

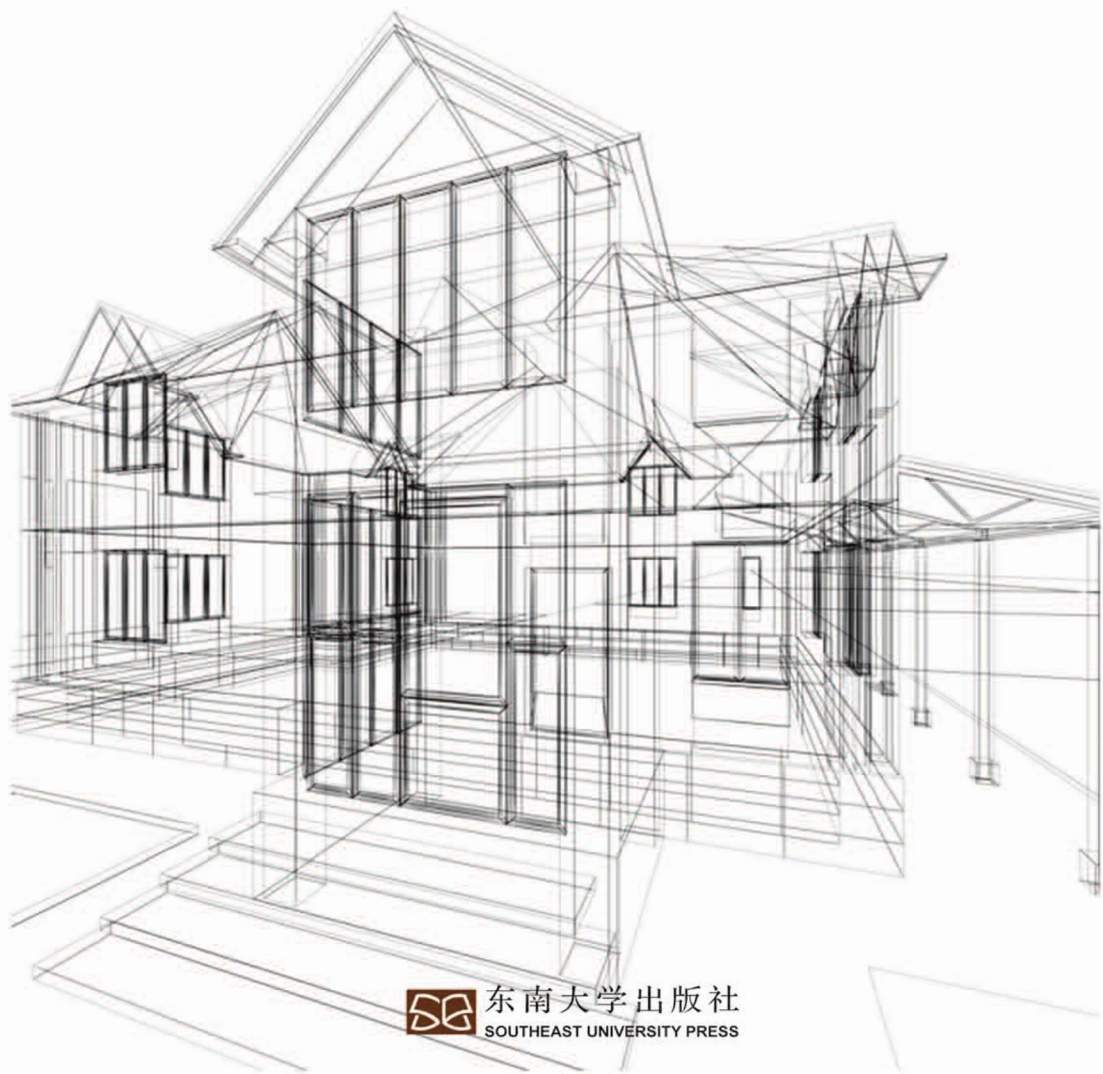


高职高专土建类“十三五”规划教材

# 建筑力学

J I A N Z H U L I X U E

金舜卿 贺萍 詹凤程 © 主编



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高职高专土建类“十三五”规划教材

# 建筑力学

主 编	金舜卿	贺 萍	詹凤程
主 审	徐向东		
副主编	王利艳	张 伟	李奇伟
	任燕娟	董会丽	
参 编	王智玉	时 雨	齐 静
	李蔚英	刘偶俞	

东南大学出版社

·南京·

## 内容简介

本书是根据教育部《高职高专教育近土建类专业力学课程教学基本要求》，参照国家现行有关规范，结合高等职业教育的特点编写的。本书编写以应用为目的，以必需、够用为度，主要内容包括 15 个项目：走进建筑力学、打开建筑力学的大门、杆件内部效应研究之基础、轴向拉(压)杆的承载能力计算(包括压杆的稳定性)、平面弯曲梁的内力计算、平面弯曲梁的承载能力计算、应力状态分析与强度理论、杆件组合变形时的强度计算、平面杆件体系的几何组成分析、平面静定结构的内力计算、平面静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线及其应用等。

本书不涉及高深的数学知识，通俗易懂，每个项目中都配有本项目导语、任务引入、任务分析、案例分析、知识链接、特别提示、思考与讨论、项目小结、项目考核等栏目，采用项目驱动法，调动读者的学习积极性，开阔读者的视野，帮助读者巩固所学知识并掌握其在工程实际中的相关应用。

本书除作为高等职业技术学院土建类专业教材外，也可作为中职学校、成人教育等泛土建类及相关专业的力学课程教材，还可以供相关行业的工程技术人员培训使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑力学 / 金舜卿, 贺萍, 詹凤程主编. — 南京 :  
东南大学出版社, 2016. 8  
ISBN 978-7-5641-6711-0

I. ①建… II. ①金… ②贺… ③詹… III. ①建筑科  
学—力学—高等职业教育—教材 IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 207244 号

## 建筑力学

---

出版发行：东南大学出版社  
社 址：南京市四牌楼 2 号 邮编：210096  
出 版 人：江建中  
责任编辑：史建农 戴坚敏  
网 址：<http://www.seupress.com>  
电子邮箱：[press@seupress.com](mailto:press@seupress.com)  
经 销：全国各地新华书店  
印 刷：虎彩印艺股份有限公司  
开 本：787mm×1092mm 1/16  
印 张：30  
字 数：768 千字  
版 次：2016 年 8 月第 1 版  
印 次：2016 年 8 月第 1 次印刷  
书 号：ISBN 978-7-5641-6711-0  
印 数：1—1000 册  
定 价：68.00 元

---

本社图书若有印装质量问题，请直接与营销部联系。电话：025-83791830

# 前 言

为了贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神,为了适应高等职业教育对土建类专业的教学和人才培养要求,东南大学出版社组织编写、出版了本套教材,以使培养的学生能更好地适应社会及经济发展的需要。

本书是依据教育部《高职高专教育近土建类专业力学课程教学基本要求》,根据高职高专教育培养高技术应用型人才的要求,结合土建学科高等职业教育建筑工程技术专业培养目标和学生的实际情况,本着以“必需、够用”为度,以应用为目的,参照国家现行有关规范编写而成。在本书编写过程中力求体现高等职业教育教学改革的特点,突出针对性、实用性,重视由浅入深和理论联系实际,做到了图文配合紧密、通俗易懂。本书既可作为高职院校土建类专业的教材,也可作为成人教育相关专业的力学教材,还可以供相关行业的工程技术人员培训使用。

《建筑力学》是土建类相关专业一门重要的专业技术基础课程。本书根据职业教育改革和发展的需要,结合高职教育的教学特色,注重教材的实用性,突出工程应用能力的培养;遵循“以能力为本位、以学生为中心、以学习需求为基础”的原则,以实用为准,本着必需、够用为度,力求能够给学生提供一本较系统、完整、实用的教科书,本书精选了《理论力学》的静力学以及《材料力学》《结构力学》中的重要内容,并对之进行了有机整合,尽量做到条理清晰、叙述简练、循序渐进、由浅入深、通俗易懂、利于教学、便于自学。在教材栏目设计上,采用了项目导语、任务引入、任务分析、案例分析、知识链接、特别提示、思考与讨论、项目小结、项目考核等形式,力争做到教学目标与教学重点突出,知识和能力并重。

本书由河南建筑职业技术学院金舜卿和贺萍、江西工业工程职业技术学院詹凤程担任主编;河南建筑职业技术学院王利艳、任燕娟、董会丽,永城职业学院张伟,江西环境工程职业学院李奇伟担任副主编;河南建筑职业技术学院王智玉、齐静,河南工业技师学院时雨,郑州大学李蔚英,江西环境工程职业学院刘偶俞参与了编写。全书最后由金舜卿统稿,河南建筑职业技术学院徐向东主审。

在编写本书的过程中,参编人员参阅了许多文献(主要清单详见书后参考文

献),也得到了许多领导和老师的支持及帮助,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编者

2016年5月

# 目 录

绪论	1
----	---

## 模块一 建筑力学入基

### ——建筑力学基础知识

项目一 走进建筑力学	13
任务 1 认知静力学基本概念	14
课后思考与讨论	18
任务 2 静力学基础运算	18
课后思考与讨论	27
任务 3 静力学基本原理	28
课后思考与讨论	32
任务 4 常见的平面约束类型	32
课后思考与讨论	38
任务 5 结构的计算简图	38
课后思考与讨论	45
任务 6 受力分析与受力图	46
课后思考与讨论	51
项目考核	52
项目二 打开建筑力学的大门	55
任务 1 平面力偶系的合成与平衡	56
课后思考与讨论	58
任务 2 平面汇交力系的合成与平衡	59
课后思考与讨论	62
任务 3 平面平行力系的合成与平衡	63
课后思考与讨论	66
任务 4 平面一般力系的合成与平衡	67
课后思考与讨论	72
任务 5 物体系统的平衡问题	72
课后思考与讨论	74
项目考核	75

## 模块二 建筑力学之坚

## ——确定杆件的承载能力

项目一 杆件内部效应研究之基础 .....	81
任务1 认知杆件变形的形式 .....	82
课后思考与讨论 .....	86
任务2 认知内力及构件的承载能力 .....	86
课后思考与讨论 .....	93
任务3 平面图形的几何性质 .....	93
课后思考与讨论 .....	104
项目考核 .....	105
项目二 轴向拉(压)杆的承载能力计算 .....	108
任务1 轴向拉压杆的内力 .....	110
课后思考与讨论 .....	114
任务2 轴向拉压杆的应力 .....	114
课后思考与讨论 .....	120
任务3 轴向拉压杆的变形 .....	120
课后思考与讨论 .....	124
任务4 材料在轴向拉压时的力学性质 .....	124
课后思考与讨论 .....	130
任务5 轴向拉压杆的强度计算 .....	130
课后思考与讨论 .....	134
任务6 压杆的稳定性 .....	134
课后思考与讨论 .....	142
项目考核 .....	142
项目三 平面弯曲梁的内力计算 .....	146
任务1 平面弯曲梁的内力 .....	147
课后思考与讨论 .....	157
任务2 平面弯曲梁的内力图 .....	157
课后思考与讨论 .....	172
项目考核 .....	173
项目四 平面弯曲梁的承载能力计算 .....	175
任务1 平面弯曲梁横截面上的应力 .....	176
课后思考与讨论 .....	185
任务2 平面弯曲梁的强度条件及其应用 .....	185
课后思考与讨论 .....	195
任务3 平面弯曲梁的变形及刚度计算 .....	195



课后思考与讨论·····	201
项目考核·····	202
<b>项目五 应力状态分析与强度理论</b> ·····	<b>206</b>
任务1 应力状态概述·····	207
课后思考与讨论·····	210
任务2 平面应力状态分析·····	210
课后思考与讨论·····	217
任务3 广义胡克定律·····	217
课后思考与讨论·····	219
任务4 梁的主应力迹线·····	219
课后思考与讨论·····	222
任务5 常用强度理论简介·····	222
课后思考与讨论·····	226
项目考核·····	227
<b>项目六 组合变形时杆件的强度计算</b> ·····	<b>229</b>
任务1 组合变形概述·····	230
课后思考与讨论·····	232
任务2 斜弯曲变形的强度计算·····	232
课后思考与讨论·····	236
任务3 拉弯(或压弯)组合变形的强度计算·····	236
课后思考与讨论·····	238
任务4 偏心压缩(或拉伸)变形的强度计算·····	238
课后思考与讨论·····	242
项目考核·····	243

### 模块三 建筑力学之广

#### ——平面杆件结构的分析与计算

<b>项目一 平面杆件体系的几何组成分析</b> ·····	<b>247</b>
任务1 几何组成分析中的几个重要概念·····	248
课后思考与讨论·····	254
任务2 几何组成分析的依据及其应用·····	254
课后思考与讨论·····	261
任务3 结构的几何组成特征与静定性的关系·····	261
课后思考与讨论·····	263
项目考核·····	263
<b>项目二 平面静定结构的内力计算</b> ·····	<b>266</b>
任务1 多跨静定梁·····	267



课后思考与讨论	271
任务2 平面静定刚架	272
课后思考与讨论	279
任务3 平面静定桁架	280
课后思考与讨论	294
任务4 三铰拱	294
课后思考与讨论	304
任务5 平面静定组合结构	305
课后思考与讨论	307
项目考核	307
<b>项目三 平面静定结构的位移计算</b>	<b>310</b>
任务1 结构位移计算基础知识	311
课后思考与讨论	321
任务2 荷载作用下的位移计算	321
课后思考与讨论	329
任务3 图乘法	329
课后思考与讨论	343
任务4 其他因素作用下平面静定结构的位移计算	343
课后思考与讨论	349
任务5 弹性结构的互等定理	350
课后思考与讨论	353
项目考核	354
<b>项目四 力法</b>	<b>356</b>
任务1 认识超静定结构	357
课后思考与讨论	363
任务2 用力法计算荷载作用下的超静定结构	363
课后思考与讨论	375
任务3 支座移动时超静定结构的计算	375
课后思考与讨论	377
任务4 超静定结构的位移计算和最后内力图的校核	377
课后思考与讨论	381
项目考核	383
<b>项目五 位移法</b>	<b>386</b>
任务1 位移法的基本知识概述	387
课后思考与讨论	399
任务2 位移法的应用	399
课后思考与讨论	406



项目考核·····	406
<b>项目六 力矩分配法</b> ·····	<b>411</b>
任务1 力矩分配法的基本知识·····	412
课后思考与讨论·····	420
任务2 多结点的力矩分配法·····	420
课后思考与讨论·····	426
项目考核·····	427
<b>项目七 影响线及其应用</b> ·····	<b>430</b>
任务1 影响线的概念及其绘制方法·····	431
课后思考与讨论·····	439
任务2 影响线的应用·····	439
课后思考与讨论·····	444
项目考核·····	444
<b>附录一 材料力学实验</b> ·····	<b>447</b>
实验一 金属拉伸实验·····	449
实验二 金属压缩实验·····	452
实验三 梁的弯曲正应力实验·····	454
<b>附录二 热轧型钢规格一览表(GB/T 706—2008)</b> ·····	<b>457</b>

## 一、力学的起源及力学学科简介

### (一) 力学的起源及经典力学发展简史

#### 1. 力学的起源

人类早期的生产实践活动是力学最初的起源。

力学知识最早起源于人们对自然现象的观察和在生产劳动中的经验。人们在建筑、灌溉等劳动中使用杠杆、斜面、汲水器具等,逐渐积累起对物体在力作用下运动、平衡情况的认识。

人们对日、月运行的观察和弓箭、车轮等的使用过程中了解了一些简单的运动规律,从而扩展了人们对力、对运动的认知,但是对力和运动之间的关系,只是在欧洲文艺复兴之后才逐渐有了正确的认识。

在 16 世纪到 17 世纪,力学开始逐步发展成为一门独立的、系统的学科。

#### 2. 经典力学发展简史

古希腊的阿基米德对杠杆平衡、物体重心位置、物体在水中受到的浮力等做了系统的研究,认知了它们的基本规律,初步奠定了静力学的理论基础即平衡理论的基础。

伽利略通过对抛体和落体的研究,在实验研究和理论分析的基础上,最早阐明自由落体运动的规律,提出加速度的概念,提出惯性定律并用以解释地面上的物体和天体的运动。17 世纪末牛顿继承和发展了前人的研究成果(特别是开普勒的行星运动三定律),提出了物体运动三定律,使经典力学形成系统的理论。根据牛顿三定律和万有引力定律成功地解释了地球上的落体运动规律和行星的运动轨道。伽利略、牛顿等科学家奠定了动力学的基础。牛顿运动三定律的建立标志着力学开始成为一门科学。

1687 年,牛顿发表了《自然哲学的数学原理》,1900 年普朗克的量子力学与随后 1905 年爱因斯坦的狭义相对论的提出,引起了整个自然科学的两次革命。对力学的发展来说,这两件事是具有里程碑意义的重要历史事件。整个力学的发展历史以这两个重要历史事件为分界线大致分为三个阶段。

第一阶段:在 1687 年之前,力学的发展是以积累资料为主要特征,而且最主要的资料是天文观测资料,另外还有静力学知识的积累与完善。这个阶段对力学做出突出贡献的是阿基米德。

第二阶段:在 1687 年之后到 1900 年之前,力学的发展是经典力学从基本要领、基本定律到建成理论体系的阶段。这个阶段有包括伽利略、牛顿等一大批科学家为经典力学的确立打

下了坚实的基础。

第三阶段:在1900年之后,也就是牛顿之后,经典力学又有了新的发展,这一阶段主要是后人对经典力学的表述形式和应用对象进行了拓展和完善。在这一阶段为力学学科发展做出突出贡献的科学家很多,主要有达朗贝尔、拉格朗日、欧拉等等。

## 知识窗

牛顿(1643—1727)是一位英国物理学家、数学家、天文学家、自然哲学家和炼金术士,百科全书式的“全才”,著有《自然哲学的数学原理》《光学》《二项式定理》和《微积分》等。他在1687年发表的论文《自然哲学的数学原理》里,对万有引力和三大运动定律进行了描述。这些描述奠定了此后三个世纪里物理世界的科学观点,并成为现代工程学的基础。他通过论证开普勒行星运动定律与他的引力理论间的一致性,展示了地面物体与天体的运动都遵循着相同的自然定律;为太阳中心说提供了强有力的理论支持,并推动了科学革命。在力学上,牛顿阐明了动量和角动量守恒的原理,提出牛顿运动定律。在光学上,他发明了反射望远镜,并基于对三棱镜将白光发散成可见光谱的观察,发展出了颜色理论。他还系统地表述了冷却定律,并研究了音速。在数学上,牛顿与戈特弗里德·威廉·莱布尼茨分享了发展出微积分学的荣誉。他也证明了广义二项式定理,提出了“牛顿法”以趋近函数的零点,并为幂级数的研究做出了贡献。在经济学上,牛顿提出金本位制度。

## (二) 力学学科简介

### 1. 力学简介

力学是研究物质机械运动规律的科学。力学是一门独立的基础学科,是有关力、运动和介质(固体、液体、气体和等离子体),宏、细、微观力学性质的学科,研究以机械运动为主,及其同物理、化学、生物运动耦合的现象。力学是一门基础学科,同时又是一门技术学科。它研究能量和力以及它们与固体、液体及气体的平衡、变形或运动的关系。

自然界物质有多种层次,从宇观的宇宙体系,宏观的天体和常规物体,细观的颗粒、纤维、晶体,微观的分子、原子、基本粒子。通常理解的力学以研究天然的或人工的宏观对象为主。但由于学科的互相渗透,有时也涉及宇观或细观甚至微观各层次中的对象以及有关规律。力学又称经典力学,是研究通常尺寸的物体在受力下的形变,以及速度远低于光速的运动过程的一门自然科学。机械运动是物质运动的最基本的形式,机械运动亦即力学运动。力学运动,是物质在时间、空间中的位置变化,包括移动、转动、流动、变形、振动、波动、扩散等;而平衡(静止或匀速直线运动),则是其中的特殊情况。物质运动的其他形式还有热运动、电磁运动、原子及其内部的运动和化学运动等。力是物质间的一种相互作用,机械运动状态的变化是由这种相互作用引起的。静止和运动状态不变,则意味着各作用力在某种意义上的平衡,因此,力学可以说是力和(机械)运动的科学。通常理解的力学,是指一切研究对象的受力和受力效应的规律及其应用的学科的总称。

## 知识窗

物理学与力学:物理学的建立是从力学开始的,当物理学摆脱了这种机械(力学)的自然观

而获得健康发展时,力学则在工程技术的推动下开始按照自身逻辑进一步演化,最终,力学和物理学各自发展成为自然学科中两个相互独立的、自成体系的学科分类,在力学和物理学之间不存在隶属关系。

## 2. 力学的学科基础

理论力学是力学的学科基础,理论力学是研究物体的机械运动规律及其应用的科学,它分为静力学、运动学和动力学三部分,其中静力学主要研究力的平衡或物体的静止问题,即研究物体在平衡状态下的受力规律;运动学则研究物体机械运动的描述,如速度、切向加速度、法向加速度等等,但不涉及物体的受力,也就是说运动学只考虑物体怎样运动,不讨论它与所受力的关系;动力学研究的是质点或质点系受力和运动状态的变化之间的关系,也就是说动力学讨论物体运动和所受力之间的关系。

## 3. 力学学科的分支情况

力学通常按照研究对象的不同进行区分,可以分为固体力学、流体力学和一般力学三个分支。根据研究对象具体的形态、研究方法、研究目的的不同,固体力学可以分为理论力学、材料力学、结构力学、弹性力学、板壳力学、塑性力学、断裂力学、机械振动、声学、计算力学、有限元分析等等;流体力学包含流体静力学、流体动力学等等。

根据针对对象所建立的模型不同,力学也可以分为质点力学、刚体力学和连续介质力学。连续介质通常分为固体和流体,固体包括弹性体和塑性体,而流体则包括液体和气体。固体力学和流体力学在力学中各自自成一体后,余下的部分组成一般力学。一般力学通常是指以质点、质点系、刚体、刚体系为研究对象的力学,有时还把抽象的动力学系统作为研究对象。

力学也可以按照研究时所采用的主要手段区分为三个方面:理论分析、实验研究和数值计算。对于一个具体的力学课题或研究项目,往往需要理论、实验和计算这三方面的相互配合。

## 4. 力学的成就及其发展前景

力学是物理学、天文学和许多工程学的基础,机械、建筑、航天器和舰船等的合理设计都必须以经典力学为基本依据。在力学理论的指导或支持下取得的工程技术成就不胜枚举,最突出的有:以人类登月、建立空间站、航天飞机等为代表的航天技术;以速度超过5倍声速的军用飞机、起飞重量超过300t、尺寸达大半个足球场的民航机为代表的航空技术;以单机功率达百万千瓦的汽轮机组为代表的机械工业,可以在大风浪下安全作业的单台价值超过10亿美元的海上采油平台;以排水量达 $5 \times 10^5$ t的超大型运输船和航速可达30多节、深潜达几百米的潜艇为代表的船舶工业;可以安全运行的原子能反应堆;在地震多发区建造高层建筑;正在陆上运输中起着越来越重要作用的高速列车,等等,甚至如两弹引爆的核心技术,也都是典型的力学问题。力学发展到今天已经构建成了宏伟的大厦,能够解决我们生存空间内的许多问题,但也有解释和解决不了的问题,需要继续探索,为其添砖加瓦,使其更完善。

20世纪以来,力学学科有了很大的发展,创立了一系列重要的新概念、新理论和新方法。力学与其他学科的交叉和融合日益突出,形成了许多力学交叉学科:力学与物理学的交叉形成了物理力学,与生命科学的交叉形成了生物力学,与环境科学和地学的交叉形成了环境力学,

以及爆炸力学、等离子体力学等都形成了力学的新的学科生长点,不断地丰富着力学的研究内容和方法,并使力学学科始终保持着旺盛的生命力。同时,人类社会和经济发展的更高需求将不断促进力学与其他学科的交叉,促进力学交叉学科发展到一个崭新的阶段。

### 知识窗

**高层建筑:**建筑高度大于 27 m 的住宅和建筑高度大于 24 m 的非单层厂房、仓库和其他民用建筑。在美国,24.6 m 或 7 层以上视为高层建筑;在日本,31 m 或 8 层及以上视为高层建筑;在英国,把等于或大于 24.3 m 的建筑视为高层建筑。中国《高规》(JGJ 3—2010)1.0.2 条规定 10 层及 10 层以上或房屋高度大于 28 m 的住宅建筑以及房屋高度大于 24 m 的其他高层民用建筑混凝土结构为高层建筑。公元前 280 年,古埃及人建造了高 100 多米的亚历山大港灯塔,523 年在中国河南登封县建成高 40 m 的嵩岳寺塔;现代高层建筑兴起于美国,1883 年在芝加哥建起第一幢高 11 层的保险公司大楼,1931 年在纽约建成高 102 层的帝国大厦。第二次世界大战以后,出现了世界范围的高层建筑繁荣时期,1970—1974 年建成的美国芝加哥西尔斯大厦,约 443 m 高,如图 0-1 所示。



(a) 亚历山大港灯塔



(b) 嵩岳寺塔



(c) 帝国大厦



(d) 西尔斯大厦

图 0-1 高层建筑

## 二、建筑力学课程简介

《建筑力学》是土木建筑类专业学生必修的技术基础课。本课程的学习目标是:通过学习本课程,使学生具有对一般结构进行受力分析的能力;具有对建筑工程中常用的简单结构进行内力分析计算并绘制内力图的能力;具有简单力学实验的操作能力;具有对构件进行承载能力

的初步设计计算能力。

### (一) 建筑力学的研究对象

建筑力学的研究对象是各种各样的建筑物,多层房屋建筑物的组成情况如图 0-2 所示。

在建筑物中用于承受荷载、传递荷载并起骨架作用的物体或物体系统称为建筑结构,简称结构。组成结构的单个物体称为构件,根据构件的几何尺寸特征通常将结构分为杆系结构、薄壁结构和实体结构三种类型。一个方向的几何尺寸远大于另外两个方向的尺寸的构件称为杆件,由杆件组成的结构称为杆系结构,如梁、柱、屋架等都属于杆系结构;一个方向的几何尺寸远小于另外两个方向的尺寸的构件称为薄壁(又称为板或壳),由薄壁组成的结构称为薄壁结构,如屋面、墙面等都属于薄壁结构;三个方向的几何尺寸为同一个量级的构件称为块,由块组成的结构称为实体结构,如块式基础、挡土墙、堤坝等都属于实体结构。

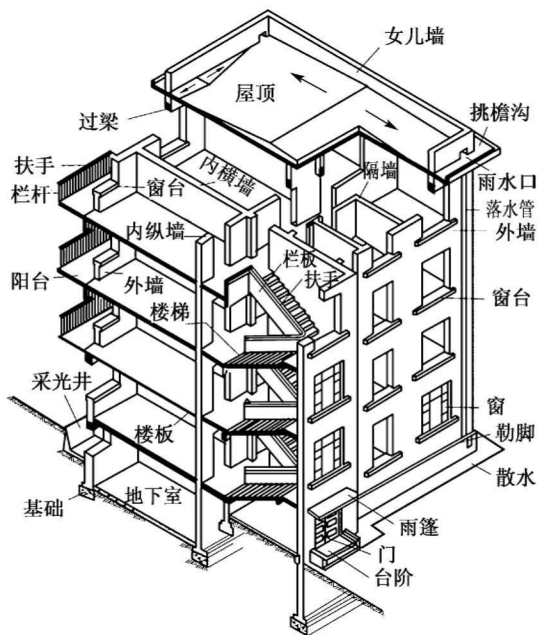


图 0-2 多层房屋建筑物的组成情况

建筑力学的主要研究对象就是建筑物中的杆件或杆件结构。

### (二) 建筑力学的主要内容及研究任务

#### 1. 建筑力学的主要内容

建筑力学是一门按行业命名的力学学科,它是建筑行业所用力学知识的汇总,内容主要涉及理论力学的静力学、材料力学、结构力学。其中静力学主要研究单个物体及物体系统的平衡规律;材料力学主要研究单个杆件的内力计算及构件的承载能力计算;结构力学主要研究平面杆系结构的内力和位移计算。

#### 2. 建筑力学的研究任务

从远古时代起,人类就开始有房屋、桥梁的建筑。例如,早在 3 500 年以前,我国就已经采用柱、梁、檩、椽的木结构,建造不承重的房屋。再如由隋朝工匠李春主持建造的赵州桥,跨长 37 m,是由石块砌成的拱结构,拱半径 25 m,主拱的左、右两侧各有两个小拱,既利用了石料耐压的特性,又减轻了重量,还能增大泄洪能力。如今,新型建筑物更是随处可见。这些建筑物是人类工作学习、居住娱乐等生活所必需的。总之,凡是有人类活动的地方就有建筑物存在。

任何建筑物在施工过程中和建成后的使用过程中,都要受到各种各样的力的作用。例如,梁在施工中除了承受自身的重力外,还要承受施工人员以及施工机具的重力;墙在使用过程中不仅要承受楼板传来的压力,还要承受风荷载的作用。我们要建造一个建筑物最关心的问题

无外乎是两个方面的。一个方面是安全要求:结构或构件在荷载作用下,不能破坏,也不能发生过大的变形。结构或构件达到这种要求的能力称为结构或构件的承载能力;具有承载能力的结构及构件才能使用。另一个方面是从经济方面提出的要求:结构或构件应该材料用量最小,价格低廉,并以最合理的办法制造出来。

显然,结构和杆件的安全性和经济性是矛盾的,前者要求用好的材料、大的截面尺寸,后者要求用低廉材料、最经济的截面尺寸。如何才能使两者两全其美的统一起来呢?这就需要依靠科学理论及实验来提供材料的受力性能、确定构件受力的计算方法,并掌握材料性质和截面尺寸对受力的影响,使设计出的结构和构件既安全可靠又经济合理。

研究上述问题的理论基础便是建筑力学。所以建筑力学的研究任务是对各种建筑物中的建筑结构或构件进行受力分析,计算其内力和位移,探讨其强度、刚度、稳定性问题,为保证结构或构件的安全可靠及经济合理提供力学计算理论和方法,合理解决安全与经济这一矛盾。

### (三) 建筑力学的研究方法及其研究模型简介

#### 1. 建筑力学的研究方法

力学研究工作方式是多样的:有些只是纯数学的推理,甚至着眼于理论体系在逻辑上的完善化;有些着重于数值方法和近似计算;有些着重于实验技术等等。而更大量的则是着重在运用现有力学知识,解决工程技术中或探索自然界奥秘中提出的具体问题。应用研究更需要对应用对象的工艺过程、材料性质、技术关键等有清楚的了解。在建筑力学研究中既有细致的、独立的分工,又有综合的、全面的协作。

建筑力学的研究方法遵循认识论的基本法则:实践——理论——实践。理论是对自然界、人类社会的系统化的见解和主张。理论来源于实践,实践出真知,实践是真知的唯一源泉,没有“实践”这个源泉,就没有创造的基础和动力。在平时的生活、工作等实践活动中,我们一定要善于观察,勤于思考,坚持走“从实践到理论,再用理论指导实践”这个正确的科学研究之路。

#### 2. 建筑力学的研究模型

自然界与各种工程实际中涉及的物体(构件或结构)有时是很复杂的,如果完全按照物体的实际情况来进行分析和计算,一方面使所研究的问题变得非常复杂,同时也不可能真正做到;另一方面从工程上的精度要求来看,也不必要。力学家们根据对自然现象的观察,特别是定量观测的结果,根据生产过程中积累的经验和数据,或者根据为特定目的而设计的科学实验的结果,提炼出量与量之间的定性的或数量的关系。为了使这种关系反映事物的本质,力学家要善于抓住起主要作用的因素,摒弃或暂时摒弃一些次要因素。力学中把这种过程称为建立模型。

在建筑力学中的力学模型有很多,主要分为四大类:①关于力的模型;②关于研究对象的模型;③关于约束的模型;④关于结构计算的模型。

##### (1) 关于力的力学模型

力是物体与物体之间相互的机械作用,力是看不见摸不着的,为了便于进行力学研究,力学家就建立了力的模型。

力的模型是对力的合理抽象与简化。力的作用位置指的是物体上承受力的部位,作用位





置一般是一块面积或体积,称为分布力。有些分布力分布的范围很小,可以近似看作是一个点时,这样的力称为集中力。

在建筑力学中,我们研究平面力系问题时,建立的力学模型有三种,分别是集中力、线分布力、力偶,它们的力学模型如图 0-3 所示。

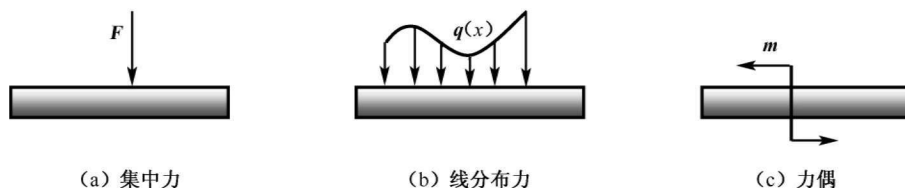


图 0-3 力的力学模型

### (2) 关于研究对象的力学模型

在建筑力学中,一般将所研究的物体抽象为两种计算模型:刚体模型和理想变形固体模型。

所谓刚体,就是指在任何外力作用下,大小和形状始终保持不变的物体,即物体内任意两点的距离都不会改变的物体。事实上,刚体在自然界中并不存在,它只是力学研究中的一个理想化的力学模型。实际物体在力的作用下,都会产生程度不同的变形。工程中所用的固体材料,如钢、铸铁、木材、混凝土等,它们在外力作用下会或多或少地产生变形,有些变形可直接观察到,有些变形可通过仪器测出。在外力作用下,会产生变形的固体材料称为变形固体。

由于变形固体多种多样,其组成和性质很复杂,因此对于用变形固体材料做成的构件进行强度、刚度和稳定性计算时,为了使问题得到简化,常略去一些次要的性质,而保留其主要的性质,把研究对象抽象化地看作为理想的变形固体模型。关于理想的变形固体模型,力学中是通过对变形固体的基本假设来实现的。

如果只研究物体的外效应,只着重研究物体的平衡问题时,那么物体的变形可以不用考虑或者暂时不用考虑,此时的物体就可以看作是刚体。而研究力对物体的内效应,则是关注物体的内力和变形,并由此进一步研究结构的强度、刚度、稳定性等问题,此时就不能再把物体看作是刚体,而应该把物体看成为变形固体。

### (3) 关于约束的力学模型

在空间的位移不受任何限制的物体称为自由体,在空间的位移受到周围物体限制而不能做任意运动、只能做特定运动的物体称为非自由体,对非自由体的某些位移或运动起限制作用的周围物体称为约束,实际上约束就是物体之间的接触或连接。

日常生活和工程实际中的约束是多种多样、千变万化的,为了便于进行力学研究,力学工作者对约束的构造、约束的性质及功能进行研究,从而将物体之间的接触与连接方式抽象简化为标准的约束模型。本书模块一的项目一中给出了平面问题中常用的几种约束的力学模型。

### (4) 关于结构计算的力学模型

实际结构的组成、受力和变形情况往往很复杂,影响力学分析计算的因素也很多,在进行结构的设计计算时,若完全按照结构的实际情况进行分析计算,会使问题变得极其复杂,甚至是不可能的,也是不必要的。因此,在对实际工程结构进行力学计算之前,必须先对实际结构及其受力情况进行分析,按照保留主要因素,略去次要因素,使其既能反映实际结构主要的受力和变形特征,又便于计算的原则,对其加以简化。用这个经过简化得到的结构模型来代替实