

薄膜生长与形象艺术

Growth of Thin Films and Artistic Patterns

吴全德

(北京大学电子学系,教授、中国科学院院士

北京 100871)

一、艺术与科学的异同

蔡元培先生在“美术与科学的关系”^[1]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。”^[2]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积淀的内涵影响。

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^[3]。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》^[4]。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。

哲人科学家彭加勒(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^[5]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划

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。

中国古代艺术家不太重视“美”,他们受老子哲学的影响,在艺术中追求“妙”^[1]。“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划得很完美;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划单个的人体或物体,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。^[2]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。



图1 “鱼和虾”

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^[3],其中示出银胶粒可以聚成“野花”,花心部分银胶粒较少。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。

下面请读者欣赏一些“奇花”、“鲜果”、“鱼虾”等等,它们都是在北京大学实验室里拍摄到的。

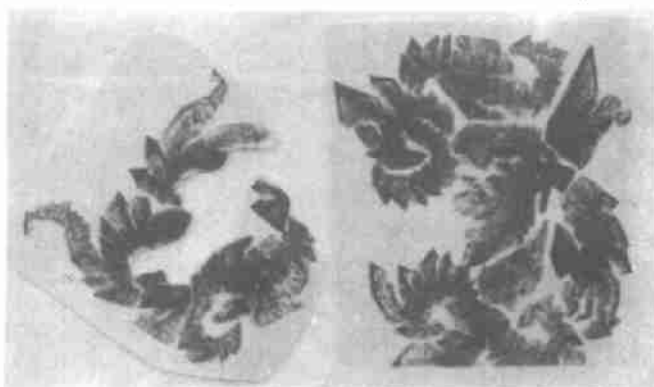


图2 “龙凤对舞”



图3 “风雨芭蕉”

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。能引发出人们美好的想像,这就是艺术的魅力。我们拍摄到的就有这种“奇花”(见封面照片),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(见封底图),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(封二图1)。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”(封二图2,其上长有奇特漂亮排列整齐的根须);荤的有“鱼和虾”(图1),还有中药“海马”(见封底图),可以保养身体。他们也有玩的吗?有,除了嫦娥独舞,她们喜欢看古典的“龙凤对舞”(图2)。除了天上的,有没有人间的?有,如“风雨芭蕉”(图3)和“古战场”(图4)。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,采用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(有些须用可加热的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1~100纳米的粒子,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,水份逐渐蒸发后,盐的浓度增加,最后会有盐的结晶析出。这些超微粒子在薄膜基体中会有一定的大小和形状分布。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“藤罗”中可以看得清楚。这里“藤罗”是大粒子。由于原子在大粒子上的沉积与沉积地点和键合方向有关,这样才能形成漂亮图像。这与冬天玻璃窗上的冰花一样奇妙。

那么“野花”与“海马”又是怎样长成的呢?这就要涉及耗散结构问题。1977年,尼科利斯(G. Nicol-

is)和普里高津(I. Prigogine)出版了《非平衡系统的自组织》一书^[9],此书有中文翻译本。同年普里高津获诺贝尔化学奖。1997年是他获奖20周年,也是他的90大寿。1979年他曾到西安讲学,1986年第2次访华,接受了北京师范大学和南京大学分别授予的名誉教授称号。他的主要贡献是非平衡热力学(远离平衡系统),特别是他的耗散结构理论。此理论在沈小峰著的《混沌初开——自组织理论的哲学探索》(北京师范大学出版社,1993)一书中有介绍。此系统以对称破缺、多重选择和长程关联为特征,既存在有序,又存在耗散;即与周围环境有能量、质量,甚至信息的交换。所有生物、城市、社会都属于耗散系统,都要吐故纳新,否则就要消亡。这个理论也有它的缺点,即不能讨论个体是怎样生长和死亡的。70年代还出现了另外两个著名理论。一是哈肯(H. Haken)提出的协同学^[10],另一是托姆(R. Thom)提出的突变论^[11]。哈肯曾于1982年10月到西安讲学,并出版了《协同学讲座》;1986年10月再次到上海讲学。钱学森先生也曾提出研究开放的复杂巨系统的方法论。我国于1997年1月举行过“开放的复杂巨系统的理论与实践讨论会”,宋健院士作了“关于开放的复杂巨系统”报告。有人说,这些理论都是涉及生物、人类、社会等大问题,解决不了物理实验等小问题。我认为要解决“野花”和“海马”是怎样形成的,只能借助于耗散结构理论和协同论及突变论。但这三种理论还都不能直接用来讨论具有形象的图形生长机制。因此,我提出这些图形是由于成像物质分区协同扩散形成的。在成像的过程中出现分区,每一分区内都有一个作为生长中心的大粒子,而后生长成照片所示的图形。由于材料的不同,原子或分子沉积地点不同,加上键合能和方向的变化,会生长出不同的形状。现在进一步要问同一种材料,甚至同一个样品在不同地点照的图片,如封二的两图和封底的“海马”、文中的图2(“龙凤对舞”),为什么有如此大的差别呢?对这样的细节问题,目前还无法解释。但符合“自一以分万”、“简单中蕴含着复杂性”的哲学原理。我认为,由于同一样品的不同地区存在着质量多少和温度的轻微差异,使得原子或分子沉积到大粒子上的地点和速率以及键合能和键合方向的差异增大,从而形成差别很大的图形花样。

现在让我们转到海马。海马是一种动物,既是动物,当然也是耗散结构,要吃喝和排泄。封底图是在碳60(由60个碳原子组成的足球状结构)和TC-NQ(一种有机高分子)薄膜中出现的“海马”,我们称之为“物理海马”。它是由许多小晶片组成,小晶片与整体之间不存在自相似,故不是分形结构,而是耗散结构,有它自己的特征尺寸。它们中有些呈S一型,也有呈反S一型。它们为什么呈这种形状呢?

现任中科院北京真空物理实验室副主任的高鸿钧博士说,这是因为用离子束沉积时,有些分子带电,有些分子呈中性。由于静电作用,生长时出现旋转,呈S-型和反S-型。如果此说法成立,在沉积膜时加横向电场,就可以将S-型拉长,甚至拉直。此说法得到了实验的证实。

除了成像物质分区协同扩散的情况外,还可能出现较少见的非协同扩散情况,图中的每一分区花样全不相同。我们曾拍到一张“海马”的不同变形的图片。“龙凤对舞”图是这些“海马”变形的剪贴。文中的图1、图3都是“海马”的变形照片,但它们的风味大不一样,后者像泼墨写意。图4(“古战场”)是封底图“藤罗”的变形,系用扫描电镜拍摄的,二者异趣了然。我很喜欢图4,它给人以想象,两军打得人仰马翻。但它为什么与湖北江陵出土文物“龙凤纹绢九彩绣衾”^[12](图5)的风格那么相似呢?奇哉,乃造化之功。

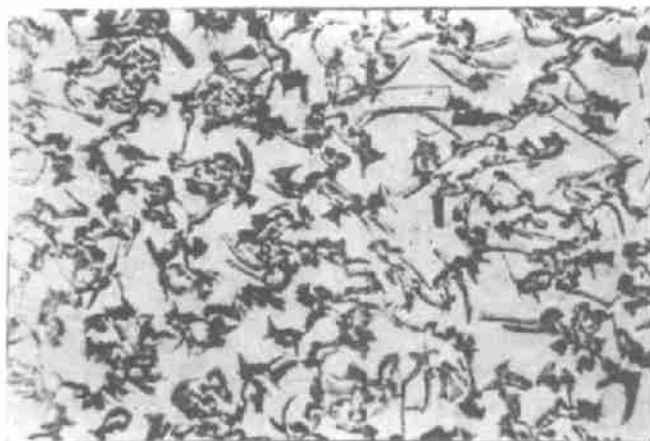


图4 “古战场”

我们做过几十种材料的组合实验,但绝大部分形不成有意思的图形。只有Ag-Cs, O(2<x<3), Ag-DDMNE, Cu(NO₃)₂, TPTZ, C₆₀-TCNQ四种可以出现美丽的图形。这些都是在完成科研和学位论文工作中无意碰上的。我想如果有意去寻找,一定会找到更多的材料,也一定会碰上更多、更意想不到的创新作品。大千世界,无奇不有,值得去探索,值得去发现。通过分区协同扩散形成的图形,有可能发现更多更美的“实验室艺术精品”。

(上接第37页)

- [2] Garry, A., and Scott Morton, A Framework for Management Information Systems, Sloan Management Review, 1971, 3(1)
- [3] Wang, H., and Wang, C., APACS: A Multi-agent System with Repository Support, Knowledgebased Systems, 1996, 9
- [4] Wooldridge, M., and Jennings, N., Intelligent A-



图5 “龙凤纹绢九彩绣衾”(战国)

参考文献

- [1] “美术与科学的关系”,《蔡元培选集》中的一篇,中华书局编辑、出版,1959(此文原载于“北京大学月刊”第814号,1921年2月23日)
- [2] “李政道谈科学艺术”,李健,中国科学报海外版,1995年7月25日第8版
- [3] “科学美的魅力——科学中的《复杂性对简单性》与吴冠中教授的艺术创作”,孙伟林,科技日报,1996年5月5日第2版
- [4] “一花一世界,君手盛无边——观《创天》”,刘巨德,科技日报,1997年6月18日
- [5] 《蔡元培选集》,“美术的进化”(在湖南第三次演讲),中华书局编辑、出版,1959
- [6] “中国艺术的意境”,叶朗,北京大学中国传统文化研究中心编,《中华文化讲座丛书》第一集,北京大学出版社,1994
- [7] “太古石画,天然奇葩”,梅亚凤,光明日报,1997年6月15日
- [8] “用电子显微镜观察银氧铯光电阴极中的银胶粒和银颗粒”,吴全德,物理学报,第28卷第4期,1979, P553~562
- [9] G. Nicolis and I. Prigogine,《Self-organization in Non-equilibrium Systems》, A. Wiley-Interscience Publication, 1977; 尼科利斯和普里高津著,徐锡申译,《非平衡系统的自组织》,科学出版社,1986
- [10] 哈肯H. 协同学,北京原子能出版社,1986
- [11] Thom, R. Structural stability and Morphogenesis (结构稳定性与形态起源), 由Flowler, D. H. 和Waddington, C. H. 从法文译成英文, W. A. Benjamin, Inc, 1975(有27张插图,只有两张有美感)
- [12] 《中国艺术美术简史》图版40左,田自秉著,浙江美术学院出版社,1989 (责任编辑 王宏章)

gents: Theory and Practice. The Knowledge Engineering Review, 1995, 10

- [5] 张钟俊、杨剑波,决策支持系统的理论与应用,系统工程,1987, 5
- [6] 高洪深,决策支持系统(DSS),清华大学出版社,1996 (责任编辑 刘先曙)