

# 结构力学 I -1 教案

课程名称: 结构力学 I -1

适用专业、年级: 土木工程 2004 级

学年、学期: 2006~2007 学年, 第一学期

总学时: 80 学时

任课教师: 张来仪、陈朝晖、文国治、游渊、陈名弟等

编写时间: 2006 年 8 月

## 第 1 章 绪 论

### 一、本章的教学目标及基本要求

- (1) 了解结构力学课程的性质和讨论的内容。
- (2) 了解杆件结构分类。
- (3) 了解选取结构计算的原则; 初步了解杆件结构怎样简化为计算简图。
- (4) 了解结构力学的学习方法。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 1-1 结构力学的研究对象和任务

§ 1-2 杆件结构的计算简图

§ 1-3 平面杆件结构的分类

(2 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点是掌握杆件结构常见支座和结点的基本类型及其计算简图的变形和受力特点。

难点是怎样将实际结构简化为计算简图。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

适当介绍结构力学课程在土木工程专业教学计划中的地位和作用以及与后继专业课程的关系, 以激发学生对本课程的重视和学习兴趣。

### 五、本章教学方式(手段)及教学过程中应注意的问题

用多媒体课件介绍典型的房屋和桥梁工程结构, 包括我国古代的和现代的一些伟大建筑物特点。以增强学生的民族自豪感和社会责任感。

### 六、本章的主要参考书目

- (一) 结构力学 (I) 龙驭球 包世华主编, 高等教育出版社, 2001 年 1 月
- (二) 结构力学 赵更新编, 中国水利水电出版社, 2004 年 4 月
- (三) 结构力学 (上) 李廉锟主编, 高等教育出版社, 1996 年 5 月
- (四) 结构力学 (上) 吴德伦主编, 重庆大学出版社, 1994 年
- (五) 结构力学 (上) 张来仪 景瑞主编, 中国建筑工业出版社, 1997 年
- (六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编, 中国水利水电出版社, 2001 年

## 七、各课时单元授课教案的具体内容

### § 1-1 结构力学的研究对象和任务

#### 一、结构及按几何特征分类

- 1、杆件结构
- 2、薄壁结构
- 3、实体结构

#### 二、结构力学的研究对象

#### 三、结构力学的任务

### § 1-2 杆件结构的计算简图

#### 一、计算简图的定义

#### 二、选取计算简图的一般原则

#### 三、杆件结构的简化

### § 1-3 平面杆件结构的分类

- 一、梁
- 二、拱
- 三、刚架
- 四、桁架
- 五、组合结构

## 第 2 章 平面体系的几何组成分析

### 一、本章的教学目标及基本要求

本章的教学目标是：工程结构必然会受到荷载作用，必须学用几何不变体系。掌握几何不变体系的组成规律，掌握根据这些规律判断体系的几何组成性质的方法，从而保证结构为几何不变体系是本章的教学目标。

基本要求：掌握几何不变体系、几何可变体系、自由度刚片、约束、必须约束和多余约束的概念，掌握几何不变体系的简单组成规则，并熟练运用组成规则分析平面杆件体系的几何组成性质，判定超静定结构的多受约束及数目；了解平面体系的计算自由度及计算方法；了解体系的几何组成与静力特性之间的关系。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

- |                     |          |
|---------------------|----------|
| § 2-1 几何不变体系和几何可变体系 | (0.5 学时) |
| § 2-2 几何组成分析中的几个概念  | (1 学时)   |
| § 2-3 平面体系的计算自由度    | (0.5 学时) |
| § 2-4 几何不变体系的简单组成规则 | (1 学时)   |
| § 2-5 几何组成分析举例      | (2 学时)   |

## § 2-6 体系的几何组成与静力特性的关系 (1 学时)

## 三、本章教学内容的重点和难点

重点：几何不变体系和几何可变体系的概念；刚片、自由度、约束、必要约束、多余约束的概念；几何不变体系的简单组成规则；熟练运用这些组成规则对体系进行几何组成分析，并确定是否有多余约束，及多余约束的个数。

难点：灵活运用几何组成规则分析平面杆件体系的几何组成性质。

## 四、本章教学内容的深化和拓宽

三刚片体系中分别有一个虚铰、两个虚铰和三个虚铰在无穷远处时几何组成性质的判断，属于拓宽与深化的内容。

## 五、本章教学方式（手段）及教学过程中应注意的问题

老师重点讲解基本概念、基本组成规则和组成规则的运用，应有一学时习题课，注重启发式教学，并辅以多媒体课件演示，加深学生对概念的理解。

## 六、本章的主要参考书目

- (一) 结构力学 (I) 龙驭球 包世华主编，高等教育出版社，2001 年 1 月
- (二) 结构力学 赵更新编，中国水利水电出版社，2004 年 4 月
- (三) 结构力学 (上) 李廉锟主编，高等教育出版社，1996 年 5 月
- (四) 结构力学 (上) 吴德伦主编，重庆大学出版社，1994 年
- (五) 结构力学 (上) 张来仪 景瑞主编，中国建筑工业出版社，1997 年
- (六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编，中国水利水电出版社，2001 年

## 七、本章的思考题和习题

## (一) 思考题

《结构力学》萧允徵、张来仪主编教材第 2 章思考题 2-1~2-10。

## (二) 习题

《结构力学》萧允徵、张来仪主编教材第 2 章习题 2-1~2-4。

## 八、各课时单元授课教案的具体内容

## § 2-1 几何不变体系和几何可变体系

- 一、几何不变体系
- 二、几何可变体系
- 三、刚片

- 思考题：思考题 2-1
- 重点讲授几何不变体系和几何可变体系的概念，并应由此得出工程结构必须采用几何不变体系这一结论。

## § 2-2 几何组成分析中的几个概念

## 一、自由度

- 1、平面上一点的自由度

## 2、平面上一刚片的自由度

### 二、约束

- 1、支杆或链杆的约束作用
- 2、铰支座或单铰的约束作用
- 3、固定支座或单刚结的约束作用

### 三、必要约束和多余约束

- 1、必要约束
- 2、多余约束

### 四、实铰和虚铰

- 1、实铰
- 2、虚铰

- 重点讲授自由度、约束、必要约束、多余约束、虚铰的概念并通过多媒体课件使学生更容易理解虚铰及其约束作用。

## § 2-3 平面体系的计算自由度

### 一、体系的实际自由度 $S$ 与计算自由度 $W$ 的定义

- 1、体系的实际自由度  $S$
- 2、体系的计算自由度  $W$

### 二、平面体系的计算自由度

- 1、刚片系的计算自由度
- 2、铰接链杆体系的计算自由度

### 三、体系的几何组成性质与计算自由度之间的关系

- 本节应注意强调体系的实际自由度与计算自由度的区别；以及体系的几何组成性质与计算自由度之间的关系。
- 思考题：2-2、2-3、2-4、2-5。
- 习题：2-1(1)、2-1(2)、2-1(3)、2-3。

## § 2-4 几何不变体系的简单组成规则

### 一、点与刚片之间的连接

- 1、组成规则
- 2、二元体

### 二、两刚片之间的连接

- 1、组成规则（表述1）
- 2、组成规则（表述2）

### 三、三刚片之间的连接

### 四、瞬变体系

- 1、几何常变体系

## 2、几何瞬变体系

- 本节是本章的重点内容，从注意自由度与约束的概念推出点与刚片、两刚片、三刚片组成几何不变体系的规则，并总结出其基本规律——三角形规律。
- 思考题：2-6、2-7、2-8。
- 习题：2-1(4)、2-1(5)、2-1(6)、2-1(7)。

## § 2-5 几何组成分析举例

### 一、几何组成分析的步骤

### 二、几何组成分析的举例

- 本节应多补充几个例题进行分析讲解，学生也应多做练习。
- 习题：2-2、2-4

## § 2-6 体系的几何组成与静力特性的关系

### 一、无多余约束的几何不变体系

### 二、有多余约束的几何不变体系

### 三、几何常变体系

### 四、几何瞬变体系

- 思考题：2-9、2-10

## 第3章 静定梁和静定刚架

### 一、本章的教学目标及基本要求

- (1) 熟练掌握用截面法计算梁指定截面的内力。
- (2) 熟练掌握用区段法绘制直杆的弯矩图，绘制梁的剪力图，并能用荷载与内力的微分关系校核。
- (3) 熟练掌握多跨静定梁的内力计算方法并绘制内力图。
- (4) 熟练掌握静定平面刚架的内力计算方法及内力图的绘制方法。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

- |              |        |
|--------------|--------|
| § 3-1 单跨静定梁  | (2 学时) |
| § 3-2 多跨静定梁  | (2 学时) |
| § 3-3 静定平面刚架 | (4 学时) |

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点是绘制静定梁和刚架的弯矩图。

难点是对区段法加法的理解和熟练运用。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

在熟练掌握静定平面刚架内力计算的基础上，简要介绍静定空间刚架的特点。

### 五、本章教学方式（手段）及教学过程中应注意的问题

本章内容是结构力学课程的重要基础,要求学生熟练掌握,尽可能多做习题,并安排画弯矩图的课堂练习,当堂讲评,边练边讲。

## 六、本章的主要参考书目

- (一) 结构力学(I) 龙驭球 包世华主编,高等教育出版社,2001年1月
- (二) 结构力学 赵更新编,中国水利水电出版社,2004年4月
- (三) 结构力学(上) 李廉锟主编,高等教育出版社,1996年5月
- (四) 结构力学(上) 吴德伦主编,重庆大学出版社,1994年
- (五) 结构力学(上) 张来仪 景瑞主编,中国建筑工业出版社,1997年
- (六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编,中国水利水电出版社,2004年

## 七、本章的思考题和习题

### (一) 思考题

《结构力学》萧允徵 张来仪主编教材第3章思考题3-1~3-8。

### (二) 习题

《结构力学》萧允徵 张来仪主编教材习题3-1, 3-2, 3-3, 3-4a, b, 3-5, 3-6, 3-7a, b, 3-8c, 3-9a, b, 3-10c, 3-11a, c, e, f, g, j, k, l。

## 八、各课时单元授课教案的具体内容

### §3-1 单跨静定梁

- 一、用截面法求指定截面的内力
- 二、内力图的特征
- 三、用区段迭加法作直杆的弯矩图
- 四、斜梁

### §3-2 多跨静定梁

- 一、组成方式
- 二、内力计算方法

### §3-3 静定平面刚架

- 一、悬臂刚架
- 二、简支刚架
- 三、三铰刚架
- 四、复合刚架

## 第4章 三铰拱

### 一、本章的教学目标及基本要求

本章的教学目标是:知道拱是受压为主的一类结构,能跨越更大的跨度;会计算三铰拱的内力;了解压力线及合理拱等概念。

基本要求：理解三铰拱的受力特点，掌握三铰拱支座反力及指定截面内力的计算方法；理解三铰拱的压力线的概念，会求三铰拱在竖向荷载作用下的合理拱轴方程。

## 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 4-1 概述 (0.5 学时)

§ 4-2 三铰拱的内力计算 (2 学时)

§ 4-1 三铰拱的压力线和合理拱轴 (1.5 学时)

## 三、本章教学内容的重点和难点

重点：三铰拱的反力与内力计算。

难点：三铰拱压力线的作法。

## 四、本章教学内容的深化和拓宽

在讲深讲透竖向荷载作用下三铰拱支反力及内力计算公式的基础上，可加深指出带拉杆的三铰拱的计算方法、有水平荷载作用时三铰拱的计算方法。求填料荷载作用下的合理拱轴线属于加深的内容。

## 五、本章教学方式（手段）及教学过程中应注意的问题

采用多媒体教学手段，并注意与黑板配合使用。尽可能介绍一些工程上正反两方面的实例（如赵州桥、彩虹桥等）以增加学生的感性认识。

## 六、本章的主要参考书目

（一）结构力学 赵更新主编，中国水利水电出版社，2004 年 6 月

（二）结构力学教程（I） 龙驭球、包世华主编，高等教育出版社，2001 年 1 月

（三）结构力学（上册） 吴德伦主编，重庆大学出版社，1994 年 1 月

（四）结构力学辅导 赵更新编，中国水利水电出版社，2001 年 9 月

## 七、本章的思考题和习题

### （一）思考题

《结构力学》教材（萧允徵 张来仪主编）第 4 章思考题 4-1~4-4。

### （二）习题

《结构力学》教材（萧允徵 张来仪主编）第 4 章习题 4-1~4-6。

## 八、各课时单元授课教案的具体内容

### § 4-1 概述

#### 一、拱的定义

#### 二、拱的分类

分三铰拱、二铰拱、无铰拱。

#### 三、带拉杆的拱

### § 4-2 三铰拱的内力计算

#### 一、三铰拱支反力的计算

推导竖向荷载作用下竖向反力及水平推力的计算公式。

## 二、三铰拱的内力计算

推导竖向荷载作用下, 三铰拱中任一截面弯矩、剪力、轴力的计算公式。

## 三、三铰拱的内力图的绘制方法

## 四、三铰拱的受力特点

- 本节的思考题: 思考题 4-1、4-2。
- 本节的习题: 习题 4-1、4-2、4-3、4-5、4-6。
- 本节的教学方法: 讲清本节推导公式的适用条件, 启发学生思考带拉杆的拱及受水平荷载作用的拱, 在计算上有何异同。

### § 4-3 三铰拱的压力线和合理拱轴

#### 一、压力线的定义

#### 二、压力线的作法

- 1、作合力多边形
- 2、确定各截面合力的作用线
- 3、确定压力线

#### 三、压力线的用途

#### 四、三铰拱的合理拱轴线

- 1、用压力线确定合理拱轴线
- 2、用解析法求竖向荷载作用下的合理拱轴线

- 本节的思考题: 思考题 4-3、4-4。
- 本节的习题: 习题 4-4。
- 本节的教学方法: 注意讲清合理拱轴线随荷载的变化而变化, 尽可能介绍各种荷载作用下的合理拱轴线的形状。

## 第 5 章 静定桁架和组合结构

### 一、本章的教学目标及基本要求

掌握计算桁架各杆轴力的方法, 了解各杆轴力随桁架外形变化规律, 为合理地进行桁架设计提供依据是本章的教学目标。

基本要求: 理解桁架的概念, 掌握计算平面静定桁架内力的结点法、截面法以及两者的联合应用, 能正确灵活地截取脱离法和运用平衡条件中合力与分力的比例关系求出桁架各杆轴力; 能利用结点平衡的特殊情况判定零杆和某些杆件的内力; 掌握静定组合结构的受力特点及内力计算方法, 了解静定结构的一般力学特性。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 5-1 概述 (0.5 学时)

§ 5-2 静定平面桁架 (3 学时)



§ 5-3 三种简支桁架的比较 (0.5 学时)

\* § 5-4 静定空间桁架

§ 5-5 静定组合结构 (1.5 学时)

§ 5-6 各种类型结构的受力特点  
§ 5-7 静定结构的一般特性 } (0.5 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点：理想桁架的受力特点；结点法；截面法；组合结构及受力特点，静定组合结构的内力计算。

难点：掌握确定合理的计算路径，灵活地选择脱离体，及相应的平衡方程等技能。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

在讲清结点法和截面法的基础上，可将桁架轴力的计算方法拓宽到通路法、杆件代替法等，当为对称桁架时，可利用对称性简化计算。还可介绍判定体系几何组成性质的另一种方法——零载法。

### 五、本章教学方式（手段）及教学过程中应注意的问题

重点讲解基本计算方法：结点法和截面法，多讲例题，注重解题思路，计算路径的介绍。

### 六、本章的主要参考书目

- (一) 结构力学 (I) 龙驭球 包世华主编，高等教育出版社，2001 年 1 月
- (二) 结构力学 赵更新编，中国水利水电出版社，2004 年 4 月
- (三) 结构力学 (上) 李廉锟主编，高等教育出版社，1996 年 5 月
- (四) 结构力学 (上) 吴德伦主编，重庆大学出版社，1994 年
- (五) 结构力学 (上) 张来仪 景瑞主编，中国建筑工业出版社，1997 年
- (六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编，中国水利水电出版社，2001 年

### 七、本章的思考题和习题

#### (一) 思考题

《结构力学》教材 (萧允徵 张来仪主编) 第 5 章思考题 5-1~5-7。

#### (二) 习题

《结构力学》教材 (萧允徵 张来仪主编) 第 5 章习题 5-1~5-10。

### 八、各课时单元授课教案的具体内容

#### § 5-1 概述

##### 一、理想桁架

- 1、理想桁架的三个假定
- 2、理想桁架的受力特点

##### 二、桁架在工程中的应用及分类

- 1、桁架在工程中的应用

## 2、桁架的分类

### 三、桁架各部分的名称

- 注意介绍理想桁架的假定与实际桁架差别及由此引起的内力状态的区别
- 思考题：5-1
- 习题：5-1(1)

### § 5-2 静定平面桁架

#### 一、结点法

#### 二、结点平衡的特殊情况

##### 1、零杆的判定

##### 2、等力杆的情况

#### 三、截面法

#### 四、结点法与截面法的联合应用

#### 五、利用对称性计算桁架内力

##### 1、对称桁架

##### 2、对称荷载

##### 3、对称桁架的基本特性

- 本节是本章的重点，讲授时应注重介绍计算思路、计算路径、几何组成的关系。适当补充各种类型的习题。
- 思考题：习题 5-2、5-3、5-4、5-5。
- 习题 5-1(2)、5-2(2)、5-294)、5-295)、5-8。

### § 5-3 三种简支桁架的比较

#### 一、梁式桁架的整体受力特性

#### 二、梁式桁架各杆轴力的变化规律

- 讲授时应注意结合土木工程结构实例进行讲解。

### \* § 5-4 静定空间桁架

#### 一、空间桁架的支座

##### 1、固定球形铰支座

##### 2、活动圆柱支座

##### 3、活动球形铰支座

#### 二、空间桁架的几何组成

##### 1、简单桁架

##### 2、联合桁架

##### 3、复杂桁架

#### 三、空间桁架的计算方法

##### 1、结点法

## 2、截面法

- 本节是选讲内容,可利用多媒体的演示使学生更易理解空间桁架的支座形式和几何组成形式。
- 思考题: 5-7。
- 习题 5-10。

### § 5-5 静定组合结构

- 一、组合结构的特点
  - 二、静定组合结构的计算
- 思考题: 5-6。

- 习题 5-1(3)、5-1(4)、5-2(3)、5-9。

### § 5-6 各种类型结构的受力特点

- 一、各种类型结构的受力状态
- 二、改善结构受力状态的方法

### § 5-7 静定结构的一般特性

- 一、静定结构的基本特性
- 二、静定结构的一般特性
  - 1、静定结构在非荷载因素影响下,不分生内力
  - 2、静定结构的局部平衡特性
  - 3、静定结构的荷载等效特性
  - 4、静定结构的构造变换特性
  - 5、静定结构的反力内力与结构的EI、EA 值无关

## 第6章 虚功原理和结构的位移计算

### 一、本章的教学目标及基本要求

教学目标是:在进行结构分析时,除了需计算结构的内力外,还需计算结构的位移。通过本章的学习,使学生了解位移计算公式的推导过程,并会计算各种结构由于荷载、支移、温变等原因引起的位移。

基本要求:理解变形体系虚功原理的内容及其两种应用,理解计算结构位移的单位荷载法;熟练掌握静定结构在荷载作用下的位移计算方法;熟练掌握图乘法;掌握静定结构在支座位移和温度变化时的位移计算方法;了解线弹性结构的四个互等定理。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

- |                       |          |
|-----------------------|----------|
| § 6-1 概述              | (0.5 学时) |
| § 6-2 变形体系的虚功原理       | (2 学时)   |
| § 6-3 平面杆件结构位移计算的一般公式 | (1 学时)   |

- § 6-4 静定结构在荷载作用下的位移计算 (1.5 学时)
- § 6-5 图乘法 (2 学时)
- § 6-6 静定结构在支座位移时的位移计算 (1 学时)
- § 6-7 静定结构在温度变化时的位移计算 (1 学时)
- \* § 6-8 具有弹性支座的静定结构的位移计算 (1 学时)
- § 6-9 线性弹性结构的互等定理 (2 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点：静定结构在荷载、支移、温变等各种原因作用下的位移计算，特别是图乘法计算梁式结构的位移。

难点：变形体系的虚功原理及其推证。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

在讲清变形体系虚功原理及其适用范围的基础上，可进一步指出平面杆件结构位移计算的一般公式的适用条件、静定结构在荷载作用下的位移计算公式的适用条件，以及四个互等定理的适用条件。

具有弹性支座的静定结构的位移计算属于加深的内容。

### 五、本章教学方式（手段）及教学过程中应注意的问题

采用多媒体教学手段，并注意与教材、板书结合，提高教学质量。在本章教学过程中，应注意进一步培养、提高学生画弯矩图的能力，并注意培养学生绘静定结构变形图的能力。

### 六、本章的主要参考书目

- (一) 结构力学 (I) 龙驭球 包世华主编，高等教育出版社，2001 年 1 月
- (二) 结构力学 赵更新编，中国水利水电出版社，2004 年 4 月
- (三) 结构力学 (上) 李惠银主编，高等教育出版社，1996 年 5 月
- (四) 结构力学 (上) 吴德伦主编，重庆大学出版社，1994 年
- (五) 结构力学 (上) 张来仪 景瑞主编，中国建筑工业出版社，1997 年
- (六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编，中国水利水电出版社，2001 年

### 七、本章的思考题和习题

#### (一) 思考题

《结构力学》教材 (萧允徵 张来仪主编) 第 6 章思考题 6-1~6-17。

#### (二) 习题

《结构力学》教材 (萧允徵 张来仪主编) 第 6 章习题 6-1~6-18。

### 八、各课时单元授课教案的具体内容

#### § 6-1 概述

##### 一、位移

##### 二、计算位移的目的

- 本节的思考题：思考题 6-1、6-2、6-3。

## § 6-2 变形体系的虚功原理

## 一、实功

## 二、虚功

## 三、变形体系的虚功原理

## (一) 虚功原理的表述

## (二) 虚功原理的证明

## 四、虚功原理的两种形式

- 本节的思考题：思考题 6-4~6-6。
- 本节的习题：习题 6-1 (1)、(2)。
- 本节的教学方法：虚功原理的证明较复杂，本节只是证明变形体虚功原理的必要条件，力求从物理概念上讲清讲透。应注意指出虚功原理的适用条件。

## § 6-3 平面杆件结构位移计算的一般公式

## 一、公式推导

- 1、给定一实际状态
- 2、假设一虚拟状态
- 3、利用虚力原理推导一般公式

## 二、单位力设置法

- 1、求绝对线位移时的单位力
- 2、求绝对角位移时的单位力
- 3、求相对线位移时的单位力
- 4、求相对角位移时的单位力

- 本节的思考题：思考题 6-7、6-8。
- 本节的习题：无。
- 本节的教学方法：指出本节所推一般公式的适用范围。

## § 6-4 静定结构在荷载作用下的位移计算

## 一、由上节一般公式导出荷载作用下的位移计算公式

## 二、静定梁和刚架的位移计算公式与应用

## 三、静定桁架的位移计算公式与应用

## 四、静定组合结构的位移计算公式

- 本节的思考题：思考题 6-9、6-10。
- 本节的习题：习题 6-3、6-4、6-5。
- 本节的教学方法：介绍公式后即举例题说明，指出静定结构在荷载作用下的位移计算公式仅适用于线弹性结构。

## § 6-5 图乘法

## 一、图乘法的适用条件

## 二、图乘法公式推导

## 三、图乘法的几点说明

- 本节的思考题：思考题 6-11~6-13。
- 本节的习题：习题 6-6~6-14。
- 本节的的教学方法：利用多媒体课件教学，注意强调指出图乘法的适用条件及复杂图形的分解方法。

### § 6-6 静定结构在支座位移时的位移计算

- 介绍支称作用下的位移计算公式并举例。
- 本节的思考题：无。
- 本节的习题：习题 6-15。
- 本节的的教学方法：指出静定结构在支移作用下仅发生刚体位移；本节公式只适用于静定结构在支移作用下的位移计算。

### § 6-7 静定结构在温度变化时的位移计算

#### 一、静定梁和刚架在温变作用下的位移计算公式

##### 1、公式推导

##### 2、正负号规定

##### 3、举例

#### 二、桁架在温变作用下的位移计算公式

#### 三、桁架杆件因制造误差引起的位移计算公式

- 本节的思考题：思考题 6-14。
- 本节的习题：习题 6-16、6-17。
- 本节的的教学方法：注意指出公式的适用范围及公式中正负号的确定原则。

### \* § 6-8 具有弹性支座的静定结构的位移计算

#### 一、弹性支座及其刚度系数

#### 二、公式及其推导

##### 1、给定一实际状态

##### 2、假定一虚拟状态

##### 3、公式推导

##### 4、正负号规定

##### 5、举例

#### 三、按其它方式计算具有弹性支座的静定结构位移

##### 1、将弹性支座处的位移转化为等效的支座位移

##### 2、（对于简单情况）直接利用几何关系来计算具有弹性支座的静定结构的位移

- 本节的思考题：思考题 6-15。
- 本节的习题：习题 6-18。

- 本节的教学方法：本节属于加深与拓宽的内容，可根据情况适当选讲。

#### § 6-9 线性弹性结构的互等定理

- 一、功的互等定理
- 二、位移互等定理
- 三、反力互等定理
- 四、反力与位移互等定理

- 本节的思考题：思考题 6-16、6-17。
- 本节的习题：习题 6-1、6-2。
- 本节的教学方法：在讲清功的互等定理的基础上，可直接引出其它三个互等定理。

## 第 7 章 力法

### 一、本章的教学目标及基本要求

超静定结构是土木工程中使用的更为广泛的结构形式。学习并掌握用力法计算超静定结构内力和位移的基本原理及方法，是本章的教学目标。

学习本章的基本要求：掌握力法基本原理，能正确判定超静定次数，并选取力法基本结构；熟练掌握在荷载作用下用力法计算各种超静定结构的方法和步骤；掌握在支座位移、温度变化等因素作用下，力法计算超静定结构的方法。掌握利用结构的对称性简化计算的方法；掌握超静定结构的位移计算，及校核最终内力图的方法，了解超静定结构的一般特性。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 7-1 超静定结构概述	(1 学时)
§ 7-2 力法的基本概念	(1 学时)
§ 7-3 力法的典型方程	(2 学时)
§ 7-4 用力法计算超静定结构在荷载作用下的内力	(2 学时)
§ 7-5 用力法计算超静定结构在支座位移和温度变化时的内力	(2 学时)
§ 7-6 对称性的利用	(2 学时)
§ 7-7 用弹性中心法计算对称无铰拱	(2 学时)
§ 7-8 超静定结构的位移计算	(1 学时)
§ 7-9 超静定结构内力图的校核	(0.5 学时)
§ 7-10 超静定结构的一般特性	(0.5 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点：判定力法基本未知量、选取力法基本结构、建立力法典型方程；荷载作用下超静定结构的力法计算及内力图绘制。

难点：利用对称性将结构简化为半结构；基本结构在荷载和多余力作用下任一截面的位移即是超静定结构相应截面在荷载作用下的位移。

#### 四、本章教学内容的深化和拓宽

在讲深讲透用力法计算超静定结构的基本原理和方法的基础上,扩展介绍以下内容:具有弹性支座时超静定结构的计算,利用超静定结构作基本结构;支座位移、温度变化等因素影响下超静定结构的内力校核,勾画超静定结构在荷载作用下大致的变形曲线的方法。

#### 五、本章教学方式(手段)及教学过程中应注意的问题

重点讲授力法求解超静定结构的基本原理和计算方法,并应注意强调本方法的力学概念,避免学生只会机械地按步骤解题。

#### 六、本章的主要参考书目

- (一) 结构力学(I) 龙驭球 包世华主编,高等教育出版社,2001年1月
- (二) 结构力学 赵更新编,中国水利水电出版社,2004年4月
- (三) 结构力学(上) 李廉锟主编,高等教育出版社,1996年5月
- (四) 结构力学(上) 吴德伦主编,重庆大学出版社,1994年
- (五) 结构力学(上) 张来仪 景瑞主编,中国建筑工业出版社,1997年
- (六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编,中国水利水电出版社,2001年

#### 七、本章的思考题和习题

##### (一) 思考题

《结构力学》教材(萧允徵 张来仪主编)第7章思考题 7-1~7-13。

##### (二) 习题

《结构力学》教材(萧允徵 张来仪主编)第7章习题 7-1~7-18。

#### 八、各课时单元授课教案的具体内容

##### § 7-1 超静定结构的概述

###### 一、超静定结构

###### 1、超静定结构基本特性

###### 2、超静定结构分类

###### 二、超静定次数的确定

###### 1、超静定次数

###### 2、确定超静定次数的方法

###### 3、判定超静定次数的举例

- 本节应重点讲授超静定次数的确定
- 思考题: 7-1
- 习题: 7-3

##### § 7-2 力法的基本概念

###### 一、力法解题思路

###### 二、力法基本原理

- 本节应通过用力法求解一次超静定结构的引例,把力法解题思路及力法的基本原理和计



算方法讲透。使学生清楚地了解如何确定力法基本未知量，如何选取力法基本结构和建立力法基本方程。

- 思考题：7-2、7-3、7-4。
- 习题 7-4。

### § 7-3 力法的典型方程

- 一、二次超静定结构的力法典型方程
- 二、 $n$  次超静定结构的力法典型方程
- 三、力法典型方程中系数和自由项的计算
- 四、力法内力图绘制方法

- 本节是本章的重点：在上节介绍的力法基本原理的基础上，进一步推导出具有普通适用意义的求解超静定结构的力法典型方程，应注意强调力法典型方程的物理意义，及系数和自由项的物理含义。
- 思考题：7-5、7-6

### § 7-4 用力法计算超静定结构在荷载作用下的内力

- 一、力法求解超静定结构的步骤
- 二、力法求解荷载作用下各类超静定结构的内力
  - 1、超静定梁
  - 2、超静定刚架
  - 3、超静定桁架
  - 4、超静定组合结构
  - 5、铰接排架
  - 6、两铰拱

- 本节的重点是用力法计算超静定结构内力和绘制内力图，应适当多举例题，使学生在清楚力学概念的基础上，熟练地进行计算。
- 思考题：7-11、7-12。
- 习题 7-5、7-6、7-7、7-8、7-9。

### § 7-5 用力法计算超静定结构在支座位移和温度变化时的内力

- 一、支座位移时超静定结构的计算
- 二、温度变化时超静定结构的计算

- 重点讲授自由项  $\Delta_{ic}$  和  $\Delta_{it}$  的计算方法，通过举例讲解选择不同的基本体系时力法典型方程的变化。
- 思考题：7-10、7-13。
- 习题 7-2(1)、7-2(2)、7-10、7-11、7-13。

### § 7-6 对称性的利用

- 一、对称结构

## 二、利用对称性的方法

### 1、选取对称的基本结构

### 2、选取对称的半结构

- 本节中利用对称性将结构简化为半结构是一个难点，讲授时应注意讲解原结构在变形、位移、内力与半结构相应截面处约束之间的等效关系，适当多举例子。

- 思考题：7-8

- 习题：7-12

## § 7-7 用弹性中心法计算对称无铰拱

### 一、弹性中心

### 二、荷载作用时的计算

### 三、温度变化时的计算

### 四、支座位移时的计算

- 习题 7-14

## § 7-8 超静定结构的位移计算

### 一、荷载作用下超静定结构的位移计算

### 二、支座移动时超静定结构的位移计算

### 三、温度变化时超静定结构的位移计算

- 注重讲授超静定结构位移计算思路。
- 思考题 7-9
- 习题 7-15、7-16

## § 7-9 超静定结构内力图的校核

### 一、平衡条件的校核

### 二、位移条件的校核

- 习题 7-17

## § 7-10 超静定结构的一般特性

### 一、超静定结构的内力仅由静力平衡条件不能求出

### 二、超静定结构的内力与 $EI$ ( $EA$ ) 值有关

### 三、超静定在非荷载因素下一般会产生内力

### 四、超静定结构内力、位移的峰值小于静定结构

### 五、超静定结构具有较强的防御能力

- 注意引导学生思考这些超静定结构特性在实际工程中的应用情况。
- 思考题 7-7、7-13
- 习题 7-1 (1)、7-1 (2)、7-1 (3)、7-1 (4)

## 第 8 章 位移法

## 一、本章的教学目标及基本要求

(1) 掌握位移法的基本概念, 正确判断位移法基本未知量, 理解位移法典型方程的物理意义以及方程中系数和自由项的物理意义。

(2) 记住三种单跨超静定梁的形常数及常见荷载(三种)作用下的载常数。

(3) 熟练掌握用位移法基本体系和典型方程的解法计算超静定刚架在荷载作用下的内力, 掌握超静定刚架在支座位移时计算。

(4) 了解超静定刚架在温度变化时的计算。

(5) 了解直接利用平衡条件建立位移法方程的解法。

## 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 8-1 概述

(2 学时)

§ 8-2 等截面直杆的转角位移方程

(2 学时)

§ 8-3 位移法的基本概念

(2 学时)

§ 8-4 位移法的典型方程

(2 学时)

§ 8-5 用位移法计算超静定结构在荷载作用下的内力

(2 学时)

§ 8-6 用位移法计算超静定结构在支座位移和温度变化时的内力

(2 学时)

§ 8-7 直接利用平衡条件建立位移法方程

(1 学时)

## 三、本章教学内容的重点和难点

重点是单跨超静定梁的形常数、载常数及用位移法计算超静定刚架在荷载作用下的内力。

难点是对位移法典型方程物理意义的理解。

## 四、本章教学内容的深化和拓展

简单介绍考虑剪切变形时刚架的内力计算。在什么情况下应考虑杆件的剪切变形, 怎样考虑剪切变形。

简单介绍混合法的概念, 以加深对力法和位移法的理解。

## 五、本章教学方式(手段)及教学过程中应注意的问题

应重点讲清位移法的三个基本概念, 深入理解形常数、载常数、位移法方程及方程中系数和自由项的物理意义。注意与力法进行比较。

## 六、本章的主要参考书目

(一) 结构力学(I) 龙驭球 包世华主编, 高等教育出版社, 2001 年 1 月

(二) 结构力学 赵更新编, 中国水利水电出版社, 2004 年 4 月

(三) 结构力学(上) 李廉钺主编, 高等教育出版社, 1996 年 5 月

(四) 结构力学(上) 吴德伦主编, 重庆大学出版社, 1994 年

(五) 结构力学(上) 张来仪 景瑞主编, 中国建筑工业出版社, 1997 年

(六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编, 中国水利水电出版社, 2001 年

## 七、本章的思考题和习题

### (一) 思考题

《结构力学》教材（萧允徵 张来仪主编）第8章思考题 8-1~8-14。

### (二) 习题

《结构力学》教材（萧允徵 张来仪主编）第8章习题 8-1, 8-2, 8-3, 8-4a, 8-5b、c、d, 8-6b、d, 8-7c, 8-8b、c, 8-9。

## 八、各课时单元授课教案的具体内容

### § 8-1 概述

### § 8-2 等截面直杆的转角位移方程

- 一、杆端弯矩及杆端位移的正、负号规定
- 二、单跨超静定梁的形常数和载常数
- 三、转角位移方程

### § 8-3 位移法的基本概念

- 一、位移法的基本未知量
- 二、位移法的基本结构
- 三、位移法方程

### § 8-4 位移法的典型方程

- 一、两个未知量的结构
- 二、 $n$  个未知量的结构

### § 8-5 用位移法计算超静定结构在荷载作用下的内力

- 一、计算步骤
- 二、举例

### § 8-6 用位移法计算超静定结构在支座位移和温度变化时的内力

- 一、支座位移时的计算
- 二、温度变化时的计算

### § 8-7 直接利用平衡条件建立位移法方程

## 第9章 力矩分配法

### 一、本章的教学目标及基本要求

- (1) 熟练掌握力矩分配法的基本概念：转动刚度、分配系数和传递系数的物理意义和用途。
- (2) 熟练应用力矩分配法计算连续梁和无结点线位移的刚架在荷载及支座位移作用下的内力。
- (3) 掌握无剪力分配法的概念和适用范围，会用它解题。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 9-1 力矩分配法的基本概念 (2 学时)

§ 9-2 用力矩分配法计算连续梁和无结点线位移的刚架 (2 学时)

§ 9-3 无剪力分配法 (2 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点是用力矩分配法计算连续梁和无结点线位移的刚架在荷载作用下的内力。

难点是无剪力分配法的概念。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

随着计算机在结构分析中的广泛应用、力矩分配法的应用机会减少了,但其基本概念在结构受力的定性分析和概念设计方面具有重要的作用,可适当举例说明。

### 五、本章教学方式(手段)及教学过程中应注意的问题

注意解释力矩分配法每一步计算的物理意义,并配合多媒体课件进行演示,以加深学生对力矩分配法渐近本质的理解。将力矩分配法与位移法进行比较,以加深对这两种方法之间关系的认识。

### 六、本章的主要参考书目

(一) 结构力学(I) 龙驭球 包世华主编,高等教育出版社,2001年1月

(二) 结构力学 赵更新编,中国水利水电出版社,2004年4月

(三) 结构力学(上) 李廉锟主编,高等教育出版社,1996年5月

(四) 结构力学(上) 吴德伦主编,重庆大学出版社,1994年

(五) 结构力学(上) 张来仪 景瑞主编,中国建筑工程出版社,1997年

(六) 结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编,中国水利水电出版社,2001年

### 七、本章的思考题和习题

#### (一) 思考题

《结构力学》教材(萧允徵 张来仪主编)第9章思考题9-1~9-6。

#### (二) 习题

《结构力学》教材(萧允徵 张来仪主编)第9章习题9-1, 9-2, 9-3b、d, 9-4c, 9-5b、f, 9-6, 9-9a, 9-10a, 9-11。

### 八、各课时单元授课教案的具体内容

#### § 9-1 力矩分配法的基本概念

一、转动刚度

二、分配系数

三、传递系数

四、任意荷载作用时单结点结构的力矩分配法

#### § 9-2 用力矩分配法计算连续梁和无结点线位移的刚架

一、连续梁的计算

二、无结点线位移刚架的计算

三、支座位移时的内力计算

四、取半结构计算

### § 9-3 无剪力分配法

一、某些特殊的有侧移刚架可仅取结点转角为基本未知量

二、无剪力分配法的适用范围和计算步骤

## 第 10 章 影响线

### 一、本章的教学目标及基本要求

教学目标是：除了承受固定荷载作用外，有些工程结构（如桥梁、吊车梁等）还承受移动荷载的作用。通过本章的学习，使学生能利用影响线这一工具来解决移动荷载作用下的结构分析问题。

基本要求：理解影响线的概念，掌握作静定梁和桁架内力影响线的静力法，会用机动法作静定梁的影响线；会利用影响线求固定荷载作用下结构的内力和移动荷载作用下结构的最大内力；了解绘制简支梁的内力包络图和求简支梁绝对最大弯矩的办法；了解利用机动法作连续梁内力的影响线，了解连续梁的内力包络图。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 10-1 影响线的概念	(0.5 学时)
§ 10-2 用静力法作静定梁的影响线	(1.5 学时)
§ 10-3 结点荷载作用下梁的影响线	(1 学时)
§ 10-4 用静力法作静定桁架的影响线	(1 学时)
§ 10-5 用机动法作静定梁的影响线	(1 学时)
§ 10-6 利用影响线求量值	(1 学时)
§ 10-7 移动荷载最不利位置的确定	(2 学时)
§ 10-8 公路、铁路的标准荷载制及换算荷载	(0.5 学时)
§ 10-9 简支梁的内力包络图和绝对最大弯矩	(0.5 学时)
§ 10-10 用机动法作连续梁的影响线	(0.5 学时)
§ 10-11 连续梁的内力包络图	(0.5 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点：影响线的概念，影响线的作法，利用影响线求量值，移动荷载作用下的最大内力（或反力）的计算。

难点：静定桁架的影响线作法，荷载临界位置的判定方法。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

在讲用静力法作桁架的影响线时，可先讲清上弦（或下弦）杆影响线的作法，然后拓展到其它杆件。在讲移动荷载最不利位置的确定时，临界荷载位置的特点及其判定方法属于加深的

内容。公路、铁路的标准荷载制及换算荷载为道桥方向选学内容，对工民建等其它专业方向则为拓宽的内容。

### 五、本章教学方式（手段）及教学过程中应注意的问题

本章采用多媒体教学手段，可适当播放一些动画以增强学生的感性认识。简支梁的内力包络图和绝对最大弯矩、连续梁的内力包络图等内容可略讲，但应结合工程应用问题介绍内力包络图的作用。

### 六、本章的主要参考书目

- （一）结构力学（I） 龙驭球 包世华主编，高等教育出版社，2001年1月
- （二）结构力学 赵更新编，中国水利水电出版社，2004年4月
- （三）结构力学（上） 李廉锟主编，高等教育出版社，1996年5月
- （四）结构力学（上） 吴德伦主编，重庆大学出版社，1994年
- （五）结构力学（上） 张来仪 景瑞主编，中国建筑工业出版社，1997年
- （六）结构力学辅导—概念·方法·题解 赵更新编，中国水利水电出版社，2001年

### 七、本章的思考题和习题

#### （一）思考题

《结构力学》教材（萧允徵 张来仪主编）第10章思考题10-1~10-8。

#### （二）习题

《结构力学》教材（萧允徵 张来仪主编）第10章习题10-1~10-20。

### 八、各课时单元授课教案的具体内容

#### § 10-1 影响线的概念

##### 一、移动荷载及其简化

###### 1、移动荷载

###### 2、移动荷载的简化

###### （1）荷载性的简化

###### （2）荷载大小的简化

##### 二、影响线的定义

● 本节的思考题：思考题10-1。

● 本节的习题：无

#### § 10-2 用静力法作静定梁的影响线

##### 一、静力法作影响线的步骤

##### 二、符号规定

##### 三、简支梁的影响线

###### 1、支反力的影响线

###### 2、弯矩影响线

###### 3、剪力影响线

#### 四、影响线与内力图的区别

#### 五、伸臂梁的影响线

##### 1、支反力及简支段内力的影响线

##### 2、伸臂段内力的影响线

- 本节的思考题：思考题 10-2、10-3。
- 本节的习题：习题 10-4、10-8。
- 本节的教学方法：先讲清简支梁影响线的作法，再拓宽至伸臂梁的影响线作法。

#### § 10-3 结点荷载作用下梁的影响线

##### 一、结点荷载

##### 二、结点荷载作用下影响线的作法

##### 三、绘制结点荷载作用下影响线的步骤

- 本节的思考题：无。
- 本节的习题：习题 10-9。

#### § 10-4 用静力法作静定桁架的影响线

##### 一、支反力的影响线

##### 二、上弦杆的影响线

##### 三、下弦杆的影响线

##### 四、斜杆的影响线

##### 五、竖杆的影响线

- 本节的习题：习题 10-13、10-14。
- 本节的教学方法：先讲清讲述作上弦（或下弦）杆影响线的方法，其余杆件的影响线作法可略讲。指出竖杆的影响线应区分荷载上承和下承两种情况。

#### § 10-5 用机动法作静定梁的影响线

##### 一、机动法原理

##### 二、用机动法作静定梁某量值影响线的步骤

##### 三、举例

- 本节的思考题：思考题 10-4。
- 本节的习题：习题 10-15。
- 本节的教学方法：采用多媒体手段教学，并播放动画。

#### § 10-6 利用影响线求量值

##### 一、集中荷载作用下的量值

##### 二、分布荷载作用下的量值

##### 三、举例

- 本节的思考题：无。
- 本节的习题：习题 10-16。



## § 10-7 移动荷载最不利位置的确定

- 一、荷载最不利位置的概念
- 二、单个移动集中荷载的最不利位置
- 三、任意断续布置的均布荷载的最不利位置
- 四、行列荷载的最不利位置

- 1、行列荷载
- 2、用试算法确定行列荷载的最不利位置
- 3、临界荷载位置的判定

- 本节的思考题：思考题 10-6、10-6。
- 本节的习题：习题 10-7。
- 本节的教学方法：“临界荷载位置的判定方法”可视情况选讲。

## § 10-8 公路、铁路的标准荷载及换算荷载

- 一、铁路标准荷载
- 二、公路标准荷载
- 三、换算荷载

- 1、换算荷载的定义
- 2、换算荷载表
- 3、举例

- 本节的习题：习题 10-20。
- 本节的教学方法：本节为道桥专业方向选学内容，对其它专业方向可不讲此节。

## § 10-9 简支梁的内力包络图和绝对最大弯矩

- 一、简支梁的内力包络图

- 1、内力包络图的定义
- 2、弯矩包络图的作法
- 3、剪力包络图的作法

- 二、简支梁的绝对最大弯矩

- 1、求绝对最大弯矩的方法
- 2、求绝对最大弯矩的步骤
- 3、举例

- 本节的思考题：思考题 10-7。
- 本节的习题：习题 10-18。
- 本节的教学方法：因求简支梁绝对最大弯矩的工程意义不大，可略讲。

## § 10-10 用动法作连续梁的影响线

- 一、原理与步骤
- 二、与用机动法作静定多跨梁影响线的区别

### 三、举例

- 本节的习题：习题 10-19。

## § 10-11 连续梁的内力包络图

### 一、均匀荷载的最不利分布

### 二、连续梁的弯矩包络图

### 三、连续梁的剪力包络图

- 本节的思考题：思考题 10-8。
- 本节的习题：习题 10-1~10-3。
- 本节的的教学方法：连续梁的内力包络图可通过一例题加以说明。

文硕教育 www.wenshor.net

# 结构力学 I-2 教案

课程名称: 结构力学 I-2

适用专业、年级: 土木工程 2004 级

学年、学期: 2006~2007 学年, 第一学期

总学时: 42 学时

任课教师: 张来仪、陈朝晖、文国治、游渊、陈名弟等

编写时间: 2006 年 8 月

## 第 12 章 结构的动力计算

### 一、本章的教学目标及基本要求

工程结构除承受静力荷载外, 有时还会受到动荷载作用, 如地震荷载等。在动荷载作用下, 结构发生振动, 结构的内力、位移等将随时间变化。确定它们的变化规律, 从而得到这些量的最大值, 以便做出合理的动力设计是本章的教学目标。

学习本章的基本要求是: 掌握动力自由度的判别方法; 掌握单自由度及两个自由度体系运动方程的建立方法及其在简谐荷载作用下的受迫振动的计算方法; 了解阻尼的作用; 了解振型分解法; 了解频率的近似计算方法。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 12-1	概述	(2 学时)
§ 12-2	单自由度体系的运动方程	(2 学时)
§ 12-3	单自由度体系的自由振动	(4 学时)
§ 12-4	单自由度体系的强迫振动	(3 学时)
§ 12-5	阻尼对振动的影响	(2 学时)
§ 12-6	多自由度体系的自由振动	(3 学时)
§ 12-7	主振型的正交性	(2 学时)
§ 12-8	多自由度体系在简谐荷载作用下的强迫振动	(2 学时)
§ 12-9	多自由度体系在任意动力荷载作用下的强迫振动	(3 学时)
§ 12-11	近似法计算自振频率	(3 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点: 动力自由度判别方法; 单自由度、有限自由度体系运动方程的建立; 单自由度有限自由度 (重点是两个自由度) 体系动力特性的计算; 单自由度、有限自由度体系在简谐荷载作用下内力、位移的计算; 阻尼对振动的影响。

难点: 用刚度法和柔度法建立单自由度体系的运动方程; 在动力特性和动力反应计算中刚度系数和柔度系数的计算; 单自由度和两个自由度体系在简谐荷载作用下动力反应的计算。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

在讲深讲透有限自由度的动力反应基础上可拓宽到无限自由度体系自由振动的计算。有弹性支座及荷载不是作用在质点上或不是作用在质量的振动方向属于加深的内容。用里兹法计算多个频率的计算属于拓宽的内容。

## 五、本章教学方式（手段）及教学过程中应注意的问题

老师重点讲解基本理论和基本计算方法，应有两次以上的习题课。注意启发式教学。并适当辅以多媒体课件对结构的动力特性进行演示，以加深学生的实感。应尽量结合工程特别是土木工程专业实例进行讲解，使学生学了本章后能接合专业进行应用。

## 六、本章的主要参考书目

- (一) 结构力学 赵更新主编，中国水利水电出版社，2004年6月
- (二) 结构力学（下册） 张来仪 孙贤 主编，重庆大学出版社，1998年7月
- (三) 结构力学（下册） 李廉锟主编，高等教育出版社，1996年5月
- (四) 结构力学（II） 龙驭球 包世华主编，高等教育出版社，2001年1月
- (五) 结构力学辅导 赵更新编著，中国水利水电出版社，2001年9月

## 七、本章的思考题和习题

### （一）思考题

《结构力学》萧允徵 张来仪主编教材第12章的思考题12-1~12-14。

### （二）习题

《结构力学》萧允徵 张来仪主编教材第12章的习题：12-1~12-18。

## 八、各课时单元授课教案的具体内容

### § 12-1 概述

#### 一、静力荷载和动力荷载

- （一）静力荷载
- （二）动力荷载
- （三）动力荷载的分类
  1. 简谐荷载
  2. 冲击荷载
  3. 随机荷载

#### 二、结构动力计算的特点和任务

- （一）结构动力计算的特点
- （二）动力计算的任务
- （三）土木工程中常具的动力计算问题

#### 三、结构体系的动力自由度

- （一）动力自由度的定义
- （二）确定结构动力自由度的方法

- 本节的思考题：思考题 12-1、12-2
- 本节的习题：习题 12-1、12-6（4）
- 本节的教学方法：教师重点讲授动力计算的特点及动力自由度的确定，可出几个组合结

构动力自由度判定的题目给学生下去思考。

### § 12-2 单自由度体系的运动方程

#### 一、列动力平衡方程——刚度法

除书上的例题外，可补充两个难度较大的题讲思路

#### 二、列位移方程——柔度法

#### ● 本节习题：习题 12-2

### § 12-3 单自由度体系的自由振动

#### ● 自由振动

#### ● 产生自由振动的原因

#### ● 为何要研究自由振动

#### 一、无阻尼的自由振动

##### (一) 运动方程的建立和求解

##### (二) 自振周期和自振频率的计算

这是本节的重点，要多补充几个例子进行讲解，并要求学生共同参与讨论，关键是计算柔度系数和刚度系数，要求学生应联系结构力学（一）所学的有关知识进行应用。

#### 二、有阻尼的自由振动

##### (一) 运动方程的建立和求解

##### (二) 讨论

##### 1. 小阻尼情况 ( $\xi < 1$ )

- (1) 小阻尼的自由振动是衰减振动
- (2) 小阻尼对自振频率和自振周期的影响很小
- (3) 小阻尼对振幅的影响很大
- (4) 阻尼比  $\xi$  值的测算

##### 2. 临界阻尼情况 ( $\xi = 1$ )

##### 3. 大阻尼情况 ( $\xi > 1$ )

- 本节可用建筑力学模拟实验平台软件演示无阻尼及有阻尼自由振动位移随时间变化规律的图线，加深学生的实感。本节自振频率和周期的计算是重点，学生应多做题练习。

- 思考题：思考题 12-3，12-4，12-5。

- 习题：习题 12-3，12-4，12-5，12-6 (2)、(3)、(5)，12-7 (1)、(2)、(3)

### § 12-4 单自由度体系简谐荷载作用下的强迫振动

#### 一、运动方程的建立和求解

#### 二、不考虑阻尼的纯强迫振动

##### 1. 运动方程及方程的解

##### 2. 振幅的计算

##### 3. 讨论 $|\beta|$ 与 $\frac{\theta}{\omega}$ 的变化曲线

### 三、考虑阻尼的纯强迫振动

1. 位移与荷载之间的相位差
2.  $\beta$  与  $\xi$  的关系,  $\beta_{\max}$  的计算

3. 振动时诸力的平衡关系

- 本节可利用建筑力学模拟实验软件演示单自由度体系的强迫振动。
- 思考题: 12-6, 12-7, 12-8
- 习题: 12-7 (1)、(2)、(4)、(5)、(7), 12-8, 12-9, 12-10, 12-12

### § 12-5 单自由度体系在任意荷载作用下的强迫振动

#### 一、任意荷载作用下位移计算的公式——杜哈梅积分

#### 二、两种特殊荷载作用下的动力反应

##### (一) 突加常量荷载

##### (二) 爆炸荷载

- 思考题: 12-9, 12-10
- 习题: 12-12, 12-13

### § 12-6 两个自由度体系的自由振动

#### 一、柔度法

- (一) 运动方程的建立
- (二) 频率和振型的计算
- (三) 方程的通解

#### 二、刚度法

- (一) 运动方程的建立
- (二) 频率和振型的计算

- 两个自由度体系自由振动中频率和振型的计算是重点, 应有一定数量的例题, 关键是计算柔度系数和刚度系数。
- 教学方法: 在基本原理进行精讲外可利用建筑力学虚拟实验平台给学生演示频率的计算及振型的动画演示。
- 思考题: 12-12, 12-12, 11-13
- 习题: 12-14, 12-7 (9)

### § 12-7 一般多自由度体系的自由振动

#### 一、柔度法

#### 二、刚度法

#### 三、主振型正交性

- 教学方法: 精讲基本原理, 配合多媒体课件演示振型。
- 思考题: 12-12
- 习题: 12-6 (5)、(6), 12-7 (8)

### § 12-8 多自由度体系在简谐荷载作用下的强迫振动

#### 一、柔度法

(一) 运动方程的建立

(二) 运动方程的求解

## 二、刚度法

(一) 运动方程的建立

(二) 运动方程的求解

- 教学方法：讲思路，配合多媒体课件演示。

- 思考题：12-14

- 习题：12-6 (7), 12-15, 12-16

### § 12-9 振型分解法

一、正则坐标

二、振型分解法

- 习题：12-17

### \* § 12-10 无限自由度体系的自由振动

一、运动方程的建立

二、频率和振型的计算

- 说明：本节为选讲内容，但可用多媒体课件对无限自由度体系（梁和刚架）的频率和振型的计算进行演示。

### § 11-11 用能量法计算自振频率

一、能量法的基本原理

二、能量法计算自振频率

(一) 计算公式

(二) 振幅曲线假定的原则

- 习题：12-18, 12-19

## 第 13 章 结构的稳定计算

### 一、本章的教学目标及基本要求

在结构设计中强度验算是最基本的和必不可少的，但仅作结构的强度验算是不够的。特别是主要受压的结构，当荷载达到某一临界值时，其临界应力还未超过其允许值，但已不能维持原有的平衡型式，而突然丧失稳定。本章的目的在于确定临界荷载，以保证结构不至因失稳而丧失承载能力。

通过本章的学习，要求掌握两类稳定问题的基本概念，熟练掌握有限自由度体系确定临界荷载的静力法、能量法；掌握无限自由度体系确定临界荷载的静力法和能量法。

### 二、本章各节教学内容及学时分配

§ 13-1	概述	(2 学时)
§ 13-2	用静力法计算临界荷载	(4 学时)
§ 13-3	用能量法计算临界荷载	(4 学时)

## § 13-4 具有弹性支座压杆的稳定计算

(2 学时)

**三、本章教学内容的重点和难点**

重点: 用静力法计算有限自由度体系及可划为单杆(压杆)的无限自由度体系的临界荷载计算; 用能量法计算单自由度体系及简单的无限自由度体系的临界荷载计算。

难点: 可划为弹性支座时, 弹簧刚度的计算; 无限自由度体系静力法计算中边界条件的引入, 能量法中失稳曲线的假定。

**四、本章教学内容的深化和拓宽**

对于复杂结构中的压杆可将其简化为具有弹性支座的压杆进行计算, 对于如何计算其刚度系数及引入支承条件, 可进一步进行深化; 对于结构稳定的计算根据专业方向的特点可深化到组合杆的稳定、拱的稳定、板壳的稳定问题。可接合计算软件介绍利用矩阵位移法计算临界荷载。

**五、本章教学方式(手段)及教学过程中应注意的问题**

三种平衡形式两类稳定问题应讲清楚, 静力法和能量法的基本原理要深入讲解, 至于具体例子可只讲思路即可。利用多媒体课件向学生演示计算机计算结构的临界荷载。

**六、本章的主要参考书目**

与第 12 章所列参考书目相同。

**七、本章的思考题和习题**

## (一) 思考题

《结构力学》赵更新主编 教材第 13 章的思考题 13-1~13-5。

## (二) 习题

《结构力学》赵更新主编 教材第 13 章的习题 13-1~13-15。

**八、各课时单元授课教案的具体内容**

## § 13-1 概述

一、三种平衡状态

二、两类稳定问题

(一) 分支点失稳

(二) 极值点失稳

三、稳定的自由度

思考题: 13-1

## § 13-2 用静力法计算临界荷载

一、静力法的基本原理及计算步骤

二、有限自由度体系

三、无限自由度体系

● 思考题: 13-2,

● 习题: 13-1 (2), 13-2 (1), (2), (4), 13-3~13-8

● 说明: 该节为本章的重点, 应重点讲解其基本原理, 并辅以多媒体课件予以演示, 增强学生的实感。



## § 13-3 用能量法计算临界荷载

- 一、势能驻值原理
- 二、能量法求有限自由度体系的临界荷载
- 三、用能量法求无限自由度体系的临界荷载

- 思考题: 13-3, 13-4
- 习题: 13-1 (1), 13-2 (3), 13-6, 13-13

## § 13-4 具有弹性支座压杆的稳定计算

- 一、简化的条件
- 二、示例

- 思考题: 13-5
- 习题: 13-1 (3), 13-2 (5)、(6), 13-9, 13-10, 13-11, 13-13, 13-14, 13-15

## 第 14 章 结构的极限荷载

### 一、本章的教学目标及基本要求

本章的教学目标是: 掌握按极限荷载进行结构设计的方法—塑性设计方法。基本要求是: 理解极限荷载、极限弯矩、塑性铰、破坏机构等概念; 理解比例加载对判定极限荷载的一般定理; 掌握用静力法和机动计算梁及简单刚架的极限荷载。

### 二、本章各节教学内容及学时安排

§ 14-1	概述	(1 学时)
§ 14-2	截面的极限弯矩及塑性铰	(1 学时)
§ 14-3	静定梁的极限荷载	(1 学时)
§ 14-3	单跨超静定梁的极限荷载	(1 学时)
§ 14-5	比例加载时判定极限荷载的一般定理	(1 学时)
§ 14-6	连续梁的极限荷载	(1 学时)
§ 14-7	简单刚架的极限荷载	(2 学时)

### 三、本章教学内容的重点和难点

重点: 超静定梁的极限荷载计算。

难点: 具有一根对称轴的任意截面的极限弯矩计算; 用静力法和机动法计算结构的极限荷载。

### 四、本章教学内容的深化和拓宽

在讲深讲透超静定梁极限荷载计算的基础上可深化到简单刚架极限荷载计算的试算法和机构法; 进一步拓宽到用增量变刚度法计算刚架极限荷载的思路。

### 五、本章教学方式(手段)及教学过程中应注意的问题

本章教师应精讲, 应适当开展课堂讨论, 辅以多媒体课件进行演示出现塑性铰的先后顺

序。注意给学生讲清楚在均布荷载作用下,塑性铰不一定出现在跨中截面;在用机动法计算内力所做的功中不要把普通铰也当成塑性铰来计算。

## 六、本章的主要参考书目

与第 11 章所列参考书目相同。

## 七、本章的思考题和习题

### (一) 思考题

《结构力学》 萧允徵 张来仪主编中的思考题 14-1~14-7。

### (二) 习题

《结构力学》 萧允徵 张来仪主编中习题 14-1~14-8。

## 八、各课时单元授课教案的具体内容

### § 14-1 概述

- 一、弹性分析
- 二、塑性分析
- 三、理想弹塑性材料的应力应变关系

### § 14-2 截面的极限弯矩及塑性铰

- 一、矩形截面的极限弯矩
- 二、具有一根对称轴的任意截面的极限弯矩
- 三、塑性铰与普通铰的区别

- 思考题: 14-1
- 习题: 14-1 (1), 14-2
- 说明: 本节可用多媒体课件演示工程中常用的几种截面形成塑性铰的过程。

### § 14-3 静定梁的极限荷载

- 一、静定梁的极限状态
- 二、用静力法和机动法计算极限荷载

- 习题: 14-1 (4), 14-3

### § 14-4 单跨超静定梁的极限荷载

- 一、单跨超静定梁的破坏过程
- 二、超静定结构极限荷载计算的特点
- 三、举例

- 思考题: 14-4, 14-5, 14-6。
- 习题: 14-1 (2)、(3)、(5), 14-5

### § 14-5 比例加载时判定极限荷载的一般定理

- 一、比例加载
- 二、结构的可接受荷载和可破坏荷载
  - (一) 极限状态应满足的条件
  - (二) 可接受荷载
  - (三) 可破坏荷载

### 三、判定极限荷载的三个定理

- (一) 极小定理
- (二) 极大定理
- (三) 唯一性定理

### 四、计算极限荷载的机构法和试算法

- (一) 机构法
- (二) 试算法

- 思考题: 13-2

#### § 13-6 连续梁的极限荷载

- 一、连续梁破坏机构的可能形式
- 二、示例

- 思考题: 13-3, 13-7
- 习题: 13-6, 13-7

#### § 13-7 简单刚架的极限荷载

- 一、组合机构法
- 二、试算法

- 习题: 13-8
- 说明: 本节可配合使用多媒体软件演示计算刚架极限荷载的增量变刚度法, 及塑性铰出现的先后顺序。

