



工程材料精品课程

# 机械工程材料

傅年庆

华南理工大学 材料科学与工程学院 金属系

办公室：五山校区8号楼131

邮箱：[msnqfu@scut.edu.cn](mailto:msnqfu@scut.edu.cn)

电话：13711094898 // QQ：372827021



**工程材料精品课程**

# **绪 论**

**华南理工大学---材料学院---金属系**  
**2021年**





# 第一节 工程材料的范畴与特点



# 工程 材料

材料: Materials

Materialism: 唯物主义

唯物——材料——物质

[能为人类社会 经济地 制造有用器件的] (物质)

肖纪美院士

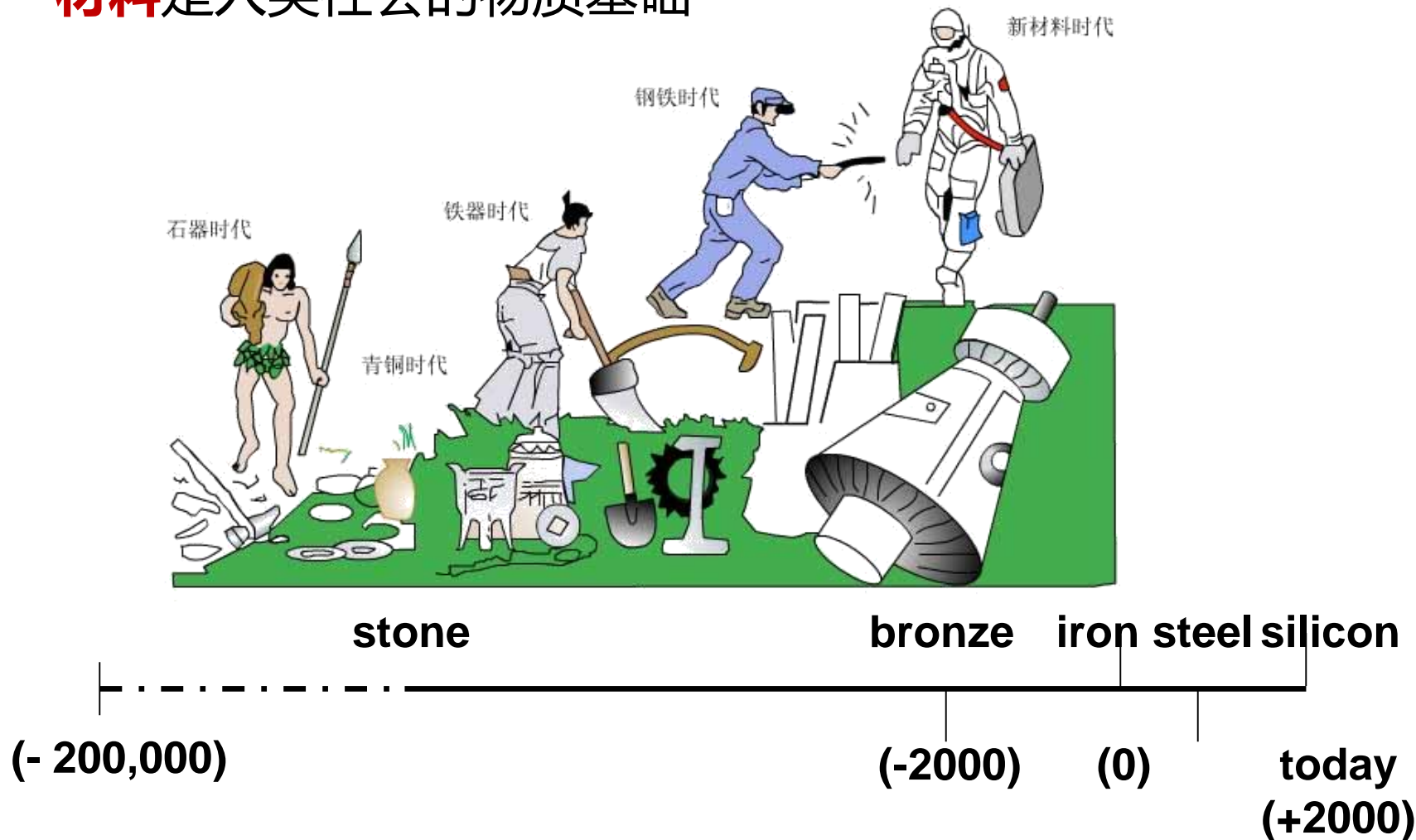
[种差]

[属性]

把隶属一个更一般的概念的某个类区别出来的标志或属性

# 材料改变世界

- 材料是人类社会的物质基础





# 工程材料的分类

- **金属 Metals**
  - 纯金属(铁, 铜), 钢, 合金, 金属间化合物
- **无机非金属 Inorganic non-metallic materials**
  - 结构陶瓷, 普通陶瓷, 电子陶瓷, 玻璃, 水泥
- **高分子 Polymers**
  - 塑料, 粘结剂, 液晶...
- **复合材料 Composite materials**
  - 颗粒复合材料, 针状复合材料, 纤维增强复合材料

材料属性

**工程材料**通常是指在装备和工程结构中发挥**力学性能作用**的材料

## 车用工程材料

- 钢
- 有色合金
- 陶瓷材料
- 高分子材料
- 复合材料



■ Mild Steel  
■ High Strength Steel  
■ Extra High Strength Steel  
■ Ultra High Strength Steel



### 车身轻量化

### 全铝车身框架结构





# 日常应用的工程材料







# 工程材料的重要性

## 工程材料失效导致的重大工程事故

- 1986, US Challenger space shuttle crash, 7 people died



"o-ring erosion"



# 工程材料的重要性

- 1998, 德国高速火车事故

1998, Germany, **Eschede** 艾雪德 **train disaster**: 101 died, 194 injured



金属轴疲劳断裂



## 工程材料误用导致的事故

- 2010-7, 雷克萨斯Lexus由于引擎气缸气门弹簧的质量问题召回90,000 辆汽车。



引擎气缸气门弹簧

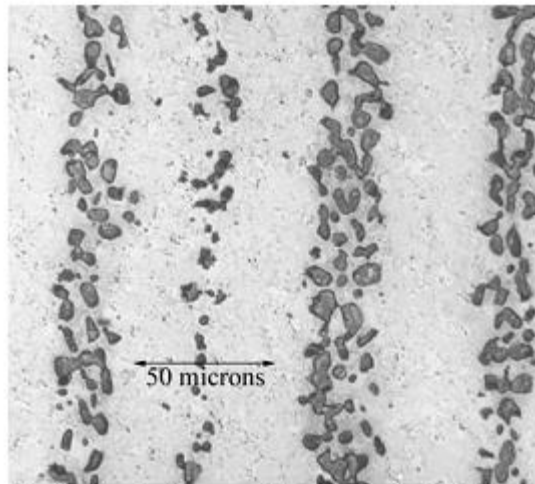


2011锦湖轮胎 质量门事件

## 惊叹一：材料创造的奇迹

### • 大马士革钢刀

- 乌兹钢锭，特殊的锻造工业带来特殊的微观结构，以及高的强度和锋利度



The inside of a Damascus blade, magnified 370times, showing the carbide particles aligned as rows.



A Damascus sword from 1691. The writing on the blade (detail above) says "O Fulfiller of Needs, the work of Assad Allah."





## 惊叹二：材料创造的奇迹



**矮寨大桥**

悬索桥，高强度钢索的使用



**港珠澳大桥**

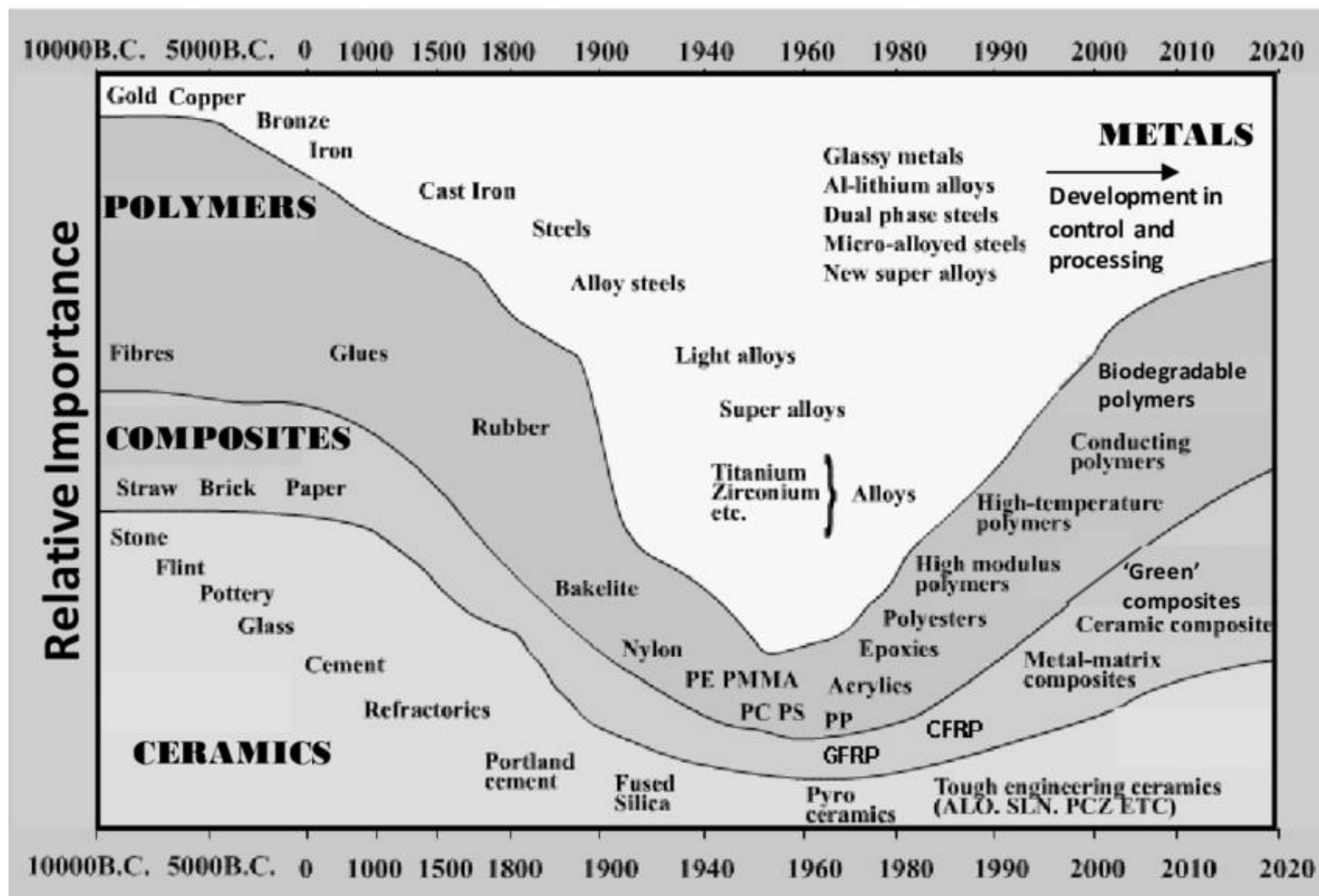
桥、岛、隧三位一体；斜拉桥体



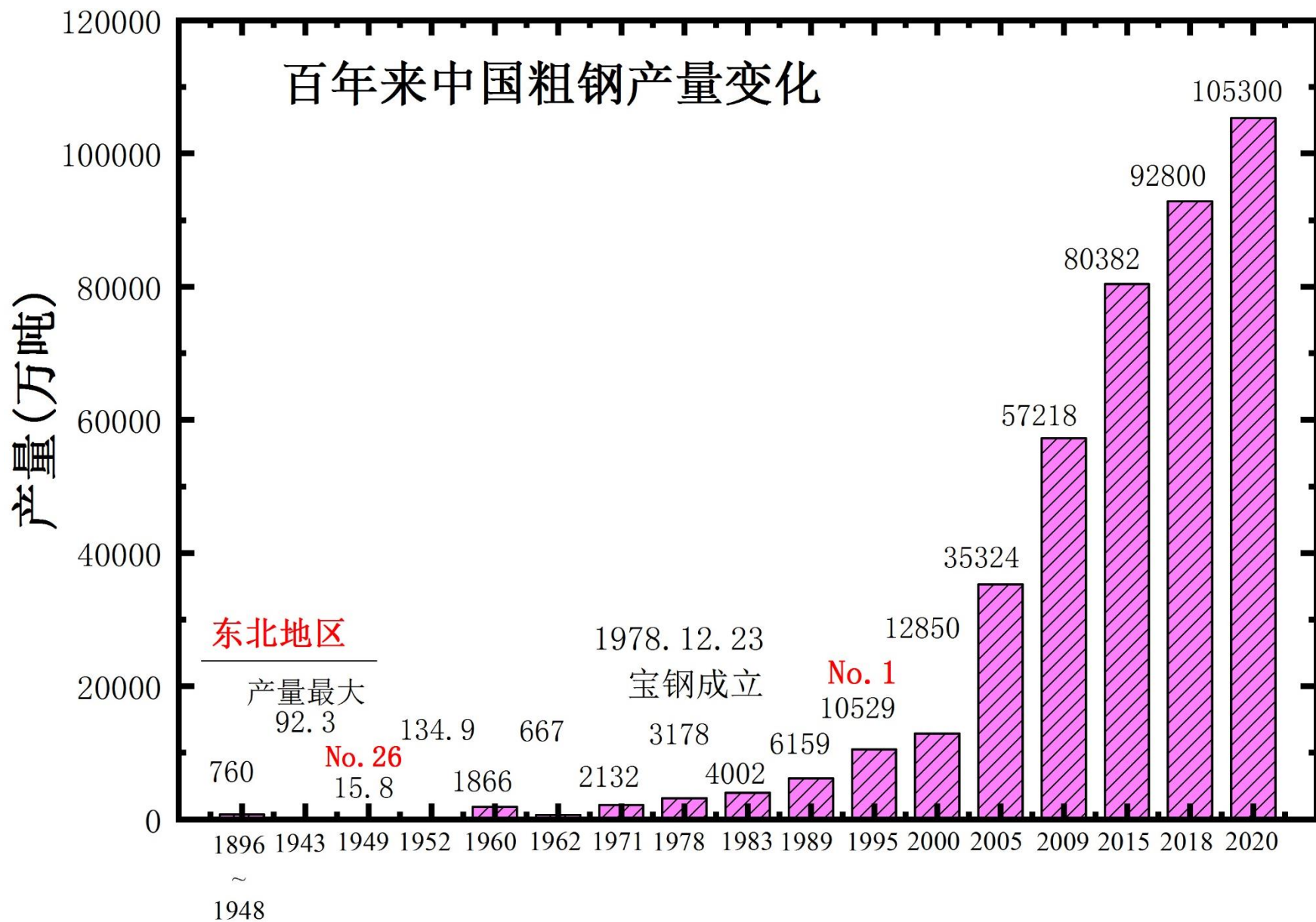
## 第二节 工程材料的发展



# 工程材料的发展



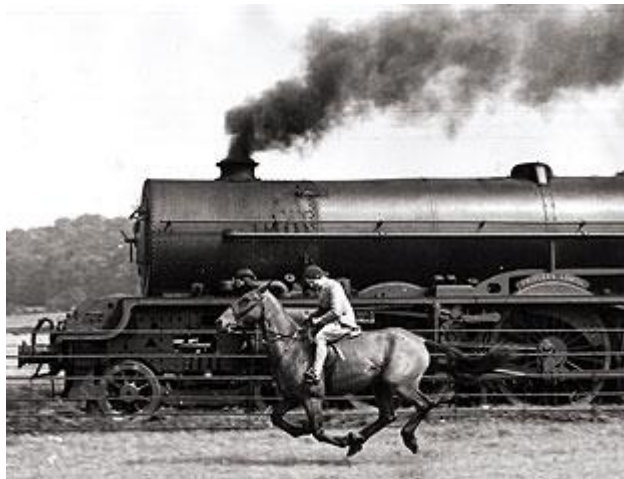




# 工程材料的发展

- 新材料促进新技术、新产业的发展

50 km/h



普通钢铁材料

350 km/h



高强铝合金

420 km/h



各种新型结构材料



# 工程材料的发展

- 新材料促进新技术、新产业的发展

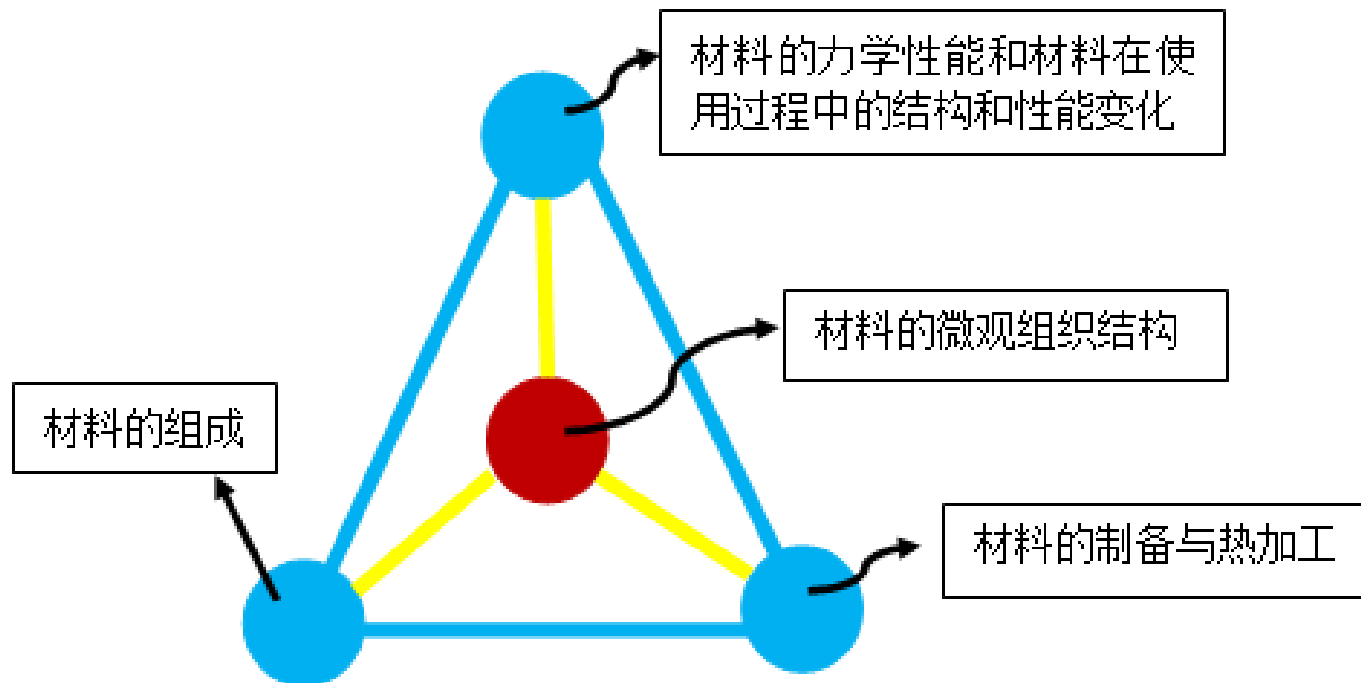




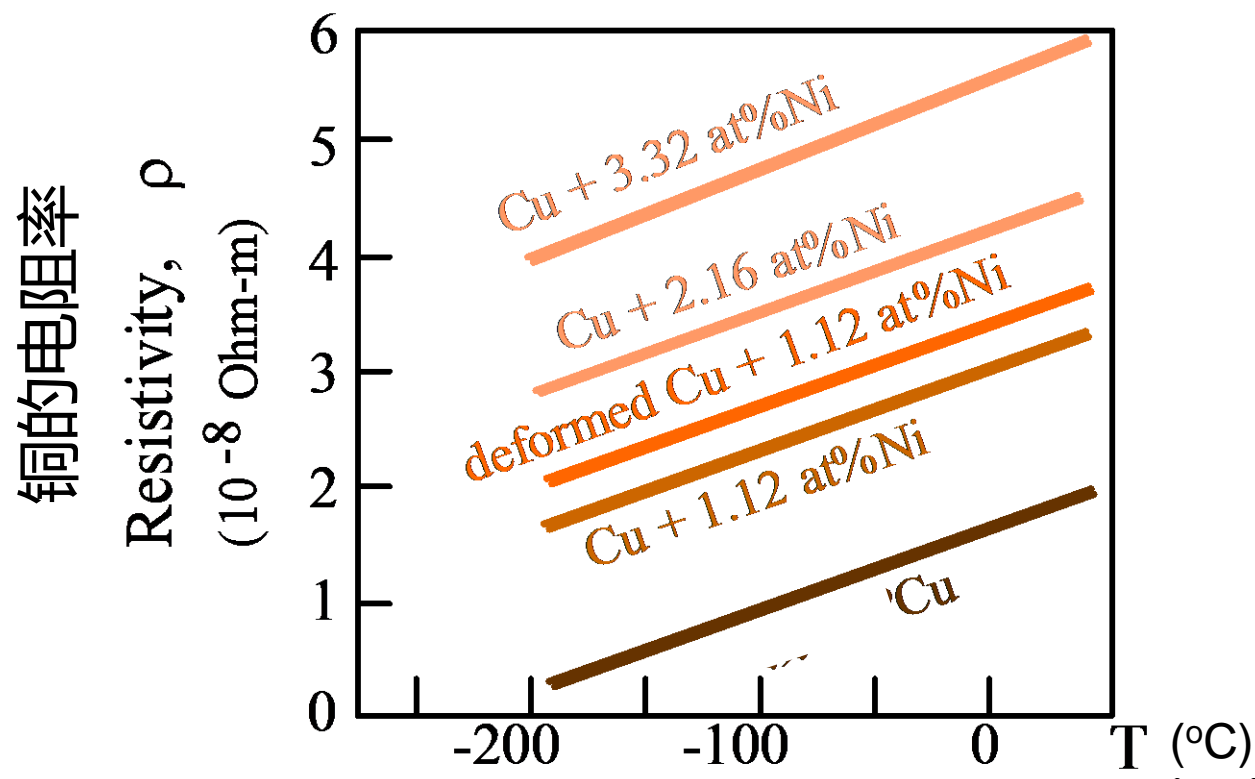
## 第三节 工程材料的核心要素

# 工程材料的核心要素

- 材料的组成决定了材料的基本性质
- 材料组成、制备和热加工工艺共同决定了微观组织结构
- 材料组织结构决定了材料的性能



## 材料组成、结构对性能的影响



- 在铜中加入“杂质”原子可增加电阻
- 形变后铜的电阻增加



# 材料工艺是材料工程的核心问题

原材料

凝固（浇注）



成型



材料加工工艺

热处理

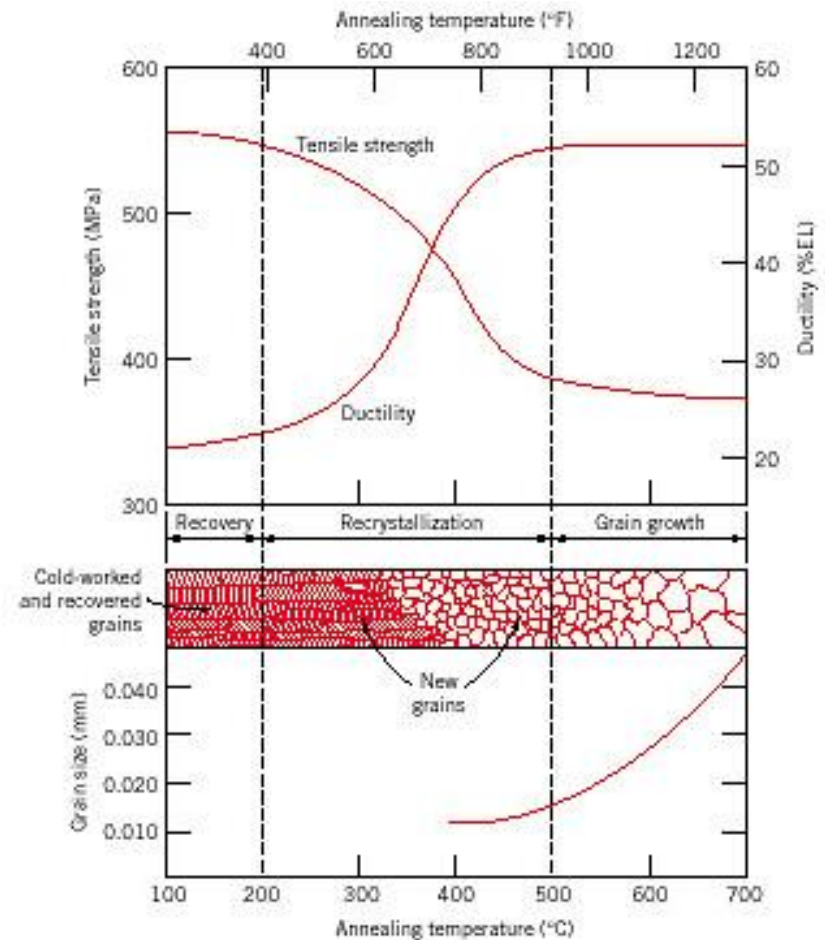
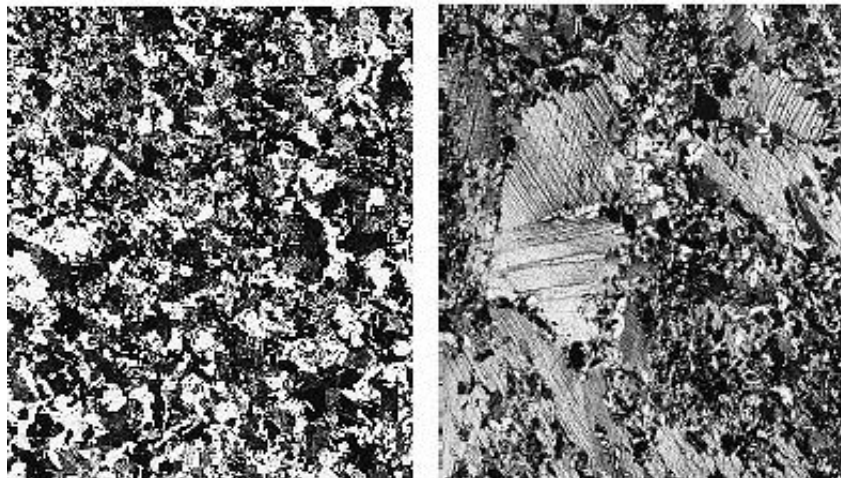


产品



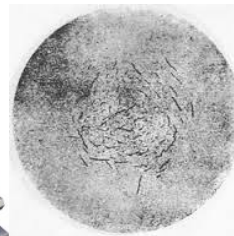
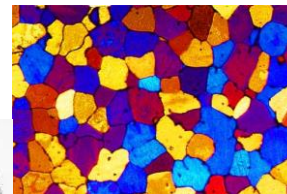
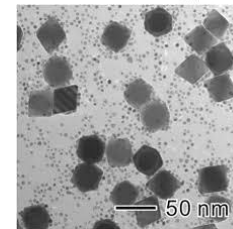
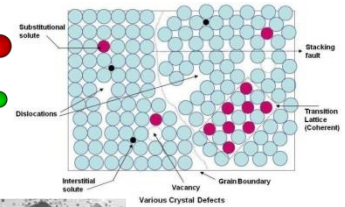
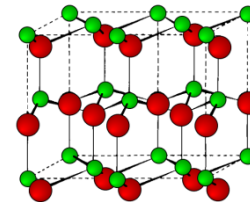
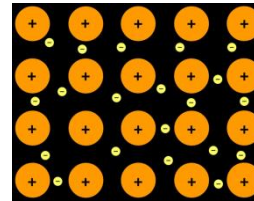
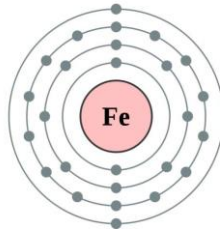
# 材料结构对性能的影响

## 黄铜的微观结构与强度的关系



# 结构是材料科学的核心问题

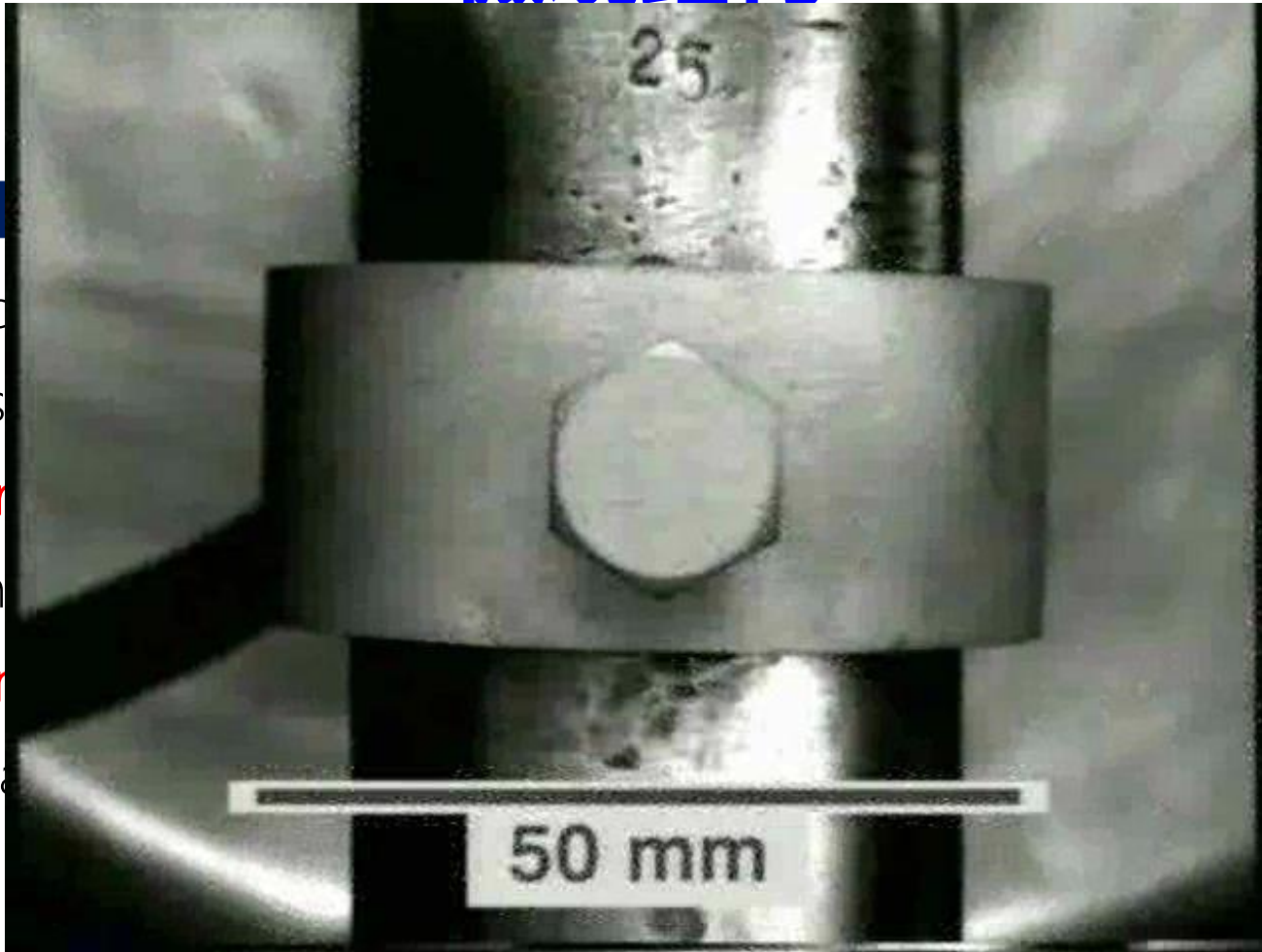
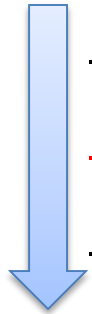
1. 原子结构
2. 金属键
3. 晶体结构
4. 晶体缺陷
5. 纳米结构
6. 显微组织
7. 组织缺陷



## 微观结构

### • 结构的

- Macro
- Mes
- Micro
- Nano
- Atomic
- Subatomic



Fracture properties  
Elasticity, yield

Formation of  
field regions

Molecular  
dynamics

Properties  
()

Chemical interactions  
Explicit solvents

# 如何观察到这些结构?所用到的设备



金相显微镜  
Henry Clifton Sorby  
(1826-1908)



X射线衍射仪  
by Roentgen and Laue



透射电子显微镜  
by E Ruska (1986)







## 第四节 课程内容及考核



# 课程框架

**碳钢及铸铁**，合金钢，有色金属，陶瓷，功能玻璃，高分子

工程材料  
的结构

- 晶体结构
- 晶体缺陷
- 相结构
- 相图与相变
- 显微组织

材料加工工艺

- 材料制备
- 材料成型(冷/热加工)
- 热处理

工程材料  
的性能

- 力学性能
- 工艺性能
- 物理性能
- 化学性能



# 教学内容与学时

0	绪论	2
1	材料的组织结构和基本性能	3
2	材料成型的基本原理	4
3	材料成型工艺与组织结构控制	3
4	二元相图	5
5	钢铁材料与热处理	8
6	合金钢	6
7	有色金属及合金	3
8	陶瓷材料	2
9	功能玻璃	2
10	高分子材料	1
	复习	1

**内容繁杂，概念多且相对抽象**





## 教材及参考书

**工程材料**，朱敏主编，冶金工业出版社、华南理工大学出版社，2018

### 参考书:

- 1) 机械工程材料（第二版），梁耀能，华南理工大学出版社，2011
- 2) **Essentials of Materials Science and Engineering**  
**（材料科学与工程基础）**，D.R. Askeland, P.P. Phule, 清华大学出版社, 2005



## 课程考核方式及要求

- **平时成绩 (30%):**
  - Quiz 及作业 (30%)
  - 课堂课外的表现(40%)
  - 出勤(30%)
- **考试 (70%):**
  - 闭卷 ( 70% ) 和开卷 ( 30% ) 相结合

**课堂要求：**准时出席、认真听讲、随时提问、不打搅他人  
课前能预习下次课内容；课后能复习