored profitably. Firstly, studies on the neural basis of production of artworks (e. g. sculpture, literature, and dance) should be enhanced. Secondly, researchers should conduct in-depth studies on aesthetic perception, aesthetic emotion and aesthetic judgment. Thirdly, the interaction between scientists of different disciplines interested in the biological underpinnings of aesthetic and artistic behavior should be strengthened. Neuroaesthetics can also benefit from intensified interactions among the scientific approaches to aesthetics. As a young discipline, neuroaesthetics faces lots of problems and challenges, for example, the inconsistency of research outcomes, deficiency of ecological validity, and risks of reduction.

**Key words:** neuroaesthetics; aesthetic experience; beauty; production of artworks; neuroimaging