



纳米艺术概论

nano art

清华大学出版社





Nano Art

纳米艺术概论

沈海军 时东陆 著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

纳米艺术是近来随着纳米科技的发展而派生的一门新艺术,目前尚没有公认的定义。本书中将其定义为“使用纳米科技手段、方法创作的纳米尺度的或纳米题材的艺术”。本教材的主要对象为各理工类专业的大学生,内容包括纳米艺术的内涵、发展历史、创作路线、纳米艺术创作实验技术、艺术品展现技术、计算机辅助纳米艺术等;最后,书中还对网上相关的纳米艺术资源以及几个纳米艺术小专题进行了介绍。本书注重将最新的纳米科技成果与艺术紧密结合,图文并茂,与时俱进,目的在于普及和传播纳米艺术知识,进而推动纳米艺术的发展。

本书既是各理工类专业的教材,也可作为纳米科研人员、艺术类人士和工程技术人员了解纳米艺术这门崭新学科的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

纳米艺术概论 / 沈海军, 时东陆编著. --北京: 清华大学出版社, 2010. 11
ISBN 978-7-302-24022-8

I. ①纳… II. ①沈… ②时… III. ①纳米材料—艺术—概论 IV. ①J0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 207868 号

责任编辑: 宋成斌
责任校对: 王淑云
责任印制: 孟凡玉

出版发行: 清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>
社 总 机: 010-62770175
投 稿 与 读 者 服 务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座
邮 编: 100084
邮 购: 010-62786544

印 装 者: 北京嘉实印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 12.25 字 数: 308 千字

版 次: 2010 年 11 月第 1 版 印 次: 2010 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 50.00 元

产品编号: 039525-01

序言

1990年首届国际纳米科学技术会议在美国巴尔的摩举办，标志着纳米科技的诞生。经过十余年飞速的发展，纳米科技已派生了纳米材料学、纳米物理学、纳米化学、纳米电子学、纳米计量学、纳米机械学、纳米生物学、纳米力学等主流的学科分支，以及纳米伦理学、纳米经济学等非主流分支。

值得注意的是，近年来，一门与纳米科技紧密结合的学科——纳米艺术，也悄然兴起，并逐渐吸引了艺术界与科学界的共同关注。纳米艺术是如此年轻的一门学科，以至于至今都尚无公认的定义。本书中，我们将纳米艺术定义为“使用纳米科技手段、方法创作的、纳米尺度的或反映纳米题材的艺术”。

纳米科技为纳米艺术创作提供了新的手段、新的视野，但昂贵的纳米设备及高深的纳米技术却足以使众多欲从事纳米艺术的人望而生畏，目前的纳米艺术作品多为纳米科技工作者科研的“副产品”。尽管如此，随着经济、技术的快速发展，以及纳米科技知识的不断传播，相信总有一天，昂贵的设备会变得廉价，操作技术会变得简单，相关纳米科技知识会变得普及，那时，必然会有一大批优秀的纳米艺术家及纳米艺术作品出现。

在本书中，我们首先阐述了纳米艺术的内涵、纳米艺术的发展历史，以及纳米艺术的创作路线；然后，剖析了与纳米艺术创作相关的实验技术、纳米艺术品的展现技术，以及计算机辅助纳米艺术等；最后，还对网上相关的纳米艺术资源以及几个纳米艺术小专题进行了介绍。

纳米艺术学科如此年轻，其发展刚刚起步，即便是许多基本的概念，如“什么是纳米艺术？什么是纳米艺术品？”等，都没有公认的界定。本书是目前国内外第一部面向大众全面介绍纳米艺术的书籍，也是一次大胆的尝试。书的内容讲述尽可能采用通俗易懂的语言，并配有大量的纳米画、纳米雕塑等纳米艺术照片，目的是对纳米艺术进行宣传，并推动其向前发展。必须承认，这是一本基于纳米科技工作者的视角而撰写的纳米艺术书籍。由于笔者水平有限，书中肯定有一些不妥之处，希望广大读者，特别是艺术家和纳米科技工作者批评指正。

作者
2010年8月

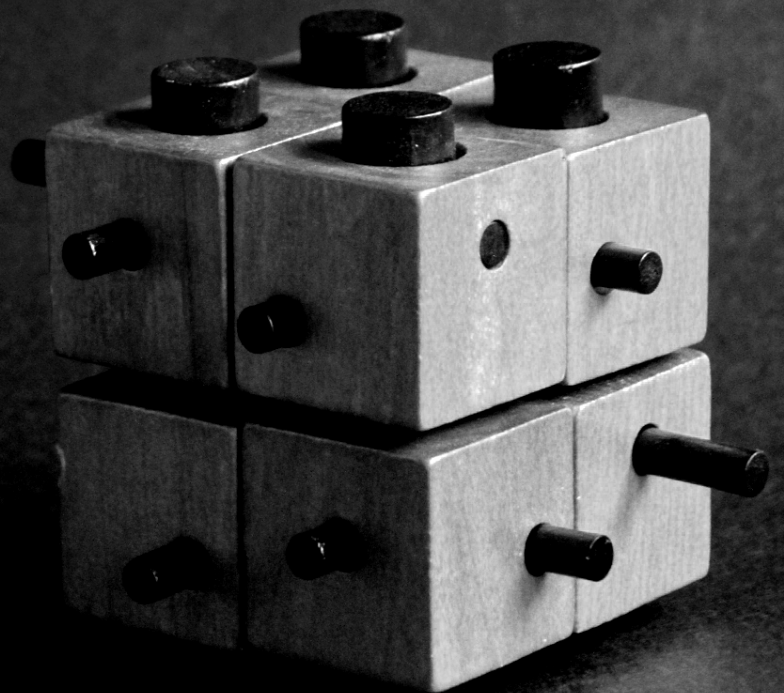
目 录

1 什么是纳米艺术	
1.1 科技：艺术的永恒伴侣	5
1.2 纳米科技与纳米艺术	10
1.3 纳米科技与纳米艺术发展史	12
1.4 纳米艺术的创作路线与意义	16
1.5 纳米艺术家的素养	20
参考文献	22
2 多姿多彩的纳米艺术	
2.1 绚丽的纳米画	25
2.2 传神的纳米雕塑	33
2.3 纳米音乐，来自纳米的歌声	39
2.4 蓄势待发的纳米视频艺术	43
参考文献	48
3 纳米艺术是如何创作的	
3.1 SPM技术	53
3.2 纳米光刻技术	57
3.3 纳米压印技术	62
3.4 纳米打印技术	64
3.5 CVD诱导生长技术	65
3.6 自组装技术	67
3.7 外延生长技术	69
3.8 光镊技术	71
3.9 光学方法、冷冻法与随意创作法	73
3.10 DNA艺术	74
3.11 纳米碳管艺术	81

3.12	对称之美——碳富勒烯艺术	85
3.13	纳米操纵的虚拟现实	92
	参考文献	93
4	如何欣赏肉眼不可见的纳米艺术	
4.1	显微镜发展史	97
4.2	电子显微镜技术	101
4.3	扫描探针显微技术	108
4.4	纳米艺术图片的后处理	116
	参考文献	120
5	计算机辅助纳米艺术	
5.1	分子模拟与分子艺术	123
5.2	计算机辅助纳米工程设计	135
5.3	基于传统CAD与CAE软件的纳米艺术	142
5.4	纳米题材的视频动画制作	145
	参考文献	151
6	纳米艺术相关的网络资源	
6.1	纳米艺术个人网页	156
6.2	纳米科技网站上的纳米艺术资源	157
6.3	专门的纳米艺术网站	158
6.4	其他纳米艺术相关网页	160
7	几个有趣的纳米艺术专题	
7.1	诗：《什么是纳米艺术？》	165
7.2	纳米汽车：纳米科技与艺术的结晶	166
7.3	纳米碳管图像的制备过程	170
7.4	纳米人物与纳米人体艺术	174
7.5	纳米艺术“小”测验	179
	后记	184

NANO ART

1 什么是纳米艺术



第1章 内容提要

- 纳米艺术是纳米科技与艺术的完美结合
- 纳米艺术是近几年才出现的非主流纳米学科分支，属于艺术的范畴
- 纳米艺术的创作有“由上到下”和“由下到上”两种途径
- 纳米艺术家往往同时具备艺术家和纳米科技工作者的素养

什么是纳米艺术

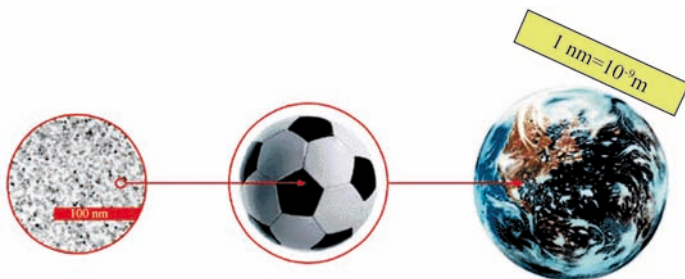
纳米科技是20世纪80年代末、90年代初才逐步发展起来的前沿、交叉性新型学科领域。它利用现代化的微观测试技术和手段，将人类认识自然、改造自然的工作带入一个全新的领域——纳观世界。在这片全新的领域内，有许多新的规律和现象有待发现，有许多新的技术和器件有待开发。早在1959年，美国物理学家，诺贝尔奖获得者费曼发表了名为 *There is plenty of room on the bottom* 的演讲，被公认为是纳米科学技术思想的来源。他在这篇演讲中所做的惊世预言：“至少依我来看，物理学的规律不排除一个原子一个原子地制造物品的可能性”将会变成现实。



纳米科技之父——费曼

目前，几乎所有发达国家都对纳米科技的研发进行了大量投入，试图抢占这一21世纪科技战略的制高点。因此，有人肯定地预言，纳米科技的迅猛发展将在21世纪引发一场新的工业革命。

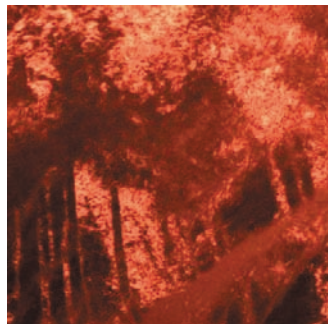
纳米也称作毫微米，是一种长度单位，指的是十亿分之一米，相当于10倍氢原子的长度。纳米科技是研究1~100纳米尺度内，原子、分子和其他类型物质的运动和变化的科学与技术，其研究对象为1~100纳米尺度的物质或结构。1990年首届国际纳米科技会议在美国巴尔的摩举办，标志着纳米科技的诞生。经过20年飞速的发展，纳米科技已派生了纳米材料学、纳米物理学、纳米化



纳米有多长？打个比方，将一个典型的纳米颗粒放到一个足球上，就如同足球放到地球上一样

学、纳米电子学、纳米计量学、纳米机械学、纳米生物学、纳米力学等主流的学科分支，以及纳米伦理学、纳米经济学等非主流分支。

值得注意的是，近年来，一门与纳米科技紧密结合的学科——纳米艺术，也悄然兴起，并逐渐吸引了艺术界与科学界的共同关注。目前，媒体上关于纳米艺术的话题不断增多；在Google上以“纳米艺术”或“Nanoart”为关键词进行搜索，会得到73万条海量的信息；国际纳米艺术作品展也由一个自称为“Nanoart 21”的组织主办，连续举行了3届。近来，互联网上广为流传着两幅优秀的纳米绘画作品，它们均为电子显微镜图片。第1幅名为《金色森林》，是德国普朗克冶金研究所克拉克博士用离子束光刻技术在镍钛合金板表面绘制成的，其分辨率为几十纳米；第2幅《金色向日葵》是香港中文大学物理学教授郝少康通过自组装技术用二氧化硅纳米丝“绘制”的，画中每根二氧化硅纳米丝的直径仅有十几纳米。这些纳米艺术作品都是肉眼、甚至高分辨率光学显微镜都无法分辨的，它们从制作（制备）工艺、过程，到图像获取等都依赖于化学自组装、高能粒子束或电子显微镜等高科技手段，而最终得到的作品却同样给人以美的享受，体现了高科技与艺术的完美结合。



纳米画《金色森林》



纳米画《金色向日葵》

1.1 科技：艺术的永恒伴侣

19世纪法国著名的文学家福楼拜曾有句名言：“艺术越来越科学化，科学越来越艺术化，两者在山麓分手，有朝一日，将在山顶

重逢。”这句话充分体现了科技与艺术水乳交融的一面，也从另一个侧面显示出科技与文化密不可分的关系。

事实上，随着人类历史的发展，科技与艺术已经成为一对永恒的伴侣。几乎从人类诞生之日起，科技便与艺术伴随左右，并共同对整个人类社会产生着深远的影响。现代科技对艺术发展的积极作用不可抹杀；同时，艺术对科技的影响也呈现出新的发展态势。在当前信息爆炸的时代背景下，科技与艺术已不再是简单地影响彼此，而是在更深层次上达到交融，在此交融的基础上升华并孕育着巨大的社会效益。

现代社会中，艺术活动已不再是艺术家个人的事，也不再仅停留在精神层面，已发展成为群体性的社会化生产，并进入流通领域。现代科技的进步使得人的创造力得到极大丰富，进而推动着艺术生产力的不断发展。总之，高科技已成为艺术生产力强有力的引擎。

1. 提升艺术创造力、想象力

作为艺术生产的劳动者，人的创造力直接影响着艺术生产的质量。在现代科技建构的信息化社会中，获取信息的方式和途径多样快捷。多渠道、大规模的信息获取，丰富了人们的社会阅历，提高了人们的审美情趣，同时也扩展了人们的艺术创造力与想象力。

清朝张潮的《核舟记》中记载着由一个长不盈寸的桃核雕刻成的一只小船，生动地再现了历史上一个著名的文学故事。船上五人，须眉毕现，



某博物馆中的《掷铁饼者》塑像，是展示艺术？还是展示科学？

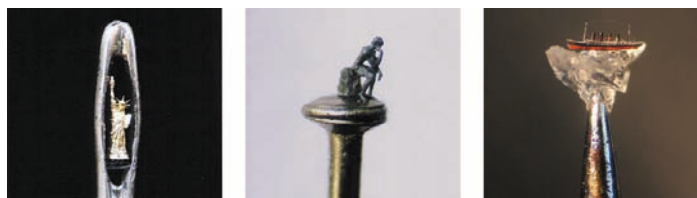


《核舟记》中桃核雕刻成的小船

窗、楫、壶、炉等，无不应有尽有；除了物件，船上还刻有34个字，勾画了了，真可谓巧夺天工。

然而，这件构思巧妙的雕刻作品和当代另外一个人的作品相比，则简直就是“小巫见大巫”。这个人就是英国艺术大师威拉德。

威拉德出生于1957年，以微雕艺术品闻名于世。他的诸多栩栩如生的雕塑小到要用高倍放大镜才能欣赏，被誉为“世界第八大奇迹”。为了完成这些作品，他得抓紧利用两次心跳的间隔工作，因为心跳时，手指上的血液脉动所引起的微小颤动也会影响他的雕刻，他使用的工具是极小极小的手术刀，而雕刻的对象则是米粒、砂粒、糖粒……还有苍蝇的毛，蚊子的吸血管等。所有制作过程必须借助显微镜才能完成。在大师的手中，针眼里的自由女神像、大头针上的“思想者”、针尖上的泰坦尼克号等一批旷世佳作孕育而生，充分展示了高科技给艺术家带来的巨大创造力。

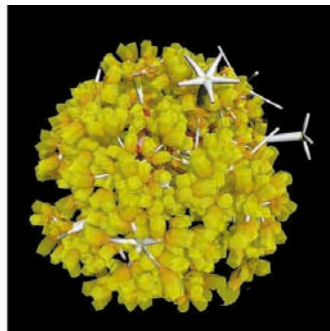


微小的雕塑

2. 丰富艺术形式与艺术创作工具

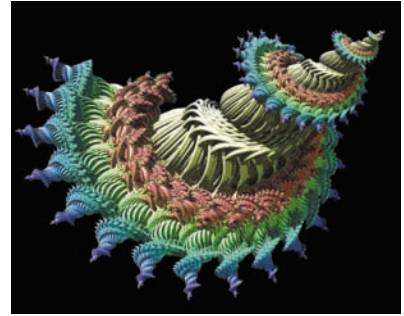
生产工具是生产力发展的决定性因素，生产方式和生产工具先进与否直接决定着生产力的高下，艺术的创作也不例外。换句话说，只有积极运用高科技的工具、先进的工作方式才能创作出更多、更新颖的优秀艺术作品来。

也许您见过显微镜下的病毒，但是在计算机这样一个“虚拟”的世界里，计算机病毒的模样您见过吗？估计世界上还没有人见过。但是这并不妨碍有些“世外高人”能想象得出来计算机病毒的样子。不过想得到还是不如做得到更牛，国外一位概念艺术家 Alex Dragulescu就是这样一位牛人。凭借超凡的智慧，他开发出了一套软件，能描绘出三维计算机病毒的样子，并将其命名为“被感染艺术”。就这样，一种新的艺术形式就随着计算机病毒孕育而生。



蠕虫病毒与Ircbot病毒的“模样”

1924年,数学家曼德布洛特提出了自相似和分形几何的概念,并由此产生了一种新的艺术形式——分形几何。自相似性是指每任意小的局部的形状都与整体相同。在自然界中,许多植物自发生长的结构都具有一定的自相似性。自相似的形状,在数学上被称作分形。具有分形特性的几何图案往往都具有较好的艺术欣赏性。



精美绝伦的分形艺术作品

近年来,国际上已经成功举办了多届曼德布洛特分形艺术大赛。每届大赛的获奖作品,个个精美绝伦,展示了惊人的表现力和视觉冲击力。分形几何冲击着不同的学术领域,创作精美的分形艺术已成为一些分形艺术家的人生追求。今天,分形艺术已成“大雅”,登上了艺术的殿堂。

在清华大学艺术家祖乃牲教授的个人博客中,展示了多幅抽象的绘画作品。由于画面形态极其优美,旁观者无不啧啧称赞。

然而,据祖教授介绍,这些作品都是采用Painter软件中的一种“立体笔”绘制的;绘制这样的作品,每一幅画只需画两三笔就可以搞定。一幅优秀的作品只需要两三笔就能完成,这除了要归功于艺术家的高超技艺外,很大程度也要归功于高科技的艺术创作工具——“立体笔”。



“立体笔”绘画作品

3. 催生艺术作品小型化

地球上的资源正在枯竭，污染正在一天天加重。因此，人们总是希望消耗最少的资源、获得最大的效益、最多的产出。对于艺术，也是如此。我们总是希望消耗最少的原材料、最少的人力，创作出数量最多、品位极高的艺术作品，并奉献给人类。这就要求艺术作品小型化。艺术作品的小型化必须依赖于科技的飞速发展，其特征是作品越做越小，而技术含量越来越高。

以塑像/雕塑为例。在古代，为了某种精神上的需要，塑像通常被做成和我们身边物件相当的尺寸，如南京明孝陵神道两旁的武士石像，高约3米；再如陕西乾陵武则天无字碑前的参拜石像，高度和普通人相当。当然，在统治者有组织的情况下，有的塑像也会做得极其高大，如乐山大佛。乐山大佛始凿于唐开元元年(公元713年)，高71米。实际上，不管是制作乐山大佛也好，明孝陵、乾陵上的石像也好，都是些极其劳民伤财的事情。



明孝陵神道石像（左）与乐山大佛（右）

近几年，英国微雕大师威拉德，将雕塑小型化发展得淋漓尽致。借助显微镜，他已经在针尖、针眼，甚至蚊子的吸血管上雕刻出了多个显微镜才能看得清的作品。这些雕刻作品中，有一件被命名为《亨利八世和他的六个老婆》。右图是亨利八世和他的6个老婆，共7个人物的雕像，雕像的身高个个为1毫米左右。7个雕像，一股脑儿被威拉德放入一普通缝衣针的针眼，但针眼的空间仍显得绰绰有余。

威拉德的雕塑还是太大了！2007年，两位来自意大利的纳米艺术家Scali 和Goode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为“光刻”的技术，自由女神的身高仅为0.5毫米左右。



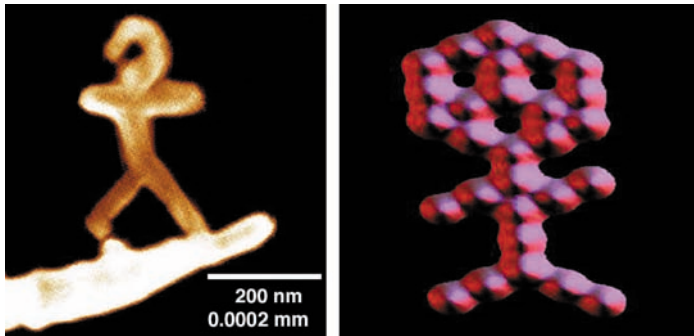
《亨利八世和他的六个老婆》

比上述《自由女神像》还小的人物雕塑来自美国伯明翰大学纳米研究实验室。这是一个真正意义上的“纳米人”（1纳米 = 10^{-9} 米 = 10^{-6} 毫米 = 10^{-3} 微米），身高只有0.0004毫米，即400纳米左右，和病毒的尺寸相当。为制作该《纳米人》，科学家们采用了一种被称作“聚焦电子束沉积”的加工方法，加工精度高达10纳米。



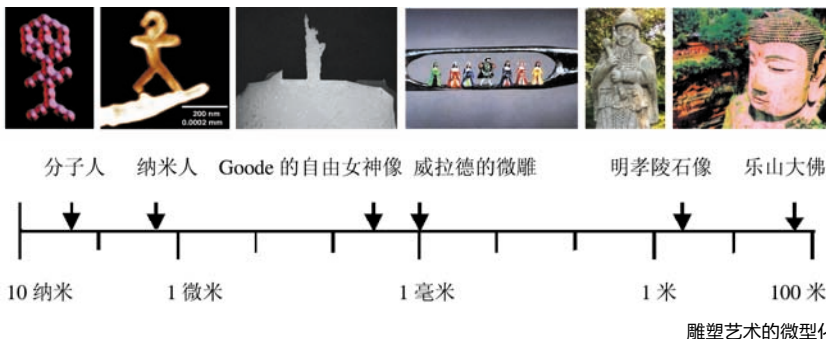
《自由女神像》电子显微镜照片

尽管如此，伯明翰大学的《纳米人》还不是最小的，目前世界上最小的雕像（可视作浮雕）来自美国IBM公司的科学家。这是一个《分子人》，塑像共由28个一氧化碳分子组成；是科学家采用一种被称作“扫描隧道显微镜”的设备，搬动一氧化碳分子，一个个在金表面拼成的。该《分子人》的高度仅为几十纳米。



《纳米人》（左）与《分子人》（右）

最后，按照尺寸的大小，汇总一下上述雕塑。乐山大佛：71米；明孝陵神道石像：3米；威拉德的微雕：1毫米；Scali 与 Goode的自由女神雕塑：0.5毫米；伯明翰大学的纳米人：400纳米；IBM公司的分子人：几十纳米。其中，乐山大佛的高度为分子人高度的十亿倍。



1.2 纳米科技与纳米艺术

1. 什么是纳米科技

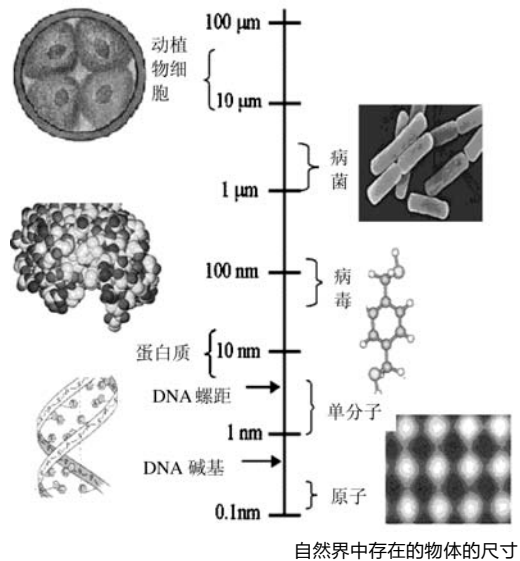
1纳米为 10^{-9} 米，符号为nm (nanometer)。它在长度单位中所处的位置见下表。在自然界中，许多东西的尺寸都属于纳米尺度（1~100纳米），比如，病毒、生物体内的蛋白质分子、DNA分子以及单分子等。事实上，纳米尺度的粒子早就存在。像中国古代的徽墨粒子，出土铜镜涂层中的粒子，已在轮胎中使用了100年用作增强剂的炭黑颗粒等。疫苗(它常含有一种或多种纳米尺度的蛋白质)也很有可能挤身于纳米之列。

纳米在长度单位中所处的位置

单位	缩写或符号	与主单位的比	
米	m	主单位	1
分米	dm	1/10	10^{-1}
厘米	cm	1/100	10^{-2}
毫米	mm	1/1000	10^{-3}
丝米	dmm	1/10 000	10^{-4}
忽米	cmm	1/100 000	10^{-5}
微米	μm	1/1 000 000	10^{-6}
纳米	nm	1/1 000 000 000	10^{-9}
埃	\AA	1/10 000 000 000	10^{-10}

纳米科技是指在纳米尺度上研究物质(包括原子、分子的操纵)的特性和相互作用，以及利用这些特性的多学科交叉的科学技术。当物质小到纳米尺度时，其量子效应、物质的局域性、巨大的表面及界面效应使物质的很多性能发生质变，呈现出许多既不同于宏观物体，也不同于单个孤立原子的奇异现象。纳米科技的最终目标是直接以原子、分子及物质在纳米尺度上表现出来的新颖的物理、化学和生物学特性制造出具有特定功能的产品。

微米到纳米—生物的/化学的/原子的尺度



2. 什么是纳米艺术

艺术，是为了满足人们情感需求而创造出的一种文化现象，也是日常生活中游戏娱乐的特殊方式，更是人们进行情感交流的重要手段，属于文化范畴。艺术文化的本质就是用图像、语言创造出虚拟的现实生活。在娱乐层面上，艺术与普通的游戏具有同等重要价值，但艺术与游戏在文化形态上却存在本质差异。更有甚者，有人认为，一切创造美的活动，均为艺术。最优美的艺术形式包括绘画，音乐，舞蹈，电影等。

科技往往侧重于理性，而艺术更侧重于感性。对于近年来出现的纳米艺术，目前尚没有公认的定义。这里，我们将纳米艺术定义为“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”。作为一件纳米艺术作品，它应具备以下几个特征：

- (1) 纳米艺术作品所反映的事物尺度很小，为纳米量级。这里值得一提的是，有些所谓的“纳米画”或“纳米雕塑”，尽管整体尺度为微米量级，但局部细节的分辨率为纳米尺寸，这样的作品也应该归结为纳米艺术的范畴。
- (2) 纳米艺术作品的制作或表象过程中真正应用到了纳米技术。这里，纳米作品的制作技术主要包括纳米光刻技术、纳米压印工艺、纳米打印技术、扫描探针显微镜（简称SPM）技术、DNA相关技术、化学气相沉积（简称CVD）诱导生长技术、自组装技术、外延生长技术、光镊技术、计算机辅助模拟/设计技术等，这些技术都有可能创作出优秀的纳米画、纳米雕塑或纳米视频短片，甚至纳米音频作品（音乐）。另外，纳米画或纳米雕塑等作品要以图像的形式呈现给人们，则又往往要依赖于电子显微镜、扫描探针显微镜等纳米成像技术。显然，用添加了纳米颗粒的所谓“纳米颜料”，或者在纳米制品上绘制的艺术作品不属于纳米艺术的范畴，尽管它可能属于艺术品。
- (3) 纳米艺术作品要给人以“美”的感受。即纳米作品要符合传统艺术品“美”的评判标准。事实上，大多数的电子显微镜金相照片、微观科普照片并不美，不属于纳米艺术作品。

最后，需要声明的是，目前纳米艺术尚处于起步阶段。因此，对于本书中出现的一些所谓的“纳米艺术品”，读者也不必以过高的“艺术”眼光，求全责备。因为，今天的丑小鸭也许就是明天美丽的白天鹅。



名画《命运女神与乞丐》