

## 基于纳米技术的图案设计创作实践探索

苏葵<sup>1</sup>, 王蕊<sup>1</sup>, 罗薇<sup>1</sup>, 晏梦雨<sup>1</sup>, 张粹文<sup>2</sup>

(1. 武汉理工大学, 武汉 430070; 2. 复旦大学, 上海 200433)

**摘要:** **目的** 纳米科技作为 21 世纪最重要的科技产业革命之一, 其研究成果被广泛应用于各个领域, 给人们的生活带来巨变。在纳米科技飞速发展的今天, 艺术似乎也正在迈入一个崭新的时期, 科学与艺术的交融与碰撞使得它们在各自的领域里不断的创新与突破。有理由相信, 以纳米科技之壤滋养艺术之苗, 将会结出丰硕的果实。**方法** 主要以基于纳米光刻技术和碳纳米管生长技术的微观图案设计创作实践为例, 探索利用纳米技术来进行图案设计创作的可能性, 并进一步探讨了这种“捉光代笔”的创作方式的意义与价值。**结论** 将纳米技术视作全新的图案设计创作方式, 运用崭新的创作思维去表现更加广阔的主题与情感, 利用科学的新技术、新材料来实现艺术自身的创新与当代发展。

**关键词:** 纳米艺术; 纳米光刻技术; 碳纳米管生长技术; 图案设计创作

**中图分类号:** TB472; J516 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)18-0163-05

### Practical Exploration of Art Works Based on Nanotechnology

SU Kui<sup>1</sup>, WANG Rui<sup>1</sup>, LUO Wei<sup>1</sup>, YAN Meng-yu<sup>1</sup>, ZHANG Ju-wen<sup>2</sup>

(1. Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China; 2. Fudan University, Shanghai 200433, China)

**ABSTRACT:** Nanotechnology is one of the most important revolution in science and technology in the 21st century. It has been widely applied in various fields, bringing great changes to human life. With the rapid development of nanotechnology, art is entering a new era as well. The blending and collision of science and art generates constant innovations and breakthroughs in their respective fields. It is reasonable to believe that nourishing the seeds of art with the soil of nanotechnology would harvest abundant fruits. Taking the artistic creation based on nano-lithography and carbon nanotube growth technology as an example, it explores the possibility of artistic creation by using nanotechnology. The significance of "catch the light as painting brush" in artistic creation is also discussed. In this article, nanotechnology has been considered as a brand new way for artistic creation. This new creative strategy is used to express broader theme and emotion. New technologies and materials are applied to realize the innovation and development of art.

**KEY WORDS:** Nanoart; nano-lithography; carbon nanotube growth technology; pattern design

纳米艺术的年轻使得其定义尚未成熟, 一般认为“使用纳米科技手段、方法创作的微观(纳米)尺度的或反映纳米科技题材的艺术”<sup>[1]</sup>就是纳米艺术, 而本文讨论的纳米图案设计是纳米艺术涵盖的一种艺术形式, 主要是利用纳米科技手段与方法进行视觉艺术创作。与传统的图案设计创作的区别在于, 纳米图案设计的创作需要涉及复杂的纳米技术, 而非依靠传统的画笔和刻刀等工具可以完成。艺术家们

需要借助扫描探针显微镜(SPM)技术、纳米光刻技术、纳米压印技术、纳米打印技术、自组装技术等 等技术方法来对微观世界的物质、材料进行操纵, 从而创作出具有审美价值与艺术价值的作品。

### 1 基于纳米技术的图案设计创作现状

科学和艺术这两种亚文化结构的融合, 可以直

收稿日期: 2016-04-18

作者简介: 苏葵 (1976—), 女, 武汉人, 博士, 主要研究方向为环境设计及其理论研究、纳米艺术理论与实践研究。

接孕育出伟大的艺术创造和科学发现<sup>[2]</sup>。随着纳米技术的不断发展与成熟,国外利用纳米技术进行艺术创作的理论与实践活动越来越多,艺术家与科学家的合作让这门“小”而美的艺术大放光彩,例如“2004年国际电子束/离子束/光束技术与纳米加工微观大赛”获奖作品《做瑜伽的纳米小人》<sup>[3]</sup>(如图1所示),作品中纳米小人的高度约为2微米,但小人的胳膊、腿的粗细为数百个纳米,纳米小人从形态到动作都极为逼真,生动有趣,具有很高的审美价值。与西方国家相比,我国利用纳米技术进行美术创作的研究和实践起步较晚。主要因为纳米技术与相关技术设备与国外相比还有一定的差距。其次,艺术家作为艺术创作活动的主要实施者,极少有机会能够接触到纳米技术与相关设备,这对利用纳米技术来进行美术创作是一个主要的障碍。

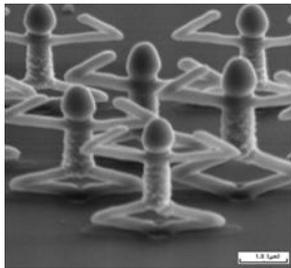


图1 做瑜伽的小人的扫描电子显微镜照片  
Fig.1 SEM image of little person doing yoga

## 2 基于纳米技术的图案设计创作实践

### 2.1 基于纳米光刻技术的纳米印章的创作

我国印章艺术历史悠久,它是一种将雕刻技术与书法、绘画融合的艺术。印章艺术的蓬勃发展使其从最初的权力象征成为了一种艺术欣赏品,有着极高的收藏价值,如图2所示为宋代的阴刻印章纹“锡”字铜镜。而光刻技术是一种利用粒子束在物体上加工制作纳米级图形的工艺方法,国外有一些艺术家走进实验室与科学家合作,利用这种创作方式进行艺术创作。



图2 宋代阴刻印章铜镜照片  
Fig.2 Bronze mirror intaglio stamp from Song dynasty

笔者经过对纳米制备设备和技术的熟悉,确定了完整的纳米光刻印章的创作路线。首先,用CAD辅助计算机图案设计软件,设计出一组熊猫图案,再将设计好的图案打印在菲林上,作为基础模板。接着进行上胶程序,将一张半导体硅片经过清洗、烘干等实验工艺后,利用匀胶机在硅片表面均匀覆盖一层光刻胶。然后将上好胶的硅片放入光刻机的载物台上,将基础模板覆盖在硅片上进行光刻,熊猫轮廓线以外的区域受到光照后,胶体被刻除,而不受光的黑色线体区域被保留下来。经过反复尝试,我们成功在硅片上刻制出熊猫图案(如图3所示)。为了实验的可行性与最终效果,我们将熊猫尺寸控制在微纳米级别,图案的整体大小为几百微米,而熊猫线条仅为20微米左右。一般发丝为100微米左右,所以熊猫的线条粗细不到头发丝的1/4。

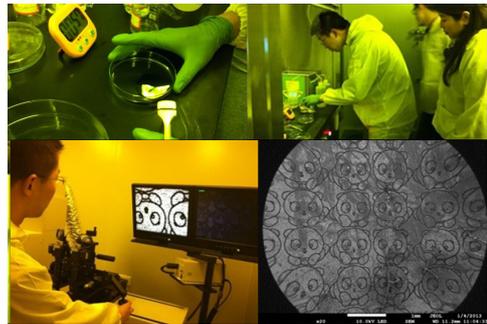


图3 经过硅片清洁、上胶、光刻出现熊猫图案的扫描电子显微镜(SEM)照片

Fig.3 A scanning electron microscope (SEM) image of a panda on a slice of silicon after cleaning, coating and masking

用于传统印章的雕刻材质材料有金、银、铜、玉石等,现代多用叶蜡为主要材料,而纳米光刻印章是用电子束刻于单质硅或其它化学物质上,纳米艺术作品的制作或表象过程中是需要真正应用到纳米技术<sup>[4]</sup>。印章材质的不同使得其效果也不同,例如传统印章色泽上黄如黄金,红如鸡血,白如膏脂,令人爱不释手,观赏性强<sup>[5]</sup>。而纳米印章在色泽表现上略显单一,但是纳米尺度下的印章图案,其光与影、空间与角度在相机的扭转之间可以达到瞬息万变的神奇效果。图4是我们多次创作实验中的一组图片,最初,观者欣赏到的是细腻优美的熊猫与竹叶相映成趣的画面,这是审“形”之美;相机的推进让图案变得抽象难辨,取而代之的是眼前仿佛纷扬的雪花顷刻飘落的动人美景,这便落入审“意”之美;待目极近之时,又好似顿入海底,注视一株摇曳的珊瑚。审美对象的纵深,让观者飞跃了表层的

欣赏维度，进而追问微观世界“质”的内涵。

雕刻工具上，传统印章大多使用雕刀进行创作，纳米印章需要借助光刻机和 SEM(扫描电子显微镜)等纳米可视化设备进行雕刻与观察。工具的转变对印章艺术家而言是一个巨大的挑战，也是制作纳米印章的技术保障。美学家克罗齐说：“艺术与科学既不同而又互相关联；它们在审美的方面交会。每个科学作品同时也是艺术作品”<sup>[6]</sup>。在观察尺度上，传统印章属于宏观范畴的艺术欣赏品，视觉与触觉的直接刺激让鉴赏与审美活动变得真实直观；而纳米印章却是微观世界的艺术品，其尺寸可以是几百纳米甚至几十纳米，人类肉眼无法直接观赏到，并且触觉也无法感知印章的机理与质感，这种感知系统的隔阂恰恰是纳米印章区别于传统印章艺术的魅力与诱惑之一。

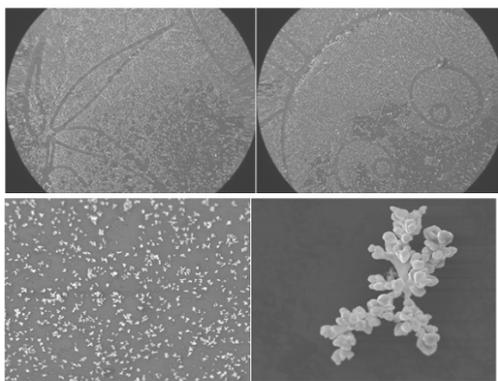


图 4 利用显微镜观测熊猫图案，镜头由远及近印章图案的变化

Fig.4 SEM images of the panda patterns from low magnification to high magnification

纳米光刻技术的发展为印章图案艺术的创作开拓了新的天地，将历史悠久的印章艺术用现代技术进行演绎，是一次让人兴奋的尝试。我国的科学可视化研究发展于 20 世纪 90 年代初，科学可视化方法涉及计算机图形学、图像处理、人机交互等众多学科<sup>[7]</sup>。由于时代的变迁与科学的进步，纳米印章的创作让印章艺术品的大家族变得更加丰富和神秘。这样的探索对我国传统工艺图案设计创作边界的突破创新与发展有着极其重要的意义。

### 2.2 基于碳纳米管生长技术的三维纳米画创作实践

碳纳米管具有一种特殊的结构的纳米碳材料，这种结构使其具有质轻、机械强度高以及导电、导热性能优异等特点。目前，碳纳米管的制备方法主要有电弧法、离子或激光石墨蒸发法和化学气相沉

积法(CVD，即催化合成法)。我们选择了化学气相沉积法进行纳米碳管的制备生长，这种方法简单易行且产率较高，适合于批量生产。我们用 CAD 绘制了熊猫图案与京剧脸谱图案(如图 5 所示)，将图案光刻缩小刻在玻璃片上(其所用光刻方法同制作纳米印章方法一致)，图案上突起的部分涂抹氧化铁催化剂(如图 6 所示)，而被刻掉的部分没有沾上催化剂，然后将这个玻璃图章盖在硅片表面，这样就得到一个沾有具体图案的氧化铁催化剂的硅片。最后将硅片经过加热处理，在一定环境中，让有氧化铁催化剂的地方长出碳纳米管。将制作好的图案硅片放置于 SEM 中，就能够观察具体的微观画面了。

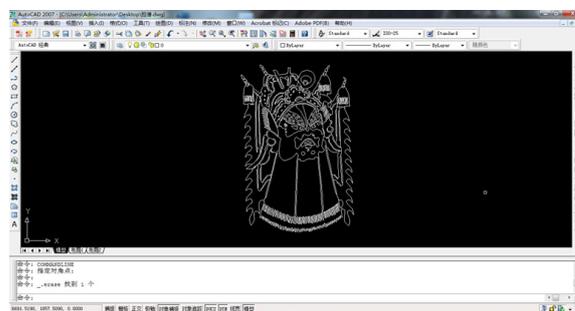


图 5 CAD 工作界面绘制脸谱图形

Fig.5 The Facial Makeup prepared by CAD software

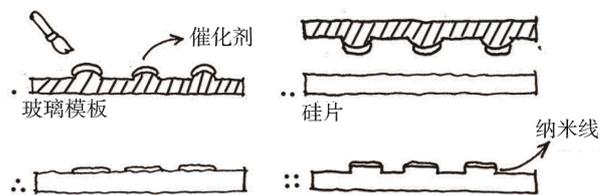


图 6 碳纳米管生长技术示意图

Fig.6 The schematic diagram of carbon nanotube growth technology

我们利用扫描电子显微镜拍摄了这些京剧脸谱与熊猫图案。两幅图案由多根碳纳米管紧密有序排列而成，清晰可见。每一根碳纳米管粗细都非常均匀，直径都在 80 纳米左右，长 100 微米左右。纳米脸谱是在脸谱图案的轮廓线上生长碳纳米管，由于受实验环境和轮廓线上的纳米管整体面积较小等因素的影响，有部分纳米管发生倾斜(如图 7 所示)，这种现象不可完全避免但可以通过控制实验过程得到部分优化(如图 8 所示)。这种纳米管倾斜现象在阴刻效果的纳米熊猫图案中得以明显改善。可以看出，纳米熊猫图案轮廓非常明确，浅灰色部分全部是纳米管紧密排列在一起，庞大的纳米管“阵营”使得每束纳米管相互“依靠”而垂直生长在非轮廓线的

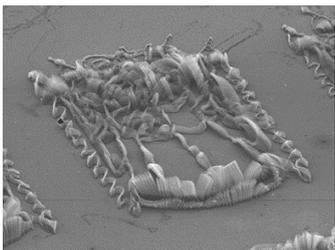


图7 阳刻碳纳米管脸谱的  
SEM照片(角度一)

Fig.7 SEM image of Facial  
Makeup made of carbon nanotubes  
from angle one

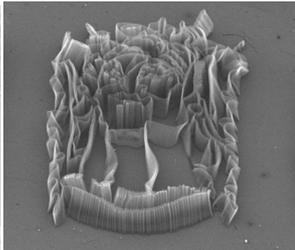


图8 阳刻碳纳米管脸谱的  
SEM照片(角度二)

Fig.8 SEM image of Facial  
Makeup made of carbon na-  
notubes from angle two

空间内,拍摄时呈现出整齐块面的视觉效果。深灰色的“沟壑”则是没有纳米管生长的熊猫图形的轮廓线部分,相机拉近时可以清晰地看到仿佛头发丝般的碳纳米管(如图9所示)。无论是在纳米脸谱还是纳米熊猫的画面中,都呈现出强烈的空间秩序感。其审美过程具有较强的趣味性和参与感,而整体画面与局部细节的强烈对比也产生巨大的视觉冲击,令人叹为观止。

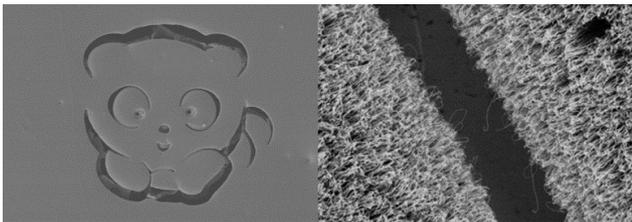


图9 具体的画面以及碳纳米管的细部

Fig.9 A detailed image and a magnified picture of a carbon nanotube

### 3 基于纳米技术的图案设计创作的意义

利用纳米技术进行图案设计创作的研究与实践,无论从科学还是艺术的角度来看都有着深刻的内涵与意义。首先,促进了创作工具、材料和创作介质的创新。摆脱了画笔、刻刀、颜料和纸张等传统图案设计工具与材料,利用实验室中的先进仪器设备、化学药品和操作技术创作的艺术作品能够让人耳目一新,具有艺术美感与科技美感。

其次,拓展了图案设计创作空间与尺度。当纳米光刻和纳米生长技术介入到图案设计创作中,传统图案设计创作与审美活动的定式被打破,取而代之的是一种微观的、新颖的、富含科技感的创作体验与欣赏体验。这种全新的呈现正是图案设计创作从宏观世界到微观世界的变化和拓展,也是一种“求

新求异,万物互融”创作思维的体现,正如天津美术学院林小明在他《传统美学思想与图形创意思维模式探究》中所提到的<sup>[8]</sup>。

再次,这是纳米时代艺术与科学关系探究的一次实践。吴冠中先生曾指出:“人类生活在科学与艺术中,这两者的关系本来是和谐一体的”<sup>[9]</sup>,纳米技术与图案设计创作相结合的实践,既拓展了纳米技术的应用领域,又为艺术创作打开了另一扇大门,体现了艺术与科学和谐统一的互补性;同时,在实践中新的艺术形式所体现出的创作手段、创作介质及美的体验方式的不同也体现出艺术和科学在不同层面之间的差异性和对立性。

总而言之,笔者运用纳米光刻技术和纳米生长技术创作出纳米熊猫印章和京剧脸谱图案,探索了利用纳米技术进行图案设计创作的可能性,这是一次将纳米科技与图案设计创作联姻的大胆尝试。

纳米科技快速发展,为图案设计创作的创新提供了技术及物质保障。在科学技术高度发展的今天,我们应该在艺术和科学两者的共生和互动中把人类文化推向新的历史发展阶段<sup>[10]</sup>,图案设计创作的发展应该紧跟时代的步伐,利用科学的新技术、新材料来寻求自身的创新与发展。基于纳米技术的图案设计创作实践正是为艺术形式寻求突破的一种有力的探索。

#### 参考文献:

- [1] 沈海军. 纳米艺术概论[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.  
SHEN Hai-jun. Introduction of Nanoart[M]. Beijing: Tsinghua university press, 2010.
- [2] 徐纪敏. 科学美学与两种文化的沟通[J]. 工程兵工程学院学报, 1988(4): 9—16.  
XU Ji-min. The Beauty Technology and Communication of Two Cultures[J]. PLA University of Science and Technology Press, 1988(4): 9—16.
- [3] 沈海军. 微纳米人物艺术[J/OL]. (2011-6-23)[2014-7-18]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-39356-458375.html>.  
SHEN Hai-jun. Micro-Nano Character Art[J/OL]. (2011-6-23)[2014-7-18]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-39356-45875.html>.
- [4] 沈海军. 纳米艺术: 与高科技完美结合的艺术[J]. 艺术科技, 2009(3): 39—43.  
SHEN Hai-jun. Nanoart: One Kind of Art Combined Faultlessly with High-Technology[J]. Art Science and Technology, 2009(3): 39—43.
- [5] 刘泽荣. 魅力中国印: 解读中国印章艺术及审美[J]. 艺

- 术中国, 2013(3): 112—117.
- LIU Ze-rong. Attractive Chinese Stamp: The Understanding on the Art and Aesthetics of Chinese Stamp[J]. Art China, 2013(3): 112—117.
- [6] 克罗齐. 美学原理 美学纲要[M]. 北京: 人民文学出版社, 1983.
- BENEDETTO Croce. The Essence of Aesthetics[M]. Beijing: People's Literature Publishing House, 1983.
- [7] 沈冠东. 视觉传达设计视角下的科技图像创作研究[J]. 包装工程, 2015, 36(18): 15—19.
- SHEN Guan-dong. The Image Creation of Science and Technology from the Perspective of Visual Communication Design[J]. Packing Engineering, 2015, 36(18): 15—19.
- [8] 林小明. 传统美学思想与图形创意思维模式探究[J]. 包装工程, 2015, 36(16): 27—29.
- LIN Xiao-ming. Exploration of Traditional Aesthetic Theory and Graphics Creative Thinking Pattern[J]. Packing Engineering, 2015, 36(16): 27—29.
- [9] 吴冠中. 比翼连理: 探听艺术与科学相呼应[J]. 装饰, 2005(S1): 125—127.
- WU Guan-zhong. A Couple Pairing off Wing to Wing: Inquire about Art and Science Echoing Each Other[J]. Zhuangshi, 2005(S1): 125—127.
- [10] 张伟. 人类创造的不同文化形式: 艺术与科学的文化共生性与互动性[J]. 艺术百家, 2011(3): 94—100.
- ZHANG Wei. Different Cultural Forms Ascribed to Human: Cultural Symbiosis and Interactivity between Art and Science[J]. Hundred Schools in Arts, 2011(3): 94—100.