

《混凝土结构基本原理》课程教学大纲

一、课程信息

课程名称：混凝土结构基本原理

Concrete Structural Basic Principle

课程代码：09910504

课程类别：学科专业课程/必修课

适用专业：土木工程专业

课程学时：102学时

课程学分：4学分

修读学期：第4学期

先修课程：土木工程材料、理论力学、材料力学

二、课程目标

（一）具体目标

通过本课程的理论教学与课内试验，使学生具备基本的知识和能力，课程的具体课程目标如下：

课程目标 1：了解混凝土结构的优缺点，理解配筋的作用与要求；理解混凝土结构材料的物理力学性能；理解基本构件的受力性能，了解基本构件的一般构造。**【支撑毕业要求 1.2】**

课程目标 2：熟练掌握基本构件的承载力计算（包括基本公式、公式的适用条件及基本公式的应用）。**【支撑毕业要求 4.1】**

（二）课程目标与毕业要求的对应关系

表1 课程目标与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	1.工程知识:能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决复杂工程问题。	1.2 掌握理论力学、材料力学、结构力学、土力学、土木工程材料、混凝土结构基本原理、钢结构基本原理、基础工程等解决复杂土木工程问题所需的基础知识和应用能力。
课程目标 2	4.研究:能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通信息综合得到合理有效的结论。	4.1 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂土木工程问题进行分析并设计实验方案。

三、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

表2 课程内容与课程目标的关系

课程内容	教学方法	支撑的课程目标	学时安排
第1章 绪论	讲授法	课程目标1	2
第2章 混凝土结构材料的物理力学性能	讲授法	课程目标1	6
第3章 受弯构件的正截面承载力	讲授法	课程目标1、2	17
第4章 受弯构件的斜截面承载力	讲授法	课程目标1、2	15
第5章 受压构件的截面承载力	讲授法	课程目标1、2	20
第6章 受拉构件的截面承载力	讲授法	课程目标1、2	4
第7章 受扭构件的扭曲承载力	讲授法	课程目标1、2	12
第8章 变形、裂缝及延性、耐久性	讲授法	课程目标1、2	12
第9章 预应力混凝土构件	讲授法	课程目标1、2	14
合计			102 学时

(二) 具体内容

第1章 绪论

【学习目标】

- 1.掌握配筋的主要作用及对配筋的要求，掌握钢筋和混凝土共同工作的机理；
- 2.理解结构或构件脆性破坏和延性破坏类型；
- 3.理解钢筋混凝土结构的主要优缺点，了解其发展概况；
- 4.了解混凝土结构的功能、极限状态和环境类别；
- 5.了解本课程的主要内容、任务和学习方法。

【学习内容】

- 1.混凝土结构的一般概念，混凝土结构的主要优缺点；
- 2.混凝土结构的发展概况；
- 3.结构的功能和极限状态；
- 4.混凝土结构的环境类别；
- 5.学习本课程需要注意的问题。

【学习重点】

- 1.配筋的作用及要求；
- 2.钢筋和混凝土共同工作的机理。

【学习难点】

- 1.钢筋和混凝土共同工作的机理；
- 2.学习本课程注意的问题。

第2章 混凝土结构材料的物理力学性能

【学习目标】

- 1.了解单轴及复合应力状态下的混凝土强度；
- 2.掌握混凝土在一次短期加荷时的变形性能，混凝土处于三向受压的变形特点；
- 3.理解混凝土在重复荷载作用下的变形性能；
- 4.理解混凝土的弹性模量、徐变、收缩性能及工程应用；
- 5.了解钢筋的种类、强度等级、牌号及工程应用；
- 6.掌握钢筋应力-应变曲线的特点、数学模型及混凝土结构对钢筋性能的要求；
- 7.掌握钢筋与混凝土粘结性能；
- 8.了解锚固长度的基本要求。

【学习内容】

1.混凝土的物理力学性能：单轴向应力状态下的混凝土强度、复合应力状态下混凝土强度、混凝土一次短期加荷下混凝土的变形性能、混凝土的变形模量、荷载长期作用下混凝土的变形性能（徐变）、混凝土的收缩与膨胀；

2.钢筋的物理力学性能：钢筋的种类和级别、钢筋的强度与变形、钢筋应力—应变关系的数学模型、混凝土结构对钢筋性能的要求；

3.钢筋与混凝土的粘结：粘结的意义、粘结力的组成与机理、钢筋的锚固、保证可靠粘结的构造措施。

【学习重点】

- 1.徐变的概念及其对结构的影响；
- 2.钢筋的应力—应变曲线特性及其数学模型，钢筋的塑性性能；
- 3.钢筋与混凝土的粘结性能；
- 4.基本锚固长度的计算以及保证可靠粘结的构造要求。

【学习难点】

- 1.钢筋与混凝土的粘结机理；
- 2.基本锚固长度的计算以及保证可靠粘结的构造要求。

第3章 受弯构件的正截面受弯承载力

【学习目标】

- 1.了解梁、板的一般构造；
- 2.理解适筋梁正截面受弯三个受力阶段及其应用，理解配筋率对梁正截面破坏形态的影响；
- 3.理解正截面承载力计算的基本假定、正截面受弯承载力计算的截面内力计算简图、界限配筋率及最小配筋率；
- 4.掌握单筋矩形截面、双筋矩形截面和T形截面受弯构件正截面受弯承载力的计算方法。

【学习内容】

- 1.梁、板的截面形式与尺寸，钢筋强度等级及常用直径，混凝土最小保护层厚度，纵向钢筋在梁截面内的布置，纵向受拉钢筋的配筋百分率；
- 2.适筋梁正截面受弯的三个受力阶段，正截面受弯的破坏形态；
- 3.正截面承载力计算的基本假定，界限相对受压区高度，最小配筋率；
- 4.单筋矩形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算公式及适用条件，正截面受弯承载力计算方法；
- 5.双筋矩形截面的应用情况，双筋矩形截面受弯承载力的基本计算公式及适用条件，双筋矩形截面正截面受弯承载力的计算方法；
- 6.T形截面的定义及翼缘计算宽度的取值，两类T形截面的判别，T形截面受弯构件正截面受弯承载力的计算公式及适用条件，T形截面正截面受弯承载力的计算方法。

【学习重点】

- 1.适筋梁正截面受弯三个受力阶段及其应用；
- 2.配筋率对梁正截面破坏形态的影响；
- 3.正截面受弯承载力计算的截面内力计算简图；
- 3.单筋矩形截面、双筋矩形截面和T形截面受弯构件正截面受弯承载力的计算方法。

【学习难点】

1. 适筋梁正截面受弯三个受力阶段及其应用；
2. 正截面受弯承载力计算的截面内力计算简图的确立。

第 4 章 受弯构件的斜截面承载力

【学习目标】

1. 了解斜裂缝的出现及其类别，了解剪跨比的概念；
2. 理解受弯构件斜截面受剪的三种破坏形态、剪跨比及腹筋对斜截面受剪破坏形态的影响；
3. 了解简支梁斜截面受剪机理，掌握影响斜截面受剪承载力的主要因素；
4. 掌握受弯构件斜截面受剪承载力计算方法及其适用条件的验算；
5. 掌握正截面受弯承载力图的绘制方法；
6. 理解纵向钢筋的弯起、截断、锚固及箍筋间距的主要构造要求，并能在设计中加以应用。

【学习内容】

1. 斜裂缝、剪跨比及斜截面受剪破坏形态；
2. 简支梁斜截面受剪机理；
3. 影响斜截面受剪承载力的主要因素；
4. 斜截面受剪承载力的计算公式及适用范围、连续梁斜截面受剪的性能与承载力计算、计算截面的位置、截面设计与截面复核两类问题的计算方法和步骤；
5. 保证斜截面受弯承载力的构造措施：正截面受弯承载力图；纵筋的弯起、截断和锚固；箍筋的设置及间距；
6. 梁、板内纵向钢筋的其他构造要求。

【学习重点】

1. 影响斜截面受剪承载力的主要因素；
2. 受弯构件斜截面受剪承载力的截面设计与截面复核两类问题的计算方法和步骤；
3. 正截面受弯承载力图的绘制方法，纵向钢筋的弯起、截断、锚固及箍筋间距的主要构造要求。

【学习难点】

1. 正截面受弯承载力图的绘制方法；

2.纵向钢筋弯起和截断的构造要求。

第5章 受压构件的截面承载力

【学习目标】

- 1.了解轴心受压短柱和长柱的受力特点,理解轴心受压螺旋筋柱间接配筋的原理,掌握轴心受压构件正截面受压承载力的计算方法;
- 2.理解偏心受压构件正截面的两种破坏形态及其判别方法;
- 3.了解偏心受压构件的二阶效应及考虑二阶效应的条件;
- 4.掌握矩形截面偏心受压构件正截面承载力受压计算方法;
- 5.理解受压构件的主要构造要求;
- 6.了解I形截面对称配筋偏心受压构件正截面承载力受压计算方法;
- 7.理解正截面承载力 N_u-M_u 相关曲线的特点及应用;
- 8.了解偏心受压构件斜截面受剪承载力计算方法。

【学习内容】

- 1.受压构件的一般构造要求;
- 2.轴心受压普通箍筋柱及螺旋箍筋柱的正截面受压承载力计算;
- 3.偏心受压构件正截面受压破坏形态;
- 4.偏压构件的二阶效应;
- 5.矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力的基本公式;
- 6.矩形截面非对称配筋偏心受压构件正截面受压承载力计算:截面设计及承载力复核;
- 7.矩形截面对称配筋偏心受压构件正截面受压承载力计算:截面设计及承载力复核;
- 8.I形截面对称配筋偏心受压构件正截面受压承载力计算:大偏心受压及小偏心受压;
- 9.正截面承载力 N_u-M_u 的相关曲线及其应用;
- 10.偏心受压构件斜截面受剪承载力计算。

【学习重点】

- 1.偏心受压构件正截面破坏形态及其正截面应力的计算简图;
- 2.矩形截面对称配筋偏心受压构件正截面受压承载力计算:截面设计及承载力复

核。

【学习难点】

- 1.矩形截面小偏心受压构件正截面受压承载力计算；
- 2.I 字形截面对称配筋偏心受压构件正截面受压承载力计算。

第 6 章 受拉构件的截面承载力

【学习目标】

- 1.了解轴心受拉构件正截面破坏特征，掌握其承载力的计算方法；
- 2.理解偏心受拉构件正截面的两种破坏形态及其判别方法，掌握其正截面承载力的计算方法；
- 3.了解偏心受拉构件的主要构造要求；
- 4.了解偏心受拉构件斜截面受剪承载力的计算方法。

【学习内容】

- 1.轴心受拉构件正截面受拉承载力计算；
- 2.大偏心受拉构件及小偏心受拉构件正截面承载力计算；
- 3.偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算。

【学习重点】

- 1.轴心受拉构件正截面受拉承载力计算；
- 2.大偏心受拉构件及小偏心受拉构件正截面承载力计算。

【学习难点】

矩形截面大偏心受拉构件正截面承载力计算。

第 7 章 受扭构件的扭曲截面承载力

【学习目标】

- 1.了解平衡扭转和协调扭转的概念，纯扭构件裂缝出现前后的受力性能、破坏形态；
- 2.理解纯扭构件的变角度空间桁架模型和极限扭矩；
- 3.掌握钢筋混凝土弯、剪、扭构件按《混凝土结构设计规范》的配筋计算方法及其构造要求。

【学习内容】

- 1.扭转类型；

2.纯扭构件的试验研究；

3.纯扭构件的开裂扭矩，纯扭构件按变角度空间桁架模型的扭曲截面承载力计算，按《混凝土结构设计规范》的矩形、箱形、T形和I形纯扭构件受扭承载力计算方法；

4.弯剪扭构件的破坏形态；矩形、箱形、T形和I形截面弯剪扭构件按《混凝土结构设计规范》的配筋计算方法；

5.在轴向力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下钢筋混凝土矩形截面框架柱受扭承载力计算；

6.协调扭转的钢筋混凝土构件扭曲截面承载力；

7.受扭构件的构造要求。

【学习重点】

1.按《混凝土结构设计规范》的矩形、箱形、T形和I形纯扭构件受扭承载力计算方法；

2.矩形、箱形、T形和I形截面弯剪扭构件按《混凝土结构设计规范》的配筋计算方法；

3.扭构件的构造要求；

【学习难点】

1.纯扭构件按变角度空间桁架模型的扭曲截面承载力计算；

2.T形和I形截面弯剪扭构件按《混凝土结构设计规范》的配筋计算方法。

第8章 变形、裂缝及延性、耐久性

【学习目标】

1.理解钢筋混凝土受弯构件在使用阶段的性能，进行挠度与裂缝宽度验算的必要性，以及在荷载、材料强度的取值方面与进行承载力计算时有什么不同；

2.理解钢筋混凝土构件截面弯曲刚度的定义、基本表达式、主要影响因素以及裂缝间钢筋应变不均匀系数 ψ 的物理意义；

3.掌握简支梁、板的挠度验算方法；

4.了解裂缝出现和开展的机理、平均裂缝间距、平均裂缝宽度的计算原理以及影响裂缝宽度的主要因素；

5.掌握钢筋混凝土构件裂缝宽度的验算方法；

6.理解延性和截面延性系数的概念；

7.理解混凝土耐久性的概念、混凝土的碳化和钢筋锈蚀的原理；了解耐久性设计的主要内容和措施。

【学习内容】

1.截面弯曲刚度的定义、短期截面弯曲刚度 B_s 、受弯构件的截面弯曲刚度 B 、最小刚度原则与挠度验算、对挠度验算的讨论；

2.裂缝的机理、平均裂缝间距、平均裂缝宽度、最大裂缝宽度及验算、减小裂缝宽度的措施；

3.延性的概念、受弯构件的截面曲率延性系数、偏心受压构件截面曲率延性的分析、提高截面延性的措施；

4.耐久性的概念、混凝土的碳化、钢筋的锈蚀、混凝土结构的耐久性设计。

【学习重点】

1.钢筋混凝土构件截面弯曲刚度的定义、基本表达式、主要影响因素以及裂缝间钢筋应变不均匀系数 ψ 的物理意义；

2.最小刚度原则与简支梁、板的挠度验算方法；

3.钢筋混凝土构件裂缝宽度验算及减小裂缝宽度的措施；

4.影响混凝土结构的耐久性主要因素，混凝土结构的耐久性设计。

【学习难点】

1.钢筋混凝土构件截面弯曲刚度的基本表达式、裂缝间钢筋应变不均匀系数 ψ ；

2.裂缝的机理、平均裂缝间距。

第9章 预应力混凝土构件

【学习目标】

1.掌握预应力混凝土的概念、设计原理及对材料性能的要求；

2.了解预应力混凝土施加预应力的方法；

3.掌握张拉控制应力的定义和取值；

4.理解预应力损失的内容、物理意义，掌握预应力损失值的计算方法和预应力损失值的组合；

5.掌握先张法与后张法预应力混凝土轴心受拉构件在施工阶段和使用阶段的应力变化和分析；

6.掌握先张法与后张法预应力混凝土轴心受拉构件在施工阶段的验算方法和使

阶段的计算方法；

7.理解后张法预应力混凝土受弯构件在施工阶段的验算方法和使用阶段的计算方法；

8.了解预应力混凝土构件的构造要求；

9.了解部分预应力混凝土与无粘结预应力混凝土的基本概念。

【学习内容】

1.预应力混凝土的概念、预应力混凝土的分类、张拉预应力钢筋的方法、锚具和夹具、预应力混凝土材料、张拉控制应力 σ_{con} 、预应力损失、预应力损失值的组合、先张法构件预应力钢筋的传递长度、后张法构件端部锚固区的局部受压承载力计算；

2.预应力混凝土轴心受拉构件各阶段的应力分析、预应力混凝土轴心受拉构件使用阶段的计算、预应力混凝土轴心受拉构件施工阶段的验算；

3.平衡荷载设计法的概念、预应力混凝土受弯构件的应力分析、预应力混凝土受弯构件使用阶段的计算、预应力混凝土受弯构件施工阶段的验算、受弯构件的变形验算；

4.预应力混凝土构件的构造要求；

5.部分预应力混凝土与无粘结预应力混凝土。

【学习重点】

1.预应力混凝土的概念、张拉预应力钢筋的方法拉控制应力 σ_{con} 、预应力损失、预应力损失值的组合；

2.预应力混凝土轴心受拉构件各阶段的应力分析；

3.预应力混凝土轴心受拉构件使用阶段的计算、预应力混凝土轴心受拉构件施工阶段的验算。

【学习难点】

1.预应力混凝土构件的应力分析；

2.后张法构件端部锚固区的局部受压承载力计算；

3.预应力混凝土受弯构件的设计计算。

四、教学方法

讲授法。

五、课程考核

考核方式：平时考核+期末考试。

本课程为考试课，考试由平时考核及期末考试两部分构成，平时考核由课堂考勤（ a_1 ）、平时作业（ a_2 ）、阶段性测试（ a_3 ）三部分构成，所占的权重分别为 $a_1=10\%$ 、 $a_2=10\%$ 、 $a_3=10\%$ 。期末考试为闭卷考试，卷面总分 100 分，占课程考核的权重 $a_4=70\%$ 。

课程总成绩（100%）=课堂考勤（ a_1 ）+平时作业（ a_2 ）+阶段性测试（ a_3 ）+期末成绩（ a_4 ）。

表 3 各考核环节建议值及考核细则

课程成绩构成及比例	考核方式	目标值	考核细则	对应课程目标
课堂考勤 a_1	随堂点名	100	教师随堂点名，每学期点名三次以上，根据学生出勤情况作为课堂考勤成绩。	课程目标 1、2
平时作业 a_2	课程作业	100	每次作业单独评分，取平均分作为平时作业成绩。	课程目标 1、2
阶段性测试 a_3	一生一题的设计	100	计算内容完整性；计算结果的安全可靠和经济合理性；施工图的绘制质量及信息的完整度。	课程目标 1、2
期末考试 a_4	期末考试	100	卷面成绩 100 分。题型以选择题、判断题、作图题、计算题为主。	课程目标 1、2

六、课程评价

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价，具体计算方法如下：

$$\text{课程分目标达成度} = \frac{\text{相关评价方式加权平均得分}}{\text{相关评价方式目标加权总分}}$$

$$\text{课程总目标达成度} = \text{课程所有分目标达成度加权值之和}$$

课程目标评价内容及符号意义说明： A_i 为平时成绩对应课程目标 i 的得分， B_i 为期末考试成绩对应课程目标 i 的得分； OA_i 为平时成绩对应课程目标 i 的目标分值， OB_i 为期末考试成绩对应课程目标 i 的目标分值； γ_i 为课程目标 i 在总目标达成度中的权重值； S 为课程总目标的达成度， S_i 为课程目标 i 的达成度。

表 4 课程考核成绩对课程目标达成情况评价

课程目标	课程目标权重	评价方式	目标分值	实际平均分	目标达成评价值
课程目标 1	0.4	课堂考勤	$OA_{1-1}=40$	A_{1-1}	$S_1 = \frac{a_1 A_{1-1} + a_2 A_{1-2} + a_3 A_{1-3} + a_4 B_1}{a_1 OA_{1-1} + a_2 OA_{1-2} + a_3 OA_{1-3} + a_4 OB_1}$
		平时作业	$OA_{1-2}=40$	A_{1-2}	
		阶段性测试	$OA_{1-3}=40$	A_{1-3}	

		期末成绩	$OB_1=40$	B_1	
课程目标 2	0.6	课堂考勤	$OA_{2-1}=60$	A_{2-1}	$S_2 = \frac{a_1 A_{2-1} + a_2 A_{2-2} + a_3 A_{2-3} + a_4 B_2}{a_1 OA_{2-1} + a_2 OA_{2-2} + a_3 OA_{2-3} + a_4 OB_2}$
		平时作业	$OA_{2-2}=60$	A_{2-2}	
		阶段性测试	$OA_{2-3}=60$	A_{2-3}	
		期末成绩	$OB_2=60$	B_2	
课程目标 i 权重和	$\sum_{i=1}^2 \gamma_i = 1.0$	课程总成绩	100	课程总目标达成度	$S = \sum_{i=1}^2 \gamma_i S_i$

注：1.目标分值为课程目标对应评价方式的满分，同一评价方式目标分值之和为 100。
2.实际平均分为参与评价的学生在该评价方式的平均分。

七、课程资源

（一）建议选用教材

东南大学，同济大学，天津大学合编. 清华大学主审. 混凝土结构（第七版，上册）[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2020.

（二）主要参考书目

- [1]东南大学，同济大学，天津大学合编. 清华大学主审. 混凝土结构（第六版，上册）[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2016
- [2]中华人民共和国国家标准. 混凝土结构设计规范（GB50010-2010）[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2015.
- [3]中华人民共和国国家标准. 建筑结构荷载规范（GB 50009—2012）[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2012.
- [4]中华人民共和国国家标准. 建筑结构可靠度设计统一标准（GB50068-2018）[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2018.
- [5]中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑结构抗震设计规范（GB50011-2010）[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2016.
- [6]曹双寅等. 工程结构设计原理(第四版)[M]. 南京：东南大学出版社，2018.
- [7]蓝宗建. 混凝土结构设计原理[M]. 南京：东南大学出版社，2002.
- [8]同济大学混凝土结构研究室. 混凝土结构基本原理[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2000.
- [9]吕志涛、孟少平. 现代预应力设计[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1998.
- [10]沈蒲生. 混凝土结构设计原理（第五版）[M]. 北京：高等教育出版社，2020.
- [11]白国良. 荷载与结构设计方法（第二版）[M]. 北京：高等教育出版社，2016.

[12]东南大学, 同济大学, 天津大学. 混凝土结构学习指导 (第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.

(三) 其它课程资源

1. 同济大学混凝土结构基本原理慕课

https://www.icourse163.org/course/TONGJI-53003?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

2. 武汉大学混凝土结构基本原理慕课

https://www.icourse163.org/course/WHU-1206908803?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

3. 沈阳工业大学混凝土结构基本原理慕课

https://www.icourse163.org/course/SUT-1002933002?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

4. 湖南大学混凝土结构设计原理慕课

https://www.icourse163.org/course/HNU-1002145005?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

5. 北京交通大学混凝土结构设计原理慕课

https://www.icourse163.org/course/NJTU-1003695008?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

执笔人: 鲍鹏玲

课程负责人: 鲍鹏玲

审核人 (系/教研室主任): 高春华

审定人 (主管教学副院长/副主任): 袁晓辉

2023年6月