

教 案

系 部： 建筑工程系

课 程： 土木工程力学基础

班 级： 建筑工程技术

教 师： 武可娟

教 案

授课题目	章	第五章 轴向拉伸和压缩	授课时间	15
	节	第五节 轴向拉(压)杆的变形·虎克定律	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	泊松比 胡克定律及其应用		
	了解:	杆件的纵横向变形		
教学重点	泊松比 胡克定律及其应用			
教学难点	泊松比 胡克定律及其应用			
教学内容、方法及过程				附记
<p>导入：杆件受到轴向拉压力的作用的时候，我们不能了解杆件内部的变形，这节课我们继续学习一下杆件的变形！</p> <p style="text-align: center;">第五节 轴向拉(压)杆的变形·虎克定律</p> <p>1、杆件的纵横向变形 杆件原长为 l，截面边长为 a，变形后边长为 l_1，横截面边长为 a_1 杆件的纵向变形量为</p> $\Delta l = l_1 - l,$ <p style="text-align: center;">轴向拉伸为正，压缩为负值。</p> <p>横向变形量为</p> $\Delta a = a_1 - a$				<p>举 例 讲 解</p>
教学内容、方法及过程				附记

<p style="text-align: center;">轴向拉伸为负，压缩为正值。</p> <p>杆件单位长度的纵向变形：</p> $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \varepsilon: \text{纵向线应变（线应变）}$ <p style="text-align: center;">轴向拉伸为正，压缩为负值 无量纲</p> <p>杆件单位长度的横向变形：</p> $\varepsilon' = \frac{\Delta a}{a} \quad \varepsilon': \text{横向线应变}$ <p style="text-align: center;">轴向拉伸为负，压缩为正值 无量纲</p> <p>1、 泊松比 25 分钟（掌握）</p> $\mu = \left \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right $ <p>无量纲，与材料有关。 纵向线应变——泊松比——横向变形</p> $\varepsilon' = -\mu\varepsilon$ <p>2、 胡克定律 55 分钟（掌握）</p> <p>弹性范围内： 变形量 与轴力成正比，与面积成反比。</p> $\Delta l \propto \frac{F_N l}{A}$ $\Delta l = \frac{F_N l}{EA} \quad (\text{引入比例常数 } E)$ <p>EA: 拉抗（压）刚度</p> $\Delta l = \frac{Pl}{EA} = \frac{F_N l}{EA}$ $\sigma = \frac{F_N}{A} = \frac{EA \cdot \Delta l}{L} \frac{1}{A}$	<p>举 例 讲 解</p>
<p>教学内容、方法及过程</p>	<p>附记</p>

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

在材料的线弹性范围内，正应力与线应变呈正比关系。

思考题：1、一圆截面直杆，两端承受拉力作用，若将其直径增大一倍，其他条件不变，则__C__。

- A、其轴力不变
- B、其应力是原来的 1 / 4
- C、其伸长量是原来的 1 / 4
- D、其抗拉刚度将是原来的 4 倍

2、设 ε 和 ε_1 分别表示拉压杆的轴向线应变和横向线应变， μ 为材料的泊松比，则下列结论正确的是__D__。

- A、 $\mu = \varepsilon_1 / \varepsilon$
- B、 $\mu = -\varepsilon_1 / \varepsilon$
- C、 $\mu = |\varepsilon_1 / \varepsilon|$
- D、 $\mu = -|\varepsilon_1 / \varepsilon|$
- E、当 $\sigma \leq \sigma_p$ 时， $\mu =$ 常数

作业：P

小结：

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \varepsilon: \text{纵向线应变 (线应变)}$$

$$\varepsilon' = \frac{\Delta a}{a} \quad \varepsilon': \text{横向线应变}$$

$$\Delta l = \frac{F_N l}{EA} \quad EA: \text{拉抗 (压) 刚度} \quad \sigma = E\varepsilon$$

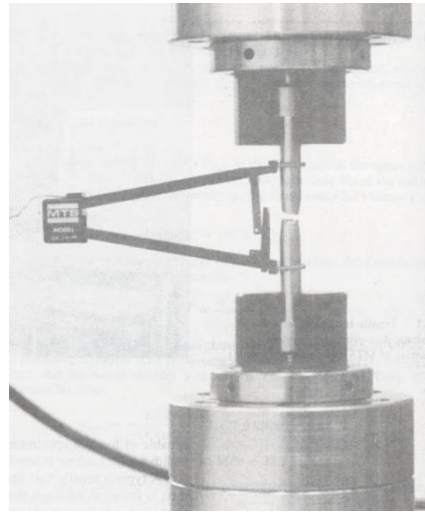
后记：

举
例
讲
解

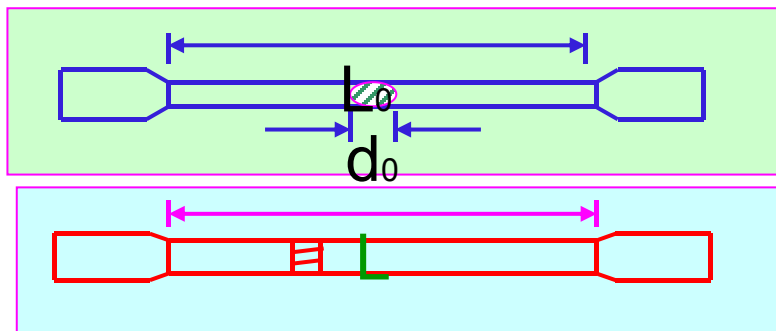
授课题目	章	第五章 轴向拉伸和压缩		授课时间	16
	节	第六节 材料在拉伸和压缩时的力学性质		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授		
教学目标	掌握： 低碳钢拉伸时的力学性质 材料塑性指标				
	了解： 材料压缩时的力学性质 两种材料力学性质的区别				
教学重点	低碳钢拉伸时的力学性质 材料塑性指标				
教学难点	低碳钢拉伸时的力学性质 材料塑性指标				
教学内容、方法及过程					附记
<p>导入：轴向拉压杆件的变形我们在上一节课已经学习过了，那么在实际工程中什么是受拉压的那，这节课我们来学习一下工程材料中的一些力学性质！</p> <p>第六节 材料在拉伸和压缩时的力学性质（掌握）35分钟</p> <p>1、材料拉伸时的力学性质</p> <p>力学性质——指材料受力时在强度和变形方面表现出来的性质。</p> <p>条件：材料拉伸和压缩试验—常温、静载拉伸试验</p> <p>变形 { 塑性变形 弹性变形 塑性变形又称永久变形或残余变形</p> <p>塑性材料：断裂前产生较大塑性变形的材料,如低碳钢 脆性材料：断裂前塑性变形很小的材料，如铸铁、石料</p>					举例讲解
教学内容、方法及过程					附记

材料拉伸和压缩试验—常温、静载拉伸试验
 试验设备——万能试验机、变形仪

举例讲解



拉伸试验标准试件的制备:



拉伸过程的四个阶段:

- 1、弹性阶段
- 2、屈服阶段
- 3、强化阶段
- 4、颈缩阶段

残余变形——试件断裂之后保留下来的塑性变形。

$$\Delta L = L_1 - L$$

低碳钢拉伸时的力学性质

衡量材料塑性的两个指标:

$$\text{断后伸长率: } \delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$$

教学内容、方法及过程

附记

$\delta > 5\%$ ——塑性材料

$\delta < 5\%$ ——脆性材料

$$\text{断面收缩率: } \psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$$

σ_b 是衡量脆性材料拉伸强度的唯一指标。

2、塑性材料和脆性材料的主要区别：（了解）25 分钟

塑性材料的主要特点：

塑性指标较高，抗拉断和承受冲击能力较好，其强度指标主要是 σ_s ，且拉压时具有同值。

脆性材料的主要特点：

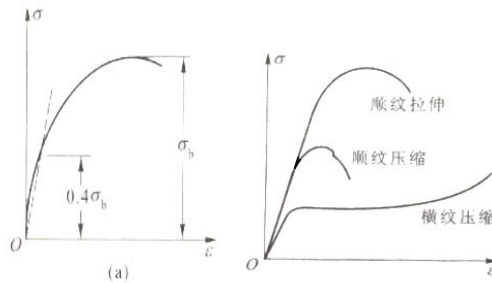
塑性指标较低，抗拉能力远远低于抗压能力，其强度指标只有 σ_b 。

3、几种非金属材料的力学性能（了解）25 分钟

1、混凝土

2、木材

举例讲解



思考题：钢筋经过冷作硬化处理后，其性能的变化是 B、E。

A、比例极限提高 B、屈服极限提高 C、弹性模量降低 D、延伸率提高 E、塑性变形能力降低

小结：

塑性材料 脆性材料
拉伸过程的四个阶段

$$\text{断后伸长率: } \delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$$

$$\text{断面收缩率: } \psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$$

后记：

教 案

授课题目	章	第五章 轴向拉伸和压缩	授课时间	17
------	---	-------------	------	----

	节	第七节 轴向拉(压)杆的强度条件及其应用	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	许用应力 安全系数 拉压杆的强度计算 求解强度计算的三类问题		
	了解:	采用安全系数的原因		
教学重点		许用应力 安全系数 拉压杆的强度计算 求解强度计算的三类问题		
教学难点		许用应力 安全系数 拉压杆的强度计算 求解强度计算的三类问题		
教学内容、方法及过程				附记
<p>导入：在工程实际中为了使拉压杆件的强度得到充分的利用，而又不影响我们在工程实际中因为杆件的强度过度使用造成危险，我们应该使杆件的强度处于安全的范围内，那么这种安全范围是什么那？这就是我们这节课要学习的。</p> <p>第七节 轴向拉(压)杆的强度条件及其应用（掌握）30 分钟</p> <p>1、 许用应力及安全系数</p> $\sigma_{\max} = \frac{\sigma_u}{n}$ <p>n——安全系数,n>1</p> <p>σ_{\max} ——材料的许用应力，符号$[\sigma]$</p>				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

塑性材料，许用应力

$$[\sigma] = \frac{\sigma_u}{n} = \frac{\sigma_s}{n_s}$$

脆性材料，许用应力

$$[\sigma] = \frac{\sigma_u}{n} = \frac{\sigma_b}{n_b}$$

2、采用安全系数的原因：（了解）15 分钟

1、 强度计算与实际有差异。

2、 构件一定的强度储备。

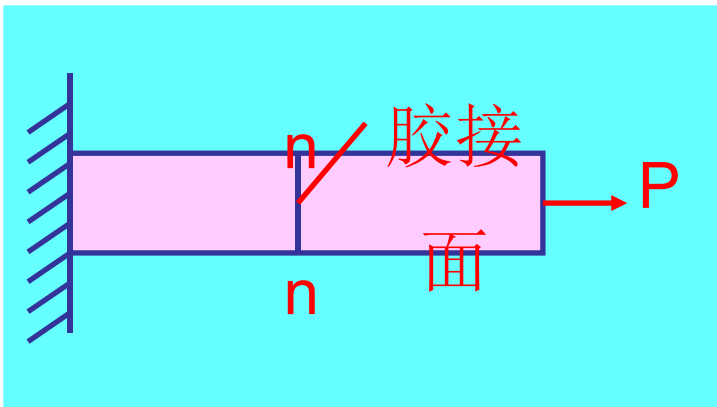
3、强度计算的三类问题：（掌握）30 分钟

1、强度校核 $\sigma = \frac{F_N}{A} \leq [\sigma]$ 安全，否则不安全。

2、截面条件 $A \geq \frac{F_N}{[\sigma]}$

3、确定许用荷载 $F_{N\max} \leq A[\sigma]$

练习：图示拉杆由两段同样材料的杆胶接而成，拉杆的截面面积 $A = 1000\text{mm}^2$ ，拉杆材料的容许应力 $= 4\text{MPa}$ ，而胶接面的容许应力 $= 0.3\text{MPa}$ ，试求杆件的容许荷载 $[P]$



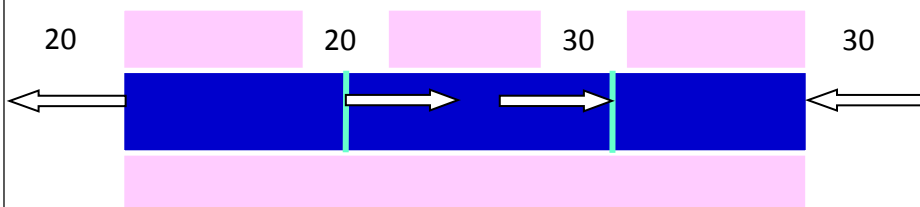
$$[P] = 0.3 \times 1000 = 0.3\text{kN}$$

举例讲解

教学内容、方法及过程

附记

等圆截面直杆沿轴向受力如图所示，材料为铸铁，抗拉许用应力 $\sigma_1 = 60\text{MPa}$ ，抗压许用应力 $\sigma_2 = 20\text{MPa}$ ，设计横截面直径。



$$A_1 = \frac{F_1}{[\sigma_1]} = \frac{20000}{60} \quad A_2 = \frac{F_2}{[\sigma_2]} = \frac{30000}{20}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} \quad d_2 = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}}$$

$$d = (d_1, d_2)_{\min}$$

作业：P 70 5-7,5-8

举例讲解

小结：

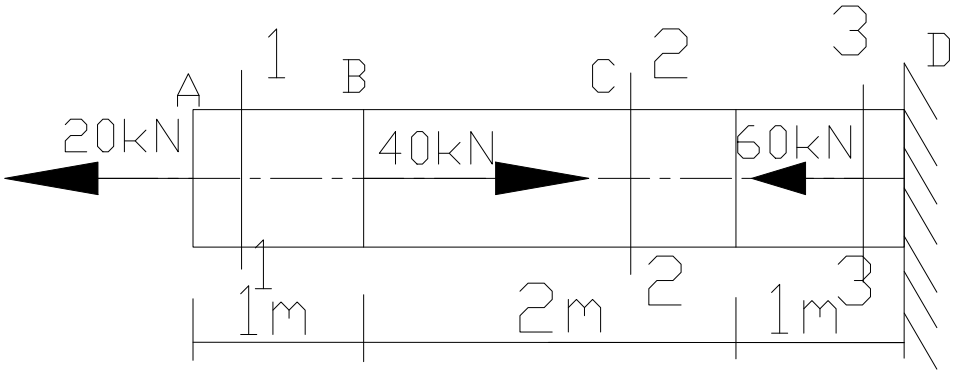
$$\text{安全系数：} \sigma_{\max} = \frac{\sigma_u}{n}$$

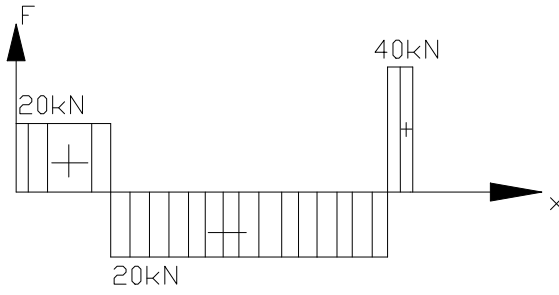
强度计算的三类问题

后记：

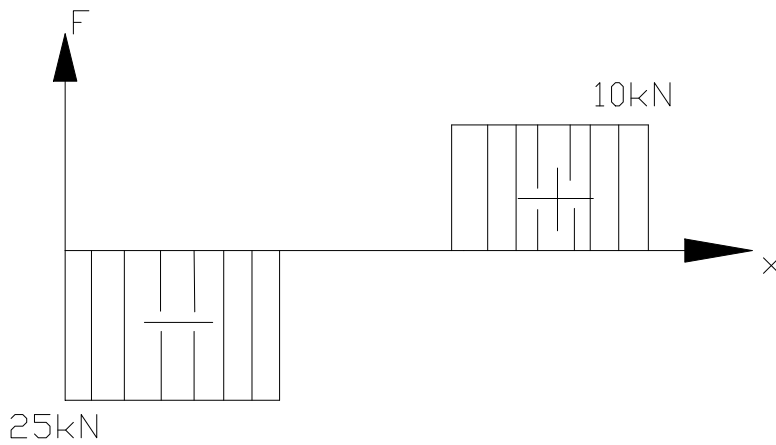
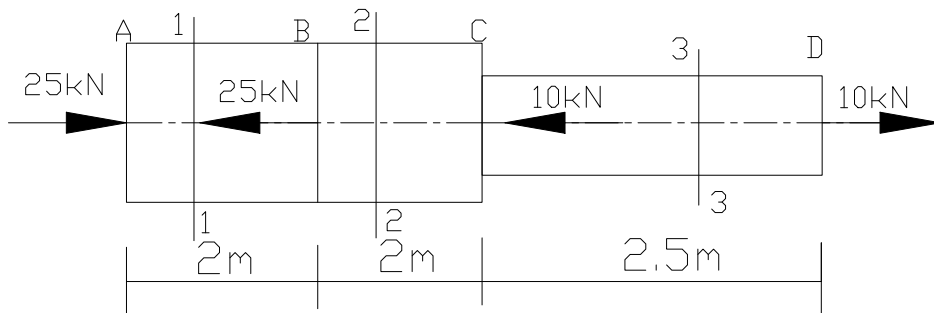
教 案

授课题目	章	习 题 课	授课时间	18
------	---	-------	------	----

	节		检查签字
授课时数	2	授课方法	讲授
教学目标	掌握:	轴力图的绘制以及判定截面轴力的大小和方向	
	了解:	第五章知识整理复习	
教学重点	轴力图的绘制以及判定截面轴力的大小和方向		
教学难点	轴力图的绘制以及判定截面轴力的大小和方向		
教学内容、方法及过程			附记
<p>求如图所示各杆 1-1,2-2,3-3 截面上的轴力, 并作轴力图。</p> 			举例讲解
教学内容、方法及过程			附记



1-1 截面: 20kN 2-2 截面: -20kN 3-3 截面: 40kN



1-1:-25kN 2-2:0 3-3 :10kN

<p>轴向拉压外力</p> <p>轴向拉压内力</p> <p>轴向拉压横截面及斜截面上的应力</p> $\sigma_\alpha = \sigma \cos^2 \alpha$ $\sigma = \frac{F_N}{A}$ <p>轴向拉压材料力学性能(常温、静载下以 σ_s , σ_b 为主)</p> <p>不同式样破坏形式与应力的关系</p> <p>塑性材料 σ_s 脆性材料 σ_b</p> <p>强度条件及其三类计算问题</p> <p>强度校核、截面设计、许用荷载</p> <p>变形</p> $\Delta l = \frac{F_N l}{EA}$	举例讲解
作业： P 72 5-11 小结： 轴力图的绘制以及判定截面轴力的大小和方向 拉为正 、压为负	
后记：	

教 案

授课题目	章	第六章 剪切与扭转	授课时间	19
------	---	-----------	------	----

	节	第一节剪切与挤压的概念第二节剪应力互等定理与剪切胡克定律	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握:	进行圆轴扭转时的强度计算。		
	了解:	剪切与挤压杆件的受力和变性特征、剪切虎克定律与剪应力互等定理。		
教学重点	圆轴扭转时的内力及应力，能进行圆轴扭转时的强度计算。			
教学难点	圆轴扭转时的内力及应力，能进行圆轴扭转时的强度计算。			
教学内容、方法及过程			附记	
<p>新课导入：咱们同学最喜欢的体育运动是打篮球，大家平时有没有仔细观察一下篮圈与篮板的连接是什么样的呀？这种连接是一种螺栓连接，那么螺栓受哪些力那？这节课让我们一同研究学习一下！</p> <p>第一节 剪切与挤压的概念（了解）30 分钟</p> <p>一、 剪切</p> <p>1、剪切</p> <p>剪切变形：对大小相等、方向相反、作用线平行且相距很近并垂直杆轴的外力作用，两力间的横截面将沿外力的方向发生相对错动</p> <p>剪力：剪切面上与截面相切的内力</p> <p>剪切面：单剪 双剪</p> <p>2、剪切计算</p> $\sum F_x = 0$			举例讲解	
教学内容、方法及过程			附记	

$$F - F_Q = 0$$

$$F_Q = F$$

$$\tau = \frac{F_Q}{A}$$

F_Q 为剪切面上的剪力，A 为受剪面的面积

保证构件在工作中不发生剪切破坏

$$\tau = \frac{F_Q}{A} \leq [\tau]$$

二、挤压

1、联接件和被联接件的接触面上相互压紧

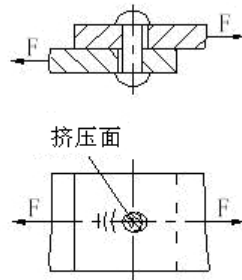


图 6-4

挤压力：作用在挤压接触面上的压力

挤压面：发生局部挤压的接触面

2、挤压的计算

$$\sigma_{bs} = \frac{F_{bs}}{A_{bs}}$$

$$\sigma_{bs} = \frac{F_{bs}}{A_{bs}} \leq [\sigma_{bs}]$$

第二节 剪应力互等定理与剪切虎克定律（掌握）40 分钟

一、剪应力互等定理

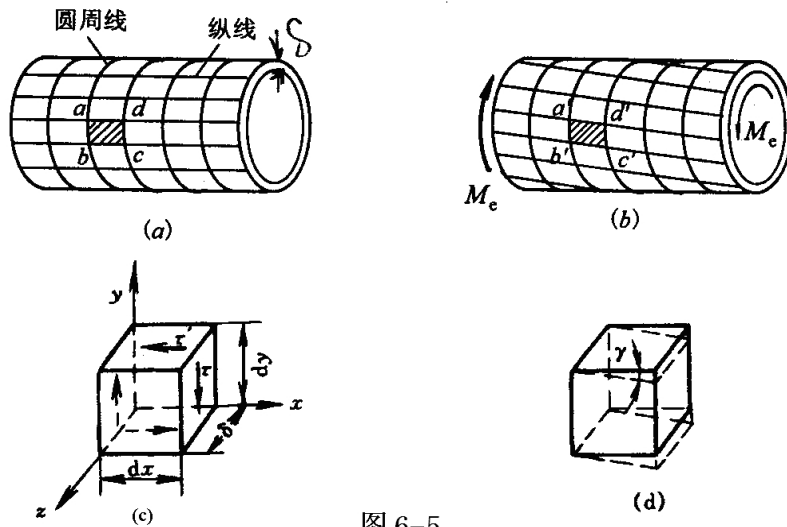


图 6-5

在单元体两个互相垂直的平面上，同时存在垂直于公共棱边且数值相等的剪应力，其方向均指向或背离两平面的交线。

二、剪切胡克定律

$$\tau = G\gamma$$

材料的切变模量与弹性模量、泊松比的关系为

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

举例讲解

小结：

$$\tau = \frac{F_Q}{A} \leq [\tau] \quad \sigma_{bs} = \frac{F_{bs}}{A_{bs}} \leq [\sigma_{bs}]$$

剪切胡克定律 $\tau = G\gamma$

后记：

教 案

授课题目	章	第六章 剪切与扭转	授课时间	20
------	---	-----------	------	----

	节	第三节 圆轴扭转时的内力及应力 第四节 圆轴扭转时的强度计算	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	圆轴扭转时的内力及应力		
	了解:	剪应力计算公式的推导		
教学重点	圆轴扭转时的内力及应力			
教学难点	圆轴扭转时的内力及应力			
教学内容、方法及过程				附记
<p>新课导入：前面课我们讲到了剪切变形，大家复习一下相关概念，这节课我们来继续学习一下在工程实际中的第二种变形，扭转变形！</p> <p style="text-align: center;">第三节 圆轴扭转时的内力及应力</p> <p>一、 扭转（掌握）35 分钟</p> <p>1、扭转变形： 在外力作用下，杆件各横截面均绕杆轴线相对转动，杆轴线始终保持直线，这种变形形式称为扭转变形。</p> <p>2、外力偶矩</p> $\{M_e\}_{N\cdot m} = 9549 \frac{\{P\}_{kW}}{\{n\}_{r/min}}$				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

式中： M_e 为作用在轴上的外力偶矩； P 为传动轴所传递的功率； n 为传动轴的转速。

二、内力

1、扭矩

由平衡条件 $\sum M_x = 0$

$$M_t - M_e = 0$$

扭矩的正负号规定如下：按右手螺旋法则，让四个手指与扭矩的转向一致，大拇指伸出的方向与截面的外法线 n 方向一致时，为正；反之为负。

用截面法计算扭矩时，通常先假设扭矩为正，然后根据计算结果的正负确定扭矩的实际方向

2、扭矩图

$$M_t = f(x)$$

三、应力

横截面上的剪应力

$$\tau_{\max} = \frac{M_t \rho_{\max}}{I_p} = \frac{M_t r}{I_p}$$

$$W_p = \frac{I_p}{r} \quad \tau_{\max} = \frac{M_t}{W_p}$$

W_p 称为截面的扭转截面系数，只与截面形状、尺寸有关，常用单位为 m^3, mm^3

只适用于圆轴在线弹性范围内的扭转。

2、圆截面极惯性矩及截面扭转系数的计算

实心圆截面的扭转截面系数为

$$W_p = \frac{I_p}{r} = \frac{I_p}{d/2} = \frac{\pi d^3}{16}$$

空心圆杆惯性矩及扭转截面系数分别为：

$$I_p = \frac{\pi D^4}{32} - \frac{\pi d^4}{32} = \frac{\pi D^4}{32} (1 - \alpha^4)$$

教学内容、方法及过程

附记

举例讲解

$$W_p = \frac{I_p}{D/2} = \frac{\pi D^3}{16} (1 - \alpha^4)$$

式中 d 为内径； D 为外径， $\alpha = d/D$

第四节 圆轴扭转时的强度计算（掌握）35 分钟

$$\tau_{\max} = \frac{M_{t,\max}}{W_p} \leq [\tau]$$

式中：材料的许用剪应力 $[\tau]$ ，可通过扭转试验测得材料的极限剪应力后，除以安全系数得到。

举例讲解

作业：P84 6-1 6-5

小结：

扭矩的正负号规定：按右手螺旋法则

$$\tau_{\max} = \frac{M_t \rho_{\max}}{I_p} = \frac{M_t r}{I_p}$$

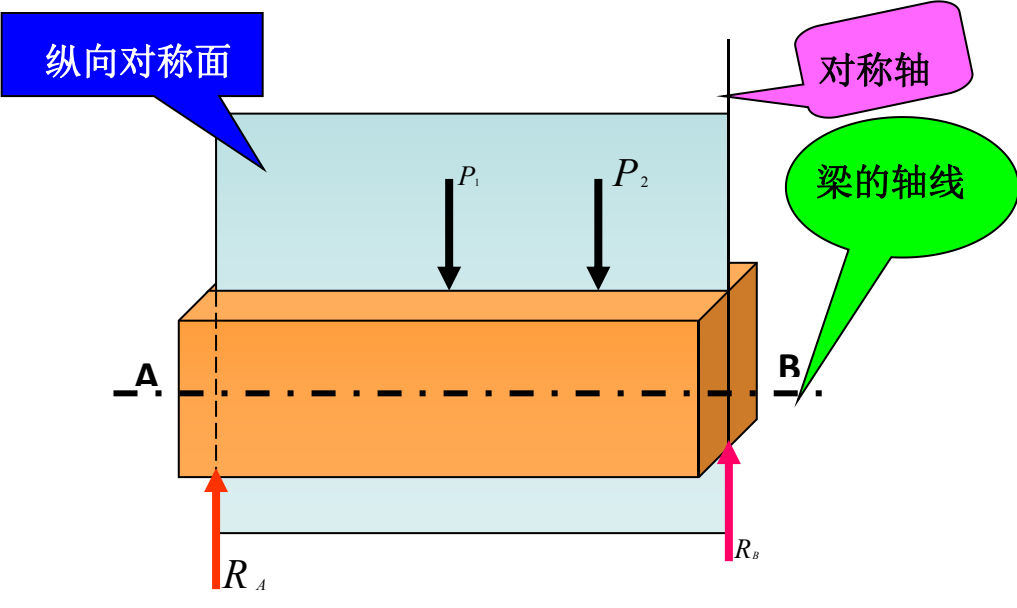
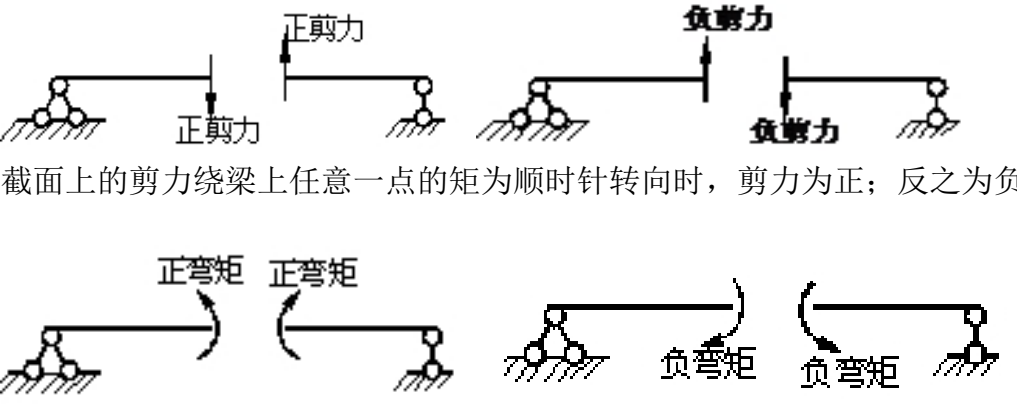
$$\tau_{\max} = \frac{M_{t,\max}}{W_p} \leq [\tau]$$

后记：

教 案

授课题目	章	第七章 梁的弯曲	授课时间	21
------	---	----------	------	----

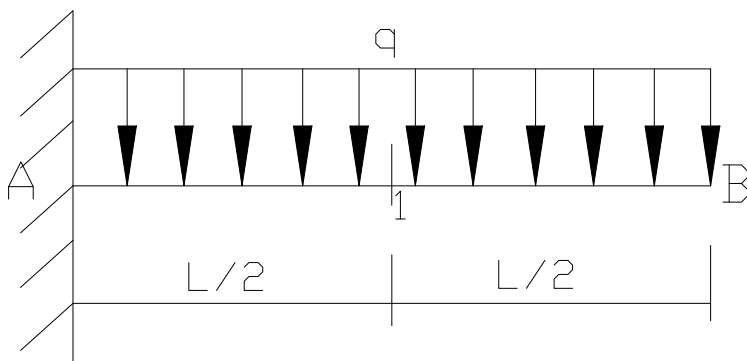
	节	第一节平面弯曲概念第二节梁的内力—剪力和弯矩	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	剪力和弯矩的正负确定 截面法求解梁的内力		
	了解:	平面弯曲的概念		
教学重点	剪力和弯矩的正负确定 截面法求解梁的内力			
教学难点	剪力和弯矩的正负确定 截面法求解梁的内力			
教学内容、方法及过程				附记
<p>新课导入：工程实际中把什么视为杆件结构呀？梁和柱，那么梁是受什么力的那？我们来继续学习梁的受力，首先我们来学习一下什么是弯曲？</p> <p>第一节 平面弯曲概念（了解）30 分钟</p> <p>一、简单梁</p> <p>1.简支梁</p> <p>2.悬臂</p> <p>3.外伸梁</p> <p>二、平面弯曲的概念</p> <p>具有纵向对称面外力都作用在此面内弯曲变形后轴线变成对称面内的平面曲线</p>				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

 <p>纵向对称面</p> <p>对称轴</p> <p>梁的轴线</p> <p>P_1 P_2</p> <p>A B</p> <p>R_A R_B</p> <p>梁变形后的轴线与外力在同一平面内</p> <p>第二节梁的内力—剪力和弯矩（掌握）40 分钟</p> <p>一、剪力、弯矩</p> <p>F_Q 剪力，平行于横截面的内力合力。</p> <p>M 弯矩，垂直于横截面的内力系的合力偶矩。</p> <p>二、剪力和弯矩的正负</p>  <p>正剪力 正剪力 负剪力 负剪力</p> <p>正弯矩 正弯矩 负弯矩 负弯矩</p> <p>截面上的剪力绕梁上任意一点的矩为顺时针转向时，剪力为正；反之为负。</p> <p>截面上的弯矩使得梁呈向下凹出为正；反之为负</p>	<p>举例讲解</p>
<p>教学内容、方法及过程</p>	<p>附记</p>

<p>三、截面法</p> <p>(1) 计算支座反力；</p> <p>(2) 用假定切面 m-m 截开梁成为两段；</p> <p>(3) 取外力简少部分的隔离体为研究对象进行受力分析—抄写外力和支反力，设定内力即剪力和弯矩，一般按正向内力的方向设定；</p> <p>(4) 按照隔离体的平衡原则列隔离体的平衡方程，解方程求出未知内力。</p> <p>四、简便法求内力 顺转剪力正，下凸弯矩正</p> <p>例题：如图所示，简支外伸梁受多种荷载作用，求 D 右一点内力</p> <p>(1) 求支座反力</p> <p>梁的整体平衡</p> $Y_E = 13kN, Y_B = 19kN$ <p>(2) 计算右一点截面上的剪力和弯矩</p> <p>顺转剪力正，下凸弯矩正</p> $F_{QD右} = 4 + 2 \times 4 - Y_E = -1kN$ $M_{D右} = Y_E \times 2 - 4 \times 4 - 2 \times 4 \times 2 = -6kN \cdot m$ <p>作业：P 120 7-1 7-2</p>	<p>举例讲解</p>
<p>小结：</p> <p>F_Q 剪力，平行于横截面的内力合力。</p> <p>M 弯矩，垂直于横截面的内力系的合力偶矩。</p> <p>顺时针转向时，剪力为正；反之为负</p> <p>梁呈向下凹出为正；反之为负</p>	
<p>后记：</p>	

教 案

授课题目	章	习 题 课	授课时间	22
------	---	-------	------	----

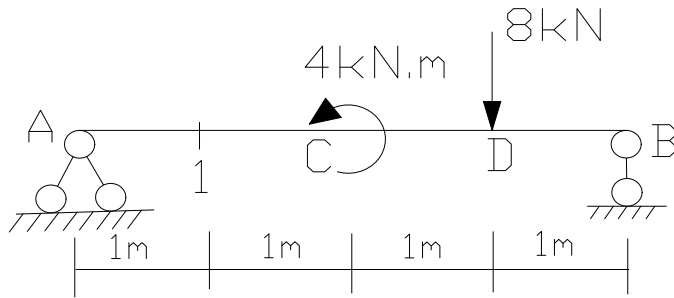
	节		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握： 利用截面法绘制梁的剪力和弯矩			
	了解：			
教学重点	利用截面法绘制梁的剪力和弯矩			
教学难点	利用截面法绘制梁的剪力和弯矩			
教学内容、方法及过程			附记	
用截面法计算梁指定截面上的剪力和弯矩。（掌握）80 分钟			举例讲解	
 <p>The diagram shows a horizontal beam of total length L. The left end is fixed to a wall at point A, and the right end is free at point B. A uniformly distributed load q is applied downwards along the entire length of the beam, represented by a series of downward-pointing triangles. A vertical line labeled '1' indicates a cross-section at the midpoint of the beam. Dimension lines below the beam show that the distance from A to section 1 is $L/2$, and the distance from section 1 to B is also $L/2$.</p>				
教学内容、方法及过程			附记	

将 AB 杆由 1 点截开 画出杆端内力 受力分析

举例讲解

$$\sum Y = 0 \quad Y_1 = \frac{ql}{2}$$

$$\sum M_1 = 0 \quad M_1 = -\frac{ql^2}{8}$$



求其支座反力：对 A 点取矩

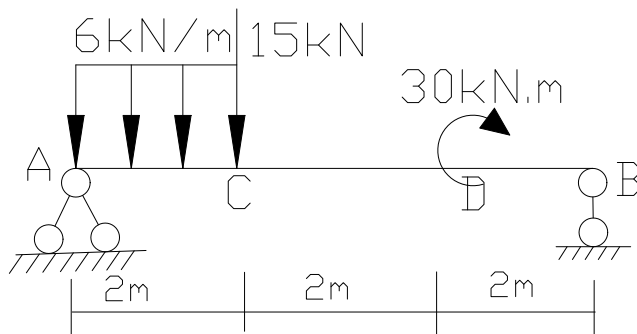
$$\sum M_A = 0 \quad 4 - 8 \times 3 + Y_B \times 4 = 0$$

$$Y_B = 5 \text{ kN}$$

$$\sum Y = 0 \quad Y_A = 3 \text{ kN}$$

$$\sum M_1 = 0 \quad -Y_A \times 1 + M_1 = 0 \quad M_1 = 3 \text{ kN.m}$$

求梁截面上的剪力和弯矩 图 C、D 截面左右



教学内容、方法及过程

附记

<p>取 C 截面左右取左侧为隔离体 受力分析</p> <p>求支座反力: $\sum M_A = 0 \quad Y_B = 12kN \quad \sum Y = 0 \quad Y_A = 15kN$</p> <p>左侧: $\sum Y = 0 \quad Y_{c左} = 3kN$</p> <p>右侧: $\sum Y = 0 \quad Y_{c右} = -12kN$</p> <p>左侧: $\sum M_{c左} = 0 \quad M_{c左} = 18kN.m$</p> <p>右侧: $\sum M_{c右} = 0 \quad M_{c右} = 18kN.m$</p> <p>取 D 截面左右取左侧为隔离体 受力分析</p> <p>左侧: $\sum Y = 0 \quad Y_{d左} = -12kN$</p> <p>右侧: $\sum Y = 0 \quad Y_{d右} = -12kN$</p> <p>左侧: $\sum M_{d左} = 0 \quad M_{d左} = -6kN.m$</p> <p>右侧: $\sum M_{d右} = 0 \quad M_{d右} = 24kN.m$</p> <p>作业: P 120 7-1 (b)</p>	<p>举例讲解</p>
<p>小结: 截面法</p> <p>(1) 计算支座反力;</p> <p>(2) 用假定切面 m-m 截开梁成为两段;</p> <p>(3) 取外力简少部分的隔离体为研究对象进行受力分析—抄写外力和支反力, 设定内力即剪力和弯矩, 一般按正向内力的方向设定;</p> <p>(4) 按照隔离体的平衡原则列隔离体的平衡方程, 解方程 求出未知内力。</p>	
<p>后记:</p>	

授课题目	章	第七章 梁的弯曲		授课时间	23
	节	第三节 梁的剪力图和弯矩图		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授		
教学目标	掌握： 方程法绘制内力图				
	了解： 剪力图、弯矩图的概念				
教学重点	方程法绘制内力图				
教学难点	方程法绘制内力图				
教学内容、方法及过程					附记
<p>新课导入：为了研究梁的强度和刚度问题，要确定内力沿轴线的变化规律，找出梁内的最大剪力和弯矩图所在的截面位置，为了表示梁内力的变化规律，需要画出梁的内力图——剪力图和弯矩图。</p> <p>第三节梁的剪力图和弯矩图（了解）20分钟</p> <p>一、剪力图、弯矩图</p> <p>用 $Q(x)$ 或 $M(x)$ 函数表示梁的各个横截面上的剪力和弯矩情况。</p> <p>绘制剪力图和弯矩图时，按选定的比例尺，以横截面上的剪力或弯矩为纵坐标，以截面沿梁轴线的位置为横坐标绘出表示 $Q(x)$ 或 $M(x)$ 的图线。</p>					举例讲解
教学内容、方法及过程					附记

二、内力图绘制：（掌握）70 分钟

1.方程法

列出内力方程，

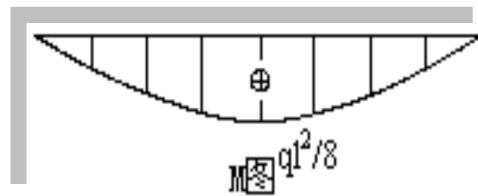
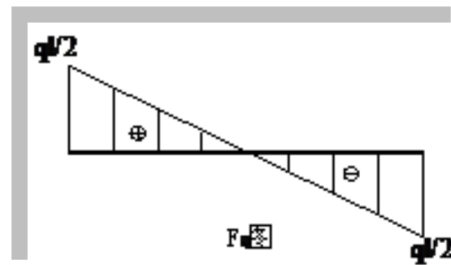
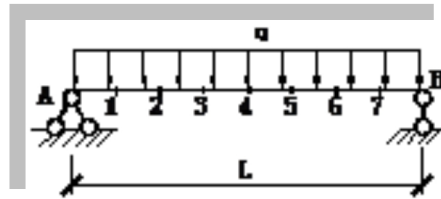
建立坐标系，

以横坐标为杆件，

以纵坐标为内力值，

画出内力方程图线。

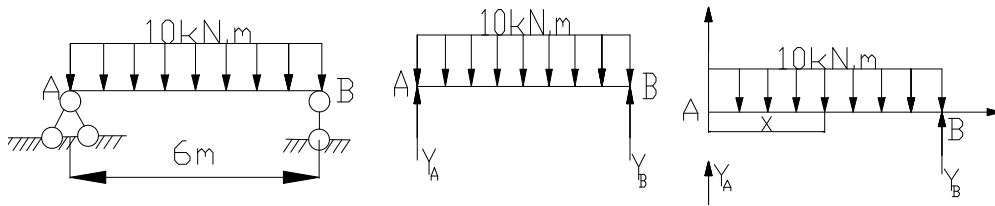
对于剪力，正值一般画在 x 轴的上侧；对于弯矩，一般画在梁的受拉侧。



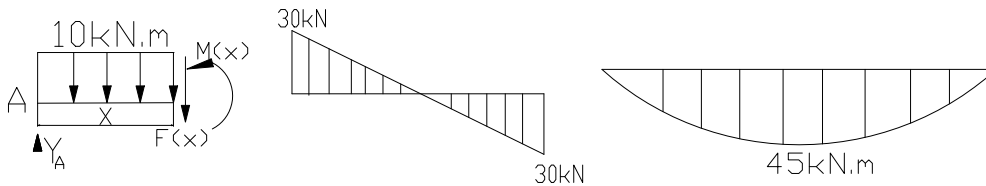
例题：用方程法绘制梁的剪力图和弯矩图

教学内容、方法及过程

附记



(1) 求支座反力



- (2) 以梁轴线为轴，支座为原点，建立平面坐标系
 (3) 从梁轴线的点处截开构件，取左段隔离体进行受力分析
 (4) 列剪力和弯矩方程的表达式为

$$F_Q(x) = Y_A - 10x = 30 - 10x, x \in [0, 6]$$

$$M(x) = Y_A \cdot x - 10x \cdot \frac{x}{2} = 30x - 5x^2, x \in [0, 6]$$

(5) 绘制内力方程图线

作业：P 121 7-3

举例讲解

小结：

方程法：

列出内力方程，建立坐标系，以横坐标为杆件，以纵坐标为内力值，画出内力方程图线。

后记：

教 案

授课题目	章	第七章 梁的弯曲	授课时间	24
------	---	----------	------	----

	节	第三节 梁的剪力图和弯矩图	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	微分法绘制内力图及其应用		
	了解:	微分法绘制内力图的推导过程		
教学重点	微分法绘制内力图及其应用			
教学难点	微分法绘制内力图及其应用			
教学内容、方法及过程				附记
<p>导入：前面我们学到了利用方程法绘制内力图，下面我们继续学习另外一种方法求解内力，就是我们下面要学的微分法绘制内力图！</p> <p style="text-align: center;">第三节 梁的剪力图和弯矩图</p> <p>2、微分法绘制内力：（掌握）80 分钟</p> <p>载荷集度、剪力和弯矩的微分关系：</p> $\frac{d^2M(x)}{dx^2} = \frac{dF_s(x)}{dx} = q(x)$				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

1、 $q=0$, $FQ=$ 常数, 剪力图为直线; $M(x)$ 为 x 的一次函数, 弯矩图为斜直线。

2. $q=$ 常数, $FQ(x)$ 为 x 的一次函数, 剪力图为斜直线;
 $M(x)$ 为 x 的二次函数, 弯矩图为抛物线。

分布载荷向上 ($q > 0$), 抛物线呈凹形;
分布载荷向上 ($q < 0$), 抛物线呈凸形。

3. 剪力 $FQ=0$ 处, 弯矩取极值。

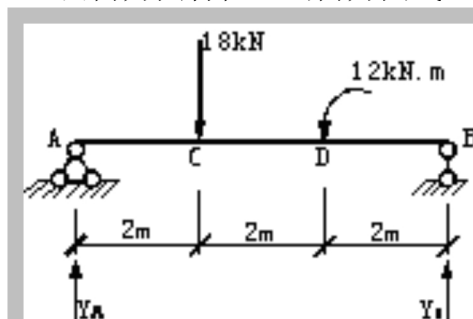
4. 集中力作用处, 剪力图突变; 集中力偶作用处, 弯矩图突变

3.控制点连线法

找出控制点(支座、均布荷起点、中点、终点, 集中力处、集中力偶处),

截面法求出各控制点内力,

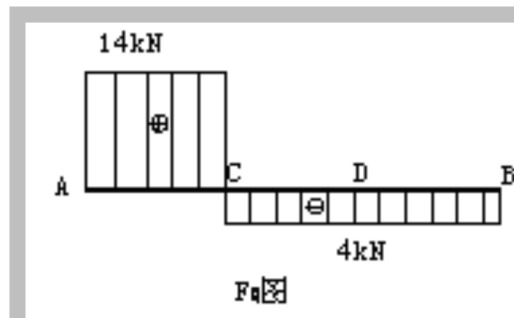
由内力图特征连出内力图线



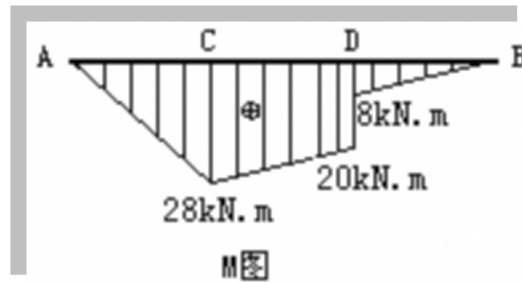
举例讲解

教学内容、方法及过程

附记



无均布荷，剪力图为水平线，集中力处有突变



无均布荷，弯矩图为斜直线，集中力偶处有突变

作业：P 121 7-4

举例讲解

小结：

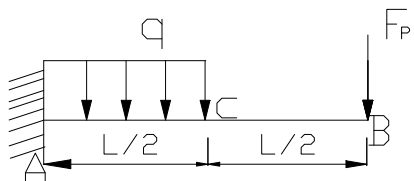
微分法绘制内力：

$$\frac{d^2M(x)}{dx^2} = \frac{dF_s(x)}{dx} = q(x)$$

后记：

教 案

授课题目	章	习 题 课	授课时间	25
------	---	-------	------	----

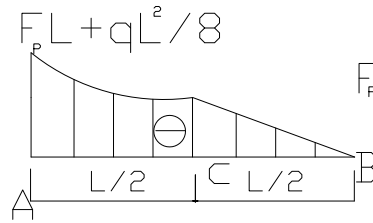
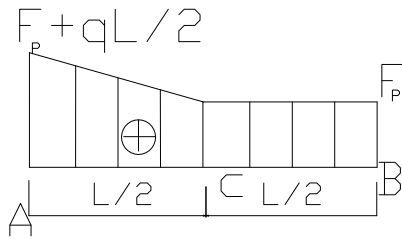
	节		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握:	方程法绘制内力图 微分法绘制内力图及其应用		
	了解:			
教学重点	方程法绘制内力图 微分法绘制内力图及其应用			
教学难点	方程法绘制内力图 微分法绘制内力图及其应用			
教学内容、方法及过程				附记
<p>一、用方程法绘制梁的剪力图和弯矩图（掌握）40 分钟</p>  <p>以右侧为研究对象： 剪力以顺时针为正，弯矩以逆时针为正。 取 CB 段：</p>				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

$$\sum Y = 0 \quad V_o = F_p$$

$$\sum M_o = 0 \quad F_p x + M_o = 0 \quad M_o = -F_p x \quad (0 \leq x \leq \frac{L}{2})$$

AC 段: $\sum Y = 0 \quad V_o = F_p + q(x - \frac{L}{2})$

$$\sum M_o = 0 \quad M_o = -F_p x - \frac{q}{2}(x - \frac{L}{2})^2 \quad (\frac{L}{2} \leq x \leq L)$$



V图

M图

以右侧为研究对象：剪力以顺时针为正，弯矩以逆时针为正。

求支座反力: $\sum M_A = 0 \quad Y_B = 13kN$

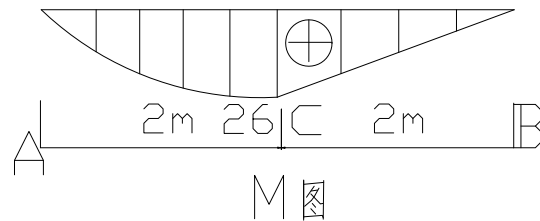
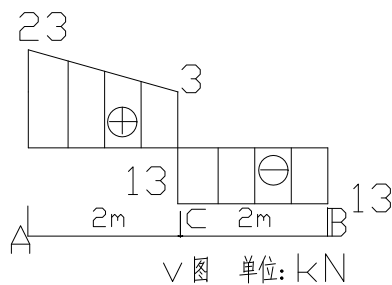
$$\sum Y = 23kN$$

取 CB 段: $\sum Y = 0 \quad V = -13kN$

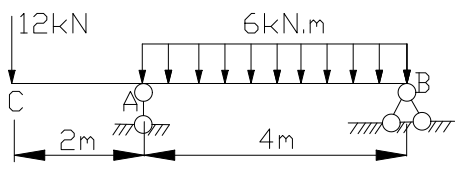
$$\sum M_o = 0 \quad M = 13x \quad (0 \leq x \leq 2)$$

取 AC 段: $\sum Y = 0 \quad V - 10 \times (x - 2) - 16 + 13 = 0$

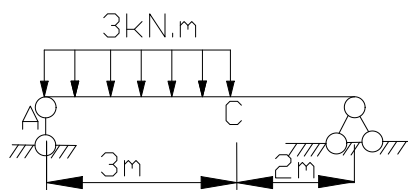
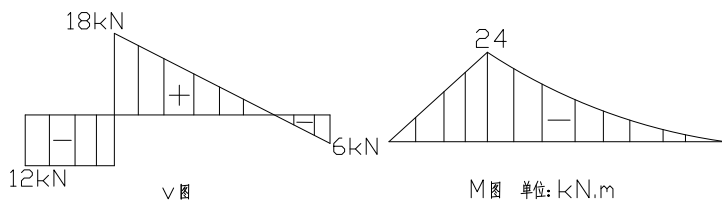
$$V = 10x - 17 \quad (2 \leq x \leq 4)$$



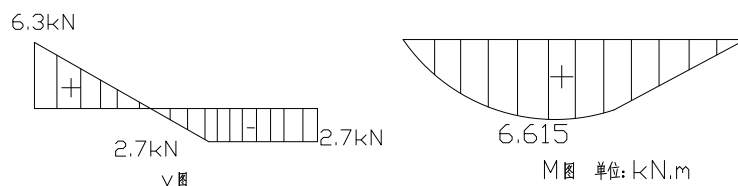
2、微分法绘制内力图（掌握）40 分钟



$$\sum M_A = 0 \quad F_B = 6kN \quad F_A = 30kN$$



$$\sum M_A = 0 \quad Y_A = 6.3kN \quad Y_B = 2.7kN$$



作业: P121 7-3 (a)

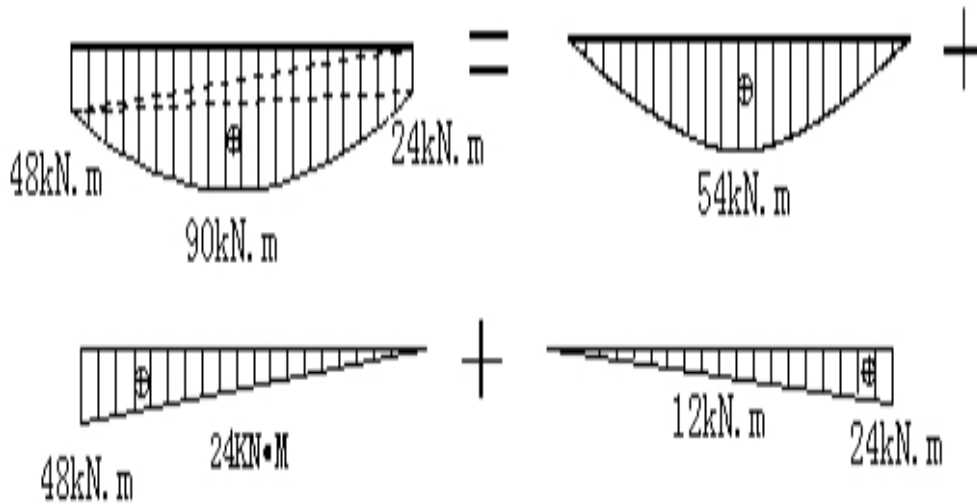
举例讲解

小结:

方程法绘制内力图
微分法绘制内力图

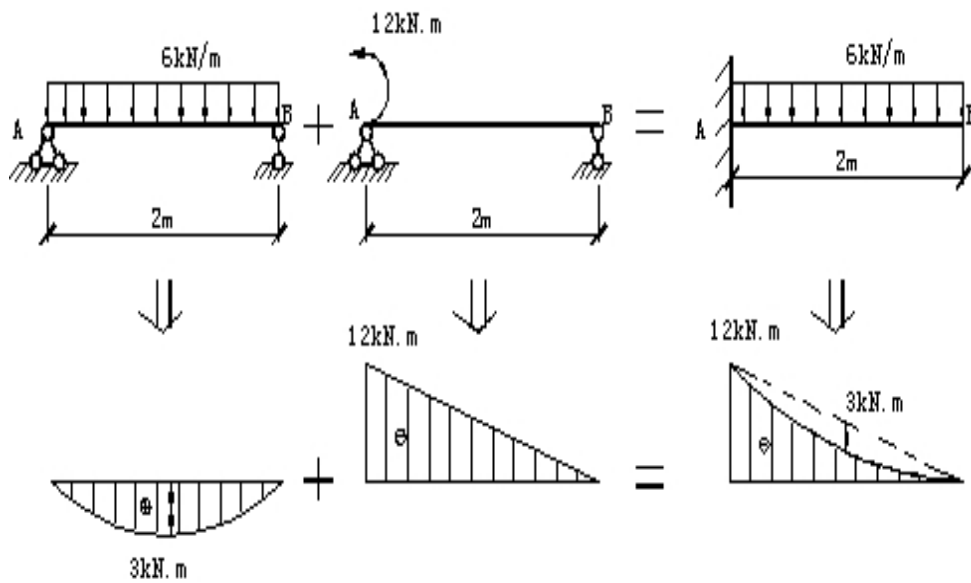
后记:

授课题目	章	第七章 梁的弯曲		授课时间	26
	节	第四节 叠加法绘制梁的内力图		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授		
教学目标	掌握： 叠加法绘制弯矩图的步骤				
	了解： 叠加原理				
教学重点	叠加法绘制弯矩图的步骤				
教学难点	叠加法绘制弯矩图的步骤				
教学内容、方法及过程					附记
<p>新课导入：梁在实际中经常会受到不同荷载的作用，同时受到集中荷载和均布荷载等作用，这些荷载作用在梁上的变形应如何求解？这节课我们来学习在多种荷载作用下梁的内力的绘制！</p> <p>第四节 叠加法绘制梁的内力图（了解）30 分钟</p> <p>一、叠加原理：构件在多个荷载作用下所引起的支座反力、弯矩、剪力、应力和变形等于各个荷载分别单独作用时所引起的弯矩、剪力、变形各自量相叠加的总和。</p>					举例讲解
教学内容、方法及过程					附记



二、叠加法绘制弯矩图的步骤：（掌握）40 分钟

- (1) 求支座反力
- (2) 分别作出单独荷载作用下的弯矩图
- (3) 将单独荷载作用下的弯矩图进行叠加



举例讲解

作业：P 121 7-87

小结：

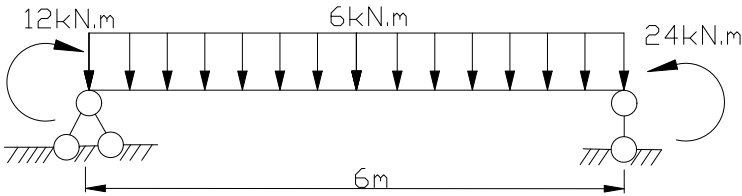
叠加法绘制弯矩图的步骤：

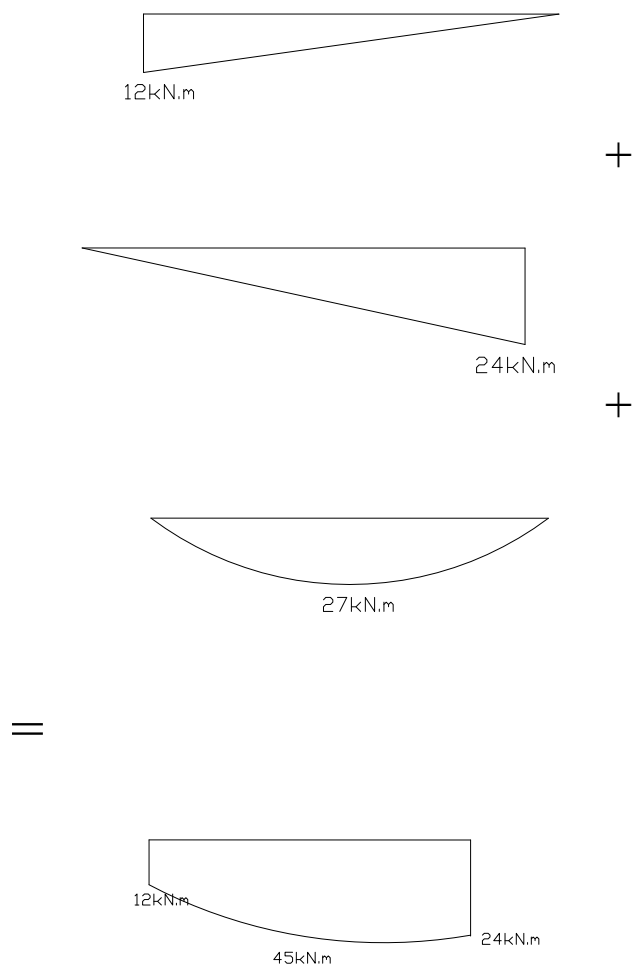
- (1) 求支座反力
- (2) 分别作出单独荷载作用下的弯矩图
- (3) 将单独荷载作用下的弯矩图进行叠加

后记：

教 案

授课题目	章	习 题 课	授课时间	27
------	---	-------	------	----

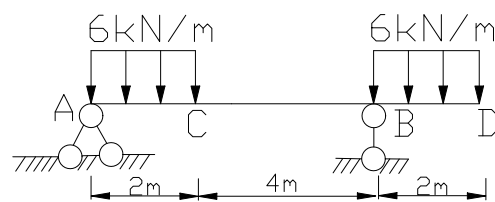
	节		检查签字
授课时数	2	授课方法	讲授
教学目标	掌握:	叠加法绘制弯矩图步骤及其应用 综合运用法	
	了解:		
教学重点	叠加法绘制弯矩图步骤及其应用 综合运用法		
教学难点	叠加法绘制弯矩图步骤及其应用 综合运用法		
教学内容、方法及过程			附记
<p>导入：上次我们已经学习了叠加法求弯矩，这节课我们利用叠加法来解决下面图形的弯矩！</p> <p>叠加法：（掌握）40 分钟</p> 			举例讲解
教学内容、方法及过程			附记



叠加法绘制弯矩图的步骤：

- (1) 求支座反力
- (2) 分别作出单独荷载作用下的弯矩图
- (3) 将单独荷载作用下的弯矩图进行叠加

综合运用：（掌握）40 分钟

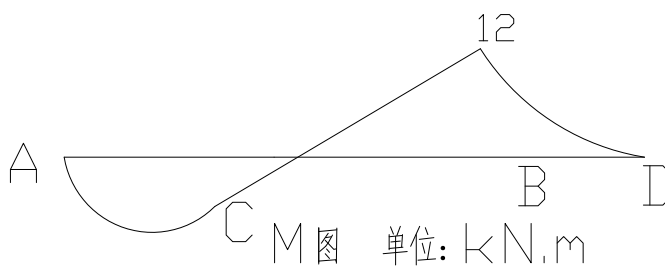
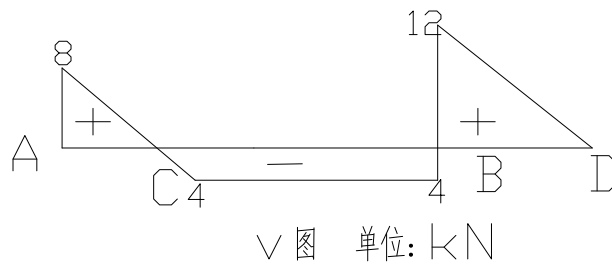


教学内容、方法及过程

附记

求其支座反力:

$$\sum M_A = 0 \quad Y_B = 16kN \quad \sum Y = 0 \quad Y_A = 8kN$$



课堂练习: P122 7-6 (b) 7-5 (d)

作业: P 122 7-6 (c)

举例讲解

小结:

叠加法绘制弯矩图步骤及其应用
综合运用法

后记:

教 案

授课题目	章	第七章 梁的弯曲	授课时间	28
------	---	----------	------	----

	节	第五节 梁弯曲时的应力及强度	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	弯曲正应力其应用		
	了解:	弯曲应力的推导过程		
教学重点	弯曲正应力及其应用			
教学难点	弯曲正应力其应用			
教学内容、方法及过程				附记
<p>新课导入：上几次课我们学习了梁的内力图的画法，我们知道了梁内力的分布，那么梁内的应力是什么样的那？我们来学习一下下面的知识！</p> <p>第五节 梁弯曲时的应力及强度（掌握）40 分钟</p> <p>一、弯矩作用下横截面上的正应力</p> <p>弯曲正应力</p> $\sigma = \frac{My}{I_z}$				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

正应力计算的步骤：1、求支座反力 2、求梁的横截面弯矩 3、求横截面惯性矩 求横截面上任一点的正应力，并确定拉压方向

2.梁的剪应力

矩形梁：

$$\tau = \frac{Q}{2I_z} \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right)$$

$$\tau_{\max} = \frac{3}{2} \times \frac{Q}{A}$$

工字梁：

$$\tau = \frac{QS_z^*}{I_z d}$$

$$\tau_{\max} = \frac{QS_{z \max}^*}{I_z d}$$

剪应力的计算步骤：1、求支座反力 2、求梁的横截面剪力 3、求横截面惯性矩

3.梁的应力强度条件（掌握）40 分钟

(1) 梁的正应力强度条件

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma]$$

工程中强度计算的三类问题：强度校核
横截面设计
确定许用荷载

(2) 梁的剪应力强度条件

$$\tau_{\max} \leq [\tau]$$

即

$$\frac{Q_{\max} S_{z \max}^*}{I_z b} \leq [\tau]$$

作业：P 122 7-8

举例讲解

小结：

$$\sigma = \frac{My}{I_z} \quad \tau = \frac{Q}{2I_z} \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right) \quad \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma]$$

$$\tau_{\max} = \frac{3}{2} \times \frac{Q}{A}$$

后记：

教 案

授课题目	章	第七章 梁的弯曲	授课时间	29
------	---	----------	------	----

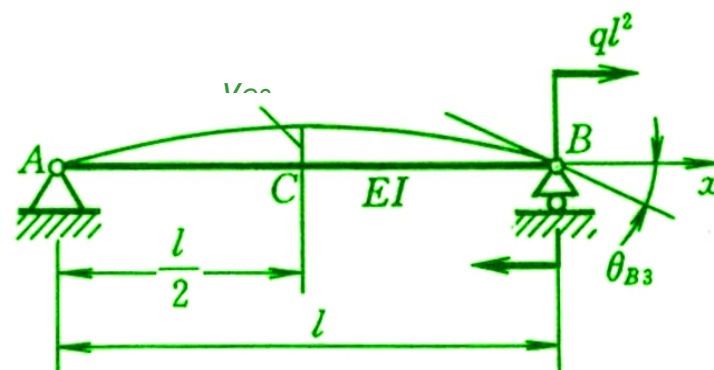
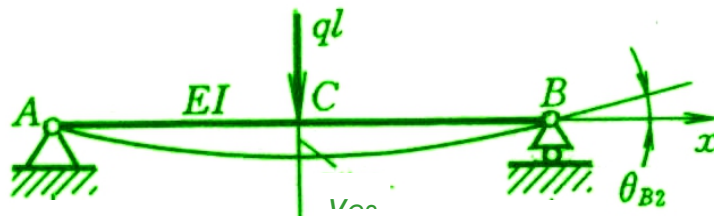
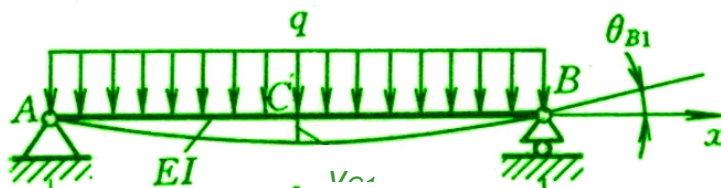
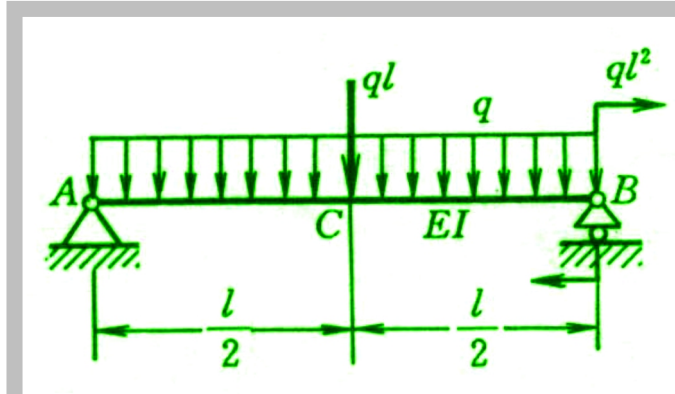
	节	第六节 梁的变形	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握:	用叠加法求梁的变形 提高梁刚度的措施		
	了解:	挠度、转角的概念		
教学重点	用叠加法求梁的变形 提高梁刚度的措施			
教学难点	用叠加法求梁的变形 提高梁刚度的措施			
教学内容、方法及过程				附记
<p>新课导入: 梁的强度满足了就能正常工作了吗? 如果梁产生了较大的变形的时候, 同学们会觉得安全吗? 所以我们这节课学习一下梁的变形!</p> <p style="text-align: center;">第六节 梁的变形 (了解) 20 分钟</p> <p>一、梁的挠度和转角</p> <p>挠度: 弯曲变形前后竖向的距离。 向下为正, 用 y 表示, 单位为 mm。</p> <p>转角: 弯曲变形前后其轴线切线所转动的角度。 顺时针为正, 用 θ 表示。单位为 rad (弧度)</p> <p>挠度转角关系为: $\theta \approx \tan \theta = \frac{dy}{dx}$</p> <p style="text-align: center;">二、叠加法计算梁的变形 (掌握) 50 分钟</p>				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

弯曲变形的叠加原理：

梁在若干个载荷共同作用时的挠度或转角，等于在各个载荷单独作用时的挠度或转角的代数和。这就是计算弯曲变形的叠加原理

举例讲解

例题：已知简支梁受力如图所示， q 、 l 、 EI 均为已知。求 C 截面的挠度 y_C ； B 截面的转角 θ_B



教学内容、方法及过程

附记

<p>(1) 将梁上的载荷分解</p> $y_C = y_{C1} + y_{C2} + y_{C3}$ $\theta_B = \theta_{B1} + \theta_{B2} + \theta_{B3}$ <p>(2) 查表得 3 种情形下 C 截面的挠度和 B 截面的转角。</p> $y_{C1} = -\frac{5ql^4}{384EI} \quad \theta_{B1} = \frac{ql^3}{24EI}$ $y_{C2} = -\frac{ql^4}{48EI} \quad \theta_{B1} = \frac{ql^3}{16EI}$ $y_{C3} = \frac{ql^4}{16EI} \quad \theta_{B3} = -\frac{ql^3}{3EI}$ <p>(3) 应用叠加原理，将简单载荷作用时的结果求和</p> $y_C = -\frac{5ql^4}{384EI} - \frac{ql^4}{48EI} + \frac{ql^4}{16EI} = \frac{11ql^4}{384EI}$ $\theta_B = \frac{ql^3}{24EI} + \frac{ql^3}{16EI} - \frac{ql^3}{3EI} = -\frac{11ql^3}{48EI}$ <p>提高梁刚度的措施：1、选择合理截面 2、改善支座形式减小弯矩值 3、改善荷载形式减小弯矩值</p> <p>作业：P 123 7-12</p>	<p>举例讲解</p>
<p>小结：</p> <p>梁在若干个载荷共同作用时的挠度或转角，等于在各个载荷单独作用时的挠度或转角的代数和。</p>	
<p>后记：</p>	

教 案

授课题目	章	第七章 梁的弯曲	授课时间	30
------	---	----------	------	----

	节	第七节 梁的应力状态	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握:	任一截面的应力的		
	了解:	四个强度理论		
教学重点	任一截面的应力的			
教学难点	任一截面的应力的			
教学内容、方法及过程				附记
<p>新课导入：通过上节课梁的变形的学习，我们来了解并深入的学习一下梁的应力状态！</p> <p>第七节 梁的应力状态（了解）40 分钟</p> <p>1. 斜截面上的应力</p> <p>主平面：单元体上没有切应力的面。</p> <p>主应力：主平面上的正应力</p> <p>单向应力状态：两个主应力为零</p> <p>平面（二向）应力状态：一个主应力为零</p> <p>空间（三向）应力状态：三个主应力均不为零</p> $\sigma_{\alpha} = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) + \frac{1}{2}(\sigma_x - \sigma_y)\cos 2\alpha - \tau_{xy}\sin 2\alpha$				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

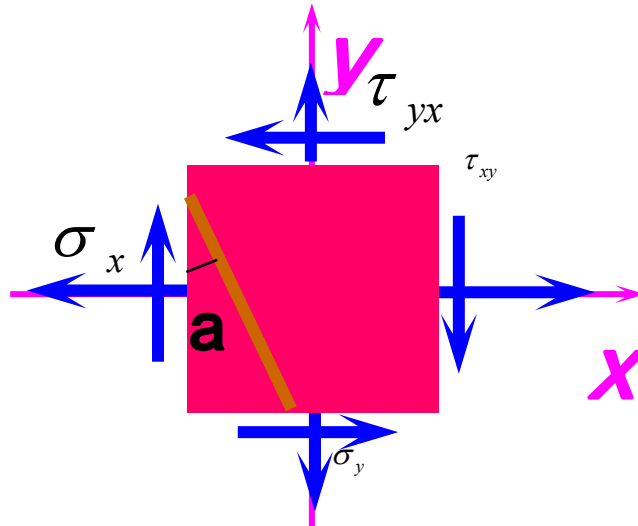
$$\tau_{\alpha} = \frac{1}{2}(\sigma_x - \sigma_y) \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cos 2\alpha$$

2.正负号规则：（掌握）40 分钟

正应力：拉为正；反之为负

切应力：使微元顺时针方向转动为正；反之为负。

α 角：由 x 轴正向逆时针转到斜截面外法线时为正；反之为负。



3. 正应力极值和方向

$$\tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$$

主应力按代数值排序： $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$

<p>应力圆：</p> $\left(\sigma_\alpha - \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_\alpha^2 = \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2$ <p>这个方程恰好表示一个圆，这个圆称为应力圆</p> <p>几种对应关系：</p> <p>点面对应——应力圆上某一点的坐标值对应着微元某一截面上的正应力和切应力</p> <p>梁的主应力迹线：在梁的 xy 平面内可以绘制两组正交的曲线，在一组曲线上每一点处切线的方向是该点处主应力（拉应力）的方向，而在另一组曲线上每一点处切线的方向则为主应力(压应力)的方向。这样的曲线就称为梁的主应力迹线。</p> <p>四个强度理论</p> <p>第一强度理论相当应力 $\sigma_{r1} = \sigma_1$</p> <p>第二强度理论相当应力 $\sigma_{r2} = [\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3)]$</p> <p>第三强度理论相当应力 $\sigma_{r3} = (\sigma_1 - \sigma_3)$</p> <p>第四强度理论相当应力 $\sigma_{r4} = \left\{ \frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2] \right\}^{\frac{1}{2}}$</p> <p>作业：P124 7-13</p>	<p>举例讲解</p>
<p>小结：</p> $\tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} \quad \sigma_{\max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$ $\sigma_{\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$	
<p>后记：</p>	

教 案

授课题目	章	第九章 压杆稳定	授课时间	31
------	---	----------	------	----

	节	第一节概述第二节临界力和临界应力	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲授	
教学目标	掌握:	影响临界力因素 临界力公式 欧拉公式适用条件		
	了解:	临界力 压杆失稳 临界应力总图		
教学重点	影响临界力因素 临界力公式 欧拉公式适用条件			
教学难点	影响临界力因素 临界力公式 欧拉公式适用条件			
教学内容、方法及过程				附记
<p>新课导入：在工地中 我们经常看到在建筑物施工外侧架立了一圈的钢管，我们把它们叫做脚手架，脚手架在安装的时候如果架子中间很长的時候不会因为强度不够而破坏，而是架子在某一平面内失稳，失去稳定性造成破坏，这种破坏在工程实际中是要避免的，为了解决这一问题我们来学习这章的内容！</p> <p>第一节 概述（了解）20 分钟</p> <p>临界力</p> <p>压杆失稳</p>				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

第二节临界力和临界应力（掌握）40分钟

举例讲解

一、影响临界力的因素

- 1、材料特性 2、截面几何性质 3、杆件长度 4、两端约束条件

二、压杆临界力

$$\text{欧拉公式: } P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

$$\text{修改后欧拉公式: } P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} \text{ (约束条件)}$$

三、压杆临界应力

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{\mu l}{i}\right)^2} \quad \sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2 A}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

欧拉公式的适用条件

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \leq \sigma_p$$

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}}$$

$$\lambda \geq \lambda_p$$

教学内容、方法及过程

附记

<p>根据柔度的大小可将压杆分为三类: (了解) 20 分钟</p> <p style="text-align: right;">$\lambda \geq \lambda_p$</p> <p>1.大柔度杆或细长杆 压杆将发生失稳.此时压杆在直线平衡形式下横截面上的正应力不超过材料的比例极限.</p> <p>2、中长杆 $\lambda_s \leq \lambda \leq \lambda_p$ 压杆亦发生失稳.此时压杆在直线平衡形式下横截面上的正应力已超过材料的比例极限.截面上某些部分已进入塑性状态.</p> <p>3.粗短杆 $\lambda < \lambda_s$ 压杆不会发生失稳,但将会发生屈服破坏.</p> <p>作业: P143 9-1</p>	<p>举例讲解</p>
<p>小结:</p> $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} \quad \sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$ <p>1.大柔度杆或细长杆 $\lambda \geq \lambda_p$ 2、中长杆 $\lambda_s \leq \lambda \leq \lambda_p$ 3.粗短杆 $\lambda < \lambda_s$</p>	
<p>后记:</p>	

授课题目	章	第九章 压杆稳定		授课时间	32
	节	第三节压杆稳定的计算第四节提高压杆稳定性的措施		检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授		
教学目标	掌握： 压杆稳定的计算公式				
	了解： 提高压杆稳定性的措施				
教学重点	压杆稳定的计算公式				
教学难点	压杆稳定的计算公式				
教学内容、方法及过程					附记
<p>导入：上次课我们学习了欧拉公式，大家一起来复习一下什么是欧拉公式，它解决什么问题呀？杆件的稳定性！这节课我们来继续学习压杆的稳定计算！</p> <p>第三节 压杆稳定的计算（掌握）60 分钟</p> $\sigma = \frac{P}{A} \leq [\sigma_{cr}]$ <p>$[\sigma_{cr}]$—临界应力的许用值</p>					举例讲解
教学内容、方法及过程					附记

$$[\sigma_{cr}] = \frac{\sigma_{cr}}{K}$$

K— 稳定安全系数

$$[\sigma_{cr}] = \frac{\sigma_{cr}}{K} = \varphi[\sigma]$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \varphi[\sigma]$$

$$\sigma = \frac{P}{\varphi A} \leq [\sigma]$$

压杆稳定条件的三方面计算：

- 1、稳定校核
- 2、计算压杆的承载力（容许荷载）
- 3、对压杆进行截面设计

<p style="text-align: center;">第四节 提高压杆稳定性的措施（了解）25 分钟</p> <p>一、 合理选择截面形状</p> <p>二、 改善杆端约束情况和减小压杆长度</p> <p>支承的刚性越大，压杆长度系数值越低，临界载荷越大。如，将两端铰支的细长杆，变成两端固定约束的情形，临界载荷将呈数倍增加。</p> <p>三、 合理选择材料</p> <p>对于细长杆，若选用高强度钢，对压杆临界载荷影响甚微，意义不大，反而造成材料的浪费。</p> <p>对于粗短杆或中长杆，其临界载荷与材料的比例极限或屈服强度有关，这时选用高强度钢会使临界载荷有所提高。</p> <p>作业： P 144 9-5</p>	举例讲解
<p>小结：</p> $\sigma = \frac{P}{A} \leq [\sigma_{cr}] \quad [\sigma_{cr}] = \frac{\sigma_{cr}}{K} = \varphi[\sigma]$ <p>提高压杆稳定性的措施：1、合理选择截面形状 2、改善杆端约束情况和减小压杆长度 3、合理选择材料</p>	
<p>后记：</p>	

授课题目	章	第十章 杆件结构的几何组成分析	授课时间	33
	节	第一节 几何组成分析的基本概念 第二节 平面体系的自由度及其约束	检查签字	
授课时数	2	授课方法	讲 授	
教学目标	掌握:	平面体系的自由度及其约束		
	了解:	几何组成分析的基本概念		
教学重点	平面体系的自由度及其约束			
教学难点	平面体系的自由度及其约束			
教学内容、方法及过程				附记
第十章 杆件结构的几何组成分析 第一节 几何组成分析的基本概念 一、几何可变体系与几何不可变体系 1.几何可变体系: 几何可变体系是在不考虑材料应变的条件下, 其几何形状或位置可以改变的体系。 2.几何不可变体系: 几何不可变体系是在不考虑材料应变的条件下, 其几何形状或位置不能改变的体系。 一般工程结构在使用过程中, 应保持自身的几何形状和位置不变, 必须是几何不变体系, 而不能采用几何可变体系。 3.几何组成分析 几何组成分析是指对体系的几何可变与否进行的分析和判断。这里只讨论平面体系的几何组成分析。				举例讲解
教学内容、方法及过程				附记

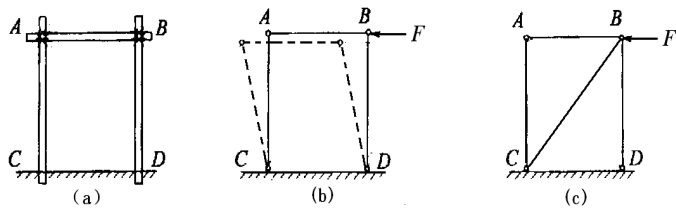


图10-1

4.几何组成分析的目的

- ①判别体系是否为几何不变体系，从而确定它是否能作为结构使用；
- ②正确区分静定结构和超静定结构，以便选择计算方法，为结构的内力分析打下必要的基础；
- ③明确体系的几何组成顺序，有助于了解结构各部分之间的受力和变形关系，确定相应的计算顺序。

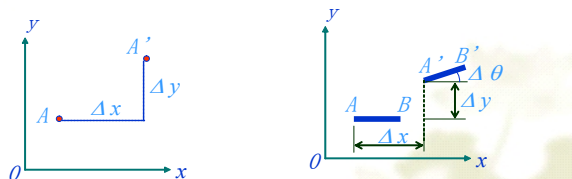
第二节 平面体系的自由度及其约束

举例讲解

一、自由度

点的自由度 2个

刚片的自由度 3个



自由度：体系运动时，用来确定其位置所需的独立坐标的数目。

二、约束：又称联系，它是使体系自由度减少的因素

如果体系有了自由度，必须消除，消除的办法是增加约束。常见的约束有三种：

1、链杆

由于链杆 AC 的存在使刚片减少一个自由度，则一个链杆相当于一个约束。

刚性构件不论直杆或曲杆、折杆，只要杆件两端用铰链与其它杆件相连，且杆上无荷载与其它约束，都可称为链杆。

折线链杆与曲线链杆在约束上等同于将两端铰相连的直线链杆。

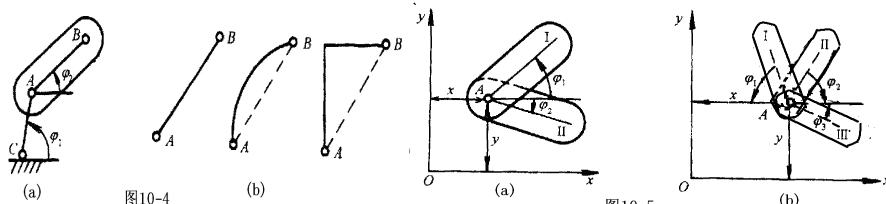


图10-4

图10-5

教学内容、方法及过程

附记

<p>2、铰</p> <p>简单铰：连接两个刚片的铰称为简单铰，也称为单铰。</p> <p>复合铰：当一个铰同时连接两个以上的刚片时称为复合铰。</p> <p>一个简单铰能减少两个自由度，相当于两个约束。</p> <p>一般而言，连接 n 个刚片的复合铰相当于 $n-1$ 个简单铰，也相当于 $2(n-1)$ 个约束。</p> <p>如图 10-5 (b) 所示，连接三个刚片的复合铰相当于 $2 \times (3-1) = 4$ 个约束。</p> <p>3、刚结点</p> <p>将两个刚片连接成一个整体的结点，称为刚性结点。</p> <p>如图 10-6 所示，两刚片 I、II 由一刚性结点连接，通过分析可知，连接两个刚片的刚性结点能减少三个自由度，相当于三个约束。</p> <p>4、多余约束</p> <p>如果在一个体系中增加一个约束，而体系的自由度并不减少，则该约束为多余约束；否则，为非多余约束。</p> <p>如果一个体系中有多个约束存在，只有非多余约束才对体系的自由度有影响，多余约束对体系的自由度没有影响。</p> <p>在平面体系几何组成分析时，必须分清哪些约束是非多余约束，哪些约束是多余约束。</p> <p>三、虚铰</p> <p>将 O 点称为刚片 I、II 的相对转动瞬心（即瞬心）。</p> <p>该转动瞬心位于两链杆轴线的交点上，且其位置随两刚片的转动而改变，又称为虚铰。</p> <p>一个简单铰相当于两个约束，也相当于两根不共线的链杆；反之，两根不共线的链杆可构成一个简单铰，但由两根不共线链杆构成一个铰的形式不是唯一的。</p>	<p>举例讲解</p>
<p>小结：</p> <p> 自由度：体系运动时，用来确定其位置所需的独立坐标的数目。</p> <p> 约束：又称联系，它是使体系自由度减少的因素</p>	
<p>后记：</p>	