

第4章 材料力学概述

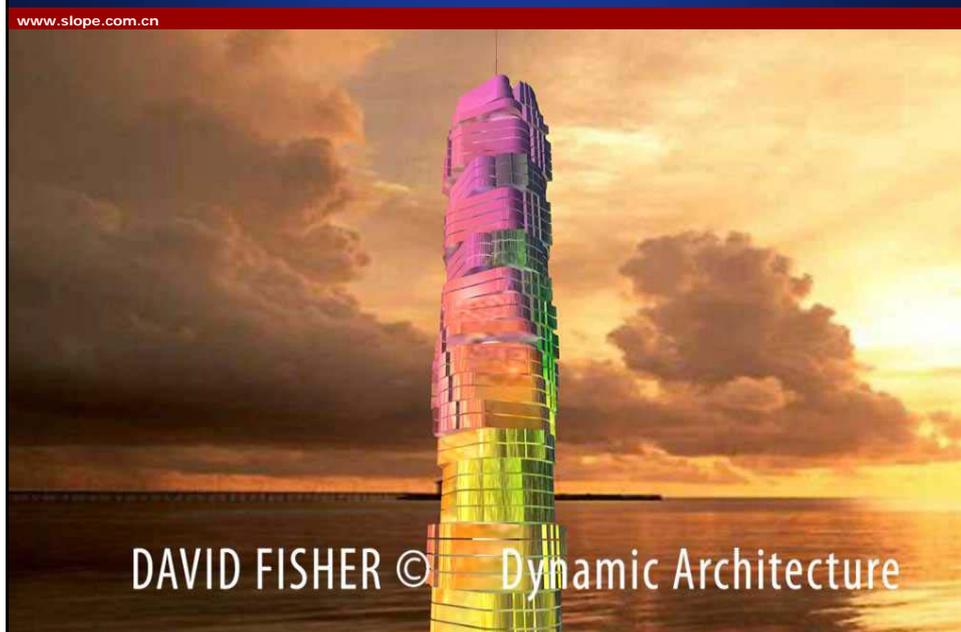
www.slope.com.cn

分层自转摩天大楼(Dynamic Architecture)

- 国家 | 阿联酋·迪拜
- 落成 | 2020(?)
- 建筑设计公司 | Atkins
- 建筑设计师 | David Fisher(意大利)
- 网址 | www.dynamicarchitecture.net



第4章 材料力学概述



第4章 材料力学概述

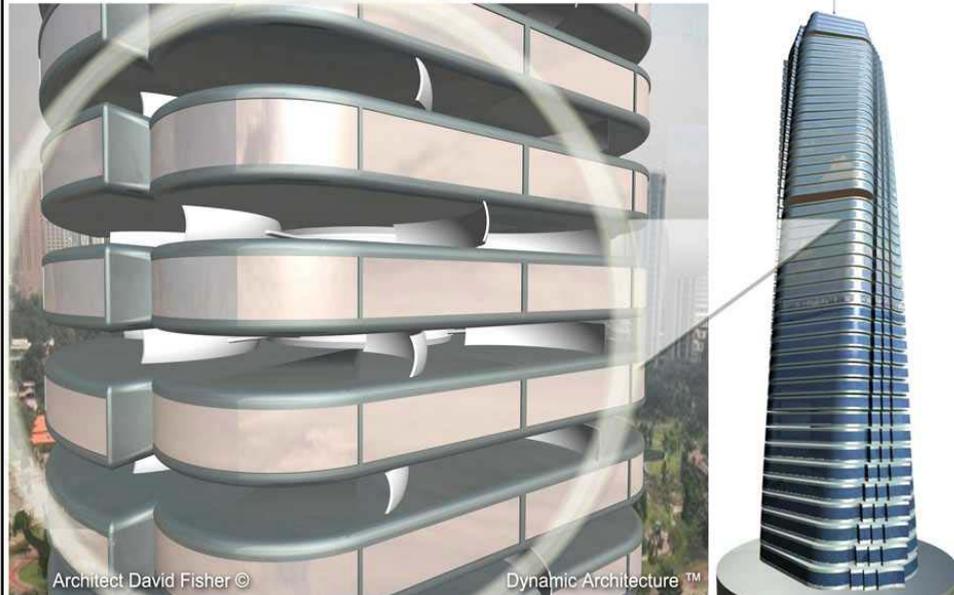
www.slope.com.cn

迪拜即将兴建分层自转的摩天大楼，这座摩天大楼采取独特的结构设计，每一层都可以独立旋转360度，而且在旋转的时候可以组成不同的形状，让人叹为观止，该动态建筑理念是由意大利设计师David Fisher提出的，同时David还表示，大楼可以通过风力提供能量，进行如此梦幻的动作，目前这种“随风起舞”的建筑将6个月后首先在阿拉伯联合酋长国的迪拜开始兴建，随后全球各国将陆续推广，同时伦敦、巴黎、芝加哥也在争取，不久的将来我们就能看到它了。



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

动态建筑理念下的旋转摩天大楼在每层楼板之间装置**风力涡轮**，涡轮产生的电能供给楼层的自由旋转，剩余的电能将存储在每户住宅的太阳能电池中。依据设计，基于住户的指令，每一层楼板都可以缓慢旋转。在建造这种旋转建筑时以一个核心结构为基础，每一楼板是由单独的片状结构组成，并在楼板之间装置风力涡轮设备。

第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

4-1 材料力学的任务

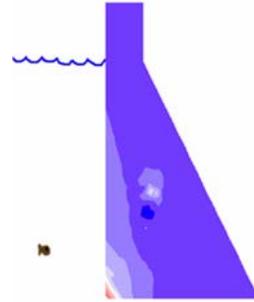
结构及岩土工程问题的基本要求1

① 强度要求 (strength)---不破坏

强度：构件抵抗破坏的能力。

对构件的强度要求：要求它在使用期间内不发生破坏（不断裂或永久变形不显著）。

构件在外力的作用下必须有足够的强度才不致发生破坏。



南京大学
NANJING UNIVERSITY

第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

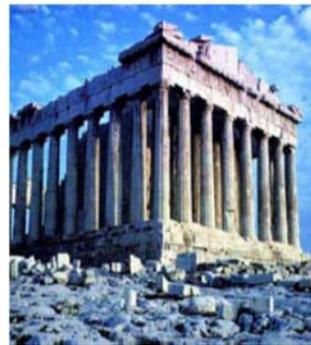
结构及岩土工程问题的基本要求2

② 刚度要求 (stiffness) ---变形小

刚度：构件抵抗变形的能力。

构件在外力作用下会产生变形，工程上对构件的变形大小有一定的限制量。

超过限制量，构件虽不一定破坏，但会影响正常工作。



南京大学
NANJING UNIVERSITY

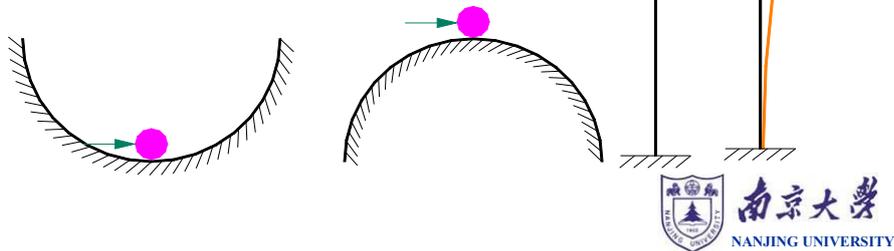
第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

结构及岩土工程问题的基本要求3

③ 稳定性要求 (stability)

稳定性：构件保持其原有平衡形式的能力。



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

4-2 材料力学发展概述

材料力学是一门历史非常悠久的学科，古埃及人、古希腊人、古罗马人在大量工程实践中，逐渐对材料力学知识有了初步的认识。



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

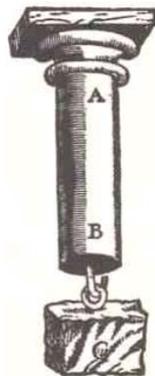


达芬奇笔记里的草图



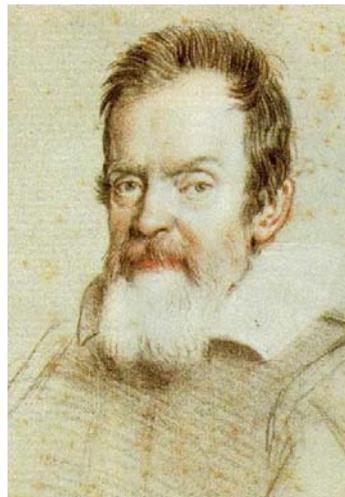
第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn



伽利略的拉伸试验

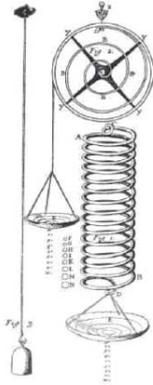
A、B、C哪个点最容易破坏？



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

•1678年【英国】Robert Hooke提出了胡克定律。



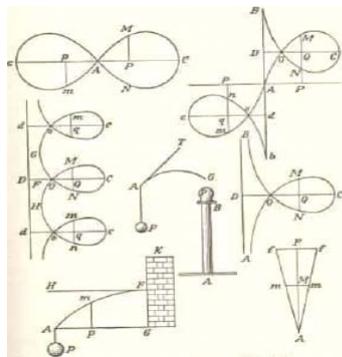
Hooke的弹簧试验



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

•瑞士数学家和力学家Leohard Euler（欧拉）、Danial Bernoulli（贝努利）建立了梁的弯曲理论。



杆变形后可能的模态（纯数学推导）



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

- 1807年,【英】Thomas Young 做了大量的实验,提出和测定了材料的**弹性模量**(也称杨氏模量)。
- 【法】Simon Denis Poisson (泊松)研究了物体的横向变形,提出了**泊松比**的概念



南京大学
NANJING UNIVERSITY

第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

- 【法】Augustin-Louis Cauchy (柯西) 1828年提出完整的**应力、应变概念**,建立了平衡微分方程、几何方程和广义胡克定律。
- 【法】Saint-Venant (圣维南) 提出了著名的**圣维南原理**



南京大学
UNIVERSITY

第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

【俄，美籍】**Stephen P. Timoshenko (铁木辛柯)** 为德国哥廷根学派代表人物，对梁、板、壳等做了大量的研究，曾在密歇根大学和斯坦福大学任教，写了多本经典教材，是一位德高望重的弹性力学教育家。



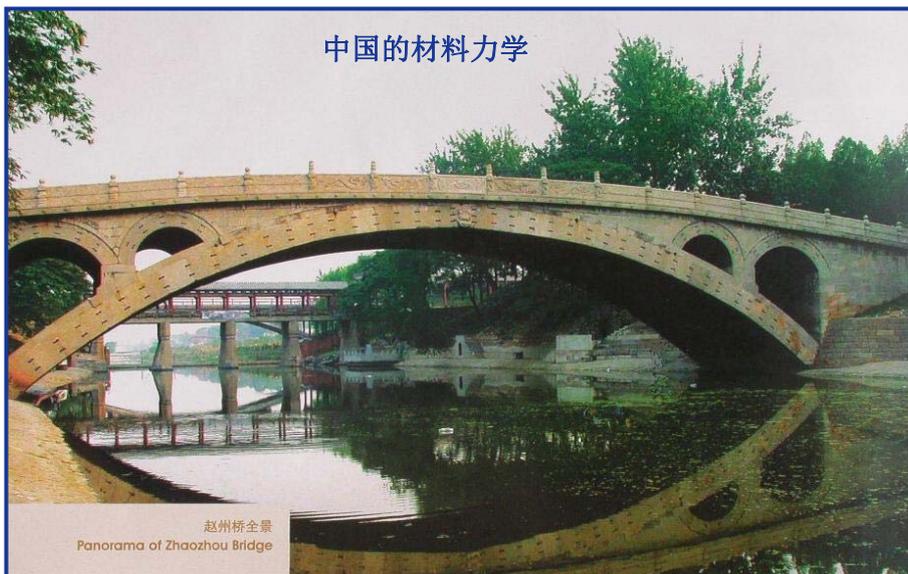
铁木辛柯(1878-1972)



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

中国的材料力学



赵州桥全景
Panorama of Zhaozhou Bridge

NANJING UNIVERSITY

第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

4-3 可变形固体的性质及其基本假设

基本假设

- ❖ **均匀性**:假设物体内各处的力学性质是完全相同的
- ❖ **连续性**:假设物体内充满了物质,没有任何空隙
- ❖ **各向同性**:假设材料在各个方向的力学性质均相同
- ❖ **完全弹性**:假设材料是完全弹性的
- ❖ **小变形**:假定构件受力后产生的变形与构件原始尺寸相比较极其微小
- ❖ **平面假设**:变形前为平面的横截面,变形后仍为平面



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

4-4 材料力学主要研究对象的几何特征

构件所受到的外力包括荷载和约束反力。

外力可从不同的角度分类:

- 按外力的分布状况分类
体积力；表面力
- 按外力作用的性质分类
静荷载；动荷载
- 按外力作用的时间分类
恒荷载；活荷载



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

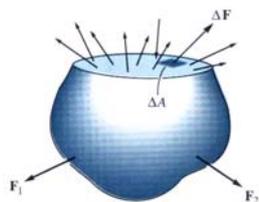
杆件受外力作用发生变形，其内部质点间产生相对位移，同时改变质点间相互作用力，这种由外力引起的内部作用力的改变，称为附加内力，简称**内力(internal force)**。



第4章 材料力学概述

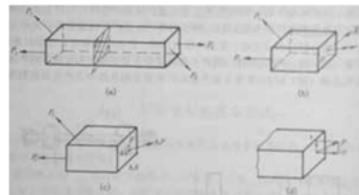
www.slope.com.cn

- ❖ **应力 (stress)**：某点处单位面积上内力的大小。
- ❖ 为了使应力更具有明确的物理意义，可以将一点处的总应力 p 分解为两个分量：垂直于截面的应力称为**正应力(normal stress)**或法向应力，用 σ 表示；平行于截面的应力为**切/剪应力 (shear stress)**，用 τ 表示。



$$1 \text{ N} / \text{m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ N} / \text{mm}^2 = 1 \text{ MPa}$$

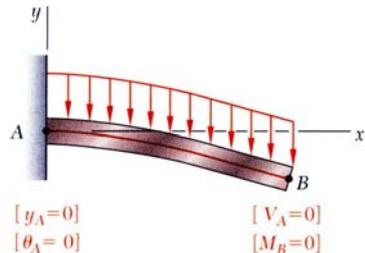
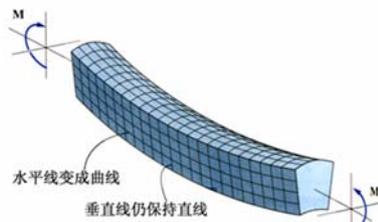


第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

位移分为线位移(linear displacement)与角位移(angular displacement)

- 线位移: 物体中一点相对于原来位置所移动的直线距离
- 角位移: 物体中某一直线或平面相对于原来位置所转过的角度

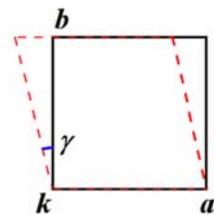
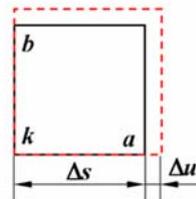
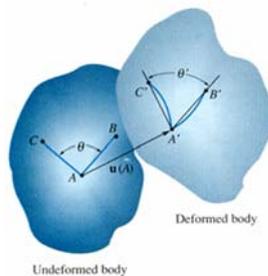


第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

应变分为轴向应变(axial strain)和切应变(shear strain)

- 轴向应变 ϵ : 线段长度的改变与线段原长的比
- 切(剪)应变 γ : 通过一点处的相互垂直的两线段之间夹角的改变



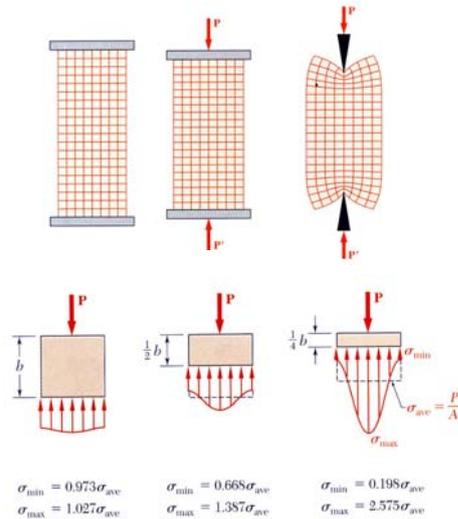
第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

❖ 圣维南原理

(Saint-Venant's principle)

当作用于弹性体表面某一小区域上的力系，被一静力等效的力系代替时，对该区域及其附近区域的应力和应变有显著的影响；而对远处的影响很小，可以忽略不计



 NANJING UNIVERSITY

第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

4-5 杆件变形的基本形式

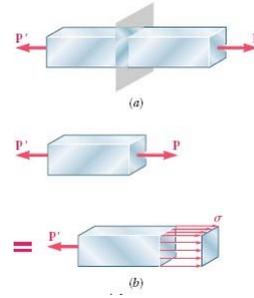
- ❖ 拉压(tension/compression)
- ❖ 剪切(shearing)
- ❖ 扭转(torsion)
- ❖ 弯曲(bending)


 南京大学
 NANJING UNIVERSITY

第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

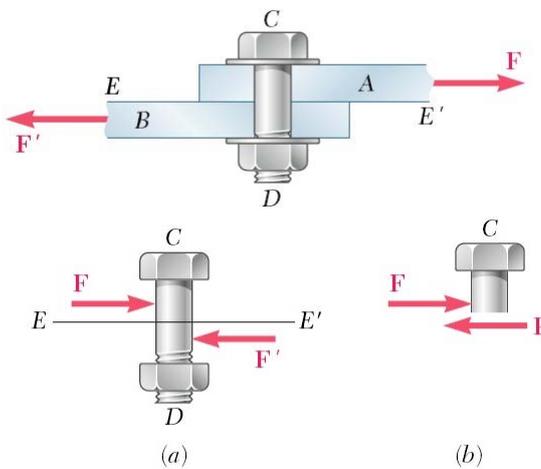
❖ 拉压(tension/compression)



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

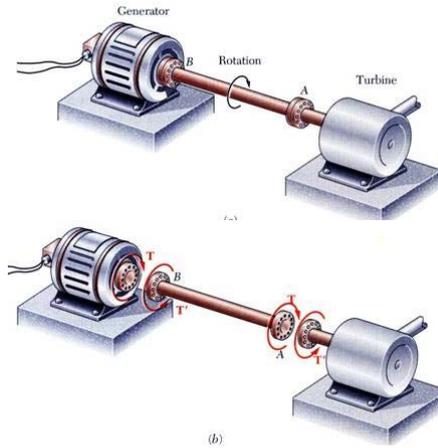
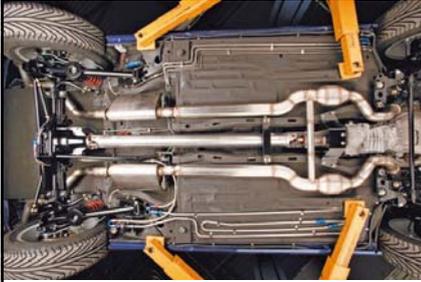
❖ 剪切(shearing)



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

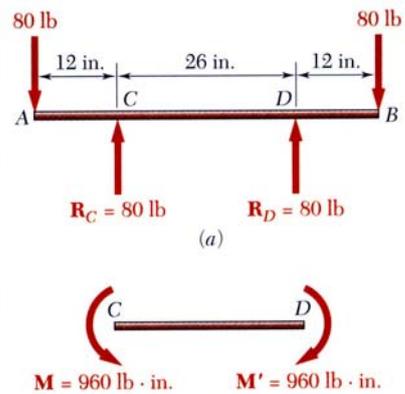
❖ 扭转(torsion)



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

❖ 弯曲(bending)

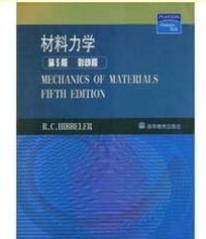


第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

课后参考书目

- ❖ 孙训方等《材料力学(I)》（第5版）高等教育出版社 2009
- ❖ R.C. Hebbeler, Mechanics of Materials (5th Ed.) 高等教育出版社 2004



第4章 材料力学概述

www.slope.com.cn

课后参考书目

- ❖ James M. Gere, Mechanics of Materials (5th Ed.) 机械工业出版社 2009

