

材料科学基础



绪 论

- 一、材料科学的重要地位
- 二、材料的分类
- 三、材料科学的研究范畴
- 四、材料科学技术的发展趋势



什么是材料 (materials) ?

材料是人类社会所能接受的、可经济地制造有用物品的物质。

Materials is the stuff from which a thing is made for using.

天然材料

人工材料

材料是国民经济的物质基础。

广义的材料包括人们的思想意识之外的所有物质（substance）。

材料无处不在，无处不有

工农业生产
国防
科学技术
人民生活

材料
能源
信息

现代技术的三大支柱

材料品种
数量
质量

国家现代化程度标志之一



一、材料科学的重要地位

1. 材料的发展史，就是人类社会的发展史
2. 材料的发展史，就是科学技术的发展史



1. 材料的发展史，就是人类社会的发展史

材料的发现、利用及进展作为时代划分的标志

- 石器时代 公元前10万年
- 青铜时代 公元前3000年
- 铁器时代 公元前1000年
- 水泥时代 公元0年
- 钢时代 1800年
- 硅时代 1950年
- 新材料时代 1990年

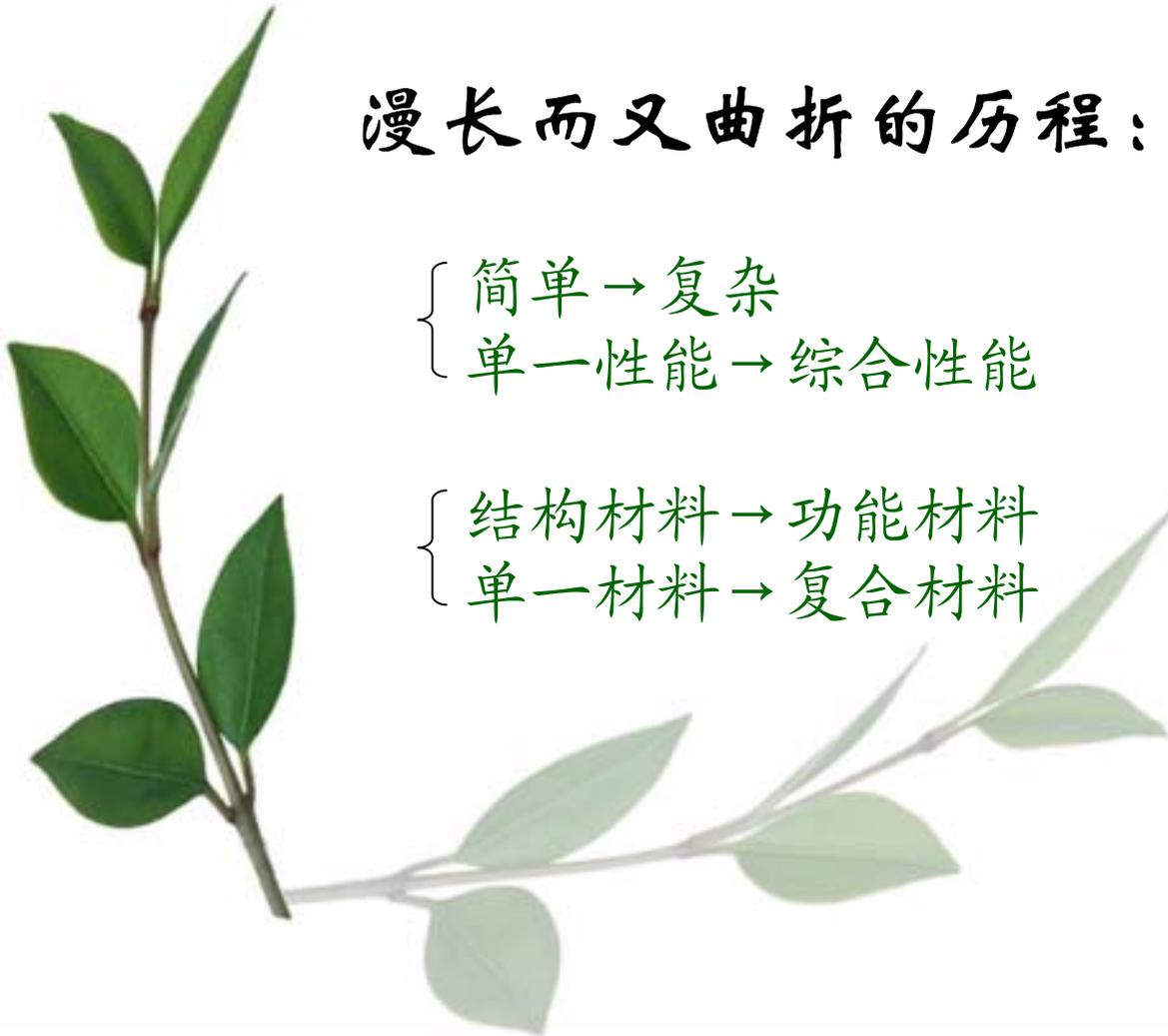


我国材料的历史进程 (Historical perspective)

漫长而又曲折的历程：

{ 简单 → 复杂
单一性能 → 综合性能

{ 结构材料 → 功能材料
单一材料 → 复合材料



- 石器时代 (Stone Age)

石斧、凿、
刀、铲、箭头、纺
轮、钵等
(西安半坡遗址)



石斧



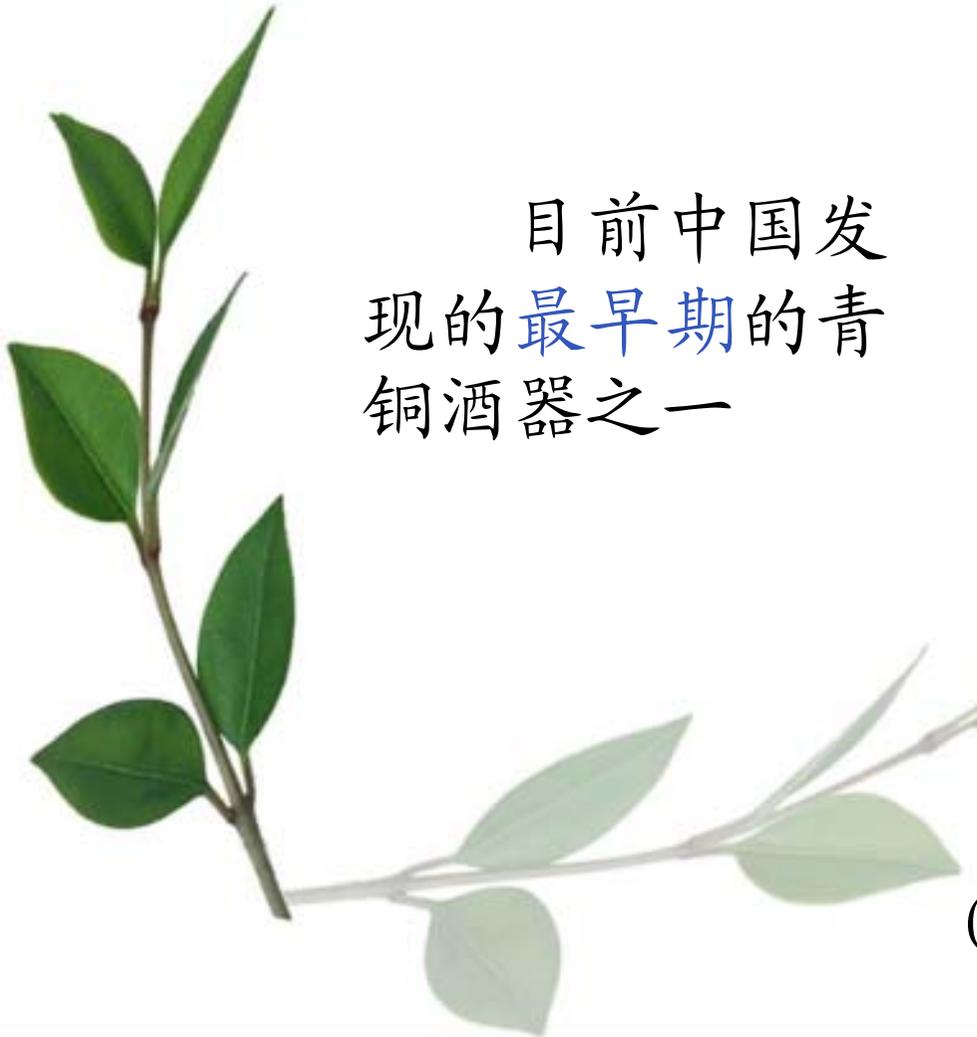
- 青铜器时代 (Bronze Age)

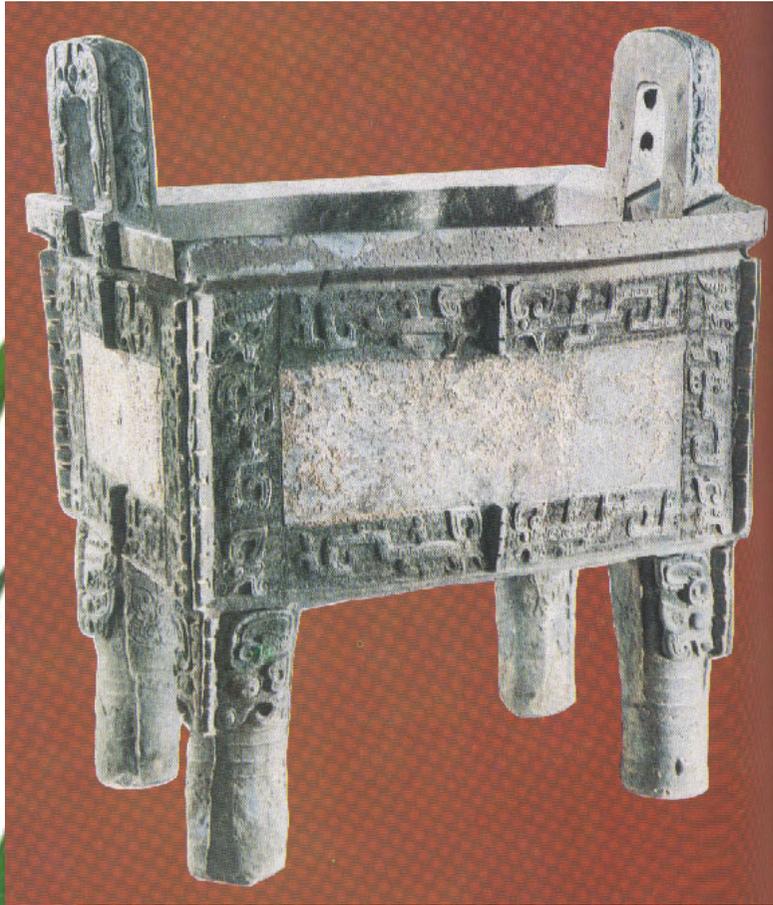
目前中国发
现的最早期的青
铜酒器之一



铜爵 (夏代)

(河南省偃师县二里头出土)





司母戊鼎是迄今出土的所有鼎中最大最重的，因其腹内壁上有铭文“司母戊”三字而得名，是商王祭祀其母（名戊）的纪念器物。

司母戊鼎（商代）
（河南省安阳殷墟出土）

这件四羊方
尊重达34公斤，
是我国现存商代
青铜方尊中最大
的一件。其造型
动静结合，寓雄
奇于秀美之间，
可谓巧夺天工。



四羊方尊（商代）
（湖南省宁乡县出土）

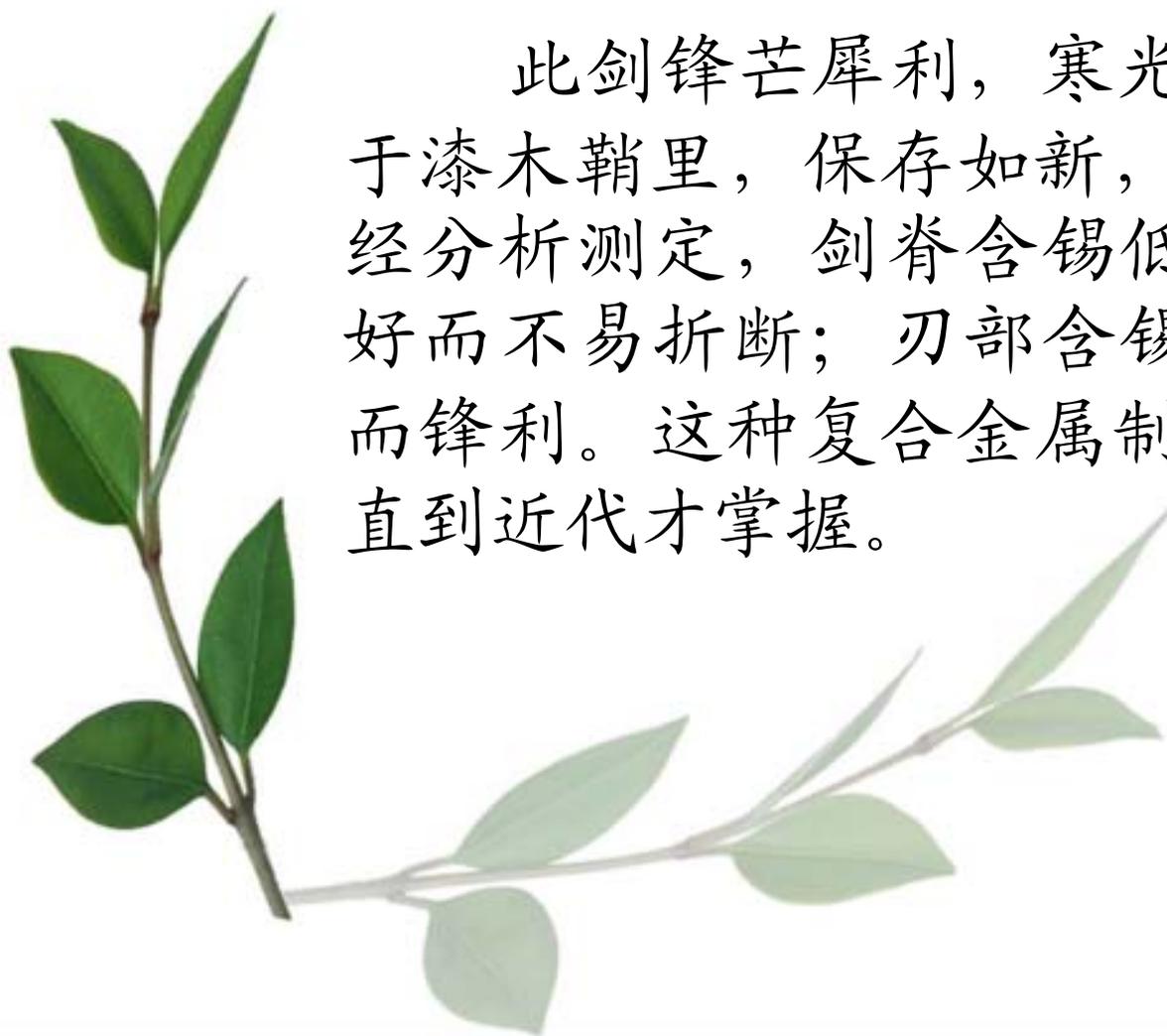


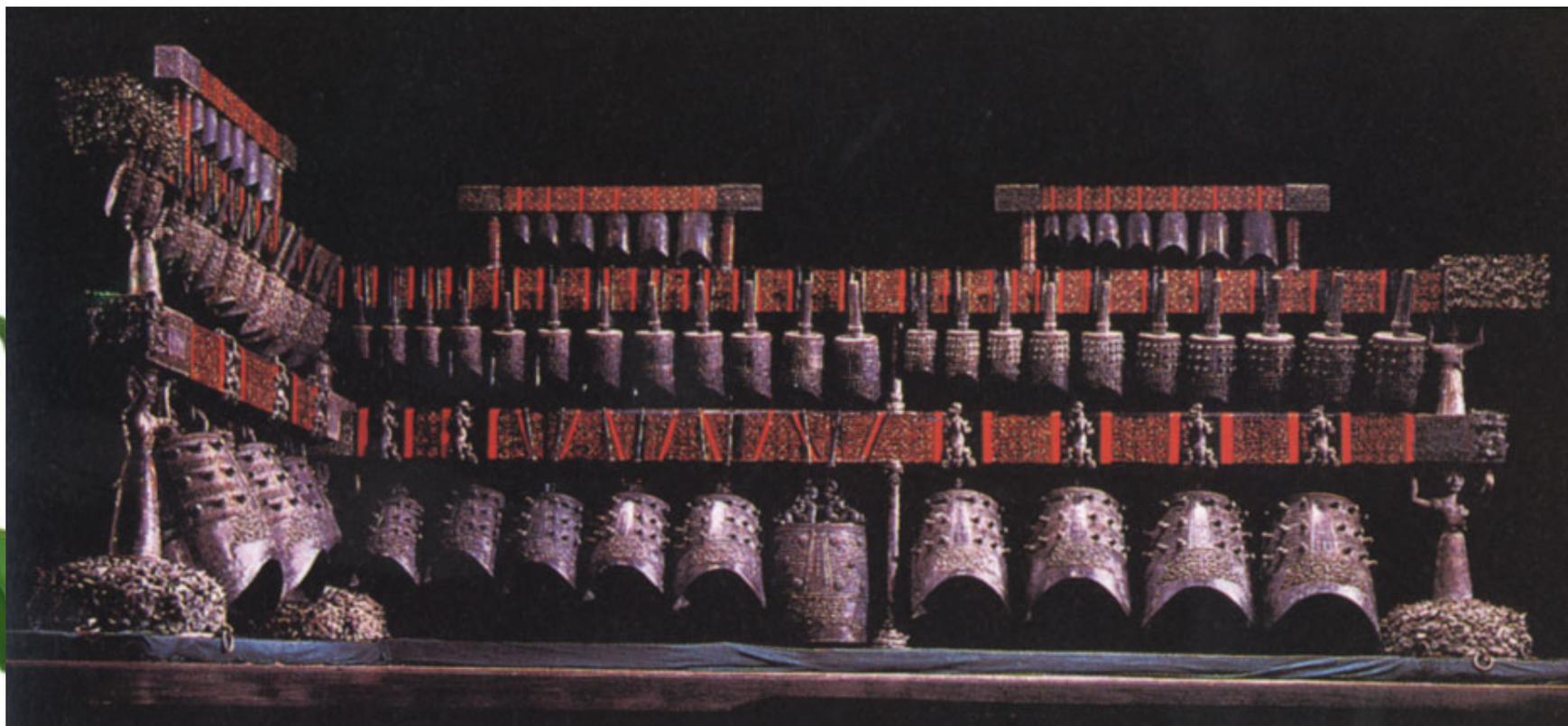
越王勾踐劍

湖北江陵楚墓出土越王勾踐寶劍



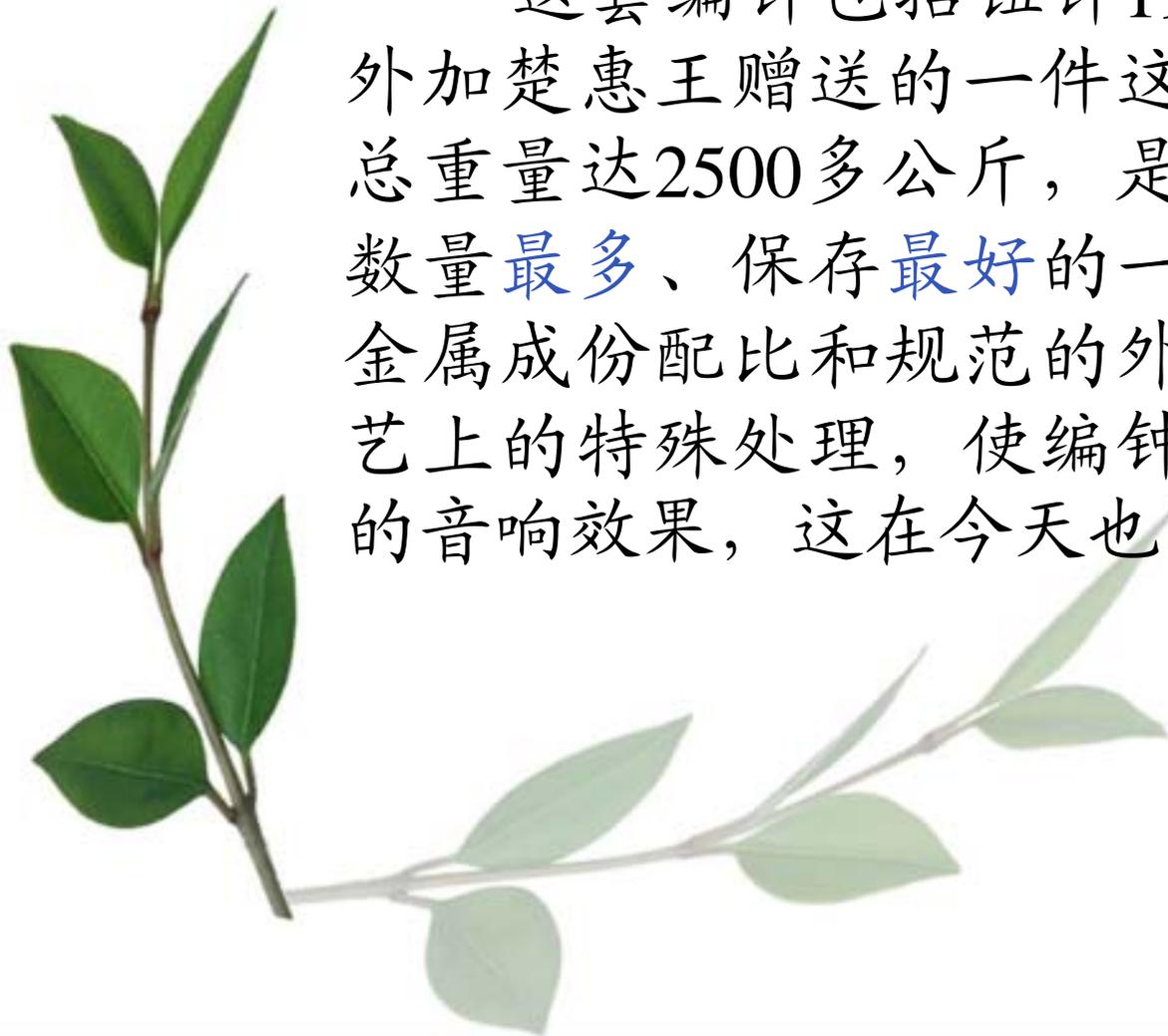
此剑锋芒犀利，寒光闪闪，出土时插于漆木鞘里，保存如新，至今犹能断发。经分析测定，剑脊含锡低（10%），韧性好而不易折断；刃部含锡高（20%），刚而锋利。这种复合金属制造技术其他国家直到近代才掌握。





曾侯乙编钟（战国）
（湖北省随县擂鼓墩出土）

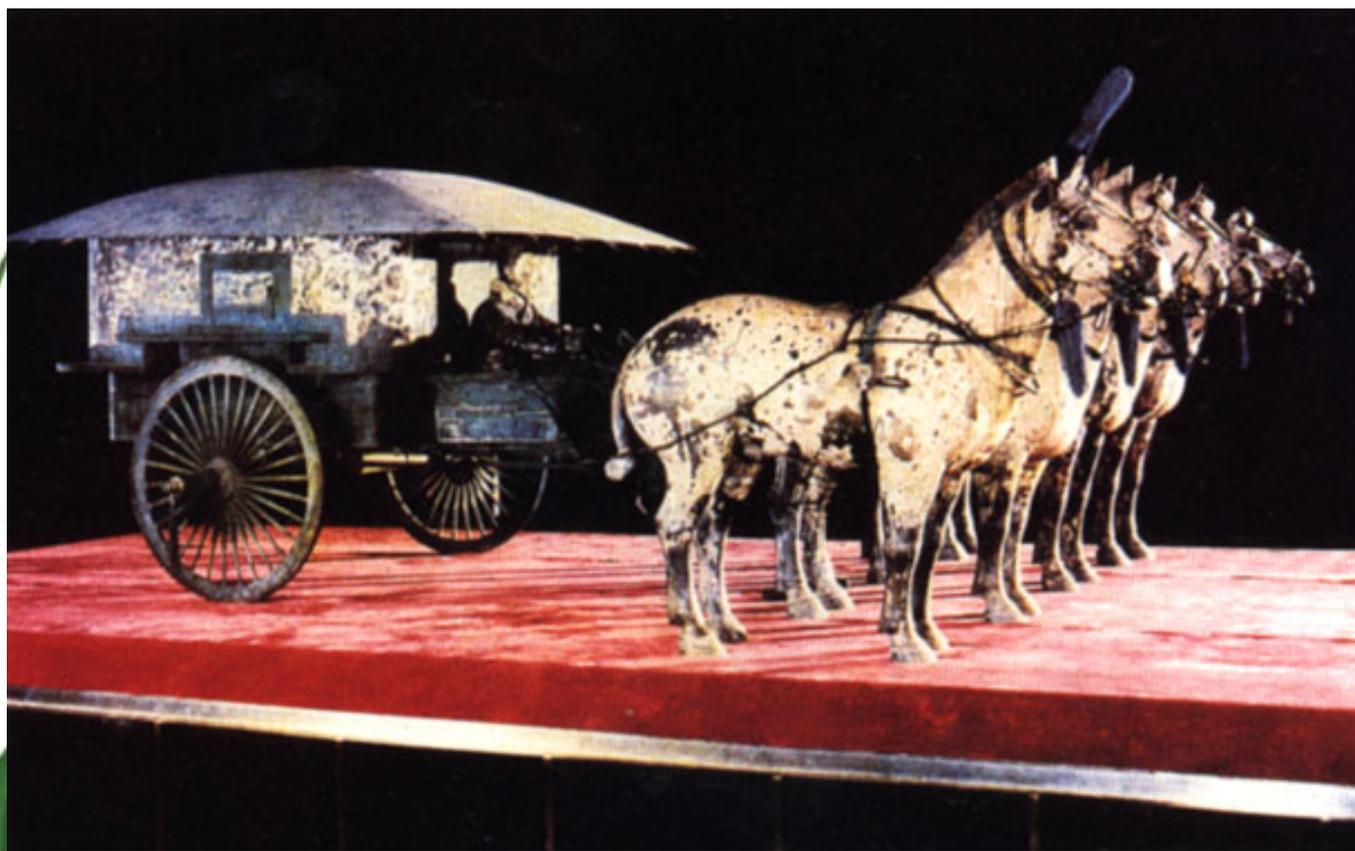
这套编钟包括钮钟19件，甬钟45个，外加楚惠王赠送的一件这拔钟，共65件，总重量达2500多公斤，是迄今中国发现的数量最多、保存最好的一套编钟。合理的金属成份配比和规范的外形尺寸，以及工艺上的特殊处理，使编钟达到了令人赞叹的音响效果，这在今天也不易办到。





杜虎符（战国·秦）
（陕西省西安北沉村出土）

这件杜虎符便是现存最早的一件调兵凭证，一符剖为左右两半，右边留存于朝廷，左半交地方官吏或统兵将帅保管，使用时两半相合，即为“符合”，表示命令验证可信。



铜车马（战国·秦）
（陕西省临潼县秦始皇陵西侧出土）



举世闻名的秦始皇陵出土了许多珍贵的文物，其中两乘铜车马更是其中的精品，根据车铭，一乘名为“立车”（御者站立车上），另一乘名为“安车”（御者坐在车上），两乘形制基本相仿，图中所示为安车。

安车的结构经过精心设计，1500多个部件用嵌铸、铆接、焊接、销钉等方法组装而成，至今各链条仍很灵活，窗门开启自如，牵引辕衡，还能拖动车轮转动，工艺甚为精湛。



长信宫灯（西汉）
（河北省满城县
中山靖王墓出土）

灯的结构非常精巧，灯座、灯盘和灯罩都可以拆卸，圆形灯盘可以转动，两块瓦状的罩板能够开合，因而能任意调节灯光照射的方向和亮度的强弱大小。点灯后，虹吸装置使蜡烛燃烧时的烟炆通过宫女的手臂纳入体中，从而保持室内空气的清洁。灯座可以盛水，这便能使吸入宫女体内的烟炆溶于水中。

这件铜灯不仅体现出卓越的设计意匠，把实用功能、净化空气的科学原理和优美的造型，有机结合成一体，也反映了高度的合金冶炼技术。在装饰上采用通体鎏金，灿然发光，显得富丽华美，让人过目难忘。



错金银博山炉（西汉）
（河北省满城
中山靖王墓出土）

此炉炉身的盘和座是分铸后用铁钉铆合，通体错金，炉盘饰错金流云纹。盘上部及盖铸出高低起伏，抵挺峻峭的群山，山间点缀以猎人和野兽，刻划出一幅生意盎然的狩猎画面。圈足饰错金卷云纹，座把透雕成三龙跃出水面，龙首顶托龙盘，勾画出沟通天人的神山图景。

此器工艺精湛，外观华美，不愧为博山炉中的代表作品。



铜奔马（马踏飞燕）（东汉）
（甘肃省武威县雷台汉墓出土）

这件铜奔马（也称马超龙雀），是东汉青铜艺术的杰出代表，现已作为中国旅游的标志，成为中华民族向外展示自己文化传统的代表。

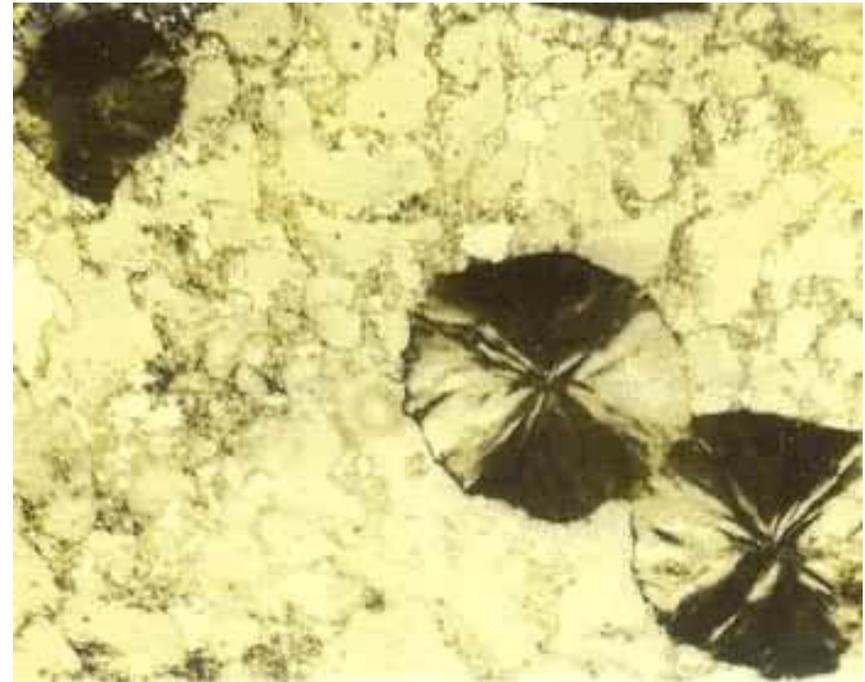
中国古代匠师运用现实主义与浪漫主义相结合的艺术手法，以丰富的想象力，精巧的构思，娴熟的工艺，把奔马和飞鸟绝妙地结合在一起，以迅疾的飞鸟衬托奔马的神速，不仅造型生动活泼，而且巧妙地使奔马的重心集中在蹄下的飞鸟上，将奔马的奔腾不羁之势与平实稳定的力学结构凝为一体，它所具有的蓬勃的生命力和一往无前的气势，更是中华民族的象征。



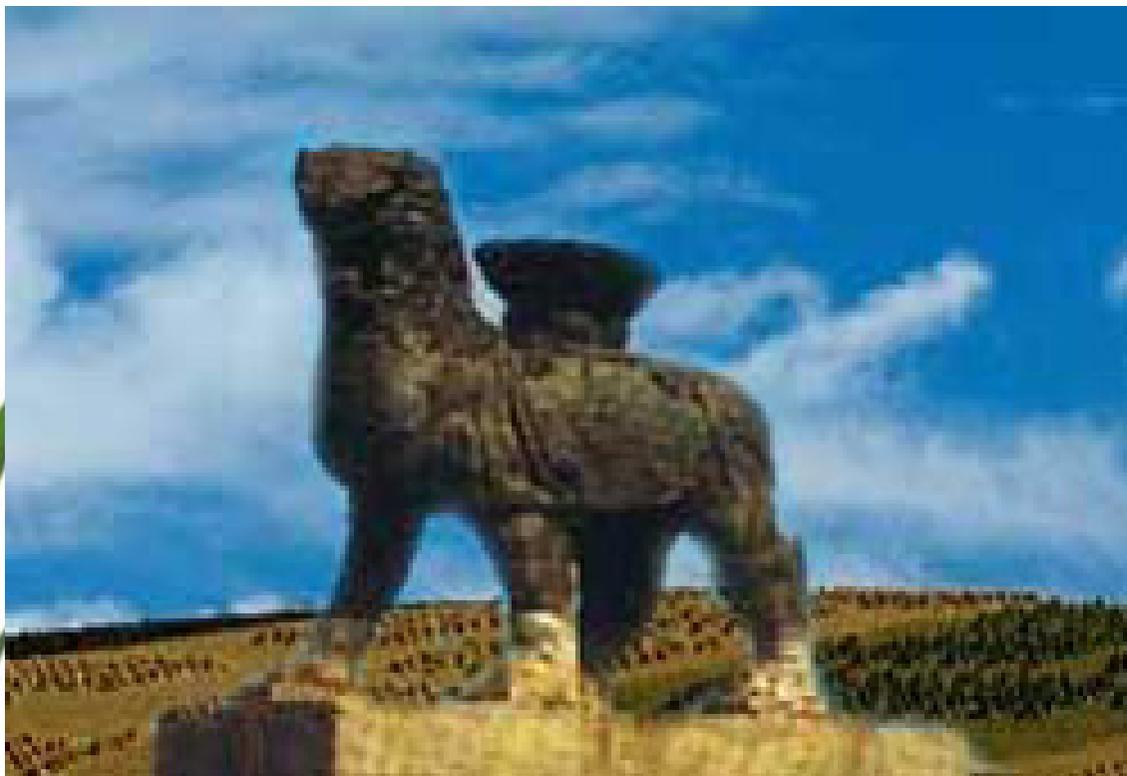
- 铁器时代 (Iron Age)



湖南长沙砂子塘
战国凹形铁锄



中国古代铁器的金相组织



后周（953年）沧州铁狮

是中国现存
最早的大型铸铁
艺术品。



湖北当阳宋代铁塔

此塔是中国现存铁塔中保存得极为完整的一个。这座塔不用砖石木料，完全用生铁铸成，重五十三吨，整座塔身逐层迭加，不加焊接，形体瘦削挺拔，稳健玲珑。此塔铸造工艺细腻，不论是总体结构，还是细部装饰，都看不出铸造的痕迹，艺术上达到了完美的境地。

玉泉铁塔还有一奇：塔身是斜的。这是因为玉泉寺在鄂西的崇山峻岭之中，北风劲急，气候变化很大。建筑家充分考虑到这一自然因素，使塔身向北倾斜，即使遭到再大的狂风暴雨袭击，铁塔的重心始终保持平衡，屹立不倒。所以玉泉铁塔虽经历了近千年的风风雨雨，仍然英姿挺拔，的确令人赞叹。

新材料：以人造为特征，而不是在自然界中有现成的；新材料是根据我们对材料的物理和化学性能的了解，为了特定的需要设计和加工而成的。

新材料时代：是一个由多种材料决定社会和经济发展的时代。



2. 材料的发展史，就是科学技术的发展史

- 新技术的实现需要新材料的支持
- 先进的技术促使了具有前所未有性能的新材料的诞生



科学原理的发现时间与其产业化时间的对照

	原理	成品	发展时间
电机	1821	1886	65
真空管	1882	1915	33
无线电	1887	1922	35
X光	1895	1913	18
雷达	1935	1940	5
原子堆	1939	1942	3
半导体	1948	1951	3
激光	1958	1960	2

二、材料的分类

用途：结构材料（受力，承载）
功能材料（半导体，超导体，以及光、电、声、磁、应力转换，等）

属性：金属材料、无机非金属材料 and 有机高分子材料

物理形态：晶体材料、非晶态材料和纳米材料

几何形态：三维材料、二维材料、一维材料和零维材料

发展：传统材料（钢铁，铜，铝，水泥，塑料，陶瓷，...）
新材料（金属间化合物，高温超导材料，非晶态合金，纳米材料，...）

金属材料分类

最高价氧化物的颜色：黑色金属(铁、铬、锰)
有色金属

密度：重金属 ($\geq 4.5 \text{g} / \text{cm}^3$)

轻金属

熔点：低熔点金属 ($\leq 700^\circ\text{C}$)
难熔金属

储量和价值：稀有金属和贵重金属

三、材料科学的研究范畴

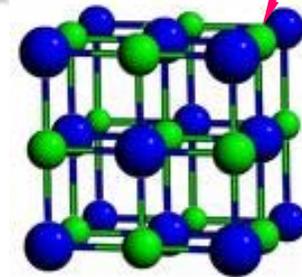
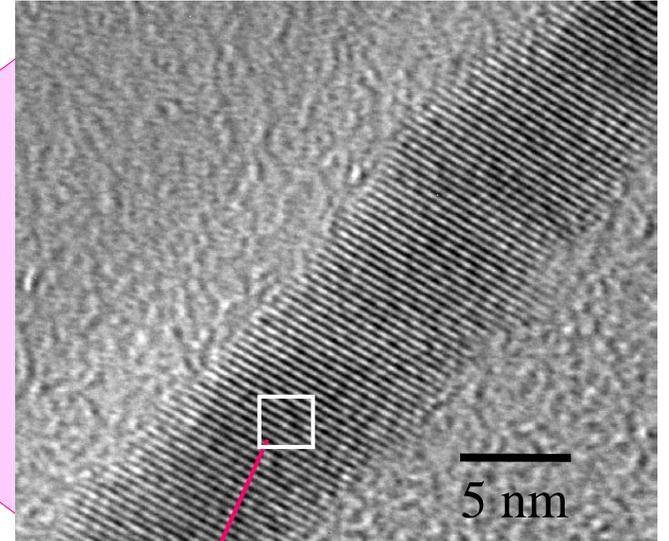
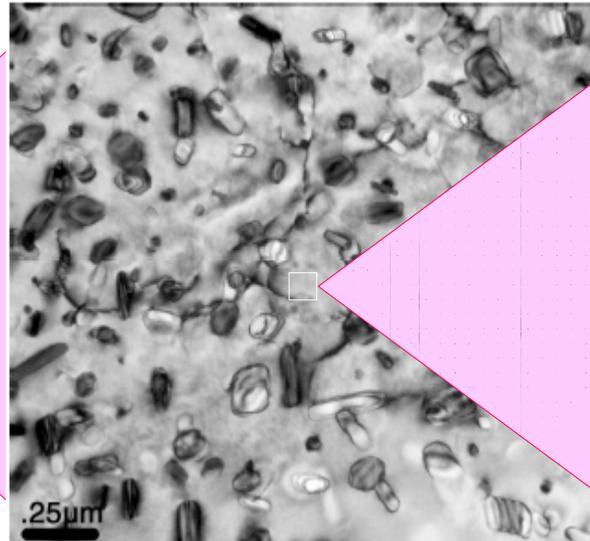
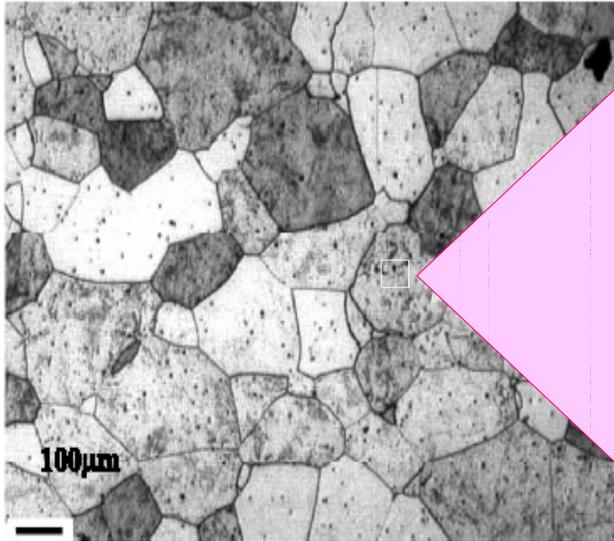
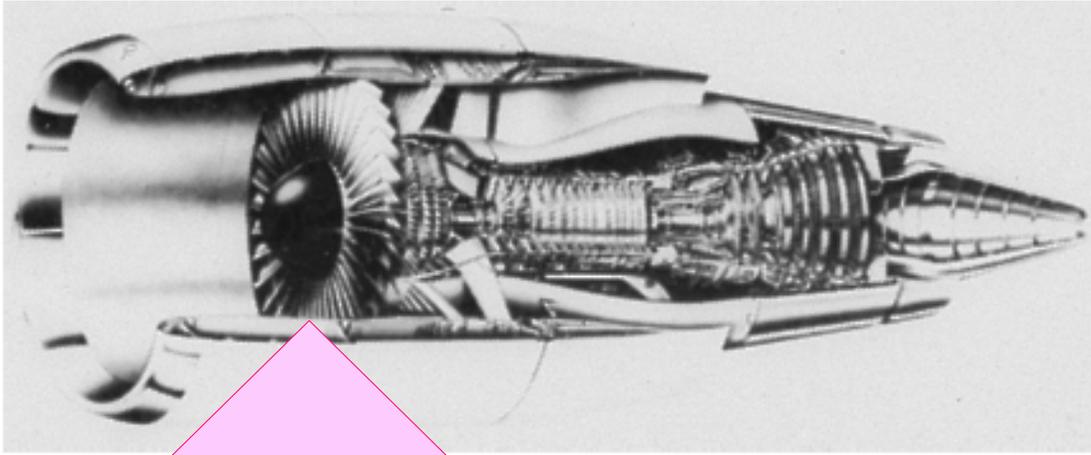
材料科学：

是一门研究材料成分、结构、组织和性能以及它们之间关系的科学。

材料工程：

是工程中的一个领域，包括从材料设计、选用、制造、加工、工艺、质量控制与检测、工程应用及失效分析全过程。





Man made materials



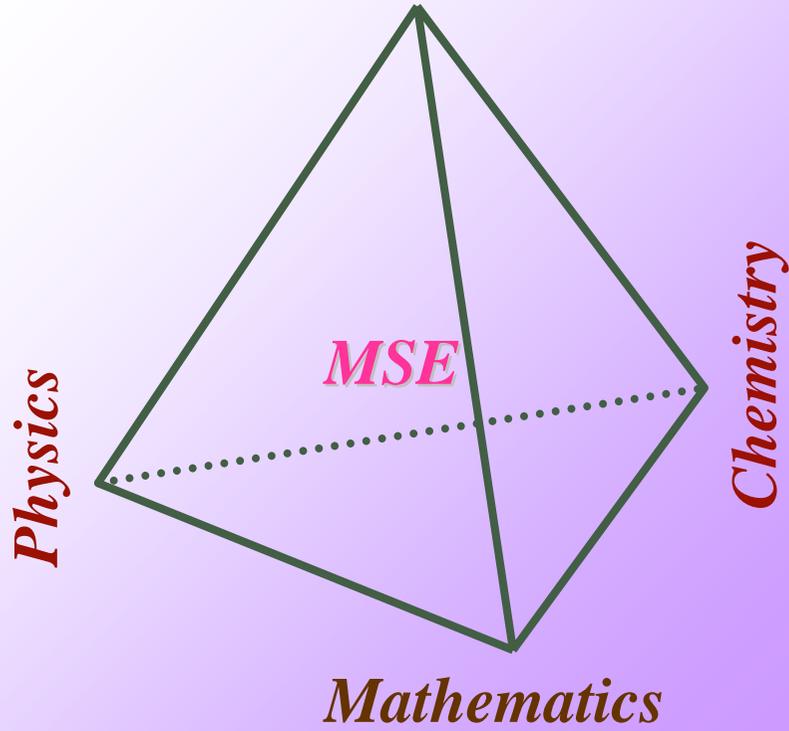
Materials Science and Engineering



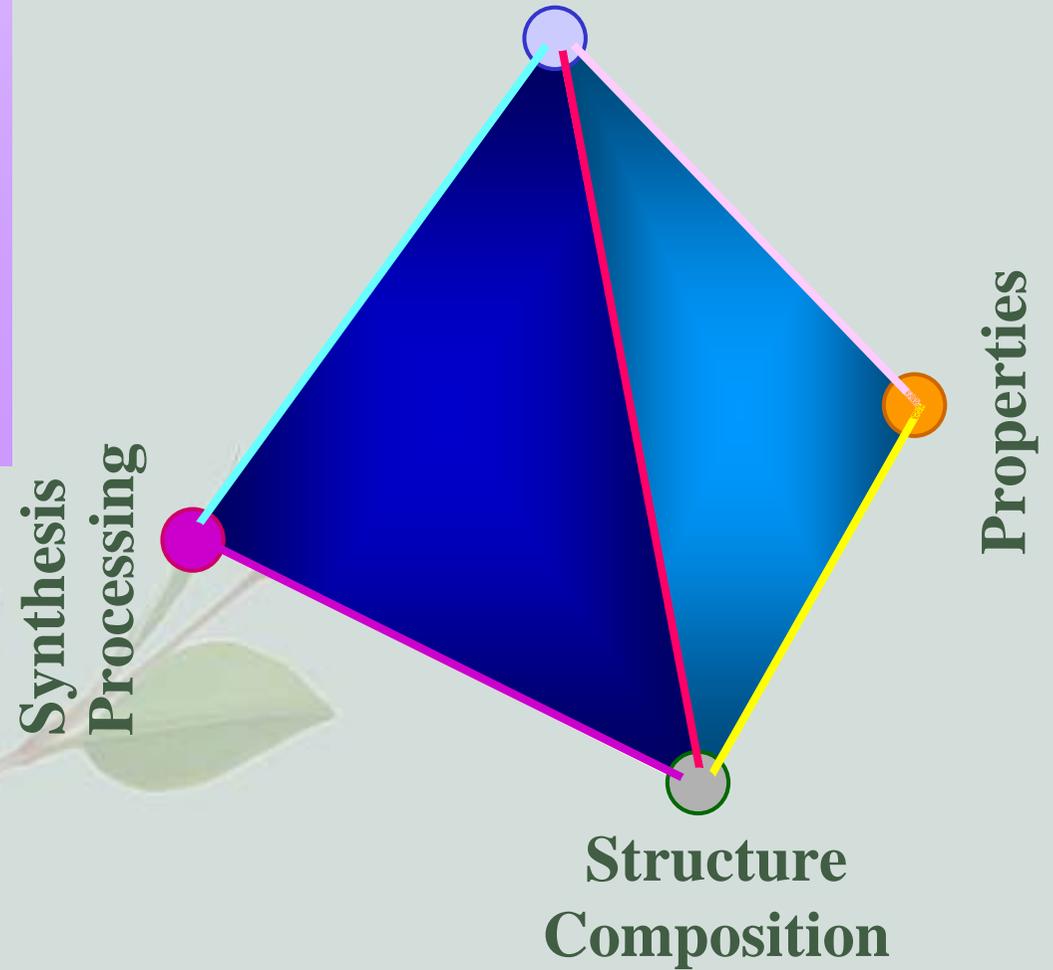
The broad field of materials science and engineering seeks to explain and control one or more of the four basic elements:

1. The structure and composition of a material, including the type of atoms and their arrangement as viewed over the range of length scales (nano-, meso-, micro-, macro-scale).
2. The synthesis and processing by which the particular arrangement of atoms achieved.
3. The properties of the material resulting from the atoms and their arrangement, that make material interesting or useful.
4. The performance of the material, that is, the measurement of its usefulness in actual conditions, taking account of economic and social costs and benefits.

Engineering



Performance



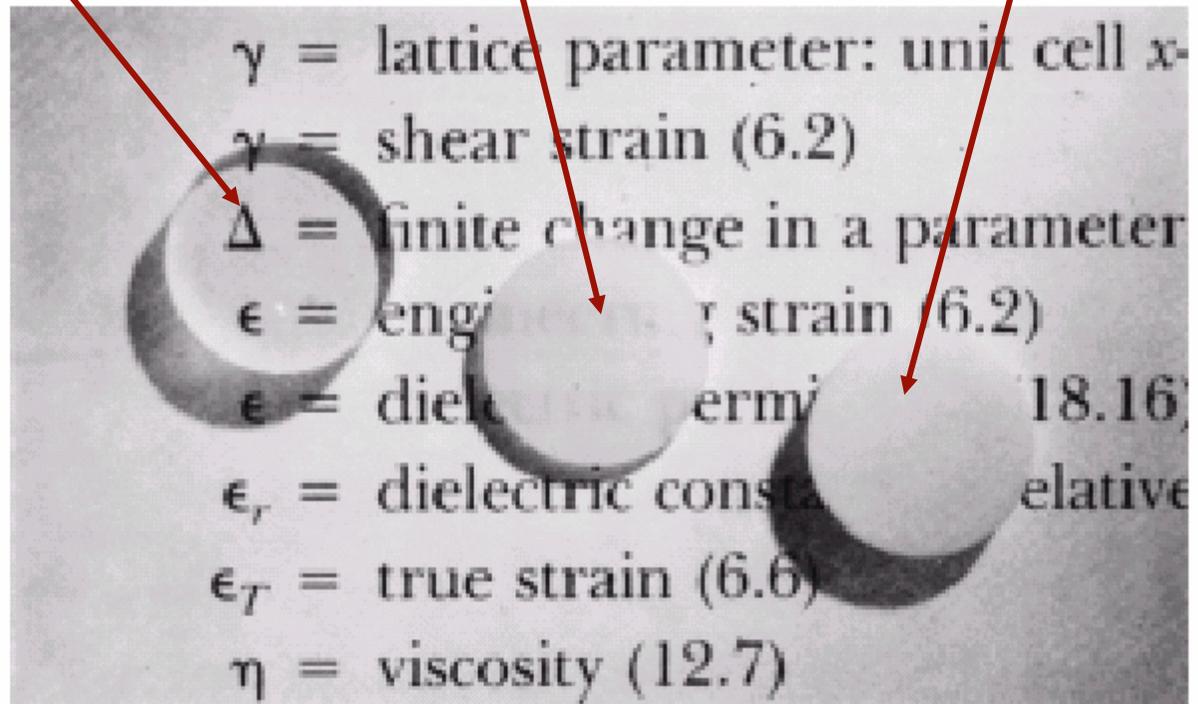
Single crystal

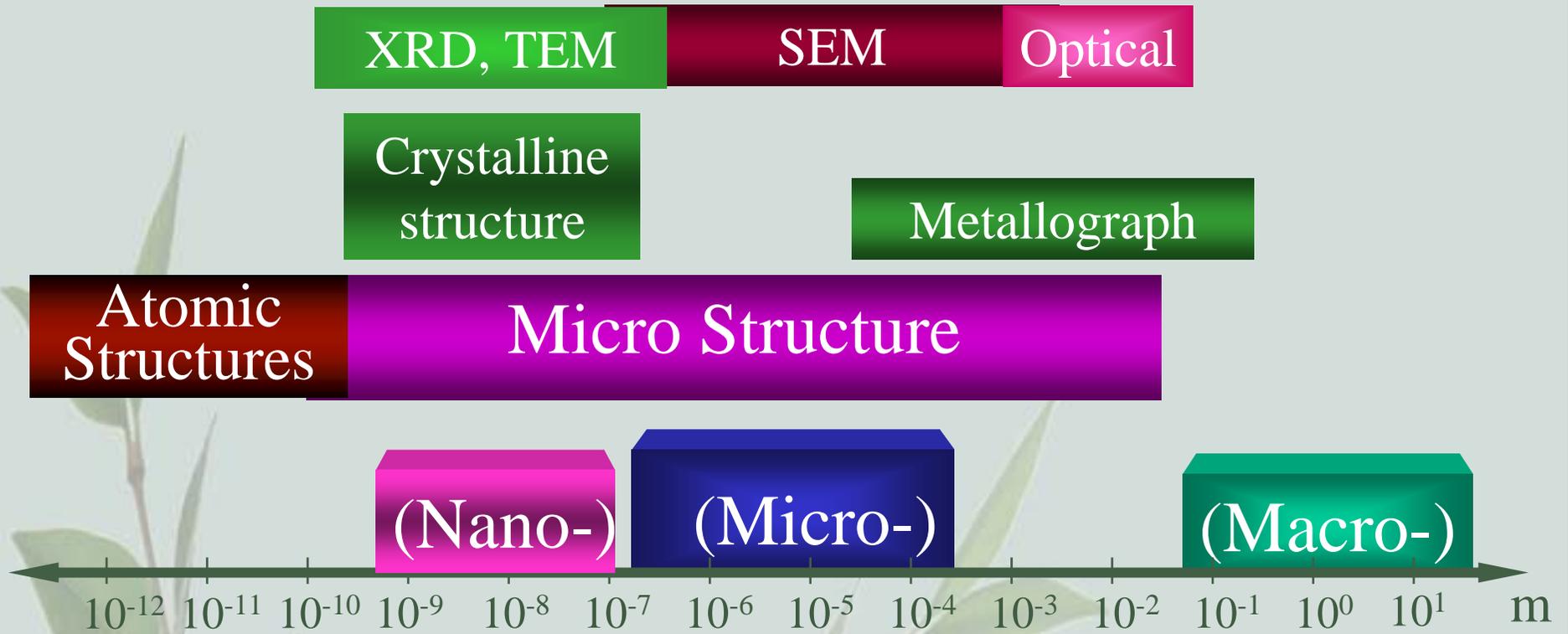
Polycrystal:
low porosity

Polycrystal:
high porosity

FIGURE 1.2

Photograph showing the light transmittance of three aluminum oxide specimens. From left to right: single-crystal material (sapphire), which is transparent; a polycrystalline and fully dense (nonporous) material, which is translucent; and a polycrystalline material that contains approximately 5% porosity, which is opaque. (Specimen preparation, P. A. Lessing; photography by J. Telford.)





四、材料科学技术的发展趋势

- 从均质材料向复合材料发展

- 高性能结构材料的研究与开发是永恒的主题

- 材料结构的尺度向越来越小的方向发展

- 由被动性材料向具有主动性的智能材料方向发展

- 生物材料将有很大发展

