



智慧图书·建筑书系

全国土木工程类实用创新型规划教材

主审/李宏魁
主编/魏科丰 张系斌

JIEGOU LIXUE 结构力学



哈尔滨工业大学出版社





智慧图书·建筑书系

全国土木工程类实用创新型规划教材

结构力学

JIEGOU LIXUE

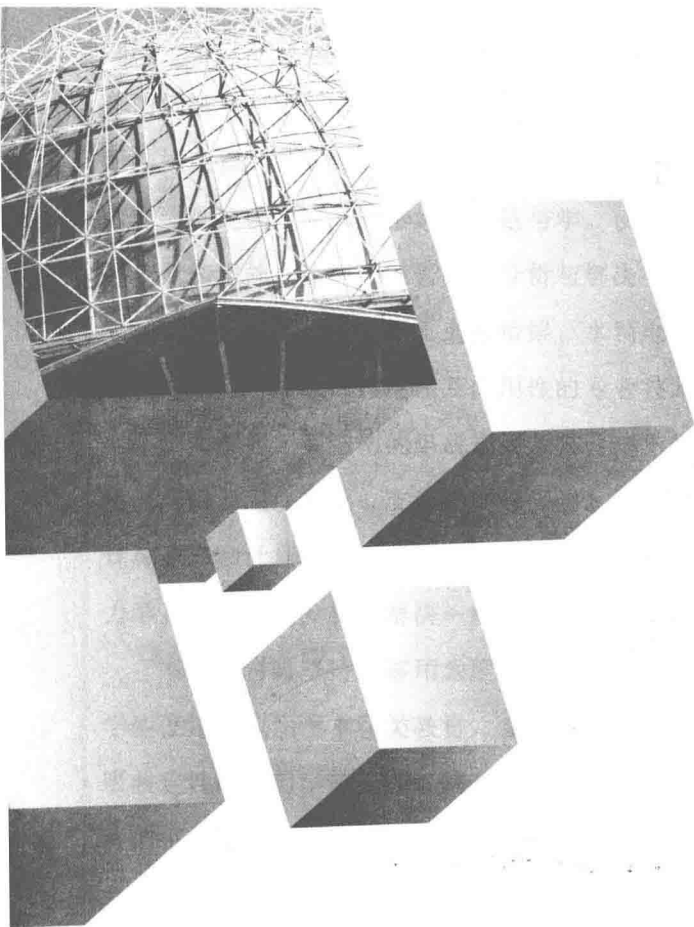
主审 李宏魁

主编 魏科丰 张系斌

副主编 卢志峰 孙慧 李小珠

韩琦 张文之

编者 吴琳 刘静 罗丽



哈尔滨工业大学出版社



内容简介

本书是根据教育部审定的“结构力学课程教学基本要求”及土木工程专业、道路桥梁专业及其相关专业的教学要求编写的,取材适宜,内容精炼,由浅入深,联系实际。每章有知识目标及技能目标、基础训练、工程模拟训练及链接执考,紧密与实际工程相结合,便于自学。

全书包括绪论、平面体系的几何组成分析、静定结构的受力分析、影响线、虚功原理与结构位移计算、力法、位移法、力矩分配法和矩阵位移法等内容。

本书可作为应用型本科院校学生、继续教育学院本专科学生、高职高专院校学生以及专升本学生的教材,也可作为自学考试教材,同时还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学/魏科丰,张系斌主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2014.4

ISBN 978-7-5603-4573-4

I. ①结… II. ①魏… ②张… III. ①结构力学—高等学校—教材 IV. ①0342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 006954 号

责任编辑 张 瑞

封面设计 唐韵设计

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 北京市全海印刷厂

开 本 850mm×1168mm 1/16 印张 14 字数 420 千字

版 次 2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4573-4

定 价 30.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)



结构力学是土木工程专业一门主要的专业基础课，是土木工程专业方向重点建设课程之一，在整个土木工程专业课程体系中处于承上启下的核心地位。为满足结构力学课程的教学需要及当前教学改革的要求，我们在多年教学实践的基础上，参考了近年出版的多部教材，编写了本书。

结构力学同时是一门计算科学，以往的教材大都注重解题方法和技巧，但随着计算机的普及和计算机软件的出现，计算方法已不再是结构力学的基本问题，所以本书在内容取材上重点突出基本概念和公式，简化理论推导，选择的例题和习题以够用为度；在编写上注重工程应用，精选了一部分一级注册结构工程师基础考试真题作为练习，理论联系实际，学以致用；在叙述上力求清晰准确，深入浅出，便于教与学。使学生学完课程后，除了掌握相关的专业知识外，还能够显著提高分析与解决实际问题的能力。

结构力学是土木建筑、道路桥梁、水利电力等学科的专业基础课，同时也是一门具有较强的理论性及应用性的专业技术课程，本课程的任务是使学生了解和掌握工程结构的组成规律及其合理形式；能初步掌握结构在外部因素（荷载、温度变化、支座移动等因素）影响下的约束反力、内力、位移的计算原理和计算方法，了解各类结构的受力特点，为学习后续专业课程打好力学基础，并能分析、解决一些简单的实际工程问题。

本书取材时坚持“够用为度”的原则，定位为独立学院和职业技术学院学生使用的应用型本科类教材，强调基本理论、基本概念、基本方法，注意吸收定性结构力学的思想，注重突出计算与分析能力的培养，强调与实际工程的密切联系，增加了基础训练、工程模拟训练及链接职考，重点介绍国家一级注册结构工程师基础考试的相关题目。内容编排由浅入深、循序渐进，同时兼顾不同层次学生的学习需求，适当压缩理论推导，且精选与实际结构

Preface

前言

紧密联系的典型例题与习题，既注重体系的完整性，又突出知识的实用性，在叙述时注意教材的可读性，方便教师教学和学生自学。参考清华大学龙驭球、包世华主编的《结构力学教程》及应用型本科类教材，既保证了权威性，又考虑了实用性。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

编 审 委 员 会

主 任:胡兴福

副主任:李宏魁 符里刚

委 员:(排名不分先后)

胡 勇	赵国忱	游普元
宋智河	程玉兰	史增录
张连忠	罗向荣	刘尊明
胡 可	余 斌	李仙兰
唐丽萍	曹林同	刘吉新
武鲜花	曹孝柏	郑 睿
常 青	王 斌	白 蓉
张贵良	关 瑞	田树涛
吕宗斌	付春松	蒙绍国
莫荣锋	赵建军	易 斌
程 波	王右军	谭翠萍
边喜龙		

本书学习导航

简要介绍本模块与整个工程项目的联系,在工程项目中的意义,或者与工程建设之间的关系等。

模块 1

平面体系的几何组成分析

模块概述

言简意赅地总结实际工作中容易犯的错误或者难点、要点等。

技术提示

包括知识目标和技能目标,列出了学生应了解与掌握的知识点。

学习目标

课时建议

建议课时,供教师参考。

重点串联

用结构图将整个模块的重点内容贯穿起来,给学生完整的模块概念和思路,便于复习总结。

包括基础训练、工程模拟训练和链接执考三部分,从不同角度考核学生对知识的掌握程度。

拓展与实训

模块0 绪论

模块概述/001

知识目标/001

技能目标/001

课时建议/001

- 0.1 结构力学的研究对象/002
- 0.2 本课程的作用及发展简史/004
 - 0.2.1 本课程的作用/004
 - 0.2.2 本课程的发展简史/004
- 0.3 本课程的内容、任务、学习方法和目标/005
- 0.4 结构的计算简图及简化要点/007
- 0.5 杆件结构的分类/012
- 0.6 荷载的分类/013
 - ❖重点串联/014
 - ❖拓展与实训/015
 - ✱基础训练/015
 - ✱工程模拟训练/015

模块1 平面体系的几何组成分析

模块概述/017

知识目标/017

技能目标/017

课时建议/017

- 1.1 概述与基本概念/018
- 1.2 体系的计算自由度/020
- 1.3 平面几何不变体系的基本组成规则/022
- 1.4 平面体系几何组成分析示例/025
- 1.5 体系的几何组成与静定性/027
 - ❖重点串联/027
 - ❖拓展与实训/028
 - ✱基础训练/028
 - ✱工程模拟训练/028
 - ✱链接执考/028

模块2 静定结构的受力分析

模块概述/030

知识目标/030

技能目标/030

课时建议/030

- 2.1 单跨静定梁/031
 - 2.1.1 截面法求指定截面的内力/031
 - 2.1.2 内力与荷载的关系/032
 - 2.1.3 分段叠加法作弯矩图/033
- 2.2 多跨静定梁/034
- 2.3 静定平面刚架/037
 - 2.3.1 支座反力的计算/038
 - 2.3.2 内力计算/039
 - 2.3.3 内力图的绘制/043
- 2.4 三铰拱/044
 - 2.4.1 基本概念和类型/044
 - 2.4.2 在竖向荷载作用下的支座反力计算/045
 - 2.4.3 在竖向荷载作用下的内力计算/046
 - 2.4.4 拱结构的合理拱轴线方程/048
- 2.5 静定平面桁架/049
 - 2.5.1 桁架的基本概念与分类/049
 - 2.5.2 结点法/050
 - 2.5.3 截面法/052
 - 2.5.4 结点法和截面法的联合应用/054
- 2.6 组合结构/055
- 2.7 静定结构受力特性/056
 - ❖重点串联/057
 - ❖拓展与实训/058
 - ✱基础训练/058
 - ✱工程模拟训练/061
 - ✱链接执考/061

模块3 影响线

模块概述/063

知识目标/063

技能目标/063

课时建议/063

- 3.1 影响线的概念/064
 - 3.1.1 影响线定义/064
 - 3.1.2 移动荷载作用下内力计算特点及方法/065
- 3.2 静力法作静定梁的影响线/066
 - 3.2.1 支座反力影响线/066

3.2.2 剪力影响线/066

3.2.3 弯矩影响线/067

3.3 结点荷载作用下梁的影响线/070

3.4 机动法作静定梁的影响线/072

3.5 影响线的应用/075

3.5.1 利用影响线计算量值/075

3.5.2 最不利荷载位置/078

✧重点串联/081

✧拓展与实训/081

✧基础训练/081

✧工程模拟训练/083

✧链接执考/086

模块4 虚功原理与结构位移计算

模块概述/091

知识目标/091

技能目标/091

课时建议/091

4.1 结构位移计算概述/092

4.1.1 结构位移的分类/092

4.1.2 计算结构位移的目的/092

4.2 变形体虚功原理及应用/093

4.2.1 虚功原理/093

4.2.2 虚功原理的两种应用/095

4.3 荷载作用下静定结构的位移计算/097

4.3.1 荷载作用下静定结构位移计算的一般公式/097

4.3.2 各类结构的位移公式/098

4.3.3 静定结构在荷载作用下的位移计算举例/099

4.4 静定结构由于支座移动和温度改变引起的位移计算/101

4.4.1 支座移动产生的位移计算/101

4.4.2 制造误差产生的位移计算/102

4.4.3 温度改变引起的位移计算/103

4.5 图乘法计算位移/105

4.5.1 图乘法的原理/105

4.5.2 图乘法的注意事项/106

4.5.3 图乘法的计算举例/108

4.6 互等定理/110

4.6.1 虚功互等定理/110

4.6.2 位移互等定理/110

4.6.3 反力互等定理/111

4.6.4 反力位移互等定理/112

✧重点串联/112

✧拓展与实训/113

✧基础训练/113

✧工程模拟训练/115

✧链接执考/118

模块5 力法

模块概述/122

知识目标/122

技能目标/122

课时建议/122

5.1 超静定结构的概念和超静定次数/123

5.1.1 超静定结构的概念/123

5.1.2 超静定次数/123

5.2 力法的基本方程及典型方程/124

5.2.1 力法的基本方程/124

5.2.2 力法的典型方程/126

5.3 荷载作用下超静定结构的力法计算/128

5.3.1 超静定梁/128

5.3.2 超静定刚架/129

5.3.3 超静定桁架/130

5.3.4 超静定组合结构/131

5.4 对称性的利用/132

5.5 非荷载因素作用下的力法计算/134

5.5.1 支座移动时的超静定结构的力法计算/134

5.5.2 温度改变时的超静定结构的力法计算/135

5.6 超静定结构的位移计算/137

5.7 超静定结构最后内力图的校核/138

5.8 超静定拱的计算/138

5.8.1 二铰拱/138

5.8.2 对称无铰拱/140

5.9 超静定结构的特性/142

✧重点串联/142

✧拓展与实训/143

✧基础训练/143

✧工程模拟训练/145

✧链接执考/145

模块6 位移法

模块概述/148

知识目标/148

技能目标/148

课时建议/148

6.1 位移法的基本概念/149

6.2 等截面直杆的转角位移方程/150

6.2.1 杆端力及杆端位移的正、负号规定/151

- 6.2.2 各种情况下产生的杆端力/152
- 6.2.3 等截面直杆的转角位移方程/156
- 6.3 基本未知量数目的确定和基本结构/157
- 6.4 位移法典型方程及刚架计算/159
 - 6.4.1 位移法典型方程/159
 - 6.4.2 无侧移刚架的计算/162
 - 6.4.3 有侧移刚架的计算/166
- 6.5 用平衡方程建立位移法方程/168
 - ❖重点串联/173
 - ❖拓展与实训/174
 - ✱基础训练/174
 - ✱工程模拟训练/177
 - ✱链接执考/177

► 模块7 力矩分配法

▮模块概述/179
 ▮知识目标/179
 ▮技能目标/179
 ▮课时建议/179

- 7.1 力矩分配法的基本概念/180
- 7.2 单结点力矩分配法/181
- 7.3 多结点力矩分配法——渐进运算/185
 - ❖重点串联/192
 - ❖拓展与实训/193
 - ✱基础训练/193
 - ✱工程模拟训练/195
 - ✱链接执考/195

► 模块8 矩阵位移法

▮模块概述/197
 ▮知识目标/197
 ▮技能目标/197
 ▮课时建议/197

- 8.1 概述/198
- 8.2 单元刚度矩阵(局部坐标系)/198
 - 8.2.1 单元的划分/198
 - 8.2.2 单元的杆段位移和杆端力/198
 - 8.2.3 单元刚度矩阵/199
 - 8.2.4 特殊单元/200
- 8.3 整体坐标系下的单元刚度矩阵/200
- 8.4 连续梁的整体刚度矩阵/202
- 8.5 等效结点荷载/205
- 8.6 刚架计算步骤和算例/206
- 8.7 小结/210
 - ❖重点串联/210
 - ❖拓展与实训/211
 - ✱基础训练/211
 - ✱工程模拟训练/212
 - ✱链接执考/212

参考文献/214

模块

0

绪论

【模块概述】

结构力学在工科院校土木建筑、道路桥梁、水利电力等专业的教学体系中前承高等数学、大学物理、画法几何和工程制图等公共基础课以及理论力学、材料力学等专业基础课,后接钢筋混凝土、钢结构、多层及高层房屋结构设计、建筑结构抗震设计等专业课,是土木建筑、水利电力等专业学习过程中的一门十分重要的专业基础课程。通过本门课程的学习,学生将掌握结构的强度、刚度和稳定性问题的基本理论和计算方法,并应具有一定的分析和解决工程实际问题的能力,为今后的专业课学习和工程设计提供必要的基础理论和计算方法。土木工程是应用力学知识最多的工程领域之一,不少力学工作者把自己的研究重点放在土木工程领域,大量的土木工程学者(工程师)在从事力学研究。力学与土木工程的一个结合点是结构分析,土木工程离不开力学。

【知识目标】

1. 了解结构力学的发展历史、研究对象和研究任务以及在本专业中的地位;
2. 掌握工程结构的基本概念和一般的分类方法;
3. 掌握结构计算简图的概念和确定结构计算简图的原则,对复杂结构的简化方法有基本认识;
4. 掌握平面杆件结构的分类、杆件结构的支座形式、结点类型和特点及荷载分类。

【技能目标】

1. 培养学生注重分析能力、计算能力、自学能力、表达能力、创新能力的科学作风;
2. 能自主学习新知识,能通过各种媒体资源查找所需信息。

【课时建议】

2 课时

在建筑物或工程设施建造之前,设计人员将对它的所有构件一一进行受力分析。如图 0.1 所示,构件所用的材料、尺寸大小、排列位置都要通过结构计算来确定,这样才能保证建筑物的牢固和安全。这种复杂而又细致的计算工作,必须有科学的计算理论作为依据才能进行。

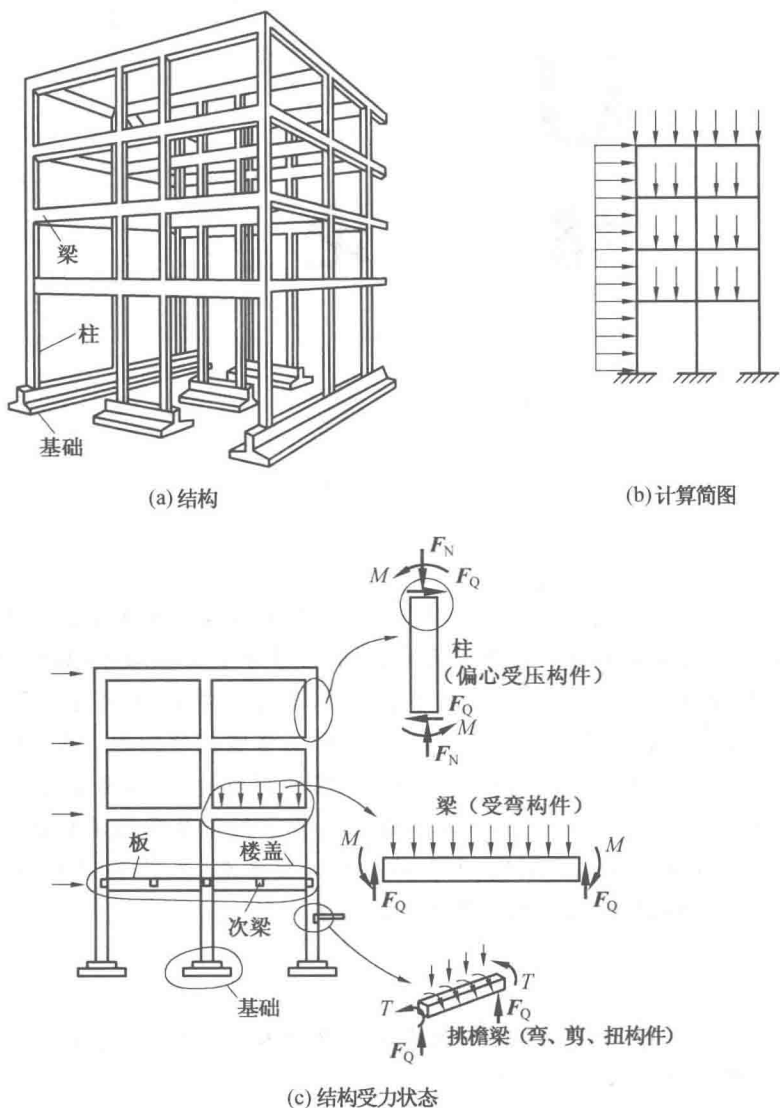


图 0.1 结构的受力分析



0.1 结构力学的研究对象

1. 结构

在土木工程中,由建筑材料按照一定的方式组成并能承受、传递荷载,起骨架作用的部分称为工程结构,简称结构。房屋建筑中的梁柱体系、楼板、剪力墙、基础等,水工建筑中的闸门、水坝、采油平台等,交通工程中的公路和铁路的桥梁、隧道、挡土墙、涵洞等,都是工程结构的典型例子。如图 0.2 所示为门式刚架结构。

结构一般是由多个构件组成的,按承重结构类型分类有砖混结构、框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、筒体结构、桁架结构、拱结构、排架结构、折板结构、壳体结构、网架结构、悬索结构、悬吊结构、板柱结构、墙板结构等。最简单的结构则是单个构件,如单跨梁(板)、独立柱等。

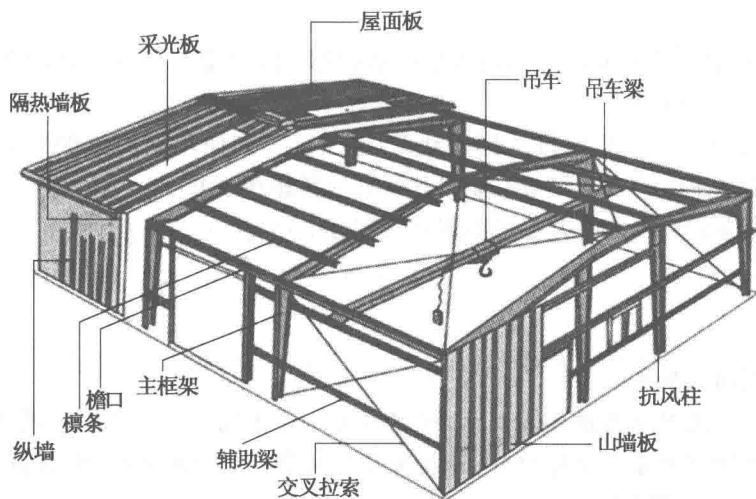


图 0.2 门式刚架结构

☆知识拓展

不能承担任意荷载的系统称为机构,它是机械工程等的研究对象。

在土木建筑工程中应用的都是结构,但结构的组成方式(静定和超静定)不同将影响其力学性能和分析方法。因此,分析结构受力、变形之前,必须首先了解结构的组成。

实际结构中的构件在外界因素作用下都是可变形的,但在小变形的情况下分析结构组成时,其变形可以忽略不计,因而所有构件均将视为刚体。

2. 构件

构件是组成结构的基本部分,有板、梁、柱、基础等。按照几何特征,构件可分为杆件、板壳和实体,如图 0.3 所示。杆件的几何特征为长条形,长度远大于其他两个尺度(横截面的长度和宽度)。板的几何特征为平面形,厚度远小于其他两个尺度(长度和宽度)。壳的几何特征为曲面形。实体的几何特征为块体,长、宽、高 3 个尺度大体相近,内部大多为实体,组成结构的构件大多数可以视为杆件。

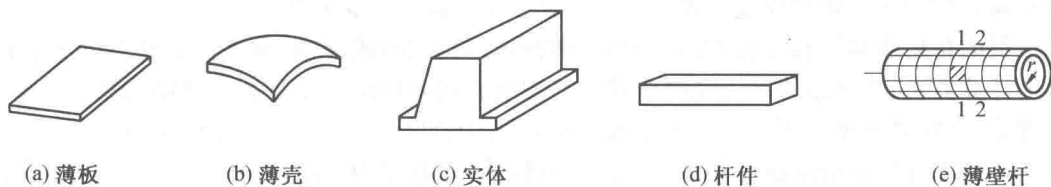


图 0.3 构件的分类

从几何角度来看,结构可分为 3 种类型:

(1) 杆件结构。这类结构由杆件组成。杆件的几何特征是横截面尺寸比长度小得多。梁、拱、桁架、刚架及组合结构是杆件结构的典型形式。

(2) 板壳结构。这类结构也称薄壁结构。它的厚度比长度和宽度小得多。房屋中的楼板和壳体屋盖、水工结构中的拱坝都是板壳结构。

(3) 实体结构。这类结构的长、宽、厚 3 个尺寸大体相近。堤坝、挡土墙、块式基础等均属实体结构。

结构力学是力学学科的一个分支,是研究结构在荷载和外界因素作用下的力学效应——结构的受力和变形的学科。

结构力学的研究对象涉及较广,根据所涉及范围,通常将结构力学分为“狭义结构力学”“广义结构力学”和“现代结构力学”。

(1) 狭义结构力学。其研究的对象为由杆件所组成的体系。这种体系能承担外界荷载作用,并起

传力骨架作用。

(2) 广义结构力学。其研究的对象为可变形的物体。除可变形杆件组成的体系外,还包括可变形的连续体(平板、块体、壳体等)。

(3) 现代结构力学。将工程项目从论证到设计,从施工到使用期内维护的整个过程作为大系统,研究大系统中的各种各样的力学问题。显然其研究对象范围更广。

这里我们将以狭义结构力学为主来讲述这门课程。



技术提示:

力学课程之间的联系:

理论力学的研究对象为质点和刚体,研究任务为物体机械运动的一般规律。

材料力学的研究对象为单根杆件,结构力学的研究对象为杆件结构,弹性力学的研究对象为板壳、实体结构,这3门学科的研究任务为刚体的几何构造分析以及变形体的强度、刚度、稳定性和动力反应。

但是,结构力学与理论力学和材料力学不同的是:结构力学与工程联系更为紧密,其基本概念、基本理论和基本方法将作为钢筋混凝土结构、钢结构、地基基础和结构抗震设计、桥梁、隧道等工程结构课程的基础;结构力学的分析结果又是各类结构的设计依据。当前的计算机辅助设计软件,其核心计算部分的基本理论和方法也都以结构力学作为基础。



0.2 本课程的作用及发展简史

0.2.1 本课程的作用

结构力学是土木工程专业、路桥、水利类的一门专业基础课。一方面它以高等数学、理论力学、材料力学等课程为基础;另一方面,它又是钢结构、钢筋混凝土结构、土力学与地基基础、结构抗震等专业课的基础。结构力学课程在整个课程体系中处于承上启下的核心地位。

课程目的是使学生通过该课程的学习,了解杆件结构的组成规律;掌握静定和超静定结构的内力和位移的计算方法;理解结构动力和稳定的计算方法。任务是使学生掌握系统的结构力学知识,提高结构计算能力,能熟练地分析计算土木工程结构的力学性能,培养学生的分析能力和科学作风,为学习有关专业课程及毕业后从事结构设计、施工和科研工作打好理论基础。

0.2.2 本课程的发展简史

1. 古代工程巡礼

结构力学是随着人类文明和生产的发展在工程实践基础上逐步形成,并不断拓展的一门力学分支。结构力学诞生至今已有100多年,但人们的工程实践却经历了几千年。

在建筑结构方面,根据考古发现,早在6000年前,我们的祖先就已经建造了木框架结构房屋(木构件分为桩、柱、梁、板,采用榫卯连接),逐渐告别利用天然结构巢居和穴居的原始状态。

在水工结构方面,公元前256~前251年秦朝修建的岷江水利枢纽工程都江堰建造了用竹笼装卵石堆砌的堤坝结构,使用至今,其结构之简单,规模之宏伟,堪称世界之最。

在桥梁结构方面,公元605~617年隋朝修建的河北赵县安济桥(也称赵州桥)为敞肩石拱桥,造型优美、结构合理。

2. 19世纪和以前的结构力学研究

在以砖、石、木为主要结构材料的时代,主要遇到的问题是静力学的平衡问题。

17 世纪,人们才开始研究材料强度,尝试用解析法来求构件的安全尺寸。伽利略在《关于两种新学科的对话》中正式宣布作为弹性变形体力学的材料力学诞生,最早研究的结构元件是梁,伽利略考查了固定端悬臂梁的承载能力问题,雅可比·伯努利关于梁的研究结果就是现今人们常用的伯努利梁理论。

18 世纪的工业革命更促进了单根构件强度和稳定性的研究。

进入 19 世纪后,大型厂房、船舶、堤坝、铁路桥梁的兴建,提出更为复杂的结构计算问题,促进了板壳理论形成,以及桁架、连续梁、拱、吊桥、弹性地基梁、挡土墙等计算理论的诞生,奠定了结构分析的理论基础。

19 世纪中叶,结构力学(也称结构理论)实际上已从力学中独立出来成为一门学科。

3. 近代结构力学的进展

19 世纪末,随着钢结构的广泛应用,进一步推动了结构分析理论的发展,建立了利用能量原理计算结构位移和应用力法计算超静定结构的一般理论,但主要的发展是桁架分析。

20 世纪初,随着钢筋混凝土框架结构形式的出现,又诞生了与高次超静定结构相适应的新的计算理论和方法,如位移法和力矩分配法。

20 世纪中叶还发展了考虑塑性的结构计算理论、结构稳定计算和结构动力学计算理论。

1945 年电子计算机的问世和广泛应用使结构分析如虎添翼,计算能力跃上一个新的台阶,出现以计算机为工具的结构矩阵分析法(即杆件系统的有限元法,这是有限元法的雏形)。

4. 现代广义结构力学发展

由于结构力学计算机化的进程日新月异,现代结构力学的研究层次已从被动分析发展到主动优化设计,从而进入结构状态控制,即进行结构特征识别、设计方案优化、施工使用中工作状态与结构参数的调整控制。通常这类问题是非线性的,而且计算量非常大,还可能遇到分叉的问题,只有借助于计算机和更新的解法才能解决。因此,一些与“电算”关系密切的内容,例如能量原理、结构矩阵分析、有限元法、半解析法、结构分析软件、结构优化软件等,已经在结构力学中占据重要的地位,并形成了新的分支学科——程序结构力学和定性结构力学,分别侧重于计算机方法和定性分析方法。

现代广义结构力学包括的范围很广,其发展的重点之一是工程各个阶段的规划、决策和设计问题。将工程项目从论证到设计,从施工到使用期维护的整个过程作为大系统,研究其中的各种力学问题,并与工程理论相结合,有可能成为未来工程科学的核心。



0.3 本课程的内容、任务、学习方法和目标

建筑结构上可能出现的外部作用包括:荷载作用(恒载、活载、风载、水压力、土压力等)、变形作用(地基不均匀沉降、材料胀缩变形、温度变化引起的变形、地震引起的地面变形等)、环境作用(阳光、风化、环境污染引起的腐蚀、火灾等)。建筑结构在承受外部作用的同时,还会受到支承它的周围物体的反作用力,一般情况下,组成结构的各个构件都将受到力的作用,并产生相应的变形。

1. 结构力学的内容

结构若能正常工作,不被破坏,就必须保证在外部作用和反作用力的作用下,组成结构的每一个构件都能安全、正常地工作。因此,结构力学必须研究以下内容并使结构及其构件满足要求:

(1) 平面杆件体系的几何构造分析;

(2) 讨论结构的强度、刚度、稳定性、动力反应以及结构极限荷载的计算原理和计算方法等。

几何构造分析主要是讨论几何不变体系的组成规律,因为只有几何不变体系才能作为结构来使用。

强度计算在于保证结构物使用中的安全性,并符合经济要求。

刚度计算在于保证结构物不会产生过大的变形从而影响使用。

稳定性计算在于保证结构物不会产生失稳破坏。

动力分析是研究结构的动力特性以及在动荷载作用下的动力反应——结构受到的地震力、位移、速度、加速度等。

极限荷载的求解是为了充分发挥结构的承载能力,由讨论结构的弹性计算转变为塑性计算。

从解决工程实际问题的角度,结构力学的研究内容为:

- (1)将实际结构抽象为计算简图。
- (2)各种计算简图的计算方法。
- (3)将计算结果运用于设计和施工。

2. 结构力学的任务

要使结构能承受荷载并维持平衡,除了作用于结构上的所有外力所构成的力系必须满足静力学的平衡条件以外,结构中的各构件还必须满足以合理的方式进行组合,满足强度、刚度、稳定性的要求,防止结构破坏,并节约材料。为保证结构(或构件)安全可靠又经济合理提供计算理论依据,较好地解决安全与经济的矛盾,结构力学的具体任务是:

- (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,以便进行结构强度和刚度的验算。
- (3)讨论结构的稳定性以及在动力荷载作用下结构的反应。
- (4)创造新的结构形式,研究建立新的计算理论与方法。

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 3 个方面。实验研究方法的内容在实验力学和结构检验课程中讨论,理论分析和数值计算方面的内容在结构力学课程中讨论。

3. 结构力学的学习方法

基于结构力学的内容主线,平面体系的几何组成分析—静定结构的受力分析—影响线—虚功原理与结构位移计算—力法—位移法—力矩分配法与近似法—矩阵位移法。结构力学主要有以下特点:

(1)内容的系统性强。后面的内容要以前面的内容为基础,因此,在学习过程中要及时掌握所学的概念、原理和方法,且学习时注意结构力学与其他课程的联系。

(2)与工程实际联系密切。即如何将工程实际问题上升到理论高度进行研究,在理论分析时又如何与实际工程相结合。

(3)概念和公式多。基本概念对于理解内容、分析问题及正确运用基本公式,以至于对今后从事工作时如何分析实际问题,都是很重要的。切不可只满足于背条文、代公式、不求甚解,而应在完成任务的过程中掌握概念与公式应用。学习时要注意分析方法与解题思路,多做练习。

4. 结构力学的学习目标

学习目标具体化,可以有效防止目标模糊、过程茫然,避免出现时光转瞬即逝却无所得的情况。结构力学的学习目标如下:

- (1)掌握系统的结构力学知识。
- (2)培养结构设计、分析、计算能力,能熟练地分析计算土木工程结构的力学性能。
- (3)培养学生的分析和解决工程设计问题的能力以及科学作风。
- (4)为学习有关专业课程(钢筋混凝土结构、钢结构、地基基础等)及毕业后从事结构设计、施工和科研工作打好扎实的理论基础。



0.4 结构的计算简图及简化要点

在工程实际中,建筑物(构筑物)的结构、构造以及作用在其上的荷载往往是比较复杂的。结构设计时,如果完全按照结构的实际情况进行力学分析和计算,会使问题非常复杂,甚至无法求解。因此,在对实际结构进行力学分析和计算时,有必要采用简化的图形来代替实际的工程结构,如图 0.4 所示的悬挑梁及其计算简图。这种简化了的图形,称为结构的计算简图。

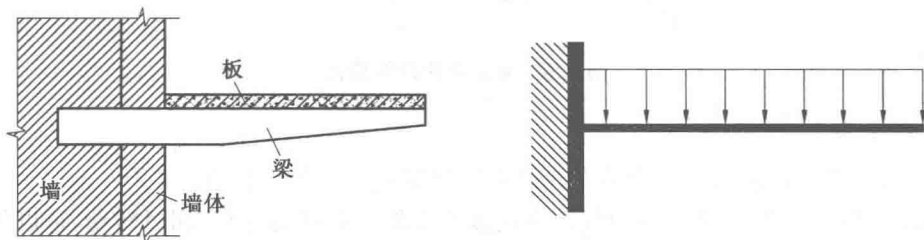


图 0.4 悬挑梁及其计算简图

在结构力学中,我们以计算简图作为力学计算的主要对象。因此在结构设计中,如果计算简图选取不合理,就会使结构的设计不合理,造成差错,严重的甚至造成工程事故。所以,合理选取结构的计算简图时,应当遵循如下两个原则:

- (1) 计算简图要能反映实际结构的主要受力和变形特点,即要使计算结果安全可靠。
- (2) 便于计算,即计算简图的简化程度要与计算手段以及对结果的要求相一致。

合理的计算简图的建立需要具备较深厚的力学知识和清晰的概念,并能与工程实践相结合,最后还能经受实践的检验。选取计算简图时,需要进行多方面的简化。

1. 结构体系的简化

一般结构实际上都是空间结构,各部分相互连接成为一个空间整体,以承受各个方向可能出现的荷载。但在多数情况下,常可以忽略一些次要的空间约束而将实际结构分解为平面结构,使计算得以简化。本课程主要讨论平面结构的计算问题。如图 0.5 所示为结构体系的简化过程。

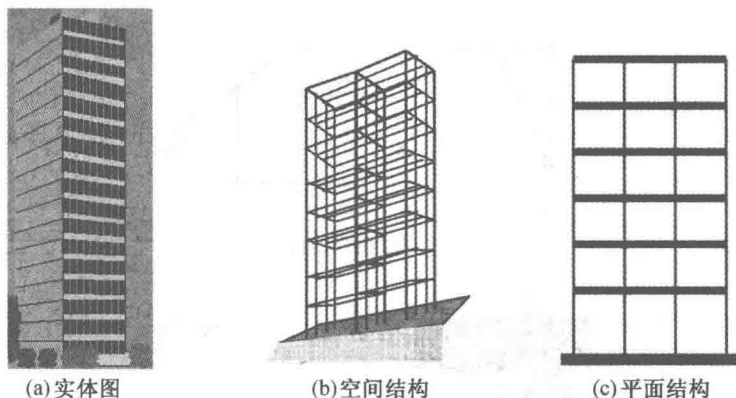


图 0.5 结构体系的简化过程

2. 杆件的简化

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、轴力、剪力)来确定。因此,在计算简图中,杆件用其轴线表示,杆件之间的连接区用结点表示,杆长用结点间的距离表示,而荷载的作用点也转移到轴线上。而对于构件或杆件,是用其纵向轴线(画成粗实线)来表示。简支梁的杆件简化如图 0.6 所示。