

# 纳米艺术

## ——肉眼看不见的艺术

撰文·供图 沈海军

Date :19 May 2009

Time :14:29:12

LE

1959年,著名物理学家、诺贝尔奖获得者理查德·费曼发表了著名的演说——《底部还有很大的空间》,预言了人类可以通过操纵原子分子来制造产品的可能性,自此埋下了纳米科技的金种子。1990年,第一届国际纳米科学技术会议在美国巴尔的摩举办,标志着纳米科学技术的正式诞生,这粒金种子终于在科学技术的土壤中生长、发芽。最近的20多年里,纳米科技日新月异、发展迅猛,已经成为一棵参天大树。它开花结果,枝繁叶茂,已经形成了纳米物

理学、纳米材料学、纳米化学、纳米机械学、纳米计量学、纳米生物学、纳米力学等主干分支,以及纳米伦理学、纳米经济学等“小枝杈”。

值得注意的是,近年来,纳米科技这棵大树上的一个新生分支正悄然生长,并迅速吸引了众多科学家和艺术家的眼球——它就是纳米艺术。如果时间能够穿越,2006年,当你在google上输入“纳米艺术”或“nanoart”作为关键词,你会发现,纳米艺术的相关信息真是寥寥无几。然而今天,同样的

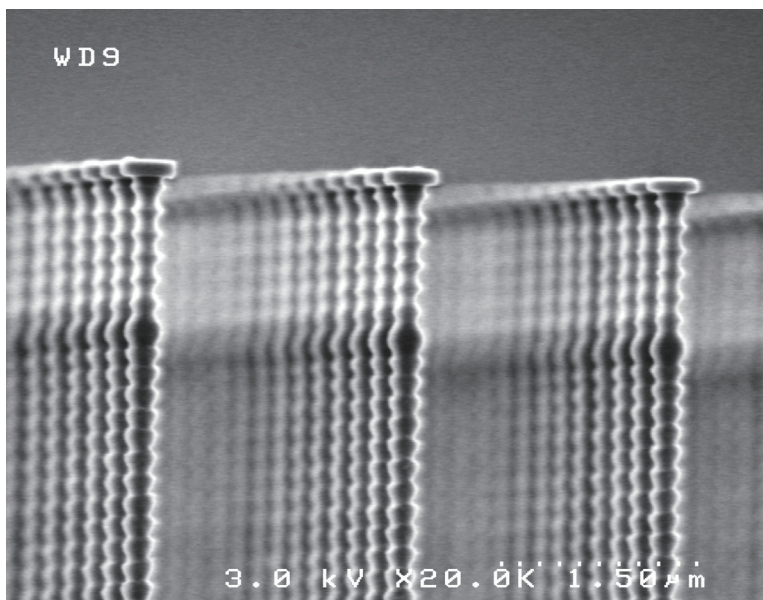
关键词在google上却能得到数十万条海量的信息。看来,纳米技术已经开始全面向艺术领域渗透、迸发。

### 什么是纳米艺术?

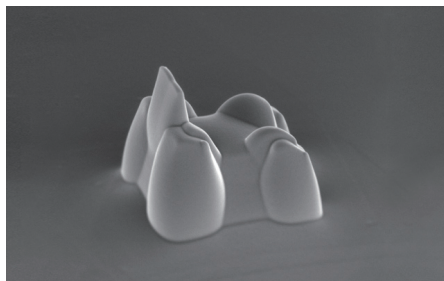
说了这么多,那么什么是纳米艺术呢?为此,笔者在2010年出版的《纳米艺术概论》一书中,阐述了纳米艺术的特征,并将纳米艺术定义为“使用纳米科技手段、方法创作的纳米尺度的或反映纳米科技题材的艺术”。

要判断一个“物件”是否为纳米艺术品,书中给出了三条。

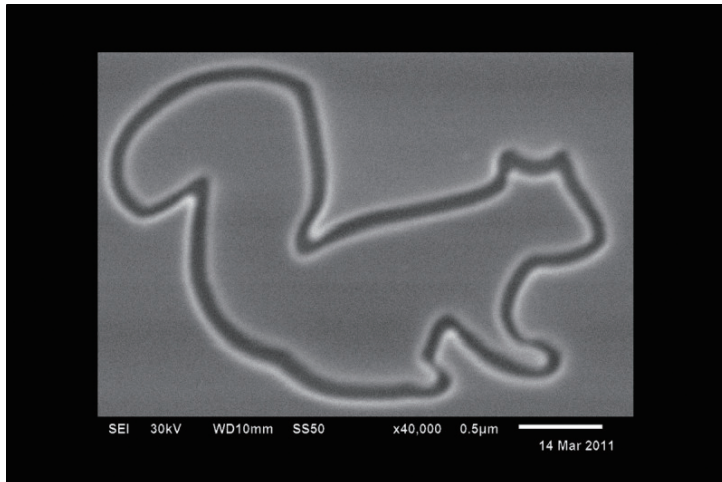




图为一种在生物及微电子领域具有广泛应用前景的功能材料——纳米钉子。其在材料表面形成一层不粘油、不沾水的薄膜，加电流后，溶液则可进入钉子之间的缝隙中



聚焦电子束熔化铂生成的世界上最小的纳米椅子



电子束雕刻技术在材料表面形成的长度仅为2~3微米的世界上最小的纳米松鼠

首先，作品的尺寸要足够小，为纳米量级。要知道，1纳米等于十亿分之一米。纳米艺术，就是这个级别上的“小玩意”。当然，目前的一些所谓“纳米画”或“纳米雕塑”，尽管整体尺度为微米量级（1微米等于1000纳米），但局部细节为纳米尺寸，这样的作品也可归结为纳米艺术的范畴。

其二，纳米艺术品制作中要真正用到纳米技术。这里牵扯到许多公众不太熟悉的高深

的纳米技术，如双光束聚合、DNA相关技术、化学气相沉积、纳米光刻技术、扫描探针显微镜技术、自组装技术等。这些技术都有可能创作出不错的纳米画、纳米雕塑或纳米视频短片，甚至纳米音乐来。

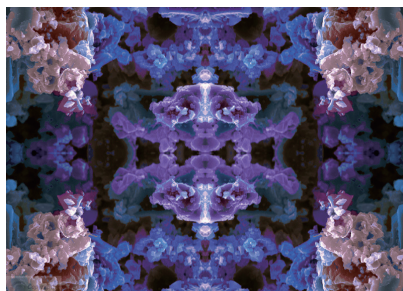
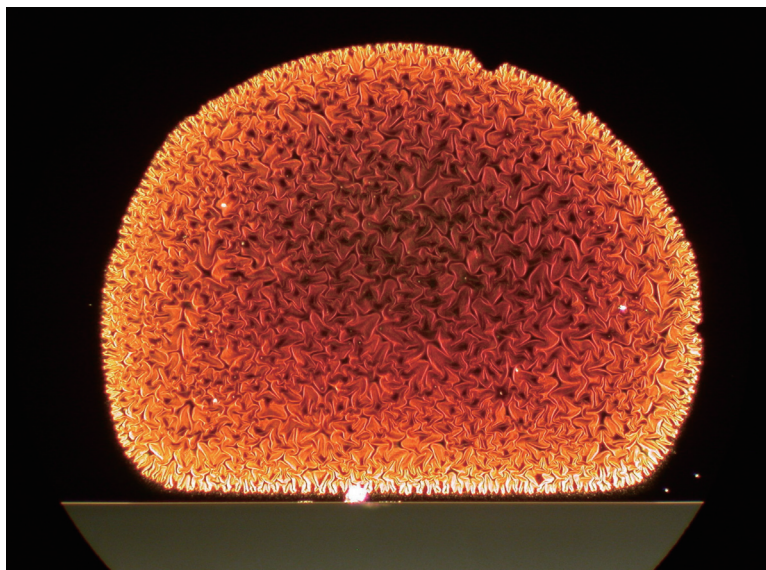
其三，纳米艺术品要给人以“美”的感受，即纳米作品要

符合传统艺术品“美”的评判标准。

总之，一件真正意义上的纳米艺术作品要：尺寸足够小，技术含量高，让人觉得美。

### 纳米艺术溯源

要说纳米艺术的发展，也就是近几年的事。但如果非要



石墨和纳米微粒混合物的电镜照片，  
经电脑处理后印成油画

纳米碳管“树”簇拥在  
一起构成纳米花蕾；  
每个纳米碳管直径约  
0.3纳米，长1微米

追根溯源，那得从1966年的一部科幻电影《神奇旅程》说起。

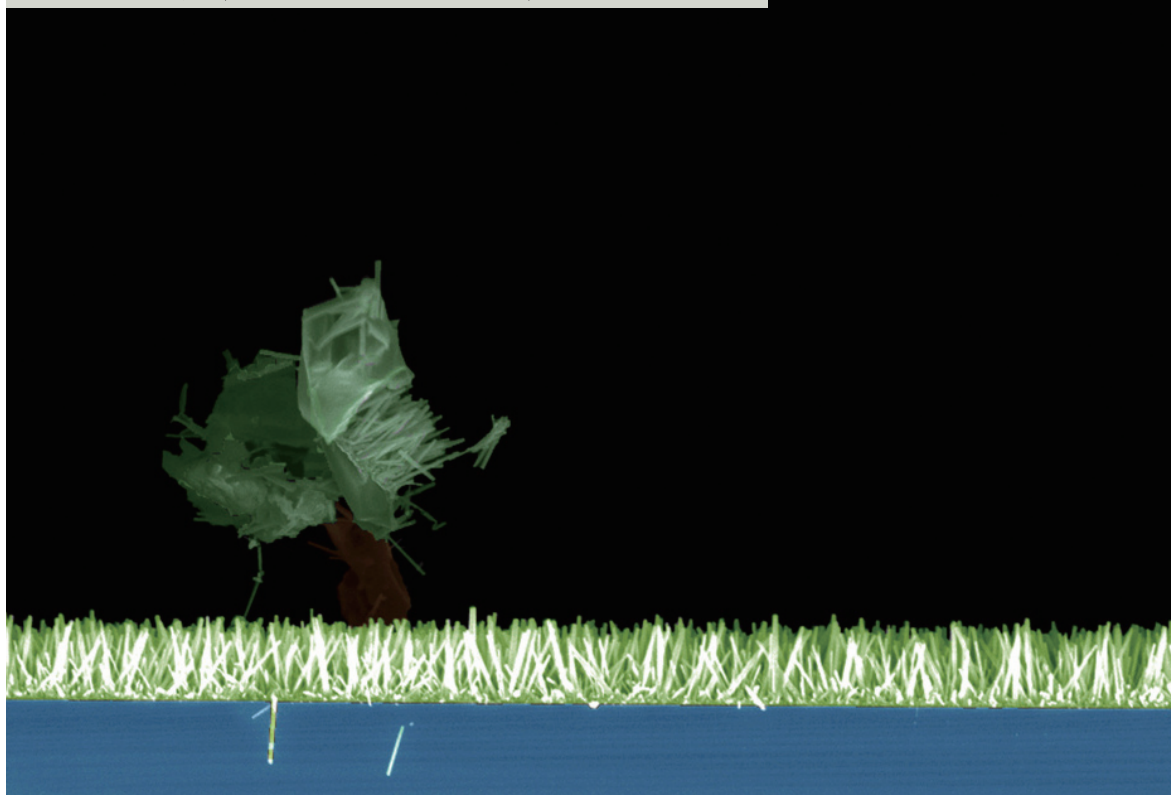
《神奇旅程》是美国著名导演理查德·弗莱舍的大作。剧中说的是科学家们为了挽救一个人的生命，“缩身”进入了病人的体内。结果他们发现，昔日在显微镜下蠕动的“柔弱”的人体组织细胞，此刻一下子变成了要吞噬他们而后快的恶魔。如果电影也算作艺术，那么，《神奇旅程》就是最早的纳米艺术了。

和纳米科技的发展史一样，纳米艺术的发展也是由一系列事件组成的。1982年，一种重要纳米科技工具——扫描隧道显微镜诞生，此后，一批原理相似的其他显微设备也相继发明。1989年美国斯坦福大学使用扫描探针显微镜搬走原

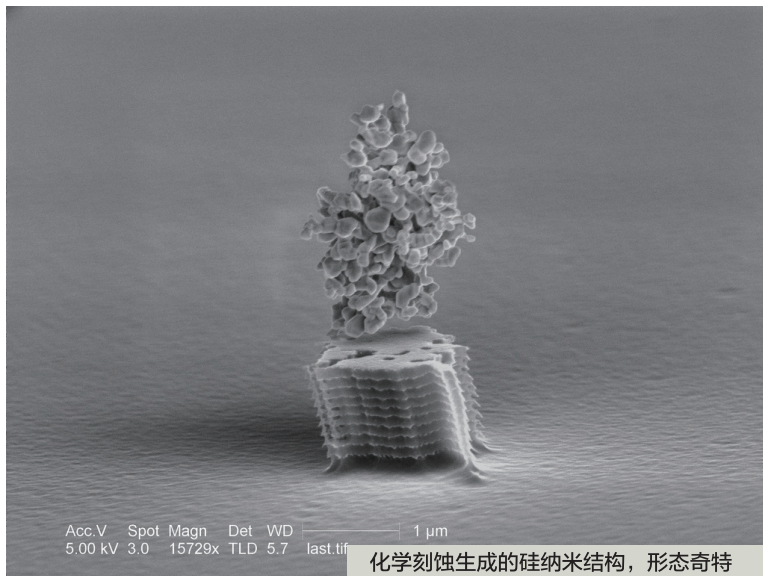
子团“写”下斯坦福大学英文名字，这使得人们利用原子、分子绘画、雕塑创作成为可能。1997年，康奈尔大学的科学家用单晶硅制作了世界上最小的吉它，该吉它有红细胞大小，6根弦，每根弦50纳米宽；此后，他们利用激光在该吉它上进行弹奏，得到了比现在吉它频率高13万倍，多17个八分音阶的声响。2001年，日本大阪大学的物理学家使用一种被称作“双光束聚合”的技术制作了红细胞大小的三维公牛。2001年，北京大学吴全德院士的著作《科学与艺术的交融——纳米科技与人类文明》出版。此书中包含了大量电子显微镜照片，其中，银胶粒（纳米粒子）可以聚成美丽的野花、海马等形状，引人入

胜。2001年，美国前瞻研究所网站开通了纳米医学艺术画廊，收集大量关于医用纳米机器设想的科学艺术短片和图片。2004年起，一个名为“nano”的展览会在美国洛杉矶博物馆举行，该展览由加利福尼亚大学的一个纳米科学、媒体艺术、人文专家混合团队筹办，该活动至今已经举办了5届，每届都会涌现出诸多的优秀纳米艺术作品。2006年，加利福尼亚工学院保罗教授通过DNA自组装折叠技术，绘制了DNA美洲地图，该成果在当年《自然》杂志上发表。同年，笔者开办了国内第一个纳米艺术网。从2006年起，美籍罗马尼亚艺术家、科学家奥尔费斯库开始举办了每年一届的国际Nanoart网络大赛

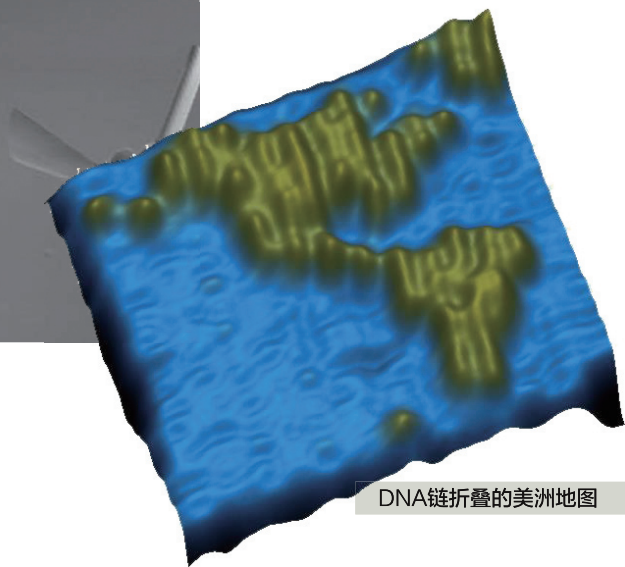
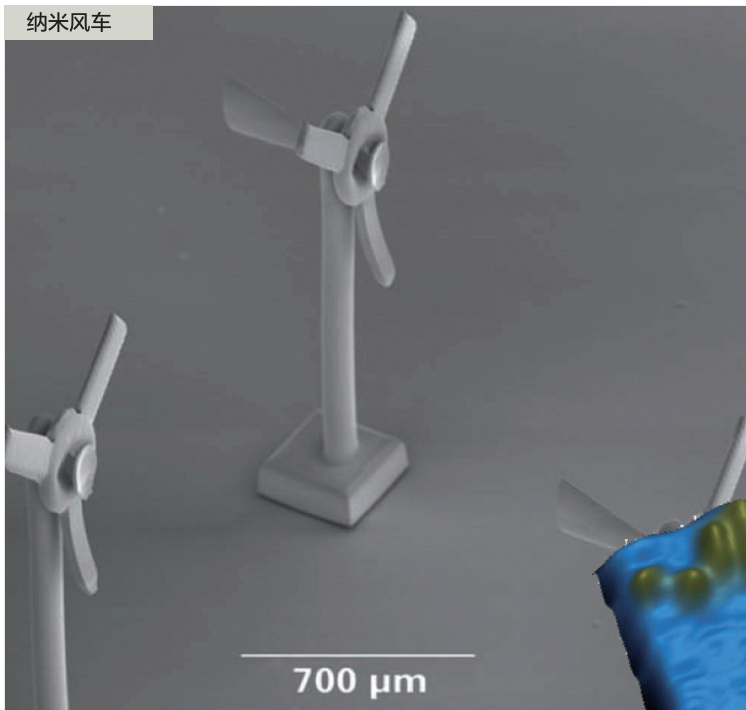
氧化锡“纳米草皮”，氧化锡纳米“草”直径60纳米，高1微米



以及国际纳米艺术节。2007年，美国宾夕法尼亚州的鉴定专家和艺术家莎吉制作了“纳米鱼”等纳米作品，纳米艺术品首次被用作防伪商标。2007年，意大利的斯特凡诺·莱蒙第依靠名为“Nanoart”的硕士学位论文取得了艺术史专业的硕士学位。此后，他邀请另外两个意大利艺术家举办了“2007首届无限小艺术展”。展后，所有展品以画册的形式被斯基拉出版社出版。从2008年开始，莱兹大学斯莫利纳米科技研究所每年举办一次纳米艺术图像大赛。2010年，首届国际纳米艺术科普展在我国苏州成功举办。



化学刻蚀生成的硅纳米结构，形态奇特



### 纳米艺术创作——别样的工艺

传统的艺术品创作时，艺术家们通常使用刻刀、画笔、乐器等，刻刻画画，吹吹打打，总之是一些大家摸得着看得见的和现实生活比较贴近的东西。然而对于纳米艺术作品的创作来说，其手段和设备则大相径庭，不是一般人所能搞定的。或者准确地讲，绝大多数人应该没有机会接触这些设备或手段，甚至都没有听说过。

这里，首先要介绍的纳米作品是德国学者奥夫相尼科夫采用两束激光射线交叉照射“雕刻”的纳米风车。纳米风车的叶片直径及底座尺寸为数百

微米。

最近，美国密歇根大学科学家使用大约1.5亿根纳米碳管为当今总统奥巴马制作了一组画像。这是一幅在电子显微镜下才看到了纳米碳管奥巴马画像。微型奥巴马头像的作者是约翰·哈特教授，他称他的作品为“纳米奥巴马”。每个纳米奥巴马头像包含上亿个纳米碳管，这些纳米碳管像丛林中的树木一样垂直地排列着，每个纳米碳管都是中空圆柱体结构，其直径仅为人体头发的五万分之一。

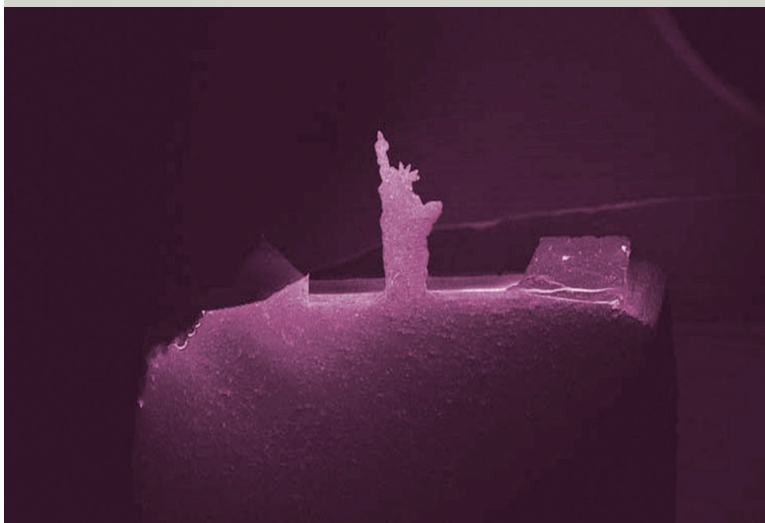
为了创建“纳米奥巴马”头像，哈特采用了画家费尔雷绘制的奥巴马素描头像，该奥巴马头像以红、白、蓝三种颜色为主色调，曾颇受美国民众欢迎。哈特先是将这个素描头像进行缩小，并将缩小的头像打印在一个玻璃板上。然后，照射紫外线穿过这个玻璃板，将头像投影在一张硅片上。接着，他巧妙地在硅片表面有头像的地方“撒”上催化剂，并使用高温化学沉积方法在有催化剂的地方生长纳米碳管。最后，研究人员使用



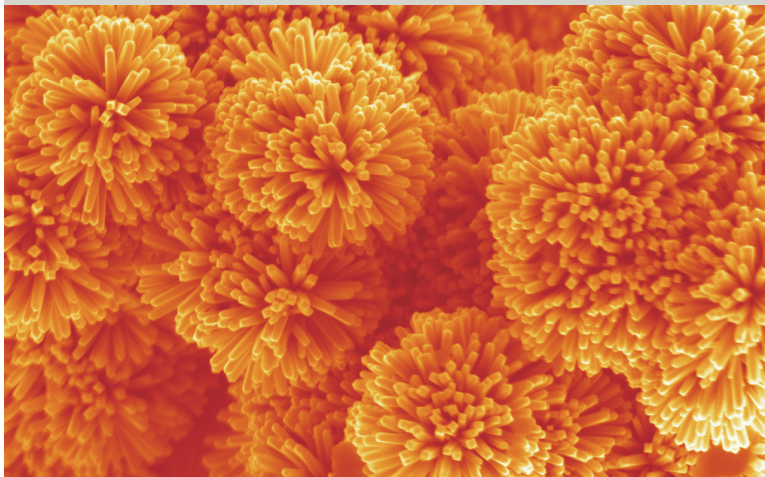
氧化锌纳米峡谷



2007年，两位来自意大利的纳米艺术家斯卡利和古德制作了一个电子显微镜才能看得到的自由女神像雕塑。该雕塑的材料为晶体硅，采用工艺为一种被称作“光刻”的技术，自由女神的身高仅为0.5毫米左右



氧化钛纳米线簇拥在一起，形成一朵朵氧化钛纳米花



电子显微镜对硅片进行了拍照，得到了尺寸仅有0.5毫米大小的纳米奥巴马头像。

DNA链折叠的美洲地图是美国科学家保罗的杰作，发表于2006年英国《自然》杂志第440期。整个“美洲大陆”地图由若干条平行的DNA链组成，相邻的两条DNA在两段连接；所采用的是一种被称作“DNA折纸术”的工艺。这种“DNA折纸术”乃保罗首创，实际上利用的就是DNA片段之间的相互匹配与作用，实现串接的。该地图的细节尺寸为几十纳米，是目前世界上最小的美洲地图。

还有一些所谓的纳米画是科学家们在科研中无意中发现的。“氧化锌纳米峡谷”是材料学家迈克尔·奥利弗的作品。该作品为电子显微镜照片，是奥利弗使用氧化锌纳米棒作为原材料生成其他氧化锌纳米结构时获得的。制作时，氧化锌纳米棒在600℃高温炉中被加热，融化后的锌片和氧气混合后产生了直径为50~150纳米的纳米棒。这些纳米棒簇拥在原有的氧化锌表面，从微观的角度进行观察，便形成了壮丽的峡谷。整个画面的宽度仅为几个微米。

总之，纳米艺术的创作理念已与传统的艺术创作完全不同，通常要涉及高深的纳米技术和先进的设备；而欣赏这些



作品时通常还需要借助高分辨率的显微镜成像技术。

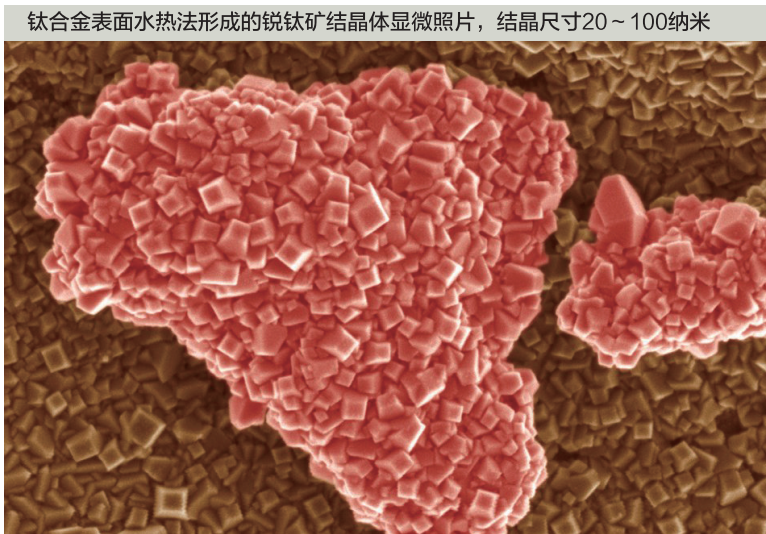
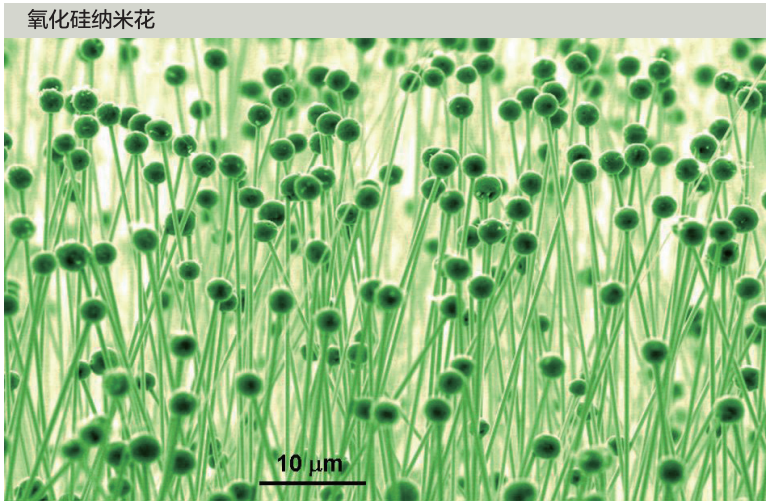
### 千姿百态的纳米花

现在科学家们已经“培植”出了极其微小的新式花朵。这些花非常非常小，比人的发丝还小数千倍；花的整体尺寸通常为几微米，花瓣的厚度仅为几百纳米。它们只能在高倍的电子显微镜下才能看得见，一般的光学显微镜根本无法分辨，因此，科学家们称之为“纳米花”。

日常生活中，当人们种植花时，必须等上几个礼拜或几个月才能看到自己辛勤劳作的成果。但在实验室里，这些比人的头发丝微小数千倍的纳米花有时在几个小时内就能“生长”出来。它们的“园丁”不是园艺师，不是花农，而是化学家、材料学家，或纳米技术专家。和常规的花完全不同，纳米花大多都是实验室里通过化学方法、物理方法无意中制备的。

氧化锌和氧化硅纳米花的作者为美国橡树岭国家实验室潘震伟博士。这是作者使用锗、镓作催化剂分别制备氧化锌和氧化硅纳米线时意外得到的氧化锌和氧化硅纳米花。该制备工艺是一种被称作“气相沉积法”的化学方法。

据不完全统计，现在，科学家们公开报道的有欣赏价值纳



由两个纳米铂小球“焊接”拼成的世界上最小的雪人，雪人高度仅为发丝直径的五分之一。雪人有鼻子有眼，鼻子实际上是一个更小的铂纳米颗粒



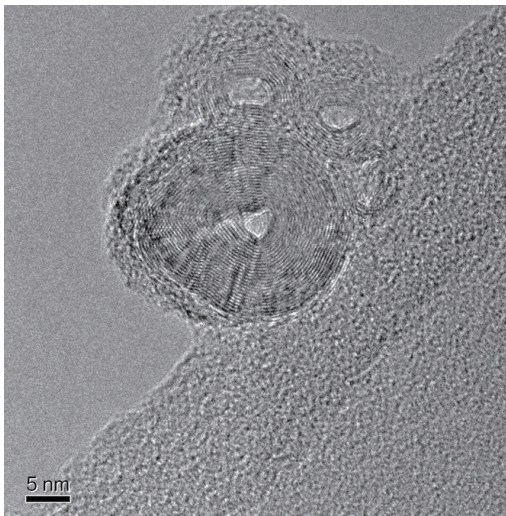
© Dr David Cox

米花已近两百种。欣赏纳米花是一件赏心悦目的事，是一种艺术享受。但实际上，要在实验室里“培育”出一朵纳米花却非易事。为了制备出像样的纳米花，试验中溶液的酸碱度、化学反应中反应物的组分、反应时间、催化剂、分散剂、温度等各种实验条件都要把握得恰到好处。绝大多数情况下，试验产物都会因某种条件没有把握好而仅得到一些乌七八糟的不明物质；电子显微镜下，这些不明物质黑乎乎的一片，更别提什么纳米结构、什么纳米花了。■

作者简介

沈海军，同济大学航空航天与力学学院教授，博士生导师，主要研究领域为飞行器结构疲劳、断裂失效，纳米器件中的力学模拟与仿真，纳米/分子电子学基础研究，CAE虚拟设计、二次开发及其在结构破坏中的作用。

(责编 桑新华)

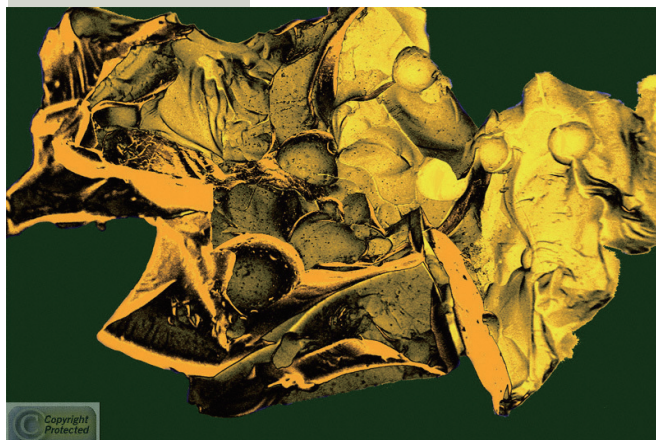


这是一个石墨颗粒构成的纳米“猴”，猴的嘴巴为一个洋葱状的多层石墨颗粒，猴的身子为多孔的碳薄膜材料，猴的脑袋尺寸为数十纳米。这张电子显微镜照片来自美国飞雅电子显微镜（FEI）公司的网站，科学家们制备碳纳米材料时偶然间发现的

图为奥尔费斯库将石墨乳液雾化并冷冻，得到的微观物质显微照片，作者将其命名为纳米动物园



层状石墨颗粒构成的纳米兔子

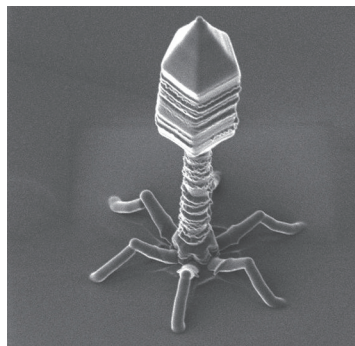


Copyright Protected

# 纳米雕塑范例

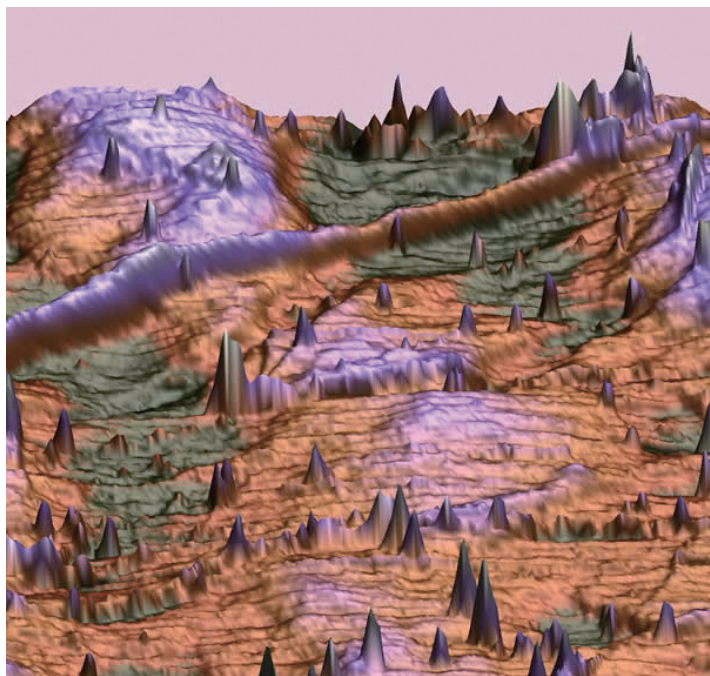
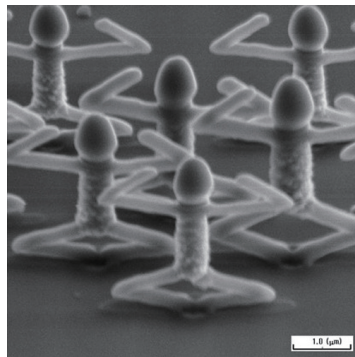
## T4抗菌素

该作品是一个人造的纳米T4抗菌素立体塑像。T4抗菌素是一种具有水蛇腰、六条腿，貌似乌贼的生物体内的病毒。该作品雕刻使用的是一种被称作“聚焦离子束”的技术。T4抗菌素雕塑本身材料为金刚石，基底为晶体硅。抗菌素雕塑的尺寸为真实抗菌素的十倍左右，即高度数百纳米。该作品的形态逼真传神，曾荣获49届国际电子束/离子束/光束技术与纳米加工微观大赛一等奖。



## 做瑜伽的纳米小人

该作品在2004年国际电子束/离子束/光束技术与纳米加工微观大赛中荣获了一等奖。“做瑜伽的纳米小人”作品中，每个小人的高度为2微米左右，小人的胳膊、腿的粗细为数百个纳米。这是一幅离子束雕刻作品，作者为日本兵庫大学的千秋米纳里和松井凯茜。作品的立体程度很高，每个小人姿态的相似性极高，可谓纳米雕塑中的极品。



## 纳米碳管风景照

西班牙马德里大学费尔南德斯·文迪尔博士采用化学气相沉积法在硅表面制备纳米碳管（CNT）；用STM观察硅表面，最后得到了一张不错的CNT风景照。



## 初春小雨——芳草青青

该图为浙江大学第二届微结构探索大赛的获奖作品，作者黄俊。春天的小草是生命与活力的象征，图片中一根根立着的柱子就像是一场春雨后从小土丘底下刚刚冒出来，充满了活力的小草，就像那每年冬去春来的杭州，白堤、苏堤两旁的那一抹嫩绿，映着西湖水和宝石山。该图原片是一张金属泡沫镍表面采用水热法生长了ZnO纳米棒阵列后的扫描电镜图片，拍摄所使用的扫描电镜型号是Hitachi S-3400，放大倍数为5 000倍。

## 大漠之梦——ZnO纳米棒团簇

该图为浙江大学第二届微结构探索大赛的获奖作品，作者杨晓朋。以绿色为主色调，绿地白草，简单大方而又抽象地诠释了沙漠戈壁对绿色的渴望。本作品是在抛光的硅片表面用高温VCD方法直接生长的ZnO纳米团簇材料（每根纳米棒长度10~15微米，直径100~300纳米）。其外表酷似草坪植物“高羊茅”，针叶密且尖细，正因为这个特点使得这种形貌的纳米氧化锌材料具有极好的场发射性能，可以在很大程度上提高材料的表面积。



该照片获得由中国电子显微学会及《电子显微学报》编辑部举办的2010年首届中国电子显微摄影大赛的一等奖，作者姓名岳永海。此样品为利用磁控溅射制备方法在单晶NaCl衬底上制作的Cu纳米薄膜，样品厚度约为15纳米，靶材为纯度为99.995%的纯铜靶材，操作电压为500V，氩气保护，气压值为 $5 \times 10^{-1}$  Pa。然后利用去离子水将溅射在单晶NaCl衬底上的Cu纳米薄膜剥离并转移到TEM拉伸台上，放入透射电镜观察。该照片采用JEOL 2010F透射电镜在2 000倍下拍摄。此样品质量并不是很理想，其上有大量的看似裂纹的纹路，这是在溅射过程中由于功率不稳造成的样品制备不均匀所致，不过正是这些裂纹形成了看似玫瑰的形状。