

材料科学与工程专业英语参考翻译

(11-20)

专业：材料物理

姓名：43110103 刘 伟

吉林大学材料科学科学与工程材料物理

1542235857

11 微结构、加工过程和应用之间的联系

微结构、加工过程和应用之间的联系

材料科学与工程领域经常是根据四大方面——合成与加工，结构与组成，性质和性能之间的相互联系来定义的。为了理解任意材料的行为（性能表现）与性质，有必要去了解它的结构。结构可以从几个水平层次来考虑，这些都会影响材料的最终行为（性能表现）。能够对材料的颜色、电导性和磁性产生影响的电子构型是材料的最精细的水平。

原子中的电子排布方式影响它是如何与其他原子结合的。这（结合方式）反过来又对晶体结构有着重大影响；结晶陶瓷具有非常规则的原子排列，然而，这种长程有序的排列在非晶体和无定型陶瓷中却不存在，尽管在局部我们可以看到相似的多面体结构。这种材料相对于它们的晶体经常表现出不同的行为。我们不仅要考虑具有完美晶格和理想结构的情况，也要顾及到材料中不可避免的结构缺陷的存在，甚至是无定型的，这类缺陷例如杂质原子和位错。

多晶陶瓷的结构由许多晶粒组成。晶粒的尺寸，形状和位向在这些材料的许多微观性质中扮演者重要的角色，例如力学强度。在大多数陶瓷中，多相共存，每一相都有自己独特的结构、组成和性质。对材料中的这些相的类型、尺寸、分布和总量的控制为控制性质提供了一种方式。陶瓷的微观结构通常情况下是它所经历的加工过程的结果。例如，热压处理的陶瓷一般情况下只有极少数孔隙，烧结材料很少有这种现象。

通过这篇课文，结构、加工过程和性质之间的相互联系将会很明显地显示出来。但这里用 5 个例子来说明。

1. 根据霍尔派奇方程，多晶陶瓷的强度取决于晶粒尺寸。一般来说，晶粒尺寸降低时，强度升高。晶粒尺寸是由初始粉体颗粒的大小和它们的凝结方式所决定的。多晶陶瓷中的境界也很重要。强度自然取决于材料是否纯净、是否包含第二相或孔隙，抑或晶界处的玻璃态。对于纳米陶瓷来说，这些关系却并非总是非常明显的。

2. 透明或者半透明陶瓷需要限制由气孔和第二相粒子引起的光的散射。通过热压处理可使孔径减小从而得到高密度产品。这种方法应用在光电领域制出了透明的 PLZT 陶瓷，例如短暂失明护目镜。

3. 因为杂质的存在，主要是能够散播声子的氧气的存在，导致商业上应用的多晶体 AlN 的热导性通常比预计的理论值要低。添加稀土或碱金属氧化物（分别加 Y_2O_3 ）作为吸气剂可以减少氧含量。这些氧化物要在 AlN 成型前与 AlN 混合。在氧化物添加剂和涂在 AlN 晶粒表面的氧化物之间形成的第二相，隔离了三相点（？）。

4. 软铁氧体如.....在一系列不同的设备中得到应用。举个例子，在电视显像管中用作移动电子束的轭轳。软铁氧体的磁导率是晶粒尺寸的一项功能。大的无缺陷晶粒是首选，因为我们正是需要这种移动磁畴壁。缺陷和境界钉扎在畴壁处会很难使磁化强度达到饱和。

5. 因为氧化铝陶瓷具有很高的电阻率和低介电常数，所以它可以作为绝缘体。很多情况下纯净的氧化铝是不会被用到的。取而代之的是我们将氧化铝和硅酸盐混合，降低烧结温度。这样的材料称为低强氧化铝，在氧化铝晶粒间含有玻

璃态硅酸盐相。低强氧化铝通常情况下比纯氧化铝有高的导电率（低的电阻率），在火花塞上用到。

安全

涉及材料的工作，安全考虑应该放在第一位。与陶瓷工作相关时，几项重要的预防措施要被采取。

有毒粉末包括例如 Pb 或 Cd，氟化物应该有所了解。在运输时，厂方要提供关于产品危害方面的信息。阅读这些信息并保持它们容易获取是很重要的。一些标准资源提供与有毒粉末和可接受的风险水平的信息，在“参考书”都有给出。

小颗粒应该是不能被吸入人体内的。自从 19 世纪 60 年代这些影响众所周知，文献中也都有，但起经常被忽视。适当通风，改善卫生和防护服已经显著地降低了许多工业风险的发生频率。处理任何粉末（有毒或者无毒材料）都应当格外小心。最具危险的被认为是颗粒尺寸 <1 微米；大颗粒不会在空气中停留住够长的时间而被吸入体内，即使被吸入，也不能与上呼吸道曲折的轮廓发生信息交流。目前纳米粉体的毒性与环境影响还没有被明显提出，但它却是许多研究的主题，2004 年英国皇家科学院的研究报告就是其中一例。

高温处理在很多陶瓷加工过程中被用到。高温对人体的影响是很明显的，不那么明显的是热的东西到底怎么影响的。表格 3.3 给出了温度的颜色标度。从制表中可以看出，400 度的铝管颜色没有变化但会灼伤皮肤。

有机物在加工过程中被用作溶剂和粘合剂。传统上，有机材料在陶瓷加工过程中充当很小的角色。现在他们被广泛地应用在成型处理上。再次强调，生产厂家要在他们运输的产品中提供安全数据表单，这些信息十分重要，要仔细阅读。

约定俗成的是，使用材料时，材料安全数据表单应该容易阅读；很多时候

他们要被保存在实验室中。

12 生物陶瓷

生物材料是应用到医疗器械中并与生物系统发生相互作用的一种非活性材料。生物陶瓷领域相对来说较新，直到 20 世纪 70 年代才出现。不过，许多生物陶瓷却不是新材料。其中一种最重要的是 Al_2O_3 - 许多传统陶瓷产品的一项组成成分。

如果一种接近惰性的材料被植入体内将会引起一种保护反应，这种反应可引起非粘着性纤维层的包裹，厚度大约 1 微米。随着时间流逝，将会以移植失败告终。当金属和聚合物植入人体时也会发生类似反应。但被植入人体内时，具有生物活性的陶瓷将会以以下方式结合——组织界面模仿人体自然修复过程。例如 HA 的生物活性陶瓷可以以（体相形式）或者复合物的组成成分抑或涂层来使用。可被吸收的生物陶瓷，例如 TCP，的确可以在身体内溶解并被周围组织所取代。这是一项很重要的要求，当然，可溶性产品必须是无毒的。以 HA 为例，TCP 经常用作涂层而非体相形式，亦可以以粉体形式来使用，例如填充在骨内空间中。

生物陶瓷在临床上已得到大量应用。使用的范围遍及全身，包括修复骨头、关节和牙齿。当现有的机体部分发生病变、损坏或只是简单的磨损时，这些修复就会变得很有必要。还有很多其他的生物陶瓷的应用包括心脏瓣膜上的热解碳涂

层和治疗某些肿瘤具有特殊放射性的玻璃成分。

陶瓷的优势和劣势

选取作为特殊应用的材料时我们必须作出选择。材料选取在任何复合材料设计加工过程中都是至关重要的，尤其对于用来移植和其他医疗器具来说。

我们能进行承载应用的三种主要材料是金属，聚合物和陶瓷。陶瓷优于其他移植材料的地方在于陶瓷的生物兼容性。一些在生理环境中是惰性的，其他的在身体内却能发生可控反应。大多数陶瓷的不利之处在于低硬度（影响其可靠性），高的弹性模量（导致应力屏蔽）。

增加陶瓷硬度的一种主要方式为形成复合材料。陶瓷可以是增强相，或为基体抑或兼具两者。举个聚合物的例子——利用生物陶瓷进行基体复合增强的掺有 HA 颗粒增强项的 PE。复合材料的硬度比 HA 的高，弹性模量也更接近骨头。生物陶瓷也会用做金属基片的涂层。不锈钢生物活性玻璃涂层就是一个例子，它主要是利用钢的强度和韧性以及玻璃的表面活性特征。

陶瓷移植

对陶瓷移植的要求取决于它将在身体中扮演的角色。例如、全髋关节置换术的要求和中耳移植的要求迥异。不过有两个基本标准：(1)、陶瓷应与生理环境相兼容；(2) 力学性质应与被取代的组织相匹配。

大多数陶瓷移植跟骨头有关。骨头是由细胞和血液供给系统组成的活性材料，由强度较好的复合结构包裹。这种复合材料是由非常有弹性以及韧性的骨胶原和与该羟基磷灰石极为相似的钙磷灰石晶体组成的；与 HA 很相似，我们将会继续生产（？）。正是 HA 组分使得骨头有了硬度。在骨胶原组织中这种针状的磷灰石晶体 20-40nm 长，1.5-3nm 宽。与生物陶瓷应用有很大联系的多种类型

的骨头中的两种是骨松质（海绵骨）和骨皮质（密质骨）。

骨松质比骨皮质密度低。骨骼的每一块骨头都是外层致密的骨皮质（密质骨）覆盖在海绵骨上组成的，以小到针孔的蜂窝状或以被称为骨小梁的平坦片状形式存在。因为骨松质的密度较低，所以它的弹性模量比骨皮质低，断裂应变率比骨皮质高。两种骨头都比软骨组织的弹性模量高，例如肌腱和韧带。不同类型的连接组织的弹性模量不同，这种不同能够保证在骨、骨与骨之间以及肌肉与骨之间存在一个机械应力光滑梯度。

植入体的力学性质很明显十分重要。如果植入体比它将要取代的骨的弹性模量高，称为应力屏蔽的问题接着就会发生。应力屏蔽会削弱负载最低或者负载压缩区域的骨头（骨头必须负载拉伸应力以保持健康）。骨头在被卸载或者加载压力的时候会经历生物转变引起骨吸收。利用降低弹性模量的方法来排除应力屏蔽是生物陶瓷复合材料发展的一个主要目的。

氧化铝和氧化锆

氧化铝和氧化锆是两个惰性相近的生物陶瓷。长期处于体液包围中，他们经历很少的或者几乎没有化学转变。高密度高纯度的氧化铝被大量的用于植入物，特别是在需要承载压力的髋关节修复和移植中。到 2006 年，超过 10^6 髋关节假体用氧化铝球作为股骨头替代品。

尽管一些氧化铝牙齿植入体是用单晶制成的，但大部分氧化铝植入体是由细晶组成的多晶氧化铝。通常情况下是在 1600——1800 度下通过压缩烧结而成。少量氧化镁（ $<0.5\%$ ）也被加入，抑制晶粒长大，从而在无需高压条件下便可以烧结得到高密度产品。

任何移植材料打的一项重要要求就是它要比病人“活”的久。由于陶瓷失效的

概率本质问题，对每个植入体来说，不可能提供具体的绝对的预测使用期限。研究表明，可能像你期待的那样，负荷的增加以及时间的延长会增加失效的概率。老化和疲劳的研究结果表明，氧化铝植入物要具有可能最高标准的质量保障，尤其是它们用于年轻患者的矫正假肢上。

尽管氧化铝陶瓷结合了优秀的生物兼容性和杰出的抗磨损能力，但它仅有一般的抗弯强度和较低的硬度。这将移植（用来替换的）髋关节的直径限制在 32mm 以下，氧化锆有较高的断裂强度和抗弯强度，且比氧化铝陶瓷的弹性模量低。不过这与 ZrO_2 有关：<1> 浸没在体液中时，氧化锆的抗弯强度和硬度稍稍降低，原因与从正方晶系到单斜晶系相发生的马氏体转变有关。人们已经观察到在非水溶剂中的相似转变；<2> 氧化锆的抗磨损能比氧化铝差，在陶瓷或陶瓷复合材料中，氧化锆的磨损率远远高于氧化铝的磨损率，与超高分子量聚乙烯结合的聚合物的过度磨损也会发生；<3> 氧化锆也许会少量富集半衰期较长的例如 Th 和 U 的放射性元素，分离这些元素的技术难以实现，代价高昂。主要关心的在于它们会释放 α 粒子，可以对身体软硬组织造成毁灭性打击。这里有许多关于氧化锆陶瓷辐射排放的长期效应问题，尽管这种作用很小。

13 聚合物的介绍

聚合物是由重复的结构单元通过化学键连接在一起组成的大分子。这个单词由希腊字母 “ π ” 衍生出来。Poly 的意思是很多，meros 表示部分的。聚合物众所周知的包括塑料、DNA 和蛋白质。举个例子，聚丙烯的重复结构单元如下所示：

零零圈圈窟窿窟窿洞

聚合物的俗名叫做塑料，这个词指的是一大类具有许多性质和用途的天然材料和合成材料。天然聚合物材料例如虫漆和琥珀，已经使用几个世纪了、生物高分子例如蛋白质和核酸在生命活动中起着至关重要的作用。聚合物的研究领域涉及聚合物化学、聚合物物理和聚合物科学。

历史进展

始于 1811 年，Henri Braconnot 在纤维素衍生出的化合物做的开创性工作可能是高分子科学最早的重要贡献。术语“polymer”由Joris，Jakob，Berzelius 在 1833 年首次提出。19 世纪后期橡胶硫化上取得的进展提高了天然聚合物橡胶的耐磨性，也标志着半合成聚合物的首次通用。1907 年，Leo Baekeland 通过精确控制温度和压力使苯酚和甲醛发生反应，首次得到了全合成聚合物——酚醛树脂（电木），并与 1909 年公诸于众。

尽管对聚合物的合成与表征取得了巨大的进展，但是直到 20 世纪 20 年代，对聚合物分子的结构正确理解初见端倪。而在此之前，科学家一直相信聚合物只是小分子团聚在一起（称为胶质），并没有固定的分子量，被一种未知的力结合在一起，也就是所谓的关联理论。1922 年，Hermann Staudinger 提出聚合物是由共价键结合在一起组成的长链结构所构成，在十数年间这个想法并没有被广泛接受，但也因为他的想法 Staudinger 最终被授予诺贝尔奖。Wallace Carothers 在 20 世纪 20 年代的工作中也阐述了聚合物通过定向方式从他们的构成单体合成而来。对于聚合物科学的一项重要贡献是由在 Ziegler-Natta 催化剂取得重大进展而获得 1963 年诺贝尔化学奖的意大利化学家 Giulio Natta 和德国化学家 Karl-Ziegler 做出的。在本世纪末期，诸如尼龙、聚乙烯、特氟隆（聚四

氟乙烯)和硅树脂等合成聚合物材料是聚合物工业萌芽的基础。 这些年在定向合成聚合物的工作上业已取得了重大的进步。 现在商业上重要的聚合物基本都是利用有机合成技术进行全合成并大量生产。

聚合物的合成

聚合物的合成是一个把叫做单体的小分子通过共价键的结合形成链的过程。在聚合过程中，一些化学基团会从每个单体上脱去。 参与形成聚合物不同片段的各单体叫做重复单元或者单体残基。

实验室合成： 实验室合成方法一般分为两类：缩聚和加聚。当然，一些新方法例如等离子聚合不分属其中任何一类。 合成聚合物的反应可能也有催化剂的参与。利用实验室合成方法进行生物大分子的定向合成， 尤其是人工合成蛋白质，是一个很热门的研究方向。

生物合成：生物大分子主要有 3个分类：聚糖、聚缩氨酸、聚核苷酸。在活细胞中可以通过酶促反应过程将他们合成出来。 例如,DNA的行程就是由DNA聚合酶催化得到的。蛋白质的合成涉及转录来自 DNA和持续翻译将氨基酸合成特定蛋白质的信息的多种酶促反应过程。 蛋白质在翻译之后会进一步得到修饰以使其具有适当的结构和功能。

天然聚合物的改性

很多商业上重要的聚合物都是通过天然存在的聚合物进行修饰合成而来。代表例子包括硝酸和纤维素形成硝酸纤维的反应和用存在的硫对天然橡胶加热而得到的硫化橡胶。

聚合物结构

聚合物的结构性质与沿着主链上单体残基的排布息息相关。结构对聚合物

的其它性质有很大程度上的影响。 举个例子，线性链状聚合物是否溶于水取决于它的单体是极性的（例如环氧乙烷）还是非极性的（例如苯乙烯）。另一方面，尽管天然橡胶的两个样品可以由相同的单体组成，但是它们也可以展示出不同的性质。聚合物科学家已经提出相应的术语来精确描述单体的特征（nature？）和它们的相关排布。

单体特性（identity）：一般来说，组成聚合物单体的特性是聚合物第一位也是最重要的属性。重复单元也就是聚合物重复排列的单元，也是聚合物最明显的特征。聚合物的命名一般是基于组成聚合物单体的类型来说的。只包含一种单体的聚合物即为所熟知的均聚物，由多种单体组成的称为共聚物。举个例子，聚苯乙烯，仅有苯乙烯单体组成，所以归类为是聚物；乙烯基醋酸纤维包含多种单体，所以是一个共聚物。某些生物聚合物是由一系列不同的但是结构上相联系的单体，例如，聚核苷酸是核苷酸组成的。

一个常见的错误就是用单体来代替指聚合物的重复单元。事实上，两者是不同的。单体是将被用来作为聚合反应开始的稳定分子。然后单体至少脱去两个化学基团形成重复单元。举个简单的例子聚乙烯，单体是乙烯分子，重复单元是—C-C—。

包含离子单元的聚合物也叫做聚合电解质。离子交联聚合物是聚合电解质的一个子集，占据其中的一小部分。（？）

链的线性：聚合物链的直观线性形貌是在液体介质表面用原子力显微镜（AFM）观察到的。最简单的聚合物的形式是一条直链或称之为线性聚合物，仅有一条主链组成。无支链的聚合物的柔顺性是由它的持久长度来表征的。支链聚合物分子是由一条主链和一个或者多个侧链或者分支构成。支链聚合物的典型

例子包括星型聚合物、梳形聚合物和刷状聚合物。如果聚合物包含有一条与主链的组成和构型不同的侧链，称之为接枝聚合物。交叉结合的聚合物表明聚合物是从一个节点向四个或者更多的方向呈放射状分布。具有高交联度的聚合物分子能够形成聚合物的网状结构。足够高的交联度也会形成“无线网络”，即为“凝胶”链的网状结构无限延伸，所以有的链交联成一个大分子。

链长：聚合物本体性质很大程度上依赖于其链的尺寸。与任何分子一样，一个聚合物分子的大小可以用分子量或者分子质量来描述。聚合物的分子质量可以用聚合度来表示，本质上就是组成聚合物单体的数目。对于合成聚合物来说，分子量是由对样品中分子量的统计来描述的。因为事实上，工业合成过程并不会得到单一尺寸链的聚合物。统计的例子包括数均分子量和重均分子量。比值为分子量分布指数（多分散系数）。一般用描述分子量分布的“宽度”。聚合物链的最大长度是伸直长度。

14 软质材料：聚合物和塑料

很长时间以来人们把天然形成的聚合物，例如羊毛、皮革、丝和天然橡胶加工成为有用的材料。在过去的 70 年左右，化学家开始通过控制化学反应使单体聚合，从而形成聚合物。大量合成的聚合物具有 $-C-C-$ 骨架，这是因为碳原子具有与其它原子更强跟稳定键的优异性能。

塑料是一种通常经过热压处理后可以被塑成各种形状的材料。热塑性材料是一类（加热固化冷却后）可以被再次加工成型的。举个例子，塑料牛奶容器是由一被称为聚乙烯的聚合物材料制成的，该聚合物具有很高的分子质量。这些容器可以被融化，得到的聚合物还可以经循环为其它所用。相反，热固性材料是通过不可逆化学过程形成的，因此不能被再次加工成型。

高弹体是一类表现出橡胶或弹性行为的材料。假如没有超过弹性限度，拉伸或者弯曲，撤除变形力后它依旧可以回来原来的形状。一些聚合物，例如尼龙和聚酯，可以加工成纤维，就像毛发一样，相对于它们的横截面积而言非常长，这一特点与弹性无关。这些纤维可以被编织成纤维织物或绳索，亦可以做成衣服、轮胎帘布（帘子线）或者其他有用的物件。

合成（制造）聚合物

聚合物反应最简单的离子是由乙烯分子到聚乙烯的形成。在这个反应过程中，每个乙烯分子中的双键打开，来自这个键中的两个电子被用来与其他两个乙烯分子形成新的 -C-C- 单键。

通过重键使原子结合而发生的聚合作用叫做加聚反应。

我们可以写出如下的聚合反应方程：



这里 n 代表着较大的数字——参与形成一个大的聚合物分子的从几百到几千的单体分子（这里指乙烯）数目。在一个聚合物中，重复单元（上面方程括号中显示的单元）在整条链中出现。链端以 C-H 键作尾，因此链端碳原子有四个键。

聚乙烯是一种很重要的材料。在美国每年有超过 200 亿磅的聚乙烯被生产

出来。尽管组成简单，但这种聚合物却不容易制得。只有在多年的研究之后（齐格勒-纳塔），人们才获得了适当的条件来制造商业上广泛应用的聚合物。

另一类用来合成商业上重要的聚合物通用的一般反应是缩聚反应。在缩聚反应中，两个分子通过消去一个例如水的小分子形成一个大分子。举个例子，伴随着水的形成，胺（一种含有 -NH_2 基团的化合物）会和羧酸（含有 -COOH 基团的化合物）反应在 N 和 C 之间形成单键。

在很多尼龙的形成中，在每端都有一个 -NH_2 基团的化合物二元胺会和每段都有一个 -COOH 基团的二元酸发生反应。例如尼龙-66 就是由每端有一个氨基的含 6 个碳原子的二元胺和也含有 6 个碳原子的脂肪酸反应得到的。

缩聚反应在二元胺和酸的末端发生。化合物水排出，N-C 键在分子之间形成。

仅仅通过一种分子得到缩聚产物是否也有可能呢？

聚合物的结构与物理性质

所给出的聚乙烯和其他聚合物的简单结构式并不是真实的反映。因为聚乙烯中每个碳原子被其他四个键所包围。原子以四面体形式排布，因此键是不直的。而且，原子可以绕着 C-C 单键进行相对自由的转动，并非直而僵硬，链是具有柔顺（韧）性的，而且易折叠。分子链的柔顺（韧）性引起整个聚合物非常柔顺（韧）性。

合成和天然形成的聚合物都是由不同分子质量的大分子集合形成的。分子质量取决于形成条件，因此分子质量在平均值附近可能分布很宽或者很窄。这种分布部分因为聚合物在很大程度上是无定型（非晶）材料。它们在一定温度范围内软化，这与完美晶体相具有非常明确的熔点不同。

聚合物的主链旁有侧链，这些侧链阻碍结晶区的形成，降低材料的密度。高

密度聚乙烯用来制作瓶子，鼓和管道。这种形式支链少，因此结晶度相对较高。

聚乙烯可以通过改变链长度、结晶度和支链数使其性质得到调整，做成通用材料。

我们可以在聚合物中加入各种不同的化合物，使聚合物具有抗日照和抗氧化降解的性质。材料的物理性质也可以通过加入较低分子质量的物质，塑化剂，进行很大程度上的改性，以降低链间相互作用的程度，使其更加柔顺（韧）。例如，聚氯乙烯，分子质量大，为硬质坚固材料，被用作家用排水管。当它与合适的低分子质量物质等混合后，就能形成柔顺（韧）性的聚合物，这种聚合物可用来制造雨靴和玩偶的零部件。在一些应用中，由于蒸发，在塑制品中的塑化剂会随着时间的消失。当这种情况发生后，塑料失去柔顺（韧）性而易于开裂。

通过在聚合物链之间引入化学键，聚合物可以变得更加坚固。在链间形成键称之为交联。聚合物中的交联数目越大，材料就会越坚硬。热塑性聚合物是由独立聚合物链组成的，热固性聚合物在加热之后变成交联，也正是交联才使它们维持固定的形状。

交联的一个重要例子是天然橡胶的硫化，是由 Charles Goodyear 在 1839 年发现的一种加工工艺。天然橡胶是由源于巴西橡胶树的树皮上的液体树脂形成的。化学上来讲，它是异戊二烯的聚合物。由于碳碳双键的旋转不易发生，与碳原子相连的基团的取向固定不变。在天然形成的橡胶中，链扩展发生在双键的同一侧。天然橡胶不是一种有用的聚合物，因为它太软，并且太容易发生化学反应。Goodyear 偶然发现把硫磺加到橡胶中然后加热混合物会使橡胶坚固，而且降低其对氧化和化学侵蚀的敏感性。双键的 5% 左右的交联度会得到柔顺（韧）、有弹性的橡胶。当橡胶被拉伸时，交联会使链免于滑移，因此，橡胶会保持弹性。

15 用于食品包装的生物降解聚合

目前全球塑料的消费超过 2 亿公吨，并且每年大约以 5% 的速度增加，这代表着原油的最大应用领域。它重点表明塑料工业是多么地依赖原油，也正是如此，日益增长的原油和天然气的价格将对塑料市场带来难以预知的冲击。利用可替代原材料正变得越来越重要。由于它们的价格低和很好的力学性能，例如抗拉和撕裂强度，对氧、二氧化碳、酞和芳香族化合物的阻碍性和热密封性等，（但是由于科技的限制）直到现在以石化产品为基础的塑料诸如：PET、PVC、PP、PS 和 PA 等才作为包装材料得到广泛应用。塑料包装材料经常被食品和生物物质污染，因此回收利用这些材料是不可行的，大多数情况经济上也不划算。日趋广泛的环保认识把好用和环保这两个属性强加到包装薄膜和加工过程中。我们可以得到这样的一个结论。生物降解能力不仅是一项功能要求，也是一个重要的环境需要属性（特点）。

对生物降解材料来说，堆肥能力也很重要。因为回收的代价高昂，堆肥能力会允许包装材料在土壤里自行降解。通过生物降解，它只生成水、二氧化碳和无机化合物，而没有残毒。

用可再生原料生产的生物聚合物必须可被降解，尤其是堆肥能力，这样它们可以作为肥料和土壤调节剂。但是基于可再生原料制成的塑料不必具有生物降解性和堆肥能力；另外，生物塑料材料也不必基于可再生原料，因为生物降解能力与与材料的化学结构直接相关，而不是原材料。特别要说的是：化学键的类型决定着细菌是否能够降解材料以及什么时候降解。几个（天然）合成的聚合物具

有生物降解性以及堆肥能力，例如淀粉、纤维素和木质素，这些是天然碳基聚合物。反之亦然，基于天然单体的相同原生质体，通过像聚合反应这样的化学改性，可能会失去生物降解性质，举个例子，通过聚合反应由油酸单体得到的尼龙 9 型聚合物或者经聚合反应由蓖麻油单体得到的聚酰胺 11 型聚合物。

塑料是以聚合物为基体和其它像添加剂、稳定剂、着色剂、加工助剂类化学物质组成的复合物。它的数量与类型从一个聚合物向另一个变化，因为每次最终产物都必须根据它的加工过程和将来的应用而达到最佳化。因为这些原因，在不久的将来，由 100% 的可再生原料生产产品是可能的，而且趋势正是尽可能利用最高比例的可再生原料。生物塑料，（在某种程度上）就像塑料，代表着一个很大的应用范围像堆肥收集袋、农业箔、园艺学应用、托儿所用品、玩具、纤维、织物等等。其他领域如包装和技术应用也正愈加重要。食品包装应用的生物塑料材料的期望性能为包装食品、使其与环境隔离，保持食品质量。显而易见，对其力学性质和阻隔性能进行改性来实现其功能要求很重要，这最终还是要取决于聚合物包装材料的结构。

从我们的观点来看，重要的是不仅要根据人物来理解这些材料的物理和力学性质，而且还要理解其与食物的兼容性，这在食品质量性质中作为潜在的资源已为人们所熟知。

化学降解

生物塑料的目标是为了例模仿生物的生存周期，包括节约石化资源、水和二氧化碳产品，正如图 4-5 所示：

图 片 儿

以聚合物为基体的产品要求在一个可控的方式进行生物降解。天然聚合

物（像橡胶、木质素和腐殖质）和像聚烯烃的合成聚合物生物降解，不能满足通用的生物降解对迅速矿化作用标准的要求。在羧酸、醇、醛、酮的含氧生物降解过程，由水和热引发的过氧化反应可以使之降解成低摩尔质量的物质，这就是碳氢聚合物力学性能降低的主要原因。（细菌、真菌和酶的生物同化作用可以减少单位面积的生物的数量和二氧化碳的含量，并最终形成腐殖质）一般来说，合成聚合物包含加到聚合物中的抗氧化剂和稳定剂，借以使聚合物抵抗加工过程中的力学氧化和提供要求的保质期。因此，一方面，为改变这些材料的力学性能加入抗氧化剂是有必要的；另一方面，对生物降解过程来说，聚合过程中最好不要加入这些。

由于聚烯烃结合了柔性、韧性、优秀的阻隔性质，且所有的聚烯烃均由低价值的油分离产物制得，使其在包装领域中居于中心地位，这也让它们作为生物降解聚合研究的一项基本选择。

合成和天然聚合物的光谱性质截然不同。聚烯烃是憎水的碳氢聚合物，抗过氧化，难以生物降解和水解。这也是它们作为包装材料的主要属性——不可生物降解。为了使其能进行生物降解，有必要引入能够提升其氧化-生物降解的氧化强化剂。这样微生物可以通过同化作用产生小分子量的氧化物。纤维素，淀粉等天然聚合物是亲水性聚合物，是水可湿的或可溶胀的，因此是生物所能降解的。在对防水有要求的地方，这种包装材料是无用的。

用持久耐用的聚合物做短期使用的包装材料并不合理，另外也是因为包装材料被食物污染后再进行物理回收是不切实际的。大部分商业化的生物高聚物材料是可被生物所降解的，当然这与材料所处条件如温度和相对湿度有很大关系。

16 复合材料的介绍

复合材料通常定义为由两种或多种不同的物质结合在一起所构成的具备任何一种组分单独存在时都不拥有的某些性能的新材料，而这种新型材料又保留了各组分原来所特有的性能。由这个定义我们可以知道，很大范围内的工程材料都属于这个种类。举个例子，多相金属在微观尺度上是复合材料。但一般意义上的“复合材料”是指通过键的作用使两种或者多种不同的材料结合在一起的材料。得到的材料有独立组分中不具备的性能。复合材料的概念由来已久，一个简单的例子就是把秸秆加入到泥土中做成坚固的土墙。最常见的是：复合材料有个连续的叫基体的本体相，还有一个分散的非连续的叫做增强相。一些基本复合材料的其他例子如：混凝土（水泥和沙子的结合体），增强混凝土（钢筋混凝土）和纤维玻璃（玻璃丝加入到树脂基体中）。

大约 20 世纪 60 年代一组称之为“高级工程复合材料”（简称先进复合材料）的复合物出现。先进材料为采用了树脂与纤维结合的复合材料，一般为碳/石墨，凯芙拉或玻璃纤维与环氧树脂的复合材料。纤维具有高的硬度，而将其包围着的聚合物树脂基体能保持复合材料的结构。复合材料的基本设计概念是由本体相来承载覆于其表面上的大量负荷，然后将其转移到能够承载更多负荷的增强相材料上。其意义在于许许多多的基质材料和纤维规格，可以以难以数计的方法相结合，并产生期望的性能。这些材料首先被研发用于航天航空工业，因为只有使它们比纯金属具有较高的硬度和重量或者强度—重量比才能得到应用。这意味着金属部

分可以由先进复合材料人工制得较轻的部分来取代。一般来说，碳-环氧树脂复合物的重量是铝的 $\frac{2}{3}$, 硬度确是其 2.5 倍。复合材料可以抵抗疲劳破坏和恶劣的环境，且具有可修复性。

微观尺度上满足通过键结合的标准的复合材料也能被生产出来。在钴粉末中加入碳化物粉末，然后加压烧结成型，碳化钨保留其原有性能。得到的材料是以钴为基体，其中含有碳化钨颗粒。这种材料被用来作钻孔机，材料被称为金属基复合材料。金属基复合材料是这样的一类材料—金属材料由另一种材料来增强，借以提高其强度、抗磨损和其它的一些性质。

一般来说复合材料有两个相。增强相是沉积在金属基体上的纤维、片材或粒子。增强材料和基体材料可以使金属、陶瓷或者聚合物。典型的为增强材料密度低，强度高，而基体材料通常为易延展或者硬质材料。

复合材料的一些常见分类如下

- 1 增强材料；
- 2 金属基复合材料；
- 3 陶瓷基复合材料；
- 4 三明治结构；
- 5 混凝土。

复合材料能够以很多形式呈现，不过基于其强化机理一般将其分为三类。

这些类别为弥散强化、粒子强化和纤维强化。弥散增强复合材料是指在金属集体上第二相粒子有很好的分布。这些例子阻碍材料的变形（材料变形的机理包括位错的运动和滑移，稍后将进行讨论）。很多金属基复合材料都可以归入弥散强化复合材料这一类别中。粒子强化复合材料是指占有很大体积分数的粒子分散在基

体中，负荷由和基体共同承载。 大多数商业陶瓷和很多填充型聚合物是粒子强化复合材料。 在纤维增强复合材料中， 纤维是基体的承载部分， 纤维玻璃和碳纤维复合物是纤维强化复合材料的粒子。

如果复合材料设计和制备合理的话，复合材料就会既具有增强相的强度又具有基体的韧性从而得到了性能的理想结合， 这是任何一种组分单独存在是所不具备的性能。 一些复合材料也具有可被剪切的优势， 因此一些像强度和刚度的性质可以通过改变增强材料的总量或位向而轻易改变。 不利的是这样的复合材料要比传统材料要昂贵。

17 复合材料的性质

一般来说，复合材料的物理性质并非各向同性（受力方向上的独立性），而是呈典型的各向异性（因受力方向不同而不同）。举个例子，复合嵌板的刚度通常取决于受力方向或受力部分的位向。 嵌板硬度也取决于其设计。 例如：所使用的纤维增强相和基体相， 嵌板制造的方法， 热固性与热塑性、 编排方式及纤维轴所受主要力的方向。

相反，各向同性材料（例如铝和钢）在标准铸造过程中具有相同的硬度，而不受作用力或力矩的影响。

对于各向同性材料来说，受力和应变之间的关系可以用以下材料的性质来描述：杨氏模量、剪切模量和泊松比这些相对来说较简单的数学关系。就各向异性材料来说，它涉及数学中的二阶常量，并且有多达 21 种材料性能参数。特别要说的是正交各向同性。对于杨氏模量，剪切模量和泊松比，每个都有三个值——共有 9 个常量来描述受力与应变之间的关系。

复合材料的失效

振动、碰撞或者重复的周期应力均可以导致层状材料在两层之间的界面上发生分离，这种情形称为分离成层。独立的纤维可以从基体中分离出来（纤维剥离）。

在微观或者宏观尺度上复合材料都会失效。在宏观尺度或者在压缩失效都会变形。拉变失效可以是局部的网状区域失效或者微观尺度上复合材料的一个或者多个片层由于基体拉伸失效而发生降解或者基体与纤维之间键的断裂。

一些复合材料很脆，失效几乎没有残余应力，其它的却能遭受有较大的变形和保有吸收能量的能力。纤维和基体的变化可见。混合物可以通过掺杂获得，并且其性质变化范围广，可被设计成复合结构。众所周知，哥伦比亚号航天飞机的机翼是碳-纤维，升空的时候受到撞击破损，终于酿成了在它于 2003 年 2 月 1 号返回大气层时飞行器解体的灾难性后果。

复合材料的优势

为什么使用复合材料呢，复合材料最大的优势在于其将质轻、高强度和刚度完美结合起来。通过选择适当的增强和基体材料结合，生产者就可以制造出极其满足为某些特殊目的所需要特定结构的标准。

现代航空技术，包括军用和民用都是最好的例子。如果没有复合材料，效率就会大打折扣。事实上，工业上对材料既要轻又要具有很好的强度的要求是复合材料发展的主要推动力。用先进复合材料去做机翼、尾翼、螺旋桨、水平悬臂叶片已经很常见，而且很多内部结构和装置也是这样。一些小型航空器的整个机体是由复合材料制成的；对于大型商业航空器，其机翼尾翼和主板也主要是由复合材料构成。

想到飞机，值得注意的是复合材料不像金属（如铝）那样在压力作用下会完全解体。一块金属上的裂纹可能会迅速蔓延，并带来严重的后果（尤其一旦发生在航空器上）。复合材料的纤维可以阻止小裂缝的扩散，并且可以分担周围应力。

好的复合材料应具有好的稳定性和抗腐蚀性，这使得他们成为处于极端环境中的理想材料，如船舶、化学处理器和航空器。通俗地说，复合材料是相当耐用的。

复合材料的另一项优势是他们可以具有设计的柔顺性。复合材料可以被设计成复杂的形状—冲浪板或者船体外壳。

复合材料的劣势是其价格，虽然使用复合材料时加工过程会很高效，但原材料却很昂贵。尽管复合材料不可能完全替代传统材料，例如钢铁。但在许多情况下，复合材料是我们所需要的。毫无疑问，随着技术革命，新应用也会被发现。我们已经见证复合材料可以做到。

18 聚合物纳米科技 - 纳米复合材料

基于纳米复合材料的聚合物基体

在最近所有技术科学的研究与发展中，纳米技术领域是最热门的领域之一。很明显这包括聚合物科学与技术，甚至在这个领域的研究还覆盖着很大范围内的不同其他主题。对现代设备来说，当期临界尺寸小于 100nm 时，这个领域还包括微电子学（更多时候会用纳米电子学来代替）。其他的还包括基于以聚合物为基体的生物材料、纳米粒子药物载体、微乳液颗粒、燃料电池用电极的聚合物固载的催化剂、逐层自组装聚合物薄膜、静电纺丝纳米纤维、平版印刷、混聚物和纳米复合材料。甚至在纳米复合材料领域，很多不同的主题—复合增强，隔绝性质，防火性，光电性质，美容应用，抗菌性能。纳米科技在聚合科学中的研究中并不陌生，因为在（...）之前的研究已经涉及纳米级尺寸，只是没有像最近的纳米技术一样被专门提及。具有相分离的聚和物共混材料经常含有纳米尺度的相；嵌段共聚物在形态学上来讲主要也是纳米尺寸；不对称膜有纳米级孔隙结构，微乳液粒径小于 100nm；混合物和复合材料的界面现象也涉及纳米尺寸。更有甚者对于纳米复合材料，合成橡胶中碳黑增强相，硅胶改性还有天然纤维（例如石棉纳米纤维直径）增强相也已经是被研究了数十年的课题。在过去几十年里研究的基于溶胶-凝胶化学的有机-无机纳米复合材料已基本淡出复合材料的研究。从根本上来说，纳米尺寸是宏观尺度到分子水平的过渡区。最近对基于纳米复合材料的聚合物基体的兴趣最初起于对涉及膨化粘土的有意思的观察，以及更多的最近的研究—碳纳米管，碳纳米纤维，膨化石墨（石墨烯），纳米晶态金属，还有大量的附加纳米无机填充物或者纤维改性物。

带有膨化粘土基于纳米复合材料的聚合物基体是重要的改性手段。尽管纳

米复合材料的增强相是它的主要方面，但是纳米复合材料的许多其它性能和潜在的应用也很重要，包括阻抗性、阻燃性、电 /电学性能、膜性能、混聚物兼容性。纳米尺寸和较大尺寸上性质的比较是一项重要的考虑。相对于较大尺寸改性，纳米尺寸的协同优势是重要的考虑因素。理解粒子的性质随着尺寸降低到纳米级别而发生改变，这对于优化所得到的纳米复合材料很重要。应该注意到纳米复合材料系统仍可以用连续介质模型来模拟，这种情况下绝对尺寸是不重要的，因为只有形貌和体积分数对于预测性质才是必须的。当粒子、板块或纤维改性的尺寸在1-100nm 范围内时，应考虑到纳米级。对于板块或纤维，究其范围（板块厚度或纤维直径）最小的尺寸应该考虑到。

基于纳米复合材料的聚合物基体的未来

有一个纳米复合材料能够在其中成为很大影响力的商业杰出材料是先进复合材料。由于基体相的低模量和强度，碳纤维增强复合材料在可实现的性质改善上有局限（尤其在正交铺设复合材料中）。在小尺寸上利用碳纳米管对基体的改性和在相对较高尺寸下利用碳纳米纤维改性会使基体的模量和强度相对整个复合材料来说有很大程度上的改观。这可以让单向材料在很多方面得到改善，对于正交铺设复合材料材料（在先进复合材料中利用的主要复合材料的结构类型）来说效果也很显著。这个概念是对当前的考虑，也可以允许复合材料逐步改变。这个概念在特殊的运动器材（网球拍和曲棍球球棒）已经得到商业上的应用。这些改进对于未来航空器和风能涡轮机的应用意义重大。这个方法跟天然复合材料很类似—等级结构制造方法以纳米水平为起点，在多个尺寸范围内应用。同样的概念与更多的商品化的增强复合物相关—膨化粘土可以加入到不饱和聚酯—纤维玻璃复合材料基体或者其他的纤维玻璃增强基体聚合物中。随着通过纳米水平构

造的天然优化材料性质的方法秘密的揭开（仿生学），这些发现转移应用到聚合物纳米材料会使进一步发展。值得注意的是，纳米结构的表面可以产生超疏水特性和独特的粘附性。生物和聚合科学的融合，通常涉及一些模仿生物系统的纳米级聚合物和复合系统的设计。

碳纳米管或者膨化石墨（石墨烯）为电/电子/光电子学领域提供了实质上的机遇，在一些特殊的衍生科技上也有潜在的价值。一个特殊的应用是由于其低成本和可随意更换设备的优势，碳纳米管将作为透明导电体而取代导电玻璃。碳纳米管也已经被提出来，而且如果它的高电导率可以获得的话（大于 10^3S/cm ），对于碳共轭纳米管聚合物材料的潜力也会很有价值。廉价石墨的生产尚未实现，石墨的广泛使用亟待石墨合成技术的突破。

另一领域涉及包括分散和校准的形态学控制的重要性。获得纳米材料的最佳优化性质常常要求纳米粒子要具有较好的分散性。纳米粒子（包括纳米尺寸的小片和纤维）并入到宏观结块中的趋势会大大影响其已有的性质。在特例中，较好的各向同性分散可能不会有预期的形态学结构，而是有层次的形态学结构且具有独特的性质—例如通过渗滤方式观察到的使电导率最大化或者较好的图案形态以获得新颖的光或电子学性质。

随着越来越多的基于纳米材料的产品被引入市场， 纳米技术和纳米结构材料不仅仅在科学、研发领域而且同时在人们的日常生活中扮演者日益重要的角色。

纳米技术处理具有纳米尺寸的材料， 例如纳米结构材料， 如果材料的大小到达纳米尺寸，它的物理化学性质会经历巨大的变化，这会在未来得到广泛应用，当然目前已实现的仅仅是小部分。 至少有两种或者更多的力（因素）来推动纳米技术。大多数生物分子和其他生物材料是纳米尺寸的， 因此纳米尺度提供了研究这些生物分子、材料和其他生物材料的最佳方法。 由于一直对半导体小型化的要求，已经深入纳米领域的半导体产业是（纳米技术的）另一推动力。

由上述可知， 很明显纳米技术不再仅仅限制在单一学科， 而是要求交叉学科的方法，进行知识的融合以及要学习来自物理、化学、生物、医药、工程和其他很多不同领域的科学家的方法。

纳米结构材料的类型

纳米结构材料有很多不同的分类，例如：（1）纳米粒子；（2）特殊的纳米结构像纳米管，富勒烯，纳米线，纳米棒，纳米（洋葱），纳米（灯泡）（？）和其他相关材料；（3）厚度在小于 100 纳米的薄膜，可以自组装成纳米材料；（4）纳米复合材料。

纳米材料的性质

纳米技术处理尺寸在纳米范围内的材料（ $<100\text{nm}$ ）。他们可能是由单一孤立的纳米粒子，像那样的纳米粒子的聚集体， 二维纳米结构的薄膜， 组分是纳米大小尺寸的复合材料，或者像经过光刻和蚀刻得到的例如半导体装置的纳米大小的结构，抑或单一纳米结构经过自组装形成的结构。 不管纳米材料性质和它们的制作过程如何，纳米材料许多奇异、甚至令人兴奋的性质可以归结为一个简单道理：

如果材料 /结构的尺度接近纳米时，物理和化学性质将发生巨大的变化。后者是由于面积与体积比率的急剧增加。对于半径为 1nm 的球，几乎 50%的原子落在表面（在纳米管中，所有原子都是表面原子！）

在物理学领域，除了在纳米范围内也有同样的巨大变化。（？）原因可以描述如下：如果它的大小（或者组分相的大小），也就是所谓的尺寸参数变得比与这些性质相联系的临界长度要小时，固体的性质会发生巨大的变化。下述是取自可能会用来描述这些现象的电学，光学和力学的几个例子。

电学/光学性质

如果纳米粒子的尺寸比德布罗意波长，比电子平均自由程（即量子点）短时，就会出现惊奇的效应。带隙变宽，若在本体材料中，其连续的态密度也会变大（？）：能级分离，跟原子的情况很相似（？）。这对纳米材料的光学性质产生巨大的影响：例如吸收光谱由红外向可见光区域移动。

量子阱（一维）的量子限域效应，量子线（二维）和量子点（三维）和能谱产生的变化对具有纳米结构的半导体的光电性质也会有重要的应用，目前已经在光电装置中得到使用。

磁效应

铁磁性材料是由经过平行磁化的区域组成的。若加一个外磁场 H ，即使移除外磁场，在磁场中所有取向磁化的区域都会保持原来的方向。如果铁磁性纳米粒子的尺寸变得比临界域尺寸（10-20nm）还要小，仅仅会有一个域保留在纳米粒子内（？）。当再次施加外磁场时，所有的离子会随着这个场对齐，但是一旦撤除这个场，由于热运动，会出现取向无序化。这种表现行为与顺磁体的永磁偶极子很相似，因此又被称为超顺磁性。另一方面，超顺磁性粒子在纳米技术和医学中

起重要作用。

另外一种磁学上的纳米效应是所谓的巨磁电阻效应，已经被用来制作磁存储器件。其临界长度既可以是电子平均自由程也可以是自旋弛豫长度，这取决于它的实现细节（形成过程）。

力学效应

韧性材料的变形依赖于位错的迁移和增殖。后者可以经过弗兰克-里德机理发生。如果位错在距离为 L （例如分散的纳米粒子）的两个障碍处钉扎，临界剪切应力（公式不会打）被要求能实现弯曲半径 $R=L/2$ （ G 是剪切模量， b 是位错的柏氏矢量）。达到这个点以后，半环会自动地继续增大，形成一个封闭的环，但是原始位错仍然存在，也就是说现在有两个位错存在。如果通过结构约束钉扎点的距离 L 是有限的（例如：纳米晶体或者分散的粒子的高密度），需要非常大的应力去激发弗兰克-里德源，会带来相当大的硬化。

在脆性材料中，失效通过裂缝扩展发生。可以这样来说明（格里菲斯理论）：当达到临界应力时，裂缝的长度 a 会延伸到整个材料中。根据这个方程可知：预置裂纹越小，临界应力越高。如果材料的结构限制最大裂缝长度达到纳米级，要引起灾难性的脆断就需要非常大的应力。

有两个获得纳米结构材料的基本方法： 自上而下和自下而上。 第一种方法是从宏观结构开始的，利用光刻和蚀刻技术使这些宏观结构降低到纳米尺寸范围。

相反，第二种方法是从天然构建的原料例如原子和分子， 利用某些自组装的优势去建立纳米结构。

这两种方法的原理在图 6.1 中的草图做了比较。

Figure6.1

表格 6.1 总结了利用两种方法去做出具有纳米结构的体相材料和具有纳米结构的薄膜所用到的技术。 自上而下的技术最好的例子是半导体工业， 而人类的大自然母亲可以被认为是提供了自下而上方法的优秀的例子。 当然，联合两种方法的融合技术已经发展起来。

从表格 6.1 可以看出，对于两种方法，都有很多种不同的生产纳米结构材料的技术。

Table6.1

通常情况下，主要有三种技术用来制造微观和纳米材料： （1）电子束光刻；（2）纳米球光刻或者胶体光刻；（3）微（纳米）接触印刷。相比之下，第一种是根据（绕过）瑞利准则用电子代替光子，较为常见，后两者是具有独创性的纳米技术发明。

胶体光刻是利用纳米球构成的单层通过自组装形成的膜。（ ？ ）。它由以下四步构成：

- （1）:在衬底上涂一层材料 A，A 的选择根据其用途决定；
- （2）:球状纳米粒子构建的单层组成的胶质模板通过自组装过程形成。 球体颗粒的尺寸、体相组成和表面化学也是由用途所决定的。 典型的材料由玻璃、二

氧化硅和聚合物（例如聚苯乙烯）；尺寸范围从几纳米到几百纳米。有几种方法实现球粒子的组装，例如静电吸附，2 维晶体化，L-B 技术等等。

（3）：通过等离子蚀刻步骤，球的尺寸减少，其中暴露的部分材料 A 被除去，另一种材料 B 沉积在这种结构表面，再说明一下，选择材料的性质和沉积方法也取决于其用途。

（4）：最后，移除胶体膜，得到基质（衬底）上的具有纳米结构的材料 A 和 B。

显然，这是自上而下和自下而上方法的结合。材料 A 和 B 的沉积和构建遵循自上而下的方法，而胶质模板的形成则通过自下而上的步骤。

微接触印刷和纳米接触印刷同属于被总结并标为“软光刻”的一组技术中。微接触印刷自 20 世纪 90 年代起步得到发展。该过程有记录显示结构的底片是在耐用材料（一般是二氧化硅）上获得的，并拿来作为磨具。接着把聚合物投入这个模具中，“邮票”就可以形成。通常，用聚二甲基硅氧烷来达到这种目的：在铸造工序中应用一种预聚物和固化剂的粘性混合物，然后这种混合物通过缓慢升温进行固化。这种 PDMS 邮票（？）软且柔顺（因此名为软光刻），很容易从模具上取下来。接下来的成型加工过程邮票用将被印刷的材料去覆盖。然后材料可以选择的基质（衬底）上印刷。这种方法的优势是：邮票可以被多次用来制造相同的样式，模板可以制造更多的邮票。这项技术的空间分辨率在很大程度上由制作模板的工序的分辨率决定的，同时由所用的 PDMS 的性质决定。

实现亚微米分辨率的一个有趣的可能性是利用胶体光刻技术来生产模板。首先，单层聚苯乙烯珠子被组装到硅表面。接着通过等离子蚀刻珠子尺寸降低，以与印刷区域的尺寸相匹配。在这个结构上 SiO_x 膜就形成了。最后，聚苯乙烯

Unit 12

- 材料的选择是任何组分设计至关重要的环节，尤其在植入体和其它医疗器械方面是特别重要的。
 - 我们能进行承载应用的三种主要材料是金属、聚合物和陶瓷。
 - 高密度、高纯度的氧化铝被大量的用于植入物，特别是在需要承载压力的髋关节修复和牙移植中。
 - 在陶瓷或陶瓷复合材料中，氧化锆的磨损率远远高于氧化锆铝的磨损率。
- | | | |
|----|----------------------------|-------------------------|
| 5. | controlled reaction | stress shielding |
| | Total hip prosthese | strain-to-failure ratio |
| | Mechanical stress | flexural strength |
| | Martensitic transformation | |
- Biomaterial is a non-viable material used in a medical device intended to interact with biological systems.
 - These repairs become necessary when the existing part becomes diseased, damaged, or just simply wears out.
 - Because of its low density, cancellous bone has a lower E and higher strain-to-failure ratio than cortical bone.
 - Eliminating stress shielding, by reducing E, is one of the primary motivations for the development of bioceramic composites.
 - There are questions concerning the long-term effect of α radiation emission from zirconia ceramics.

Unit 13

1. 聚合物的俗名叫塑料，这个词指的是一大类具有许多性质和用途的天然材料和合成材料。
2. 聚合物合成是一个把叫做单体的小分子通过共价键的结合形成链的过程。
3. 支化聚合物分子是由一条带有一个或多个侧基或支链的主链组成。一些特殊的支化聚合物有星型聚合物、梳状聚合物和刷状聚合物。
4. 某些生物聚合物是由一系列不同的胆识结构却相关的单体组成的，例如聚核苷酸是由核苷组成的。
5. persistence length cross-link
Polar monomer nucleic acid
Polymerization polyelectrolyte
6. Most commercially important polymers today are entirely synthetic and produced in high volume, on appropriately scaled organic synthetic techniques.
7. Some biological polymers are composed of a variety of different but structurally related monomers, such as polynucleotides composed of nucleotide sbunits.
8. A polymer molecule with a high degree of crosslinking is referred to as a polymer network.
9. In polymers, however, the molecular mass may be expressed in terms of degree of polymerization, essentially the number of monomer units

which comprise the polymer.

Unit 14

1. 大量合成的聚合物具有碳 -碳骨架，这是因为碳原子具有与其它原子形成更强更稳定的键的优异性能。
2. 它们在一定范围内软化，这与完好晶体相具有非常明确的熔点不同。
3. 分子量取决于其合成时的条件，因此分子量可能分布很宽或分布很窄。
4. Goodyear 很偶然的发现了在橡胶中加入硫磺并加热这个混合物能使橡胶变硬，对氧化和化学进攻能力的敏感性降低。
5. thermosetting plastic cross-sectional area
Polymerization reaction double bond
Chemical composition carboxylic acid
Melting point degradation by oxidation
6. Polymer with different chemical composition has different physical and chemical property.
7. A thermosetting plastic is shaped through irreversible chemical processes and therefore cannot be reshaped readily.
8. Natural rubber is not a useful polymer because it is too soft and too chemically reactive.
9. Various substances may be added to polymers to provide protection against the effects of sunlight or against degradation by oxidation.

1. 逐渐增强的环境意识促使包装薄膜及其加工既要方便使用又要具有环境友好的特点。
2. 显而易见，实现这些性能对控制和改进机械性能和阻隔性能是非常重要的。
3. 在羧酸、醇、醛、酮的含氧生物降解过程中，由水和热引发的过氧化反应可以使之降解成低摩尔质量的物质，这就是碳氢聚合物力学性能降低的主要原因。
4. 用持久耐用的聚合物做短期使用的包装材料并不合理，另外也是因为包装材料被食物污染后再进行物理回收是不切合实际的。
5. natural gas packaging materials
Aroma compound bioplastic material
Chemical structure the life cycle of biomass
6. Bacteria , fungi, enzymes start the bioassimilation giving rise to biomass and CO₂ that finally form the humus.
7. The bioplastic aim is to imitate the life cycle of biomass, which includes conservation of fossil resources, water and CO₂ production.
8. During the oxo-degradation of carboxylic acid, molecules of alcohols, aldehydes and ketones degradable with low molar mass are produced by peroxidation initiated by heat or light .
9. While most of the commercialized biopolymer materials are biodegradable, these are not fully compostable in real composting conditions, which vary

with temperature and relative humidity.

Unit 16

1. 比如，多相金属在微观尺度上是复合材料。但一般意义上的复合材料是指通过键的作用使两种或多种不同的材料结合在一起的材料。
2. 最常见的是，复合材料有一个连续的叫基体的本体相，还有一个分散的非连续的叫增强相的相。
3. 先进材料采用了树脂与纤维的复合材料，一般为碳 / 石墨，凯芙拉或玻璃纤维与环氧树脂的复合材料。纤维具有高的硬度，而聚合物树脂基体能保持复合材料的结构。
4. 如果复合材料设计和制备合理的话，复合材料就既具有增强相的强度又具有基体的韧性从而得到了性能的理想组合，这是任何一种组分单独存在时所具备的性能。
5. composite material reinforcement material
Fiberglass matrix material
Strengthening mechanism conventional material
6. A composite is commonly defined as a combination of two or more distinct materials, each of which retains its own distinctive properties, to create a new material with properties that cannot be achieved by any of the

components acting alone.

7. Carbon-epoxy composites are two thirds the weight of aluminum, and two and a half times as stiff. Composites are resistant to fatigue damage and harsh environments, and are repairable.
8. According to the conception of composite , reinforced plastics, metal-matrix composites, ceramic-matrix composites and concrete are composites.
9. In fiber-reinforced composites, the fiber is the primary load-bearing component. Fiberglass and carbon fiber composites are examples of fiber-reinforced composites.

Unit 17

1. 震荡、撞击或者重复的周期性应力能导致两层的界面处发生薄层分离，这种情况叫剥离。
- 2.
3. 事实上，工业材料既要质轻又要牢固的要求是推动复合材料发展的主要动力。
4. 提到飞机，值得铭记的是复合材料不像金属（如铝）那样在压力的作用下会完全解体。
5.

orthotropic	thermoset
Thermoplastic	Young ' s Modulus
Mechanical property constants	extreme enviroment

6. In contrast, isotropic material (for example, aluminuim or steel), in standard wrought forms, typically have the same stiffness regardless of the directional orientation of the applied forces and /or moments.
7. The greatest advantage of composite materials is strength and stiffness combined with lightness.
8. This makes them ideal for use in products thar are exposed to extreme enviroments such as boats, chemical-handling equipments and spacecrafts.
9. Composites will never totally replace tranditional materials like steel, but in many cased they are just what we need.

Unit 18

1. 具有相分离的聚合物共混材料经常出现纳米尺度的相。
2. 在过去几十年里研究的基于溶胶-凝胶化学的有机-无机纳米复合材料已基本淡出纳米复合材料的研究。
3. 理解粒子的性质随着尺寸降低到纳米级别而发生改变，这对于优化所得到的纳米复合材料很重要。
4. 廉价石墨的生产尚未实现，石墨的广泛使用亟待石墨合成技术的突破。
5. electro-optical property bactericidal property
Block copolymer interfacial phenomena
Exfoliated graphene morphology control
6. The field of nanotechnology is one of the most popular areas for current

research and development in basically all technical disciplines.

- 7. Nanoscale is considered where the dimensions of the particle, platelet or fiber modification are in the range of 1 ~ 100nm.
- 8. These improvements are key to future aircraft and wind energy turbine applications.
- 9. Nanostructured surfaces have been noted to yield superhydrophobic character and exceptional adhesion.

Unit19 :

2.英译汉

纳米结构材料	制造过程
表面积 /体积比 (比表面积)	纳米尺度
球半径	光电器件
伯氏矢量	钉扎点

- 1. 大多数生物分子和其他生物材料是纳米尺寸的，因此纳米尺度提供了一个研究这些生物分子、材料和其它材料发生交互作用的最佳机会 /手段。
- 2. 不管纳米材料性质和它们的制作过程如何，纳米材料许多奇异、甚至令人兴奋的性质可以归结为一个简单道理：如果材料 /结构的尺度接近纳米时，物理性质和化学性质将发生巨大的变化。
- 3. 这对纳米材料的光学性质产生巨大的影响：例如吸收光谱又红外向可见光区域移动。
- 4. 另外一种磁学上的纳米效应是所谓的巨磁电阻效应，已经被用来制作磁存储器件。

5. 根据这个方程可知：预置裂纹越小，临界应力越高。

3. 汉译英

Nanotechnology

interdisciplinary subject

Two-dimensional nanostructure

critical length

Surface tension

thermal motion

Self-organization

brittle failure

1. Nanotechnology deals with materials with dimensions in the nanometer range.
2. If the dimensions of materials approach the nanoscale, three amazing effects come to play a role. (Materials will possess three new effects/properties, which the original ones do not have.)
3. Nanotechnology consists of nano-electronics, nano-mechanics and nano-materials, etc..
4. The hardness of nanocrystalline copper is five times higher than that of microcrystalline one.