

Introduction to Materials

材料概论



南京工业大学

材料科学与工程学院

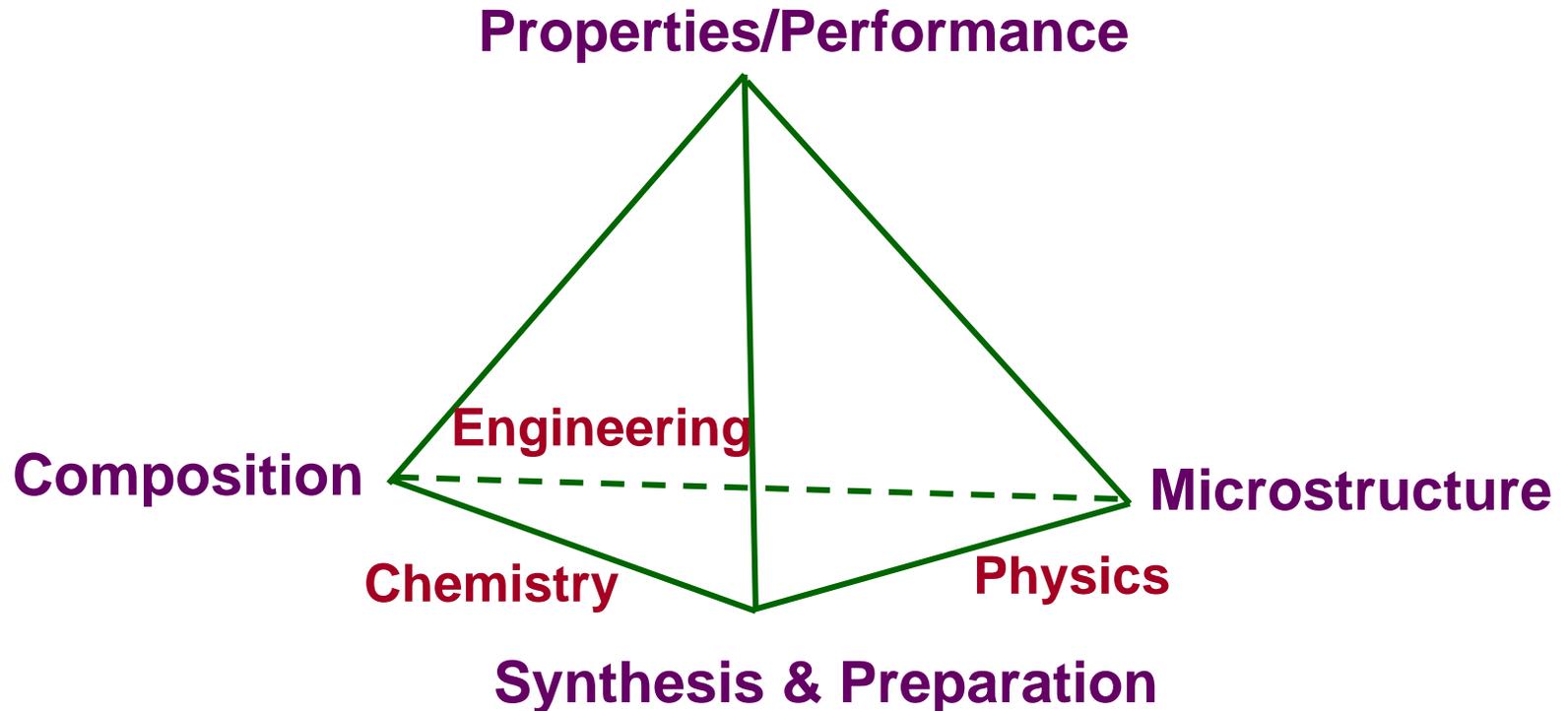
What is this course?

- Fundamentals of materials science and engineering
- Basic concepts
- Ready for core courses



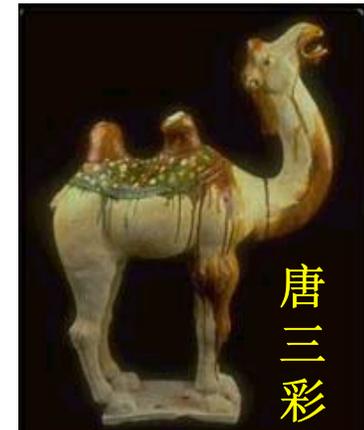
Objectives

1. To build fundamental concepts in Materials Science and Engineering (MSE).



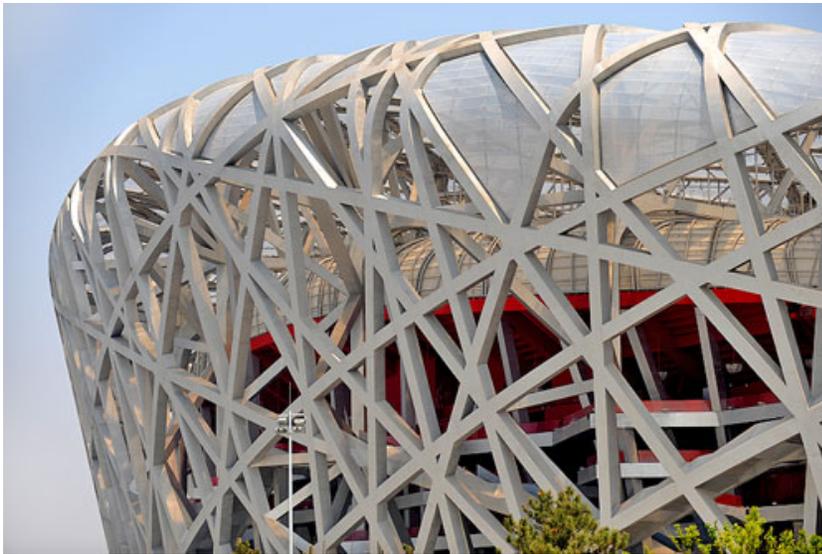
Objectives

2. To understand basic knowledge of materials science, history of materials and processing of materials.

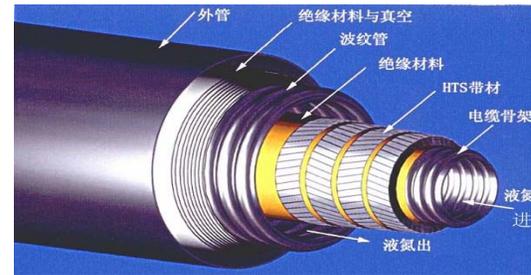


Objectives

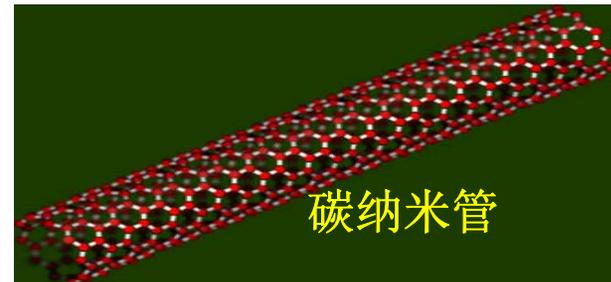
3. To follow the advances in MSE.



单晶硅



超导电缆



碳纳米管

Contents

1. Introduction
2. Tetrahedron of MSE
3. Metal Alloys
4. Ceramic Materials
5. Polymer Materials
6. Composites
7. Materials, Environment, Resource and Sustainable Development
8. Advanced Materials
9. National Developing Strategies of Materials

List of Reference (1):

1. 周达飞 《材料概论》，北京：化学工业出版社，2001
2. 冯端，师昌绪，刘治国. 《材料科学导论》. 北京：化学工业出版社，2002
3. 顾家琳，杨志刚，邓海金，曾照强. 《材料科学与工程概论》. 北京：清华大学出版社，2005
4. 李俊寿主编. 《新材料概论》. 北京：国防工业出版社，2004

List of Reference (2):

5. Donald R. Askeland and Pradeep P. Phule, Essentials of Materials Science and Engineering(影印版), 清华大学出版社, 2005
6. James F. Shackelford, Introduction to Materials Science for engineers, Macmillan Publishing Company, 1985
7. William D. Callister Jr., Materials Science and Engineering: an introduction, John Wiley & sons, Inc. 2003
8. William D. Callister Jr., Fundamentals of Materials Science and Engineering (英文影印版), 化学工业出版社, 2004 (2006第三次印刷)

Assessment

- Attendance
- Answer to questions in class
- Discussion in class
- Quizzes
- Assignments
- Assay
- Exam



背景

矿物能源枯竭的必然性已取得共识。对21世纪而言,原油和天然气等最为宝贵的资源是比矿产更丰富的能源,一方面由于矿物能源技术自身发展的瓶颈,另一方面由于由于这些能源有可能给生态环境带来严重不利影响。太阳能、风能、地能、海洋能等一次能源和二次能源中的氢能等被认为是清洁能源,其中氢能、太阳能、风能等有望在近期得到广泛应用的能源。

太阳能是利用太阳光与材料相互作用直接产生电能,是环境无公害的再生能源,它的利用可以解决人类社会发展在经济生活方面的三个问题:一是解决全球性的能源短缺问题,二是解决温室效应问题,三是解决目前地面能源的短缺问题。太阳能发电具有无污染、可再生、可移动、可就地发电等优点,特别是太阳能发电使用材料绿色环保,无污染,对环境友好,是发展绿色能源,缓解温室效应的有效途径,对改善生态环境,缓解温室效应有着非常重要的意义。

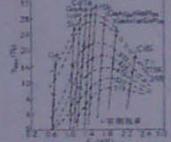


太阳能是人类最主要的可再生能源,一方面太阳每年照射到地球上的能量远超过人类所消耗的总能量;另一方面巨大的能量却分散到整个地球表面,单位面积接受的能量密度不高。因此太阳能发展的制约因素有:①接受面积的问题,如太阳能电池的主要能源则需要相当大的接受面积;②能量按时间分布不均的问题,既有昼夜之分,又有季节之分;③电池材料的资源问题,大量应用需要上万吨到上亿吨的半导体材料,这是成本问题,综合上述因素,太阳能电池材料的发展主要围绕提高转换率,节约材料消耗,降低成本等问题进行研究。

太阳能电池发展现状

太阳能电池工作原理

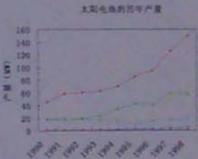
典型的太阳能电池本质上是一个大面积半导体二极管,它利用光伏效应原理把太阳辐射转换成电能。当太阳光照射到太阳能电池上并被吸收时,其中能量大于禁带宽度 E_g 的光子能把价带中电子激发到导带上去,形成自由电子,价带中留下带正电的自由空穴,电子空穴对,通常称它们为光生载流子。自由电子和空穴在不停的运动扩散,扩散到 $P-N$ 结的空位电场区,被该区的内建电场分离,电子被扫到电池的 N 型一侧,空穴被扫到电池的 P 型一侧,从而在电池上下表面(两板)分别形成了正负电荷积累,产生“光生电压”,即“光伏效应”(photovoltaic effect)。若在电池两端引出电极并接上负载,负载中就有“光生电流”通过,得到可利用的电能,这就是太阳能电池的工作原理,如图所示。



假设太阳能电池具有最理想的电流-电压特性而获得的转换效率曲线,从上图可以看出效率为1.4~1.7eV的材料可得到高转换效率,在AM1的阳光谱下转换效率最高约为23%,所以用Si、In、Cd及Ga等构成的化合物半导体材料是最合适的太阳能电池材料。

各种太阳能电池材料的比较

随着科技的发展,太阳能电池的使用量逐年增加,且其种类越来越多,按化学组成及产生电力的方式,太阳能电池可分为:无机太阳能电池、有机太阳能电池和光化学电池三大类。由于各自的性能不同以及发展的条件限制,各自在市场中占有率不同,如图所示。



太阳能电池发展限制因素

晶体硅太阳能电池按材料形态主要分为单晶硅、多晶硅、带状硅、多晶硅薄膜、单晶硅薄膜,尽管效率较高,但其成本亦高。多晶硅弥补了这一缺点,但效率比单晶硅太阳能电池低。

非晶硅受其转换效率偏低和稳定性较差限制是至今仍在PV市场中占统治地位的原因,转换效率偏低是由于在非晶硅材料中载流子的短寿命和低迁移率,含有一定量的结构缺陷如悬挂键、键尾、空洞等,也稳定性差的主要因素是层的S-W效应。S-W效应是非晶硅太阳能电池的转换效率在光照下衰退,这一效应长期以来成为非晶硅太阳能电池应用的主要障碍。

化合物半导体的薄膜电池,所需要的硅、磷、硼等要在百万吨的规模,无论资源储量和开采时间均构成问题。对于CdTe光伏技术的一大障碍是与半导体材料制备中Cd的毒性有关,Cd是重金属,有毒害,其他化合物也有毒,主要危险是其全球对人和动物的危害,而GaAs电池成本亦高,主要用于空间。

液态染料敏化太阳能电池溶剂可能与敏化染料作用导致染料发生降解,载流子迁移速率很慢,在高强度光照时不稳定,稳定性不高,效率也较低;固态染料敏化太阳能电池的缺点主要是固体电解质电导率比较低以及固体电解质与电极界面接触差。

材料名称	材料描述	转换效率 (%)	应用状况
单晶硅太阳能电池	晶体硅最典型的单晶材料,用直拉法、提拉法、切磨、抛光、镀膜	17-19	用于卫星太阳能电池,地面电站,光伏组件
多晶硅太阳能电池	非晶硅太阳能电池最典型的材料,用直拉法、提拉法、切磨、抛光、镀膜	13-15	用于卫星太阳能电池,地面电站,光伏组件
非晶硅太阳能电池	非晶硅太阳能电池最典型的材料,用直拉法、提拉法、切磨、抛光、镀膜	6-8	用于卫星太阳能电池,地面电站,光伏组件
薄膜太阳能电池	薄膜太阳能电池最典型的材料,用直拉法、提拉法、切磨、抛光、镀膜	10-12	用于卫星太阳能电池,地面电站,光伏组件
染料敏化太阳能电池	染料敏化太阳能电池最典型的材料,用直拉法、提拉法、切磨、抛光、镀膜	10-12	用于卫星太阳能电池,地面电站,光伏组件
有机太阳能电池	有机太阳能电池最典型的材料,用直拉法、提拉法、切磨、抛光、镀膜	10-12	用于卫星太阳能电池,地面电站,光伏组件

发

从制约太阳能电池发展的主要因素看,太阳能电池作为一种特殊的高新技术,它不但要求高的能量转换效率,还要大幅度降低成本,同时还涉及到土地资源、矿物资源等诸多因素,这些问题的解决一方面需要材料与技术开发,同时还需要采取相应的社会措施与技术开发相结合。从70年代中期开始大规模研究开发地面太阳能电池以来,对太阳能电池材料与器件结构作了以下主要工作:

- 1) 研究结构与材料的转换效率以及稳定性的影响,改善器件结构,提高器件的转换效率。
- 2) 使用薄膜技术和剥离技术,非晶硅薄膜的厚度仅为1μm~2μm,多晶硅薄膜的厚度为50nm均比晶硅电池的用料节省。现在开发的超薄薄膜GaAs太阳能电池技术和硅外延衬底玻璃与多次利用技术可大幅度降低材料的消耗。
- 3) 大规模生产技术的开发,这方面涉及的内容有:
 - ① 无论那种电池,从多晶硅的小尺寸电池转化到大尺寸、大批量的制作,转换效率都会明显降低,如何控制条件、改善设备,使电池的效率和稳定性在某一较高水平,是产业化技术的关键;

展

方

- ② 规模化生产设备和工艺化的开发使之通过量大、成品率高、成本低。
- ③ 组件的大型化可以改善组件面积的利用率,提高组件的转换效率,大型器件可减少连线电阻引起的功率消耗。
- ④ 大规模生产要解决原料的来源与成本,目前晶硅电池需要廉价的太阳原料硅,另外批量化生产要解决生产中的环境保护问题。
- ⑤ 跟踪与激光技术
- ⑥ 跟踪系统实施太阳能电池能够看对太阳光的角度转动以获得更多的能力,现在多用太阳传感器以自动控制跟踪精度,跟踪光用于太阳能电池是为了提高照射到太阳能电池的光强度,大幅度减少太阳能电池的用量,而且在一定光照条件下可以使转换效率增加,从而降低成本。

向

结语:
通过对各种太阳能电池的研究分析,每一种都有其各自的优缺点,且各太阳能电池领域都有一些难点,我们要因地制宜的利用它们,并且不断改善它们的缺陷,才能有利于解决当今世界的能源危机问题,具有重要的现实意义。

制作人: 郑敏 王光成 谢淑娟

超导的魅力

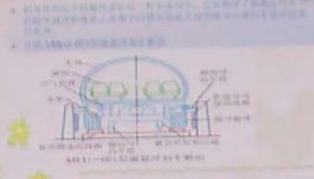
1. 为什么力学将如此沉重的列车停得于铁轨之上，并且开创了速度的新纪元？
2. 为什么让几高斯的微弱磁场的测量成为可能呢？
3. 又是什么让历史上的“第二架飞机”重现江湖呢？

迈斯纳(Meisner)效应

超导体具有完全抗磁性，即当超导体置于外磁场中时，超导体内部磁感应强度为零。这种现象称为迈斯纳效应。超导体在超导态下，不仅电阻为零，而且具有完全抗磁性。超导体在超导态下，其内部磁感应强度为零，即超导体排斥了外部磁场的磁感线。超导体在超导态下，其内部磁感应强度为零，即超导体排斥了外部磁场的磁感线。



超导磁悬浮



超导磁悬浮列车具有速度快、能耗低、噪音小、无污染等优点。超导磁悬浮列车利用超导体的迈斯纳效应，使列车悬浮在轨道上方，从而消除了轮轨摩擦，大大提高了运行速度。超导磁悬浮列车还具有能耗低、噪音小、无污染等优点。

优点

超导量子干涉仪

—Josephson结的应用

1. 它对人类的影响与作用
2. 自身的特点与优势



2. 自身的特点与优势

- 灵敏度极高
- 分辨率高
- 分辨率高
- 分辨率高
- 分辨率高
- 分辨率高

4. 人类在运用干涉仪所处的阶段及期待的发展

超导量子干涉仪是利用超导体量子干涉(SQUID)构造了电子、机械、电磁、真空等技术来测量磁场的精密仪器。SQUID是目前发现最灵敏的磁感应元件，故它最适合微小磁化率的检测。然而，成本却高昂的，因此目前对超导干涉仪还在研究阶段。

希望通过超导原理更深入的研究，从而得到具有更高温度的超导体降低对环境的要求，让超导干涉仪更具有实用意义。

零电阻效应

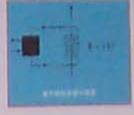


超导体在超导态下，电阻为零。这是因为超导体内部的电子形成了库珀对，这些库珀对可以无阻碍地通过超导体，从而实现了零电阻。超导体在超导态下，电阻为零，这是因为超导体内部的电子形成了库珀对，这些库珀对可以无阻碍地通过超导体，从而实现了零电阻。



超导储能装置

超导储能装置利用超导体的零电阻特性，将电能以超导态形式储存。超导储能装置具有储能密度高、效率高、寿命长等优点。超导储能装置利用超导体的零电阻特性，将电能以超导态形式储存。超导储能装置具有储能密度高、效率高、寿命长等优点。



超导输电线路

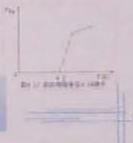
超导输电线路利用超导体的零电阻特性，实现电能的高效传输。超导输电线路具有输电容量大、损耗低、体积小等优点。超导输电线路利用超导体的零电阻特性，实现电能的高效传输。超导输电线路具有输电容量大、损耗低、体积小等优点。



超导研究的发展

超导电性的发现

1817年，德国物理学家海因里希·威廉·迈耶尔发现了超导电性。他发现，当温度降低到一定程度时，金属的电阻会突然降为零。这一现象被称为超导电性。超导电性的发现为超导研究奠定了基础。



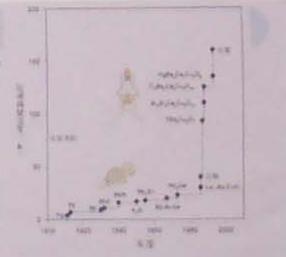
超导体在超导态下，电阻为零。这是因为超导体内部的电子形成了库珀对，这些库珀对可以无阻碍地通过超导体，从而实现了零电阻。超导体在超导态下，电阻为零，这是因为超导体内部的电子形成了库珀对，这些库珀对可以无阻碍地通过超导体，从而实现了零电阻。

高温超导体的发现

1986年，科学家发现了高温超导体。这些超导体可以在液氮温度下实现超导，大大降低了超导技术的应用成本。高温超导体的发现为超导技术的广泛应用提供了可能。

超导体在超导态下，电阻为零。这是因为超导体内部的电子形成了库珀对，这些库珀对可以无阻碍地通过超导体，从而实现了零电阻。超导体在超导态下，电阻为零，这是因为超导体内部的电子形成了库珀对，这些库珀对可以无阻碍地通过超导体，从而实现了零电阻。

超导材料的发展



其它新型超导体

除了传统的超导体外，科学家们还发现了许多新型超导体。这些超导体具有不同的超导特性，为超导技术的应用提供了更多选择。新型超导体的发现为超导技术的进一步发展提供了动力。



结束语

未来的十年是高温超导市场发展材料产业化的十年。据预测，2019年和2020年，世界超导市场规模将达到300亿美元/年和2440亿美元/年。在不久的将来，我国的能源、医疗卫生、电子技术和科学仪器等方面将会迫切需要超导技术。我国作为重要市场之一，能否抓住超导技术发展提供的历史性的机会，争取在这一新兴高技术产业中占有一席之地，是我国超导技术发展面临的一个重大问题。

增韧陶瓷简介

增韧陶瓷
ZrO₂增韧陶瓷
Al₂O₃增韧陶瓷

晶须增韧陶瓷

- 晶须增韧(纤维增韧)——纤维陶瓷复合材料中的纤维通过吸收裂纹尖端的能量阻止裂纹的扩展,从而提高陶瓷的韧性
- 晶须增韧既能显著增加陶瓷韧性,又保持了陶瓷原有的耐高温、高强度等特性。实验研究表明,晶须的加入可以使陶瓷韧性提高2-3倍。



晶须增韧前后裂纹生长变化



纤维吸收裂纹尖端能量是纤维增韧及从机体中拔出实现的。要求用于补强的纤维具有较高的强度且能与陶瓷有良好的粘结。

ZrO₂增韧陶瓷

- ZrO₂增韧Al₂O₃陶瓷的机理很大程度上是通过t-ZrO₂转变为m-ZrO₂的马氏体相来实现。
- 马氏体——一般认为马氏体是指钢中淬火得到的或在 α -Fe中的过饱和固溶体,呈体心正方晶格。
- 马氏体相变——ZrO₂由四方晶型向单斜晶型的可逆转变,过程伴随着体积膨胀。

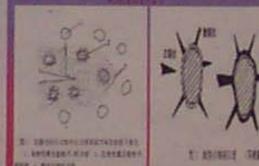
相变增韧机理

- 当材料受到外力时, ZrO₂颗粒发生t-ZrO₂→m-ZrO₂的马氏体相变,相变颗粒的剪切应力和体积膨胀对机体产生压应力,使裂纹停止生长,以致需要更大的能量才能使裂纹扩展。

微裂纹增韧机理

- 部分稳定的氧化锆陶瓷在由四方相向单斜相转变时,相变出现的体积膨胀产生微裂纹;冷却过程的相变会诱发微裂纹;裂纹扩展中央区域的应力诱发相变产生微裂纹。这些微裂纹分散了主要裂纹尖端的能量,提高了断裂能。

相变增韧机理和微裂纹增韧机理图



氧化锆增韧陶瓷产品



工程陶瓷

- 性能——强度高、耐高温、耐磨损、耐腐蚀、质量轻、导热性好等。
- 缺陷——脆性(裂纹)、均匀性差、可靠性低、韧性差、强度低、应用范围受到限制。
- 纳米陶瓷是解决陶瓷脆性的战略途径。

纳米陶瓷粉体

- 纳米陶瓷粉体——介于固体与分子之间具有纳米级粒径(1-100nm)尺寸的稳定态中间物质。
- 优良性能:
 1. 低介电损耗、大的比表面积、高化学性能
 2. 颗粒团聚现象得到抑制
 3. 使陶瓷材料的组成物纳米化、均匀化
 4. 从纳米结构层次上控制材料的成分和结构,发挥陶瓷的潜在性能
 5. 纳米颗粒小、颗粒均匀性好,基体均匀性好,使材料表现出大颗粒所不具备的优异性能

纳米粉体的制备

- 气相合成法——原料在炉中加热蒸发成气态,产生超微粒或团簇状原子团,通过改变蒸发速率和蒸发室内惰性气体的流量来控制原子团的大小颗粒,粒径为1.3~4nm。
- 凝胶相合成法(溶胶-凝胶法)——在水溶液中加入有机金属与金属离子形成混合物,通过控制pH值、反应温度等条件使其水解、聚合,经干燥、烧结等处理形成氧化物,得到纳米级超微粒粉体。

纳米粉体制成纳米块

- 液相法——可在液体衬底上沉降
- 溶胶凝胶法——在反应釜内设置充液氮的冷却管,纳米团冷凝于外管壁,再用刮板刮下,经漏斗进入压模器,压制成块材
- 凝胶凝胶法——凝胶温度提高增加了物质的扩散率,孔隙率下降,纳米颗粒以较快的速率黏化,形成纳米块材

纳米陶瓷的特性

- 纳米陶瓷Si₃N₄、SiC超微粉末分布在材料内部晶界内,使晶界更细,提高力学性能,使陶瓷的脆性变韧。
- 纳米陶瓷材料经高温干燥成膜,使膜材料很大程度
- 使材料致密化,有利于制结陶瓷的强化和提高韧性
- 使陶瓷材料、陶瓷基体在400~600℃,无氧化条件下使用,使陶瓷材料具有超微结构的材料优势

有机光电材料

有机光电材料：指在光、电、磁、热、力等物理作用下，能产生光电、磁电、热电、力电等效应的材料。

有机光电材料具有发光效率高、响应速度快、制备工艺简单、成本低廉等优点。广泛应用于有机发光二极管、有机太阳能电池、有机场效应晶体管等领域。



有机光电材料的研究对于推动新型显示技术、能源转换和存储技术的发展具有重要意义。

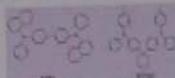


材料科学

材料科学是研究材料的组成、结构、性能、制备、应用等问题的学科。它是连接物理学、化学、生物学、工程学等学科的桥梁。

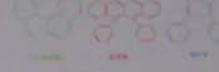
材料科学——无机非金属材料

无机非金属材料是指除金属、有机高分子材料以外的其他材料。包括陶瓷、玻璃、水泥、耐火材料等。



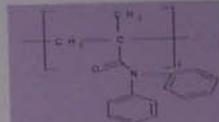
材料科学——高分子聚合物材料

高分子聚合物材料是由许多重复单元通过共价键连接而成的大分子化合物。包括塑料、橡胶、纤维等。



材料科学——复合材料

复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料，通过物理或化学的方法，在宏观上组成具有新性能的材料。



材料腐蚀与防护

北京馆藏文物的腐蚀图



油罐底腐蚀穿孔图



立板腐蚀状况图



引言

众所周知，所有的材料都有一定的使用寿命，在使用过程中将遭受不同程度的直接或间接的损坏。材料的损坏形式是多种多样的，但最严重、最常见的损坏形式是断裂、磨损和腐蚀。
材料的腐蚀是一个渐变的过程。例如，钢铁的锈蚀就是最常见的腐蚀现象。腐蚀性金属转变为化合物，是不可逆的。小量再生。在材料的各种形式的损坏中，腐蚀引起人们特别的关注。这是因为在现代工程结构中，特别是在高温、高压、多相流作用下，以及在摩擦、断裂等的协同作用下，腐蚀损坏格外严重。只有在搞清楚材料腐蚀的原因的基础上才能研制适宜的耐蚀材料，涂层及采取合理的保护措施，以达到防止或控制腐蚀的目的。因此，材料腐蚀学已经成为材料科学的重要内容。

腐蚀的分类

- 按腐蚀反应进行的方式分为化学腐蚀和电化学腐蚀。前者发生在非离子导体介质中；后者发生在具有离子导电性的介质中，故可通过改变材料的电极电位来改变腐蚀速度。
- 按材料破坏特点分为均匀腐蚀、局部腐蚀和选择性腐蚀。均匀腐蚀指材料表面各处腐蚀破坏深度差别很小，没有特别严重的部位，也没有特别轻微的部分。局部腐蚀是材料表面的腐蚀破坏集中在某一区域，主要有孔蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀等。选择性腐蚀是金属材料在腐蚀介质中，其活性相产生选择性溶解，由金属材料合金组成的电化学差异所致。
- 按腐蚀环境又分为微生物腐蚀、大气腐蚀、土壤腐蚀、海洋腐蚀和高温腐蚀等。

表1 国外腐蚀损失调查结果

国家	年	年腐蚀损失	占国民生产总值 (%)	可避免损失 (占损失 %)
美国	1949	34亿美元		
	1975	424亿美元	4.9	
	1989	3000亿美元	4.21	33
欧洲	1987	421亿马克		
	1989	23.46亿马克	3.3	23
	1993	25000亿日元		
日本	1987	3073.6亿日元		
	1986	30亿马克		30
	1973	4.1亿美元		
意大利	1982	28亿美元		

由腐蚀引起的灾难性事故屡见不鲜，甚至造成重大人员伤亡，损失极为惨重，以下是几个例子：

- 1967年12月，位于美国西弗吉尼亚州和俄亥俄州之间的俄亥俄桥突然塌入河中，死亡46人。事后检查，是由于钢梁因应力腐蚀破裂和腐蚀疲劳而产生裂纹所致。
- 英国内普罗石油化工有限公司环己烷氧化装置的旁通道发生硝酸盐应力腐蚀破裂，引起环己烷蒸汽管爆炸，死28人，伤105人，损失达1亿美元。
- 1965年3月4日，美国路易斯安那州输气管线破裂着火，死17人，事后检查是由于管线产生应力腐蚀破裂。

- 1949年10月，美国俄亥俄州煤气公司天然气贮罐腐蚀破裂，造成128人死亡。
- 1970年，日本大阪地下铁的管道因腐蚀破坏而折断，造成瓦斯爆炸，乘客当场死亡75人。
- 1985年8月12日，日本一架波音747客机由于发生应力腐蚀而坠毁，死亡500多人。
- 1971年5月和1972年1月，四川省某天然气输气管线因发生硫化氢应力腐蚀而两次爆炸，引起特大火灾，仅其中一次就死亡24人。
-

材料防护的基本途径

- 提高材料本身的耐蚀性
- 改变环境
- 采用涂层膜层和表面改性
- 将材料与腐蚀介质隔离开
- 采用电化学保护
- 正确选材和合理设计



结束语

为了提高设备防腐蚀技术水平，除了大力开发防腐蚀新技术、新材料，大力推广行之有效的现有技术和材料外，大力推行教育、普及腐蚀与防护知识，也是极其重要的。



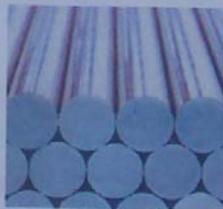
腐蚀的定义

腐蚀是材料受化学、电化学和物理作用产生的损坏或变质现象。常见的是金属材料腐蚀。通常环境介质对材料有各种不同的作用，其中有多种作用可导致材料遭受破坏，但只有满足以下两个条件，才称为腐蚀作用：①材料受介质作用的部分发生状态变化，转变成新相。②在材料遭受破坏过程中，整个腐蚀体系的自由能降低。

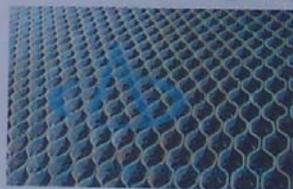
材料腐蚀与防护在国民经济发展中的意义

- 材料腐蚀问题遍及国民经济各个领域，从日常生活到工农业生产，从尖端科学技术到国防工业的发展，凡是使用材料的地方，都不同程度地存在着腐蚀问题。腐蚀带来巨大的经济损失，造成许多灾难性的事故，不但消耗大量宝贵的资源与能源，还对环境产生污染，其他害处目惊心。
- 据世界上主要工业国家的调查统计，材料腐蚀带来的经济损失约占国民生产总值的1.8%~4.2%。见表1。1975年美国国家标准局向国会提交特别报告“美国金属腐蚀的经济影响”。该报告指出这一年美国由于金属腐蚀造成的经济损失约为700亿美元。这一调查尚引起世界各国的重视，产生了极大影响。我国在1981年由国家标准委腐蚀科学学科组对全国10家化工企业的腐蚀损失进行了调查。结果表明，1980年这些企业由于腐蚀造成的经济损失约为当年生产总值的3.9%。这个数字与许多国家进行的全面腐蚀损失调查的结果大体相当。2002年中国工程院的调查结果表明，我国腐蚀损失（包括直接和间接损失）达到4975.2亿元。

镜面耐蚀不锈钢



耐腐蚀龟甲网



聚乳酸

引言

21世纪是人类文明发展的关键时期，也是全球环境问题的严峻挑战期。随着全球人口数量的不断增长，资源短缺、环境污染、生态失衡等问题日益突出。在此背景下，寻找一种既能满足人类生产生活的需要，又能有效解决环境问题的新型材料，已成为全球关注的焦点。聚乳酸（PLA）作为一种可生物降解的高性能塑料，近年来在学术界和产业界引起了广泛关注。它不仅具有优异的性能，还能在自然环境中被微生物降解为二氧化碳和水，实现资源的循环利用，是解决白色污染问题的理想选择。本文将详细介绍聚乳酸的性质、应用及其发展前景。

聚乳酸的性质和应用

1. 聚乳酸(LA)的概述

聚乳酸(LA)是一种生物可降解的高性能塑料，由乳酸(LA)聚合而成。它具有优异的力学性能、热稳定性和生物相容性。聚乳酸(LA)广泛应用于包装、医疗、农业、环保等领域。聚乳酸(LA)的降解产物为二氧化碳和水，对环境友好。

2. 聚乳酸(LA)的制备

聚乳酸(LA)的制备主要通过乳酸(LA)的聚合反应实现。常用的聚合方法包括开环聚合和缩聚反应。聚乳酸(LA)的制备过程简单、环保，且成本较低。

SPRING



聚乳酸的应用

聚乳酸(LA)具有优异的性能，广泛应用于包装、医疗、农业、环保等领域。聚乳酸(LA)的降解产物为二氧化碳和水，对环境友好。聚乳酸(LA)的应用前景广阔，是未来塑料工业的重要发展方向。



PAN原丝性能参数比较

性能参数	原丝A	原丝B	原丝C
拉伸强度	1200	1100	1300
断裂伸长率	15%	18%	12%
模量	100	90	110
耐热性	250°C	240°C	260°C
耐化学性	优	良	中
导电性	低	中	高

一、碳纤维的发展

碳纤维的发展经历了几个阶段。20世纪60年代，碳纤维开始用于航空航天领域。70年代，碳纤维开始用于汽车工业。80年代，碳纤维开始用于体育用品。90年代，碳纤维开始用于建筑领域。21世纪，碳纤维开始用于能源、环保等领域。

1. 碳纤维的概述

碳纤维是一种由碳原子组成的纤维状材料。它具有优异的力学性能、热稳定性和化学稳定性。碳纤维广泛应用于航空航天、汽车工业、体育用品、建筑等领域。

2. 性能

碳纤维具有优异的力学性能，其强度与重量之比远高于其他纤维材料。此外，碳纤维还具有优异的热稳定性和化学稳定性。

二、碳纤维的结构与性能

1. 结构

碳纤维的结构由碳原子组成。碳纤维的直径通常在5-10微米之间。碳纤维的纤维直径越小，强度越高。碳纤维的纤维直径越大，模量越高。

2. 性能

碳纤维具有优异的力学性能，其强度与重量之比远高于其他纤维材料。此外，碳纤维还具有优异的热稳定性和化学稳定性。

三、碳纤维的制备

碳纤维的制备主要通过聚丙烯腈(PAN)的碳化实现。聚丙烯腈(PAN)是一种由丙烯腈单体聚合而成的纤维状材料。聚丙烯腈(PAN)的碳化过程包括氧化、石墨化和活化三个步骤。

1. 氧化

聚丙烯腈(PAN)的氧化过程是在空气中进行的。氧化过程中，聚丙烯腈(PAN)的分子链发生断裂，形成含氧基团。氧化后的聚丙烯腈(PAN)纤维称为预氧化纤维。

2. 石墨化

预氧化纤维的石墨化过程是在惰性气氛中进行的。石墨化过程中，预氧化纤维的分子链发生重排，形成石墨微晶。石墨化后的聚丙烯腈(PAN)纤维称为碳纤维。

3. 活化

碳纤维的活化过程是在惰性气氛中进行的。活化过程中，碳纤维的分子链发生进一步重排，形成更加完善的石墨微晶。活化后的碳纤维称为高模量碳纤维。

四、碳纤维的应用

1. 碳纤维在混凝土方面的应用

碳纤维在混凝土方面的应用主要体现在增强混凝土的强度和耐久性。碳纤维可以制成纤维布或纤维砂浆，用于包裹混凝土结构。碳纤维布可以显著提高混凝土的抗拉强度和抗裂性能。碳纤维砂浆可以显著提高混凝土的抗压强度和抗渗性能。

2. 碳纤维在环保方面的应用

碳纤维在环保方面的应用主要体现在吸附和催化两个方面。碳纤维具有优异的吸附性能，可以用于吸附水中的重金属离子和有机污染物。碳纤维还具有优异的催化性能，可以用于催化降解有机污染物。

碳纤维的制备

碳纤维的制备主要通过聚丙烯腈(PAN)的碳化实现。聚丙烯腈(PAN)是一种由丙烯腈单体聚合而成的纤维状材料。聚丙烯腈(PAN)的碳化过程包括氧化、石墨化和活化三个步骤。

1. 氧化

聚丙烯腈(PAN)的氧化过程是在空气中进行的。氧化过程中，聚丙烯腈(PAN)的分子链发生断裂，形成含氧基团。氧化后的聚丙烯腈(PAN)纤维称为预氧化纤维。

2. 石墨化

预氧化纤维的石墨化过程是在惰性气氛中进行的。石墨化过程中，预氧化纤维的分子链发生重排，形成石墨微晶。石墨化后的聚丙烯腈(PAN)纤维称为碳纤维。

3. 活化

碳纤维的活化过程是在惰性气氛中进行的。活化过程中，碳纤维的分子链发生进一步重排，形成更加完善的石墨微晶。活化后的碳纤维称为高模量碳纤维。

碳纤维的微观结构

碳纤维的微观结构由碳原子组成。碳纤维的直径通常在5-10微米之间。碳纤维的纤维直径越小，强度越高。碳纤维的纤维直径越大，模量越高。

1. 纤维直径

碳纤维的纤维直径通常在5-10微米之间。纤维直径越小，强度越高。纤维直径越大，模量越高。

2. 纤维长度

碳纤维的纤维长度通常在100-200微米之间。纤维长度越长，强度越高。纤维长度越短，模量越高。

五、发展前景

碳纤维作为一种高性能材料，具有广阔的发展前景。随着科技的不断进步，碳纤维的制备工艺将不断优化，成本将不断降低。碳纤维的应用领域将不断拓展，从航空航天、汽车工业到环保、能源等领域。碳纤维将成为未来材料工业的重要发展方向。

1. 制备工艺

碳纤维的制备工艺将不断优化，从传统的聚丙烯腈(PAN)碳化工艺向更加环保、高效的工艺方向发展。新型碳纤维材料的开发也将不断涌现。

2. 应用领域

碳纤维的应用领域将不断拓展，从传统的航空航天、汽车工业到环保、能源等领域。碳纤维将成为未来材料工业的重要发展方向。

三、碳纤维的分类

碳纤维可以根据不同的标准进行分类。按照纤维直径可以分为单丝碳纤维和束丝碳纤维。按照纤维长度可以分为长丝碳纤维和短切碳纤维。按照纤维性能可以分为高强碳纤维和高模碳纤维。

1. 单丝碳纤维

单丝碳纤维是由一根碳纤维纤维组成的。单丝碳纤维的直径通常在5-10微米之间。单丝碳纤维的强度通常高于束丝碳纤维。

2. 束丝碳纤维

束丝碳纤维是由多根碳纤维纤维组成的。束丝碳纤维的直径通常在10-100微米之间。束丝碳纤维的强度通常低于单丝碳纤维。

3. 长丝碳纤维

长丝碳纤维的纤维长度通常在100-200微米之间。长丝碳纤维的强度通常高于短切碳纤维。

4. 短切碳纤维

短切碳纤维的纤维长度通常在10-100微米之间。短切碳纤维的强度通常低于长丝碳纤维。

5. 高强碳纤维

高强碳纤维的强度通常高于普通碳纤维。高强碳纤维的模量通常也高于普通碳纤维。

6. 高模碳纤维

高模碳纤维的模量通常高于普通碳纤维。高模碳纤维的强度通常也高于普通碳纤维。

b. 温度应力控制

温度应力控制是碳纤维在混凝土应用中的一项重要技术。温度应力的产生是由于混凝土在硬化过程中发生收缩引起的。温度应力的产生会导致混凝土出现裂缝，降低混凝土的强度和耐久性。通过碳纤维增强混凝土，可以有效控制温度应力的产生，提高混凝土的强度和耐久性。

1. 温度应力的产生

温度应力的产生是由于混凝土在硬化过程中发生收缩引起的。混凝土的收缩是由于水分蒸发和水泥水化反应引起的。混凝土的收缩会导致混凝土内部产生拉应力，当拉应力超过混凝土的抗拉强度时，混凝土就会出现裂缝。

2. 碳纤维增强混凝土

碳纤维增强混凝土是一种由碳纤维和混凝土组成的复合材料。碳纤维具有优异的抗拉性能，可以有效地抵抗混凝土内部的拉应力，防止混凝土出现裂缝。碳纤维增强混凝土的强度和耐久性通常高于普通混凝土。

c. 智能混凝土

智能混凝土是一种具有自我修复能力的新型混凝土材料。智能混凝土的制备通常采用碳纤维和微胶囊技术。碳纤维具有优异的抗拉性能，可以有效地抵抗混凝土内部的拉应力，防止混凝土出现裂缝。微胶囊技术可以在混凝土内部形成微胶囊，当混凝土出现裂缝时，微胶囊破裂，释放出修复剂，对混凝土进行自我修复。

1. 自我修复

自我修复是智能混凝土的一项重要特性。当智能混凝土出现裂缝时，微胶囊破裂，释放出修复剂，对混凝土进行自我修复。自我修复后的智能混凝土的强度和耐久性通常高于普通混凝土。

2. 碳纤维增强

碳纤维增强是智能混凝土的另一项重要特性。碳纤维具有优异的抗拉性能，可以有效地抵抗混凝土内部的拉应力，防止混凝土出现裂缝。碳纤维增强后的智能混凝土的强度和耐久性通常高于普通混凝土。

污水处理

碳纤维在污水处理方面的应用主要体现在吸附和催化两个方面。碳纤维具有优异的吸附性能，可以用于吸附水中的重金属离子和有机污染物。碳纤维还具有优异的催化性能，可以用于催化降解有机污染物。

1. 吸附

碳纤维具有优异的吸附性能，可以用于吸附水中的重金属离子和有机污染物。碳纤维的吸附性能通常高于传统的活性炭吸附剂。

2. 催化

碳纤维具有优异的催化性能，可以用于催化降解有机污染物。碳纤维的催化性能通常高于传统的催化剂。



陶瓷基 复合材料应用

现代技术陶瓷的主要领域及应用

陶瓷材料一般分为传统陶瓷和现代陶瓷两大类。传统陶瓷是指日用陶瓷、建筑陶瓷、卫生陶瓷、电瓷、特种陶瓷等。现代陶瓷是指以氧化物、氮化物、碳化物、硼化物、硅化物、磷化物、硫化物等为主要成分的陶瓷材料。现代陶瓷具有高强度、高硬度、耐高温、耐腐蚀、耐磨、绝缘、导热、透波、催化、生物相容性好等特点。现代陶瓷的主要应用领域包括：航空航天、国防军工、能源动力、化工石化、电子信息、生物医疗、环境保护、海洋工程、农业林业、轻工纺织、交通运输、建筑建材、日用陶瓷、卫生陶瓷、电瓷、特种陶瓷等。

氮化硅陶瓷的生产与应用

氮化硅陶瓷具有高强度、高硬度、耐高温、耐腐蚀、耐磨、绝缘、导热、透波、催化、生物相容性好等特点。氮化硅陶瓷的主要应用领域包括：航空航天、国防军工、能源动力、化工石化、电子信息、生物医疗、环境保护、海洋工程、农业林业、轻工纺织、交通运输、建筑建材、日用陶瓷、卫生陶瓷、电瓷、特种陶瓷等。

1-1 氮化硅陶瓷的生产	1-2 氮化硅陶瓷的应用	1-3 氮化硅陶瓷的特性
氮化硅陶瓷的生产方法主要有两种：一种是气相沉积法，另一种是固相烧结法。气相沉积法是在高温下将硅烷和氨气反应生成氮化硅粉末，然后将粉末烧结成陶瓷。固相烧结法是将氮化硅粉末和添加剂混合后，在高温下烧结成陶瓷。	氮化硅陶瓷广泛应用于航空航天、国防军工、能源动力、化工石化、电子信息、生物医疗、环境保护、海洋工程、农业林业、轻工纺织、交通运输、建筑建材、日用陶瓷、卫生陶瓷、电瓷、特种陶瓷等领域。	氮化硅陶瓷具有高强度、高硬度、耐高温、耐腐蚀、耐磨、绝缘、导热、透波、催化、生物相容性好等特点。

高强高韧氮化硅陶瓷基复合材料及其应用

高强高韧氮化硅陶瓷基复合材料具有高强度、高硬度、耐高温、耐腐蚀、耐磨、绝缘、导热、透波、催化、生物相容性好等特点。高强高韧氮化硅陶瓷基复合材料的主要应用领域包括：航空航天、国防军工、能源动力、化工石化、电子信息、生物医疗、环境保护、海洋工程、农业林业、轻工纺织、交通运输、建筑建材、日用陶瓷、卫生陶瓷、电瓷、特种陶瓷等。

陶瓷基复合材料的应用前景广阔

陶瓷基复合材料具有高强度、高硬度、耐高温、耐腐蚀、耐磨、绝缘、导热、透波、催化、生物相容性好等特点。陶瓷基复合材料的应用前景广阔，主要应用于航空航天、国防军工、能源动力、化工石化、电子信息、生物医疗、环境保护、海洋工程、农业林业、轻工纺织、交通运输、建筑建材、日用陶瓷、卫生陶瓷、电瓷、特种陶瓷等领域。



Biomaterials

Polymer
 Mate.: polysiloxane, polyether, polyurethane, polyethylene, polypropylene, polystyrene

Adv.: have flexibility and toughness, easy to machine - shape, low density
 Disa.: low mechanical strength, biodegradation occurs with time passing by
 Appl.: artificial heart and valve, artical kidney, artificial lung, artifiical liver, artificial bone.



Biological
 Mate.: active biological tissue
 Adv.: good biocompatibility
 Disa.: hard to discover or made
 Appl.: artificial heart valve, artificial skin, case of bone



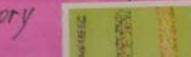
Ceramic
 Mate.: alumina, titania, bioglasses, biocarbons.
 Adv.: high compressive strength, present, resistant, oxidation, resistant, corrosion
 Dis.: high brittleness, low toughness, low tensile strength, high density



apl.: the repairing and substitutions of bones, teetthes, bearing joints and other hard-tissue wavelengths

Composite
 Mate.: fiber reinforced polymers, metal-ceramic composite materials
 Adv.: good biocompatibilities, high mechanical strength, resistant to corrosion
 Disa.: poor elastic resilience
 Apl.: cardiac valves, joint prosthesis

Metallic
 Mate.: stainless steels, cobalt-base alloys, titanium-base alloys, memory alloys, aurum, zirconium
 Adv.: high mechanical strength, good fatigue resistance, standing wear and tear, the repairing and substitutions of bones and hard-tissue wavelengths
 Disa.: without biological activity
 Disa.: due to corrosion
 Pl.: resharping and securing



Define: any substance or combination of substances synthetic or natural in origin, which treats, augments, or replaces any tissue, organ or functional of the body. They can be used for any period of time, as a whole or as a part of a system.

History: By the mid-nineteenth century, the medical science have already progressed in serious attempts to repair body parts with foreign material.

The first metal prosthesis made of Vitallium alloy were produced in 1933 and 1939 by Bires Willes and Bursch.

To improve this unpromising outlook, a biologically active or bioactive materials were developed such as bioglass and hydroxyapatite developed by Hench (1971) and Jarcho (~1970s) respectively.

TART e biomaterial e define and history.