

材料实验

MATERIALS EXPERIMENTS

邬烈炎 主编

艺术设计课题实验教学丛书

袁维忠 编著

江苏美术出版社



5



图书在版编目 (CIP) 数据

材料实验 / 袁维忠编著. —南京: 江苏美术出版社,
2004.12

(艺术设计实验课题教学丛书)

ISBN 7-5344-1784-8

I. 材... II. 袁... III. 材料科学—基本知识
IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 066437 号

版面设计 袁维忠
责任校对 刁海裕
责任审读 钱兴奇
责任监印 吴云芳

艺术设计实验课题教学丛书
——材料实验

出版发行 / 江苏美术出版社 (南京中央路 165 号 邮编 210009)

集团地址 / 江苏出版集团 (南京中央路 165 号 邮编 210009)

集团网址 / 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 / 江苏省新华书店

制 版 / 南京新华丰制版有限公司

印 刷 / 扬州鑫华印刷有限公司

开 本 / 889 × 1194 1/16

印 张 / 6.25

版 次 / 2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

印 数 / 1-3 500 册

标准书号 / ISBN 7-5344-1784-8/J · 1720

定 价 / 38.00 元

出品人 / 高 云

营销部 / 南京市中央路 165 号 13 楼

电话 / 83245159

83248515

邮编 / 210009

课题 1 材料词典 05
用科学的视觉来认识材料问题

课题 2 材料实验 28
关于材料的加工技术与材料的性能研究

课题 3 坐得优美的设计 40
材料与设计中的形式及功能因素

课题 4 玩具的故事 58
材料科学与设计哲学

课题 5 火星上的机器人 61
工程材料与材料工程

艺术设计课题实验教学丛书 邬烈炎 主编
袁维忠 编著

江苏美术出版社

材料实验

课题 6 适者生存的游戏 66
关于自然与材料的研究

课题 7 有意味的穿戴质料 72
人体工学与材料艺术

课题 8 与光线有关的设计 76
材料与光学现象的研究

课题 9 戏曲“架子” 79
居“物”思危的一次实践

课题 10 和生活无关 84
无用的“东西”被材料演绎

课题 11 营造 90
设计材料与形式游戏

序

关于课题·实验的说明

对任何一门艺术设计课程而言,都存在着两类形态不同的知识内容,即概念原理性的知识与实践过程性的知识。概念原理性知识表达某种研究经验与探索结果,而所谓实践过程性知识,则表达课程内容的探索过程和实施方法,两类知识相互依存,并相互转换。因为任何概念的原理性知识,不论表述与描绘得多么完备,它总是表现为一种过程性、开放性、实验性的存在,是可供操作的,甚至是某种需进一步检验的假设,或需求证的猜想。

教育学家阿普尔(M. W. Apple)称那种排除了过程、排除了事件冲突的课程内容为“非事件”课程。学生在课程知识中如果只接触到那些既成的理性经验——多是一些看似确定无疑的、不存在任何对立和冲突的“客观真理”,并形成对这些概念及原理的确定无疑的态度,那么,这样的教学内容就不可能对能力的培养与创造性思维的发展起到积极的作用。

课题作为课程及教学实施的主要方式,居于课程的核心地位,没有课题,课程就没有了用以传达信息、表达意义、说明价值的媒介。将课程内容的原理、规则、方法等知识要素转化为可操作的课题,设计成可实施的作业,是课程形态得以呈现的本体方式,是课程内容进一步得以深化的表现形式,也是课程优化的具体途径。在课题中,融合了“教什么”和“怎么教”两个问题。显然,一组课题可以成为课程要旨的聚焦点,所有知识内容方面的课程诉求都被解析为课题中的目标、要求、方法、程序、体裁、技能与效果等,都融入了每一个具体要求与展开细节。

课题问题最终将体现为对作业的设计。从这一视角看,它与理工科专业的实验设计十分相似,即以怎样的作业方式来实现某一学科知识的阐释与意义的确定性。这种课程的可操作性设计,是整个艺术设计教育活动中最具挑战性与趣味性的技术游戏。自包豪斯以来的国外艺术设计课程的发展经验表明,大量的、优秀的课题设计是教学取得成功效果的关键原因之一,正是一系列充满智慧光芒的课题,大大地从内部充实了专业课程。这些课题设计,是理性与感性的精妙融合,在严谨中透射出自由意蕴,它所揭示的是学习内容与范畴、方式与方法、对象与结果的一系列变革,从而形成“学习的革命”。

与此形成强烈对照的是,无设计意识的、贫乏单调而长期重复的课题,已成为中国艺术设计课程的痼疾之一。那些无设计的课题设计已使课程形态严重变形,实际上是架空了课程,并使许多国外引进的课程由于缺乏课题的变化能力和发展能力而显得僵化。实际上,教师在课程中无论有或没有课题的设计意识,都是在以有设计或无设计的课题形式进行课程实施。

课题有多种存在形式:

形式之一,课题可以体现为横跨多门课程的,在一段时期内的某种专业方向、主题旨与综合性内容,它反映了学科与专业的制度、风格、特点。

形式之二,课题可以反映为课程范畴之内的某个专题内容,由一组相关性作业构成,它是训练方式、方法、资源、内容、程序关系的体现。

形式之三,课题可以是一个单独的作业方式及内容,它直接说明了训练的具体题材、来源、素材、手法、技法等。

课题在课程的实施中也表现为多种方式:它可以是由教师提出的限定性的多种具体条件;也可以是由教师设计出主题、性质、方式等要素后,由学生再次进行题材选择、方法选择、媒介选择等作业设计,并进行作业的完成。

“艺术设计课题实验教学丛书”,并非某一门类具体课程的教材,它不求作为教材的所谓系统性与完整性;并非一门通常概念中的课程,而是以自身课题的方式与内容,建构起具有交叉性的可操作知识模块;也不是一份完整的教学大纲,而是着眼于课题本体的作业功能,在自由的结构中呈现学习与研究的价值,而不受程序、进度、课时的限制。丛书以一系列主题作为构成单位,而每本书也以一系列的相关性课题作为发展线索。丛书直接以第一手的课题呈现在学习者、教学者的面前,以真实可感的实验展开,探索艺术设计的思维、语言、逻辑、形式。它追寻着如下的目标,并企望将这些目标的实现视为丛书的特点,即实验性、操作性、过程性、趣味性、示范性、交叉性等。

实验性:作为一种积极的实验,它强化了课题意识,在吸收国外课程理念、课程内容的基础上,探索课题设计方法的课程学理与多维视角,尤其是讲究课题资源、方式的多元性,课题切入点的独特视角,课题的理性色彩与趣味感的互动,作业组合多媒介丰富性的融合。

操作性:丛书将课程课题化,具有实践意义的实施性。它将一般学科知识与设计要素、技术理论赋予实践方法,转化为可操作的具体而真实的作业。

过程性:力求反映设计教学的展开性,体现从知识转化为方法与具体效果的进程,体现习作生成、发展、深化的演绎过程,并以这种可感的程序反映教学的真实状态。

趣味性:课题设计在开阔的视域中具有独特的切入点,又对课题的资源、形式、方法、程序、媒介、技法等方面进行设计,以构成能够激发学习者学习热情的趣味性,以启迪学习者在一种积极的、发散式的思维状态中愉悦地展开作业,在一种普遍的近似游戏性的动作中完成作业,以摆脱那种单纯依靠技术经验积累的训练模式。

示范性:为学习者尤其是专业高等院校学生,提供直观的学习方法与过程示范,为学习者提供具体信息,也为教学者提供具有启示性的教学参照。

交叉性:就课题的学科位置而言,丛书内容既具有一定的基础课题的性质,又具有某种专业设计课程的特点,将创意训练与形式训练有机地融合起来。就课题的专业方向而言,丛书内容并不明确体现某一专业的倾向,而更多地反映了艺术设计作为专业整体的共同要素与问题。

课题设计的线索、启示与方法,应是多元、多维、多样化的。为了消化一个知识点,可从多方面的客观对象、主观意象、艺术作品、形式语言中受到启发,从相近学科及各种层次、类型教育的课程课题设计中得到借鉴。更应该从本体因素中,发现具有本体意义的课题生成方式。如分解——要素提取方法、综合——横向选择方法、趣味——形式游戏方法、理性——逻辑构成方法、发散——多元展开方法、聚合——交叉融合方法等。

课题的资源是多方面的。它可能是某种理念与一组具有实验性的概念,可能是一些词汇,或者是一种方法,也有可能是一个特定的主题及题材,还可能是一门课程内容的分支、迁延与变体,或者是某种经典课题的戏剧性的演绎、游戏性的误导等。

课题完成的手法是多样化的。同一个课题,可以以不同的手法完成,如观察、速写、文本、摄影、色彩、综合材料制作、阅读、文献与图式资料收集分析鉴赏等等。同时,一个课题又可有以某种手法为主的侧重。显然,它并不注重那种刻意修饰的追求表面“完整性”的作业方式与效果,有意忽略因制作“完美”而带来的欣赏性,它强调的是将课题习作视为一种视觉笔记,成为一种分析形式感觉的记录。课题的完成,还主张学习者自己选择完成作业的样式与相应的手段。

这些课题提供了“开放性视域”的实验,通过课题的展开,学习者将学习如何辨别各种形式要素,掌握一种能从普遍和平常的事物中发现各种不同的特殊的视觉现象的能力,培养一种深层的视觉经验,提高把握形式要素或整体——玩弄形式的的能力。

课题中展开了不同表现方法的训练,强调这些方法是作为深化视觉体验的表达方式,认为观察、认识、分析能力决定表现的能力。教授技法的目的之一,是给予学习者对使用媒介的信心,要求学习者对不同的媒介都进行各种不同的实验以获得对各种可能表达方式的,通过各种联系,形成脑、眼、手之间的配合的平衡框架,掌握视觉表现的策略与方法。

课题的设计要求通过练习形成学生的视觉图式思维能力,它避免为学习者准备一套固定的和现成的视觉公式和表达方式,相反要求学生在观察发现的过程中获得自己的视觉语言。它们将通过对一些基本的形式要素、视觉形象和表现策略的研究,从而达到对视觉语言形式的理解。练习的最终目的是能够在设计过程中自觉运用这些视觉语言。

“艺术设计课题实验教学丛书”即是上述课题理念的具体实践,它反映了南京艺术学院设计学院进行这种课题设计与教学实验的真实状态。

邬烈炎

南京艺术学院设计学院教授
美术学博士
80616951931

引言

关于材料设计课程

设计是科学与艺术的一种表现形式,对材料与物质的认识将会帮助学生比较顺利地达到设计的目的。

人们往往通过对科学原理的了解来认知世界。技术既是知识,又是技能。材料知识包括对材料的内容、概念的了解掌握,又包括对从其他学科转借过来的技能的利用。通过对材料、能源和工具的利用,来解决设计艺术学习中存在的一些具体问题。通过对科学的人工材料和自然材料知识的学习,了解相关的材料与物质信息,运用相关的工艺技术设计、改造、发明一些装置、结构、形式。

材料设计是通过探索、实验、观察、测量、加工成型等工艺流程,综合运用科学的定理进行思维,围绕发展学生的技能进行设计的课题。其中包括技术、认知、探索、实验、方法,是一门科学性极强的艺术设计实验课程。

本着从科学和技术的本质出发,力图创新形式,发展学生进行科学研究和艺术试验的能力,将科学技术与艺术形式有机地结合在一起,在实践中实现自己的设计创意。

教师负责设计有意味的课题,通过课题满足学生的不同需要。

学生必须积极地学习材料的科学知识 with 加工工艺,锻炼自己的发散性思维和动手能力。

课程目标是通过材料课题的学习,达到对材料概念的理解,提高材料在设计艺术中运用的合理性,达到材料与功能、材料与形式的完美结合。

学生的成绩评价是评价学生是否能够安全地使用适合的工具和仪器的能力,学生对技术与艺术、科学与艺术有机结合的能力,利用材料知识,合理地设计出有意味形式的能力。

课程内容有:物质、材料、科学、功能、形式、哲学、美学、设计、技术工艺等等。

教师必须具有安全使用工具并进行安全操作的能力,必须掌握科学实验各种材料知识的能力。

学生在学习的过程中要有科学的态度和思维,努力学习新知识,提高设计艺术中使用材料的科学性。

设计教育中关于材料的介绍与研究是学好设计的首要因素,不进行实验与探索的教育是培养不出设计人才的。在课题分析的过程中必须去体验材料的各种特征,研究材料知识的特定条件,将材料作为通向设计的首要途径。

材料是一个时代文明的标志,人类文明的发展就是一个学习利用材料,利用材料进行创造、创新的过程。大家通过追求更好的材料的性质和功能来满足人的需要。

材料

材料一般解释为制作有用构件、器件或物品的物质。按组成、结构、性能和用途对其进行分类。按组成材料可分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料、复合材料;按结构可分为晶体材料、非晶体材料;按性能可划分为结构材料和功能材料;按用途可分为电子材料、建筑材料、航空航天材料、生物材料、能源材料、医学材料;按来源可分为自然材料和人工材料。材料设计课题是研究组成材料的物理、化学及力学性能,熟悉材料的用途,了解材料的特性,学会选择和使用最为合理的质料,结合形成审美趣味,在今后的设计艺术的学习与创作过程中提高我们的设计质量,从而提高我们的生活质量。

本书在写作出版过程中得到了赵蝶、何方、冯瑞和的帮助,他们为本书的排版、校对做了大量的工作,在这里我深表谢意。

袁维忠

南京艺术学院设计学院教师
艺术设计学硕士

yuan1313@elong.com

课题 1 材料词典

用科学的视觉来认识材料问题

物质

物质,独立存在于人的意识之外的客观实在。存在着的每一件事物构成了宇宙。

古希腊时期,人们就开始思考:构成宇宙的基本物质是什么?

宇宙是由许多元素构成的,已知的元素有100多种,构成这些元素的基元是原子,我们将10亿个原子一个挨一个地排列成行,长度不会超过11厘米。

那么宇宙真是由原子构成的吗?

20世纪初,科学家发现原子是由电子和原子核构成的。10万个原子核一个挨一个排成一行才相当于一个原子的大小。无论哪种原子,电子都相同。原子核则不是这样,每种原子都有自己的原子核。1932年查德威克发现原子核也有结构——由质子和中子两种粒子构成。不管是哪种原子核,其质子和中子都是一样的。当时的科学家认为宇宙是由电子、质子、中子3种基本粒子构成。科学家运用各种仪器延伸了我们的视线,如望远镜、显微镜、光谱设置仪、电子束显微镜、无线电接收装置。我们看到了肉眼看不到的存在。其实电子存在着3种变体:电子,电子中微子; μ 子, μ 子中微子; τ 子, τ 子中微子。其中电子、 μ 子、 τ 子带电,而中微子则不带电,这6种基本粒子各有自己的镜像。这样就共同构成了12种电子型的粒子(被称为“轻子”)。

宇宙的质量的99.95%是中子和质子。20世纪60年代,科学家假定存在着新的粒子,是它们构成了重粒子,这些新粒子被称为“夸克”。

科学家推测,质子和中子都是由3个夸克构成,比电子重,而比中子和质子轻的“介子”由两个夸克组成。变化无穷的宇宙由12种不同的轻子与12种不同的夸克构成。自然界中的粒子不是轻子、夸克,就是轻子与夸克的合成体“玻色子”。

自由夸克只能在中子星的核心部分,或者宇宙大爆炸的瞬间存在。因而物质还存在着“反物质”,在宇宙中我们很难观察到反物质的存在,但在实验室中可以制造出来,反物质由6种不同

的“反轻子”组成。有12种轻子,就有12种反轻子。夸克有6种变体,“顶夸克”比最轻上夸克下夸克重8000倍,对应的每种夸克存在着“反夸克”。

24种轻子反轻子、夸克反夸克和13种玻色子,一共37种基本粒子,共同构成了宇宙物质。

宇宙有它自身的历史,在浩瀚的宇宙中星星在渐渐地形成,发展,散射能量并改变着自身的体积和形状。宇宙在不断延伸,扩张,也许你现在见到的星星并不是它们现在的样子,而是在许多光年之前它们的样子。

我们仰望苍穹——宇宙

具体表现为描述物质与辐射运动的两大基本理论:相对论和量子力学。

爱因斯坦的广义相对论是关于大空间范围内引力的理论。

海森堡的量子力学是小规模内原子与分子的理论。

大多数情形,要么用量子力学,要么用广义相对论,不会同时需要它们。然而在某些极端条件下,事物质量大而且尺度小,像在黑洞的中心,在大爆炸时刻的宇宙,为了得到正确的认识,我们要量子力学,也要广义相对论。

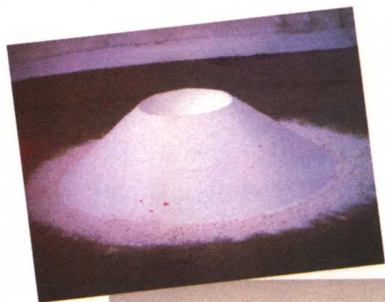
古代埃及人认为,太阳神“若”创造了他自己,又和他的影子结合,生出一对双胞胎“舒”和“泰夫纳”,“舒”是空气之神,“泰夫纳”是掌管雨的女神,他们两人结合,生出一对孪生子:大地之神“该伯”,天空女神“娜特”。“该伯”和“娜特”也结合在一起。可是这一结合使得他们的祖父“若”非常恼怒,“若”命令“舒”拆散“该伯”和“娜特”,并让“舒”将“娜特”高高悬于大地之上,因此,“娜特”就成了天空女神。她的腹部被她的孩子——星星点缀着,她的身躯就成了我们看到的苍穹。

希腊的泰勒斯认为地球是漂浮于水上的扁平的圆盘,太阳、月亮和星星就是处于白炽状态的气体,任何物体都源于水。

印度数学家安那萨哥拉认为月亮通过它所吸收的太阳光来发光,太阳是一个白色的、滚烫的石头,而不是神。

德谟克利特认为原子是不可分的,它们形态大小各异,可是太小,我们无法看到。

亚里士多德认为宇宙永远存在。地球是一个球



体，静止于宇宙中央。在亚里士多德看来，每一个元素都有它自己的位置。

中国学者葛洪认为宇宙是空心的、巨大的，并且是无限的。

哥白尼将地球从宇宙的中心移置出来，推翻了地球中心论。

1572年，天文学家泰克·布瑞克发现了新星，对天空的不可改变性提出了质疑。他的助手约翰尼斯·凯普勒经过艰难的研究计算之后认为火星和其他行星在椭圆形的轨道上变速运行，向现代天文学迈进了一大步。

伽利略首次将望远镜指向了恒星，他发现了环绕在木星周围的卫星，月亮上的丘陵，太阳黑子和金星的相位。这一发现有力地证实了金星的轨道是以太阳为中心的，而不是地球。

18世纪，随着工业革命的爆发，玻璃制造与金属制造都得到了很大的改进。威廉·赫歇尔建造了更为庞大、更为强有力的天文望远镜。

19世纪，天文学继续发展着，直到20世纪早期，天文学家才清楚，太阳原来只是银河系里普通恒星中的一颗。

第一次世界大战之后，一个有着2.5米的镜子的望远镜被安置在加利福尼亚的威尔逊山上，它可以聚拢物体发出的微弱的光。哈洛·夏普利利用这个望远镜绘制出了银河系地图。

银河系中央的突起部分像一只煎蛋的蛋黄，从蛋黄的一端到另一端就需要32000光年，鸡蛋周边白色的环绕带被称作圆盘，圆盘大约有130000光年宽，2000光年厚。太阳正是位于这一圆盘上，它距离“蛋黄”的核心大约26000光年，银河系中的星星似乎围绕着银河系的中心在旋转，太阳旋转一周大约需要25亿光年。

星星之间是薄薄的一层物质——气体和灰尘。大多数为氢，在银河系的这一部分中，每一升气体和灰尘中有1到 10^8 个氢原子（一升水中大约有

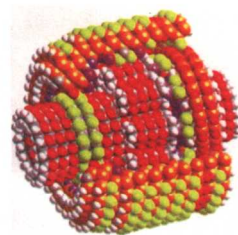
有 10^{26} 个氢原子）。

20世纪20年代，哈勃发现宇宙是不断扩张的。

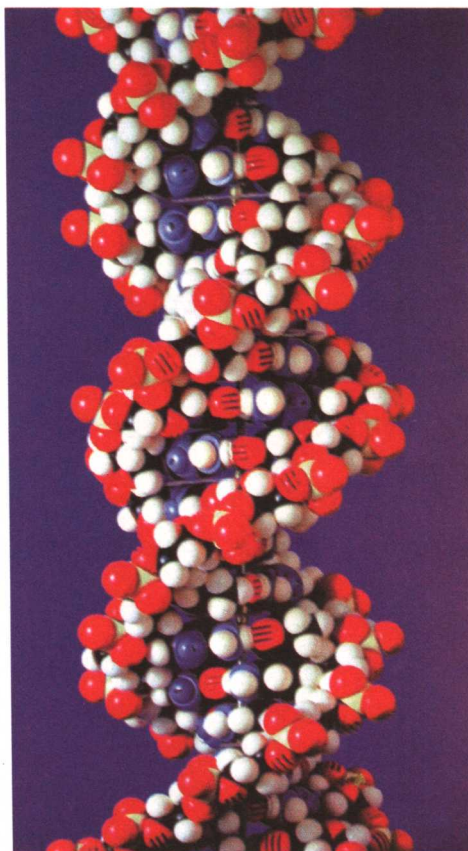
$V = Hr$ 是哈勃的公式， V 是后退的速度， r 是与另一星系的距离， H 是被称作哈勃的常数。

当代物理学没有对延伸如何开始做出任何解释。弗里德曼宇宙模型后来对宇宙作为一个独立的整体在何处开始扩张做了解释，当然还没有证据证实这一模型是否反映了宇宙的真实情况。

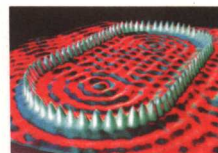
宇宙起源问题，我们没有任何的材料证据，也没



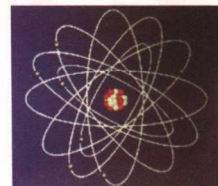
分子马达模型



DNA 双螺旋结构



原子运动场



原子结构示意图

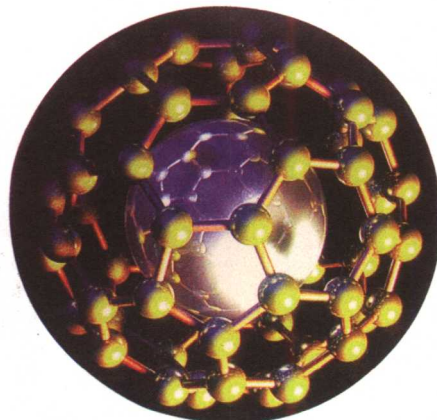
有任何理论可以对这个问题进行解释和研究，现代宇宙学起源于假说。其中，雷内·笛卡儿的“自然规律”说对现代假设影响颇深，宇宙的其他部分也是由构成地球的原子构成的。适用于地球的自然规律同样适用于宇宙的其他部分，过去的规律和今天的规律是一样的，相关的规律具体表现为描述物质与辐射运动的两大基本理论——相对论和量子力学。

能量是被保存着的，能量也许可以从一种形式转化成另一种形式。根据爱因斯坦的公式 $E=mc^2$ ，能量由一种形式转变成另一种形式时，质量会变成能量，反之亦然。

1997年4月，美国海军研究实验室、西北大学、



红宝石



巴基球分子



水晶

加州大学、伯克利分校等五个著名研究机构的天文学家宣布,发现银河系附近约3500光年处有一反物质源形成了“高”达2940光年的“喷泉”。

地球——世界

20世纪初,物理学家首次用岩石的放射性成分进行确定地球岩石年代的尝试,获得成功。用现代科学方法对古老岩石进行测定,人们得知地球已经存在46亿年。

人类在思考星空的同时,也在思考地底是什么样的世界。在中国古老的传说中,地狱由阎王带领一帮小鬼统治着;希腊神话中,地狱由冥王普路托掌管。

人们发现,矿井越往下,温度就越高,大约每深33米,温度就升高1℃。这样算起来,地心的温度有20万℃。18世纪英国的物理学家卡文迪许,花了大量的时间,计算出了地球物质的平均密度:每平方厘米5.52克。地球的重量是597600亿亿吨。地球外层地壳的密度是每平方厘米2.67克,只有地球平均密度的一半。地球深处有很多放射性物质,它们在自身的变化过程中会产生出热量,经过亿万年的积累,聚集了巨大的热量,这种热量能熔化岩石,并把岩浆推出地球的外表来。

地壳深部蕴藏着十分丰富的矿产资源,据科学家计算推测,地球上99%的黄金在深深的地核中,地核中主要成分是铁、镍。地核的黄金含量是地壳的600多倍。

材料类型

材料是人类一切生产和生活水平提高的物质基础,是人类进步的里程碑。

人类最早选择的材料是草、木、藤、石、皮毛这些自然材料。现在能够得到的证据是旧石器时期人类使用过的材料物质。到了新石器时期,人类开始对这些自然材料进行有目的的加工,使得材料具有了承载人性的文化特征。可以这么说,整个人类史就是一部材料史,一部材料史就是人类的文明史、设计史。根据考古发掘证明,人类出现在地球上大约是在300万年前,在此后的270万至280万年的漫长岁月中,尚处在猿人阶段的人类就发明创造了一些石质的生产和生活用具。这些石器虽然粗糙,但是包含了人类工艺文化的最初形式和内容。20万至30万年前人类进入智人阶段后,原始石工艺不断发展,作品的种类越来越多,石刀、石斧等大量出现。陶器的生产标志着人类历史上旧石器时代的结束,新石器时代的到来。陶的发明是人类文明史上

的里程碑,是人类主动改造自然的象征。它令人类告别了仅以利用自然材料进行设计的活动,进入使用经过加工的新材质进行设计的历史。人类开始巧妙地利用水、土、火这三项自然元素,按照自己的设想来创造性地设计我们的物质生活和精神生活了,人类的造物活动都是和新材料的出现、新工艺形式与新技术的产生息息相关的。1986年,我国开始组织实施国家高技术研究发展计划(“863”计划),新材料是七个优先发展的领域之一。“863”计划的实施,为我国新材料的研究和发展起到了导向和推动作用,使我国



丰岛隆三

的新材料的研究水平有了很大的提高。新材料有几个主要的研究热点,如信息材料、复合材料、新能源材料、生物医用材料、智能材料与智能系统、生态环境材料和材料设计、纳米材料、金属材料、精密陶瓷材料、高分子材料。随着研究工作的深入和先进制备技术的应用,新材料在不断出现,传统材料的性能也在不断地得到提高。纳米科学技术的发展为新材料的发展开拓了一条全新的途径。当代新材料领域的新概念、新理论、新技术和正在实施的新技术领域,正在转化为成果。

材料设计是阐述材料设计发展概况,材料设计的主要途径,对材料与艺术、材料与科学、材料与功能学、材料与环境、材料与形式的课题解读文本与实验,是高等艺术院校进行材料艺术教学的文案和图录。

材料研究主要有以下内容:

生态环境类,主要是以生态环境与可持续发展的关系为基础,协调新材料的自解问题为材料的功能。现有金属类生态环境材料、无机非金属类以及高分子类生态环境材料和生物环境材料。

智能材料类,主要是研究材料智能化,如仿生构思、智能材料中的光纤传感系统、形状记忆合金、压电/铁电材料、无机非金属材料、电磁流变液、超磁致伸缩材料与智能高分子材料及智能结构。

纳米材料,包括准零维纳米颗粒材料和纳米粉末材料、准一维纳米材料、准二维纳米材料、块体材料。根据基本结构单元,性能分类有纳米金属材料、纳米磁性材料、纳米陶瓷材料、纳米复合材料、敏感和医用材料、介孔固体和有序介孔固体。

新型复合材料,包括仿生复合材料、纳米复合材料、功能复合材料。设计、制备方法、复合技术、原位复合、自蔓延技术、梯度复合。

科学的材料设计和艺术的材料设计

科学的材料设计

科学的材料设计是指通过理论与计算预报新材料的组合、结构与性能,或者说,通过理论设计来“订做”具有特定性能的新材料。今天,由于凝聚态物理学、量子化学等相关基础学科的深入发展,以及计算机能力的空前提高,使得材料

研制过程中理论和计算的作用越来越大,直至变得不可缺少。熊家炯、朱嘉麟在《材料设计综述》中讲:“关于材料设计,或者设计材料这类研究,迄今在国际上还没有统一的流行术语或提法。”日本学者1985年提出了“材料设计学”一词,俄国学者把材料设计包括在“材料学”中,美国学者在《90年代材料科学与工程》报告中称这类工作为材料“计算机分析与模型化”。我国在“863”材料领域设立了材料微观结构设计性与性能预测。

按照研究对象的空间尺度,材料设计可分微观设计层次,空间尺度大约在1纳米量级,是原子、电子层次,连续模型层次的典型尺度大约在1微米量级,这时的材料被看成是连续介质,不考虑其中单个原子、分子的行为;工程设计层次,尺度对应于宏观材料,涉及的是大概概念的材料的加工和使用性能的设计研究,是本课题研究与实验的重点,而不是研究材料的微观设计。

作为对材料基础知识的普及,在理论课上我就科学的、微观的、实验的、数据的、原理的、动态的材料知识进行展望。微观的材料设计是运用分子设计学方法对非线性光学晶体进行虚拟。比如聚合物材料的模拟设计研究分以下几个步骤:①计算机模拟。②分子力场理论。③晶

体结构的模拟。④力学性质的模拟。⑤导电研究。⑥发光研究。

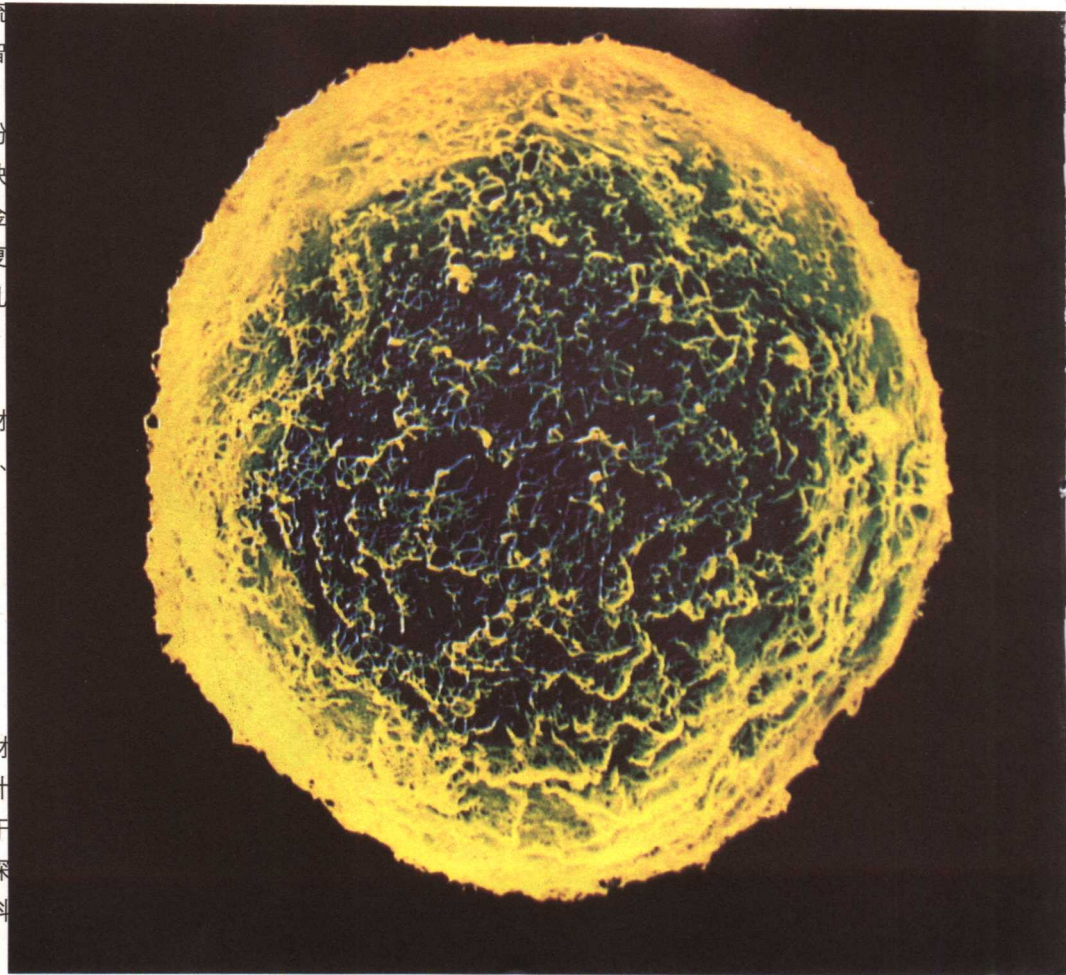
设计艺术领域的材料研究,分析的是材料外在的美感,以及在设计加工过程中的材料自身的技术因素。所以艺术的材料设计主要研究以下几个方面:①材料的质感。②材料的物理、化学性能。③材料的触觉感受。④材料的运用原理。⑤材料的比强度、拉强度、延展度、倔强度。⑥材料与功能因素。⑦材料的形式分析。

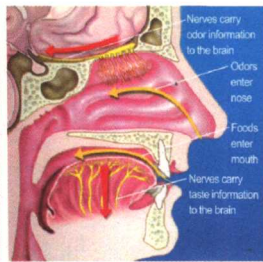
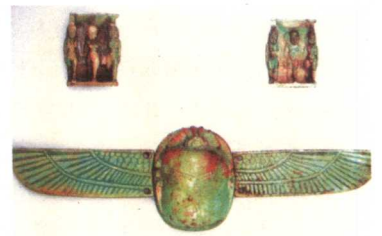
新材料

1. 从透明的不清晰到不清晰的透明——玻璃之梦的实现

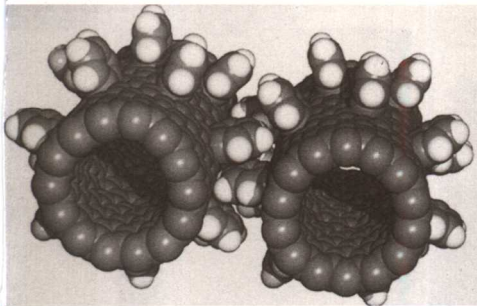
商务印书馆出版过英国艾伦·麦克法兰、格里·马丁的《玻璃的世界》,这是第一部全面描写玻璃的发展和影响的著作。正如内容简介里介绍的一样,两位作者不仅追溯了玻璃的技术史,而且揭示了玻璃对西方文化万象所产生的不容忽视的影响。如有了玻璃窗,寒冷的北欧才适于居住和文明化。没有玻璃,我们不易了解星体的运动,更难了解微生物的奥秘。画家作画不会有透视技术;船舶航行,不会有精确的导航;也不会产生飞机、汽车、电脑、照相机,甚至可能连电

丰岛隆三

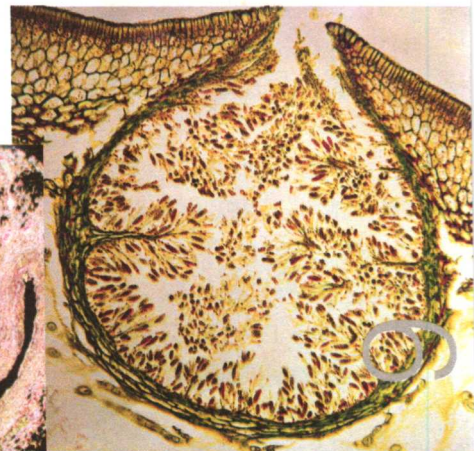
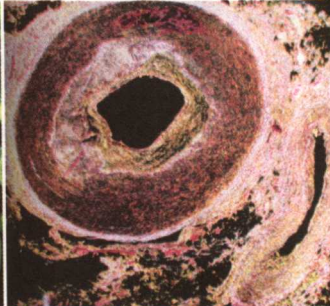
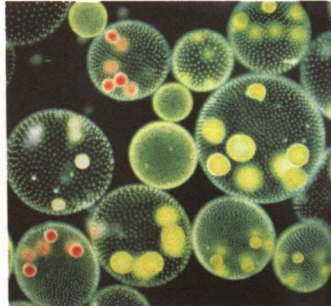




感觉接受器示意图



分子齿轮



显微镜下的镜像

都不会出现，由此可见玻璃材料对这个世界的影
响是非常大的。有一位研究玻璃的专家说：
“假如没有玻璃，人类将是瞎子！”是的，灯泡、
镜子、仪表，什么都离不开玻璃。

随着科学技术的发展，各式各样的新型玻璃开
始出现，成为高技术领域中的重要材料。

新型感光玻璃：光学和玻璃材料是不可分的。
光色玻璃，光线通过玻璃时，该玻璃能在不同的
色光照射下改变颜色，如果停止照射，它能恢复
到原来的颜色。光色玻璃的优点是：耐磨、耐高
温、耐化学腐蚀，可以制成各式各样的形状，例
如变色眼镜、窗玻璃、护目镜。另外，有一种感
光玻璃可以印相片，色彩鲜明，层次清晰。风吹
雨淋，日晒夜露都不会产生变化。

卤素玻璃的主要成分是氟和某些金属元素，如
锆、钡、钼、镧。与普通玻璃比较，卤素玻
璃透光性能好，光在这种玻璃中的传导速度比



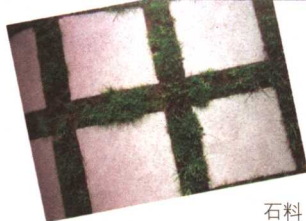
看到的物象

普通玻璃快，现多用于光纤通信系统中。

彩虹玻璃是中国科学院半导体研究所的科学家
发明的新型玻璃，只要把这种玻璃放置在光源
前，玻璃上就会出现彩色图案。这种玻璃用于布
置舞场，也可以替代霓虹灯。

钢化玻璃的抗弯能力比一般玻璃大5~7倍。钢
化玻璃的制造材料和普通玻璃没有任何区别，
只是在制造过程中，将普通玻璃板加热到接近
软化点，再将高压空气均匀地吹向玻璃表面，使
玻璃迅速冷却。运用这种技术生产的玻璃强度
比普通玻璃高许多。当然，也可以将普通玻璃浸
在特殊的熔融盐里来生产。强度高、耐热性好，
具有较高的抗热性能是钢化玻璃的优点，缺点
是一旦成型不能再裁切。在使用过程中发现，由
于其强度高、耐冲击力大，就是破碎，碎片也呈
颗粒状，不易对人造成伤害。现在它不但广泛用
于建筑的幕墙、车的窗玻璃，还能代替钢铁制造
机械零部件。

微晶玻璃是由许多微小晶体组成的,结构与陶瓷相似,也叫“玻璃陶瓷”。微晶玻璃的抗弯强度是普通玻璃的7~12倍,软化温度高达1000℃,它的膨胀系数甚至可以降为零。如果在制造的过程中加入感光物质,就可以得到光敏微晶玻璃。它是制造精密仪器、大型反射式望远镜凹镜、雷达、导弹、光学望远镜、人造卫星、航天飞机的结构材料。另外可以加工成人工骨关节、人工牙齿、计算机记忆元件、汽轮机叶片、高速切削刀具、滚动轴承,以及各种家用器皿,深受人们的喜爱。

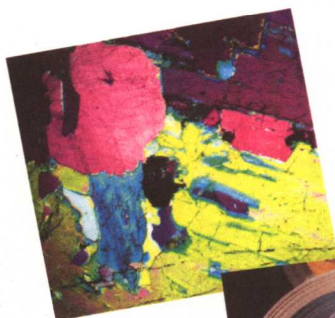


石料

玻璃微珠的加工生产以具有高折射率的氧化物为原料,加热到熔融状态,再急速冷却,粉碎后制成粒度合适的不规则颗粒,然后用等离子喷涂技术制成白色透明的球形微珠。现在这种材料可以和透明树脂制成色彩丰富的反光膜材料,被广泛用于道路标记、汽车车牌、桥梁隧道入口标志、航标、机场道路信号牌等等。



玻璃纤维有不怕火、不怕蛀、不怕腐蚀、不导电、不怕水的特点,是理想的绝缘、隔音、保温材料。它由玻璃拉成细丝,粗细只有头发的几十分之一。它是消防员首选的服装面料。在玻璃纤维织成的布表面涂上锆反射层,可以制成隔热保温、防止宇宙射线的宇航服装。

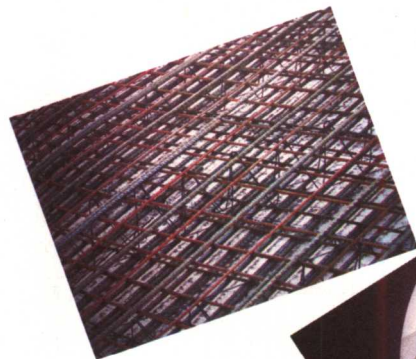


玻璃钢就是在玻璃纤维布上均匀地涂上树脂,经过层层叠置,加热压制成型。有耐腐蚀、绝缘、防火、轻便、结实的优点,强度稍比钢差,但比钢轻得多,被广泛用来制作建筑构件、家具、医用手术室设备、汽车外壳、飞机外壳等。

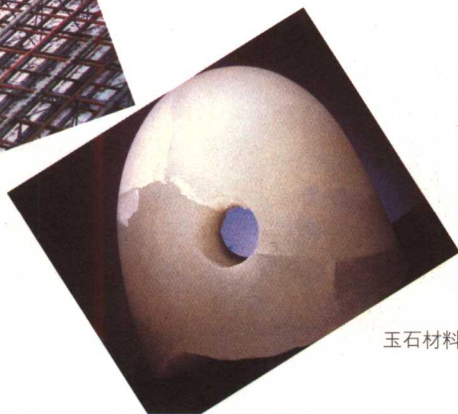
光导纤维是用高纯度的双层玻璃棒在高温下用



砖



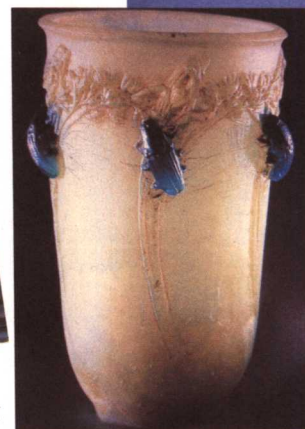
钢



玉石材料



古代非洲玻璃工艺



古代玻璃工艺



古代欧洲玻璃工艺



古代非洲玻璃工艺

机械拉伸而成，直径一般在5~10微米之间，最大直径在150微米以下，一般不会超过120微米。光纤通信有速度快、容量大、体积小、重量轻、抗干扰、耐辐射、不易被窃听的优点，是理想的通信材料。一根光导纤维可传送100亿路电话和100万路电视节目。

导电膜玻璃是在加热的普通玻璃表面热喷四氯化锡，四氯化锡在高温下会分解为锡和氧化锡，这样玻璃表面就能够导电。导电膜玻璃可以做显示材料，电子表的显示器就是由两片导电膜玻璃组成的。另外，导电膜玻璃还被用于飞机和船只驾驶窗的窗玻璃。

微孔玻璃的小孔需要借助显微镜才能分辨清楚，不但能阻挡细菌、粉尘、苍蝇、蚊子，连更小的病毒都可以阻挡。非典时期，医院如果装上这种

玻璃窗，不但可以保持空气清新，又可以防止病毒扩散。现在这种玻璃被广泛用于光学仪表、化工、医药等领域。

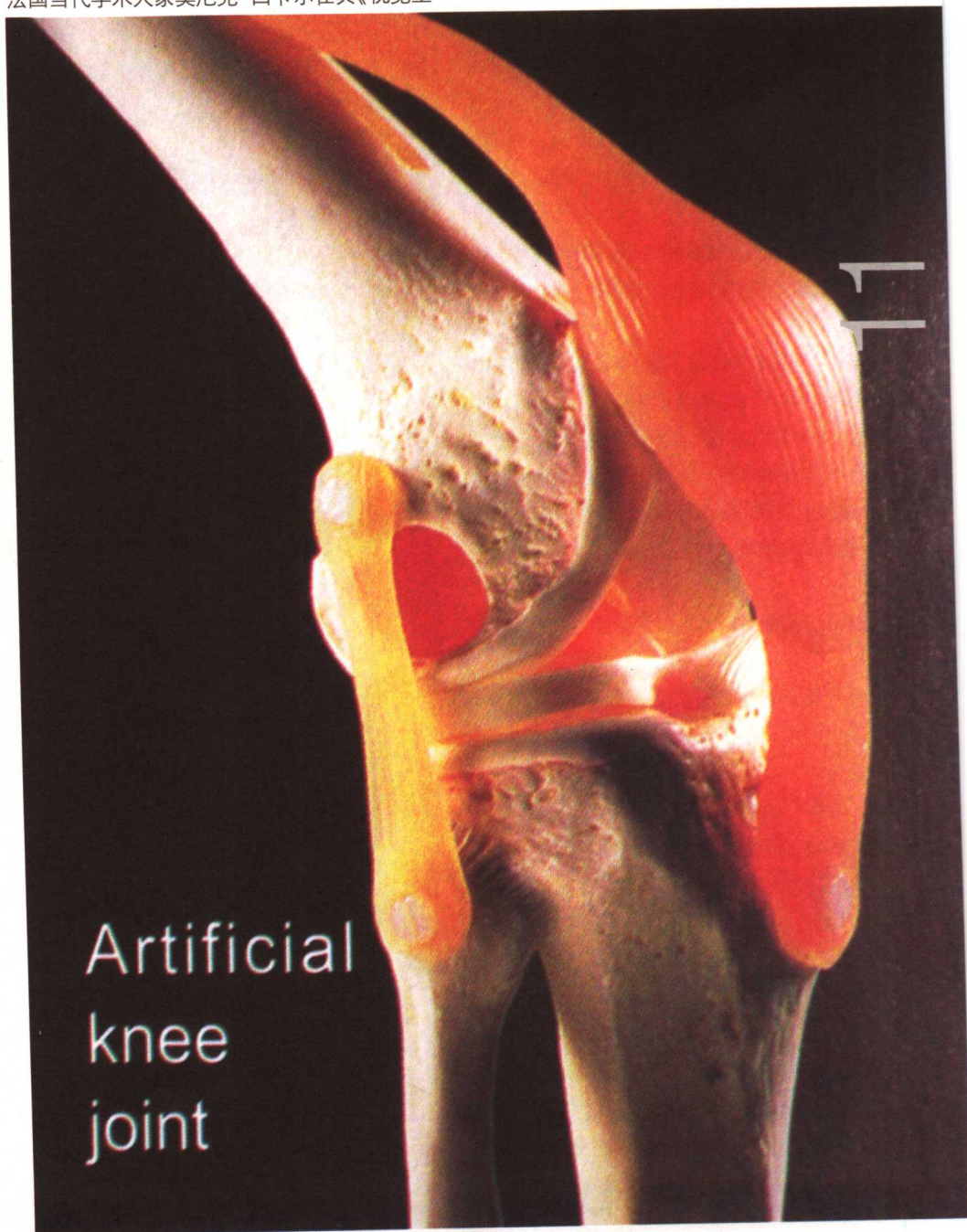
除了上面介绍的玻璃材料外，新型玻璃还在不断出现，目前有半导体玻璃纤维、玻璃管、玻璃棉、磁光玻璃、低熔玻璃、电极玻璃、镀金属玻璃纤维、防X射线玻璃、防弹玻璃、防辐射玻璃、高硅氧玻璃、高折射率低色散光学玻璃、激光玻璃、钕玻璃、泡沫玻璃、声光玻璃、石英玻璃、水晶玻璃、透红外线玻璃、透明磁性玻璃、无色吸收紫外线玻璃、荧光玻璃、玉色玻璃、紫外高透过光学玻璃。

2. 改变世界的纳米级材料

法国当代学术大家莫尼克·西卡尔在其《视觉工



古代玻璃工艺



厂》中讲,“技术改变了我们对世界的看法,图像不仅仅使我们目光敏锐,而且实实在在地制造着目光,使我们看到肉眼所看不到的现实”。思想的历史靠工具的历史变得清晰。

显微镜由17世纪英国科学家罗伯尔·霍克发明。荷兰微生物学家安托尼·冯·利文豪克是罗伯尔·霍克的同时代人,他制作的显微镜的分辨率已经达到0.2微米。

人类一直在了解、开发、利用我们周围的自然界。20世纪70年代,微米在世纪之交的信息革命中起着关键作用。纳米技术将在当代成为新工业革命的主导作用之一。

纳米科技就是人们在纳米尺度的空间内,认识自然,进行知识技术和产品创新的新科技。

1990年7月,在美国召开了第一次国际纳米科技会议,纳米材料科技包括纳米材料学、纳米电子学、纳米机械加工学、纳米生物学、纳米力学、纳米化学、纳米物理学、纳米测量学等领域。

纳米技术是指纳米材料和物质的获得技术、组合技术以及纳米材料在各个领域的应用技术。

纳米材料包括准零维纳米颗粒材料、纳米粉体材料,粉径小于100纳米。纳米管、纳米棒、纳米丝、纳米电缆为准一维纳米材料;纳米颗粒膜、纳米薄膜和纳米多层膜,属于准二维纳米材料;由纳米颗粒和纳米纤维构成的为三维体材料,通称块体材料。

2.1 世界上最小的“米”

正是由于玻璃材料给人类提供了认识事物的机会,我们可以借助于工具看到直接用肉眼看不到的现象。

微米,亚微米,纳米,目前通常把亚微米(0.1~1微米)体系有关现象的研究,特别是电运输现象的研究称为介观领域。

纳米科学技术是20世纪80年代末期崛起的新科技,它的基本涵义是在 $10^{-10} \sim 10^{-7}$ 米范围内认识和改造自然,直接地进行原子排列、分子排列,进行创新新物质。美国IBM公司首席科学家Armstrong说:“正像70年代微电子技术产生了信息革命一样,纳米科学技术将成为下一世纪信息时代的核心。”钱学森也预言:“纳米和纳米以下的结构是下一阶段科技发展的一个重点,是一

次技术革命,从而将是21世纪又一次产业革命。”1纳米只有1米的十亿分之一,我们的头发的直径一般在20~50微米之间,纳米只有1微米的千分之一,1纳米里能排三五个原子。一些病毒的大小只有几十纳米,血红蛋白分子有67纳米。我们可以进行长度的换算:1米=1000毫米,1毫米=1000微米,1微米=1000纳米。

1990年,科技人员搬动原子写下了世界上最小的字母“IBM”,总共用了35个原子。

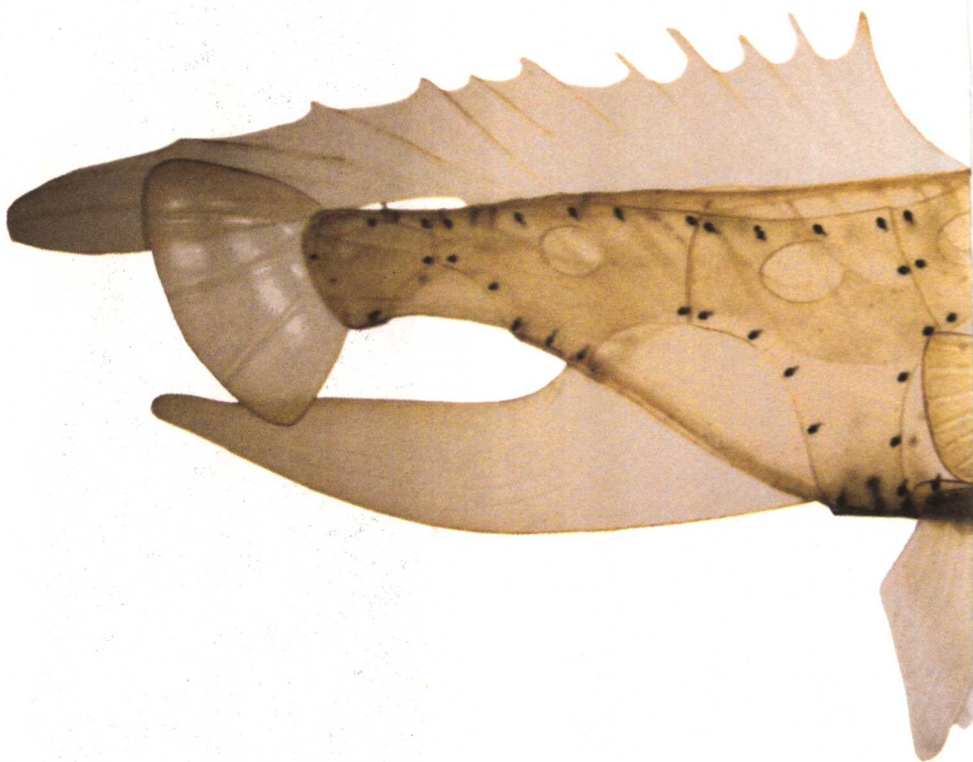
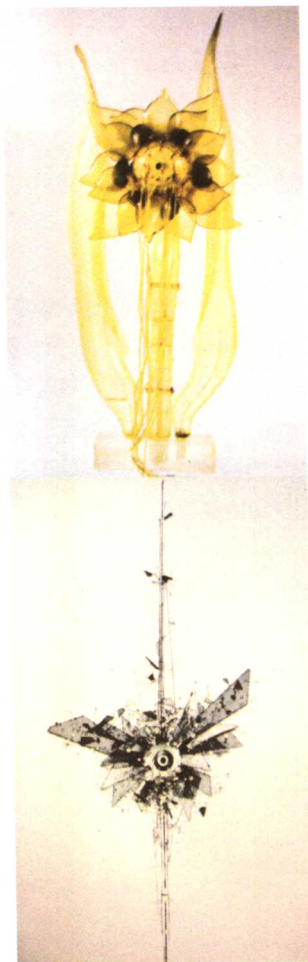
1990年,美国贝尔实验室制造出了跳蚤大小的纳米机器人。

1991年,日本发明和制作了纳米碳管,其质量是相同体积钢的六分之一,强度是钢的10倍。

1992年,日本制造出能进入人体血管进行手术的微型机器人。

1993年,中国科学院北京真空物理实验室操纵原子写出“中国”。

1994年,美国研制“麻雀”卫星、“蚊子”导弹、



“苍蝇”飞机、“蚂蚁”士兵。

1995年，科学家证实纳米碳管可以用来制作壁挂电视。

1996年，我国实现纳米碳管大面积定向生产。

1997年，法国、美国科学家合作研制成功第一个分子级放大器，该放大器活性部分是一个直径只有0.17纳米的碳分子。

1998年，美国明尼苏达大学和普林斯顿大学成功地制造出量子磁盘。

1999年，韩国制成纳米碳管阴极彩色显示器。美国加利福尼亚大学与惠普公司合作，研制成功100纳米芯片。

1999年，美国政府在纳米科技的报告中呼吁，加快纳米科学和工程的基础研究。美国总统认为，纳米技术对保持美国科学技术和经济的领先地位非常重要，并建议把联邦纳米技术研究预算增加一倍，2001年达到4.95亿美元。

纳米技术的革命将使计算机的速度和效率提高数百万倍，使磁盘存储的容量达到今天的上千

倍，可以使目前的显示器明亮10倍。

集成电路的发明创造了“硅时代”和“信息时代”，纳米科技将在21世纪引发众多领域的产业革命。

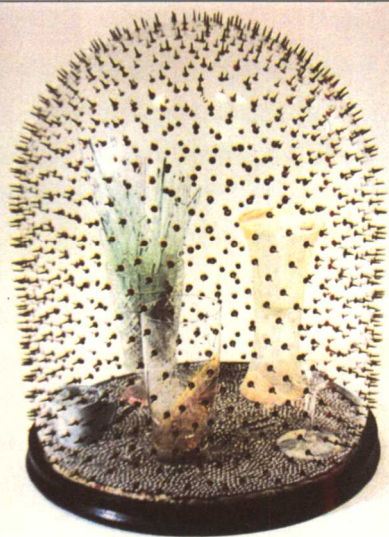
(注：本节内容参见《纳米世界》科学与未来丛书，知识出版社出版。)

2.2 纳米材料的发展史

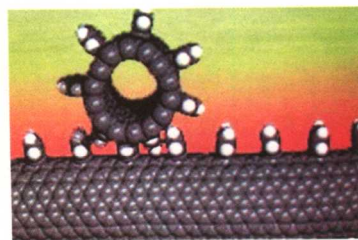
“纳米”作为一个尺度的度量，是1974年底在日本出现并被运用的。以“纳米”来命名材料则是在20世纪80年代。作为一种材料的定义，把纳米颗粒限制到1~100纳米范围，1000多年前中国就有了制造纳米材料的历史，如利用燃烧蜡烛的烟雾制成炭黑灰做墨。这就是纳米材料。

1962年，久保及其合作者对金属超微粒子进行研究，提出了著名的久保理论，即超微颗粒的量子限制理论，推动了实验物理学家向纳米尺度的微粒进行探索。

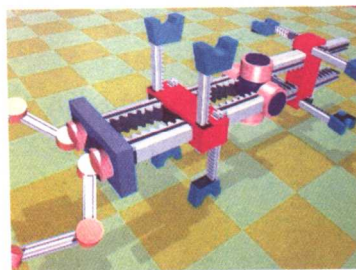
1963年，R. Vyeda和合作者用气体冷凝法，在高纯的惰性气体中获得清洁表面的超微颗粒，并运用电子束显微镜对单个的金属超微颗粒进行观察与研究。



光导纤维



纳米齿轮



想像的纳米机器人



纳米机器人

具有透光性的材料

20 世纪 70 年代末到 80 年代初,通过对纳米颗粒的形态、结构、特性进行研究,用量子尺寸效应解释了超微颗粒。

1990 年 7 月,美国巴尔的摩国际第一届纳米科学技术学术会议上,正式把纳米材料学作为材料科学的一个新的分支公布。从此以后,纳米材料得到广泛的运用。

纳米材料的发展历史大致可分为以下三个阶段:1990 年以前为第一阶段,科学家们在实验室运用各种手段探索纳米材料不同于常规材料的特殊性能。1990 年至 1994 年为第二阶段,科学家就如何利用纳米材料,使其产生奇特的物理、化学和力学性能,设计纳米复合材料。纳米复合材料的合成及物性的探索成为纳米材料研究的主导。1994 年至今为第三阶段,纳米组装体系人工组装合成的纳米结构材料体系越来越受到人们的关注。科学家强调按人们的意愿设计、组装、创造奇迹,纳米尺度的图案材料成为现代材料化学与物理学的重要课题。

2.3 纳米材料的性能

纳米材料科学是原子物理、凝聚态物理、胶体化学、固体化学、配位化学、化学反应动力学和表面、界面科学等多种学科交叉汇合的科学。

纳米材料的表面效应会导致纳米体系的化学性质与化学平衡体系出现差别。科学家发现,就是同一种材料,由于超细粉末状态,其物理性质和熔点、磁性、光吸收、热阻等会发生大幅度变化。如纳米金属颗粒熔点一般都比块状金属低。20 纳米的镍粉的烧结温度从 700°C 下降到 200°C ,可是其强度明显提高。金的熔点为 1064°C ,10 纳米的金颗粒的熔点为 1037°C ,2 纳米的金颗粒的熔点只有 327°C 。银的熔点为 670°C ,2 纳米的银颗粒的熔点只有 100°C 。一块普通的橡皮,如果将其粒子化处理,展开面积将会铺满一个标准的篮球场。因此从物理效应的角度来观察,当材料进入纳米量级时,材料本身就具有了量子尺寸效应、小尺寸效应、表面效应,以及宏观的量子隧道效应。

与单晶材料相比,纳米结构材料具有较高的扩散率,因为纳米结构材料中有大量的界面,这些界面为原子提供了短程扩散途径。与传统材料相比,纳米结构材料的力学性能变化明显,材料的强度、硬度成倍地提高。

2.4 纳米金属材料

20 世纪 80 年代初,德国科学家 H.Gleiter 教授就获得了纳米金属银、铜、铝等块体材料。制备纳米金属材料的技术有以下几种:① 金属蒸发凝聚——原位冷压成型法。② 机械研磨法。③ 非晶晶化法。④ 沉积法。

金属纳米晶体的微观结构研究主要集中在晶界结构。晶界结构,结构稳定性三个方面。

纳米晶体钯的比热容较粗晶体钯高约 5%,纳米铜的热膨胀系数比粗晶体铜高 1 倍多。

金属金、银这样高延展性的金属在极低温下也表现出脆性,纳米金属材料可以克服这样的难题,如纳米金属铜多层结构,在室温下表现了极高的延展性。

2.5 纳米塑料

纳米塑料也可以称为工程塑料,是一种高强度、不老化的新型塑料。其硬度可以比钢还强,密度只有钢的四分之一。

纳米塑料是具有独特性能的新型材料,具有某些金属性能,在一定的外力作用下,能保持良好的机械性能和尺寸稳定性,在高温或低温下也可以保持优良的性能。这种材料在造船、汽车、宇航、战争武器、建筑机械等领域发挥着重要的作用,代替了金属材料的地位,大量地节省了钢材、铝合金、铜合金等材料。与金属材料相比,纳米材料有以下优点:比强度高,比强度是指抗拉强度与密度的比值;化学稳定性好,具有优异的电绝缘性;有着优良的加工性能,密度小。

2.6 纳米磁性材料

纳米磁性材料是纳米材料中最早投入生产的人工功能材料之一,从应用的角度大致可将纳米磁性材料分为 6 种类型。

① 纳米微晶软磁材料。被广泛地应用于电力、电信、家用电器、计算机等领域,该材料一般的技术要求通常为高磁导率、低矫顽力、宽频带、低损耗。从磁畴理论出发,传统的软磁材料在配方上两点值得注意:一是磁各向异性,二是晶粒粗化。现阶段我国总体水平处于世界领先地位,对于发现巨磁阻抗效应,作为磁传感器取得了进展。

② 纳米微晶永磁材料。纳米微晶粉料主要作为黏结永磁体的原材料,有较好的热稳定性、耐腐蚀性,适用于微电机等小型异型、尺寸精度要求高的永磁器件,例如我国曾将稀土永磁的研究投入生产,在 SmFe 掺氮。

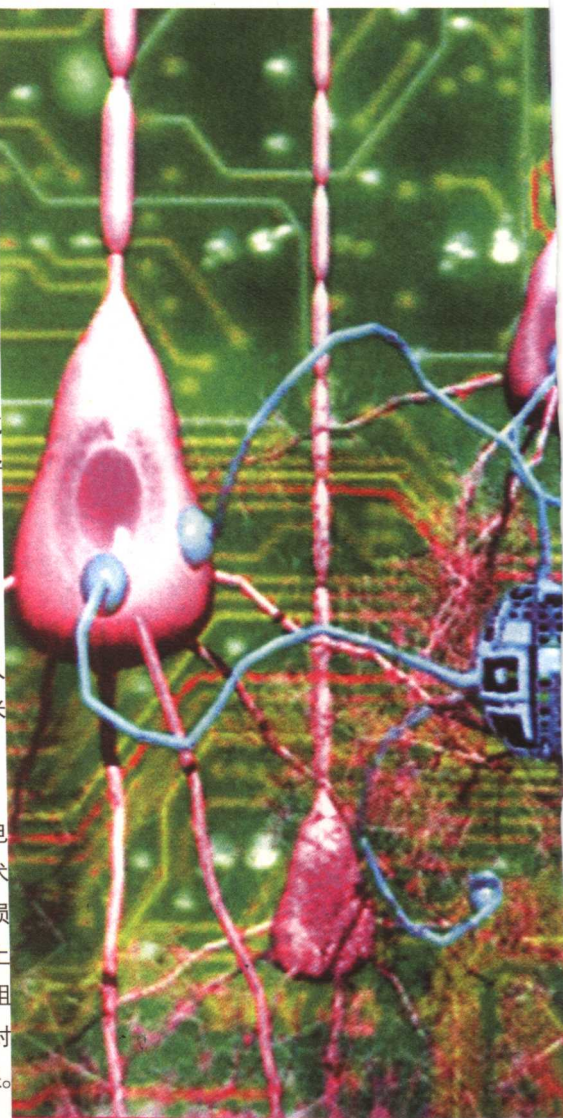
③ 纳米磁记录材料。20 世纪 80 年代,磁记录材料就进入纳米尺寸,磁记录发展的总趋势是大容量、高密度、高速度、低价格,为了提高记录密度,对颗粒型磁记录介质发展的方向是颗粒细微化。其实许多动物就是利用纳米磁性粒子来导航的,比如海龟、螃蟹、蜜蜂。

④ 磁性液体,是典型的复合纳米磁性材料。

⑤ 纳米磁性颗粒膜材料。

⑥ 巨磁电阻材料。

其中④、⑤、⑥三种材料目前还没有投入生产。



2.7 纳米陶瓷材料

纳米陶瓷材料粉体条件是粒径小、呈球形、粒度尺寸分布窄、无块团聚、高纯度。

先进陶瓷的显微结构，主要是由许多晶粒组成的多晶体结构。目前，绝大部分新型陶瓷的显微结构，处于微米量级水平，晶粒尺寸为1~10微米，在1立方厘米体积中约有 10^{10} 个晶粒。

纳米陶瓷的显微结构更加细微，晶粒尺寸为1~100纳米，在1立方厘米体积中约有 10^{19} 个晶粒。

由于纳米陶瓷结构独特，晶粒细化，有利于晶粒间的滑移，从而导致超塑性，材料中的气孔和其他缺陷尺寸减小，力学性能优秀。

纳米陶瓷粉料制备方法是开发成型和烧结新工艺，比如热管炉法是把反应混合气直接通入高温反应管。激光气相合成法是用一步法获得满足理想纳米粉条件的方法，其工艺参

数为激光功率密度、反应箱压、反应气体配比和流速等。

2.8 纳米传感材料和纳米医用材料

① 气敏感传感材料。目前已经用于生产的气敏传感器有 SnO_2 膜制成的传感器，被用于可燃性气体泄漏报警器和湿度传感器。

② 红外线传感材料。由金超微粒子沉积，在基板上形成的膜可以用来做红外线传感器，20世纪80年代，科学家用纳米 SnO_2 和纳米 TiO_2 微粒制成了多层干涉膜，透光率好，有很强的红外线反射能力。

纳米医用材料是有生命功能的材料，主要是利用生物学原理设计和制造仿生物性质的材料，纳米微粒的尺寸一般比生物体内的细胞、红细胞小得多，这就为生物学研究提供了一个新的研究途径，利用纳米微粒进行细胞分离、细胞染色，或者制造新药等。目前利用磁性纳米粒子在分离癌细胞和正常细胞方面已经获得成功。

纳米材料作为一种新材料，是未来信息技术和生物技术等多种学科深入发展的重要物质基础。

3. 新型陶瓷材料

从工程材料的角度来讲，人类制造出的“材料”应该是公元前8000年的陶，这是人类历史上最伟大的创造，人类第一次有意识、有目的地创造发明了自然界没有的“新”材料。从此，人类通过巧妙的配置，通过有目的的工艺，一次又一次地完成了对新材料的发明创造，史学家把“陶开始的时代称为陶器时代”。

中国有个词汇——“陶冶”，是指烧制陶器和冶炼金属，比喻给人的思想、性格以有益的影响。本来是古人对材料加工技术的不断提升的要求。中国是陶瓷的故乡，据说英文“china”有“中国”和“陶瓷”两个意思，其实在我看来“china”还应该有个“秦”、“茶”、“丝绸”的意思。中国曾经在青铜、铁器的发明和应用上有辉煌的成就，在丝绸、造纸、火药方面也做出了伟大的贡献，对世界文明具有深远的影响。

材料科学家曾预言：未来的材料之王，将是集天下材料特性于一身，适用于工程技术各个领域的——陶瓷材料。当然，这里的陶瓷是指新型陶瓷，又称高性能陶瓷、高技术陶瓷。

传统陶瓷有：①白瓷，隋代开始出现，烧成温度 $1300^{\circ}\text{C} \sim 1350^{\circ}\text{C}$ ，用含铁量低的胎釉烧制而成。②白陶，从中国新石器时代晚期和商代开始，以高岭土或其他白色黏土制成的白色素胎陶器，最早的考古发现为距今约7000年的浙江省桐乡罗家谷遗址，采用 MgO 为19%的镁质易熔黏土烧成。③黑陶，中国新石器时代的一种黑色素胎陶质器皿，有夹炭黑陶和渗炭黑陶两种。④青陶，中国传统瓷器，由1%至3%的二氧化铁，在还原气氛下烧成，还原成氧化铁，使釉现青色。

新型陶瓷品种繁多，大体上分为结构陶瓷、功能陶瓷和生物陶瓷三大类。

3.1 结构陶瓷，指发挥其机械、热、部分化学等功能的用于各种结构部件的先进陶瓷。

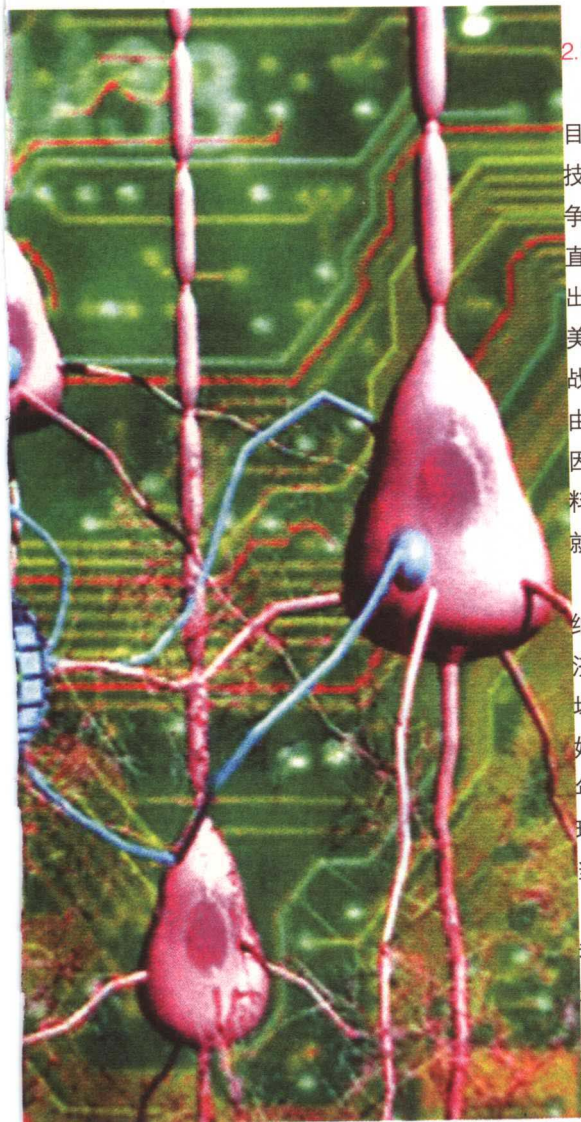
超塑性陶瓷：在一定应变速率和温度范围内显示出异常拉伸能力的一类陶瓷材料。超塑性陶瓷材料可以进行锻造、挤压、拉拔、弯曲等加工，直接制造出精密零件。目前研究材料品种仅限

2.9 纳米隐形材料

目前，各国为了适应现代化战争的需要，将隐身技术作为一个重要的研究方向。1991年海湾战争，美国飞机成功地躲过了伊拉克的雷达监视，直接摧毁了敌方的军事目标，在42天的战斗中，出机1270架次，摧毁伊军95%的重要军事目标，美军飞机无一受损，举世震惊。美国F117A型战斗机机身表面上包覆了红外与微波隐身材料，由于纳米微粒尺寸远小于红外和雷达波波长，因此纳米微粒材料对这种波的透过率比常规材料要强，减少了反射率，这样红外探测器和雷达就很难探索到反射信号。

纳米科技、信息技术、生物技术，对21世纪经济、国防和社会产生重大影响，并可能引发下一场工业革命，纳米技术已经悄然地进入寻常百姓的生活。目前全世界纳米技术的实际应用每年可创造500亿美元的营业额，到2010年，全球纳米技术的市场额将达到14400亿美元，相当于目前法国一年的GDP。

我国目前已有几十条纳米材料生产线，涉及纳米科技的企业已经有几百家，但目前的主要研究方向是将纳米粉末添加到某种传统材料中去，即所谓的纳米改性。



纳米机器人修复人体细胞