

# 第 1 章 绪 论

## 学习目标

1. 了解结构力学的基本研究对象、方法和学科内容；
2. 明确结构计算简图的概念及几种简化方法,进一步理解结构体系、结点、支座的形式和内涵；
3. 掌握荷载和结构的分类形式。

## 学习要求

1. 会画结构的计算简图；
2. 掌握荷载和结构的分类。

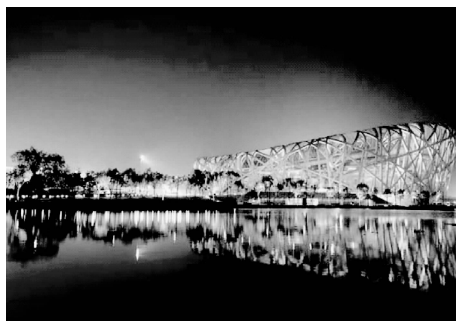
本章主要介绍结构力学的基本概念和基本学习方法、结构的计算简图、杆件结构的分类、荷载的分类等。此外,还有讨论结构的组成规律和合理形式,以及结构计算简图的合理选择;结构内力和变形的计算方法,结构的强度和刚度的验算;结构的稳定性以及在动力荷载作用下的结构反应。

在认真学习的基础上,应对结构力学有一个正确的认识,逐步形成行之有效的学习方法,提高学习效率和效果。

## 1.1 结构力学的学科内容和教学要求

### 1.1.1 结构

建筑物和工程中承受、传递荷载而起骨架作用的部分称为工程结构,简称结构。例如房屋中的梁柱体系,水工建筑物中的闸门和水坝,公路和铁路上的桥梁和隧道等。图 1-1 是一些工程结构的例子。图 1-1(a)是北京鸟巢,图 1-1(b)是上海环球金融中心。



(a) 鸟巢



(b) 环球金融中心

图 1-1

从几何的角度,结构分为如表 1-1 所示的三类。

表 1-1 结构的分类

分类名称	特点	实例
杆件结构	由杆件组成的结构,是结构力学的研究对象	梁、拱、刚架、桁架
板壳结构	又称壁结构,几何特征是其厚度要比长度和宽度小得多	房屋中的楼板和壳体屋盖
实体结构	长、宽、厚三个尺度大小相仿	水工结构中的重力坝

## 1.1.2 结构力学的内容和方法

结构力学是土木工程各专业一门重要的技术基础课,与理论力学、材料力学、弹塑性力学有着密切的关系。理论力学着重讨论物体机械运动的基本规律,而其它三门力学着重讨论结构及其构件的强度、刚度、稳定性和动力反应等问题。其中材料力学以单个杆件为主要研究对象;结构力学以杆件结构为主要研究对象,主要研究变形体的强度、刚度和稳定性;弹塑性力学以实体结构和板壳结构为主要研究对象。因此,理论力学和材料力学是学习结构力学的重要的基础课程,为结构力学提供力学分析的基本原理和基础。

结构力学的内容包括以下三个方面:

- (1) 讨论结构的组成规律和合理形式,以及结构计算简图的合理选择;
- (2) 讨论结构内力和变形的计算方法,进行结构的强度和刚度的验算;
- (3) 讨论结构的稳定性以及在动力荷载作用下的结构反应。

结构力学问题的研究手段包含理论分析、实验研究和数值计算,本课程只进行理论分析和数值计算。结构力学的计算方法很多,但都要考虑以下三方面的条件:

- (1) 力系的平衡条件或运动条件;
- (2) 变形的几何连续条件;
- (3) 应力与变形间的物理条件(本构方程)。

学习时要注意结构力学与其它课程的联系。对理论力学和材料力学等课程的知识,应当根据情况进行必要地复习,并在运用中巩固和提高。

## 1.2 结构的计算简图及简化要点

### 1.2.1 简化的原则

工程中的实际结构往往是很复杂的,进行力学计算以前,必须加以简化,用一个简化的图形来代替实际结构,这个图形称为结构的计算简图。结构的受力分析都是在计算简图中进行的,因此,计算简图的选择是结构受力分析的基础。选择不当,则计算结果不能反映结构的实际工作状态,严重的将会引起工程事故。所以,合理地选取结构的计算简图是结构计算中的一项极其重要而又必须首先解决的问题。

计算简图的选择原则是:

- (1) 从实际出发,计算简图要反映结构的实际受力特点和主要性能;
- (2) 分清主次,忽略次要因素,计算简图要便于分析计算。

### 1.2.2 简化的要点

#### 1. 结构体系的简化

一般的结构都是空间结构,各部分相互连成一个空间整体,以承受各方向可能出现的荷载。但是,当空间结构在某一平面内的杆系结构承担该平面内的荷载时,可以忽略一些次要的空间约束而把空间结构分解成几个平面结构进行计算。本课程主要讨论平面结构的计算。当然,也有一些结构具有明显的空间特征而不宜简化成平面结构。

#### 2. 杆件的简化

杆件用其轴线表示。杆件的截面尺寸(宽度、厚度)通常比杆件长度小得多,截面上的应力可根据截面的内力(弯矩、剪力、轴力)来确定,截面上的变形也可以根据轴线上的应变分量来确定。因此,在计算简图中,结构的杆件可以用其纵向轴线代替,杆件之间的连接区用结点表示,杆长用结点间的距离表示,荷载的作用点也转移到轴线上,如图 1-2。

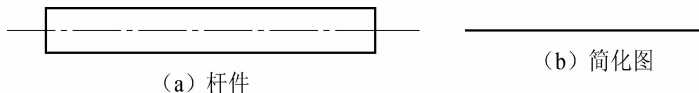


图 1-2

#### 3. 杆件间连接的简化

结构中杆件相互连接的部分称为结点,结点通常简化为铰结点、刚结点或者组合结点。铰结点是指相互连接的杆件在连接处不能相对移动,但可相对转动,即可传递力,但不能传递力矩;刚结点是指相互连接的杆件在连接处不能相对移动,也不能相对转动,既可传递力,又能传递力矩;组合结点是一些杆端为刚结点,另一些杆端为铰结点。

#### 4. 结构与基础间连接的简化

结构与基础的连接区简化为支座。按受力特征,通常简化为以下几种。

- (1) 活动铰支座:只约束了竖向位移,允许水平移动和转动。提供竖向反力。在计算简

图中用支杆表示,如图 1-3。

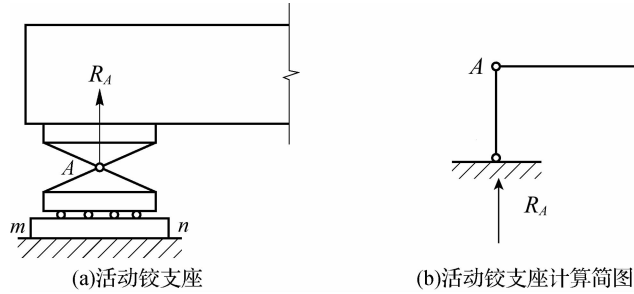


图 1-3

(2) 固定铰支座:约束竖向和水平位移,只允许转动。提供两个互相垂直的反力。在计算简图中用两根相交的支杆表示,如图 1-4。

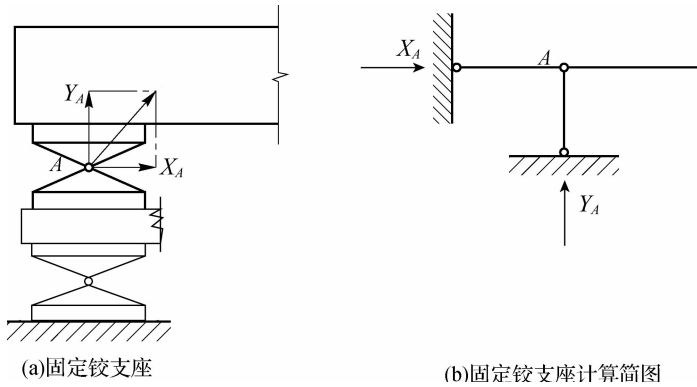


图 1-4

(3) 定向支座:只允许杆端沿一个方向平行滑动,而沿其它方向不能移动,也不能转动,提供反力矩和一个反力。在计算简图中用两根平行支杆表示,如图 1-5。

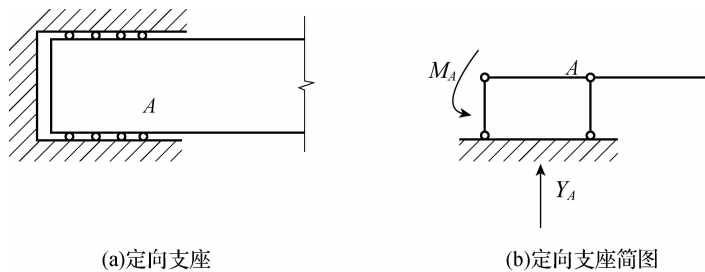


图 1-5

(4) 固定支座:约束杆端不能移动也不能转动,提供两个反力和一个反力矩,如图 1-6。

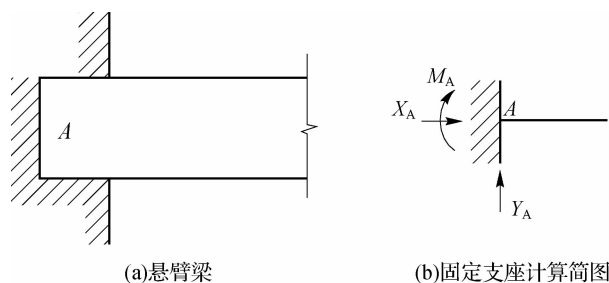


图 1-6

### 5. 材料性质的简化

在结构计算中,为了简化,对组成各构件的材料一般都假设为连续的、均匀的、各向同性的、完全弹性或弹塑性的理想弹性材料。

上述假设对于金属材料在一定受力范围内是符合实际情况的。对于混凝土、钢筋混凝土、砖、石等材料则带有一定程度的近似性。至于木材,因其顺纹和横纹方向的物理性质不同,故应用这些假设时应注意。

### 6. 荷载的简化

作用在实际结构上的荷载形式比较多,简化比较复杂,但根据其分布情况大致可简化为集中荷载和分布荷载两大类。

## 1.3 杆件结构的分类

杆件结构的分类实际上是计算简图的分类。

### 1. 梁

梁是一种受弯构件,其轴线通常为直线,既可以是单跨的,也可以是多跨的,如图 1-7。

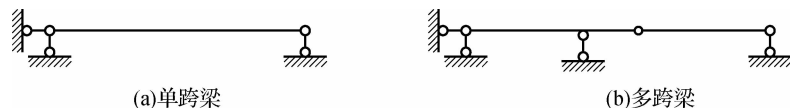


图 1-7

### 2. 拱

拱是一种杆轴为曲线且在竖向力作用下,会产生水平反力的结构,如图 1-8。

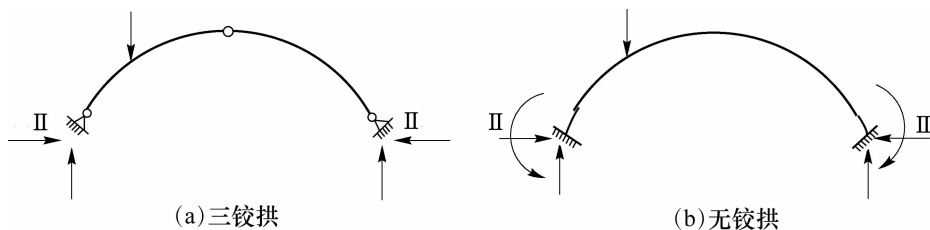


图 1-8

## 3. 桁架

桁架是由若干个直杆组成,所有结点都为铰结点,如图 1-9。

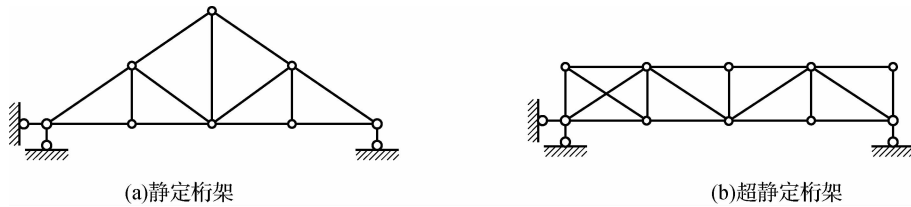


图 1-9

## 4. 刚架

刚架由直杆组成,其结点通常为刚结点,如图 1-10。

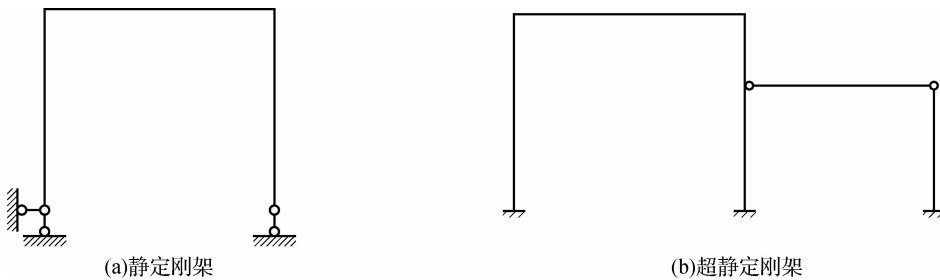


图 1-10

## 5. 组合结构

组合结构是桁架和梁或刚架组合在一起的结构,如图 1-11。

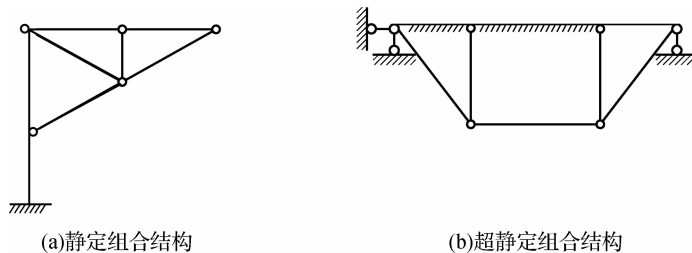


图 1-11

# 1.4 荷载的分类

### 1. 按作用时间的长短

荷载可分为恒载和活载。恒载是长期作用于结构上的不变荷载,如结构的自重、安装在结构上的设备重量等,这种荷载的大小、方向、作用位置是不变的。活载是建筑物在施工和使用期间可能存在的可变荷载,如吊车荷载,结构上的人群、风、雪等荷载。

## 2.按荷载的作用范围

荷载可分为集中荷载和分布荷载。荷载的作用面积相对于总面积是微小的,作用在这个面积上的荷载,可以简化为集中荷载。分布作用在一定面积或长度上的荷载,可简化为分布荷载,如风、雪、自重等荷载。

## 3.按荷载作用的性质

荷载可分为静力荷载和动力荷载。静力荷载的数量、方向和位置不随时间变化或变化极其缓慢,不使结构产生显著的加速度,因而可以忽略惯性力的影响。动力荷载是随时间迅速变化或在短暂时间内突然作用或消失的荷载,使结构产生显著的加速度。车辆荷载、风荷载和地震荷载通常在设计中简化为静力荷载,但在特殊情况下要按动力荷载考虑。

## 4.按荷载位置的变化

荷载可分为固定荷载和移动荷载。作用位置固定不变的荷载称为固定荷载,如风、雪、结构自重等。可以在结构上自由移动的荷载称为移动荷载,如吊车梁上的吊车荷载、公路桥梁上的汽车荷载等。荷载的确定,常常是比较复杂的,荷载规范总结了设计经验和科学研究的成果,供设计时使用。但在不少情况下,设计者要深入现场,结合实际情况进行调查,才能对荷载作出合理的确定。

## 本章小结

1.本章讨论了四个问题:结构力学的任务与方法,结构的计算简图,结构和杆件结构的分类,荷载的分类。这些都是贯穿全书的重要问题,但在学习绪论时,只要有一个基本的了解即可,以后认识会逐步加深。

2.结构的计算简图是本章的重点,也是以后计算的出发点。学习时应对其选择原则、简化要点等给予特别的注意,为今后进行结构的受力和变形分析打下基础。

## 思考与练习

### 思考题

- 1.什么是结构的计算简图?它与实际结构有什么关系和区别?为什么要将实际结构简化为计算简图?
- 2.平面杆件结构的结点通常简化为哪两种情形?它们的构造和受力特征各是什么?
- 3.平面杆件结构的支座常简化为哪几种情形?它们的构造和受力特征各是什么?
- 4.常用的杆件结构有哪几类?