

# 结构力学学习指导书

程瑞棣 雷钟和 编



中央广播电视大学出版社

## 前 言

本书是为中央广播电视大学土木建筑工程类学生学习结构力学课程而编写的,是中央广播电视大学学生学习该课程的指定参考书和教师辅导学生的参考用书,与包世华主编的中央广播电视大学出版社出版的《结构力学》教材配套使用。

本书编写的目的是指导和帮助学生在学习结构力学课程,明确应重点掌握的结构力学基本内容,分析问题的基本方法;通过例题分析,帮助学生掌握正确的解题思路,提高分析与计算的能力。每章均包含学习要求、基本内容、解题方法与例题分析、思考题参考解答与提示。为帮助学生检查学习效果,除第一章外,都附有自我测验题,要求学生独立完成。

为避免重复和节省篇幅,本书在阐述过程中需参考《结构力学》教材的图时,用“见教材图××”表示。本书所列公式编号,除第十二章外,和《结构力学》教材公式编号是一致的。

本书第一章、第三~六章、第八、九章由程瑞棣编写,第二章由雷钟和、张军共同编写,第七章、第十~十三章由雷钟和编写。全书由包世华统稿和审定。

由于编写时间短促,错误和不当之处恳请使用本书的教师和读者指正。

编 者

1993. 7.

(京)新登字 163 号

**结构力学学习指导书**

程瑞棣 雷钟和 编

\*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

北京印刷三厂印装

\*

开本 787×1092 1/16 印张 14.75 千字 365

1993 年 10 月第 1 版 1993 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—5000

定价 8.10 元

ISBN 7-304-00847-4/TU · 30

# 目 录

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 结构力学课程教学大纲 .....            | ( 1 ) |
| 一、课程性质和任务 .....             | ( 1 ) |
| 二、教学基本内容 .....              | ( 1 ) |
| 三、大纲说明 .....                | ( 2 ) |
| 四、教学媒体和学时分配 .....           | ( 5 ) |
| 第一章 绪论 .....                | ( 6 ) |
| 1.1 学习要求 .....              | ( 6 ) |
| 1.2 基本内容 .....              | ( 6 ) |
| 1.3 例题分析 .....              | ( 8 ) |
| 1.4 复习思考题参考解答与提示 .....      | (11)  |
| 1.5 结构力学的学习要求、方法与自学环节 ..... | (12)  |
| 第二章 平面杆系的几何组成分析 .....       | (14)  |
| 2.1 学习要求 .....              | (14)  |
| 2.2 基本内容 .....              | (14)  |
| 2.3 解题方法与例题分析 .....         | (16)  |
| 2.4 复习思考题参考解答与提示 .....      | (20)  |
| 2.5 自我测验题 .....             | (20)  |
| 第三章 静定梁 .....               | (23)  |
| 3.1 学习要求 .....              | (23)  |
| 3.2 基本内容 .....              | (23)  |
| 3.3 解题方法与例题分析 .....         | (24)  |
| 3.4 复习思考题参考解答与提示 .....      | (29)  |
| 3.5 自我测验题 .....             | (34)  |
| 第四章 静定平面刚架 .....            | (37)  |
| 4.1 学习要求 .....              | (37)  |
| 4.2 基本内容 .....              | (37)  |
| 4.3 解题方法与例题分析 .....         | (38)  |
| 4.4 复习思考题参考解答与提示 .....      | (50)  |
| 4.5 自我测验题 .....             | (55)  |
| 第五章 三铰拱 .....               | (58)  |
| 5.1 学习要求 .....              | (58)  |
| 5.2 基本内容 .....              | (58)  |
| 5.3 解题方法与例题分析 .....         | (59)  |
| 5.4 复习思考题参考解答与提示 .....      | (64)  |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| 5.5 自我测验题.....               | (67)         |
| <b>第六章 静定平面桁架和组合结构 .....</b> | <b>(69)</b>  |
| 6.1 学习要求.....                | (69)         |
| 6.2 基本内容.....                | (69)         |
| 6.3 解题方法与例题分析.....           | (70)         |
| 6.4 复习思考题参考解答与提示.....        | (81)         |
| 6.5 自我测验题.....               | (85)         |
| <b>第七章 影响线 .....</b>         | <b>(87)</b>  |
| 7.1 学习要求.....                | (87)         |
| 7.2 基本内容.....                | (87)         |
| 7.3 解题方法与例题分析.....           | (89)         |
| 7.4 复习思考题参考解答与提示.....        | (98)         |
| 7.5 自我测验题 .....              | (103)        |
| <b>第八章 静定结构的位移计算.....</b>    | <b>(106)</b> |
| 8.1 学习要求 .....               | (106)        |
| 8.2 基本内容 .....               | (106)        |
| 8.3 解题方法与例题分析 .....          | (108)        |
| 8.4 复习思考题参考解答与提示 .....       | (118)        |
| 8.5 自我测验题 .....              | (123)        |
| <b>第九章 力法.....</b>           | <b>(126)</b> |
| 9.1 学习要求 .....               | (126)        |
| 9.2 基本内容 .....               | (126)        |
| 9.3 解题方法与例题分析 .....          | (131)        |
| 9.4 复习思考题参考解答与提示 .....       | (147)        |
| 9.5 自我测验题 .....              | (156)        |
| <b>第十章 位移法.....</b>          | <b>(159)</b> |
| 10.1 学习要求.....               | (159)        |
| 10.2 基本内容.....               | (159)        |
| 10.3 解题方法与例题分析.....          | (160)        |
| 10.4 复习思考题参考解答与提示.....       | (168)        |
| 10.5 自我测验题.....              | (174)        |
| <b>第十一章 渐近法.....</b>         | <b>(176)</b> |
| 11.1 学习要求.....               | (176)        |
| 11.2 基本内容.....               | (176)        |
| 11.3 解题方法与例题分析.....          | (179)        |
| 11.4 复习思考题参考解答与提示.....       | (185)        |
| 11.5 自我测验题.....              | (187)        |
| <b>第十二章 矩阵位移法计算连续梁.....</b>  | <b>(189)</b> |
| 12.1 学习要求.....               | (189)        |

12.2 基本内容..... (189)

12.3 解题方法与例题分析..... (192)

12.4 复习思考题参考解答与提示..... (196)

12.5 自我测验题..... (198)

**第十三章 结构动力计算基础..... (199)**

13.1 学习要求..... (199)

13.2 基本内容..... (199)

13.3 解题方法与例题分析..... (203)

13.4 复习思考题参考解答与提示..... (212)

13.5 自我测验题..... (216)

**附录..... (219)**

自我测验题参考答案..... (219)

# 中央广播电视大学

## 结构力学课程教学大纲

1991. 9. 10 审定

### 一、课程性质和任务

结构力学是土木建筑工程类各专业的主要技术基础课。课程的任务是使学生掌握杆件结构的内力和变形分析的基本方法。本课程以工程力学(理论力学与材料力学)作为主要先修课程,为结构课程和工程实践提供必要的力学分析基础。

### 二、教学基本内容

#### 第一章 绪 论

结构的分类。结构力学的研究对象和任务。结构力学课程与其他课程的关系。杆件结构的计算简图及其分类。荷载分类。

#### 第二章 平面杆系的几何组成分析

几何组成分析的目的。几何不变体系和几何可变体系。自由度和约束的概念。几何不变体系的基本组成规则。瞬变体系的概念。几何组成分析举例。静定和超静定结构的几何特征。

#### 第三章 静定单跨梁与多跨梁

静定结构计算的基本方法。杆件截面内力及正负号规定,弯矩图绘制方法规定。荷载与内力之间的微分关系。区段叠加法绘制直杆的弯矩图。斜杆受力分析。静定多跨梁的组成及计算。各类静定梁的受力特点。

#### 第四章 静定平面刚架

静定平面刚架的组成。静定刚架的反力、内力计算与内力图的绘制。三铰刚架的计算。静定刚架在刚结点处的内力图特点。内力图的校核。

#### 第五章 三 铰 拱

三铰拱的组成和类型。在竖向荷载下三铰拱支座反力和内力计算。三铰拱的受力特性。合理拱轴的概念。

#### 第六章 静定平面桁架与组合结构

理想静定平面桁架的基本假设和组成分类。桁架轴力的计算方法——结点法、截面法及其

联合应用。梁式桁架的形式与受力特性。静定组合结构的特点和计算。

## 第七章 影 响 线

影响线的概念。静力法作静定梁的影响线。机动法作静定梁的影响线。影响线的应用。 $\Delta$ 结点荷载作用下静定梁的影响线(路桥)。 $\Delta$ 静力法作静定桁架的影响线(路桥)。 $\Delta$ 公路、铁路的标准荷载制及换算荷载(路桥)<sup>①</sup>。

## 第八章 静定结构的位移计算

位移计算的目的。虚功和虚功原理。单位荷载法计算位移的一般公式。荷载作用下的位移计算公式。位移计算举例。图乘法。支座移动时的位移计算。温度变化引起的位移计算。互等定理。

## 第九章 力 法

超静定结构的概念和超静定次数的确定。力法基本原理与力法典型方程。力法计算超静定结构举例。对称结构的简化计算。 $\Delta$ 力法计算超静定拱(水、桥、地下)。支座移动下单跨超静定梁的计算。温度变化作用下超静定结构的内力。超静定结构的位移计算及内力图的校核。连续梁的影响线。静定结构与超静定结构的比较。

## 第十章 位 移 法

位移法的基本原理及基本未知量的确定。等截面杆的形常数与载常数。位移法的基本体系与典型方程。位移法计算超静定梁和刚架举例。对称结构计算举例。 $*$ 等截面杆的转角位移方程及列平衡方程解法<sup>②</sup>。

## 第十一章 渐 近 法

力矩分配法的基本概念。用力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架。 $*$ 迭代法。

## 第十二章 矩阵位移法计算连续梁

简支梁单元杆端位移和杆端力的矩阵表示——单元刚度矩阵和单元刚度方程。等效结点荷载。连续梁整体刚度矩阵和整体刚度方程的建立。连续梁计算举例。 $*$ BASIC 语言程序。

## 第十三章 结构动力计算基础

动力荷载。结构动力计算简图和振动自由度。单自由度体系的自由振动。在简谐荷载下单自由度体系的受迫振动,阻尼的影响。两个自由度体系的自振频率和主振型。

## 三、大 纲 说 明

### 1. 课程的基本要求

<sup>①</sup>  $\Delta$ 指水利、路桥、地下工程专业的教学要求。  
<sup>②</sup>  $*$ 指选学内容。



- (1) 了解杆件结构的基本组成规则。
- (2) 掌握常用静定结构的内力和位移的计算方法。
- (3) 掌握简单超静定结构内力的计算方法。
- (4) 了解矩阵位移法计算连续梁的方法。
- (5) 初步了解结构动力计算的基础内容。
- (6) 培养学生的计算能力、分析能力和科学作风。

## 2. 各章的教学要求

### (一) 绪 论

对结构力学课程的性质和任务有初步了解。了解结构计算简图的选择原则。初步了解杆件结构怎样抽象为计算简图。

### (二) 平面杆系的几何组成分析

掌握几何不变体系的基本组成规则及其在常见结构中的应用。了解静定结构和超静定结构在几何组成方面的区别。

### (三) 静定单跨梁与多跨梁

注意结构力学中对绘制弯矩图的规定。熟练掌握用区段叠加法画弯矩图。在正确分析基本部分和附属部分的基础上,掌握静定多跨梁内力图的绘制方法。

本章及下一章宜精讲多练,在多练的基础上,提高作内力图的熟练程度。

### (四) 静定平面刚架

了解刚结点的力学特点。熟练掌握各种静定刚架支座反力和内力计算、内力图绘制和校核的方法。

### (五) 三 铰 拱

了解三铰拱的受力特点。掌握在竖向荷载下三铰拱支座反力和内力的计算公式。了解合理拱轴的基本概念及简单荷载下拱轴的合理形式。水利、路桥、地下工程专业应有三铰拱内力图绘制的训练。

### (六) 静定平面桁架与组合结构

了解理想静定平面桁架的基本假设与受力特点。熟练掌握结点法和截面法计算简单桁架,掌握联合桁架的内力计算方法。了解梁式桁架杆件内力分布及特点。初步掌握简单静定组合结构的内力计算方法。

### (七) 影 响 线

了解影响线的概念。掌握静力法作静定梁反力和内力的影响线。初步掌握机动法作梁的影响线。掌握可动均布活荷载最不利位置的确定方法。对于三角形影响线,掌握移动荷载最不利位置的确定方法。

### (八) 静定结构的位移计算

了解变形体虚功原理。掌握用单位荷载法计算静定结构位移的一般公式。熟练掌握图乘法计算梁和刚梁的位移。初步掌握支座移动引起位移的计算方法。了解互等定理。

### (九) 力 法

掌握力法的基本原理:判定超静定次数、选择力法基本体系、建立力法方程。熟练掌握用力法计算荷载作用下1~2个未知量的超静定梁和刚架。掌握用半结构计算对称结构。初步掌握力法计算支座移动引起的单跨超静定梁的内力。了解静定结构和超静定结构的受力特性。

路桥、水利、地下工程专业要求掌握用力法计算超静定拱。

### (十) 位 移 法

掌握位移法的基本原理:确定位移法的基本未知量和基本体系、建立位移法方程。熟练掌握用位移法计算荷载作用下1~2个未知量的刚架,并绘制内力图。掌握利用对称性进行简化计算。

### (十一) 渐 近 法

了解力矩分配法的基本概念。熟练掌握用力矩分配法计算连续梁。掌握用力矩分配法计算无侧移刚架。迭代法为选修内容。

### (十二) 矩阵位移法计算连续梁

本章属于专题内容,目的在于扩大学生知识面,初步了解电算在结构分析中的应用;只介绍先处理法求解连续梁。要求了解单元刚度矩阵、整体刚度矩阵的物理意义和建立整体刚度矩阵的步骤。有条件的教学班可用教材给出的连续梁计算程序上机计算。

### (十三) 结构动力计算基础

了解动力分析的基本原理。掌握单自由度体系自振频率的计算和简谐荷载下的动力反应。了解阻尼的作用。了解两个自由度体系的自振频率和振型的计算方法。

#### 3. 与相关课程的配合

工程力学(理论力学、材料力学)为本课程的主要先修课程。此外,第十二章要用矩阵运算和BASIC语言程序,应在本课程前讲授。

建议针对本专业要求,编出土建类工程力学的教学指导书。

近似法(分层算法、反弯点法、D值法等)为建筑结构计算的实用简化算法,不在本课程内讲授。

#### 4. 习题课

习题课是本课程的重要实践环节,本课程安排习题课学时为27。各教学班应按学时分配表规定的学习内容和学时进行教学。

在习题课上教师除作示范演算外,还要指导同学完成一定数量的习题。

课内外要求同学完成不少于160个习题。

#### 四、教学媒体和学时分配

##### 1. 本课程的主要教学媒体

(1)文字教材:《结构力学》和《结构力学学习指导》。

(2)音像教材:为系统讲授型的录像教材。

##### 2. 教学环节的学时分配。

本课程的课内总学时为 99,其中电视播课学时为 72,习题课学时为 27。

##### 3. 课内学时分配

| 内 容            | 电视课学时 | 习题课学时 |
|----------------|-------|-------|
| 1. 绪论          | 1     | 0     |
| 2. 平面杆系的几何组成分析 | 3     | 2     |
| 3. 静定单跨梁与多跨梁   | 4     | 2     |
| 4. 静定平面刚架      | 4     | 3     |
| 5. 三铰拱         | 3     | 0     |
| 6. 静定平面桁架与组合结构 | 6     | 3     |
| 7. 影响线         | 6     | 2     |
| 8. 静定结构的位移计算   | 8     | 4     |
| 9. 力法          | 10    | 3     |
| 10. 位移法        | 8     | 3     |
| 11. 渐近法        | 5     | 1     |
| 12. 矩阵位移法计算连续梁 | 5     | 2     |
| 13. 结构的动力计算基础  | 9     | 2     |
| 共 计            | 72    | 27    |

# 第一章 绪 论

## 1.1 学 习 要 求

- 1. 初步了解结构力学课程的性质和讨论的内容。
- 2. 了解结构计算简图的选择原则；初步了解杆件结构怎样抽象为计算简图。重点应掌握杆件结构结点和支座的基本类型计算简图的机动特征和受力特征。
- 3. 了解结构和杆件结构的分类以及结构力学计算方法应满足的三个条件。

## 1.2 基 本 内 容

### 1.2.1 结构和结构的分类

在工程中能承受荷载起骨架作用的物体或体系称为结构。

结构几何尺度的分类( $l$ ——长度, $b$ ——宽度, $h$ ——厚度):

| 结构   | 几何特征                     | 图 形              |
|------|--------------------------|------------------|
| 杆件结构 | $l \gg b, \quad l \gg h$ | 教材 图 1-5         |
| 板壳结构 | $h \ll l, \quad h \ll b$ | 教材 图 1-6、1-7、1-8 |
| 实体结构 | $l \sim b \sim h$        | 教材 图 1-9、1-10    |

### 1.2.2 结构力学的任务和研究方法

结构力学讨论的问题,归纳起来,有以下四方面:

- (1) 结构的计算简图的合理选择(第一章)和杆件结构的组成规律(第二章)。
- (2) 结构的受力性能和合理的结构型式(贯穿于各章)。
- (3) 在各种因素作用下结构的静力分析和变形计算(第三~十二章)。
- (4) 结构的动力性能(第十三章)和稳定问题(本教材未涉及)。

结构力学有各种计算方法,但都必须满足以下三个基本条件。

- (1) 力系的平衡条件。结构的整体,或结构的一部分(如一部分杆件、杆件的一部分、杆件的结点等)都应满足力系的平衡条件。
- (2) 变形连续条件。一方面是指结构的杆件发生各种变形后仍是连续的,没有重叠或缝隙;另一方面指结构发生变形和位移后,仍应满足结构的支座和结点的约束条件。
- (3) 物理条件。即把结构的应力和应变通过物理方程联系起来,如轴向应力和轴向应变、剪切应力和剪切应变、弯曲应力和弯曲应变之间都应满足相应的物理方程。

### 1.2.3 结构的计算简图

实际结构是很复杂的,在计算时用一个简化的计算图形代替实际结构。简化的计算图形称为计算简图,计算简图的选择原则:

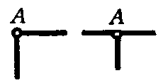
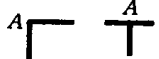
(1) 反映结构的实际及主要性能。因此,选择计算简图以前,应搞清结构杆件之间或杆件与基础之间实际连接构造,以保证计算的可靠性和必要的精确性。

(2) 略去细节、便于计算。结构的实际构造是很复杂的,必须分清主次,略去次要因素。

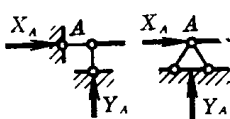
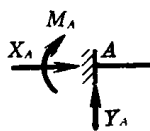
因此,选取计算简图,是结构受力分析的基础,是非常重要的。初学者应对一般结构计算简图的选取,有初步的了解;重点应对结构杆件之间连接的结点和杆件与基础连接的支座的主要计算简图有基本的了解。

现将结点与支座的计算简图的机动特征和受力特征列表如下。

结点的计算简图

| 结 点 | 计算简图                                                                              | 机动特征                       | 受力特征               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| 铰结点 |  | 各杆之间不能相对移动,可以绕铰结点 A 作自由转动。 | 能承受和传递力,不能承受和传递力矩。 |
| 刚结点 |  | 各杆之间不能相对移动,也不能相对转动。        | 能承受和传递力,也能承受和传递力矩。 |

支座的计算简图

| 支 座  | 计算简图                                                                                | 机动特征                                          | 支座反力特征                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| 辊轴支座 |  | 杆端可以绕 A 点转动,且可沿以 B 为圆心 AB 为半径圆弧微小移动,但不能有竖向移动。 | 没有反力矩,没有水平支座反力。<br>有竖向支座反力。 |
| 铰支座  |  | 杆端可以绕铰中心 A 转动,不能有水平方向和竖直方向移动。                 | 没有反力矩,有水平方向和竖直方向支座反力。       |
| 固定支座 |  | 杆端的水平方向移动、竖直方向移动和转动都受到限制。                     | 有水平方向、竖直方向支座反力和反力偶。         |

由以上结点和支座的机动特征和受力分析可以看出,约束的机动特征和受力分析是紧密相应的。凡是结点或支座沿某一方向的位移或运动受到约束时,则结点或支座具有该方向的约束力;凡结点或支座沿某一方向可以自由位移或运动时,则它们沿该方向的约束力为零。

1.2.4 杆件结构的分类

1. 常用杆件结构的类型

| 结 构  | 组成特点            | 受力特点                       | 图 形                 |
|------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| 梁    | 轴线通常为直线         | 在竖向荷载下无水平支座反力，内力有弯矩、剪力。    | 教材 图 1-22<br>图 1-23 |
| 拱    | 轴线为曲线           | 在竖向荷载下有水平支座反力，内力有弯矩、剪力、轴力。 | 教材 图 1-24           |
| 刚架   | 由梁、柱直杆用刚结点组成    | 内力有弯矩、剪力、轴力，以弯矩为主。         | 教材 图 1-25           |
| 桁架   | 由两端为铰的直链杆用铰结点组成 | 荷载作用于结点时，各杆只受轴力。           | 教材 图 1-26           |
| 组合结构 | 由梁式杆和链杆组成       | 梁式杆有弯矩、剪力、轴力，链杆只受轴力。       | 教材 图 1-27           |

2. 计算特点的分类

(1) 静定结构——用静力平衡条件可以唯一确定全部支座反力和内力。

(2) 超静定结构——不能由静力平衡条件解出全部支座反力和内力。

3. 根据杆件和荷载在空间位置的分类

(1) 平面结构——各杆件的轴线和荷载都在同一平面内。

(2) 空间结构——各杆件的轴线和荷载或其中之一不在同一平面内。

1.2.5 荷载的分类

荷载是主动作用于结构的外力。

根据作用时间的久暂，可分为：

|              |      |                   |              |
|--------------|------|-------------------|--------------|
| 恒载<br>(不变荷载) |      | 永久作用于结构上          | 如结构自重、固定设备重量 |
| 活载<br>(可变荷载) | 可动荷载 | 能作用于结构上的任意位置      | 如人群、雪载、风载    |
|              | 移动荷载 | 互相平行、间距不变、能在结构上移动 | 如列车荷载、吊车荷载   |

根据荷载作用的性质，可分为：

|      |                                                         |                    |
|------|---------------------------------------------------------|--------------------|
| 静力荷载 | 荷载的大小、方向和位置不随时间变化的荷载(包括只考虑位置改变、不考虑动力效应的荷载)，对结构不产生显著的振动。 | 如恒载、活载             |
| 动力荷载 | 荷载随时间迅速变化的荷载，对结构产生显著的振动。                                | 如机械运转时的荷载、地震作用、冲击波 |

1.3 例题分析

例 1-1 图 1-1(a)所示为预制梁和柱通过预埋钢板焊接连接，试作梁和柱结点的计算简图。

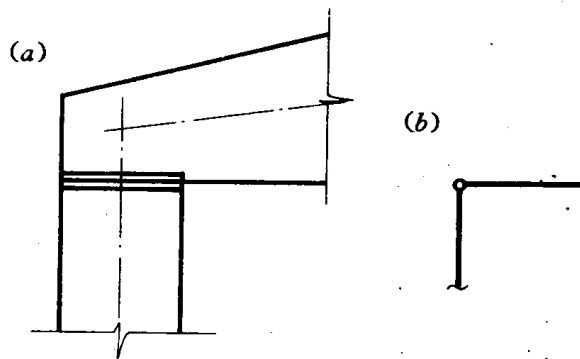


图 1-1

**解**

预制梁和柱通过预埋钢板焊接连接,焊接后,梁端和柱顶之间虽不能发生相对移动,但有发生微小相对转动的可能,因此,梁和柱结点的计算简图取为铰结点,如图 1-1(b)所示。

**例 1-2** 图 1-2(a)所示为一雨棚现浇混凝土梁、柱结点,试作梁、柱结点的计算简图。

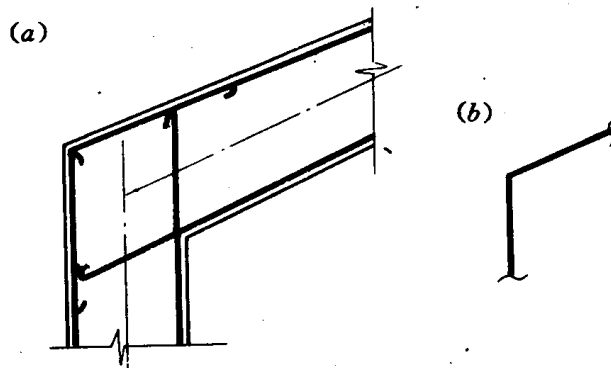


图 1-2

**解**

图 1-2(a)所示梁和柱的结点构造是:柱的受力筋伸入梁端,梁的上层受拉钢筋也伸入柱足够的长度,再用混凝土整体浇注。这样的构造保证梁和柱成为刚性整体,梁和柱之间既不能发生相对移动,又不能发生相对转动,因此,梁、柱结点的计算简图取为刚结点,如图 1-2(b)所示。

**例 1-3** 图 1-3(a)、(b)所示为两种现浇混凝土基础,柱的钢筋插入基础如图,试作柱支座计算简图。

**解**

图 1-3(a)所示混凝土基础,由于柱的钢筋伸入基础时互相平行,且现浇为整体,所以,柱端截面不能有任何方向的移动和转动,支座能提供竖直方向、水平方向的反力和反力矩,柱支

座计算简图取为固定支座,如图 1-3(a')所示。

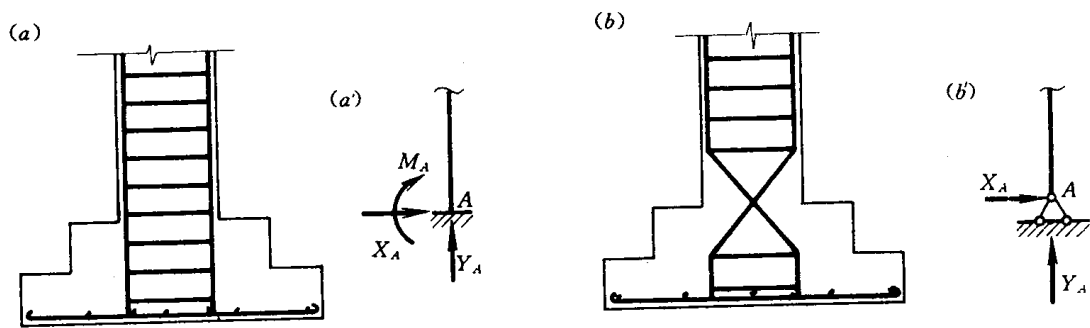


图 1-3

图 1-3(b)所示混凝土基础,虽现浇为整体,由于柱的钢筋伸入基础时交叉设置,因此,柱端截面虽不能有任何方向的转动,但在钢筋交叉点却可以有微小转动,即支座只能提供竖直方向 and 水平方向的反力,却不能提供反力矩,柱支座计算简图取为铰支座,如图 1-3(b')所示。

**例 1-4** 图 1-4(a)为分条楼梯(由几个纵条并列组成),试画出其计算简图。

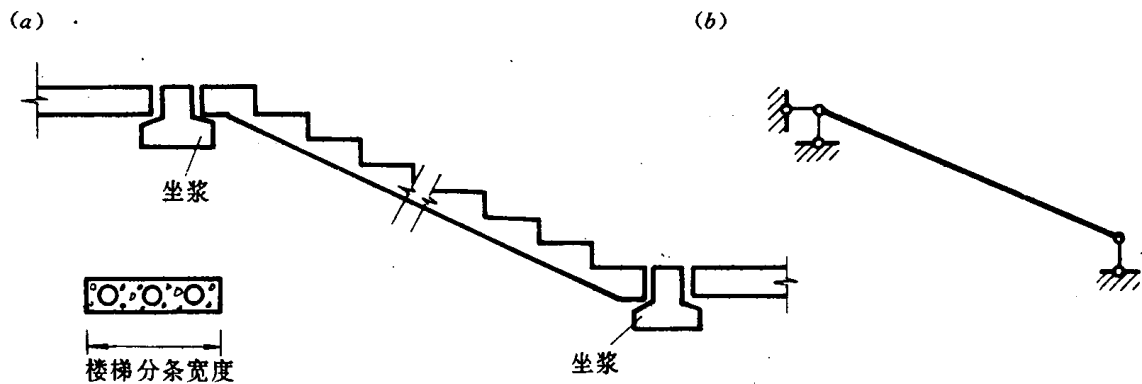


图 1-4

**解**

分条楼梯可以一斜直轴线表示。分条楼梯通过坐浆搁置在楼梯梁上,使楼梯不能有竖向和水平方向移动,但有发生微小自由转动可能;且在荷载作用和温度变化楼梯发生变形后还可能发生伸缩变形;楼梯两端支承情况虽然完全相同,但为了反映楼梯梁对楼梯的约束作用,并便于计算,取楼梯的一端简化为铰支座,另一端简化为辊轴支座,计算简图如图 1-4(b)所示。

**例 1-5** 图 1-5(a)所示为屋顶结构木檩条的构造,试画出木檩条的计算简图。

**解**

图 1-5(a)所示木檩条之间用榫和扒钉相互连接,这种连接可以限制檩条之间的相对移动,但不能限制其相对转动,所以,可以简化为铰结点。木檩条在中间支承于屋架上弦上,屋架上弦刚度相对较大,限制了檩条的竖向移动,可以简化为一竖向支杆;而檩条两端通过坐浆搁置于墙上,墙对檩条支承作用同上题分析。因此,檩条的计算简图可取为图 1-5(b)所示。



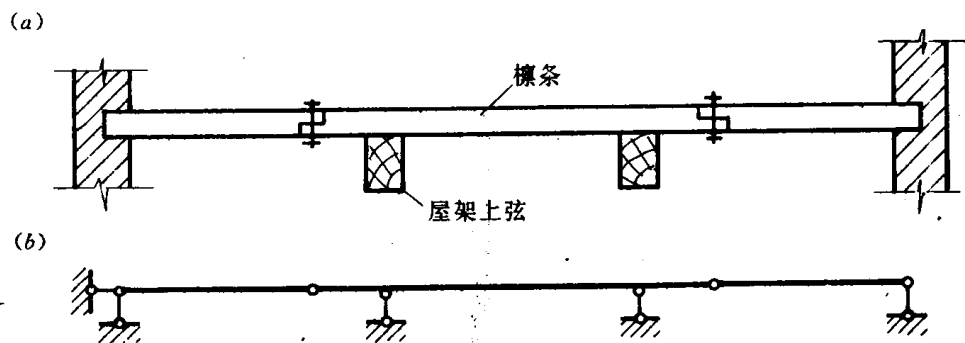


图 1-5

#### 1.4 复习思考题参考解答与提示

1-1 结构力学讨论的内容是什么？和理论力学、材料力学课程讨论的内容有哪些区别？

**答** 结构力学讨论的内容是杆件结构或杆件体系的受力分析，即强度、刚度、稳定和动力性能问题；而理论力学讨论的内容是刚体的机械运动规律和力学分析，材料力学讨论的内容是单根杆件的强度、刚度和稳定性问题。因此，结构力学是将理论力学、材料力学中的刚体运动和力学分析、单杆的力学分析等力学基础知识应用于杆件体系——杆件结构；而结构力学所讨论的结构的强度、刚度、稳定、动力等问题都和结构的内力、变形有关。因此，杆件结构在外界因素下的内力和变形，是结构力学研究的主要内容。

1-2 结构的力学分析应满足哪些基本条件？

**提示** 参见教材 1.2.2。

1-3 什么是结构的计算简图？为什么要将实际结构简化为计算简图？

**答** 在进行结构的力学分析时，常用一个简化的图形代替实际结构，这个简化的图形就是结构的计算简图。因结构的实际工作状况是非常复杂的，要严格按照实际情况进行力学分析是不可能的，也是不必要的，所以，计算前要将实际结构简化为计算简图，实际结构的分析是在结构的计算简图中进行的。

1-4 计算简图的选择原则是什么？

**答** 计算简图的选择原则是：

(1) 反映实际，反映结构的主要受力性能。必须从实际结构的材料、构造及连接出发，由它们对杆件可能提供的约束，来反映实际结构的主要受力特征，使计算结果与实际情况足够接近。

(2) 略去细节、便于计算。略去实际结构的某些细节、某些次要的连接和内力，尽量简化，便于计算。

1-5 简述平面杆件结构的两种基本的结点类型的构造、机动特征和受力特征。

**提示** 参见教材 1.3.2 及本书例 1-1、例 1-2、例 1-5。

1-6 简述平面杆件结构的三种基本的支座类型的构造、机动特征和受力特征。

**提示** 参见教材 1.3.3 及本书例 1-3、例 1-4、例 1-5。

1-7 常用杆件结构的结构型式有哪些？