



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



材料强度学

材料科学与工程学院

2021年9月24日





上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



沈耀（第一部分）

办公室：材料学院徐祖耀楼 509B室

电 话：13524655390

E-mail: yaoshen@sjtu.edu.cn

张帆（第二部分）

办公室：材料学院D楼 411(?) 室

电 话：13501621296

E-mail: mtsmmc@sjtu.edu.cn



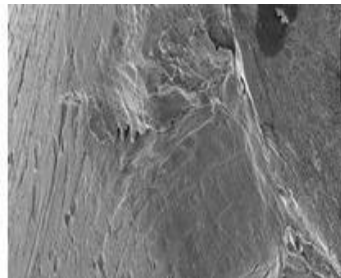


- ① **强度**—材料在外力场（或以其为主、并附加其它物理场如温度场、环境场）下**抵抗失效**的能力。
- ② **失效**—使构件**不能完成预定功能**所发生的尺寸、形状、性能的变化过程。
- ③ **失效表现**:
 - 根本不能运转
 - 能运转，但继续使用会造成危险或不良结果，必须立即整修或更换
 - 能运转，但不能达成其预期功能
 - 能运转，但价值降低，客户无法接受



材料强度学的概念

- 结构材料或机件的失效动因主要来源于**变形、断裂、磨损、腐蚀**等。
 - 磨损与腐蚀既可以是失效的直接原因，也可以造成材料或工件的变形和断裂，从而引起失效，成为失效的间接原因。



宏观断口及表面凹坑 凹坑表面磨损特征



磨损过快



崩角崩块



塑性变形



开裂



拉伤划痕



● 变形

- ❖ 过量弹性变形（粘弹性变形）
- ❖ 塑性变形
- ❖ 蠕变变形
- ❖ 表面变形、屈曲等

● 断裂

- ❖ 静态断裂（拉、压、弯、扭、剪）
- ❖ 冲击断裂（一次、多次）
- ❖ 蠕变断裂（高温）
- ❖ 疲劳断裂（循环载荷）

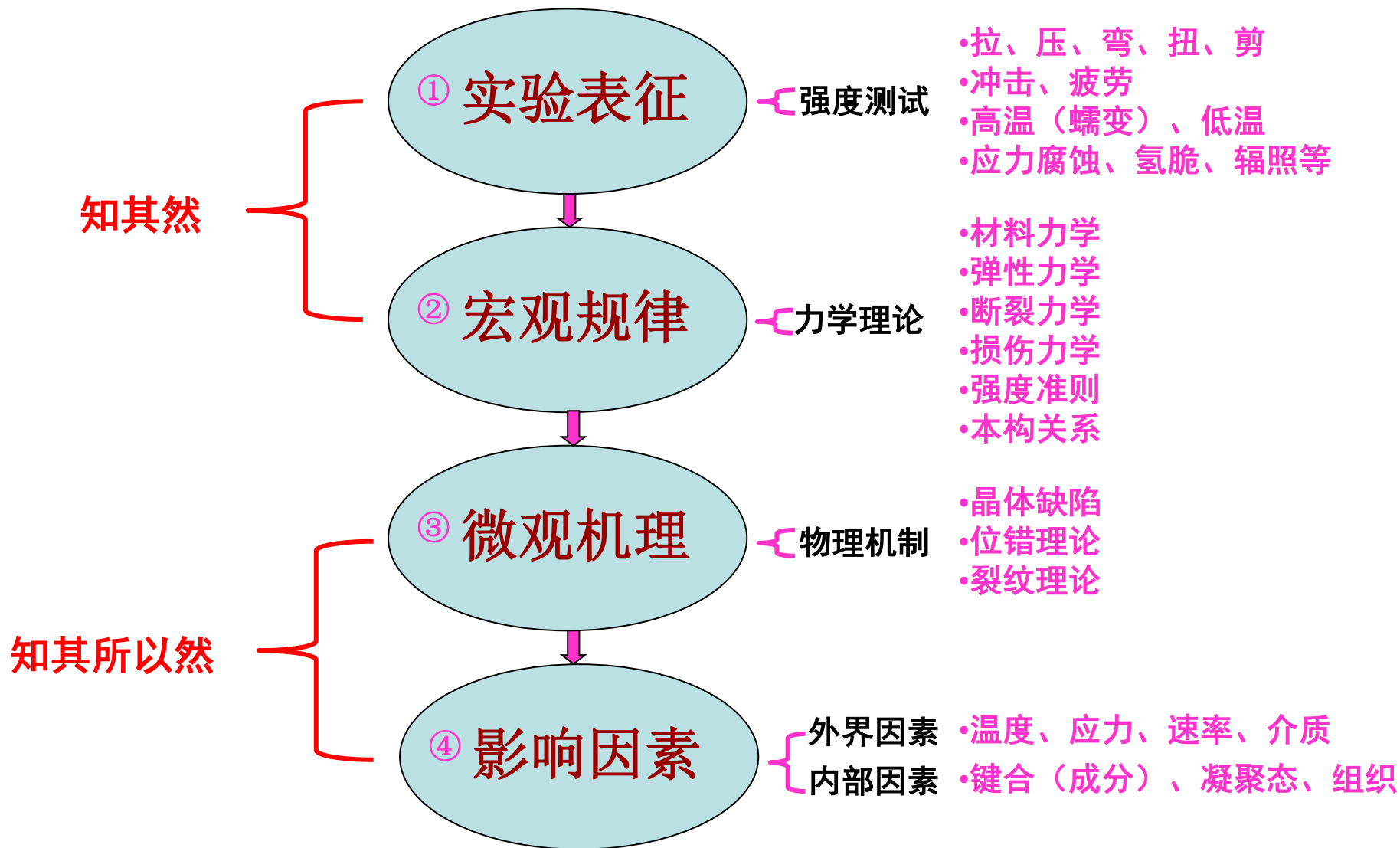
强度可以理解为材料抵抗变形和断裂的抗力，其涉及内容可称为“**材料强度学**”。



研究材料变形、断裂的宏观规律及其微观机理，建立具有普遍意义的失效准则，并寻找出材料强度特性与微观组织结构之间的内在联系。

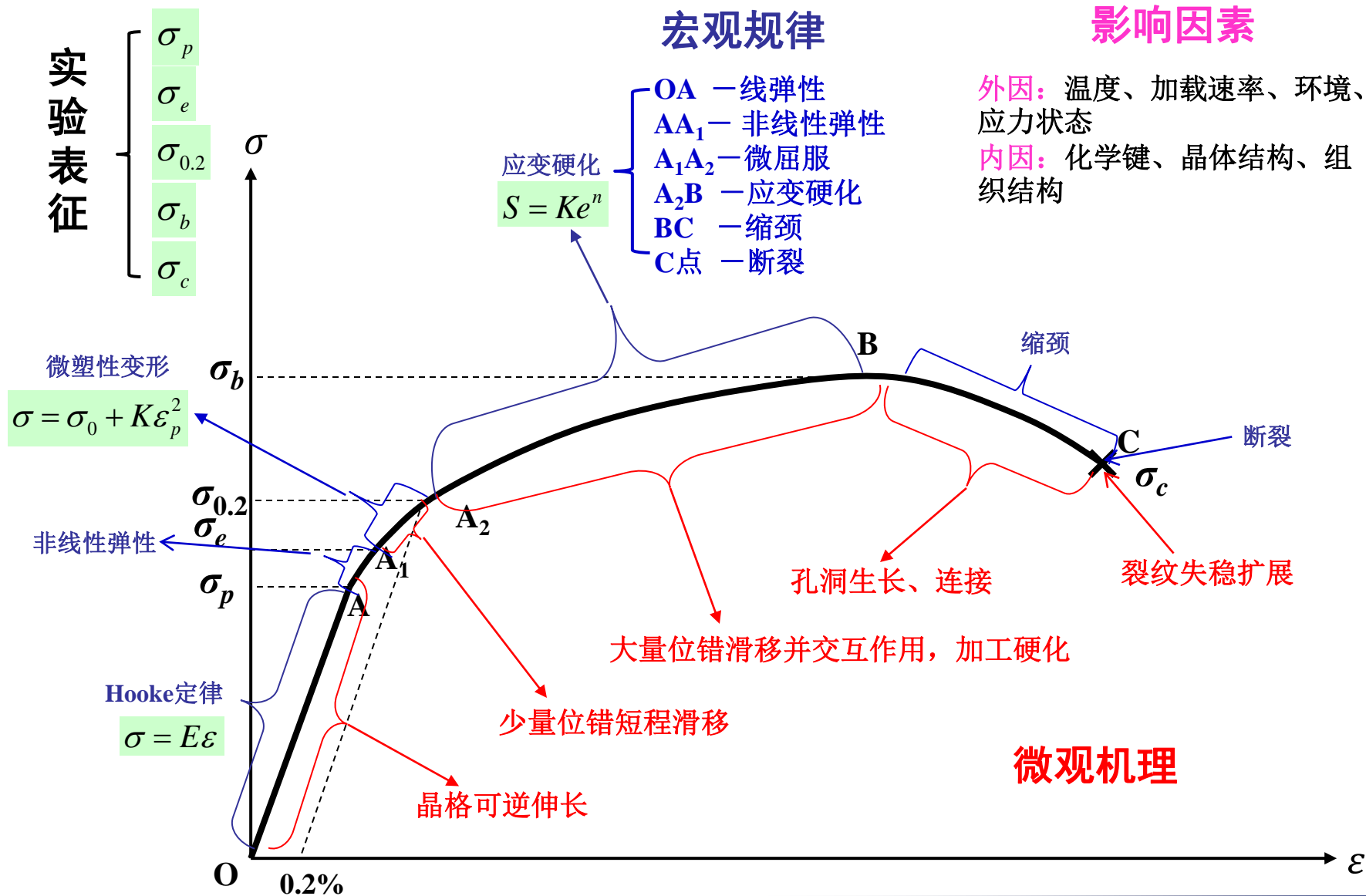


材料强度学的范畴





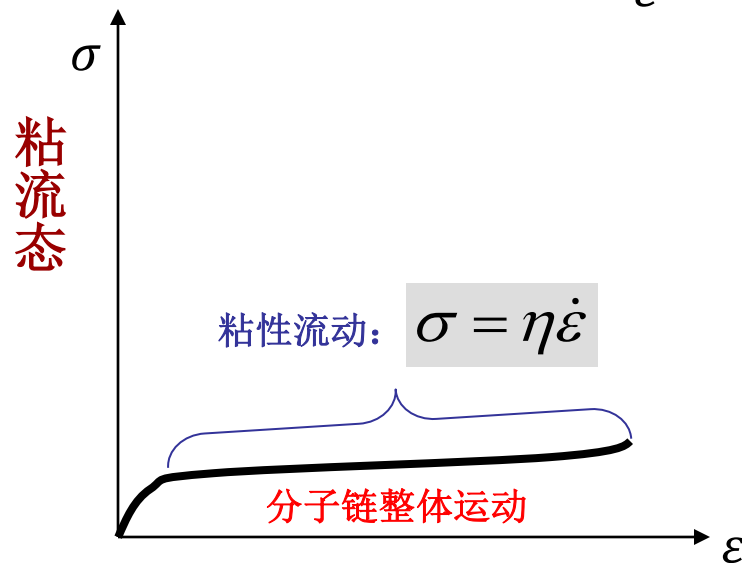
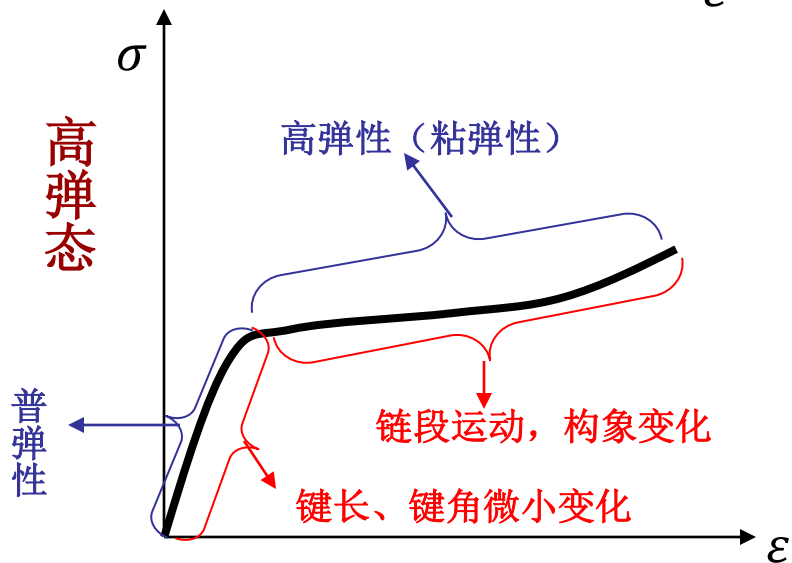
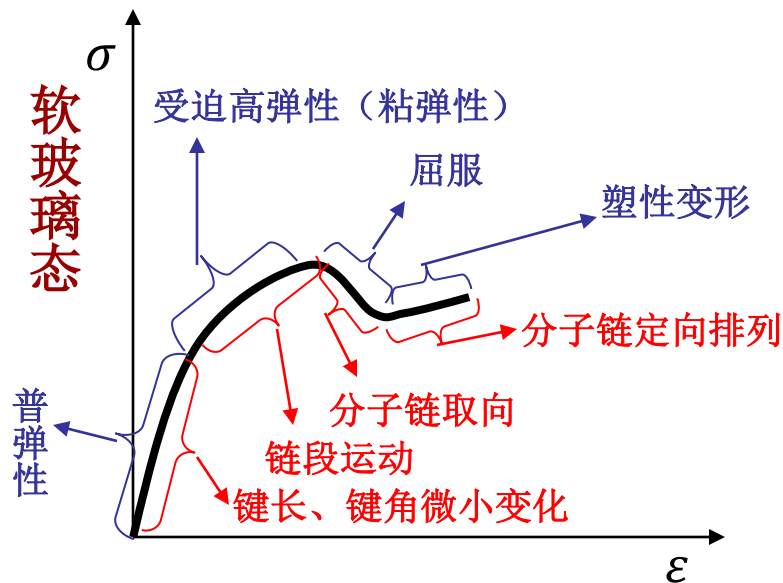
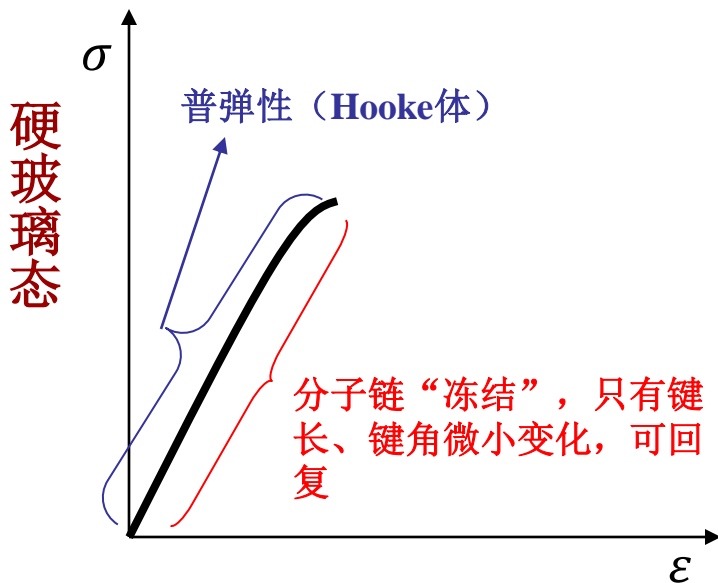
例1：金属单向静拉伸





例2:

线型非晶态聚合物静载变形与断裂





内容

- 以变形和断裂两大力学失效形式为对象，讨论工程材料（金属、陶瓷、高聚物）力学失效的宏观规律、微观机制、以及影响因素；
- 侧重于以位错理论和断裂力学两大基本理论，分别讨论变形和断裂的宏观行为与微观结构之间的关系（定量、半定量），阐述强韧化基本原理；



目标（相对于本科阶段）

- 深化对基本概念的理解
- 拓展分析问题的理论和方法



④ 变形与强化（沈耀）

- 弹性力学
- 位错理论（位错弹性理论、实际晶体中的位错、位错运动）
- 晶体塑性变形（微观机制、屈服、塑性流变、实际晶体的塑性变形）
- 强化原理（加工硬化、晶界强化、固溶强化、颗粒强化、复合强化）
- 粘弹性概述与弹塑性力学初步

④ 断裂与韧化（张帆）

- 宏观理论（弹性断裂力学、损伤力学、断裂控制设计原则）
- 微观理论（裂纹萌生、裂纹扩展、韧脆转变判据、裂纹与位错的相互作用、断裂韧度估算的微观模型、断口分形）
- 影响断裂的外部因素-工程断裂（蠕变断裂、冲击断裂、环境断裂）
- 影响断裂的内部因素-韧化原理（金属材料、陶瓷材料）



④ 教学环节

- 课堂教学
- 自学（预习、复习）
- 作业（每章布置若干习题）
- 考试（**笔试**）

④ 教学要求

- 预习和复习（与课堂授课**至少**同等时间）
- 认真完成每一次布置的作业（**独立完成！！！！**）

④ 课程成绩

- 平时作业成绩：**30%**
- 期末考试成绩：**70%**



[1] 沈耀, PPT课件

[2] J. Lemaitre著, 余天庆译, 固体材料力学, 国防工业出版社, 1997

[3] 哈宽富, 金属力学性质的微观理论, 科学出版社, 1983

[4] 林栋梁, 晶体缺陷, 上海交通大学出版社, 1996



[5] AS Argon, Strengthening mechanisms in crystal plasticity, Oxford university press, 2008



- [1] 张 帆, 课件, (PDF课件)
- [2] 范天佑, 断裂理论基础, 科学出版社, 2003
- [3] 酆正能, 应用断裂力学, 北京航空航天大学出版社, 2012
- [4] Brian Lawn, Fracture of Brittle Solids, Cambridge Uni. Press, 2009
- [5] 哈宽富, 断裂物理基础, 科学出版社, 2000
- [6] 肖纪美, 金属的韧性与韧化, 上海科学技术出版社, 1980
- [7] 周惠久, 金属材料强度学, 科学出版社, 1989
- [8] 许金泉, 材料强度学, 上海交通大学出版社, 2010
- [9] S Suresh, 材料的疲劳 (第2版), 国防工业出版社, 1999
- [10] M. A. Meyers, 材料的动力学行为, 国防工业出版社, 2006



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



谢 谢！

