

# 艺术与科学的交融

吴全德著

北京大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

艺术与科学的交融：纳米科技与人类文明/吴全德著. - 北京：  
北京大学出版社, 2001. 7

ISBN 7-301-05105-0

. 科... . 吴... . 纳米材料-关系-社会发展-研究  
. TB383-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044089 号

书 名：艺术与科学的交融——纳米科技与人类文明

著作责任者：吴全德 著

责任编辑：周月梅

标准书号：ISBN 7-301-05105-0/G·0661

出版者：北京大学出版社

地址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网址：<http://cbs.pku.edu.cn/cbs.htm>

电话：出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752021

电子信箱：[zpup@pup.pku.edu.cn](mailto:zpup@pup.pku.edu.cn)

排印者：

发行者：北京大学出版社

经销者：新华书店

850 毫米× 1168 毫米 32 开本 3.25 印张 80 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

定 价：15.00 元

# 前 言

## 一、显微镜下的形象艺术

近一二十年,由于电子技术的迅速发展,在文艺、艺术领域电子技术和激光技术得到广泛的应用。例如动画片和电影片大量采用电子计算机数字特技参与创作,场景栩栩如生,令人惊心动魄,从而获得巨大的经济效益。目前的舞台设计无不仰仗于电子音响设备和激光灯光技术;有人利用迷笛作曲系统创作乐曲和虚拟排练;也有各种绘画软件和雕塑软件和器械帮助艺术家或艺人创作。虽然作品也有感人的地方,但原始性的创作还得靠人。在应用的层次上,高科技促进了社会的发展,也促进了文化艺术的发展。

把计算机与美术结合起来,最出名的作品是分形图形。分形(fractal)的概念是芒德勃罗(B. B. Mandelbrot)创造的。它是计算机数学和美术相结合的产物,是可以视觉欣赏的。分形图的复杂性来自简单数学公式的反复迭代。其特点是:整体与部分之间存在某种严格的或统计意义上的自相似性,整体具有多种层次结构,也就是无论用放大多少倍的显微镜来观察,它们任何一部分的

形状与整体的形状相似。《分形——美的科学》一书<sup>[1]</sup>是它的代表作。书中的图形曾多次在德国和美国展出。国内有关分形和混沌的书已出版了十多本。1996年5月中央工艺美术学院与北京工业设计促进会举办了“北京国际计算机艺术”展览会。尽管有报纸宣传“分形图形满足艺术作品所有要求,能够使观众产生审美的愉悦”,但未引起艺术家们的兴趣。分形图形未能融入中华文化。

从美学与科学层次上来说,艺术与科学本是同卵双生,都产生于神话,后来才发展成两支,一支成为宇宙学,发展变成自然科学,另一支发展成史诗、音乐、图画、戏剧等艺术。长期发展的结果,各走各的路,相去愈来愈远。东西方都有学者想在现代文明的基础上把艺术与科学再度融合起来,但都认为很难,还要走很长的路。20世纪即将结束的时候,《纽约时报》发表了理查德·帕内克的文章:《艺术与科学:彼此隔绝的世界?》《参考消息》转载此文,把题目改为《21世纪,科学与艺术再度相会?》(1999年4月28日)。文中写道:“在一个多少年来以第一次真正的艺术革命和科学革命而开始的20世纪即将结束的时刻,在目睹两个领域诞生了许多强大而持久的新模式的这个千年快要结束的时候,也许终于该问问这两者的关系到底是否存在,而不是它们有什么样的关系。”

在我国也有学者考虑这些问题。例如王国维曾在哲学和艺术之间徘徊而长叹:“可爱者不可信,可信者不可爱”,更何况科学与艺术。我国最早探讨“美”与“真”关系的是梁启超。他认为:“从表面看来,艺术是情感的产

物,科学是理性的产物,两个东西很像是互不相容的。但是西方文艺复兴的历史却证明,艺术可以产生科学。这又是什么缘故呢?”他解释说:艺术和科学有一共同因素——自然,两者的关键都是“观察自然”。它们有四个共同要求:要肯观察、会观察,热心与冷脑相结合;要有“同中观异”的分析精神;要善于把握事物的整体与生命,而且要深刻;要有精密的科学头脑。<sup>[2]</sup>他的这些见解是精辟的,但他没有讨论它们的差异,因此得出“真即是美,真才是美,所以求美先从求真入手”“美术可以算得是科学的金钥匙”等值得商榷的结论。

另一位是蔡元培。他在《美学的进化》<sup>[3]</sup>一文中引用摩曼(Meumann)《美学的系统》(小册子,1914)中的一句话:“建设科学的美学,要分四个方面研究:艺术家的动机,鉴赏家的心理,美术的科学,美的文化。”他认为,若照此计划进行,科学的美学当然可以成立了。七十多年过去了,美的本质问题实际上还在争论。

2000年10月国内一些科学家和艺术家共聚一堂庆祝并座谈李政道主编的《科学与艺术》画册出版,此画册由江泽民题写书名。<sup>[4]</sup>李政道先生历来主张科学与艺术结合,在多次举行科技学术会议时,都根据会议主题,请画家作画表达。此画册凝聚着科学家与艺术家的心血,体现着科学与艺术相结合的时代呼唤。

科学与艺术能否有更密切的关系?科学实验能否把科学与艺术融合起来,使它既反映出深奥的科学问题,又有艺术欣赏价值?这是我所关注的问题。自从我们在50

年代末、60年代初进行银氧铯光电阴极的电子显微镜结构研究时,发现有艺术性的图片起,我就注意收集此类图片,而且对艺术也愈来愈感兴趣,并在业余阅读有关书籍。后来我们在研究超高密度信息存储的纳米薄膜材料时发现并积累了一些具有艺术性的图片。2000年底,为庆祝新世纪来临,我把积累的图片加以精选,作了说明、解释,并写了前言。北京大学纳米科技研究中心和北京大学党委宣传部在北大三角地橱窗联合举办了题为“显微镜下的形象艺术”的图片展。这是把科学实验与形象艺术融合起来的第一次尝试。这些图片只是微观世界中存在浩瀚美的凤毛麟角。

中国画家强调“师法造化”。造化即是大自然。造化有未经人工干预的,可称为“自然造化”。但画家喜爱的梅、兰、竹、菊是经人工长期择优培育,符合审美要求的品种。人类有一种天性,即创造新品种和创造“美”。人们通过选种、杂交、放射性突变、基因工程等方法,创造高产农业和新鲜品种等。这些经人类干预的动植物可称为“择优造化”或“实验造化”。“显微镜下的形象艺术”属于“实验造化”。中国画家强调“读万卷书,行万里路”,用肉眼观察锦绣山川、奇峰怪石、奇花异草,寻找大自然的天然美,为他们自己的创作打下基础。但他们都不习惯于用望远镜和显微镜观察浩瀚的宇宙和微观世界,认为这些是科学家的事。这样,他们也就丢失了许多“师法造化”的机会。为了使艺术家和对艺术有兴趣的读者有机会领略微观世界“美”的一角,我们设法出版这本书。

## 二、创新智力培养

本书的另一部分是研讨素质教育的核心问题：创新智力的培养。我曾为《院士思维》（第三卷，2001年初出版）写了一篇《求真寻美·创新知识》的文章。在此基础上，我又写了一篇长文：《求真寻美·开发右脑·创新知识》。我曾将此稿寄给科技部下属的《科技日报》编辑部。经他们压缩后，以《右脑·亟待点燃的智慧火把》为题发表于《中国科技月报》2000年3月这一期。另外，还有我应邀在台湾讲学后又在北京大学讲过一次的“素质教育与艺术和科学的融合”等放在一起出版。这些文章涉及面很广，有汉字的功能、左右脑的开发、提高炎黄子孙的智力、科学与艺术的融合，也涉及更高层次的美学和哲学等问题。由于本人的知识有限，错误在所难免，请读者指正。发表本书的目的在于“抛砖引玉”，引发“如何提高炎黄子孙的创新能力”的讨论。

创造新世纪和新千年文明的核心问题是培养人才和提高全民族的智力。素质教育使受教育者对德智体美有全面的发展。希望每一位受教育者都能把逻辑思维与形象思维融合起来，对求真与寻美有自觉的兴趣，做一个有修养的文明人。我们要珍惜和认真挖掘汉字文化对提高智力的作用和潜力；要认真开发右脑，提高创新能力，为振兴中华做出自己应有的贡献。

我希望这本书能引起一些人的注意和兴趣，能在开

阔视野、活跃思想和学术空气方面起到一点作用；更希望听到不同意见和批评。

### 参 考 文 献

- [1] H. O. 派特根, P. H. 里希特著, 井竹君、章祥荪译,《分形——美的科学, 复动力系统图形化》, 科学出版社, 1994。
- [2] 叶朗,《中国美学史大纲》, 上海人民出版社, 1985, 第二十三章。
- [3] 蔡元培,《蔡元培选集》, 中华书局, 1959。
- [4] 王学健,《科学与艺术: 硬币的两面》, 报导江泽民题写书名、李政道主编的《科学与艺术》画册出版座谈会, 科学时报, 2000年10月22日。

## 纳米信息薄膜中的形象艺术造型图片\* 1

艺术与科学本是同卵双生,后来才分道扬镳。20世纪即将结束的时候,《纽约时报》发表了《艺术与科学:彼此隔绝的世界?》,被《参考消息》改名为“21世纪,科学与艺术再度相会?”(1999年4月28日)。该文写道:“在一个多少年来以第一次真正的艺术革命和科学革命而开始的20世纪即将结束的时刻,在目睹两个领域诞生了许多强大而持久的新模式的时候,也许终于该问问这两者的关系到底是否存在,而不是它们有什么样的关系。”西方人长期困惑的关系问题,我们可以从某一角度给以回答。

国内艺术家对用计算机创作的“分形艺术”往往持不同态度,但能否接受在实验室中生长出的艺术作品呢?炎黄子孙对天然石画、奇石历来偏爱。它们是随地球在几亿年前形成的。几亿年太久,能否用实验缩短时间,何况实验室可用材料比天然的要多得多,可控的条件也多得多。北大在研究超高密度信息存储的纳米薄膜材料时发现并积累了一些具有艺术性的图片,如“奇花”、“藤

---

\* 本文是2000年年底在北京大学三角地橱窗展出的“显微镜下的形象艺术图片展”的前言,这些图片经加工制作后成为本书的彩色插页。

萝”、“海马”等。其中“海马”被美国材料协会会刊选为“编辑特选”加以介绍；美国《分形》杂志作为封面刊出。

为了寻找合适的超高密度信息存储纳米薄膜材料（其厚度一般均小于 50 纳米），北大电子学系做过几十种材料的组合实验，发现只有  $\text{Ag-Cs}_x\text{O}$  ( $2 < x < 3$ )、 $\text{Ag-DDMNE}$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2\text{TPTZ}$ 、 $\text{C}_{60}\text{-TCNQ}$  等可以生成美丽的图形。这里展出历年收集的部分图片。

这些图片属于纳米科技的“自组织生长”（属于非线性远离平衡系统，并与“突变论”、“协同论”有关），其生长机理目前还不清楚。

为了迎接新世纪和新千年，举办这个小型图片展，使艺术家和参观者有机会思考“科学与艺术能否融合”，和一个“外师造化（即大自然）”的机会，看看实验创造的微观世界的造化给人留下什么感受。

祝新世纪我们国家繁荣富强。

# 薄膜生长与形象艺术\*<sup>1</sup>

## 一、艺术与科学的异同

蔡元培先生在《美术与科学的关系》<sup>[1]</sup>一文中写道：“科学与美术有不同的点：科学是用概念的，美术是用直观的。”“但是科学虽然与美术不同，在各种科学上，都有可以应用美学眼光的地方。”他在列举一些例子之后说：“照上头所举的例看起来，治科学的人，不但治学的余暇，可以选几种美术，供自己陶养。就是所专研的科学上面，也可以兼得美术的趣味，岂不是一举两得么？”又说：“有了美术的兴趣，不但觉得人生很有意义，很有价值；就是治科学的时候，也一定添了勇敢活泼的精神。请诸君试验一试验。”

关于艺术，李政道先生的说法是：“艺术，就是用创新的手法去唤醒每个人的意识或潜意识中深藏着的已经存在的情感。表达的手法越简单，叙述的感情越普遍，艺术的境界也就越高。”<sup>[2]</sup>他还说：“艺术与科学的共同基础是人类的创造力。它们追求的目标都是真理的普遍性。”吴

---

\* 科技导报, 1/1998。

作人认为艺术与科学是人类文明的两个支柱,画中国画是他艺术生命的新突破。他说:“我终于看到自己应当将西方学得的精华融化于自己民族的优秀传统文化,创造中国绘画的新面目。”他要求学生“务先大体,鉴必穷源,系一总万,举要治繁。”他的指导思想是:“师造化,夺天功。”“师造化时要虚心,要无我;夺天功时要有我,要有个性。”艺术创新和艺术欣赏有社会文化淀积的内涵影响。

科学家有一种直觉。爱因斯坦曾说过:“物理上真理的东西一定是逻辑上简单的东西。”自然界总是按照共同的统一性存在着、运动着。在统一的大自然中,又存在着无穷无尽的特殊性和多样性;简单中蕴含着复杂性。李政道先生为主持“复杂性对简单性”北京国际讨论会(1996年5月),邀请中央工艺美术学院吴冠中教授以《简单与复杂》创作科学画卷<sup>[3]</sup>。这个命题既简单又深奥;既可以从科学哲学、科学美学角度去认识,又可以从艺术哲学、艺术美学角度来思考。吴冠中教授从石涛画论中“自一以分万,自万以治一”得到启发,创作出一幅现代风格的抽象画以复命。吴冠中还为它起了别名——“流光”。他深信艺术的生命在于不断创新,艺术探索永无止境。艺术如此,科学亦如此。吴冠中先生对科学研究中追求美感颇为注意,曾说:“数学家熊庆来在数学研究中追求数之美,实际上是追求数学的艺术之美。”最近,李政道先生借唐诗“细推物理须行乐”之句,邀请常沙娜先生画了一幅彩墨画,意在表现“人创造世界”的宇宙情感和智慧。李政道先生非常欣赏此画,特取名为《创

天》<sup>[4]</sup>。常沙娜在《创天》中,用一双象征人类灵性的菩萨乾坤圣手,喜推星云之花,出有入无,周流不息。我观此画亦有所悟:聚微细至大成,创有源而无边。

哲人科学家庞加莱(H. Poincare)曾说过:“缺乏审美的人永远不会成为真正的创造者。”许多科学家追求哲理意义上的科学美。

蔡元培在“美术的进化”一文<sup>[5]</sup>中曾写道:“美术有静与动之分。静的美术,如建筑、雕刻、图画等,占空间位置,是用目视的。动的美术,如歌词、音乐等,有时间的连续,是用耳听的。介乎两者之间,是跳舞,它占空间的位置,与图画相类;又有时间的连续,与音乐相类。”这里的“美术”应是艺术。现在看来,还应有动画片、电影、VCD等,它们都占空间和时间。还有比较隐晦的,就是诗词,它占想像的空间,又要求朗诵时的节奏感(时间),讲究平仄格律。李白的一首“床前明月光”,能使1000多年后的炎黄子孙引发强烈的感情共鸣。这就是艺术。摄影艺术是将“美”、“妙”一刻凝固下来,永远保存。要有主观意图、创作激情,才能使作品玩味无穷。

随着科技的发展,艺术的载体发生很大变化。数字化光盘的出现,使人们可以不去音乐厅,而在家里欣赏美妙的音乐和艺术作品。数字化高清晰度电视,可使人在家能欣赏世界各地风光。但要强调,节目要人去做,欣赏需要人的耳目,离不开主观。

西方古代艺术家,期望再现一个具体的物像,所以他们追求“美”。一个雕塑家要把一个人体刻画得非常逼

真、非常完美，强调比例正确，这是西方造像艺术的要求。

中国古代艺术家不大重视“美”，他们受老子哲学的影响，在艺术中追求“妙”<sup>[6]</sup>。“美”的着眼点是一个有限的对象，就是要把一个有限的对象刻画得很完美；而“妙”的着眼点是整个人生，是整个自然造化。中国艺术家不是局限于刻画单个的人体或物体，而是要突破有限的对象，追求一种“像外之像”，“景外之像”，抒发他们对整个人生的感受，流露一种带有哲理性的人生感受，这就是“意境”。就创作的物像而言，不求逼真，但求“拟像”，妙在意境。

石画系自然造化形成，早在唐代就有人收藏。宋代欧阳修的“山松石屏”、苏东坡的“月石风林”等，均属佳品。近代的大理石画也有精品。前不久，我国南方某采石场发现了一块奇石，经技术人员巧妙地切割后，人们惊奇地发现，这些石头上的花纹均像完整的水墨画，韵味十足。有的如崇山峻岭，气势磅礴；有的如瀑布江河，蔚然壮观；有的如湖堤垂柳，田园村落，一派宁静。<sup>[7]</sup>吴冠中先生见后激动不已，曾写道：“踏破铁鞋无觅处，终生追求忽显现，今日拜倒石头前，还笑米芾未曾见。”令人惊奇的是：天公在4.5亿年前太古石形成时怎能创造出中国风格的水墨画呢！可谓自然造化对中国画“情有独钟”，与中国画确有相通的地方。几亿年太久，能否在实验室创造出类似石画的中国画呢！值得尝试，值得探索。

## 二、科学与艺术的融合——科学实验中出现的艺术美

科学实验中出现的形象是自然造化形成的,不可能符合西方艺术家“再现一个具体的物像”的要求,但却与中国艺术家“妙”的要求几乎不谋而合,具有中华民族艺术的韵味和风格。所谓韵味,就是要有重复而不单调;要复杂但又不零乱;要有节奏而且流畅,使有序与无序和谐地搭配起来。

科学实验能否把科学与艺术融合起来,使它既反映出深奥的科学问题,又有艺术欣赏价值?回答应是肯定的,这正是本文要探讨的主题。1979年,我在物理学报上发表了几张电子显微镜照片<sup>[8]</sup>,其中示出银胶粒可以聚成“野花”,花蕊部分银胶粒较少。我对为什么出现遍地“野花”,而且每朵野花的形状和尺寸都差不多,百思不得其解。从那时起,我就收集这类有特殊形状的带艺术性的电子显微镜和光学显微镜照片。但带有艺术性的照片,的确很难碰上。我认为科学美可以是抽象的,也可以是形象的,即有具体形象,可以用视觉欣赏。科学实验会出现各种各样极其复杂的图形,包括许多分形图形。大部分情况下,谈不上美,更谈不上艺术美。要积累有艺术性的图片,的确不易。过去由于在实验观察时没有注意艺术性,也就没有刻意抓拍镜头,许多机会丢失了,实在遗憾。

下面请读者欣赏本书彩色插页中的一些“奇花”、“鲜果”、“鱼虾”等，它们都是在北京大学的实验室里拍摄到的。

毛泽东的一句“吴刚捧出桂花酒”，把月宫描写得异常温馨。由此可以想像，广寒宫除了桂花树和兔二爷，还应有“只应天上有，人间无处寻”的奇花异草。能引发人们美好的想像，这就是艺术的魅力。我们拍摄到的就有这种“奇花”（见彩插图3），此花世上没有，故定名为“广寒春暖”。此花花瓣花蕊齐全，朵朵相似而略有不同，但无花茎和根。再看，百花园内，“藤萝”长得多姿多态（见彩插图13），至于它们生长在“广寒宫”还是在“南天门”，就不必认真去考证了。天女散花，应散奇花，洒落在小溪水面上的奇花，确是可爱，每朵花还都有大型花托（彩插图6）。仙女们除了吃乌鸦炸酱面（见鲁迅的故事新编），还有什么？她们有“地瓜”（彩插图8、10，其上长有奇特漂亮排列整齐的根须）；荤的有“鱼和虾”（彩插图18），还有中药“海马”（彩插图4），可以保养身体。她们也有玩的吗？有，除了嫦娥独舞，她们喜欢看古典的“龙凤对话”（彩插图16）。除了天上的，有没有人间的？有，如“风雨芭蕉”（彩插图20）和“古战场”（彩插图14）。其余就没有这些有趣了。这里要强调一下，所有这些图片都是不可以完全重复的，真像天上落下的雪花，没有两片是完全相同的。

### 三、探寻“科学实验艺术”形成的机理

如果要问这些图像——我们称其为科学实验艺

术——是怎样“创作”的？首先需要工具：透射或扫描电子显微镜，和带照相机的光学显微镜；其次需要材料：无机（包括金属）和有机制膜材料。方法是：按照薄膜的制备方法，采用真空沉积法（有些需用可加热的 U 型玻璃管或直玻璃管）或离子团束沉积法。除拍摄艺术和少量技术处理外，主要不是艺术问题，而是科学问题，是一种科学实验，必须严格按步骤进行，不可能在图形形成过程中进行主观创作，因为这些图形都是自然形成的。

下面谈谈具体科学问题。从 1959 年起，我开始搞银氧铯光电阴极研究。这种阴极在科学发展史上起过重要作用，在红外检测和侦察方面有重要应用。它是在真空泡壳内壁蒸积由银、氧、铯三种元素组成的光电薄膜，其厚度约为几十纳米。前面提到的“野花”就是难得碰到的一张电子显微镜照片。此后，我和我的同事、研究生们开始从事薄膜和超微粒子研究，持续 30 多年，一直到现在。所谓超微粒子也就是  $(1 \sim 100)$  nm 的粒子，也称纳米粒。薄膜的基体材料可以是无机材料，也可以是有机材料。当基体材料中加入无机原子或分子超过一定量时，就可能会有超微粒子析出。这就像盐场晒盐时，水分逐渐蒸发后，盐的浓度增加，最后会有盐的结晶粒析出一样。这些超微粒子在薄膜基体中会有一些的大小和形状分布。我曾讨论过大粒子周围的成形原子密度低于小粒子周围的原子密度。在加热情况下，小粒子周围的原子会扩散到大粒子周围，并“沉积”在大粒子上。这样，小粒子就不断缩小，甚至消失；而大粒子则不断长大。此现象在“藤