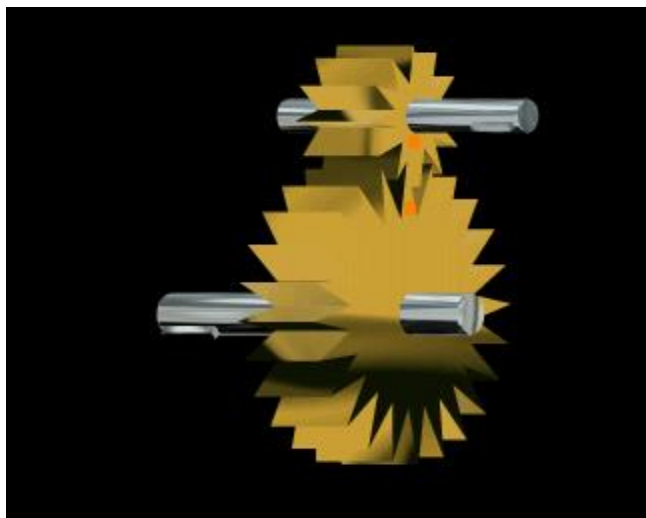




# 机械工程材料

# Materials for Mechanical Engineering



主讲：汪志刚

材料成型及控制工程系

稀土大楼C1056

15179089066

适用专业：机械设计制造及自动化



# 引言 (introduction)



石器时代

(公元前10万年)

陶器时代

(公元前8000年)

青铜器时代

(公元前3000年)

铁器时代

(公元前1000年)

硅时代

(1950年)

新材料时代

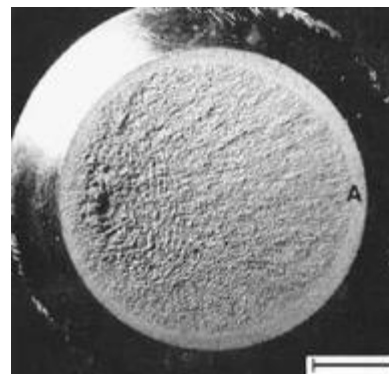
(1990年)

人类进化发展史与材料息息相关

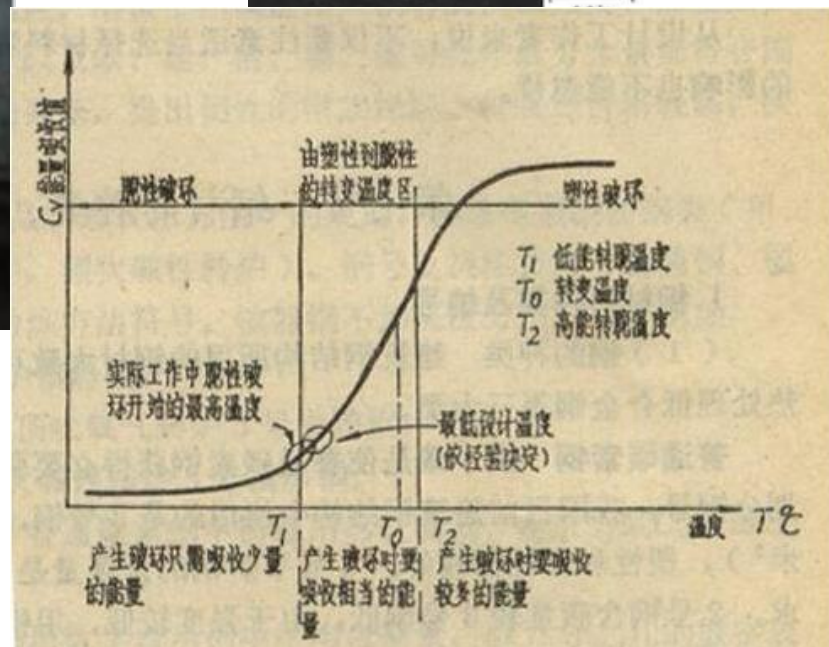
# 案例-材料的选用



## 泰坦尼克号沉船之谜

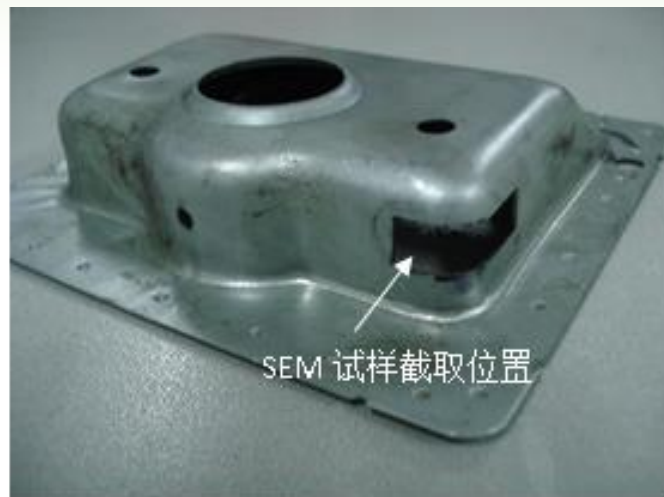
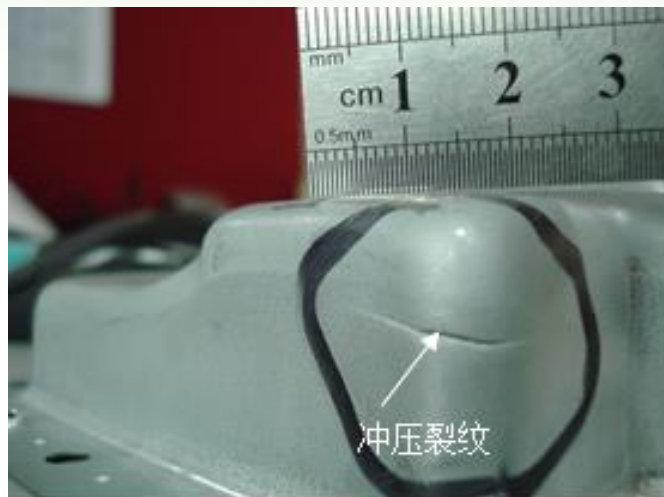


1. 钢板材料的选用
2. 连接技术的设计

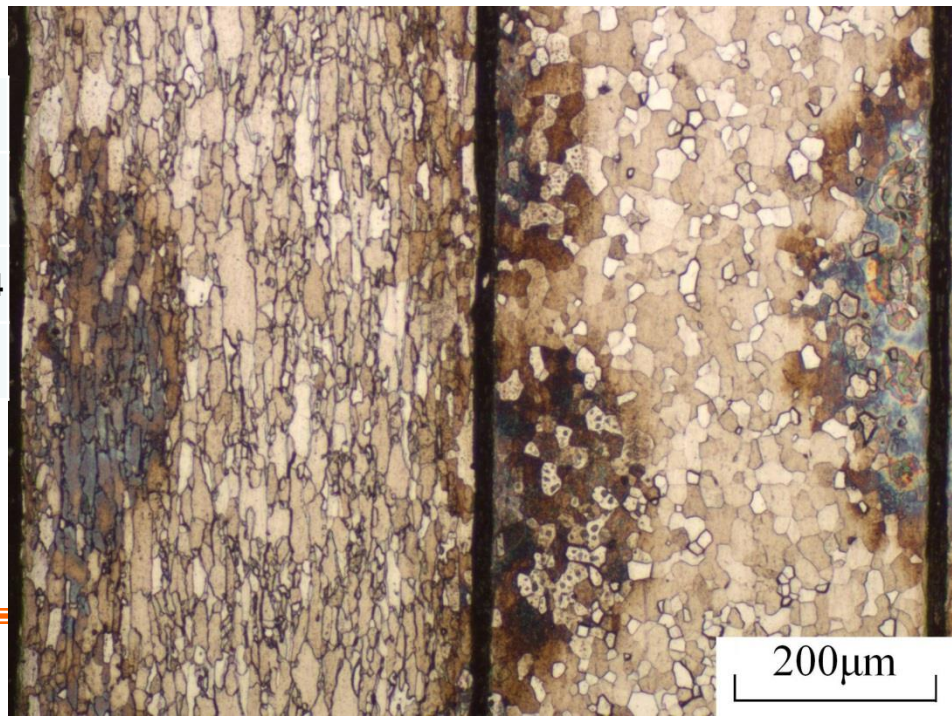




# 案例-材料的选用



样号	检 验 项 目								
	C	Si	Mn	P	S	Al	B	Nb	Ti
G	0.005	0.005	0.043	0.010	0.005	0.058	<0.0005	<0.01	0.044
B	0.005	0.009	0.220	0.016	0.007	0.076	<0.0005	<0.01	<0.01



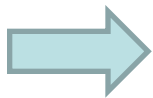
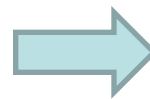
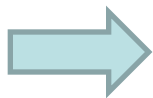
材料选用至关重要

# 案例-材料的选用（结构材料）

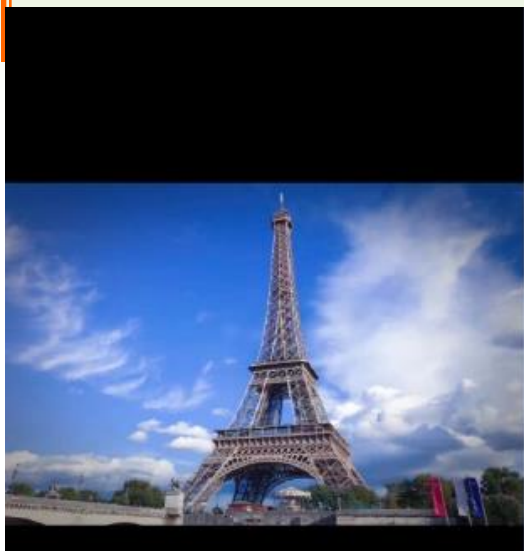




## 案例-材料的选用（建筑材料）



材料选用对于其使用性能的发挥至关重要



冷弯成形高强钢

耐候钢



澳大利亚馆建筑外墙为耐候钢板，在钢材上进行化学涂层处理，这种处理可以增加外观的生锈程度，但锈斑却不会影响钢材本身的质量。“随着太阳、风雨、甚至是空气中湿度的影响，整个澳大利亚馆的外墙会逐渐结出一层锈斑，这就是变色的秘密。

# 案例-材料的制备工艺

对生产实践的指导作用：



(冷作模具钢失效方式：磨损、变形、疲劳断裂)

失效原因	统计百分比， %	合计， %
结构设计不合理	10	10
冷热加工工艺问题	10	10
热处理问题： 表面氧化脱碳 冷却不当 淬火温度过高或过低	30 10 10	50
磨削裂纹	12	12
机床调整及操作不当	8	8



# 案例-材料的制备工艺



## • 正火的目的

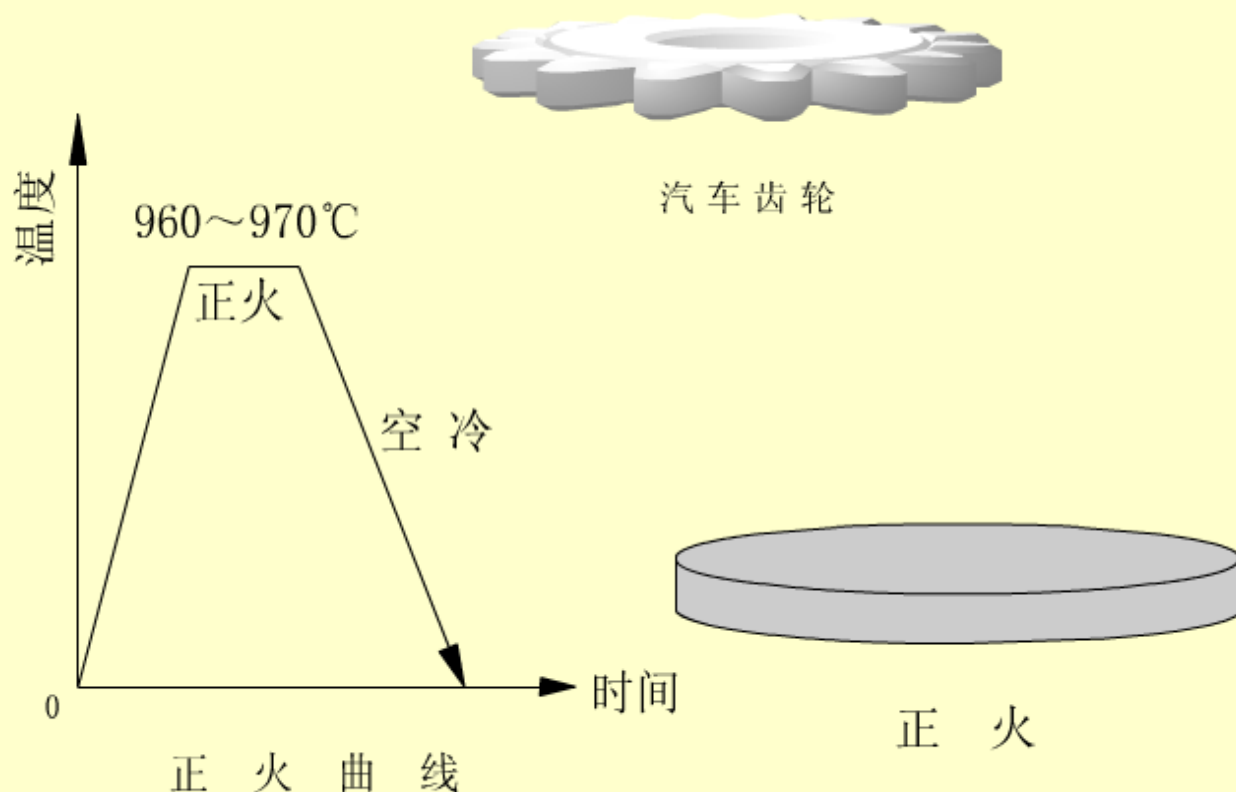
改善锻造状态的不正常组织，使同批材料具有相同的硬度，以利切削加工，并使组织均匀，消除锻造应力，保证合格齿形

## • 正火后的组织

正火索氏体

## 工艺过程：

下料→锻造→正火→机加工→渗碳、淬火、低温回火→精加工



# 《机械工程材料》的学习目的

机械工程材料顾名思义就**机械工程中应用的材料问题**，应该是跨越机械和材料两个学科，以机械工业的需求出发，推动材料科学技术的发展，同时材料科学的新进展又推动了机械工程技术革新和发展。

机械设计者→→为了防止设计对象失效、破坏等

设计正确

选材恰当

工艺合理



工作条件-对材料的性能要求→→正确选材→→  
制定工艺路线→→确定失效或破坏的抗力指标

# 本课程主要内容

本课程教学内容分八章：


32+8 学时

1. 金属材料的力学性能
2. 金属与合金的晶体结构
3. 金属与合金的结晶
4. 铁碳合金相图（难点）
5. 钢的热处理
6. 金属的塑性变形及再结晶
7. 工业用钢
8. 铸铁

重点



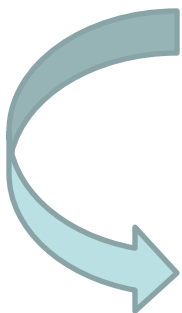
# 0. 绪论

- 
- 1 工程材料的定义及重要性
  - 2 工程材料的分类及材料科学的形成
  - 3 材料结构、组织和性能的关系
  - 4 本课程目的、任务及学习方法

工程材料是以用于**工程结构和机器零件及元器件**的材料为研究对象。主要包括：机械、船舶、化工、建筑、车辆、仪表、航空航天等工程领域中用于制造工程构件和机械零件的材料。

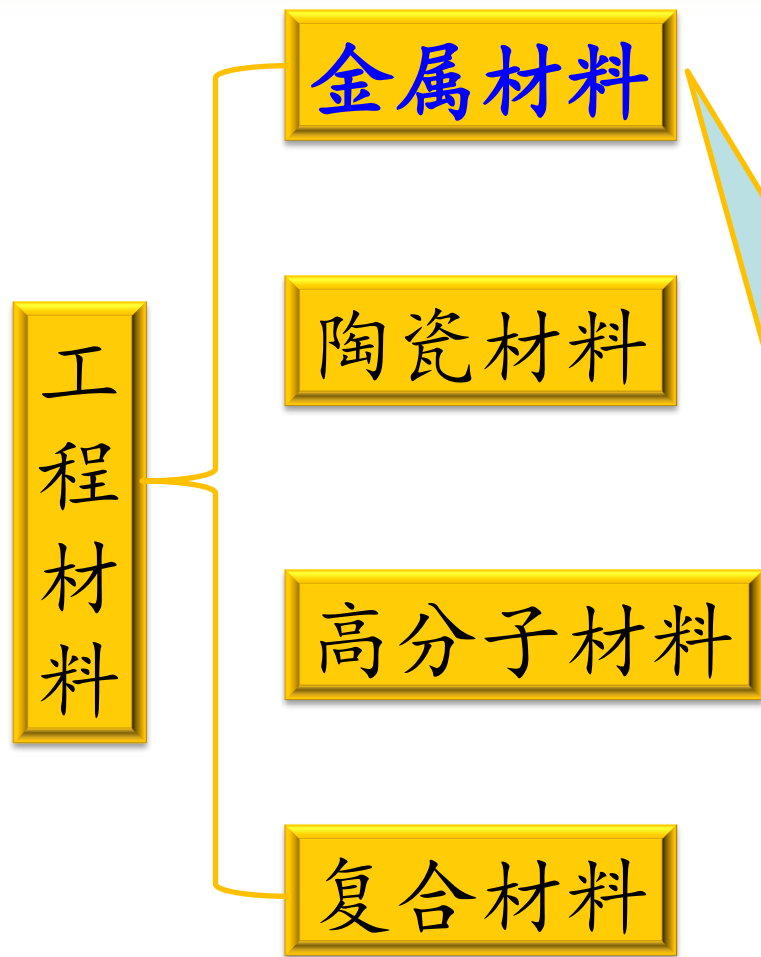


- ◆ 材料是人类生产生活的物质基础
- ◆ 人类社会文明程度的重要标志
- ◆ 当代社会经济的先导，是科技进步的关键



- 现代社会文明的三大支柱：能源、信息和材料
- 信息时代是建立在材料的基础上
  - 硅半导体→晶体管→集成电路→计算机
  - 磁性材料→信息贮存
  - 激光材料+光导纤维→信息传输→信息网络
- 能源技术以材料为支撑
  - 再生能源、核能、燃料电池等





原子间主要以金属键结合，应用最广，来源丰富，优良的使用性能与工艺性能。可满足生产和生活上的各种需要。优良的工艺性能则可使金属材料易于采用多种加工方法，制成各种形状、尺寸的零件和工具。

金属材料还可通过不同成分配制、不同加工和热处理来改变其组织和性能，从而进一步扩大其使用范围



不锈钢制品



齿轮组



钻头



铰刀



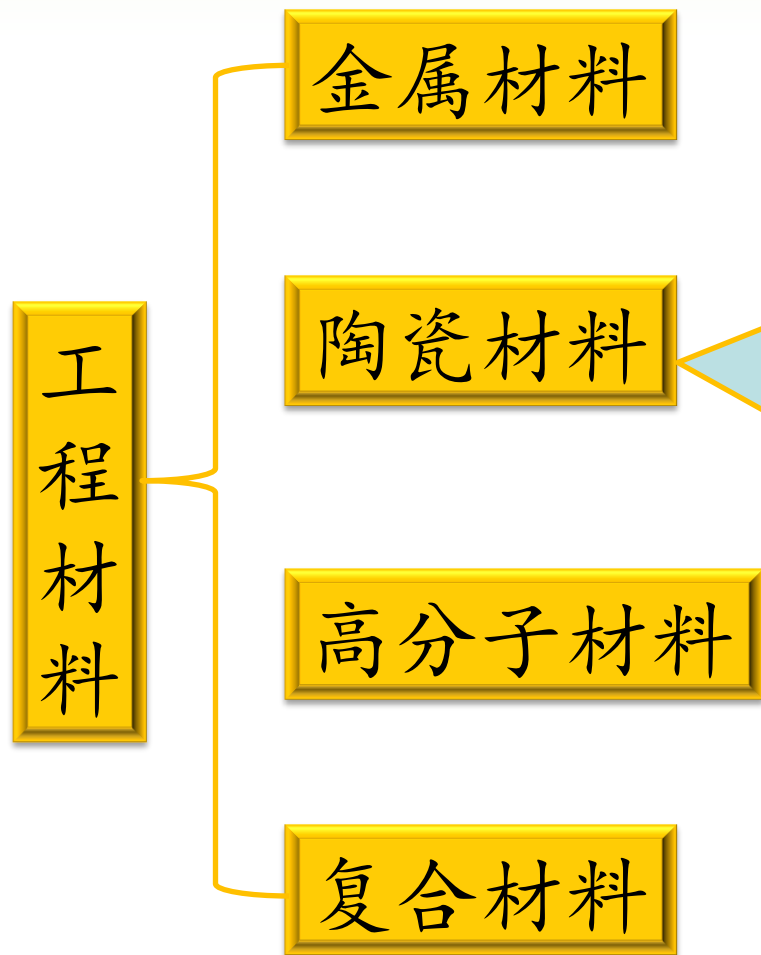
变速齿轮



铜条轧轮



轧辊



原子间主要以**共价键或离子键结合**。塑性与韧性远低于金属材料，但它们具有**高熔点、高硬度、耐高温以及特殊的物理性能**，已成为发展高温材料和功能材料方面具有很很大潜力的新型工程材料。

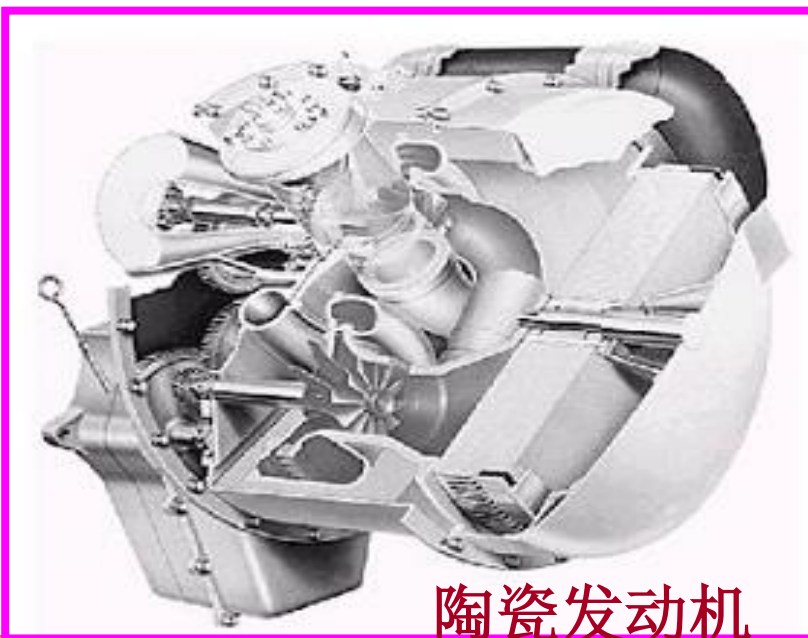




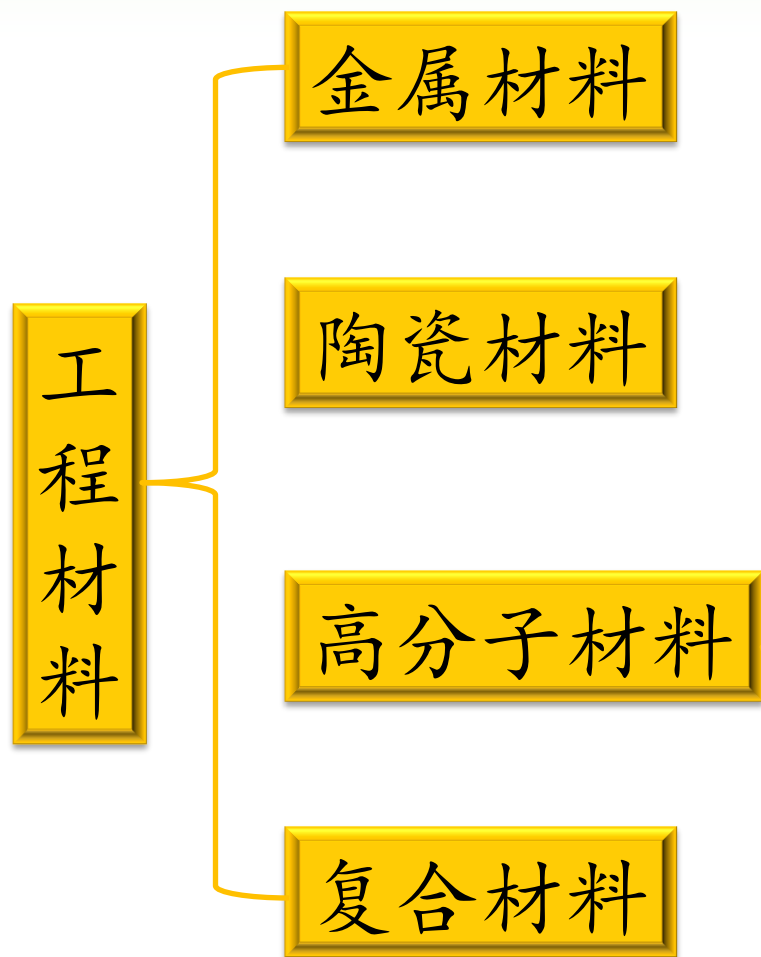
陶瓷刀具



陶瓷制品



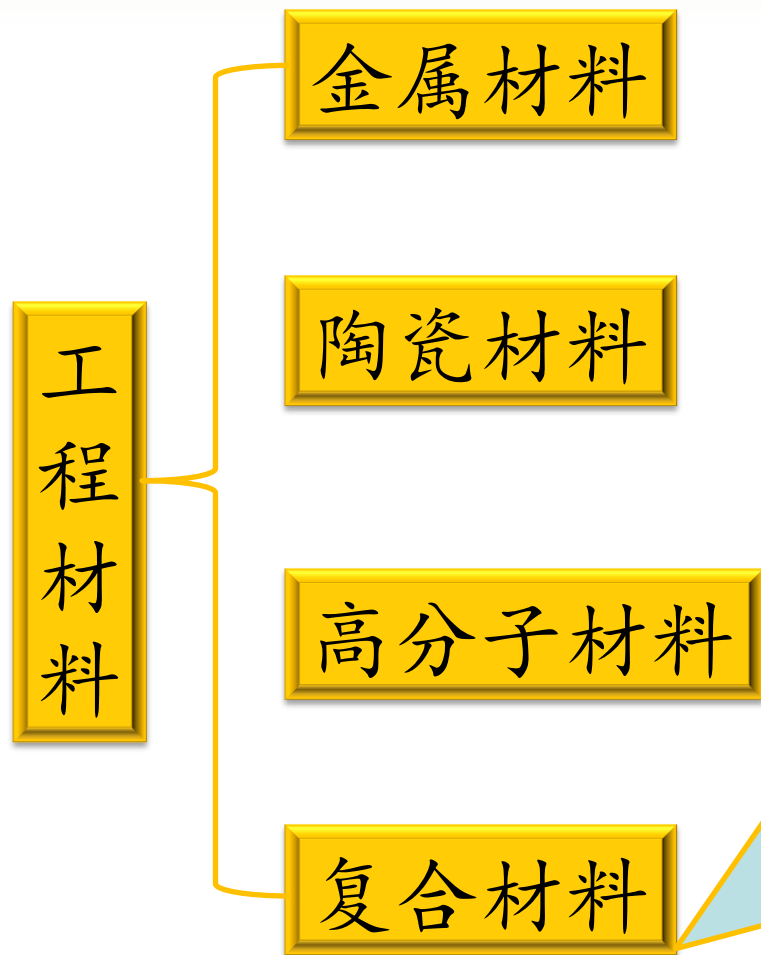
陶瓷发动机



非金属原子通过共有电子而结合在一起构成大分子所形成的材料。往往具有金属材料不具备的某些特性，如**耐腐蚀**、**电绝缘性**、**隔音**、**减振**、**重量轻**、**原料来源丰富**、**价廉**以及**成型加工容易**等优点，因而近年来发展极快。目前，它们不仅用作人们的生活用品，而且在工业生产中已日益广泛地代替部分金属材料，日渐成为可与金属材料相匹敌的、具有生命力的材料。



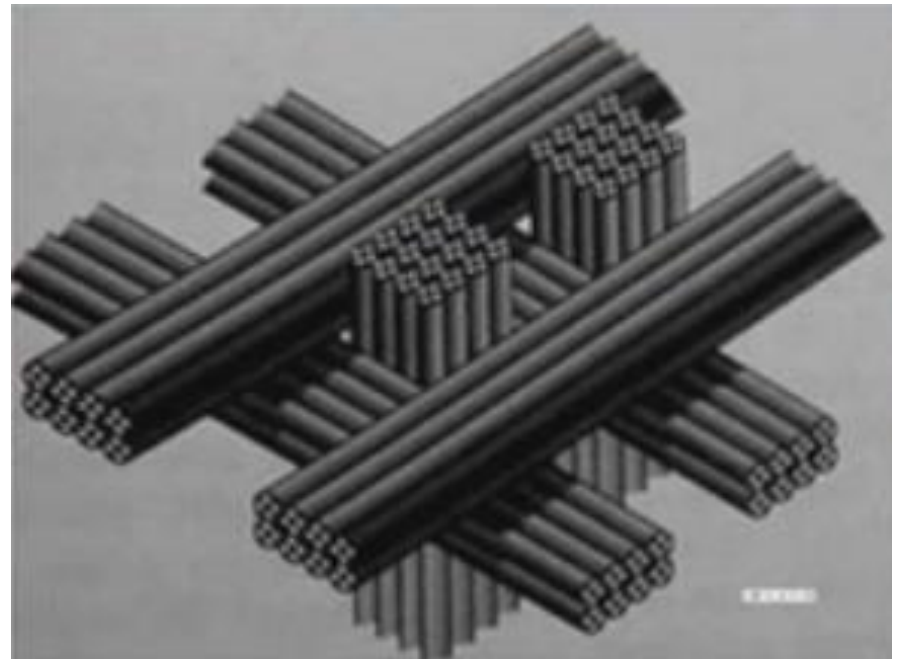




传统方法难以制造，由两种或两种以上的传统材料单元构成，将各种优异性能于一体，充分发挥各类材料的潜力。因而复合材料是一种很有发展前途的材料。目前，高的比强度和比弹性模量的复合材料已广泛地应用于航空、建筑、机械、交通运输以及国防工业等部门。



碳纤维复合材料



- ◆ 1863年光学显微镜第一次被利用研究金属，出现了“金相学”
- ◆ 1912年采用X射线衍射技术研究材料的晶体微观结构；
- ◆ 1932年电子显微镜的问世及后来出现的各种谱仪等先进分析工具，将已有的人类对材料微观世界的认识带入了更深的层次。
- ◆ 此外，一些与材料有关的基础学科的进展，又有力地推动了材料研究的深化。

● 现代材料学是以金属学、高分子材料、陶瓷材料为基础，研究所有固体材料的成分、组织和性能之间关系的的一门科学。



## 材料科学

**理论基础：**固体物理、热力学、材料力学，冶金学、机械原理等基础学科

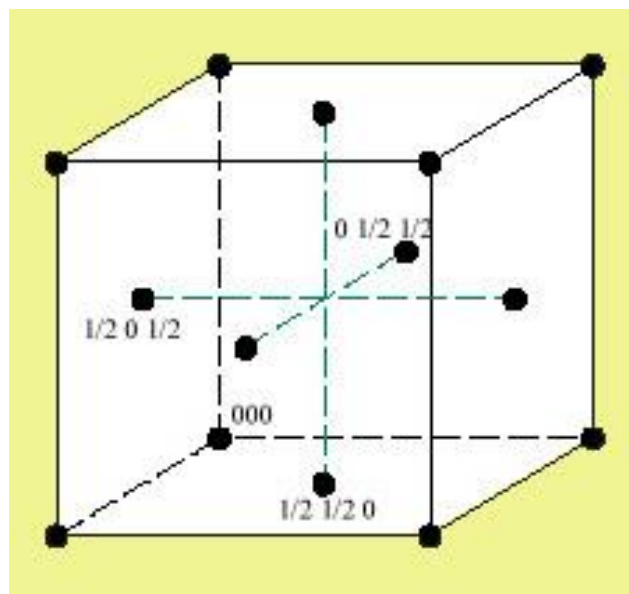
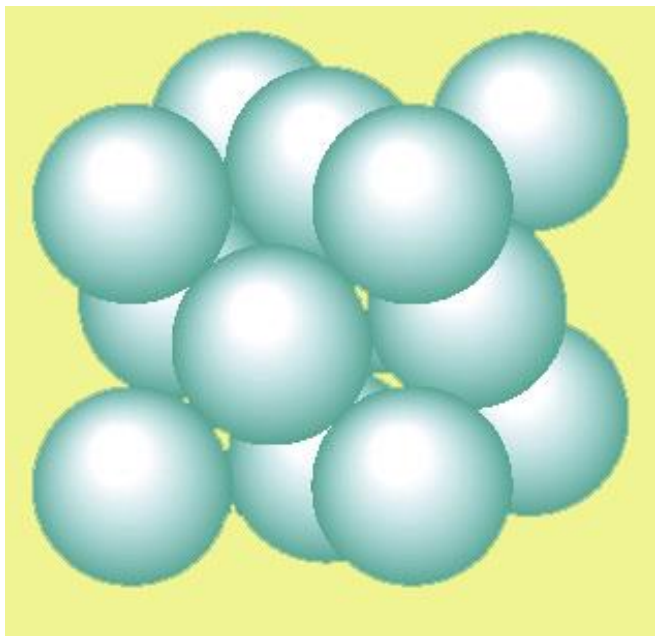
**研究目的：**材料组成、组织结构、加工工艺及其物理化学性能间的关系

**研究方法：**显微结构分析、性能测试分析等



## 结构

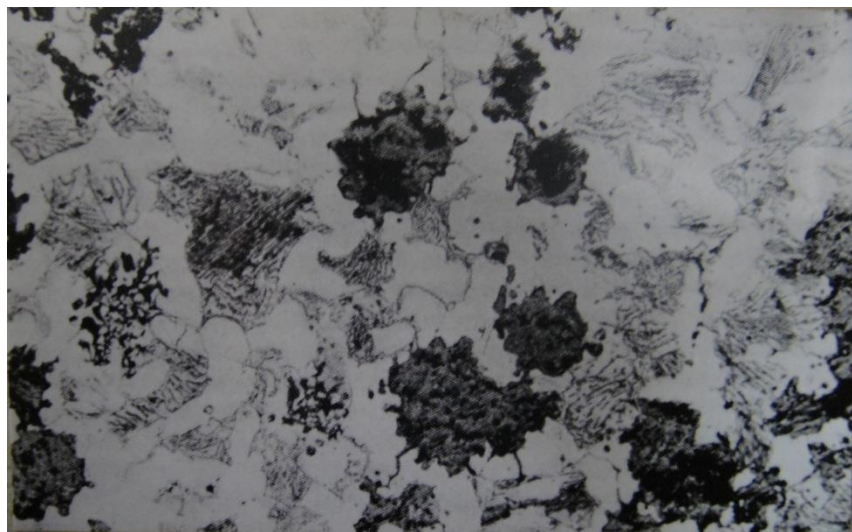
构成材料的基本质点（电子、离子、原子或分子等）的结合与排列方式，它表明材料的构成和集合状态。



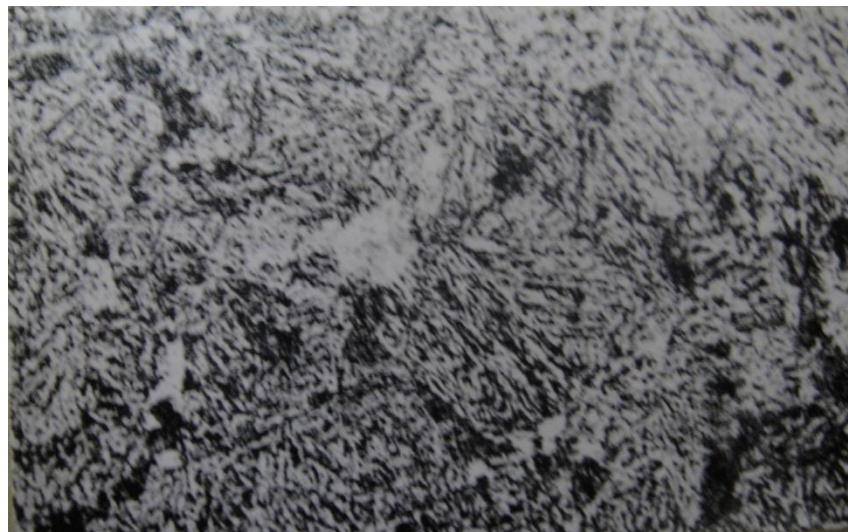
面心立方结构：  $\gamma$ -Fe, Al, Cu等

## 组织

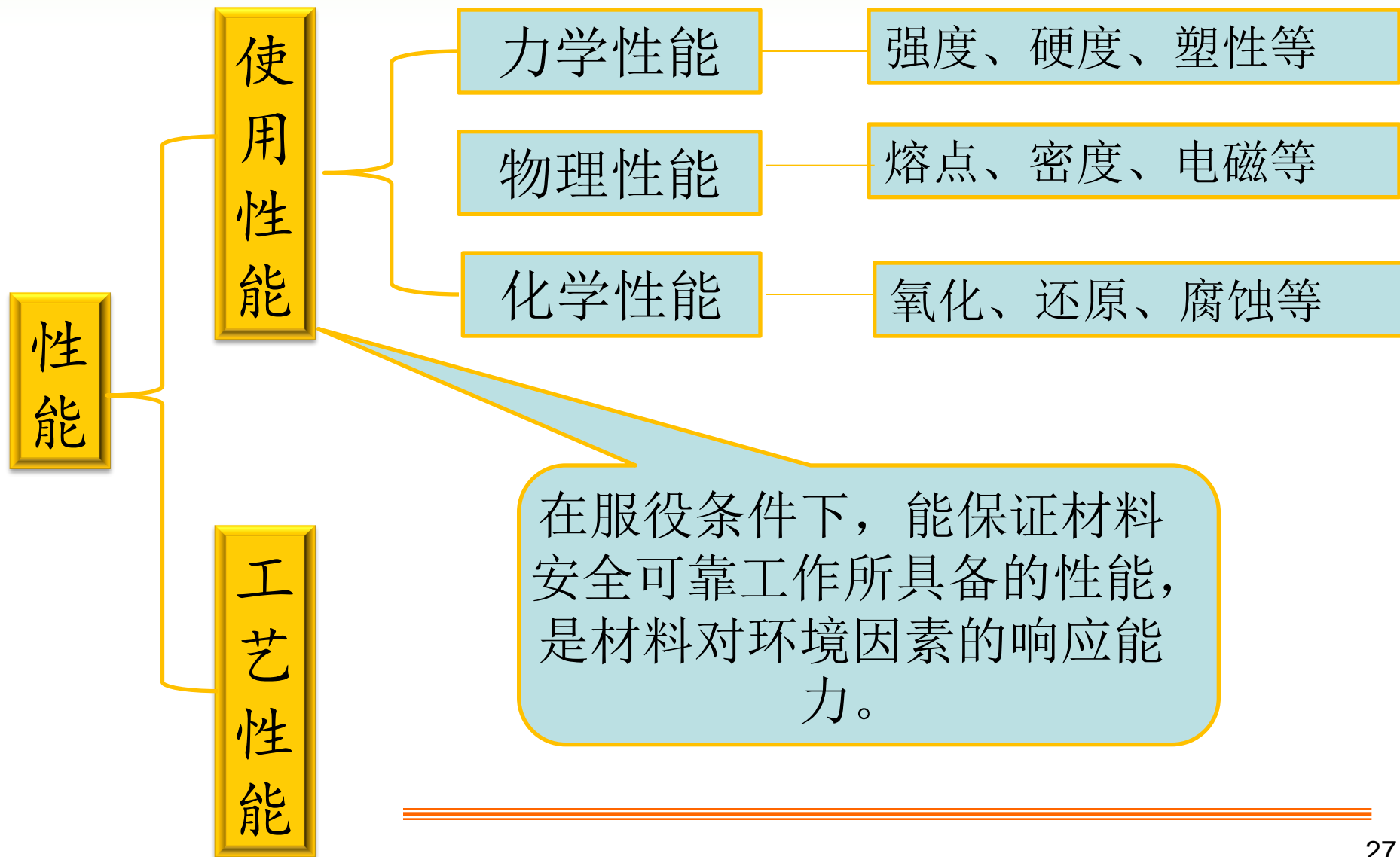
借助于显微镜所观察到的材料微观组织与形貌——通常称为**显微组织**。

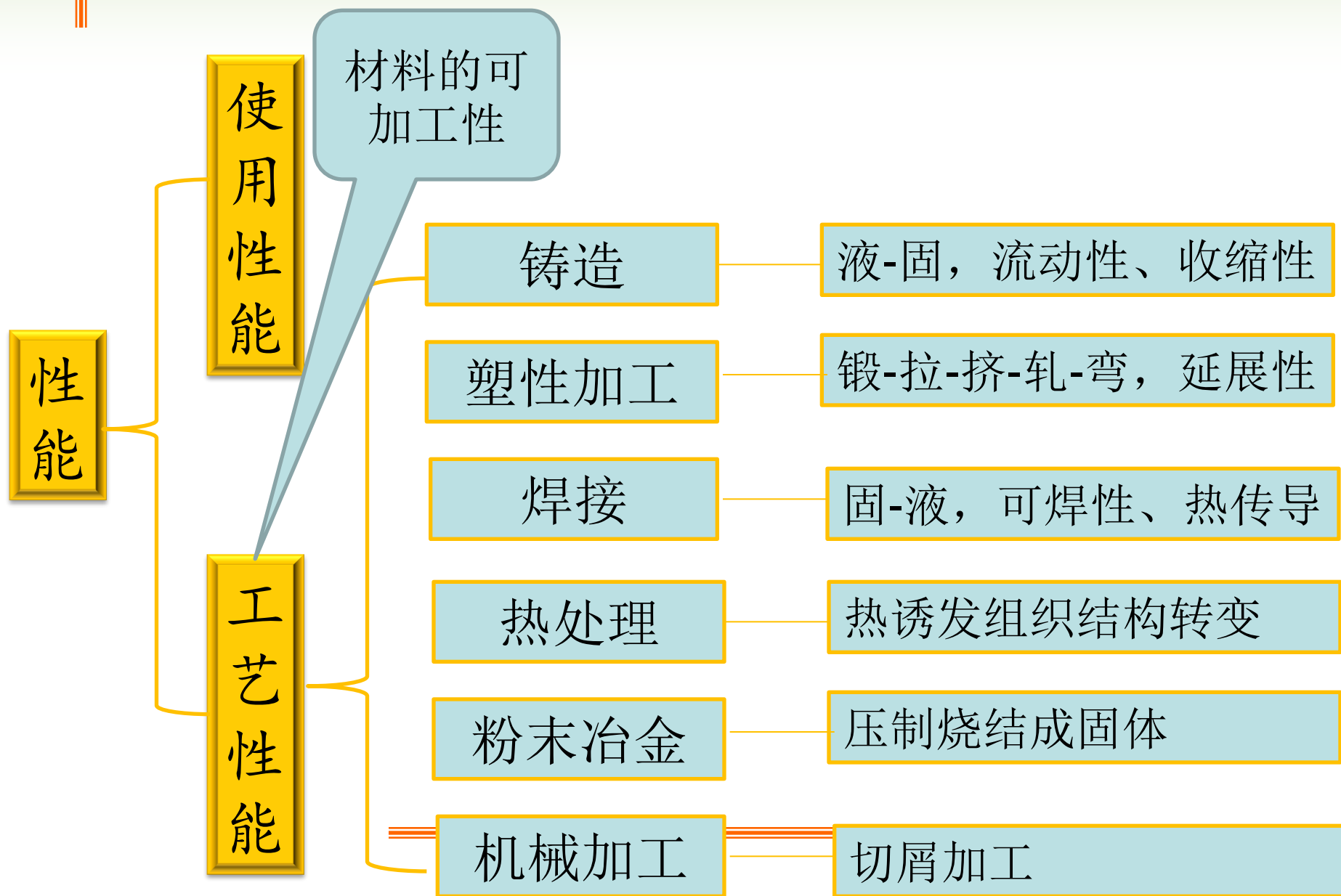


河北武安出土的战国期间的铁锹

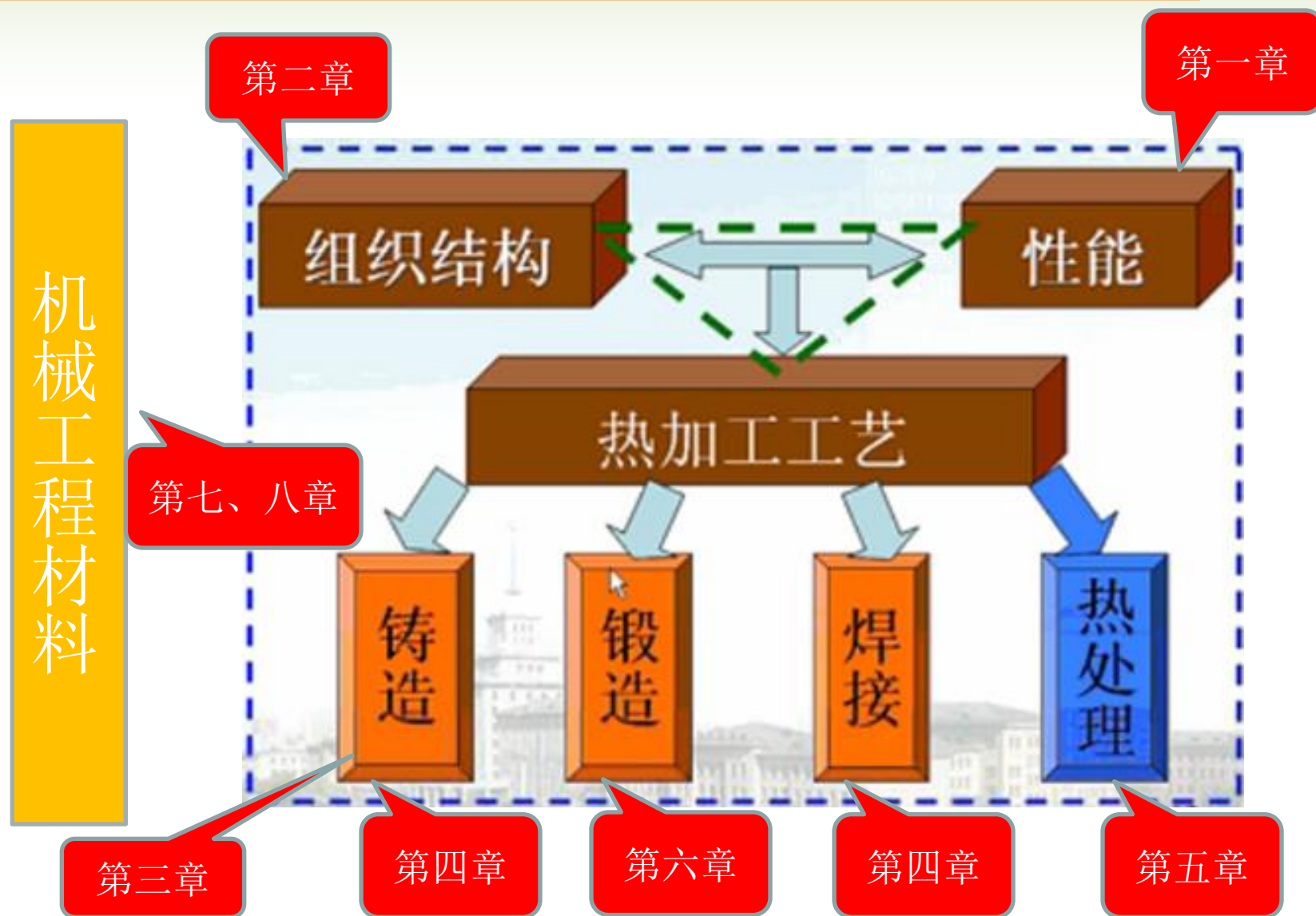


辽阳三道壕出土的西汉钢剑









# 本课程主要内容

本课程教学内容分八章：

1. 金属材料的力学性能
2. 金属与合金的晶体结构
3. 金属与合金的结晶 ★
4. 铁碳合金相图 ★
5. 钢的热处理
6. 金属的塑性变形及再结晶
7. 工业用钢
8. 铸铁

重点

实验一

实验二

实验三

实验四

# 本课程学习要求

- 熟悉常用术语和基本概念
- 牢固建立材料性能决定于材料的组织结构这一基本原理，熟悉材料的结构特征和表征方法
- 掌握材料结晶原理、相图、塑性变形原理和钢的热处理原理
- 掌握工程材料的分类和各种常用工程材料的主要性能特点

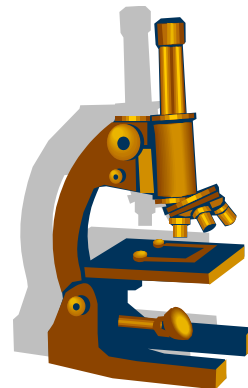
## ➤ 立足课本

授课教材：《机械工程材料（第3版）》，王运炎，朱莉编，2008.12，  
北京：机械工业出版社，2008.12

参考书目：1. 《机械工程材料教程辅助教材》，高津为编  
哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2009.03  
2 《金属学与热处理（第2版）》，崔忠圻、覃耀春编，  
北京：北京冶金工业出版社，2007

## ➤ 实验教学

观察与分析试验现象，将理论与实践相结合







## ➤ 课程要求

1. 按时、按质、按量完成作业
2. 搜索资料、查阅文献、总结报告（作业）

## ➤ 课堂纪律

1. 班级人数较多，请保持安静
2. 请不要早退、迟到和旷课
3. 请不要成为“低头族”

## ➤ 考核方式

总成绩=

平时成绩（10%）+实验成绩（20%）+期末考试成绩（70%）

平时成绩： 课堂互动+考勤（3次机会）

考试形式： 闭卷考试

# 实验安排

实验一：金相显微镜的使用及金相样品的制备  
稀土大楼C405 **（13周周六34/56/78）**

实验二：金属硬度的测定  
稀土大楼C622 **（13周周日34/56/78）**

实验三：铁碳合金平衡组织的观察  
稀土大楼C422 **（16周周六34/56/78）**

实验四：热处理工艺对碳钢组织及性能的影响  
稀土大楼C422 **（18周周六34/56/78）**