皖 西 学 院 教 案

2014 - 2015 学年 第 一 学期

课 程 名 称 混凝土结构基本原理

授课专业班级 土木 1203-1206

授 课 教 师 秦凤艳

职 称 讲师

教 学 单 位 建筑与土木工程学院

教 研 室 土木工程

学 期 授 课 计 划 说 明

<table>
<tr><td>课程类别</td><td colspan="3">专业核心</td><td>总学分</td><td>3.5</td><td>总学时</td><td>56</td></tr>
<tr><td>本学期学时</td><td>教学周次</td><td>周学时</td><td colspan="5">学 时 分 配</td></tr>
<tr><td rowspan="2">56</td><td rowspan="2">14</td><td rowspan="2">4</td><td>讲授</td><td>实验</td><td>上机</td><td>考查</td><td>其他</td></tr>
<tr><td>56</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>教学
目的要求</td><td colspan="7">1、本课程属土木工程专业必修的专业核心课，是一门实践性很强且与国家及行业规范、规程等密切相关的课程。在专业培养方案“知识体系”中所属于结构设计原理和方法知识领域。
2、通过本课程的学习，使学生掌握混凝土结构学科的基本理论和基本知识，掌握基本构件的设计方法和构造要求。为在校继续学习《混凝土结构及砌体结构设计》专业课以及毕业设计和毕业后在混凝土结构学科领域继续学习提供坚实基础。</td></tr>
<tr><td>教学
重点难点</td><td colspan="7">重点：掌握混凝土结构的一般概念及特点、钢筋和混凝土的物理、力学性能，钢筋与混凝土的粘结性能，熟悉实用设计表达式，掌握受弯构件、受压构件、受拉构件、受扭构件设计，熟悉构件构造要求，掌握构件的变形、裂缝宽度验算，熟悉耐久性设计、预应力混凝土构件的受力性能与设计、掌握混凝土楼盖设计。
难点：受扭构件设计、偏心受压构件设计、耐久性设计、预应力混凝土构件、楼盖设计及构件构造要求。</td></tr>
<tr><td>选用教材</td><td colspan="7">《混凝土结构基本原理》，主编郭靳时，武汉大学出版社，2013 第 1 版</td></tr>
<tr><td>主要
参考资料</td><td colspan="7">1、《混凝土结构基本原理》，梁兴文主编，重庆大学出版社，2011 年。
2、混凝土结构设计规范 GB50010-2010,中国建材工业出版社，2011
3、荷载规范 GB50009-2011，中国建材工业出版社，2012
4、建筑抗震设计规范 GB50011－2010,中国建筑工业出版社,2010</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="7">具体根据学生对每个知识点的掌握情况,适当补充习题巩固学生对知识的理解和掌握。</td></tr>
</table>

单 元 教 案

知识单元主题	**第 1 知识单元　混凝土结构设计概念、原则及材料力学性能（教材：绪论、第 1 章、第 2 章内容）**	**学时**	**6**
教学内容（摘 要）	1.1　混凝土结构的一般概念及发展与应用 1.2　钢筋的物理力学性能 1.3　混凝土的物理力学性能 1.4　混凝土与钢筋的粘结性能 1.5　按近似概率的极限状态设计法 1.6　实用设计表达式		
教学目的要求	熟悉混凝土结构的的发展发展与应用，掌握混凝土结构的基本概念和钢筋、混凝土的物理力学性能，混凝土与钢筋的粘结性能，熟悉按近似概率的极限状态设计法、掌握实用设计表达式。		
教学重点难点	**重点：**混凝土结构的基本概念、钢筋和混凝土的物理力学性能、实用设计表达式 **难点：**混凝土与钢筋的粘结性能、按近似概率的极限状态设计法。		
教学方法手段	用多媒体课件,公式推导中各种实验图表用课件展示,计算公式适当用板书。		
备注	用一个简单的简支桥梁的设计案例，导入本课程，引导学生用以前学过的力学知识结合本课程，解决结构设计问题。在设计方法中，引导学生注意本课程与《荷载与结构设计方法》《钢结构基本原理》两门课程的知识体系的关联性。		

分 教 案

授课主题	1.1　混凝土结构的一般概念及发展与应用 1.2　钢筋的物理力学性能 1.3　混凝土的物理力学性能 1.4　混凝土与钢筋的粘结性能	**课次**	第 1 次
教学方法手段	用多媒体课件,公式推导中各种实验图表用课件展示，计算公式适当用板书。	**学时**	4
教学目的要求	熟悉混凝土结构的的发展发展与应用，掌握混凝土结构的基本概念和钢筋、混凝土的物理力学性能，混凝土与钢筋的粘结性能。		
教学重难点	**重点：**混凝土结构的基本概念、钢筋和混凝土的物理力学性能 **难点：**混凝土与钢筋的粘结性能		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
第 1 知识单元　混凝土结构设计概念、原则及材料力学性能 **1.1　混凝土结构的一般概念及发展与应用** **一、 混凝土结构的一般概念** 混凝土结构优点: （1）合理用材。　（2）耐久性好，维护费用低。 （3）耐火性好。　（4）可模性好。 （5）整体性好。　（6）易于就地取材。 混凝土结构缺点: （1）自重大。（2）抗裂性差。 （3）施工比较复杂，工序多。（4）补强维修工作比较困难。 **二、 混凝土结构的发展与应用概况** 1. 结构发展过程：三个阶段 2. 材料：高性能混凝土、纤维混凝土 3. 结构：钢-钢筋混凝土混合结构、预应力混凝土结构 4. 计算理论	用一个简单的简支桥梁的设计案例，导入本课程，引导学生用以前学过的力学知识结合本课程，解决结构设计问题。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) 三、 学习本课程要注意的问题 1.2 钢筋的物理力学性能 一、钢筋的品种和级别 二、钢筋的力学性能 三、钢筋的冷加工－－冷拉和冷拔 四、钢筋的蠕变、松弛和疲劳 五、混凝土结构对钢筋性能的要求 1.3 混凝土的物理力学性能 一、混凝土的强度 二、混凝土破坏机理 三、复杂应力下混凝土的受力性能 四、混凝土的变形 1.4 混凝土与钢筋的粘结性 一、粘结的概念 二、粘结的机理 三、粘结强度	引导学生用以前学过的力学和建筑材料课程知识结合本课程，理解结构设计问题。

课后作业	P32 1.3 1.4 1.5 1.10 1.15
教学后记	

分 教 案

授课主题	1.5　按近似概率的极限状态设计法 1.6　实用设计表达式	课次	第 2 次
教学方法手段	用多媒体课件,公式推导中各种实验图表用课件展示，计算公式适当用板书。	学时	2
教学目的要求	熟悉近似概率的极限状态设计法，掌握实用设计表达式。		
教学重难点	**重点：**实用设计表达式 **难点：**近似概率的极限状态设计法		

教 学 内 容 纲 要	备注
1.5　按近似概率的极限状态设计法 **一、结构的功能：安全性、适用性和耐久性** **二、极限状态和设计状况** **三、结构的可靠度** **四、可靠指标与失效概率：** β　P_f **1.6　实用设计表达式** **一、设计验算点的确定、分项系数** **二、承载能力极限状态设计表达式** 1. 表达式：$\gamma_0 S \le R$ 2. 基本组合: 由可变荷载效应控制的组合: $S=\gamma_G S_{Gk}+\gamma_{Q1} S_{Q1k}+\sum_{i=2}^{n}\gamma_{Qi}\psi_{Ci} S_{Qik}$ 由永久荷载效应控制的组合：$S=\gamma_G S_{Gk}+\sum_{i=1}^{n}\gamma_{Qi}\psi_{Ci} S_{Qik}$ **三、正常使用极限状态设计表达式** 1. 表达式：$S \le C$	引导学生注意本课程与《荷载与结构设计方法》《钢结构基本原理》两门课程的知识体系的关联性。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) 2、荷载组合 对于标准组合：$S = S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^{n} \psi_{Ci} S_{Qik}$ 对于准永久组合：$S = S_{Gk} + \sum_{i=1}^{n} \psi_{qi} S_{Qik}$ **四、材料强度和荷载的取值** 1、材料强度：标准值、设计值 2、荷载：荷载标准值、荷载设计值、荷载代表值 **本章小结：**	

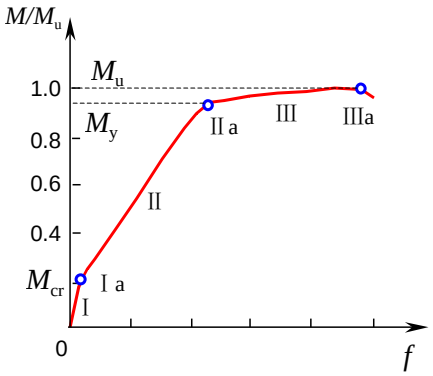
课后作业	P53 2.2 2.4 2.8
教学后记	

单 元 教 案

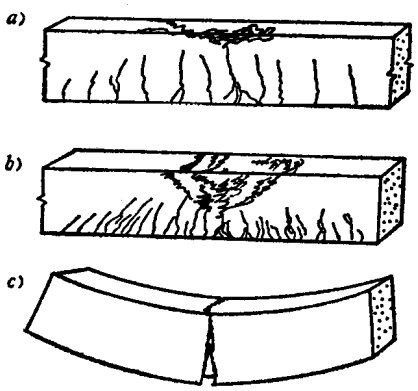
知识单元主题	**第 2 知识单元　钢筋混凝土受弯构件承载力的设计计算（教材第 3 章，第 4 章）**	**学时**	**18**
教学内容（摘 要）	2.1　受弯构件的一般构造 2.2 正截面受弯承载力的试验结果、基本假定及其应用 2.3 单（双）筋矩形截面、T 形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算 2.4 斜截面受剪承载力的试验结果、影响因素其基本假定 2.5 斜截面受剪承载力计算公式、适用范围及其计算方法 2.6 保证斜截面受弯承载力的构造措施		
教学目的要求	熟悉受弯构件的一般构造，了解正截面受弯承载力的试验结果、基本假定及其应用，掌握单（双）筋矩形截面、T 形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算，熟悉斜截面受剪承载力的试验结果、影响因素其基本假定，掌握斜截面受剪承载力计算公式、适用范围及其计算方法，熟悉保证斜截面受弯承载力的构造措施。		
教学重点难点	**重点：**正截面受弯基本假定、单（双）筋矩形截面、T 形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算，斜截面受剪承载力计算公式、适用范围及其计算方法 **难点：**T 形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算、保证斜截面受弯承载力的构造措施		
教学方法手段	用多媒体课件,公式推导中各种实验图表用课件展示，计算公式适当用板书。		
备注	本章应抓住“实验—基本假定—计算简图—计算公式—适用条件”主线进行教学。		

分 教 案

授课主题	2.1 受弯构件的一般构造 2.2 正截面受弯承载力的试验结果	课次	第 1 次
教学方法手段	用多媒体课件,各种实验观看实验视频。	学时	2
教学目的要求	熟悉受弯构件的一般构造，了解正截面受弯承载力的试验结果		
教学重难点	重点：受弯构件的一般构造、正截面受弯承载力的试验结果		

教 学 内 容 纲 要	备注
2.1 受弯构件的一般构造 **一、 梁、板的一般构造** 1. 截面形式与尺寸 2. 材料选择与一般构造：混凝土、钢筋 3. 板钢筋的强度等级及常用直径 4. 纵向钢筋的配筋率 **2.2 正截面受弯承载力的试验结果** **一、适筋梁的正截面受弯实验受弯的三个受力阶段** 1.适筋梁的正截面受弯实验 2. 三个阶段受力特征 Ⅰa 状态：抗裂计算的依据（Mcr Ⅱ阶段：裂缝、刚度计算的依据 Ⅲa 状态：Mu 计算的依据  	导入材料力学中受弯构件的受力应力特征，和混凝土构件作对比分析。

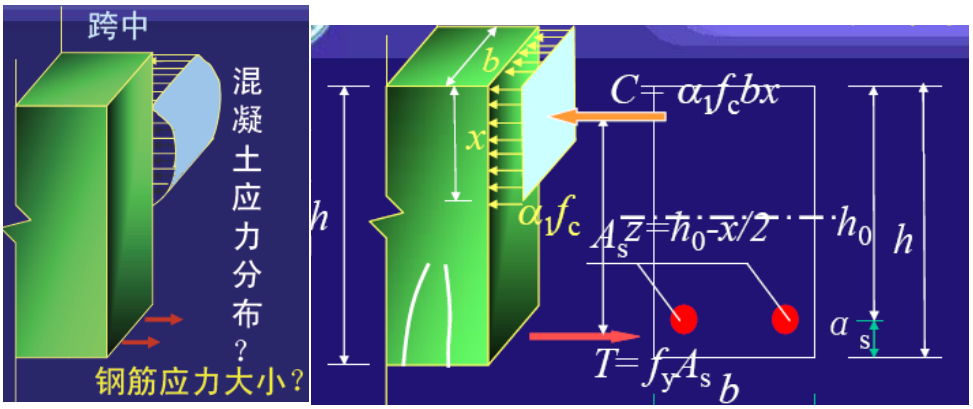
分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) **二、正截面受弯的三种破坏形态** 1.适筋破坏　2.超筋破坏　　3.少筋破坏  **三、正截面受弯的三种破坏的特征**	给学生观看适筋梁的正截面受弯实验录像

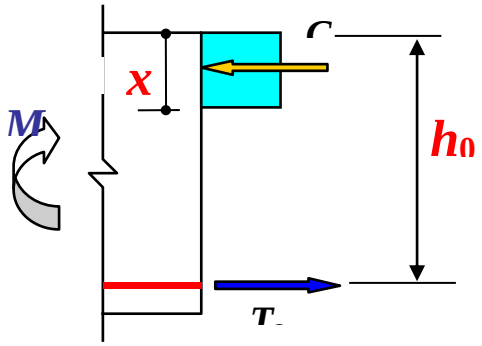
课后作业	P90　3.2　3.3
教学后记	

分 教 案

授课主题	2.2 正截面受弯承载力基本假定及其应用	课次	第 2 次
教学方法手段	用多媒体课件,各种实验观看实验视频。	学时	4
教学目的要求	熟悉受弯构件的一般构造，了解正截面受弯承载力的试验结果		
教学重难点	重点：受弯构件的一般构造、正截面受弯承载力的试验结果		

教 学 内 容 纲 要	备注
2.2 正截面受弯承载力基本假定及其应用 **一、 基本假定** 1、 截面应变保持平面; 2、 不考虑混凝土的抗拉强度; 3、 混凝土的受压应力-应变关系; 4、 钢筋的应力-应变关系，受拉钢筋的极限拉应变取 0.01。 **二、等效矩形应力图** **1.符合基本假定的应力图** **2.等效矩形应力图** 	导入材料力学中受弯构件的受力应力特征，和混凝土构件作对比分析。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) **三、适筋梁与超筋梁的界限及界限配筋率** 1.ξ的定义：$\xi=\frac{x}{h_0}$  2. 相对界限受压区高度 ξb $$\xi_b=\frac{\beta_1}{1+\frac{0.002}{\varepsilon_{cu}}+\frac{f_y}{E_s\varepsilon_{cu}}}$$ 3、适筋梁与超筋梁界限的四个判别条件是等价的 $\rho\le\rho_{\max}$、$\xi\le\xi_b$、$M\le M_{u,\max}$、$\alpha_s\le\alpha_{s,\max}$ **四、适筋梁与少筋梁的界限--最小配筋率 $\rho_{\min}$** 规范公式$\rho_{\min}=\frac{A_s}{bh}=0.45\frac{f_t}{f_y}$	给学生观看适筋梁的正截面受弯实验录像
课后作业	P90　3.5　3.6
教学后记	

分 教 案

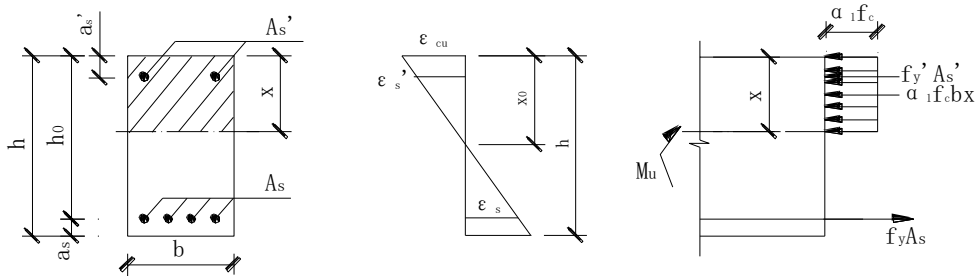
授课主题	2.3 单（双）筋矩形截面、T 形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算	课次	第 3 次
教学方法手段	多媒体课件,公式板书推导。	学时	4
教学目的要求	掌握单筋、双筋矩形与 T 形截面受弯构件正截面受弯承载力的计算方法。		
教学重难点	重点：单筋、双筋矩形与 T 形截面受弯承载力的计算 重点： T 形截面受弯承载力的计算		

教 学 内 容 纲 要	备注

2.3 单（双）筋矩形截面、T 形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算

2.3.1 单筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算

一、 基本计算公式及适用条件



用力学知识建立受弯构件的计算公式

$$\sum x=0 \qquad \alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' = f_y A_s$$

$$\sum M_{As}=0 \qquad M \le \alpha_1 f_c b x\left(h_0-\frac{x}{2}\right)+f_y' A_s'\left(h_0-a_s'\right)$$

2、适用条件

（1）为了防止超筋破坏，保证构件破坏时纵向受拉钢筋首先屈服，应满足

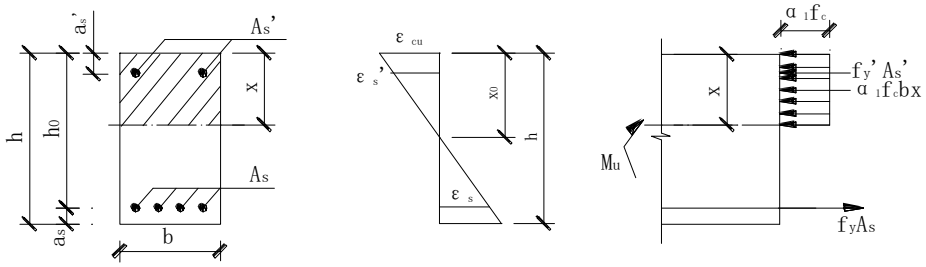
$\xi \leqslant \xi_b$ 或 $x \leqslant \xi_b h_0$ 或 $\rho \leqslant \rho_{max}$

（2）为了防止少筋破坏，应满足 $A_s \geqslant \rho_{min} bh$。

二、 截面承载力计算的两类问题

1、截面设计

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) 情形 1：已知截面设计弯矩 M、截面尺寸 $b\times h$、混凝土强度等级及钢筋级别，求受拉钢筋截面面积 A_s。 情形 2：已知截面设计弯矩 M、混凝土强度等级和钢筋级别，求构件截面尺寸 $b\times h$ 和受拉钢筋截面面积 A_s。 2、截面复核 已知截面设计弯矩 M、截面尺寸 $b\times h$、受拉钢筋截面面积 A_s、混凝土强度等级及钢筋级别，求正截面承载力 M_u 是否足够。 **2.3.2 双筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力的计算** **一． 概述** 1、双筋概念 2、双筋适用条件 **二．基本计算公式及适用条件**  图 4.19 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算简图 1．基本公式 $\sum x=0 \qquad \alpha_1 f_c b x+f_y' A_s'=f_y A_s$ $\sum M_{As}=0 \qquad M\le \alpha_1 f_c b x\left(h_0-\frac{x}{2}\right)+f_y' A_s'\left(h_0-a_s'\right)$ 2、适用条件 1）为了防止超筋破坏，保证构件破坏时纵向受拉钢筋首先屈服，应满足 $\xi \leqslant \xi_b$ 或 $x\leqslant \xi_b h_0$ 或 $\rho\leqslant \rho_{max}$	用力学知识建立受弯构件的计算公式。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) 2）为了保证受压钢筋在构件破坏时达到屈服强度，应满足 $x \geq 2a_s^{'}$ 当条件（2）不满足时，受压钢筋应力还未达到 f_y'，因应力值未知，可近似地取 $x=2a_s'$，并对受压钢筋的合力作用点取矩：$M \leq f_y A_s \left(h_0 - a_s^{'}\right)$ **三、 截面承载力计算的两类问题** 1、截面设计 情形 1：已知截面的弯矩设计值 M、构件截面尺寸 $b\times h$、混凝土强度等级和钢筋级别，求受拉钢筋截面面积 A_s和受压钢筋截面面积 A'_s。 情形 2：已知截面的弯矩设计值 M、截面尺寸 $b\times h$、混凝土强度等级和钢筋级别、受压钢筋截面面积 A'_s，求构件受拉钢筋截面面积 A_s。 2、截面复核 已知截面弯矩设计值 M，截面尺寸 $b\times h$、混凝土强度等级和钢筋级别，受拉钢筋 A_s和受压钢筋 A'_s，求正截面受弯承载力 M_u是否足够。 **2.3.3 T 形截面受弯构件正截面受弯承载力的计算** **一．概述** 1、T 形截面特征 2、**翼缘计算宽度 bf'** **二．基本计算公式及适用条件** **1、两类 T 形截面梁的判别** 1）第一类 T 形截面：中和轴在翼缘内，即 $x \leqslant h_f'$； 2）第二类 T 形截面：中和轴在梁肋内，即 $x > h_f'$。 **2. 第一类截面计算公式** $\alpha_1 f_c b_f' x = f_y A_s$ $M \leq \alpha_1 f_c b_f' x(h_0 - \frac{x}{2})$	用力学知识建立受弯构件的计算公式。

分 教 案

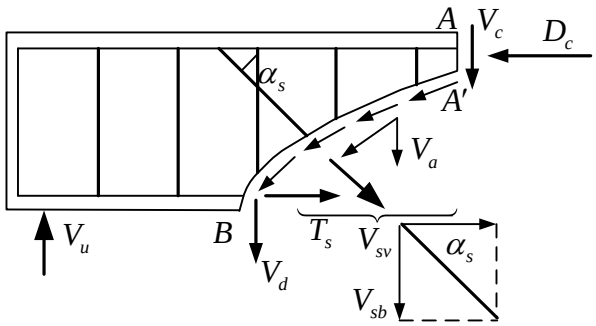
教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) **3. 第二类截面计算公式** $\alpha_1 f_c (b'_f - b) h'_f + \alpha_1 f_c b x = f_y A_s$ $M \le \alpha_1 f_c (b'_f - b) h'_f (h_0 - \frac{h'_f}{2}) + \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2})$ **三、 截面承载力计算的两类问题** 1. 截面设计 已知：截面弯矩设计值 M、截面尺寸、混凝土强度等级和钢筋级别，求受拉钢筋截面面积 A_s。 2. 截面复核 已知：截面弯矩设计值 M，截面尺寸、受拉钢筋截面面积 A_s、混凝土强度等级及钢筋级别，求正截面受弯承载力 M_u是否足够。	用力学知识建立受弯构件的计算公式。
课后作业	P90 3.11 习题 3.1 3.6 3.7
教学后记	

分 教 案

授课主题	**2.4 受剪承载力的试验结果、影响因素其基本假定** **2.5 受剪承载力计算公式、适用范围及其计算方法**	**课次**	第 4 次
教学方法手段	多媒体课件,公式板书推导。	**学时**	4
教学目的要求	**熟悉受剪承载力的试验结果、影响因素其基本假定，掌握受剪承载力计算公式、适用范围及其计算方法**		
教学重难点	重点：受弯构件的一般构造、正截面受弯承载力的试验结果		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
2.4 受剪承载力的试验结果、影响因素其基本假定 **一、斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态** 1、腹剪斜裂缝、弯剪斜裂缝 2、剪跨比 3、斜截面受剪破坏的三种主要形态 **二、简支梁斜截面受剪机理** **三、斜截面受剪三种破坏形态** （1）斜拉破坏。若腹筋数量配置很少，且剪跨比 $\lambda > 3$ 时，产生斜拉破坏。 （2）剪压破坏。若腹筋数量配置适当，且剪跨比 $1 < \lambda \leqslant 3$ 时，发生剪压破坏。 （3）斜压破坏。当腹筋数量配置很多时，斜裂缝间的混凝土因主压应力过大而发生斜向受 **四、影响受剪承载力的主要因素**	给学生观看梁的正截面受剪实验录像。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) **2.5 受剪承载力计算公式、适用范围及其计算方法** **一、基本假定**  （1）对配置腹筋的简支梁，忽略纵筋的销栓力和混凝土骨料的咬合力 $$V_u = V_{cs} + V_{sb}$$ $$V_{cs} = V_c + V_{sv}$$ （2）以集中荷载力为主的梁，应考虑剪跨比λ对受剪承载力的影响。其他梁则忽略剪跨比的影响。忽略纵向钢筋对受剪承载力的影响。 （3）假设发生剪压破坏时，与斜裂缝相交的腹筋达到屈服。同时混凝土在剪压复合力作用下达到极限强度。 （4）在V_c中不考虑箍筋的影响，而将由箍筋的影响使混凝土的承载力提高的部分包含在V_{sv}中。 **二、计算公式** **1、矩形、T 形和工形截面的一般受弯构件** $$V \le V_{cs} = 0.7 f_t b h_o + {}_{yv}\frac{A_{sv}}{s} h_o + V_{sb}$$ **2、集中荷载作用下的独立梁（≥75％）** $$V \le V_{cs} = \frac{1.75}{\lambda + 1.0} f_t b h_o + f_{yv}\frac{A_{sv}}{s} h_o + V_{sb}$$	用力学知识建立受弯构件的计算公式。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(续前页) 3、 Vsb---弯起钢筋的受剪承载力 $V_{sb}=0.8f_yA_{sb}\sin\alpha_s$ $\lambda=1.5\sim3$ 三、计算公式的适用条件 1. 公式的上限——截面尺寸限制条件 当 $h_w/b\le4$ 时 $V\le0.25\beta_c f_c bh_o$ 当 $h_w/b\ge6$ 时 $V\le0.20\beta_c f_c bh_o$ 当 $4<h_w/b<6$ 时，按线性内插法确定，即 $V\le0.025(14-h_w/b)\beta_c f_c bh_o$ 2. 公式的下限——最小配箍率和箍筋最大间距 $\rho_{sv}=\frac{A_{sv}}{bs}\ge\rho_{sv,\min}=0.24\frac{f_t}{f_{yv}}$ 四、斜截面受剪承载力的设计计算 1、受剪计算斜截面位置的选取 1）建规支座边缘截面（1-1）; 2） 腹板宽度改变处截面（2-2）; 3） 箍筋直径或间距改变处截面（3-3）; 4）受拉区弯起钢筋弯起点处的截面（4-4）。 2、设计计算—即计算公式的应用 （1）截面复合 （2）截面设计	

课后作业	P130 思考题：4.2 4.4 习题：4.2 4.3
教学后记	

分 教 案

授课主题	2.6 保证斜截面受弯承载力的构造措施	课次	第 5 次
教学方法手段	多媒体课件,结合规范	学时	4
教学目的要求	熟悉受剪承载力的试验结果、影响因素其基本假定，掌握受剪承载力计算公式、适用范围及其计算方法		
教学重难点	重点：受弯构件的一般构造、正截面受弯承载力的试验结果		

教 学 内 容 纲 要	备注

2.6 保证斜截面受弯承载力的构造措施

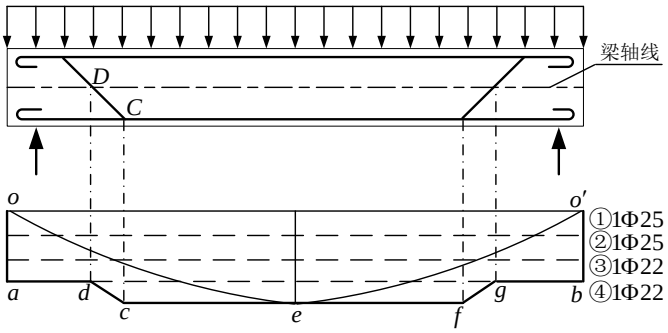
一、抵抗弯矩图的概念及绘制方法

1. 抵抗弯矩图的绘制方法

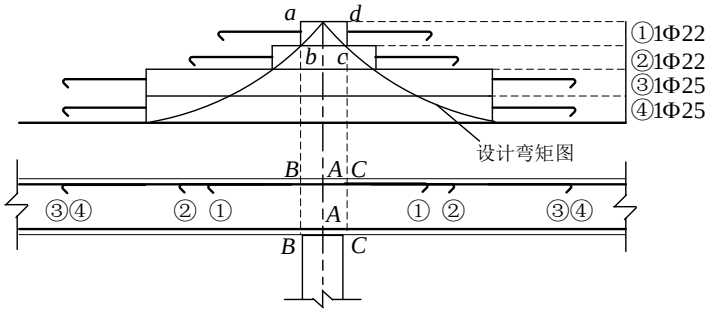
（1）纵向受力钢筋沿梁长不变化时的抵抗弯矩图

$$M_{ui}=\frac{A_{si}}{A_s}M_u$$

（2）纵筋弯起时的抵抗弯矩图

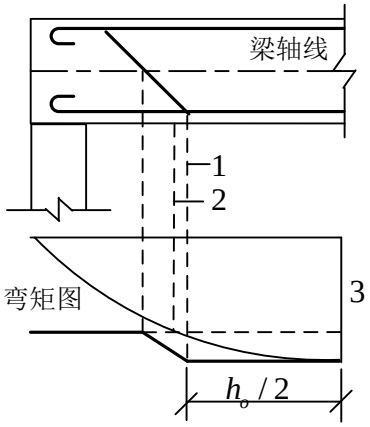
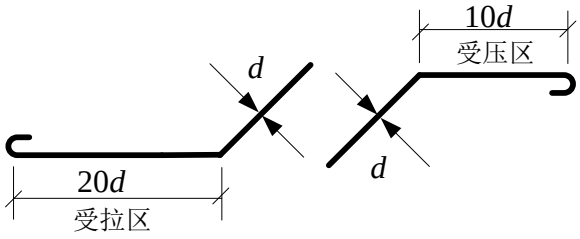


（3）纵筋被截断时的抵抗弯矩图

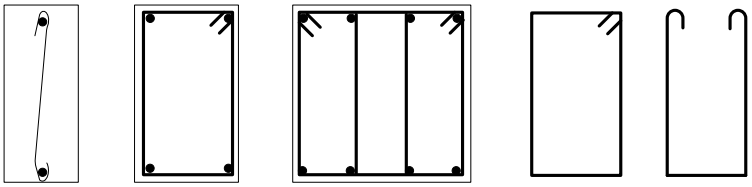


用图形结合，并且结合规范，学习构造要求。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
2. 抵抗弯矩图的作用 （1）反映材料利用的程度 （2）确定纵向钢筋的弯起数量和位置 （3）确定纵向钢筋的截断位置 **二、 纵向钢筋的弯起** （1）保证正截面受弯承载力 （2）保证斜截面受剪承载力 （3）保证斜截面受弯承载力  **三、纵向钢筋的截断** **四、受弯构件中钢筋的构造要求** **五、钢筋骨架的构造** 1. 弯起钢筋的构造要求  	用图形结合，并且结合规范，学习构造要求。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
2. 箍筋的构造要求 (1) 箍筋的形式和肢数  (*a*) (*b*) (*c*) (*d*) (*e*) (2) 箍筋的直径和间距 (3) 箍筋的布置 3. 架立钢筋的构造要求 梁内架立钢筋主要用来固定箍筋，从而与纵筋、箍筋形成骨架，并且架立钢筋还能抵抗温度和混凝土收缩变形引起的应力。梁内架立钢筋的直径主要与梁的跨度有关，当梁的跨度小于 4m时，不宜小于8mm。当梁的跨度为4m～6m时，不宜小于10mm。当梁的跨度大于6m时，不宜小于12mm。 **本章小结:**	

课后作业	**P130 思考题：4.62 习题：4.5**
教学后记	

单 元 教 案

知识单元主题	**第 3 知识单元　钢筋混凝土受压构件截面承载力的设计计算（教材第 6 章，第 3 章）**	**学时**	**8 学时**
教学内容（摘 要）	3.1 受压构件的一般构造 3.2 轴心受压构件正截面受压承载力计算 3.3 偏心受压构件正截面的受力过程与破坏形态及偏心受压构件正截面的一般计算公式 3.4　不对称（对称）配筋矩形（工字形）截面偏心受压构件正截面承载力计算 3.5　正截面承载力 *Nu-Mu* 相关曲线及其应用 3.6　偏心受压构件斜截面受剪承载力的计算		
教学目的要求	掌握配有普通箍筋和螺旋箍筋轴心受压柱的破坏特征和设计方法；理解大小偏心受压构件的破坏特征及其判别方法；考虑二阶矩影响后，掌握建立两类偏心受压构件的基本公式，理解界限偏心矩的计算方法。熟练掌握矩形截面非对称、对称配筋的截面设计方法，了解工形截面对称配筋截面设计；了解偏心受压构件的 N-M 相关曲线的推导过程，掌握 N-M 相关曲线在结构设计中的应用。了解偏心偏心受压构件斜截面受剪承载力的计算；掌握受压构件的构造要求。		
教学重点难点	**重点：** 普通箍筋和螺旋箍筋轴心受压柱的设计方法，矩形截面非对称、对称配筋的截面设计方法 **难点：** 受压构件的 N-M 相关曲线，受压构件的构造要求		
教学方法手段	用多媒体课件,公式推导中各种实验图表用课件展示,计算公式适当用板书。		
备注	用框架柱的设计，导入本次课程，引导学生用以前学过的力学知识结合本课程，解决结构设计问题。		

分 教 案

授课主题	**3.1 受压构件的一般构造** **3.2 轴心受压构件正截面受压承载力计算** **3.3 偏心受压构件正截面的受力过程与破坏形态及偏心受压构件正截面的一般计算公式**	**课次**	第 1 次
教学方法手段	用多媒体课件,各种实验观看实验视频。	**学时**	4
教学目的要求	掌握配有普通箍筋和螺旋箍筋轴心受压柱的破坏特征和设计方法; 理解大小偏心受压构件的破坏特征及其判别方法，掌握偏心受压构件正截面的一般计算公式。		
教学重难点	**重点:** 普通箍筋和螺旋箍筋轴心受压柱设计方法，偏心受压构件正截面的一般计算公式。 **难点:** 大小偏心受压构件的破坏特征及其判别方法，		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
3.1 受压构件的一般构造 **一、截面形状和尺寸** 1、形状 2、截面尺寸 **二、材料强度** 1、混凝土 2、钢筋 **三、纵向钢筋** 1、最小配筋率 2、最大配筋率 3、纵向受力钢筋的根数 4、纵向受力钢筋的直径 5、柱侧面的纵向构造钢筋	

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
三、箍筋 1、箍筋形式 2、箍筋间距 3、箍筋直径 4、复合箍筋 **3.2 轴心受压构件正截面受压承载力计算** 一、 轴心受压普通箍筋柱的正截面受压承载力 纵筋的作用 箍筋的作用 1、轴心受压短柱的受力性能 2、轴心受压长柱的受力性能 3、配普通箍筋柱的承载力计算 （1）计算简图 （2）计算公式： $N \le 0.9\phi(f_c A + f'_y A'_s)$ 4、柱的计算长度 二、 配螺旋箍筋或焊接环式箍筋柱的受压承载力计算 1、配螺旋箍筋柱的受力性能 2、配螺旋箍筋柱的轴心受压承载力计算公式推导 $N \le 0.9\left(f_c A_{cor} + f'_y A'_s + 2\alpha f_y A_{ss0}\right)$ 3、公式说明 4、螺旋箍筋的构造规定 **3.3 偏心受压构件正截面的受力过程与破坏形态及偏心受压构件正截面的一般计算公式** 一、 破坏形态 1、受拉破坏 ---大偏心受压破坏 2、受压破坏--- 小偏心受压破坏	用图形结合，并且结合规范，学习构造要求。

分 教 案

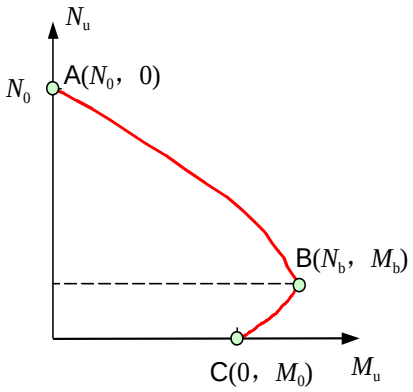
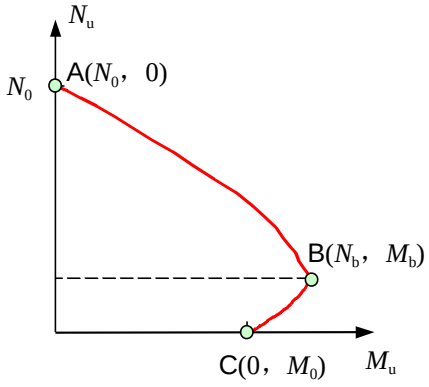
教 学 内 容 纲 要	备注
二、 长柱的正截面受压破坏 1、纵向弯曲引起二阶效应 2、三种破坏类型 **三、偏心受压长柱的二阶弯矩** 1、考虑挠曲二阶效应计算 2、除排架结构柱外，考虑二阶效应后的弯矩值 $M = C_m \eta_{ns} M_2$ $C_m = 0.7 + \frac{M_1}{M_2}$ $\eta_s = 1 + \frac{1}{\frac{1300\left(\frac{M_2}{N} + e_a\right)}{h_0}} \left(\frac{l_0}{h}\right)^2 \zeta_c$ **三、 构件侧移二阶效应的增大系数法** $M = M_{ns} + \eta_s M_s$ **1、 框架结构柱** **2、 剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒体结构** **3、排架结构柱** **四、矩形截面偏压构件正截面受压承载力计算公式** 1、大小偏心破坏的界限 2、偏压构件的正截面承载力计算 **1）大偏心受压构件的计算** **2）小偏心受压构件的计算**	
课后作业	
教学后记	

分 教 案

授课主题	**3.4 不对称（对称）配筋矩形（工字形）截面偏心受压构件正截面承载力计算** **3.5 正截面承载力 *Nu-Mu* 相关曲线及其应用** **3.6 偏心受压构件斜截面受剪承载力的计算**	**课次**	第 2 次
教学方法手段	用多媒体课件,各种实验观看实验视频，公式板书推导。	**学时**	4
教学目的要求	熟练掌握矩形截面非对称、对称配筋的截面设计方法，了解工形截面对称配筋截面设计；了解偏心受压构件的 N-M 相关曲线的推导过程，掌握 N-M 相关曲线在结构设计中的应用。了解偏心偏心受压构件斜截面受剪承载力的计算；掌握受压构件的构造要求。		
教学重难点	**重点：**普通箍筋和螺旋箍筋轴心受压柱设计方法，偏心受压构件正截面的一般计算公式。 **难点：**大小偏心受压构件的破坏特征及其判别方法，		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
3.4 不对称（对称）配筋矩形（工字形）截面偏心受压构件正截面承载力计算 **一、 截面设计** 1、大小偏心受压的判别 2、大偏压截面设计 3、小偏压截面设计 **二、 不对称配筋截面复核** 1、大小偏心的判别条件 2、大偏心受压的截面复核 3、小偏心受压的截面复核 **三、垂直于弯矩作用平面的轴心受压承载力的验算** $N \le N_u = 0.9\phi(f_c A + f'_y A'_s)$ **四、对称配筋截面的正截面承载力** 1、 截面设计	结合混凝土受弯构件受力特征，分析偏心受压构件承载力计算。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
2、截面复核 **五、工形截面正截面承载力计算** **3.5 正截面承载力 *Nu-Mu* 相关曲线及其应用**  （1）曲线上的一点：表示截面处于极限状态。 （2）三个特征点（A、B、C） （3）*Mu* 的变化规律 CB 段 ： *Mu* 随 *N* 的增加而增加; AB 段 ： *Mu* 随 *N* 的增加而减小。 （4）曲线变化趋势: 随配筋率的增加， 曲线向外侧增大。 （5）*Mb* 与配筋率无关 （指对称配筋时）  	用图形结合，并且结合规范，学习构造要求。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
3.6 偏心受压构件斜截面受剪承载力的计算 **一、轴向压力对受剪承载力的影响** （1）延缓了斜裂缝的出现和开展; （2）斜裂缝角度 α 减小; （3）混凝土剪压区高度增大。 **二、 偏心受压构件受剪承载力的计算公式** $V \le \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + 0.07N$ 1、截面限制条件 $V \le 0.25\beta_c f_c b h_0$ 2、构造配箍条件 $V \le \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + 0.07N$ **本章小结:**	结合混凝土剪压复合受力特征，分析偏心受拉构件承载力计算。

课后作业	
教学后记	

单 元 教 案

知识单元主题	**第 4 知识单元 受拉构件承载力设计计算(教材第 7 章)**	**学时**	**2**
教学内容（摘 要）	4.1 轴心受拉构件正截面承载力的计算 4.2 偏心受拉构件截面承载力的计算		
教学目的要求	理解轴心受拉构件和偏心受拉构件的受力全过程、破坏形态、掌握受拉构件正截面承载力的计算方法与配筋的主要构造要求，熟悉偏心受拉构件斜截面受剪承载力的计算。		
教学重点难点	**重点：**偏心受拉构件正截面承载力的计算方法 **难点：**偏心受拉构件的受力全过程、破坏形态，偏心受拉构件斜截面受剪承载力的计算		
教学方法手段	用多媒体课件,公式推导中各种实验图表用课件展示，计算公式适当用板书。		
备注	回顾偏心受压构件承载力计算，导入本次课程，引导学生用以前学过的偏心受压构件知识结合本章内容，学习受拉构件设计问题。		

分 教 案

授课主题	4.1　轴心受拉构件正截面承载力的计算 4.2　偏心受拉构件截面承载力的计算	**课次**	第 1 次
教学方法手段	用多媒体课件,各种实验观看实验视频。	**学时**	2
教学目的要求	理解轴心受拉构件和偏心受拉构件的受力全过程、破坏形态、掌握受拉构件正截面承载力的计算方法与配筋的主要构造要求，熟悉偏心受拉构件斜截面受剪承载力的计算。		
教学重难点	偏心受拉构件正截面承载力的计算方法 **难点：**偏心受拉构件的受力全过程、破坏形态，偏心受拉构件斜截面受剪承载力的计算		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
4.1　轴心受拉构件正截面承载力的计算 **一、受拉构件的工程应用** **二、受力过程及破坏特征** **三、计算公式** $N \le f_y A_s$ **四、最小配筋率** **五、构造要求** **六、公式应用:** 1、截面设计 2、截面复核 **4.2　偏心受拉构件截面承载力的计算** **一、大、小偏心受拉构件的判别** **二、大偏心受拉构件** **1、受力性能** （1）破坏特征	

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
（2）发生条件 **2、计算公式** $\begin{cases} N \le f_y A_s - f_y' A_s' - \alpha_1 f_c b x \\ Ne \le \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') \end{cases}$ **3、公式条件** $2a_s' \le x \le \xi_b h_0$ **4、最小配筋率** **5、公式应用** *a*）截面设计 *b*）截面复核 **二、 小偏心受拉构件** **1、受力性能** （1）破坏特征 **2、计算公式** $\begin{cases} Ne \le f_y A_s' (h_0 - a_s') \\ Ne' \le f_y A_s (h_0' - a_s) \end{cases}$ **3、最小配筋率** **4、公式应用** *a*）截面设计 *b*）截面复核 **三、对称配筋的偏心受拉构件** **对称配筋时，大、小偏心受拉构件均按下例公式计算:** $Ne' \le f_y A_s (h_0' - a_s)$ **四、偏心受拉构件斜截面受剪承载力计** **1、受力性能**	结合混凝土偏心受压受力特征，分析偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
2、计算公式 $$V \le \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 - 0.2N$$ **3、受剪截面应符合的条件** **为防止发生斜压破坏:** $$V \le 0.25 \beta_c f_c b h_0$$ **本章小结:** 一、本章中受拉构件的受力形态有 轴心受拉、大偏心受拉、小偏心受拉 二、受力性能、设计计算和构造措施 受力性能:轴心受拉: 裂缝全截面贯通 偏心受拉: 大偏心受拉··· 小偏心受拉··· 设计计算: 应掌握一条主线—计算简图、 计算公式 及公式条件; 构造措施: 材料强度，截面形状、尺寸、纵筋及箍筋的构造要求。	结合混凝土剪拉复合受力特征，分析偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算。
课后作业	
教学后记	

单 元 教 案

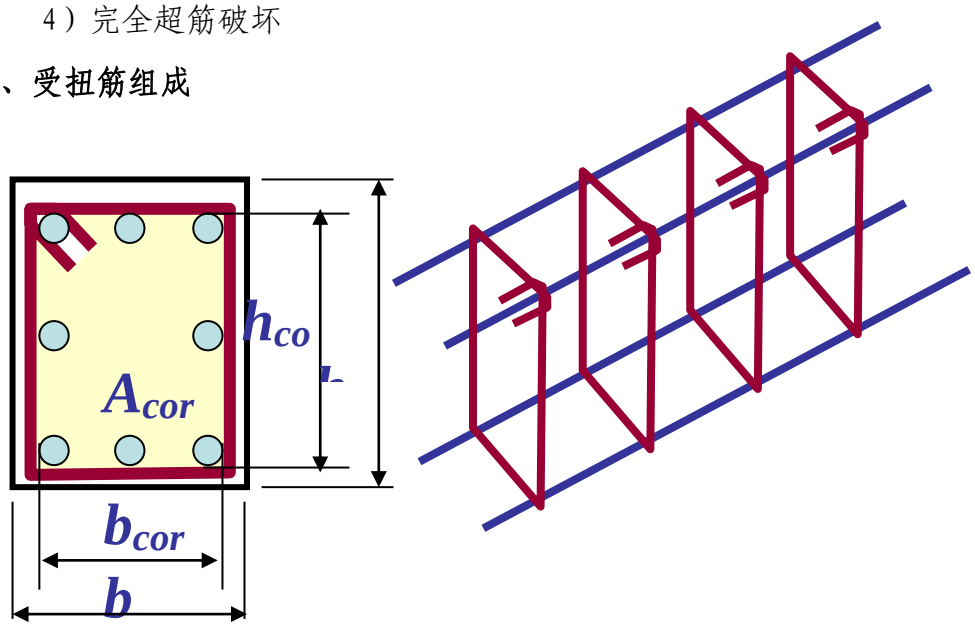
知识单元 主题	第 5 知识单元　钢筋混凝土受扭构件承载力的设计计算（教材第 5 章）	学时	4
教学内容 （摘 要）	5.1 纯扭构件的试验研究 5.2 矩形截面纯扭构件的扭曲截面受扭承载力计算 5.3　弯剪扭构件的承载力计算 5.4　受扭构件的配筋构造要求		
教学 目的要求	了解纯扭构件受力性能与开裂扭矩的计算; 理解受扭纵筋和箍筋强度比、剪切相关性的概念及其计算方法，掌握矩形截面纯扭构件承载力的计算; 理解矩形，T 形和 I 形截面弯、剪、扭构件计算原则和方法，并了解其构造要求。		
教学 重点难点	**重点:** 受扭纵筋和箍筋强度比、剪切相关性的概念及其计算方法，掌握矩形截面纯扭构件承载力的计算 **难点:** 矩形，T 形和 I 形截面弯、剪、扭构件计算原则和方法，并了解其构造要求。		
教学 方法手段	用多媒体课件，计算公式适当用板书。		
备注	引导学生用以前学过的力学知识结合本课程，解决结构设计问题。		

分 教 案

授课主题	**5.1 纯扭构件的试验研究** **5.2 矩形截面纯扭构件的扭曲截面受扭承载力计算** **5.3 弯剪扭构件的承载力计算** **5.4 受扭构件的配筋构造要求**	**课次**	2 次
教学方法手段	用多媒体课件，计算公式适当用板书。	**学时**	4
教学目的要求	了解纯扭构件受力性能与开裂扭矩的计算；理解受扭纵筋和箍筋强度比、剪切相关性的概念及其计算方法，掌握矩形截面纯扭构件承载力的计算；理解矩形，T 形和 I 形截面弯、剪、扭构件计算原则和方法，并了解其构造要求。		
教学重难点	**重点：**受扭纵筋和箍筋强度比、剪切相关性的概念及其计算方法，掌握矩形截面纯扭构件承载力的计算 **难点：**矩形，T 形和 I 形截面弯、剪、扭构件计算原则和方法，并了解其构造要求。		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
5.1 纯扭构件的试验研究 **一、概 述** 1、受扭构件的概念 截面上有扭矩作用，且扭矩值不可忽略的构件。 **二、受扭构件的分类** 平衡扭转：扭矩由荷载直接引起，其值可由平衡条件直接求出。 协调扭转：在超静定结构，其扭矩值需变形协调条件才能确定。 **三 、纯扭构件的试验研究** 1、裂缝出现前的性能 2、裂缝出现后的性能——针对适筋受扭构件	

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
3、矩形截面纯扭构件的破坏形态 1）少筋破坏 2）适筋破坏 3）部分超筋破坏 4）完全超筋破坏 **四、受扭筋组成**  **5.2 矩形截面纯扭构件的扭曲截面受扭承载力计算** **一、开裂扭矩的计算** 1、按塑性理论计算：$T_{cr} = f_t W_t$ 2、按弹性理论计算：$T_{cr} = \alpha f_t W_t$ 3、《规范》计算公式：$T_{cr} = 0.7 f_t W_t$ **二、 扭曲截面受扭承载力的计算** 1、变角空间桁架模型假定 （1）混凝土只承受压力； （2）纵筋与箍筋只承受拉力； （3）忽略中心部分混凝土的抗扭作用。 $T_u = T_c + T_s$	结合混凝土偏心受压受力特征，分析偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算。

四、按《规范》的配筋计算方法

1、矩形截面纯扭构件的受扭承载力

$$T \le 0.35 f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta}\frac{f_{yv}A_{st1}}{s}A_{cor}$$

2、箱形截面纯扭构件的受扭承载力

$$T \le 0.35\alpha_h f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta}\frac{f_{yv}A_{st1}}{s}A_{cor}$$

3、T形、 I形截面纯扭构件的受扭承载力

（1）划分截面;

（2）分配扭矩;

（3）按分配到的扭矩进行受扭承载力计算。

腹板矩形分块 $T_w = \frac{W_{tw}}{W_t}T$

受压翼缘矩形分块 $T_f^{'} = \frac{W_{tf}^{'}}{W_t}T$

下翼缘矩形分块 $T_f = \frac{W_{tf}}{W_t}T$

$W_t = W_{tw} + W_{tf} + W_{tf}^{'}$;

5.3 弯剪扭构件的承载力计算

一、 试验研究及破坏形态

二、剪扭相关性

同时受到剪力和扭矩作用的构件，其承载力总是低于剪力或扭矩单独作用时的承载力，即存在着剪扭相关性。

三、简化计算方法

采用混凝土部分相关、钢筋部分不相关的近似计算方法。箍筋按剪扭构件的受剪承载力和受扭承载力分别计算其所需箍筋用量,采用叠加配筋方法。

四、矩形截面剪扭构件的承载力计算

1. 一般剪扭构件

$$T \le 0.35\beta_t f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta} f_{yv}\frac{A_{st1}A_{cor}}{s}$$

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注

$$\beta_t = \frac{1.5}{1+0.5\frac{V}{T}\frac{W_t}{bh_0}}$$

2．集中荷载作用下的独立剪扭构件

$$V \le \frac{1.75}{\lambda+1}(1.5-\beta_t) f_t b h_0 + f_{yv}\frac{A_{sv}}{s}h_0$$

$$\beta_t = \frac{1.5}{1+0.2(\lambda+1)\frac{V}{T}\frac{W_t}{bh_0}}$$

五、带翼缘截面剪扭构件的承载力计算

六、构造要求

5.4 受扭构件的配筋构造要求

一．截面尺寸

为了防止构件发生超配筋破坏，截面尺寸应符合如下条件

$$T \le 0.2\beta_c f_c W_t$$

二．最小配筋率

当 $T \le 0.7 f_t W_t$ 时，抗扭箍筋的配筋率应满足

$$\rho_{sv} = \frac{nA_{sv1}}{bs} \ge \rho_{sv,\min} = 0.28\frac{f_t}{f_{yv}}$$

抗扭纵筋的最小配筋率应满足

$$\rho_{tl} = \frac{A_{stl}}{bh} \ge \rho_{tl,\min} = 0.85\frac{f_t}{f_y}$$

三．钢筋布置

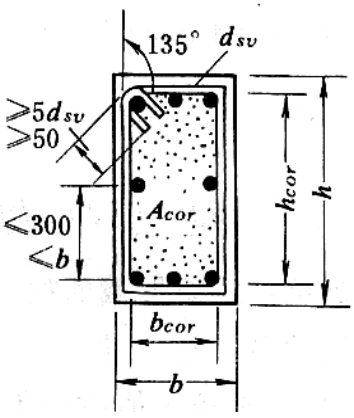


图 8.14 受扭配筋构造

课后作业	
教学后记	

单 元 教 案

知识单元 主题	第 6 知识单元 混凝土构件的变形、裂缝宽度验算与耐久性设计（教材第 8 章）	学时	4
教学内容 （摘 要）	6.1 钢筋混凝土受弯构件的挠度验算 6.2 钢筋混凝土构件的裂缝宽度验算 6.3 混凝土结构的耐久性		
教学 目的要求	（1）理解正常使用极限状态的有关限值确度原则和方法、钢筋混凝土构件裂缝和变形验算的目的和条件; （2）理解钢筋混凝土构件荷截裂缝出现和开展的过程、开裂后钢筋和混凝土应变分布规律、裂缝宽度和截面刚度大小及其持续作用时间变化的特性; （3）掌握钢筋混凝土构件荷载裂缝宽度和受弯构件挠度的计算方法。 （4）理解混凝土结构的延性、耐久性		
教学 重点难点	**重点：**受弯构件在短期和长期荷载作用下的刚度、挠度计算。裂缝宽度计算。 **难点**：钢筋混凝土受弯构件在短期和长期荷载作用下的刚度		
教学 方法手段	裂缝形成机理的讲解，用多媒体课件 公式推导中各种实验图表用课件展示，计算公式适当用板书 耐久性方面的内容，引导学生查阅资料		
备注	回顾材料力学刚度的概念，导入本次课程，引导学生用以前学过的知识结合本章内容,学习钢筋混凝土受弯构件在短期和长期荷载作用下的刚度计算和裂缝宽度计算。		

分 教 案

授课主题	**6.1 钢筋混凝土受弯构件的挠度验算** **6.2 钢筋混凝土构件的裂缝宽度验算** **6.3 混凝土结构的耐久性**	**课次**	2 次
教学方法手段	用多媒体课件,各种实验观看实验视频。	**学时**	4
教学目的要求	理解正常使用极限状态的有关限值确度原则和方法、钢筋混凝土构件裂缝和变形验算的目的和条件; 掌握钢筋混凝土构件荷载裂缝宽度和受弯构件挠度的计算方法。		
教学重难点	**重点:** 受弯构件在短期和长期荷载作用下的刚度、挠度计算。裂缝宽度计算。 **难点**: 钢筋混凝土受弯构件在短期和长期荷载作用下的刚度		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
6.1 钢筋混凝土受弯构件的挠度验算 **正常使用极限状态验算的内容:** 主要是裂缝宽度、受弯构件的挠度。 **验算的目的:** 保证适用性和耐久性。 **一、一般要求** 钢筋混凝土受弯构件的变形计算是指对其挠度进行验算,按荷载标准组合并考虑长期作用影响计算的挠度最大值 $a_{f,max}$ 应满足 $$a_{f,max} \le a_{f,lim}$$ **二、控制挠度的目的** 1、保证建筑使用功能的要求。 2、防止对结构构件产生不良影响。 3、防止对非结构构件产生不良影响。 4、保证使用者的感觉在可接受的程度之内。 **三、钢筋混凝土受弯构件截面刚度** 对于常见的匀质弹性受弯构件,材料力学直接给出了下面的挠度计	

算公式

$$a_{\mathrm{f}} = s\frac{M}{EI}l^2 = s\phi l^2$$

1. 短期刚度 Bs 的计算

对于要求不出现裂缝的构件

$$B_{\mathrm{s}} = 0.85E_{\mathrm{c}}I_0$$

对于允许出现裂缝的构件，钢筋混凝土受弯构件短期刚度 Bs 的计算公式

$$B_{\mathrm{s}} = \frac{E_S A_S h_0^2}{1.15\psi + 0.2 + \dfrac{6\alpha_E \rho}{1+3.5\gamma_f^{'}}}$$

2. 长期刚度 B 的计算

1)采用荷载效应标准组合时

$$B = \frac{M_k}{M_q(\theta-1)+M_k}B_s$$

2)采用荷载效应准永久组合时

$$B = \frac{B_s}{\theta}$$

荷载长期作用下的挠度增大系数用θ表示，根据试验结果，θ 可按下式计算

$$\theta = 2.0 - 0.4\rho^{'}/\rho$$

ρ、ρ’—分别为纵向受拉和受压钢筋的配筋率。当ρ’/ρ>1 时，取ρ’/ρ=1。对于翼缘在受拉区的 T 形截面θ值应比上式的计算值增大 20%。

三、钢筋混凝土受弯构件挠度计算

最小刚度原则

在等截面构件中，假定同号弯矩区段的刚度相等，并取用该弯矩区段内最大弯矩处的刚度。

用结构力学的方法:

如均布荷载作用下：$f = \frac{5}{384}\cdot\frac{ql^4}{B}$

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
6.2 钢筋混凝土构件的裂缝宽度验算 **一、一般要求** 对于使用上要求限制裂缝宽度的钢筋混凝土构件，按荷载效应的标准组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度 w_{max}，应满足下列要求 $w_{max} \leq w_{lim}$ **二、裂缝宽度的计算方法** 1. 裂缝出现前后的应力状态 2. 平均裂缝间 $l_{cr}=\alpha\left(1.9c+0.08\frac{d_{eq}}{\rho_{te}}\right)$ $d_{eq}=\frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i \upsilon_i d_i}$ 3. 平均裂缝宽度 $w_m=\varepsilon_{sm}l_{cr}-\varepsilon_{cm}l_{cr}=\left(1-\frac{\varepsilon_{cm}}{\varepsilon_{sm}}\right)\varepsilon_{sm}l_{cr}$ 4. 最大裂缝宽度 $w_{max}=\alpha_{cr}\psi\frac{\sigma_{sq}}{E_s}\left(1.9c_s+0.08\frac{d_{eq}}{\rho_{te}}\right)$ $\psi=1.1-\frac{0.65f_{tk}}{\rho_{te}\sigma_{sk}}$ 在计算中，当ψ<0.2 时，取ψ=0.2；当ψ>1.0 时，取ψ=1.0。 5.裂缝截面钢筋应力 轴心受拉构件 $\sigma_{sk}=\frac{N_k}{A_s}$ 矩形截面偏心受拉构件 $\sigma_{sk}=\frac{N_k e'}{A_s(h_0-a_s')}$ $e'=e_0+h/2+a'$ 受弯构件 $\sigma_{sk}=\frac{M_k}{0.87h_0A_s}$ 大偏心受压构件 $\sigma_{sk}=\frac{N_k}{A_s}\left(\frac{e}{z}-1\right)$ **6.3 混凝土结构的耐久性** **一、 耐久性的概念与主要影响因素**	结合混凝土偏心受压受力特征，分析偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
内因： 混凝土强度　　**外因：** 环境温度 密实性　　环境湿度 水泥用量　　CO2 含量 水灰比　　侵蚀性介质等 氯离子 碱含量 外加剂用量 保护层厚度等 混凝土碳化、钢筋锈蚀是影响耐久性的最主要综合因素。 **二、 混凝土的碳化** **三、 钢筋锈蚀** **四、耐久性设计** 保证耐久性的措施 （1）结构设计的技术措施 （2）对混凝土材料的要求 （3）**施工要求** **（4）最小保护层厚度** **小结**	结合混凝土剪拉复合受力特征，分析偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算。

课后作业	
教学后记	

单 元 教 案

知识单元 主题	第 7 知识单元 预应力混凝土构件的受力性能与设计 （教材第 10 章）	学时	6
教学内容 （摘 要）	7.1 预应力混凝土的基本概念 7.2 张拉控制应力与预应力损失 7.3 后张法构件端部锚固区的局部承压验算 7.4 预应力混凝土轴心受拉、受弯构件的计算 7.5 部分预应力混凝土及无粘结预应力混凝土结构简述 7.6 预应力混凝土构件的构造要求		
教学 目的要求	理解预应力混凝土结构的原理和各种预应力损失，熟练掌握预应力轴心受拉构件各阶段的应力状态、设计计算方法和主要构造要求。		
教学 重点难点	**重点：**预应力混凝土结构的原理和各种预应力损失及预应力轴心受拉构件 **难点：** 预应力轴心受拉构件各阶段的应力状态		
教学 方法手段	用多媒体课件，公式推导中各种实验图表用课件展示，计算公式适当用板书。		
备注	回顾混凝土结构的特点及裂缝限制，引出预应力混凝土结构。		

分 教 案

授课主题	7.1 预应力混凝土的基本概念 7.2 张拉控制应力与预应力损失	课次	第1次
教学方法手段	用多媒体课件,各种实验观看实验视频。	学时	2
教学目的要求	理解预应力混凝土的基本概念和张拉控制应力与各种预应力损失		
教学重难点	**重点:** 张拉控制应力与预应力损失 **难点:** 预应力损失		

教 学 内 容 纲 要	备注
7.1 预应力混凝土的基本概念 **一、基本原理:** 预应力混凝土:在构件受荷前预先对受拉区施加压应力的构件称为预应力混凝土构件 **二、预应力混凝土的分类:** **三、预应力混凝土的优缺点:** **四、预加应力的方法:** 1.先张法: 2.后张法: **五、 预应力混凝土材料** 预应力钢筋 混凝土 锚具 **7.2 张拉控制应力与预应力损失** **一、拉控制应力 σ_{com}** **二、预应力损失 σ_L** 1.什么叫预应力损失? 2.预应力损失的分类: (1)锚固损失 σ_{l1} (2)摩擦损失 σ_{l2}	给学生观看先张发和后张法预应力构件的动画,理解原理

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注

(续前页)

（3）温差损失 σ_{l3}

（4）松弛损失 σ_{l4}

（5）收缩、徐变损失 $_{l5}$

（6）钢筋挤压混凝土损失 $_{l6}$

三　预应力损失值的组合

上述的六项预应力损失，它们有的只发生在先张法构件中，有的只发生在后张法构件中，有的两种构件均有，而且是分批产生的。为了便于分析和计算，《混凝土结构设计规范》规定，预应力构件在各阶段的预应力损失值宜按表 1-7 的规定进行组合。

各阶段预应力损失值的组合

预应力损失值的组合	先张法构件	后张法构件
混凝土预压前（第一批）损失 σ_{lI}	$\sigma_{l1}+\sigma_{l2}+\sigma_{l3}+\sigma_{l4}$	$\sigma_{l1}+\sigma_{l2}$
混凝土预压后（第二批）损失 σ_{lII}	σ_{l5}	$\sigma_{l4}+\sigma_{l5}+\sigma_{l6}$

先张法构件：$100N/mm^2$

后张法构件：$80N/mm^2$

课后作业	P90　3.2　3.3
教学后记	

分 教 案

授课主题	7.3 后张法构件端部锚固区的局部承压验算 7.4 预应力混凝土轴心受拉、受弯构件的计算	课次	第2次
教学方法手段	用多媒体课件	学时	2
教学目的要求	理解后张法构件端部锚固区的局部承压验算和预应力混凝土轴心受拉、了解受弯构件的计算		
教学重难点	**重点：**后张法构件端部锚固区的局部承压验算和预应力混凝土轴心受拉 **难点：**预应力混凝土轴心受拉构件各阶段应力		

教 学 内 容 纲 要	备注

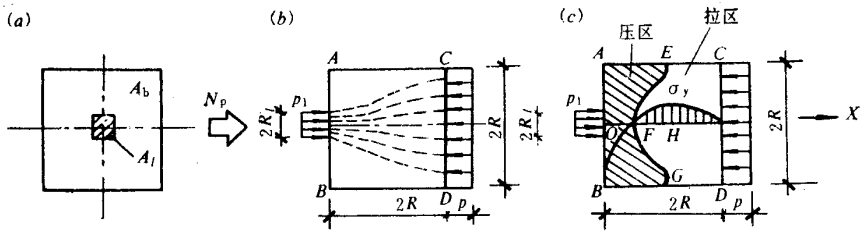
7.3 后张法构件端部锚固区的局部承压验算

一.构件局部受压区截面尺寸

其局部受压区的截面尺寸应符合下列要求:

$$F_l \le 1.35\beta_c\beta_l f_c A_{ln}$$

$$\beta_l = \sqrt{\frac{A_b}{A_l}}$$

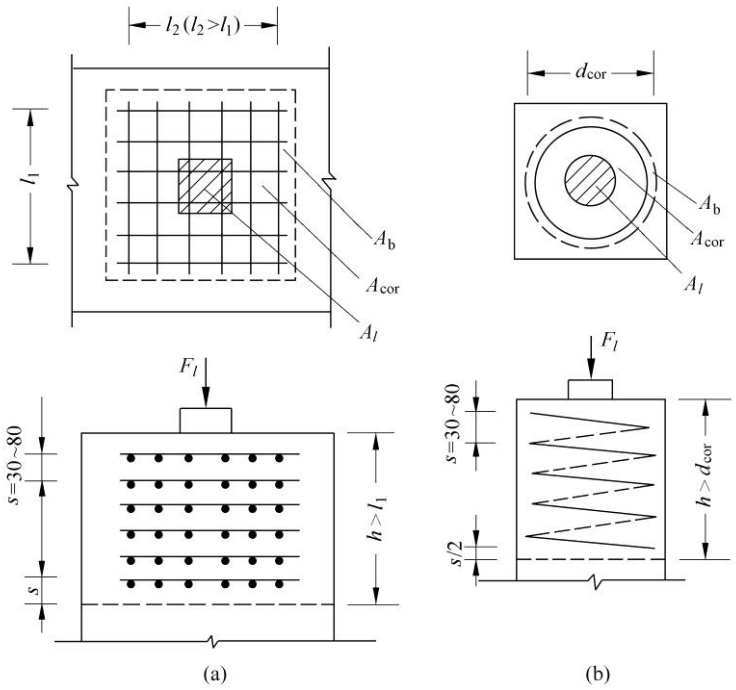


二.局部受压承载力计算

$$F_l \le 0.9(\beta_c\beta_l f_c + 2\alpha\rho_v\beta_{cor} f_y)A_{ln}$$

β_{cor}—配置间接钢筋的局部受压承载力提高系数;

$$\beta_{cor} = \sqrt{\frac{A_{cor}}{A_l}}$$



$$\rho_v=\frac{n_1A_{s1}l_1+n_2A_{s2}l_2}{A_{cor}s}$$

$$\rho_v=\frac{4A_{ss1}}{d_{cor}s}$$

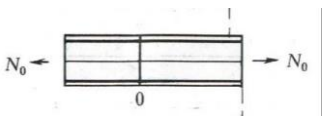
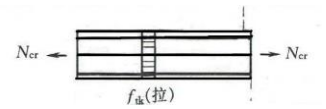
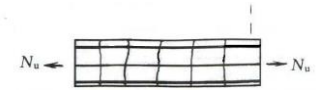
方格网钢筋不应少于 4 片，螺旋式钢筋不应少于 4 圈。

7.4 预应力混凝土轴心受拉、受弯构件的计算

一、 先张法轴心受拉构件各阶段的应力分析

先张法轴心受拉构件各阶段的应力状态

受力阶段		简图	预应力钢筋应力σ_p	混凝土应力σ_{pc}	非预应力钢筋应力σ_s
施工阶段	*a.* 张拉预应力钢筋		σ_{con}	—	—
	b. 完成第一批预应力损失$\sigma_{l\,\mathrm{I}}$		$\sigma_{con}-\sigma_{l\,\mathrm{I}}$	0	0
	c. 放松预应力钢筋，预压混凝土	$\sigma_{pc\,\mathrm{I}}$（压） $\sigma_{pe\,\mathrm{I}}A_p$	$\sigma_{pe\,\mathrm{I}}=\sigma_{con}-\sigma_{l\,\mathrm{I}}-\alpha_{Ep}\sigma_{pc\,\mathrm{I}}$	$\sigma_{pc\,\mathrm{I}}=(\sigma_{con}-\sigma_{l\,\mathrm{I}})A_p/A_0$（压）	$\sigma_{s\,\mathrm{I}}=\alpha_E\sigma_{pc\,\mathrm{I}}$（压）
	d. 完成第二批预应力损失$\sigma_{l\,\mathrm{II}}$	$\sigma_{pc\,\mathrm{II}}$（压） $\sigma_{pe\,\mathrm{II}}A_p$	$\sigma_{pe\,\mathrm{II}}=\sigma_{con}-\sigma_l-\alpha_{Ep}\sigma_{pc\,\mathrm{II}}$	$\sigma_{pc\,\mathrm{II}}=[(\sigma_{con}-\sigma_l)A_p-\sigma_{l5}A_s]/A_0$（压）	$\sigma_{s\,\mathrm{II}}=\alpha_E\sigma_{pc\,\mathrm{II}}+\sigma_{l5}$（压）

使用阶段	e. 加载至混凝土应力为零		$\sigma_{p0}=\sigma_{con}-\sigma_l$	0	$\sigma_{s0}=\sigma_{l5}$（压）
	f. 加载至混凝土即将开裂		$\sigma_{pcr}=\sigma_{con}-\sigma_l+\alpha_{Ep}f_{tk}$	f_{tk}	$\sigma_{scr}=\alpha_E f_{tk}-\sigma_{l5}$（拉）
	g. 加载至破坏		f_{py}	0	f_y

二、 后张法轴心受拉构件各阶段的应力分析

1.施工阶段

完成第二批预应力损失

预应力钢筋的拉应力降低为：$\sigma_{pe\,II}=\sigma_{con}-\sigma_{l\,I}-\sigma_{l\,II}=\sigma_{con}-\sigma_l$;

非预应力钢筋中的压应力为：$\sigma_{s\,II}=\alpha_E\sigma_{pc\,II}+\sigma_{l5}$;

混凝土的预压应力 $\sigma_{pcII}=\dfrac{(\sigma_{con}-\sigma_l)A_p-\sigma_{l5}A_s}{A_c+\alpha_E A_s}=\dfrac{(\sigma_{con}-\sigma_l)A_p-\sigma_{l5}A_s}{A_n}$

2.使用阶段

（1）加载至混凝土应力为零

（2）加载至混凝土即将开裂

（3）加载至破坏

三、 轴心受拉构件的承载力计算和抗裂度验算

1.使用阶段承载力计算

$$N\leqslant N_u=f_{py}A_p+f_yA_s$$

2.使用阶段裂缝控制验算

（1）一级—严格要求不出现裂缝的构件

在荷载效应的标准组合下应符合下列规定:

$$\sigma_{ck}-\sigma_{pc}\leq 0$$

（2）二级—一般要求不出现裂缝的构件

$$\sigma_{ck}-\sigma_{pc}\leq f_{tk}$$

$$\sigma_{cq}-\sigma_{pc}\leq 0$$

（3）三级—允许出现裂缝的构件

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
按荷载效应的标准组合并考虑长期作用的影响计算的最大裂缝宽度，应符合下列规定: $w_{\max} \le w_{\lim}$ $w_{\max} = \alpha_{cr}\psi\frac{\sigma_{sk}}{E_s}(1.9c + 0.08\frac{d_{eq}}{\rho_{te}})$ $\psi = 1.1 - 0.65\frac{f_{tk}}{\rho_{te}\sigma_{sk}}$ $\rho_{te} = \frac{A_s + A_p}{A_{te}}$ 对于轴心受拉构件 $\sigma_{sk} = \frac{N_k - N_{p0}}{A_p + A_s}$； N_{p0}—混凝土法向应力等于零时，全部纵向预应力和非预应力钢筋的合力; $d_{eq} = \frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i v_i d_i}$ **四、受弯构件** **1.受弯构件的应力分析** **2 正截面受弯承载力计算** **3 受弯构件使用阶段正截面裂缝控制验算** **4 受弯构件斜截面抗裂度验算** **5 受弯构件的挠度与反拱验算**	

课后作业	P90 3.2 3.3
教学后记	

分 教 案

授课主题	**7.5 部分预应力混凝土及无粘结预应力混凝土结构简述** **7.6 预应力混凝土构件的构造要求**	**课次**	第 3 次
教学方法手段	用多媒体课件。	**学时**	2
教学目的要求	理解部分预应力混凝土及无粘结预应力混凝土结构和熟悉预应力混凝土构件的构造要求		
教学重难点	**重点：** 部分预应力混凝土及无粘结预应力混凝土结构 **难点：** 预应力混凝土构件的构造要求		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
7.5 部分预应力混凝土及无粘结预应力混凝土结构简述 **有粘结预应力——**沿预应力筋全长与混凝土粘结，先张法预应力筋、后张法中孔道灌浆预应力混凝土; **缺点：** 后张法孔道灌浆不易密实、预应力钢筋锈蚀、构件断裂 **无粘结预应力——**沿预应力筋全长与混凝土不粘结，预应力筋伸缩、滑动自由。 方法：无粘结预应力筋表面防锈、外套塑料管、与砼无粘结; 优点：施工方便（后张法使用不留孔道）、曲线更有优势; 缺点：与有粘结相比裂缝少而宽、脆性破坏; 措施：部分粘结预应力（有粘结和无粘结搭配）。 **7.6 预应力混凝土构件的构造要求** **一、 一般要求** 1.截面形式和尺寸 2.预应力纵向钢筋 3.非预应力纵向钢筋的布置 **二、 先张法构件的构造要求** 1.钢筋、钢丝、钢绞线净间距 2.构件端部加强措施	

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
三　后张法构件的构造要求 1.预留孔道 2.构件端部加强措施	
课后作业	
教学后记	

单 元 教 案

知识单元 主题	第 8 知识单元　钢筋混凝土楼盖设计 （教材第 9 章）	学时	8
教学内容 （摘 要）	8.1 现浇楼盖的结构型式与设计步骤 8.2 单向板的内力计算 8.3 次梁的内力计算 8.4 梁的内力计算与配筋 8.5 按弹性理论计算双向板 8.6 按塑性理论计算双向板 8.7 构造要求		
教学 目的要求	（1）理解楼盖的类型、现浇整体式肋形楼盖的种类、静力工作特点; （2）掌握折算荷载，塑性铰、内力重分布，弯矩调幅等概念; （3）掌握按弹性理论及考虑塑性内力重分布的方法计算现浇整体式单向板、双向板肋形楼盖的内力计算; （4）掌握梁、板截面设计特点及配筋构造要求;		
教学 重点难点	**重点:** 单双板的设计算方法 **难点:** 塑性铰、内力重分布，弯矩调幅等概念		
教学 方法手段	板的破坏的讲解，用多媒体课件 公式推导中各种实验图表用课件展示，计算公式适当用板书 指导学生课程设计，引导学生查阅资料		
备注	回顾受弯构件设计思路。		

分 教 案

授课主题	**8.1 现浇楼盖的结构型式与设计步骤** **8.2 单向板的内力计算** **8.3 次梁的内力计算** **8.4 梁的内力计算与配筋**	**课次**	第 1 次
教学方法手段	用多媒体课件	**学时**	4
教学目的要求	了解楼盖的类型、现浇整体式肋形楼盖的结构布置，掌握按弹性理论及考虑塑性内力重分布的方法计算现浇整体式单向板肋形楼盖的内力计算；熟悉构造要求		
教学重难点	**重点：**结构布置和荷载计算及单向板梁板的内力计算方法 **难点：**单向板梁、板的内力计算方法		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
8.1 现浇楼盖的结构型式与设计步骤 **一、楼盖的分类** 混凝土楼盖按施工方法可分为: 现浇式楼盖　装配式楼盖　装配整体式楼盖 混凝土楼盖按预加应力情况可分为: 钢筋混凝土楼盖　预应力混凝土楼盖 混凝土楼盖按结构型式可分为: 单向板肋梁楼盖　双向板肋梁楼盖　井式楼盖 密肋楼盖　无梁楼盖 **二、肋梁楼盖的设计步骤为** ①结构平面布置，并初步拟定板厚和主、次梁的截面尺寸; ②荷载计算; ③确定梁、板的计算简图; ④梁、板的内力计算; ⑤截面计算，配筋及构造处理; ⑥绘制施工图 **8.2 单向板的内力计算** **一、结构平面布置**	

单向板：1.7—2.5m，一般不宜超过 3.0m

次梁：4~6m;

主梁，5~8m。

二、连续梁、板----按弹性方法的内力计算

①按弹性方法计算;

②按考虑内力重分布的塑性理论计算;

三、按弹性方法计算

1 计算假定

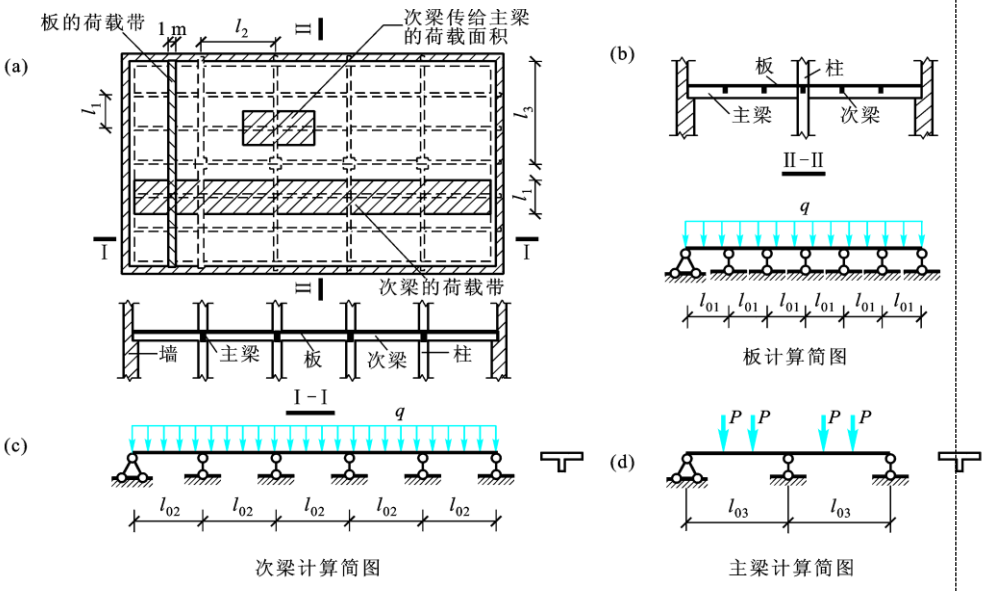
① 梁板均为弹性杆件;

② 梁板的支承情况

③ 为了方便，每一跨都按简支梁来计算其支座反力。

2 计算单元

3 计算简图



4 荷载计算

1) 恒载：自重、粉灰重等。

2) 活荷载：人群、家具等。

3）折算荷载 ：

5 内力计算

(1)活荷载不利布置：活荷载是按一整跨为单位来改变其位置的，因此在设计连续梁、板时，应研究活荷载如何布置将使梁内某一截面的内力为最不利。

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注
(2)内力包罗图 内力包罗图由内力（恒+活）叠合形成。 6 配筋计算 8.3 次梁的内力计算 一、考虑内力重分布的设计（塑性理论） 1. 钢筋混凝土受弯构件的塑性铰 2. 考虑塑性内力重分布的意义 3. 用弯矩调幅法设计连续梁、板 8.4 主梁的内力计算与配筋 1. 单向板的截面设计与构造要求 (1)截面设计要点 (2) 构造要求 A、板中受力钢筋 B、板中构造钢筋 2. 次梁的截面设计与构造要求 （1）截面设计要点 （2）构造要求 A、配筋方式：弯起式和分离式 B、受力钢筋的弯起和截断 C、架立筋和腰筋 D、箍筋 3. 主梁的计算和构造要点	
课后作业	
教学后记	

分 教 案

授课主题	**8.5 按弹性理论计算双向板** **8.6 按塑性理论计算双向板** **8.7 构造要求**	**课次**	第 2 次
教学方法手段	用多媒体课件	**学时**	4
教学目的要求	掌握按弹性理论及考虑塑性内力重分布的方法计算现浇整体式双向板肋形楼盖的内力计算；熟悉构造要求		
教学重难点	**重点：** 双向板肋形楼盖的内力计算和构造要求 **难点：** 双向板肋形楼盖按照塑性理论计算内力		

教 学 内 容 纲 要	**备注**
8.5 按弹性理论计算双向板 **一、双向板按弹性理论的内力计算** **1、单区格双向板的内力计算** **2、多区格双向板的内力计算** **(1) 计算跨中最大弯矩** 荷载布置：求区格 A 时：A 区格活载满布，然后隔跨区格布置活载。 $g+q/2$ 荷载作用下，各中间支座可视为固支。若 A 区格为边区格，则边支座有边梁时为固支，无边梁时为简支。 在 $q/2$ 荷载作用下，中间各支座可视为简支。若 A 区格为边区格，则边支座有边梁时为固支，无边梁时为简支。 ❖ 内力计算 a．先求 A 区格在 $g+q/2$ 荷载作用下的跨中弯矩，按四边固支条件查单区格板的表。 b．在求 A 区格在 $q/2$ 荷载作用下的跨中弯矩，按四边铰支条件查单区格板的表。 c．将 a 、b 计算结果叠加得最后结构。 **(2) 计算支座最大弯矩** **(2) 计算支座最大弯矩**	

❖ 活载最不利布置方法

为简化计算，假定各区格均布满活载。

❖ 支承条件

中间支座均为固支，边支座按实际支座情况而定。

❖ 内力计算

根据支承情况和 $g+q$ 的荷载查单区格板的表格计算相应的支座弯矩。

(3) 支座梁内力计算

❖ 荷载分配

由每区格四角按对角线将区格划分为四块，每块上的恒载和活载传递给相邻的支承梁。不考虑板的连续性。

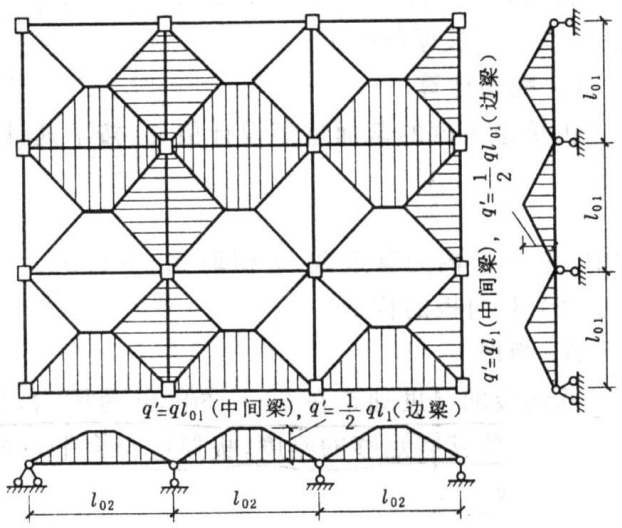


图 1.36　双向板支承梁上的荷载

❖ 内力

a. 三角形荷载作用下的内力化为等效均布荷载计算，见教材中附录 12。

b. 梯形荷载作用下的内力可先按固端弯矩相等的条件换算成等效均布荷载。见附录 12。

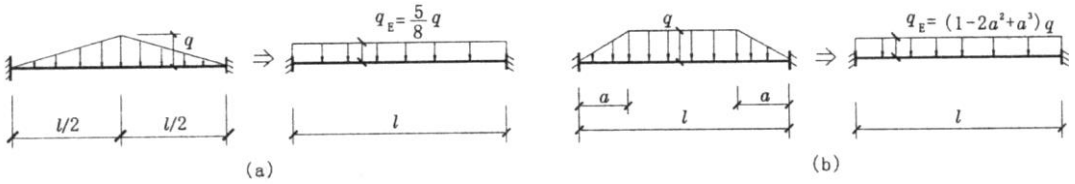


图 1.37　分布荷载化为等效均布荷载

(a) 三角形分布荷载；(b) 梯形分布荷载($\alpha=a/l$)

1)、按弹性理论计算

等跨或近似等跨（跨度相差不超过 10％）的连续支承梁，可先将支承梁的三角形或梯形分布荷载化为等效均布荷载，再利用均布荷载下等跨连续梁的计算表格来计算梁的内力（弯矩、剪力）。

2)、按调幅法计算

考虑内力塑性重分布时，可在弹性理论求得的支座弯矩的基础上，对支座弯矩进行调幅（可取调幅系数为 0.75），再按实际荷载分布计算梁的跨中弯矩。

8.6 按塑性理论计算双向板

1、极限平衡法（塑性铰线法）

(1) 基本假定

- 塑性铰发生在弯矩最大的截面上;
- 塑性铰线是直线;
- 节板为刚性板，板的变形集中在塑性铰线上;
- 在所有可能的破坏图式中，必有一个是最危险的，其极限荷载为最小;
- 塑性铰线上只有弯矩，没有其他内力。

(2) 极限荷载

中间区格的破坏图式及极限荷载如下：塑性铰线与边线的夹角随荷载及边长比而改变，为简化起见，取 45^0。

四边固定活连续双向板：$2M_x+2M_y+\left(M'_x+M''_x+M'_y+M''_y\right)=\frac{1}{12}pl_y^2(3l_x-l_y)$

$$\alpha=\frac{m_y}{m_x}\qquad \beta'_x=\frac{m'_x}{m_x}$$

四边简支双向板：$M_x+M_y=\frac{1}{24}pl_y^2(3l_x-l_y)$ ，$\alpha=\frac{m_y}{m_x}$，$\beta=0$

2、机动法（功能法）

- 四边固支双向板

通常取 $\alpha=\frac{m_y}{m_x}=1/n^2$，$\beta=2$，则 $\boldsymbol{m_1=\frac{3n-1}{72(n+\frac{1}{n^2})}Pl_{01}^2}$

配筋计算:（单位宽度内所需钢筋）$A_s = \dfrac{m}{\gamma_s h_0 f_y}$

分 教 案

教 学 内 容 纲 要	备注

8.7 构造要求

1、截面设计

(1)　对四边都与梁整体浇接的板，考虑拱效应，其弯矩设计值可按下列情况予以减少:

- 中间区格板的支座及跨内截面减少 20%。
- 边区格板的跨内截面及第一内支座处截面: 当 $l_b / l < 1.5$ 时，减少 20%; 当 $1.5 \leqslant l_b / l \leqslant 2.0$ 时，减少 10%。 式中 l 为垂直于楼板边缘方向板的计算跨度; lb 为沿楼板边缘方向板的计算跨度。
- 角区格板截面弯矩值不予折减。

(2) 截面有效高度 ho

短跨方向的钢筋放在长跨方向的钢筋的外侧。

短跨方向: $h_{01} = h - 20mm$　　长跨方向: $h_{01} = h - 30mm$

(3) 配筋计算: 单位宽度内所需钢筋

2、 构造要求

(1) 板厚

80～160 mm,简支板 $h/l_{01} \geqslant 1/45$;连续梁 $h/l_{01} \geqslant 1/50$(l_{01}为短跨跨长)。

(2) 钢筋的配置

- 短跨方向钢筋放在外边，长跨方向放在里面。
- 可将每一方向分成板带，两个方向的边缘板带宽度均为 l_{01} /4 边缘板带单位宽度范围内的配筋等于中间板带单位宽度范围的一半。
- 支座上承受负弯矩的钢筋按计算确定，沿支座均匀配置，伸入支座长不小于 l_{01} /4

结合混凝土剪拉复合受力特征，分析偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算。

课后作业	
教学后记	