

# 材料科学与工程导论

Engineering

Science

Welcome to Materials World



# 各章节内容回顾

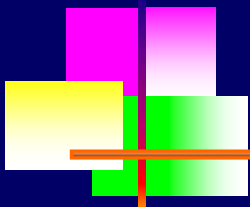
绪论

以材料科学与工程“四要素”  
为核心的共性基础知识

结构材料

功能材料

材料科学前沿报告

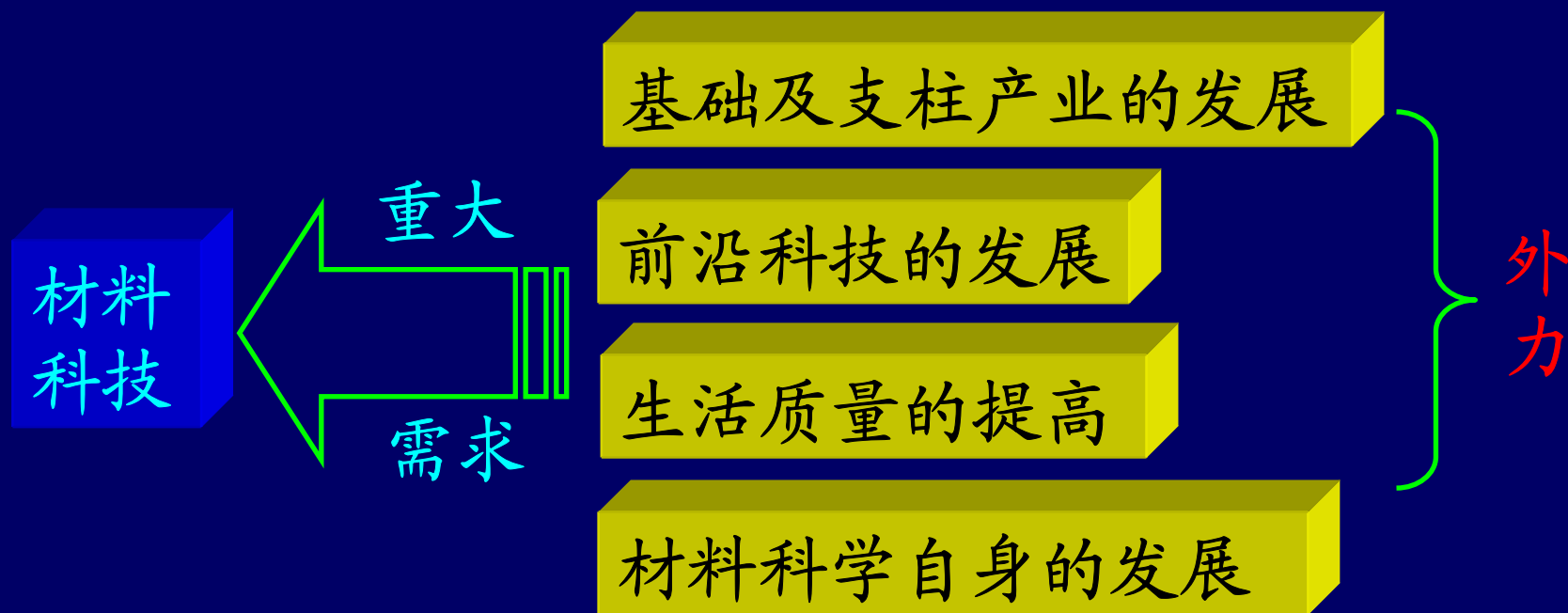


# 国内外材料领域发展新动向及战略部署

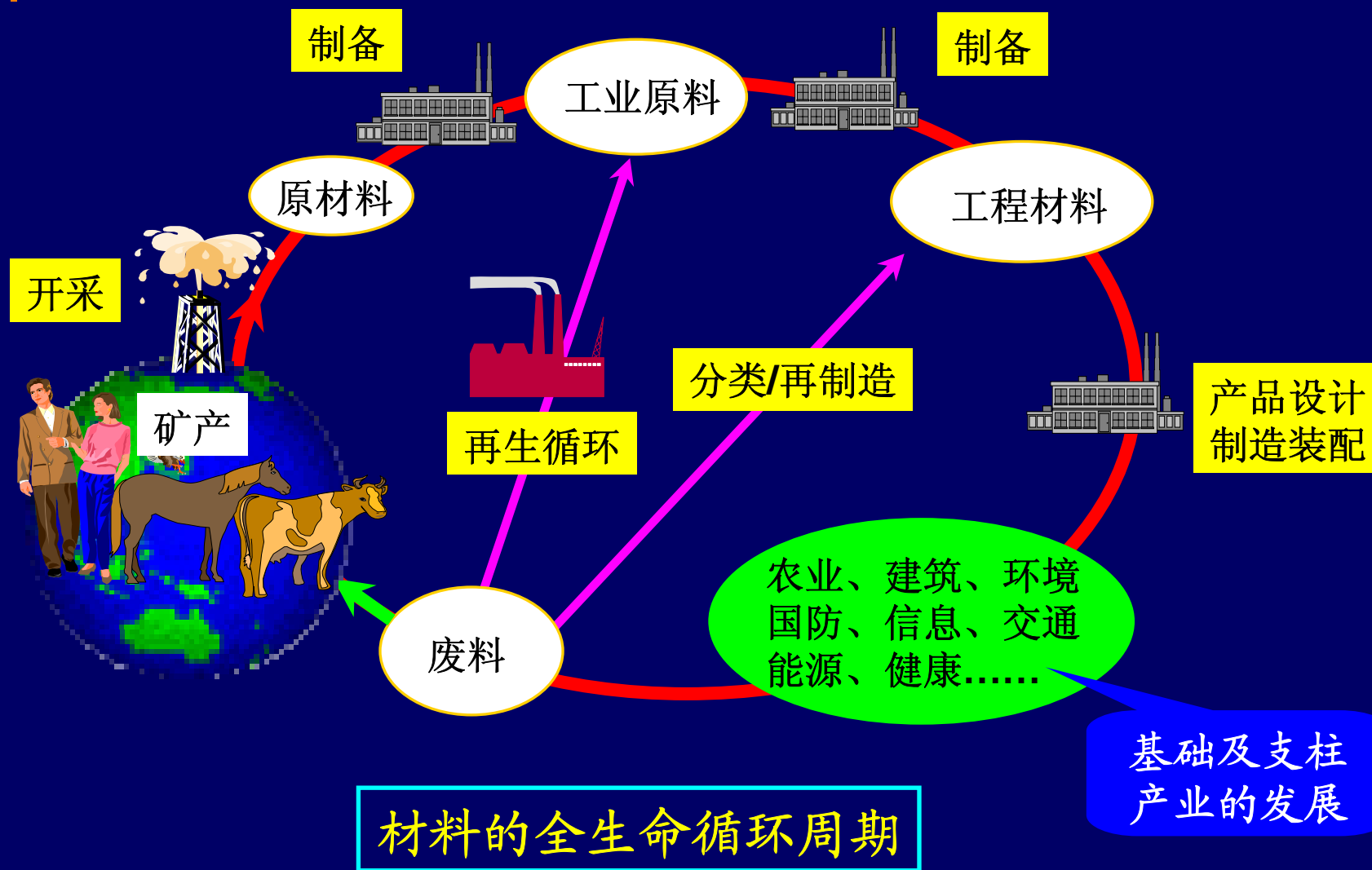
## 主要内容

- ◆ 经济和社会对材料科技的重大需求
- ◆ 世界前沿科技领域的发展动向
- ◆ 世界新材料技术发展态势分析
- ◆ 我国相关科技规划中对材料领域的部署情况

# 经济和社会发展对材料科技的重大需求



# 经济和社会发展对材料科技的重大需求



# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

## 农业

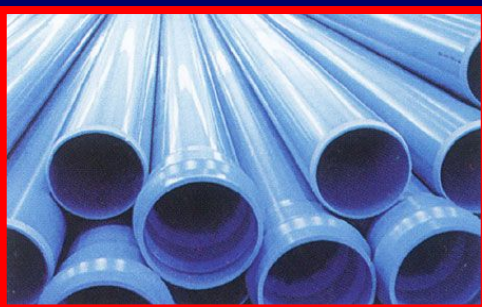
## 基础及支柱产业的发展



长寿命农林机械



高光能长寿农膜



高分子材料 -

滴灌技术和沟渠防渗 - 西部节水工程



稀土肥料

社会主义新农村建设  
新材料技术助力



# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

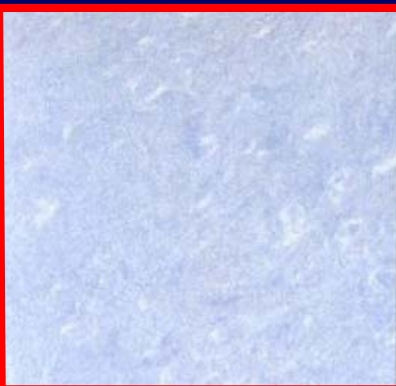
## 建筑

## 基础及支柱产业的发展

无机非金属材料



水泥



瓷砖



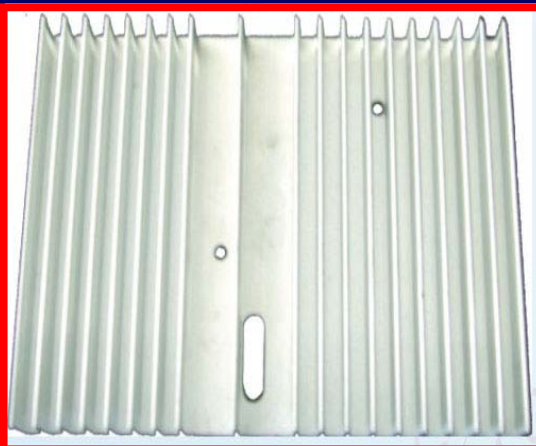
膜 - 水立方

高分子材料

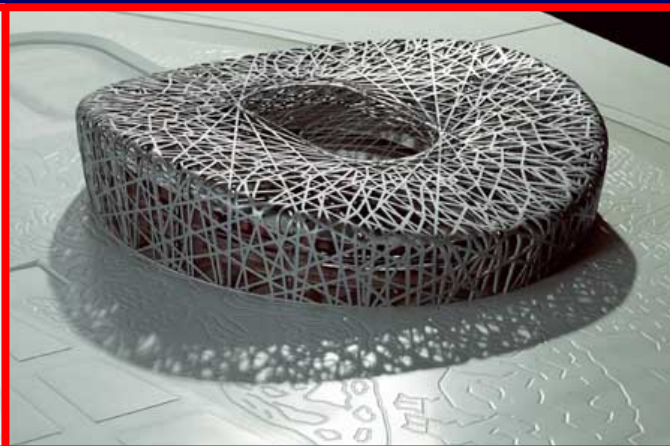
金属材料



铝合金门窗



镁合金散热器



钢结构 - 鸟巢

# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

国防

基础及支柱产业的发展



中国无人机



战机与导弹



火箭



核潜艇



航空母舰



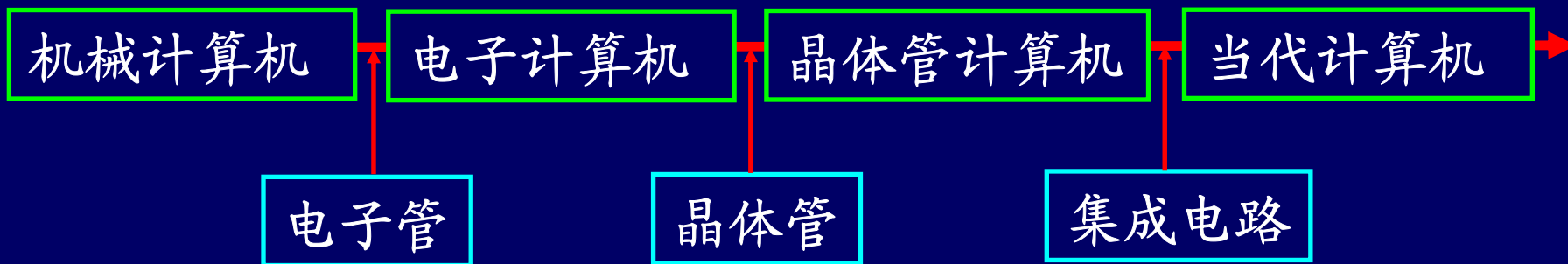
卫星



# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

信息

基础及支柱产业的发展



计算机的发展



电话的演变历史

# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

## 基础及支柱产业的发展

能源

铅酸电池

镍镉电池

镍氢电池

锂离子电池

燃料电池

太阳能电池

锂电池



燃料电池



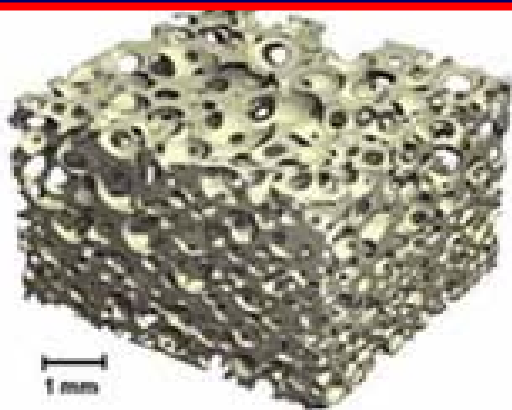
太阳能电池

# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

环境

基础及支柱产业的发展

环保材料



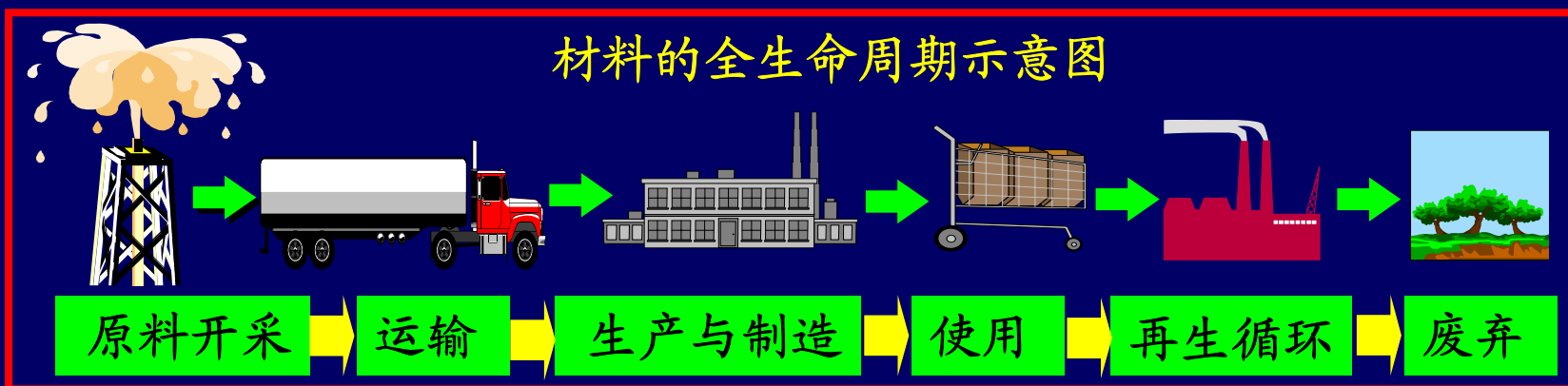
过滤材料 - 多孔陶瓷



隔音材料 - 泡沫铝



空气净化材料



材料与环境的交互作用



# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

交通

基础及支柱产业的发展

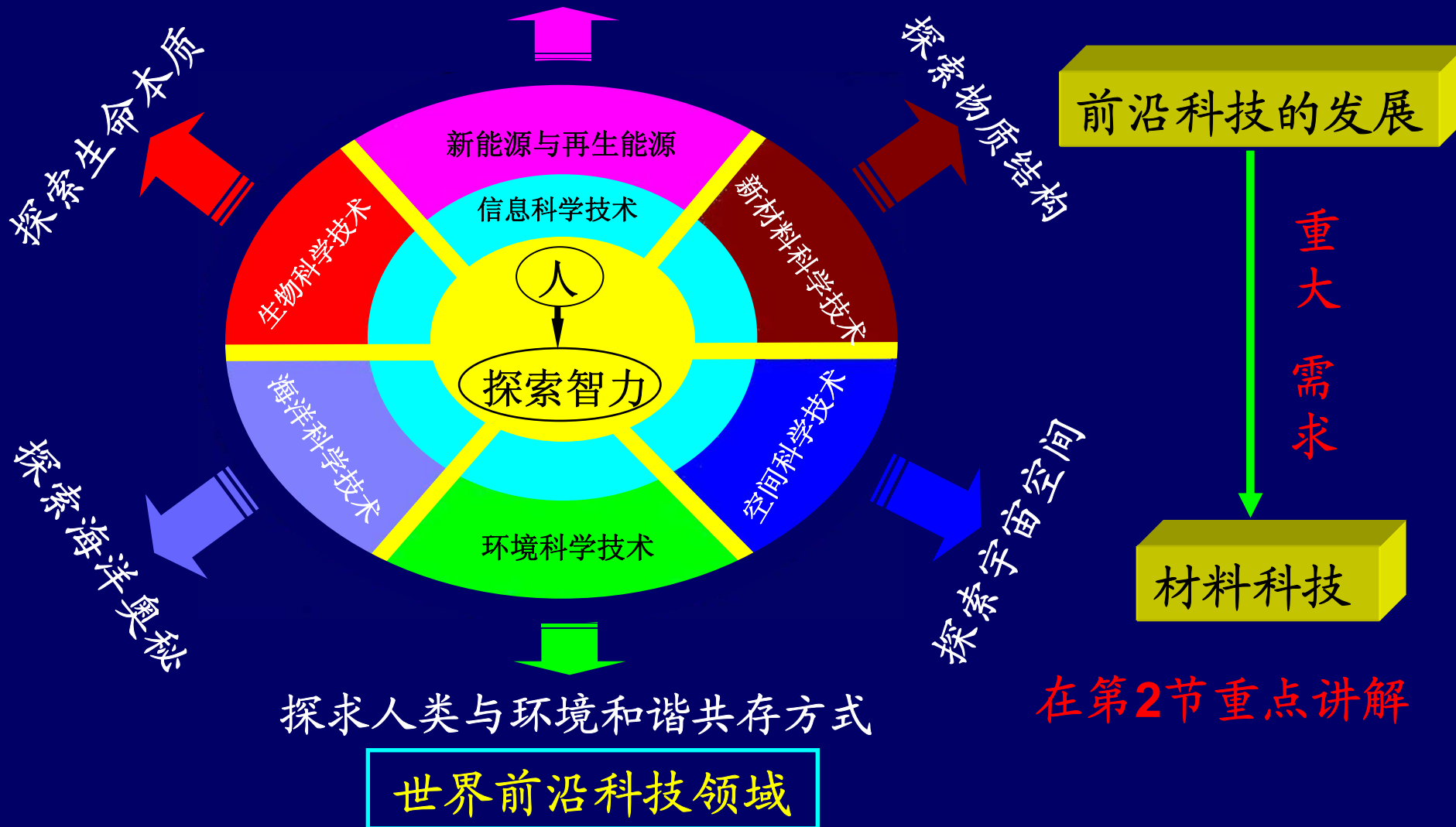
基础设施



各种交通工具

# 经济和社会对材料科技的重大需求

实现人类可持续发展





# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

生活质量的提高



留声机



唱片机



录音机



CD机



MP3



旅行工具的变化



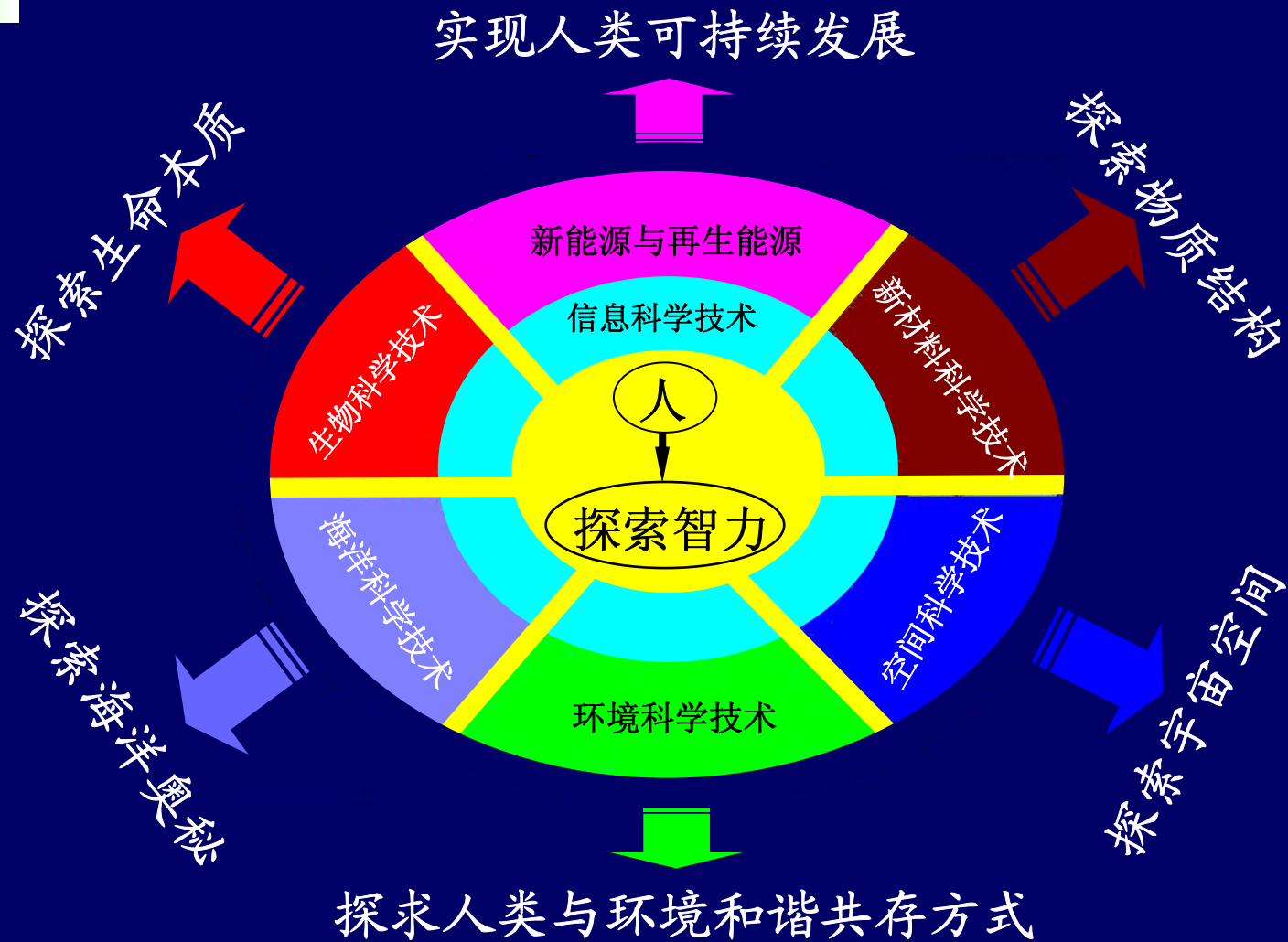
# 经济和社会发展对材料科技的重大需求

## 材料科学自身的发展

材料科学还远没有物理、化学等基础科学那样成熟，一直处于不断发展完善之中，如：

- ◆ 对材料的介观结构的认识还有待进一步深入
- ◆ 随着运算速度的增加，计算材料学将不断发展
- ◆ 材料的绿色制备技术仍处于研究之中
- ◆ 纳米材料对生物、伦理学的影响也有待评价
- ◆ 距离随心所欲自由设计材料仍存在相当差距

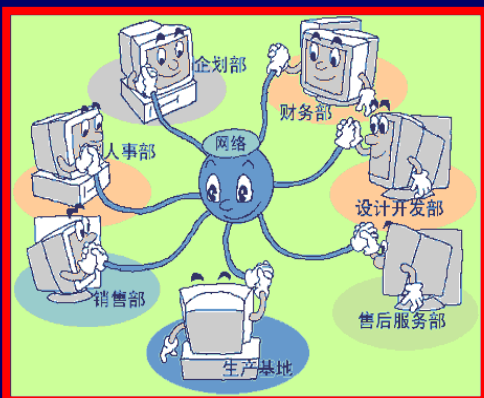
# 世界前沿科技领域的发展动向



世界前沿科技领域

# 世界前沿科技领域的发展动向

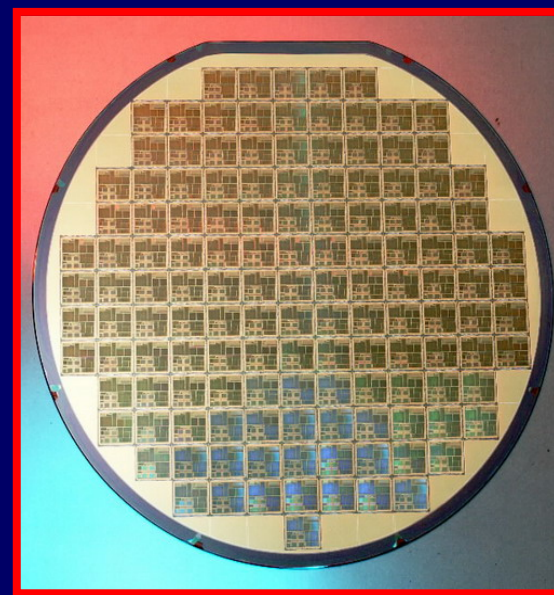
- 信息科学技术正在发生结构性变革，成为经济持续增长的主导力量
  - ◆ 通信网络技术为信息产业注入强大活力
  - ◆ 宽带通信已成为国际上应用最广的通信技术
  - ◆ 半导体技术进入纳米时代
  - ◆ 计算机智能技术日新月异



通信网络技术



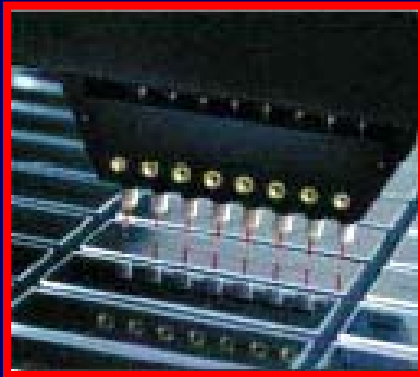
宽带通信技术



纳米半导体

# 世界前沿科技领域的发展动向

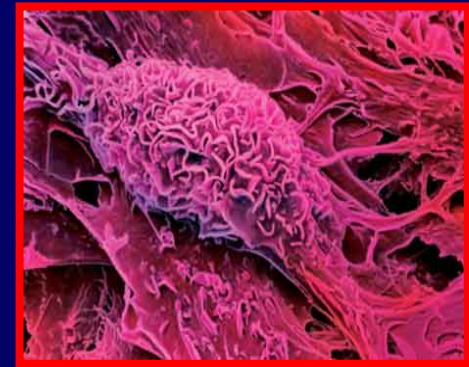
- 生物技术正经历着一场前所未有的技术革命，一个庞大的生物产业正在孕育和形成
- ◆ 基因组学、蛋白质科学、干细胞及再生医学的研究成为生命科学的前沿与热点
- ◆ 生物芯片在医疗和科研领域发挥巨大作用
- ◆ 转基因技术及应用呈现出高速发展的态势



生物芯片



转基因食品



干细胞



# 世界前沿科技领域的发展动向

- 航天技术快速发展，不断开辟人类探索的新空间
- ◆ 太空探索带动太空探索技术加速发展
- ◆ 研制多种用途的人货分离的新一代航天飞行器成未来趋势
- ◆ 小卫星技术日趋成熟并将广泛应用
- ◆ 太空攻防技术成为未来航天技术发展的重要领域



太空行走



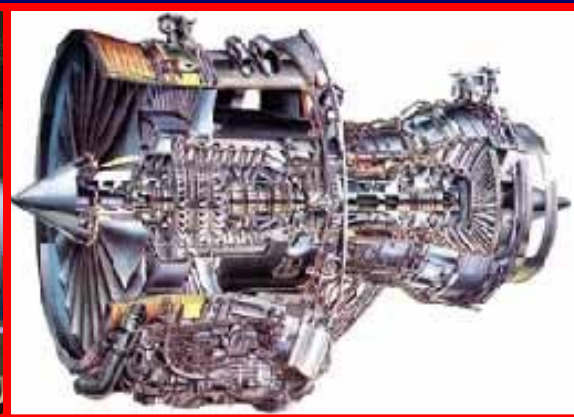
火星探测



太空攻防

# 世界前沿科技领域的发展动向

- 航空技术发展面临历史性机遇，应用前景广阔
- ◆ 高超声速导弹、飞机有望在2020年左右进入实际应用
- ◆ 高效、环保发动机的研制倍受关注
- ◆ 智能结构技术开始得到应用，如智能蒙皮、变形飞机等
- ◆ 无人驾驶飞机称为研究热点

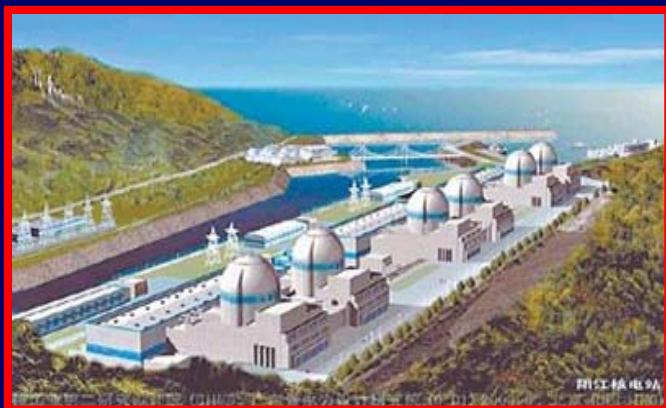


航空发动机

无人机

# 世界前沿科技领域的发展动向

- 能源技术将变革未来社会的动力基础，促进人类实现可持续发展
  - ◆ 煤炭的高效清洁利用成为化石能源技术研发热点
  - ◆ 核能技术酝酿新的突破
  - ◆ 氢能技术研发和商业应用加速
  - ◆ 新能源和可再生能源技术展现良好前景



核电站



燃料电池车



可燃冰



# 世界前沿科技领域的发展动向

➤ 先进制造技术向绿色制造、高技术化、信息化、极端制造方向发展，成为提升产业竞争力的关键技术

◆ 光机电一体化技术

◆ 微电子光刻技术

◆ 重大装备制造技术



数控机床



光刻机





# 世界前沿科技领域的发展动向

- 新材料技术出现群体性突破，将对21世纪基础科学和几乎所有工业领域产生革命性影响
- ◆ 纳米技术是前沿技术中最具前瞻性和带动性的领域之一
- ◆ 光电子材料、光子材料将成为发展最快和最有前途的电子信息材料
- ◆ 新型功能材料（超导材料、智能材料、生物医用材料）及其应用技术面临新的突破
- ◆ 新型结构材料（高温合金、难熔金属、金属间化合物、金属基复合材料、高分子材料、钛合金、镁合金）发展前景乐观





# 世界前沿科技领域的发展动向

## 主要国家和地区发展前沿科技的基本策略



**美国的全面领先战略：**2005年科技预算1320亿美元，相当于欧盟十五国的1.5倍。重视信息技术、生物技术（人类基因组、生物反恐监测等）、航天技术、核能技术、氢能技术、甲烷市场化伙伴计划、纳米技术、先进制造技术等。



**欧盟的前沿技术发展策略：**“科学与社会行动计划”、“伽利略计划”、“保障欧洲进入太空计划”、“欧盟智能能源行动计划”等。重视信息技术、航天技术、生命科学、氢能源和燃料电池技术、纳米科技等



# 世界前沿科技领域的发展动向

## 主要国家和地区发展前沿科技的基本策略



**日本的重点跨越战略：**04年发布“新产业创造”战略，率先发展燃料电池、信息家电、机器人等技术产业



**俄罗斯将新材料与化学工艺列为02-06年度9个优先发展方向，重点发展陶瓷和玻璃、膜技术、特种合金、超导技术、微型冶金生产技术等**



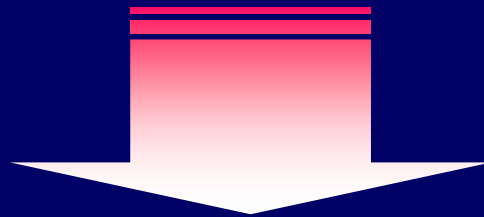
**韩国的国际争先战略：**尖端技术发展计划，重点发展微电子、机械制造、先进材料、精细化工、能源及生命科学等



# 世界新材料技术发展态势分析

## 总体态势

- 纳米科技研发形成国际浪潮，纳米生物效应引起关注
- 新型结构材料应用广泛，发展前景乐观
- 新型功能材料及其应用技术面临新的突破
- 电子信息材料发展呈现新的趋势



# 世界新材料技术发展态势分析

## 研究进展

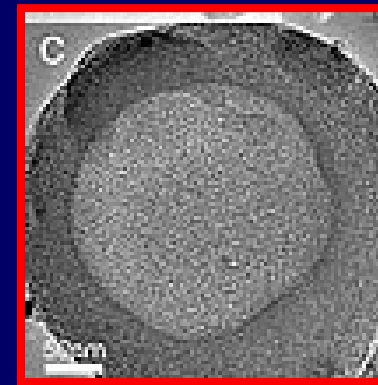
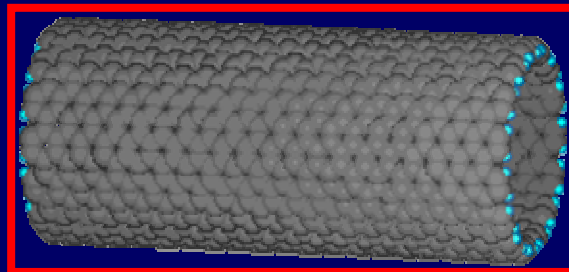
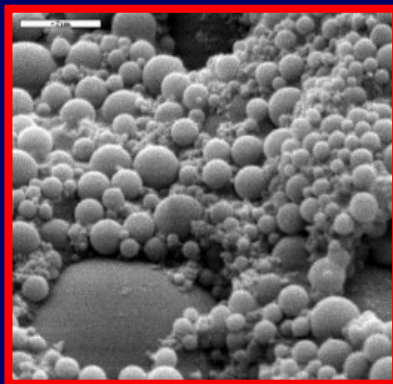
## 世界纳米材料与纳米科技发展态势

### ◆ 纳米材料的内涵不断扩大

纳米颗粒

纳米线（丝、管）

介孔材料



### ◆ 纳米材料的制备技术不断发展

模板制备技术、粉末冶金技术、非水热合成技术 ……

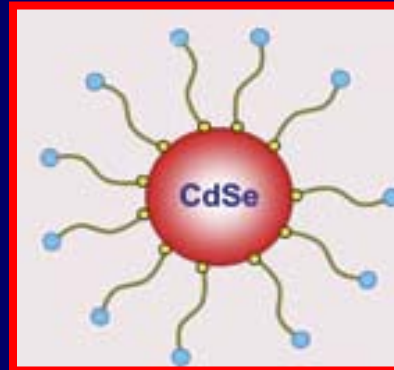
# 世界新材料技术发展态势分析

研究进展

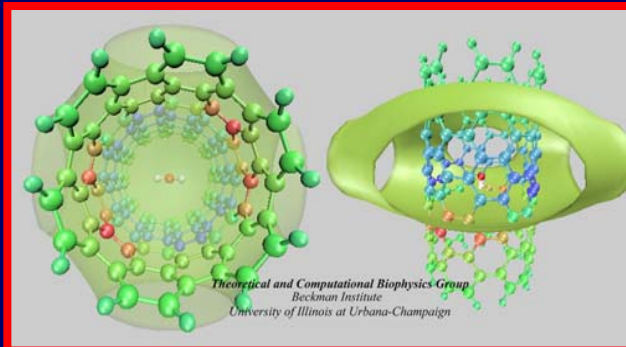
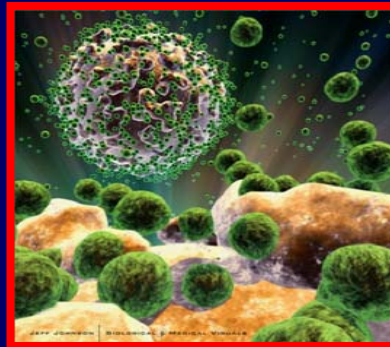
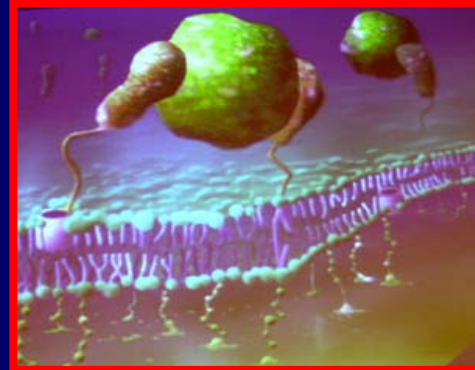
世界纳米材料与纳米科技发展态势

## ◆ 纳米生物医学器件

检测生物毒性的  
纳米传感器



检测单分子的  
纳米传感器



纳米药物





# 世界新材料技术发展态势分析

## 发展趋势

## 世界纳米材料与纳米科技发展态势

- ◆ 纳米科技由基础研究向技术应用转化，其产业应用成为关注焦点。

美国国家科学基金会预测，未来**15-20**年，全球纳米市场规模达**1万亿美元/年**。

- ◆ 纳米科技与其他学科的交叉融合加速

纳米科技向物理、化学、材料、信息、生物、医学、国防、环境、能源、农业和食品等不同领域渗透。

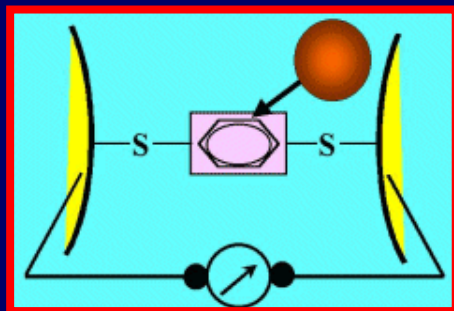
# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界纳米材料与纳米科技发展态势

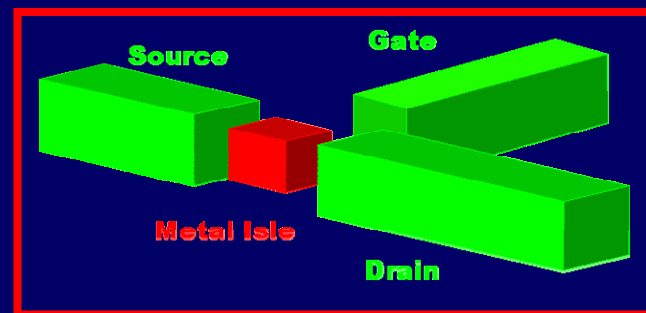
### 发展趋势

#### ◆ 逐渐转向以加工和器件为核心的材料研究

分子开关、分子储存器、单分子整流器等原型分子器件已开发成功。



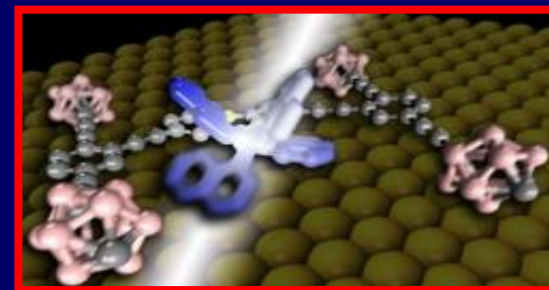
分子开关



单电子晶体管结构



纳米齿轮



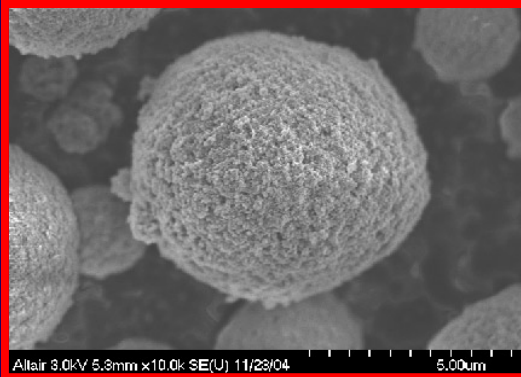
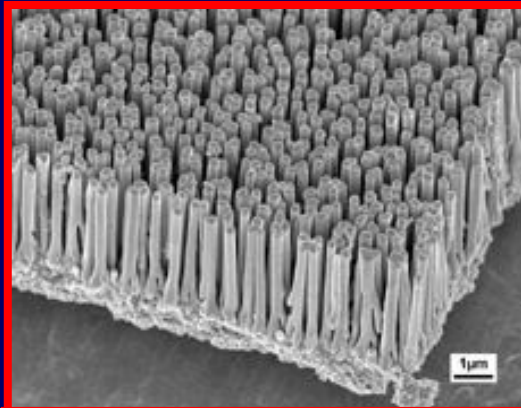
纳米发动机组装的纳米汽车

# 世界新材料技术发展态势分析

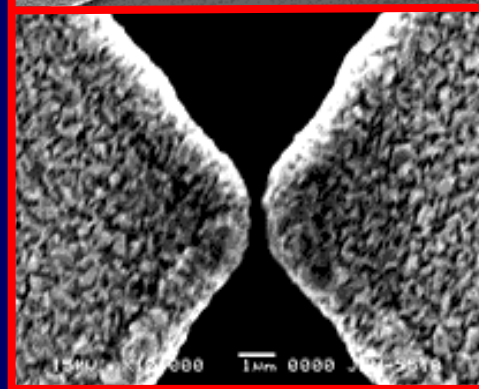
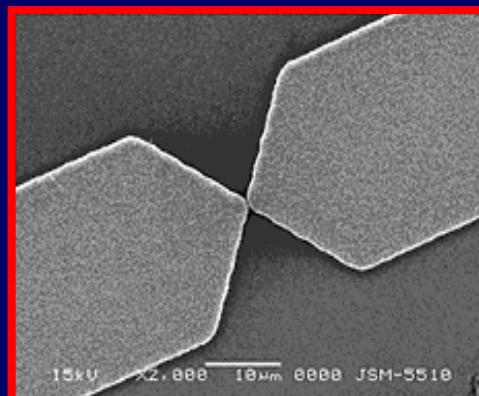
## 发展趋势

## 世界纳米材料与纳米科技发展态势

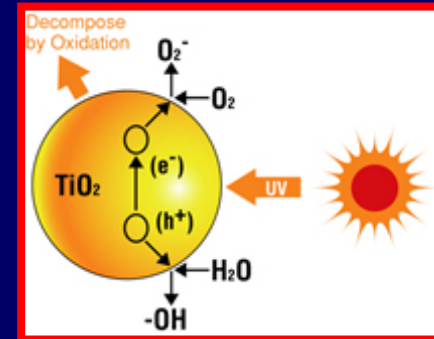
### ◆ 纳米能源材料、纳米净化材料、纳米特种功能材料



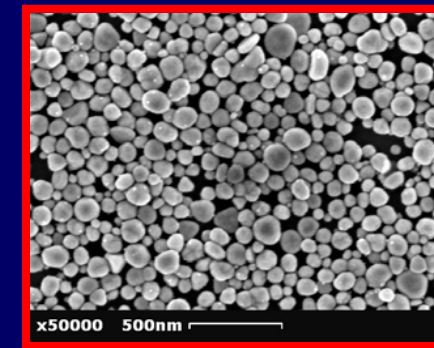
纳米能源材料



纳米Pt电极



纳米TiO<sub>2</sub>光催化



纳米Ag的消毒杀菌

# 世界新材料技术发展态势分析

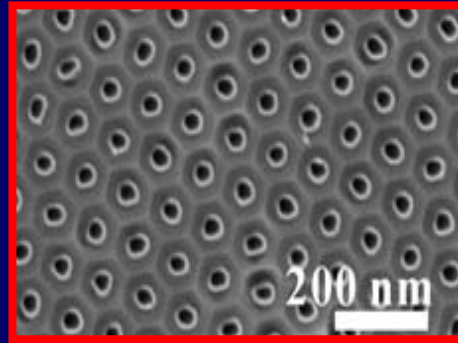
## 发展趋势

## 世界纳米材料与纳米科技发展态势

### ◆ 纳米结构材料、纳米复合材料的研究和应用



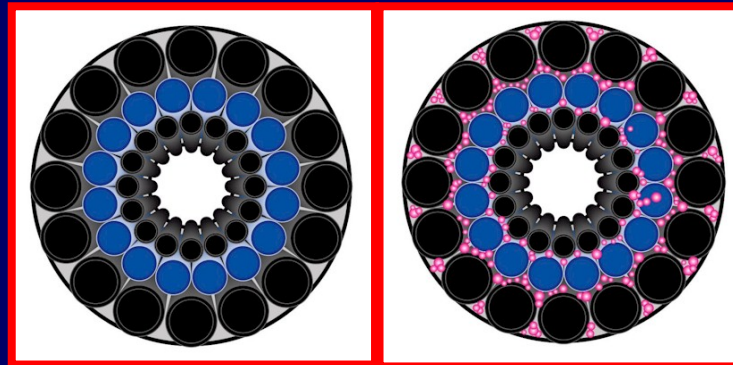
纳米钢管



纳米弥散颗粒增强结构材料



纳米钛合金球拍



纳米复合



# 世界新材料技术发展态势分析

## 研究进展

## 世界新型结构材料发展态势

- ◆ 世界钢产量突破10亿吨，高性能钢铁材料发展引起各国关注

质量上：组织精确控制，细晶化、纯净化和均质化

+

工艺上：短流程、高效率、节能降耗、发展循环经济

超级钢的低成本制造技术



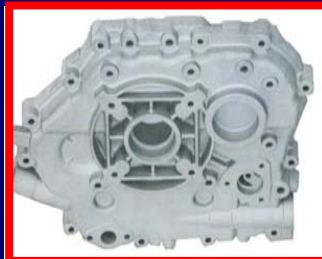
# 世界新材料技术发展态势分析

## 发展趋势

## 世界新型结构材料发展态势

- ◆ 铝合金材料工艺技术趋于成熟，高档铝材成为发展趋势

铸造铝合金



变形镁合金

- ◆ 钛合金技术显著进步，由军用逐渐走向民用



# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界新型结构材料发展态势

### 发展趋势

- ◆ 镁合金发展势头较好，研发和应用各具特色

发展方向

✓ 高强高韧

✓ 变形镁合金

✓ 耐热抗蠕变

✓ 强耐腐蚀



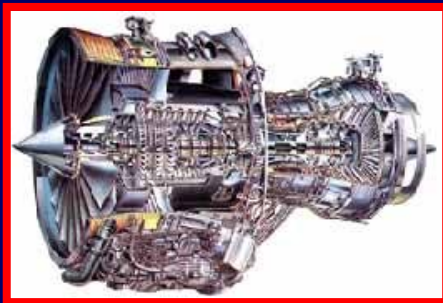
镁合金的应用

# 世界新材料技术发展态势分析

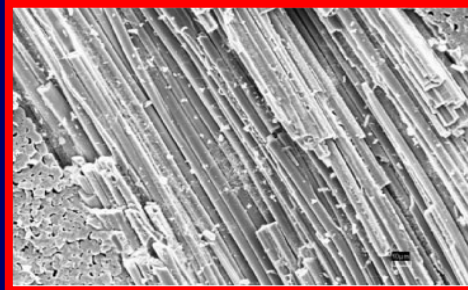
## 研究现状

## 世界新型结构材料发展态势

- ◆ 高温结构材料 - 世界各国高度重视，进展显著。
- ✓ **Inconel718**和**Hastoloyx**等变形高温合金占先进发动机用高温合金的**60%**；
- ✓ 铸造高温合金从定向凝固发展为单晶；
- ✓ 美、俄在 **$Ni_3Al$** 和 **$Ti_3Al$** 合金取得技术突破；
- ✓ 美国研制出 **$SiC_f/SiC$** 陶瓷材料；
- ✓ 中国开发了定向凝固、单晶合金、粉末合金和氧化物弥散强化合金等新型合金，总体上与世界领先水平差距不大。



航空发动机



$SiC_f/SiC$



火箭喷嘴用陶瓷复材



# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界新型结构材料发展态势

### 研究现状

- ◆ 高端高分子材料的发展得到重视
- ✓ 三大高分子（树脂、橡胶、纤维）世界年产量达1.8亿吨，80%以上为合成树脂和塑料；
- ✓ 乙丙橡胶的生产技术进入一个新的阶段
- ✓ 高分子的绿色工程技术受到普遍重视
- ✓ 过渡族催化剂逐渐成为国际研究热点，中国“十五”期间在高效聚烯烃催化剂、茂金属催化剂研究方面取得重要成果
- ✓ 目前我国每年仍需大量进口高分子高端产品



子午线轮胎



特种纤维



特种工程塑料

# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界新型功能材料发展态势

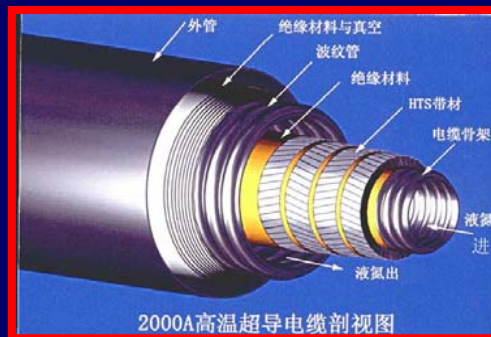
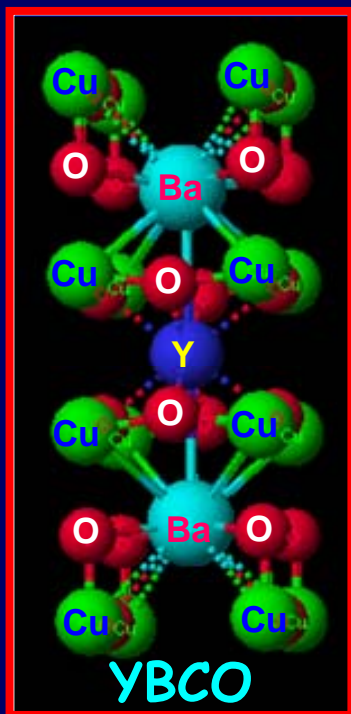
超导材料

新能源材料

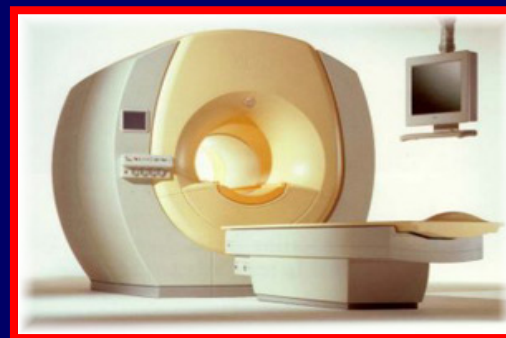
生物医用材料

智能材料

### ◆ 超导材料研究进展显著，发展前景十分广阔



超导电缆



核磁共振



磁悬浮列车

中国实现2" 双面YBCO薄膜小批量生产，临界电流密度 $J_c$ 大于 $10^6 A/cm^2$ ， $J_c$ 分布的不均匀性小于10%。

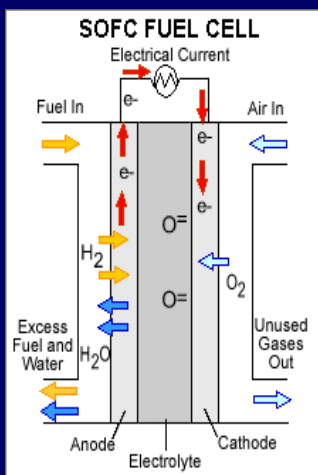
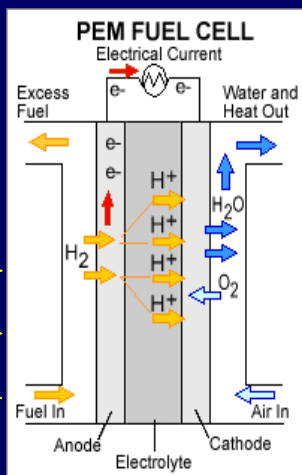


# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界新型功能材料发展态势

### ◆ 新能源材料

质子交换膜



固体氧化物

燃料电池



固体氧化物燃料电池在800℃  
功率最大可达1.9W/cm<sup>2</sup>。

锂电池



中国钴酸锂4000吨/年，占世界50%  
深圳比亚迪为亚洲最大的电池制造商



太阳能电池

世界光伏装机容量  
超1500MW；  
2015年多晶硅转  
换效率达18%，  
成本1美元。

05年中国无锡尚德太阳能公司在纽约上市，市  
值达21.75亿美元，进入世界光伏产业5强。

# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界新型功能材料发展态势

### ◆ 生物医用材料

#### 生物陶瓷

氧化铝、氧化锆、  
磷酸钙、碳素

#### 医用金属及合金

医用不锈钢  
医用钴基合金  
医用钛及钛合金

#### 医用高分子

医用聚乙烯、  
聚氨酯、聚硅氧烷

#### 生物衍生材料

猪心瓣膜、再生胶原、  
壳聚糖、凝胶

#### 医用复合材料

羟基磷石灰增强聚乙烯  
碳纤维增强聚乳酸



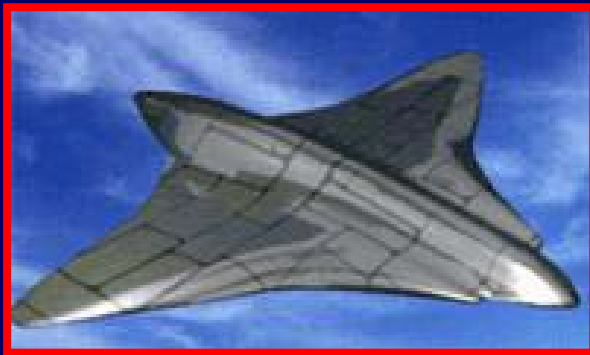
目前全球生物医用材料产值达800亿美元，预计2010年超过4000亿美元。

# 世界新材料技术发展态势分析

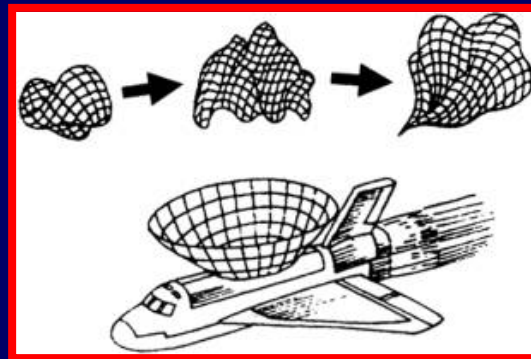
## 世界新型功能材料发展态势

### ◆ 智能材料

智能材料通常指具有感知刺激、对之进行分析、处理、判断，并采取一定措施适度响应的材料，一般由基体材料、敏感材料、驱动材料和信息处理器四部分组成。



未来飞机将无须操作机翼就能自动拐弯，可减少拉力和降低油耗。



形状记忆合金 -  
飞船网状自展天线

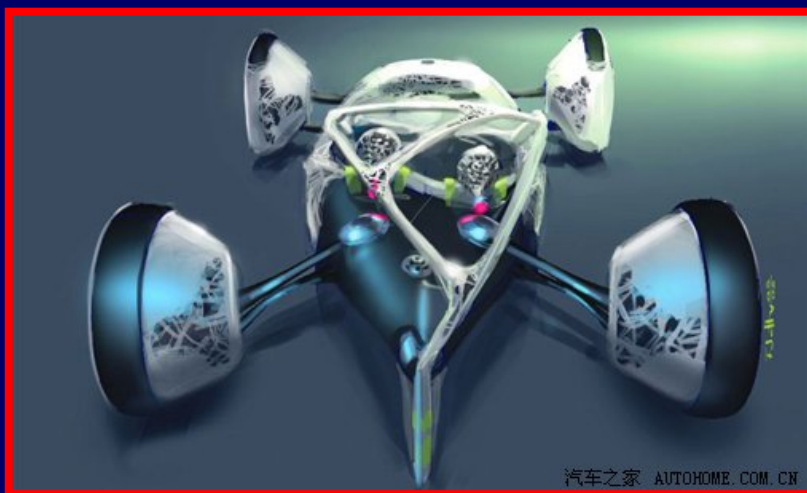


会发电的  
网球拍

# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界新型功能材料发展态势

### ◆ 智能材料研究



### 纳米智能材料

06年11月,大众公司推出由纳米智能材料设计的概念车- **Nanospyder**。

该车车身由智能纳米材料组成。利用纳米材料构成直径小于**0.5mm**的网格结构,组成了极为坚固的车身结构,并且在车辆受到撞击后,纳米材料能够改变排列形式,让坚固的车身转化为可以吸收能量的软性材料。



# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界电子信息材料发展态势

微电子、光电子外延材料

光电子材料

新型元器件材料

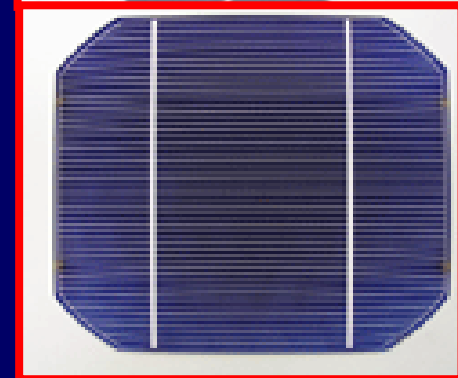
### ◆ 微电子、光电子外延材料

#### 硅基材料

美、德、日的六大硅片公司销售量占世界90%以上；预计2006年单晶硅和外延片产量达到13.4亿平方英寸。16"、18"单晶硅的制备工艺和设备已取得显著进展，18"单晶硅及其抛光片将在2016年大规模使用。



单晶硅



芯片

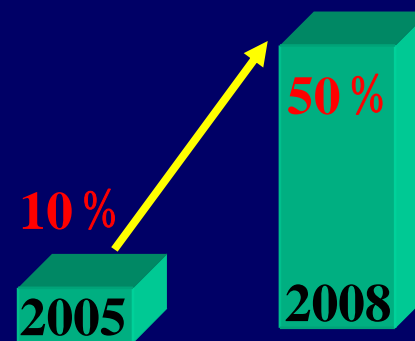
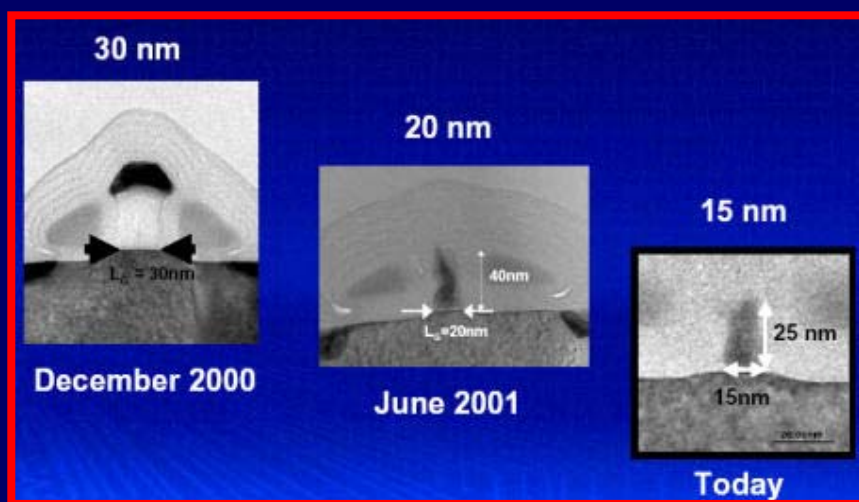


# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界电子信息材料发展态势

### ◆ 微电子、光电子外延材料

**SIO材料: Silicon-on-insulator, 绝缘体硅片**



**SIO占世界硅市场比例**

IBM公司年消耗8" SOI外延片36万片，正投资50亿美元兴建12" SIO生产线。国内仅有四、五家参与SIO研究，目前仅能生产4-6"的SOI外延片。

# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界电子信息材料发展态势

### ◆ 微电子、光电子外延材料

#### SiGe/Si外延材料的发展将为新一代器件奠定基础

硅锗材料作为新一代的硅基半导体材料，其频率特性优于硅。国际上的SiGe/Si以6-8"为主。中国有四、五家单位参加研究，清华微电子所具有1万片/年的生产能力。

#### LED外延材料将推进半导体照明材料的发展



GaN基蓝色LED

- ✓ 美国投资5亿美元 - “国家半导体照明计划” (2000 - 2010)
- ✓ 北京工业大学智源科技发展有限公司

# 世界新材料技术发展态势分析

## ◆ 光电子材料

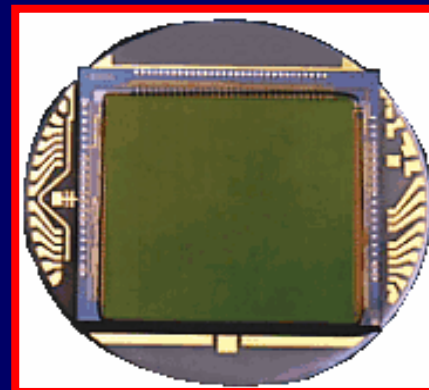
## 世界电子信息材料发展态势

红外探测器材料开发受到世界各国高度重视

- ✓ 红外探测器中的**LnP**单晶的实用化水平为直径2"；未来的红外探测材料将是大面积高均匀性的**HgCdTe**外延薄膜及**ZnCdTe**衬底材料。
- ✓ 预计06年美国红外探测器产值达**130**亿美元。



LnP单晶



HgCdTe薄膜

# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界电子信息材料发展态势

### ◆ 光电子材料

**LCD (液晶显示器件) 材料的发展孕育巨大市场** Liquid Crystal Display

- ✓ TFT(Thin Film Transistor, 薄膜晶体管型)-LCD用高档硼硅玻璃市场达3000万m<sup>2</sup>, 已成为21世纪最有发展前景的显示技术之一。
- ✓ 2004年LCD全球市场收入达550亿美元, 其中TFT-LCD占87%。
- ✓ 未来发展主要集中在高速度、优质画面和三维显示等。



电脑显示屏



数码相机



三维显示液晶屏

# 世界新材料技术发展态势分析

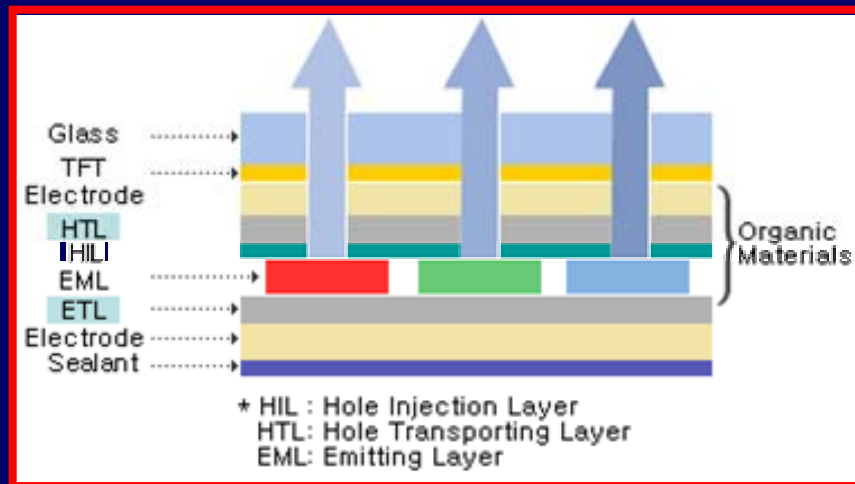
## 世界电子信息材料发展态势

### ◆ 光电子材料

#### 高亮度OLED材料成研发热点

Organic Light Emitting Diodes

- ✓ 有机电致发光显示器(OLED)在通讯器材等领域应用前景十分广阔;
- ✓ 目前国际上与OLED相关的专利已经超过1400份;
- ✓ 05年1月, 韩国三星开发了全球最大的21" 的 OLED显示屏。



OLED原理



OLED应用



# 世界新材料技术发展态势分析

## ◆ 光电子材料

## 世界电子信息材料发展态势

激光晶体材料发展逐渐成熟，应用领域不断拓宽

- ✓ Nd:YAG成为最广泛的激光晶体，直径可达100mm；
- ✓ Nd:YVO<sub>4</sub>市场份额逐渐增大；
- ✓ Nd:YLF, Ho:YAG, Er:YVO<sub>4</sub>也已形成商品；
- ✓ 激光晶体材料向着大尺寸、高功率、宽带可调谱、新波长方向发展。



Nd:YAG



Nd:YVO<sub>4</sub>



Nd:YLF



Ho:YAG

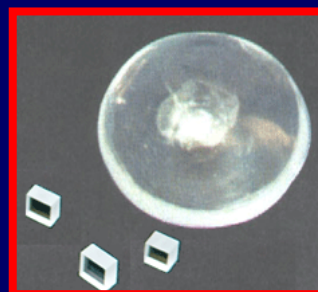
# 世界新材料技术发展态势分析

## ◆ 光电子材料

## 世界电子信息材料发展态势

### 无机非线性光学晶体 - 中国处于世界领先水平

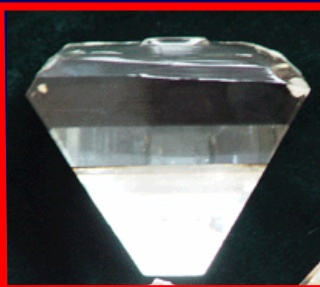
- ✓ 发明偏硼酸钡、三硼酸锂、掺镁铌酸锂等光学晶体
- ✓ 实现熔剂法制备磷酸钛氧钾 (KTP) 晶体产业化
- ✓ 发明KBBF ( $\text{KBe}_2\text{BO}_3\text{F}_2$ ) 并实现197-193nm、200-170nm 激光的有效输出，为第四代光存储光源奠定了基础。



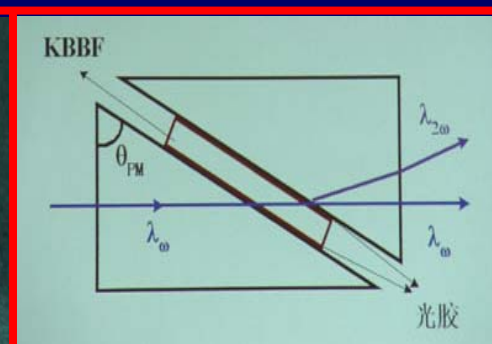
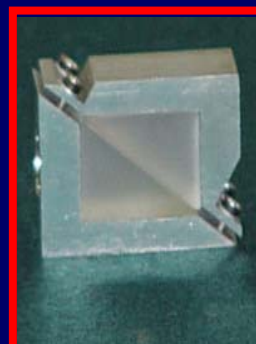
偏硼酸钡



三硼酸锂



磷酸钛氧钾



KBBF

北工大材料学院晶体材料研究室

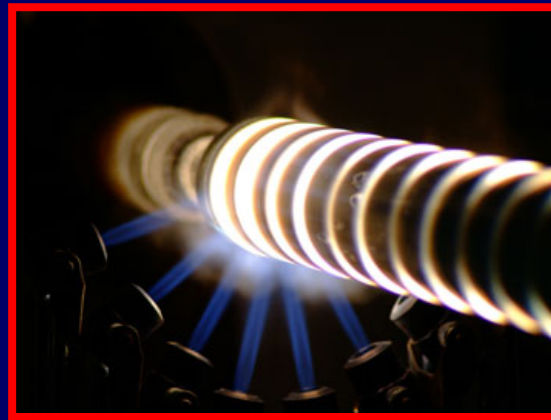
# 世界新材料技术发展态势分析

## ◆ 光电子材料

### 世界电子信息材料发展态势

#### 世界光纤及光缆材料出现新趋势

- ✓ 美、日、欧盟在光纤及光缆领域一直处于领先地位
- ✓ 04年全球光纤需求量为2.25亿Km，累计光纤总量为9亿Km
- ✓ 发展大直径拉丝光纤预制棒成为降低成本的主要措施



光纤预制棒生产工艺



光纤

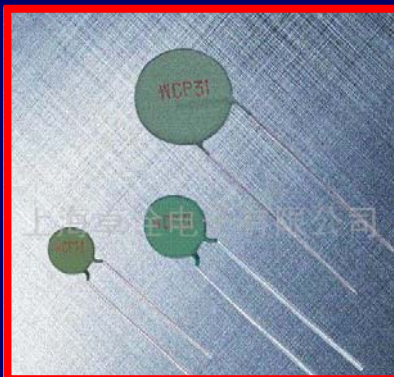
# 世界新材料技术发展态势分析

## ◆ 新型元器件材料

## 世界电子信息材料发展态势

### 电子陶瓷材料发展备受关注

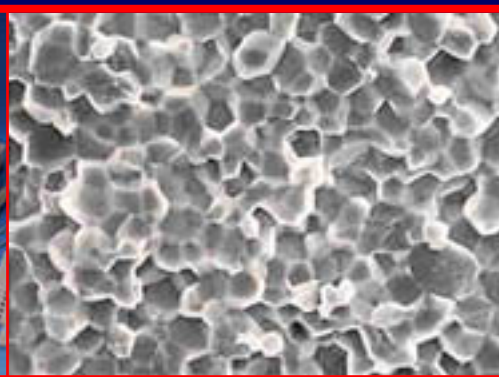
- ✓ 日、美在介质陶瓷材料领域处于国际领先地位，我国产量仅次于日，美，但高端产品不多，如微波介质陶瓷、热敏电阻、**AlN**陶瓷等方面存在相当差距。
- ✓ 介质陶瓷将向着小型化、集成化、智能化、无害化和易回收等方向发展。



无铅陶瓷



AlN陶瓷



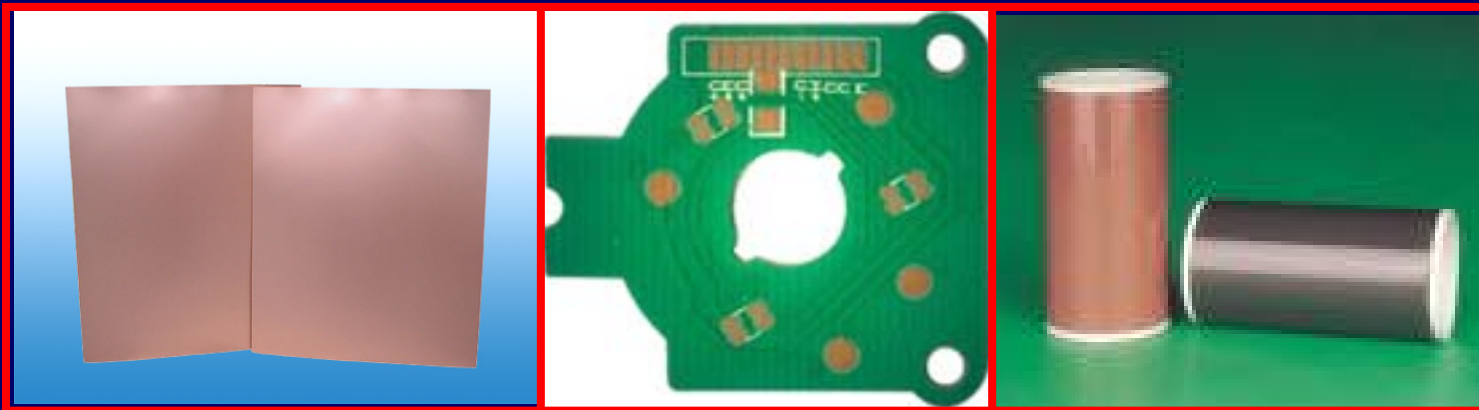
# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界电子信息材料发展态势

### ◆ 新型元器件材料

#### 覆铜板材料发展出现新趋势

- ✓ 日本和美国在覆铜板技术（CCL）方面处于世界领先水平
- ✓ 我国有70多家企业，02年产量8390万m<sup>2</sup>，多属于低端产品
- ✓ 未来发展趋势：高耐热性、高尺寸稳定性、低温度膨胀系数、低介电常数、耐离子迁移、介质厚度的均匀性等



覆铜板



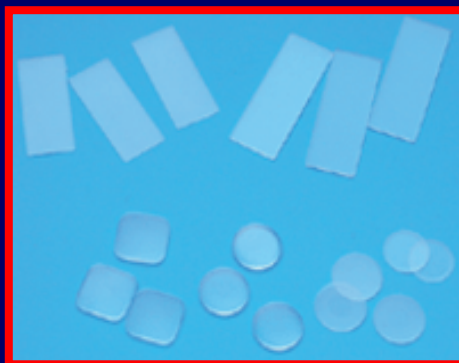
# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界电子信息材料发展态势

### ◆ 新型元器件材料

#### 压电晶体材料的应用领域出现新契机

- ✓ 压电晶体在移动通讯、宽带网络等产业方面的应用广泛
- ✓ 人造石英晶体、铌酸锂、钽酸锂晶体、金刚石等
- ✓ 发展主要集中在结构由晶体向薄膜方向发展，功能向复合效应方向发展。



人造石英晶体



铌酸锂



钽酸锂

# 世界新材料技术发展态势分析

## 世界电子信息材料发展态势

### ◆ 新型元器件材料

#### 磁性材料前景看好

- ✓ 02年NdFeB全球总产量达到1.8万吨，仅日立金属拥有生产能力8000吨/年；
- ✓ 磁致冷材料被美、日列为21世纪重点攻关项目
- ✓ 我国永磁材料形成京津地区、宁波、山西和山东四大基地；
- ✓ 未来发展方向主要集中在获得强磁晶各向异性，高居里温度的稀土永磁材料，包括纳米晶和复合材料等。



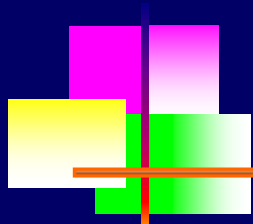
NdFeB



# 世界新材料技术发展态势分析

## 计算材料学的快速发展

- 各种物理场的数值模拟
- 合金的微观组织形成
- 断裂力学分析
- 复合材料的界面梯度设计
- 纳米材料的性质与性能预测



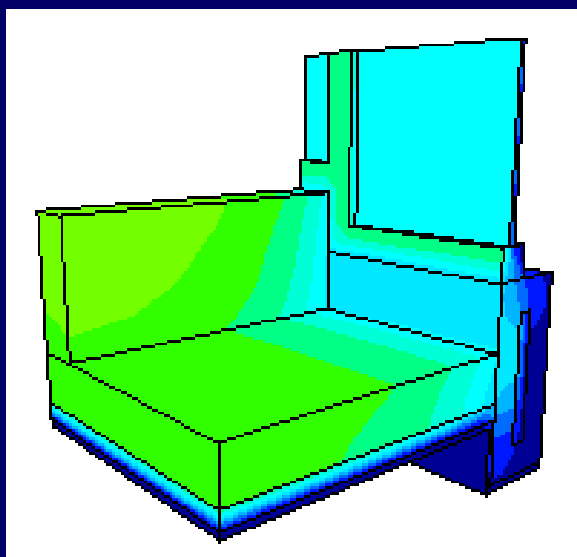
# 计算材料学的快速发展

## -----各种物理场的数值模拟

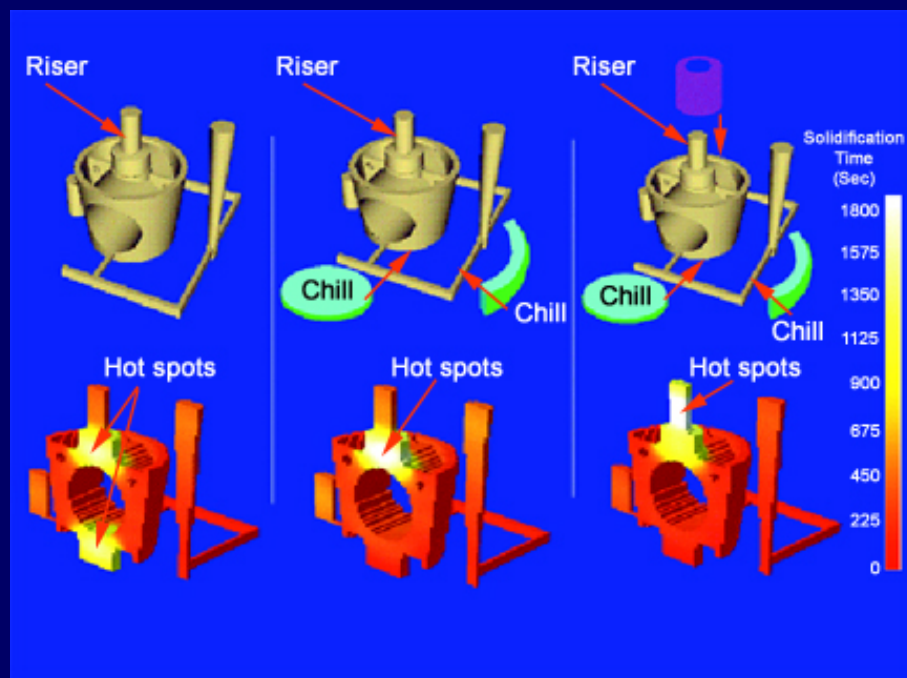
1. 模拟 热传导过程
2. 模拟 应力应变状态
3. 模拟 物质扩散过程
4. 模拟 流体传输过程
5. 模拟 电磁场分布规律



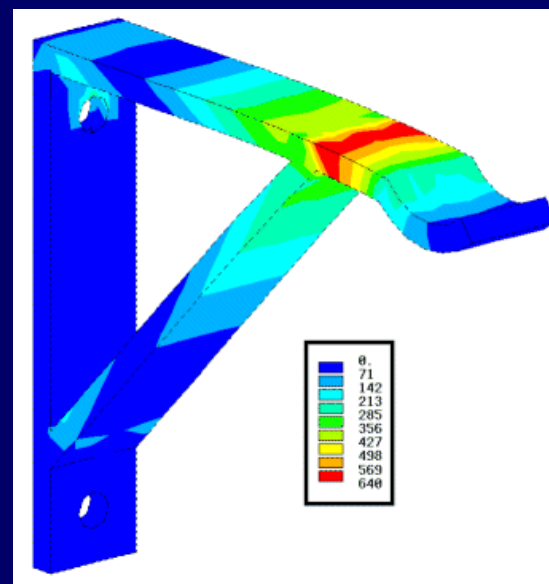
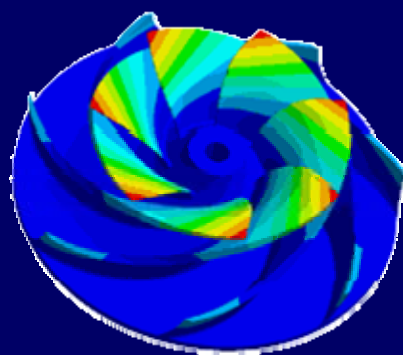
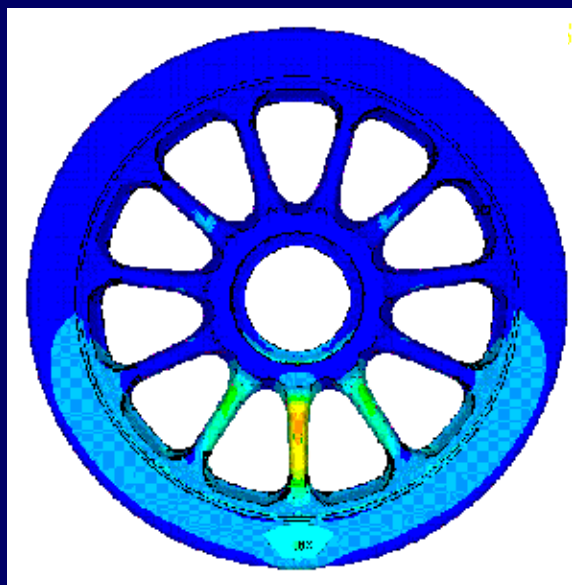
# 计算材料学的快速发展



热传导过程

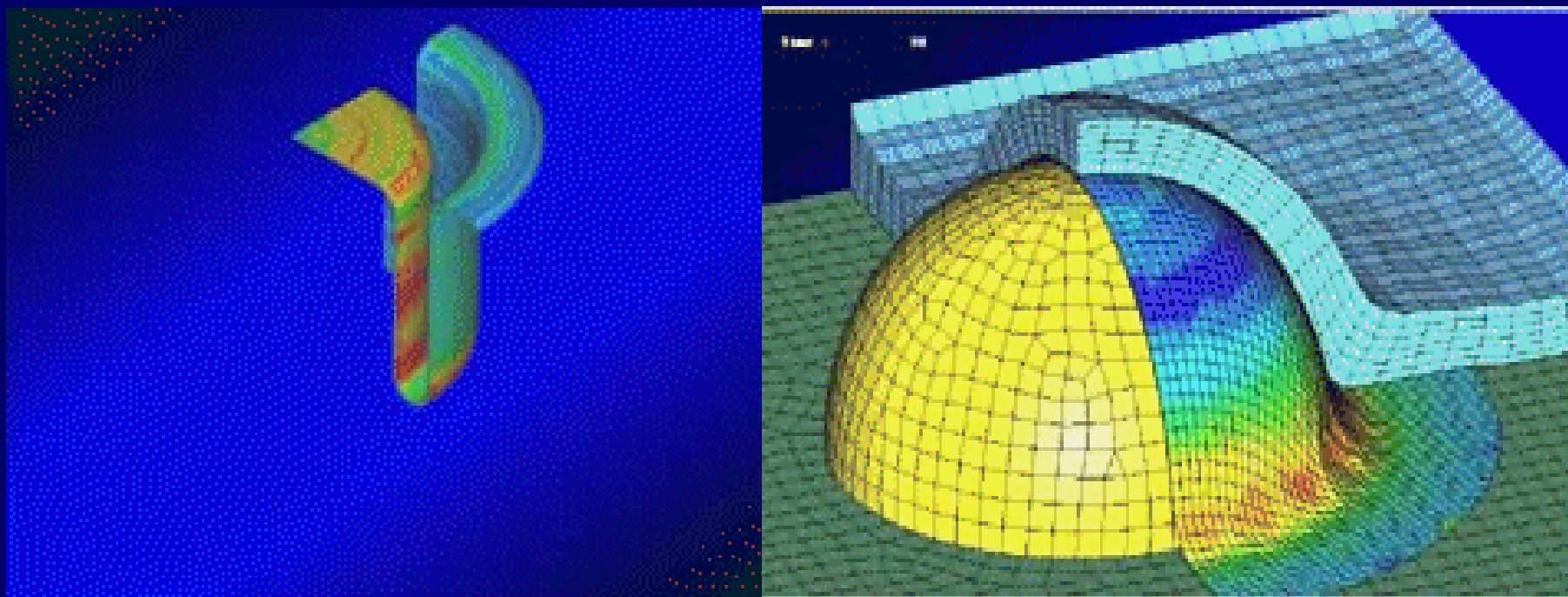


# 计算材料学的快速发展



应力应变分析

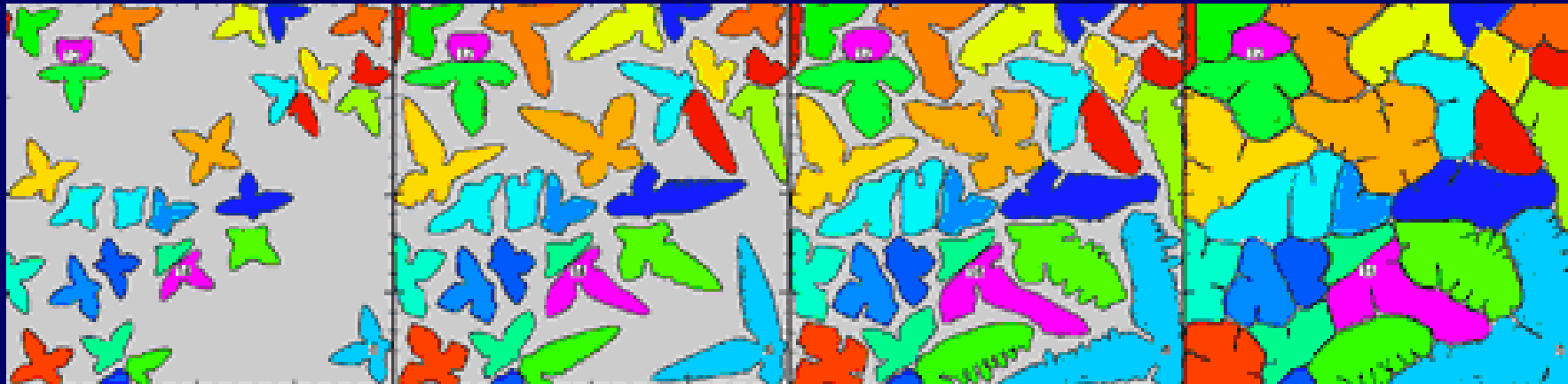
# 计算材料学的快速发展



应力应变分析

# 计算材料学的快速发展

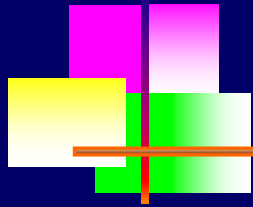
## -----合金的微观组织形成



***Simulation of equiaxed solidification of Al-4wt%Cu alloy showing grain boundary formation.***

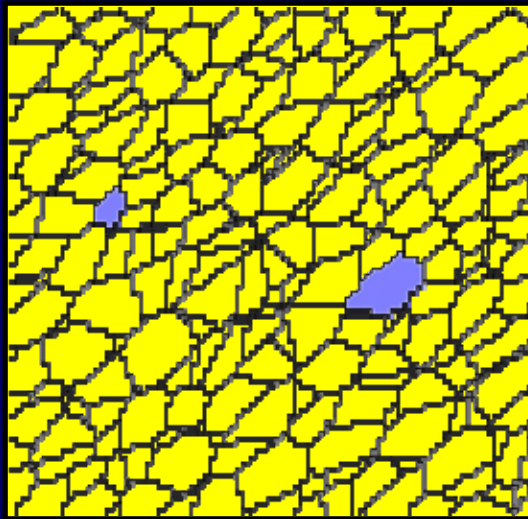
***From left to right: after 0.04, 0.08, 0.16, and 0.2 s.***



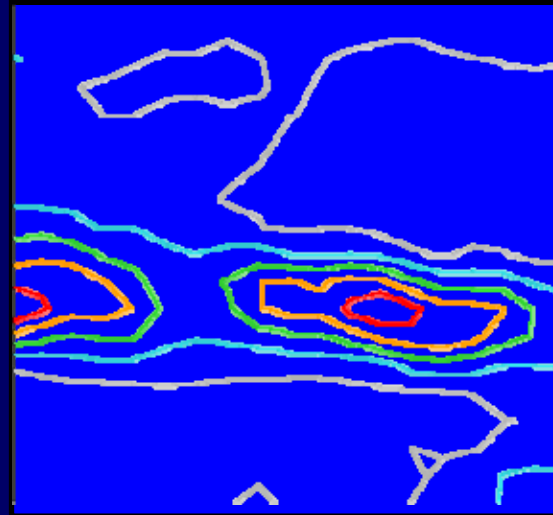


# 计算材料学的快速发展

## -----合金的微观组织形成



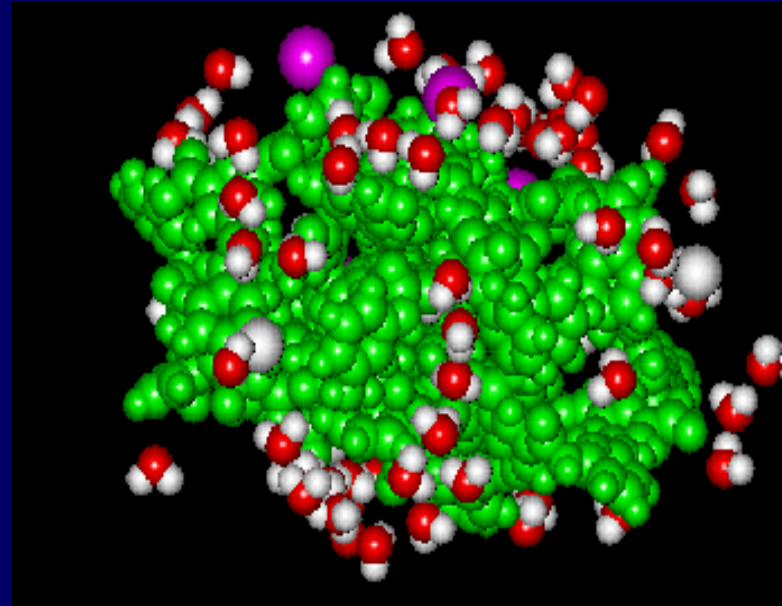
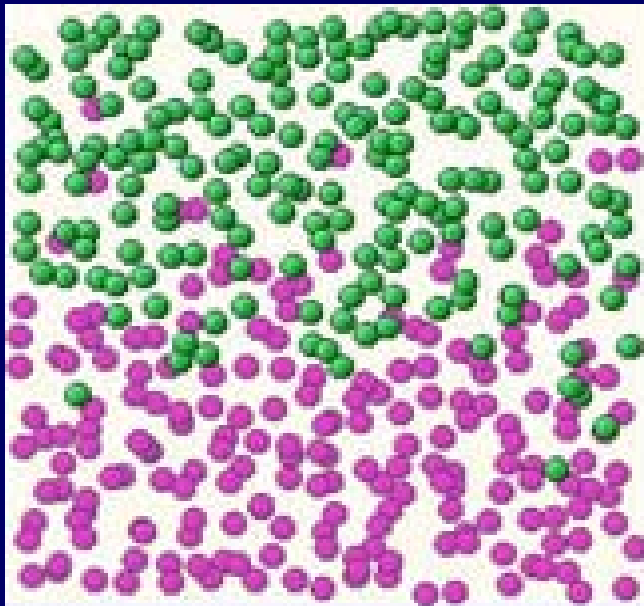
Simulation of Goss microstructure development in Fe-3%Si steel

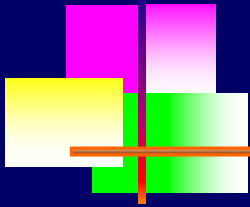


Simulation of Goss texture development in Fe-3%Si steel

# 计算材料学的快速发展

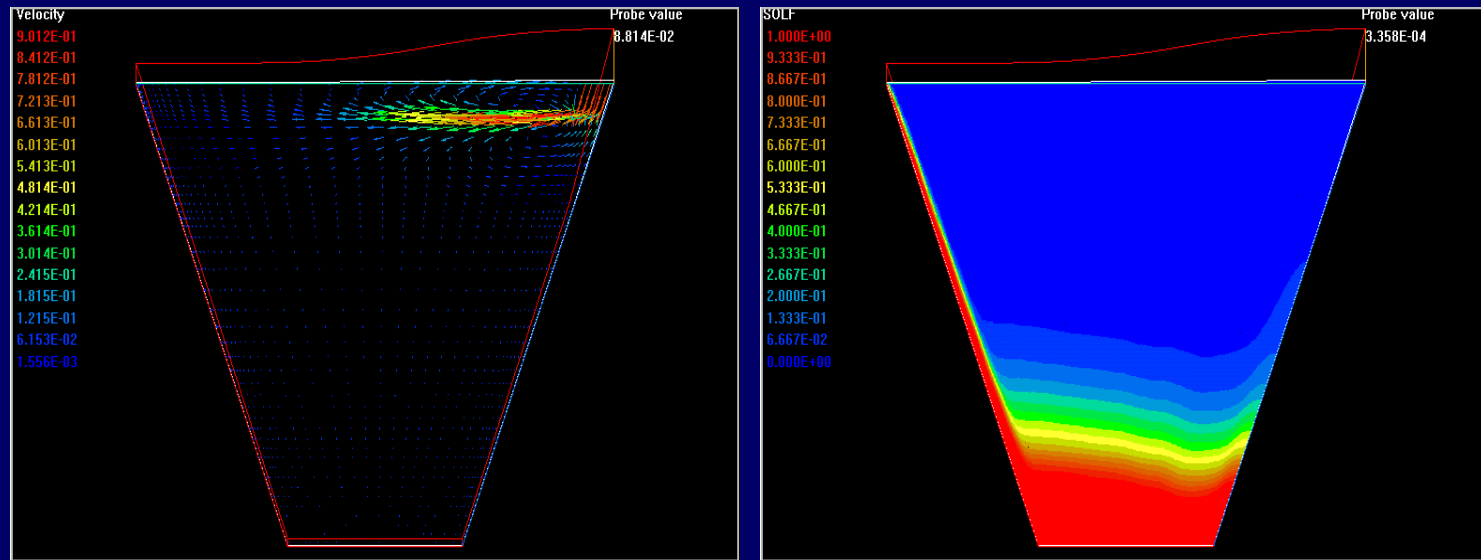
## -----物质扩散过程





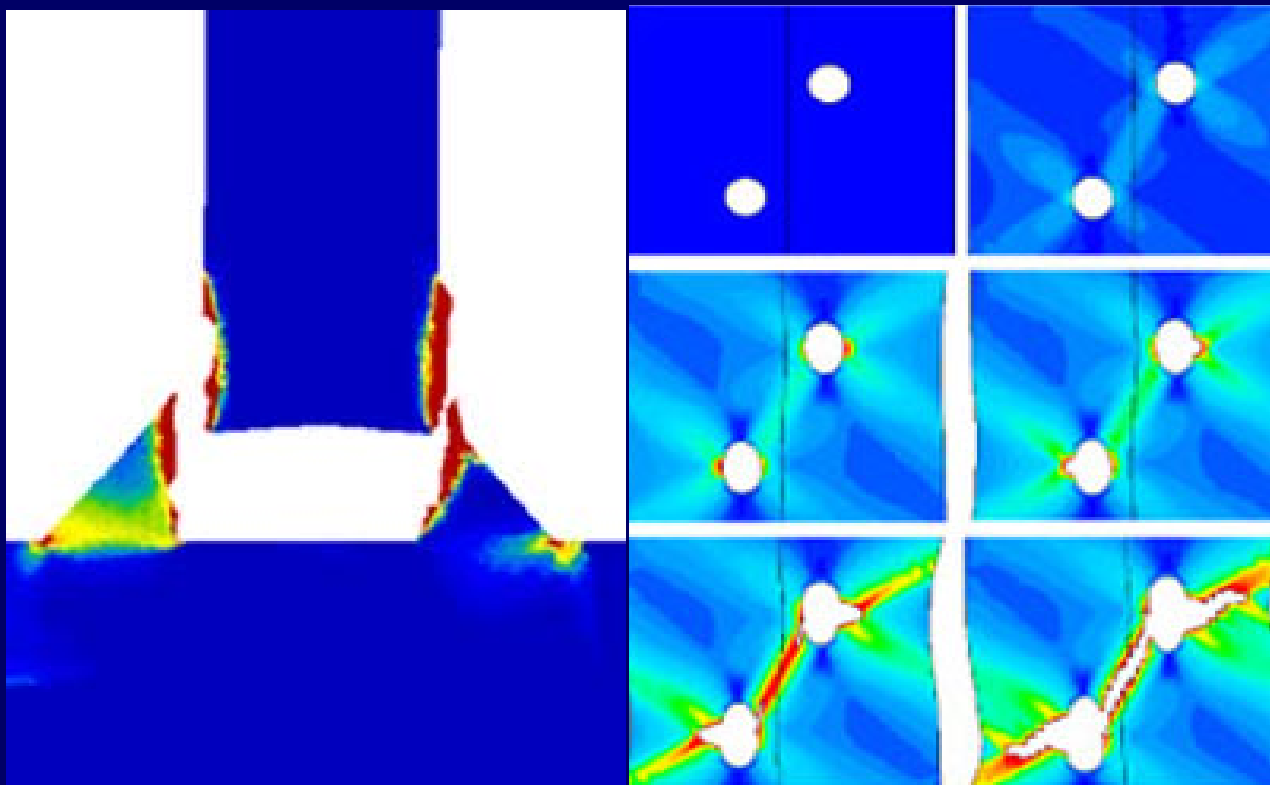
# 计算材料学的快速发展

## -----电磁场分布规律



电磁场搅拌下的铸造过程

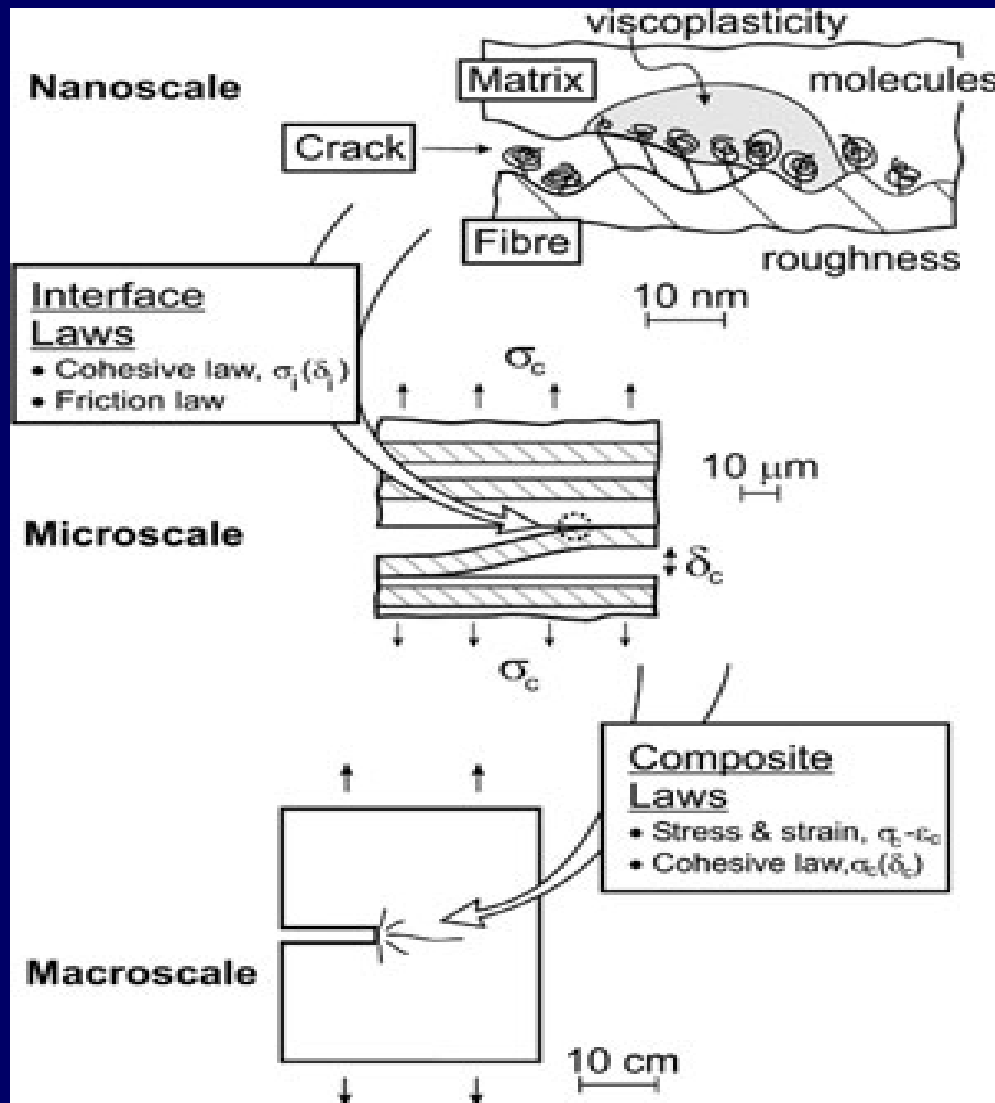
# 计算材料学的快速发展



材料中裂纹的形成和扩展的研究是微观断裂力学的核心问题。



# 计算材料学的快速发展

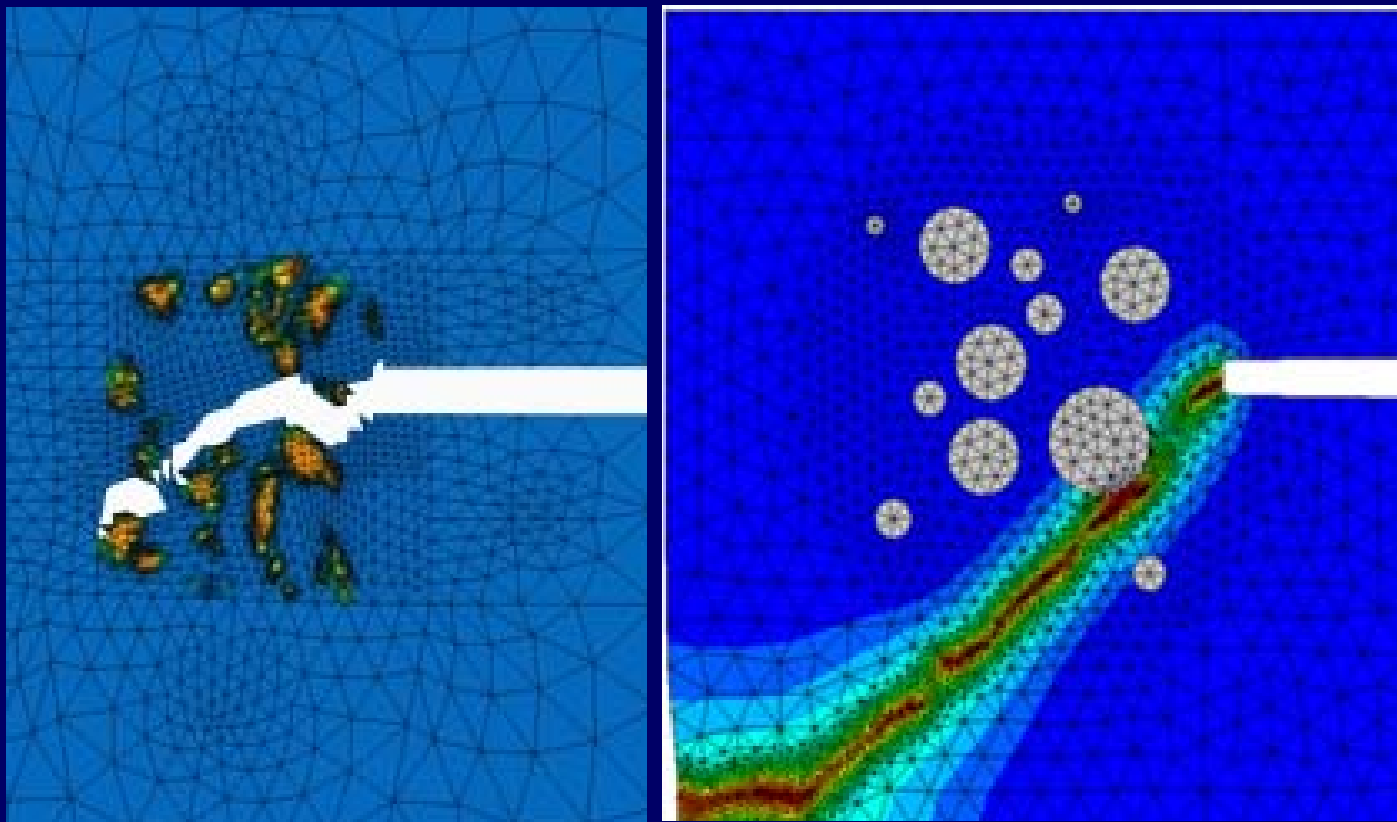


断裂力学分析

如：复合材料的  
断裂行为分析

# 计算材料学的快速发展

## -----断裂力学分析



复合材料的断裂行为分析



# 国家相关科技规划中对材料领域的部署情况

---

## 国家相关科技规划（计划）

国家自然科学基金

[www.nsfc.gov.cn](http://www.nsfc.gov.cn)

国家科技支撑计划

[www.most.gov.cn](http://www.most.gov.cn)

“863”计划

[www.863.gov.cn](http://www.863.gov.cn)

“973”计划

[www.973.gov.cn](http://www.973.gov.cn)

国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）

国家“十一五”科学技术发展规划

[www.most.gov.cn](http://www.most.gov.cn)



## 国家相关科技规划中对材料领域的部署情况

### 国家自然科学基金

国家自然科学基金委下属“工程与材料学部”负责，旨在发展材料科学与工程领域的基础研究，加强原始创新，提升我国在“材料领域”的自主创新能力。

### 国家科技支撑计划

原称为国家科技攻关计划，该计划自1983年开始实施以来，在科技促进农业发展、传统工业的技术更新、重大装备的研制、新兴领域的开拓以及生态环境和医疗卫生水平的提高等方面都取得重大进展，解决了一批国民经济和社会发展中难度较大的技术问题。



## 国家相关科技规划中对材料领域的部署情况

**“863”计划** 1986年3月3日，王大珩等四位老科学家给中共中央写信，提出要跟踪世界先进水平，发展我国高技术的建议。中共中央、国务院组织位专家研究部署高技术发展的战略，经过严格论证后批准了《高技术研究发展计划纲要》，即“863”计划。

**战略重点** 从世界高技术发展趋势和中国的需要与实际可能出发，坚持“有限目标，突出重点”的方针，选择**生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、能源技术和新材料**7个领域作为我国高技术研究与开发的重点。尤其强调把阶段性研究成果同应用密切衔接，迅速地转化为生产力，发挥经济效益。





## 国家相关科技规划中对材料领域的部署情况

### “973”计划

1997年6月4日，原国家科技领导小组第三次会议决定要制定和实施《国家重点基础研究发展规划》，随后由科技部组织实施了国家重点基础研究发展计划（亦称973计划）。

### 战略目标

加强原始性创新，在更深的层面和更广泛的领域解决国家经济与社会发展中的重大科学问题，以提高我国自主创新能力和解决重大问题的能力，为国家未来发展提供科学支撑。它紧紧围绕农业、能源、信息、资源环境、人口与健康、材料等领域国民经济、社会发展和科技自身发展的重大科学问题，开展多学科综合性研究，提供解决问题的理论依据和科学基础。



## 国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）

“重点领域及其优先主题”中涉及材料领域的如下：

- 1) 可循环钢铁流程工艺与装备
- 2) 大型海洋工程技术与装备
- 3) 基础原材料
- 4) 新一代信息功能材料及器件
- 5) 军工配套关键材料及工程化
- 6) 低能耗与新能源汽车

“前沿技术”涉及材料领域的如下：

- 1) 智能材料与结构技术
- 2) 高温超导技术
- 3) 高效能源材料技术

“基础研究”中涉及材料领域的如下：

### 1.科学前沿问题

- 1) 凝聚态物质与新效应
- 2) 新物质创造与转化的化学过程

### 2.面向国家重大战略需求的基础研究

- 1) 能源可持续发展中的关键科学问题
- 2) 材料设计与制备的新原理与新方法
- 3) 极端环境条件下制造的科学基础

### 3.重大科学研究计划

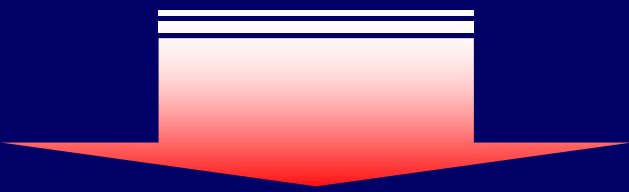
- 1) 纳米研究



# 国家“十一五”科学技术发展规划

在“重点任务－面向紧迫需求，攻克关键技术－加强产业关键共性技术攻关”中提到

加强材料领域技术攻关，推动材料工业结构调整和产业升级




重点研究开发材料清洁生产技术、高效低耗制备技术、材料与生态环境协调技术，加强在材料设计、制备与加工、应用及回收等产品全生命周期中的技术集成与应用，形成高效、节能、环保和可循环的新型制造工艺。

转下页



# 国家“十一五”科学技术发展规划

---



开发轻质高强金属和无机非金属结构材料，新型高分子材料，高性能复合材料及复合结构部件制备技术，稀土材料，精细化工材料，催化及膜分离材料，建筑材料，轻纺材料。

发展综合性能高，资源消耗少，环境负荷低的重大材料产品及相关工艺技术。

组织实施可循环钢铁流程工艺与装备、全氟离子膜工程技术研究等重大项目。





# 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

## 国家自然科学基金

### 2006年材料领域重点项目

- ◆超高温金属间化合物结构材料的本征脆性及强韧化
- ◆新型金属储氢材料及其储氢机理
- ◆镁基合金相图、合金热力学模型及合金化原理
- ◆亚稳金属材料中的基本科学问题探索



# 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

## 国家自然科学基金

### 2006年材料领域重点项目

- ◆ 多功能复合金属材料中的关键科学问题
- ◆ 超高温陶瓷相图、材料制备、微结构控制的研究
- ◆ 硅基电致发光材料相关基础问题研究
- ◆ 可降解生物活性陶瓷或骨组织再生修复材料关键科学问题研究
- ◆ 储能用纳米碳材料的设计原理，制备科学及应用研究



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

国家自然科学基金

2006年重点项目 - 材料领域

- ◆ 质子膜燃料电池中无机非金属材料的关键科学问题研究
- ◆ 无机非金属类左手材料相关基础问题研究
- ◆ 通用和特种高分子材料高性能化中的基本科学问题
- ◆ 高分子复合和杂化材料的基本科学问题



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

国家自然科学基金

2006年重点项目 - 材料领域

- ◆有机高分子功能材料：具有光、电、磁、吸附与分离等功能材料的可控制备和应用的基础研究
- ◆与生命科学相关的高分子材料的基础研究
- ◆与能源、环境、资源利用等相关的高分子材料的基础研究



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

国家科技支撑计划

共12项

新一代可循环钢铁流程工艺技术

重大

清洁生产与循环经济的关键技术与示范研究

全氟离子膜工程技术研究

绿色制造关键技术与装备





## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

国家科技支撑计划

共12项

重点

镁及镁合金关键技术开发与应用

多晶硅材料产业关键技术开发

含有毒有害元素材料的替代技术

大型铸锻件制造关键技术及装备研制

先进近净成形与模具制造技术

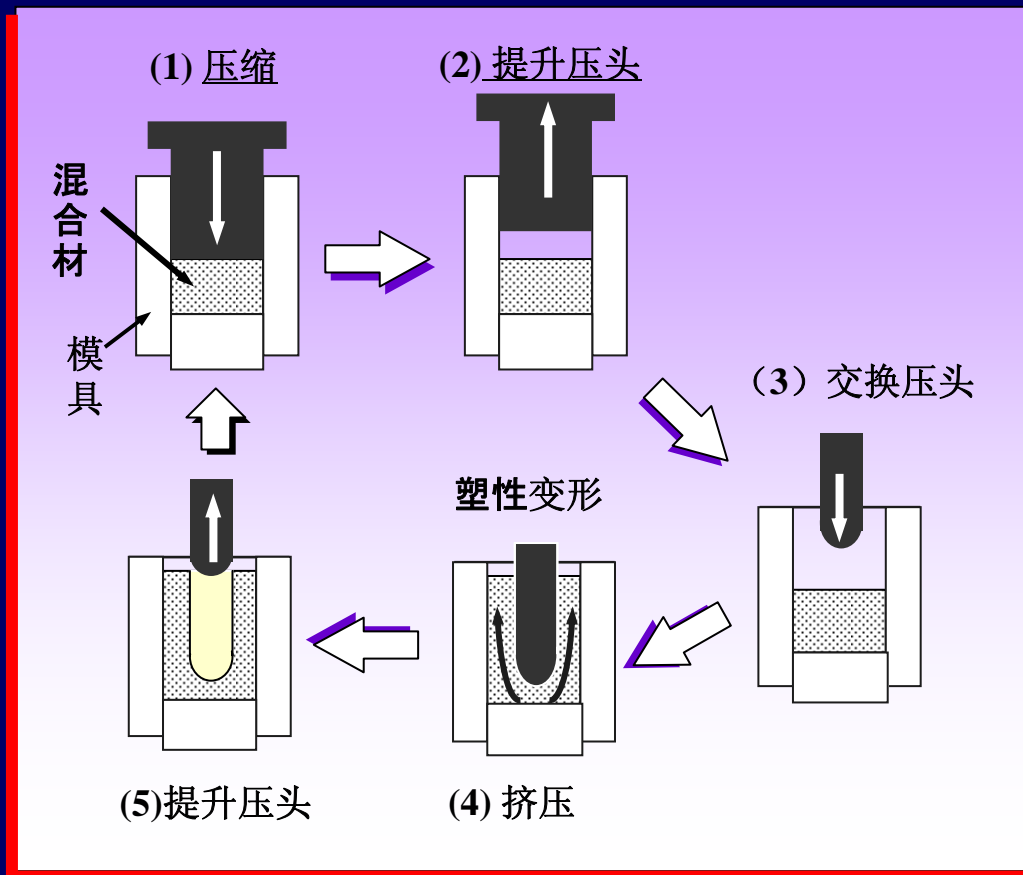
非金属矿资源综合利用技术研究

非石油路线制备大宗化学品关键技术开发

# 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

重点 镁及镁合金关键技术开发与应用

北京工业大学：多次循环塑性变形技术



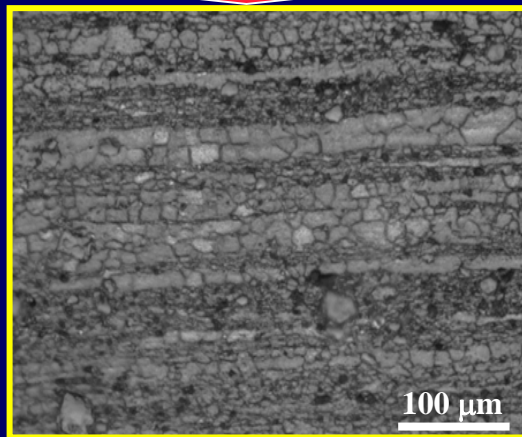
多次循环塑性变形设备

# 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

粒子分散微细化坯体



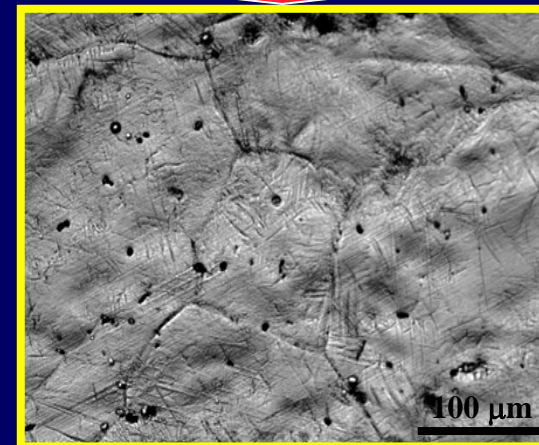
挤压成形后



普通坯体



挤压成形后



北京工业大学: 多次循环塑性变形技术



# 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

## 国家“十一五”基础研究发展规划

材料科学是阐明材料的合成与制备、组成与结构、性质、使用性能等四个要素及相互关系的交叉性学科。

“十一五”期间，将围绕新一代关键信息材料、能源材料、生态环境材料、生物医用材料、分子电子器件、大飞机工程用材料、深空探测材料、纳米材料与器件等进行基础性和前瞻性研究。

重点开展材料先进制备、加工新理论与新方法，材料组分、结构与性能的设计理论，材料环境效应和服役寿命的评价，分子、纳米及介观尺度下的材料科学问题，信息功能材料，生态环境材料，生物医学材料，新型高性能结构材料以及表面技术的研究。



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

**“973”计划** 06年共设立65项，涉及材料领域的10项。

高效热电转换材料及器件的基础研究

半导体光电信息功能材料的基础研究

大面积低价长寿命太阳能电池关键科学和技术问题的  
基础研究

苛刻环境下润滑抗磨材料的基础研究

核电关键材料的环境行为与失效机理





## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

**“973”计划** 06年共设立65项，涉及材料领域的10项。

材料短流程制备与成形加工的科学技术基础

面向性能的材料集成设计的科学基础问题

人造纳米材料的生物安全性研究及解决方案探索

物质创造与化学转化过程中的若干前沿科学问题研究

分子聚集体的化学：分子自组装与组装体的功能



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

**“973”计划**

07年共设立73项，涉及材料领域的9项。

电动汽车用低成本、高密度蓄电 (氢) 体系基础科学问题研究	马紫峰	上海交通大学
人工结构材料的能带设计、制备 和效应的基础研究	资 剑	复旦大学
光催化材料及其应用的基础研究	邹志刚	南京大学
硅基发光材料与光互连的基础研 究	杨德仁	浙江大学



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

**“973”计划**

07年共设立73项，涉及材料领域的9项。

两性金属 / 黑色金属紧缺矿产资源高效清洁综合利用的基础研究	刘会洲	中国科学院过程工程研究所
战略有色金属难处理资源高效分离提取的科学基础	陈启元	中南大学
高性能镁合金加工与制备中的关键基础问题	刘 庆	重庆大学
钛合金材料制备及加工的基础研究	赵永庆	西北有色金属研究院
高性能轻质非晶态合金若干关键基础问题研究	张 涛	北京航空航天大学



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

**“973”计划** 07年共设立73项，涉及材料领域的9项。

高性能镁合金加工与制备中的关键基础问题	刘 庆	重庆大学
---------------------	-----	------

课题六 《镁合金加工新方法及原理的基础研究》 杜文博

- ◆ 多次循环塑性变形加工技术
- ◆ 镁合金高频脉冲旋锻技术
- ◆ 镁合金薄带连铸技术
- ◆ 镁合金双螺杆流变成形 (TSRM) 技术
- ◆ 镁合金喷射成形技术
- ◆ 镁材全生命周期评价 (LCA)



## 国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

“863”计划

2006年“新材料”领域重点项目3项

化工反应过程强化技术

全固态激光器及其应用技术

半导体照明工程





# 07年国家相关计划中涉及材料领域的主要项目

“863”计划

## 2007年度专题课题

智能材料设计与先进制备技术专题

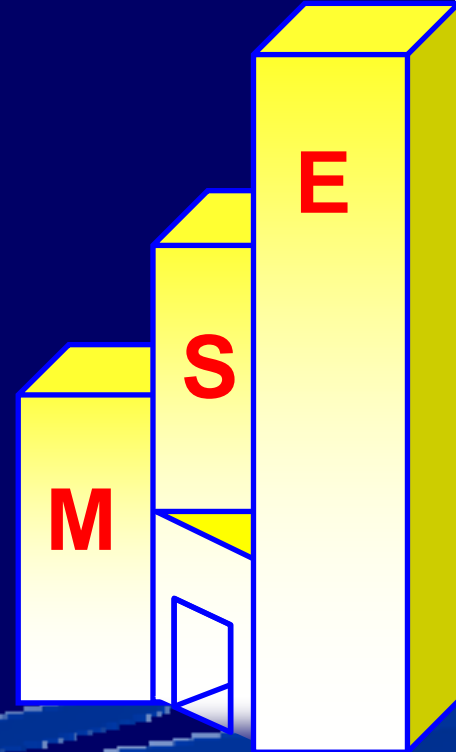
高温超导和高效能源材料技术专题

纳米材料与器件专题

光电信息与特种功能材料专题

高性能结构材料专题

# Thank You



opening

is

MSE

The door to