

全国应用型高等院校

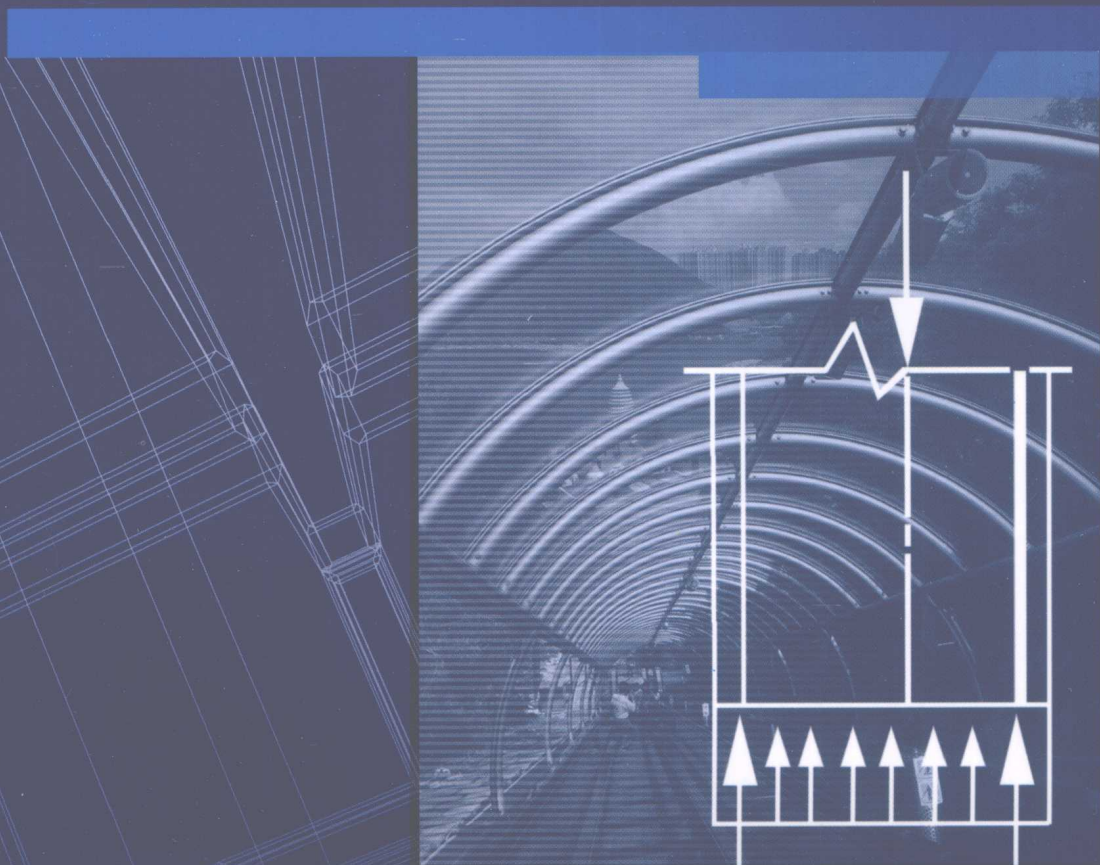
土建类“十一五”规划教材

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

建筑力学

主 编 郭维俊 王皖临

副主编 刘玉芸 盛培基 马守才



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国力学学会 中国工程力学学会 中国理论力学学会 中国实验力学学会 中国计算力学学会 中国工程力学学会 中国理论力学学会 中国实验力学学会 中国计算力学学会

建筑力学

主编：陈永贵、王德胜
副主编：王德胜、王德胜、王德胜



中国力学学会 中国工程力学学会 中国理论力学学会 中国实验力学学会 中国计算力学学会

建筑力学

主 编 郭维俊 王皖临
副主编 刘玉芸 盛培基 马守才



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材属《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》，是依据我国现行的规程规范，结合院校学生实际能力和就业特点，并根据教学大纲及培养技术应用型人才的总目标来编写的。本教材充分总结教学与实践经验，对基本理论的讲授以应用为目的，教学内容以必需、够用为度，突出实训、实例教学，紧跟时代和行业发展步伐，力求体现高职高专、应用型本科教育注重职业能力培养的特点。

全书分三部分，共14章。第一部分静力学：静力学基础，平面力系，空间力系。第二部分材料力学：材料力学基础，内力与内力图，应力与应变，强度计算，刚度计算，压杆稳定。第三部分结构力学：建筑工程结构的组成规律，静定结构的内力分析，静定结构位移的计算，超静定结构的内力分析，影响线。各章除基本内容外，还编入了思考题、习题。书末附有平面图形的几何性质、型钢表和习题答案。

本教材图文并茂、深入浅出、简繁得当，可用作高职高专院校、应用型本科院校土建类建筑工程、工程造价、建设监理等专业的教材，还可供工程技术人员参考借鉴。也可作为成人、函授、网络教育和自学考试的学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学 / 郭维俊, 王皖临主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2008

全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5084-5519-8

I. 建… II. ①郭…②王… III. 建筑力学—高等学校—教材 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 115837 号

书 名	全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材 建筑力学
作 者	主 编 郭维俊 王皖临 副主编 刘玉芸 盛培基 马守才
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 20.25印张 480千字
版 次	2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	33.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编写委员会

主任委员：郭维俊 王皖临 李洪军

副主任委员：王丽玫 王明道 郭大州 薛新强 张新华 杜俊芳

委员：（按拼音先后排序）

安 昶	白香鸽	曹雪梅	常积玉	陈志华	邓智勇
丁纯刚	丁小艳	范建洲	樊松丽	归晓慧	韩 庆
贺 云	侯 捷	计荣利	江传君	李广辉	李松岭
李艳华	李险峰	李学田	李 泽	刘 琦	刘 勇
刘永坤	刘玉芸	刘 云	雒六元	罗秋滚	马光鸿
马守才	慕雪华	彭 颖	皮凤梅	钱 军	覃爱萍
盛培基	汪 辉	王丽英	王 玲	汪 洋	王一举
魏大平	吴春光	邬琦姝	姚艳红	杨锦辉	杨文选
杨晓军	杨晓宁	杨志刚	许崇华	徐凤纯	张国玉
张国珍	张海燕	张 军	张明朗	张彦鸽	张志鹏
赵冬梅	赵书远	赵珍玲	周 巍	庄 森	邹露萍

本 册 主 编：郭维俊 王皖临

本册副主编：刘玉芸 盛培基 马守才

本 册 参 编：张明朗 于红杰 艾合买提江 邢红梅

序

随着我国建设行业的快速发展，建筑行业对专业人才的需求也呈现出多层面的变化，从而对院校人才培养提出了更细致、更实效的要求。我国因此大力发展职业技术教育，大量培养高素质的技能型、应用型人才，教育部也就此提出了实施要求和教改方案。快速发展起来的高等职业教育和应用型本科教育是直接为地方或行业经济发展服务的，是我国高等教育的重要组成部分，应该以就业为导向，培养目标应突出职业性、行业性的特点，从而为社会输送生产、建设、管理、服务第一线需要的专门人才。

在上述背景下，作为院校三大基本建设之一的高等职业及应用型本科教育的教材改革和建设必须予以足够的重视。目前，技术型、应用型教育的办学主体多种多样，各种办学主体对培养目标也各有理解，使用的教材也复杂多样，但总体来讲，相关教材建设还处于探索阶段。

有鉴于此，中国水利水电出版社于2007年组织了全国几十所院校共同研讨土建类高职高专、应用型本科教学的现状、特点和发展，启动了《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的编写和出版工作。

本套教材从培养技术应用型人才的总目标出发予以编写，具有以下特点：

(1) 教材结合当前院校生源和就业特点、以培养“有大学文化水平的能工巧匠”为教学目标来编写。

(2) 教材编写者均经过院校推荐、编委会资格审定筛选而来，均为院校一线骨干教师，具有丰富的教学 and 实践经验。

(3) 教材结合新知识、新技术、新工艺、新材料、新法规、新案例，对基本理论的讲授以应用为目的，教学内容以“必需、够用”为度；在教材的编写中加强实践性教学环节，融入足够的实训内容，保证对学生实践能力的培养。

(4) 教材编写力求周期短、更新快，并建立新法规、新案例等新内容的网上及时更新地址，从而紧跟时代和行业发展步伐，体现高等技术应用性人才的培养要求。

本套教材图文并茂、深入浅出、简繁得当，可作为高职高专院校、应用型本科院校土建类建筑工程、工程造价、建设监理等专业教材使用，其中小部分教材根据其内容特点明确了适用的细分专业；该套教材亦可为工程技术人员的

参考借鉴，也可作为成人、函授、网络教育、自学考试等参考用书使用。

《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的出版是对高职高专、应用型本科教材建设的一次有益探索，限于编者的水平和经验，书中难免有不妥之处，恳请广大读者和同行专家批评指正。

编委会

2008年5月

前 言

建筑力学是土建类专业的一门重要的技术基础课程。本书根据教育部高职高专教育土建类专业力学课程的教学基本要求,以技术应用能力为主线,结合多年的教学经验,借鉴现行教材的先进成果,精心选择教学内容,并在编写体系上进行了一系列的探索,力求理论联系实际,内容简明扼要,突出针对性、实用性,同时,兼顾了学生的可持续发展能力。

本书内容分三部分。第一部分静力学,包括:静力学基础,平面力系,空间力系。第二部分材料力学,包括:材料力学基础,内力与内力图,应力与应变,强度计算,刚度计算,压杆稳定。第三部分结构力学,包括:建筑工程结构的组成规律,静定结构的内力分析,静定结构的位移计算,超静定结构的内力分析,影响线。此外,为便于学习,书中有三部分附录:平面图形的几何性质,型钢表,习题参考答案。

参加本书编写的有:淮北职业技术学院王皖临(第1章、第2章),淮北职业技术学院盛培基(第3章),漯河职业技术学院于红杰(第4章、第5章),新疆农业职业学院刘玉芸(第7章),新疆农业职业学院邢红梅(第6章、第10章),新疆农业职业学院艾合买提江(第8章、第9章),兰州工业高等专科学校郭维俊(绪论,附录I),兰州工业高等专科学校马守才(第13章、第14章、附录II、附录III),兰州工业高等专科学校张明朗(第11章、第12章)。全书由郭维俊统稿。

鉴于编者水平所限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者和同行专家批评指正。

编者

2008年5月

目 录

序

前言

绪 论	1
0.1 建筑力学的研究对象	1
0.2 建筑力学的主要任务	2
0.3 建筑力学的基本内容	3
0.4 建筑结构荷载的分类	4
第1章 静力学基础	5
1.1 静力学基本概念	5
1.2 静力学公理	6
1.3 约束与约束反力	9
1.4 物体的受力分析	12
复习思考题	16
习题	17
第2章 平面力系	20
2.1 平面汇交力系的合成与平衡	20
2.2 力对点之矩与平面力偶理论	27
2.3 平面任意力系的合成与平衡	32
复习思考题	41
习题	42
第3章 空间力系	46
3.1 力在空间直角坐标轴上的投影	46
3.2 力对轴之矩	47
3.3 空间力系的平衡方程	48
3.4 空间约束的基本类型	49
复习思考题	52
习题	52
第4章 材料力学基础	54
4.1 变形固体及其基本假设	54
4.2 杆件变形的基本形式	55

复习思考题	57
第 5 章 内力与内力图	58
5.1 基本概念	58
5.2 轴向拉压杆的内力与内力图	59
5.3 扭转杆件的内力与内力图	61
5.4 平面弯曲梁的内力与内力图	64
复习思考题	80
习题	80
第 6 章 应力与应变	84
6.1 基本概念	84
6.2 轴向拉压杆横截面上的应力	86
6.3 扭转圆轴横截面上的应力	87
6.4 平面弯曲梁横截面上的应力	91
6.5 平面应力状态分析	99
复习思考题	103
习题	103
第 7 章 强度计算	108
7.1 工程材料的力学性质	108
7.2 轴向拉压杆的强度条件及其应用	111
7.3 扭转圆轴的强度条件及其应用	113
7.4 连接件的强度计算	114
7.5 平面弯曲梁的强度条件及其应用	116
7.6 强度理论简介	118
7.7 组合变形杆件的强度计算	119
7.8 提高杆件强度的途径	122
复习思考题	124
习题	125
第 8 章 刚度计算	128
8.1 轴向拉压杆的刚度计算	128
8.2 扭转圆轴的刚度计算	130
8.3 平面弯曲梁变形的计算	132
8.4 梁的刚度条件和提高梁弯曲刚度的措施	139
复习思考题	141
习题	141
第 9 章 压杆稳定	144
9.1 压杆稳定性的概念	144

9.2	压杆的临界压力和临界应力	145
9.3	压杆稳定性的校核	150
9.4	提高压杆稳定性的措施	154
	复习思考题	155
	习题	156
第 10 章	建筑工程结构的组成规律	161
10.1	建筑工程结构的概念	161
10.2	建筑工程结构的计算简图	162
10.3	平面杆件体系的几何组成分析	164
	复习思考题	170
	习题	170
第 11 章	静定结构的内力分析	172
11.1	静定梁的内力分析	172
11.2	静定平面刚架的内力分析	174
11.3	静定平面桁架的内力分析	177
11.4	三铰拱的内力分析	182
11.5	静定组合结构的内力分析	185
11.6	静定结构的静力特性	186
	复习思考题	187
	习题	188
第 12 章	静定结构位移的计算	191
12.1	结构的位移与位移计算的目的	191
12.2	变形体的虚功原理	192
12.3	结构位移计算的一般公式	196
12.4	荷载作用下结构位移的计算	198
12.5	计算梁和刚架位移的图乘法	202
12.6	线性变形体的三个互等定理	207
	复习思考题	209
	习题	209
第 13 章	超静定结构的内力分析	212
13.1	超静定结构及其超静定次数	212
13.2	超静定结构的力法计算	216
13.3	超静定结构的位移法计算	235
13.4	超静定结构的力矩分配法计算	250
13.5	超静定结构的特性	254
	复习思考题	255

习题.....	255
第 14 章 影响线	263
14.1 移动荷载及其影响线的概念.....	263
14.2 静力法作影响线.....	265
14.3 机动法作影响线.....	270
14.4 影响线的应用.....	272
复习思考题.....	278
习题.....	278
附录 I 平面图形的几何性质	280
附录 II 型钢表	290
附录 III 习题参考答案	305
参考文献	314

绪 论

建筑力学是研究建筑物结构设计中有关力学分析与计算问题的一门重要的技术基础课程。任何建筑物必须符合使用的需要，同时也要满足安全与经济这两个要求。因此，在对建筑物进行结构设计时，必须把力学的分析与计算放在十分重要的地位。

0.1 建筑力学的研究对象

力学是研究物体机械运动规律的学科。机械运动是指物体在空间的位置随时间的变化，包括移动、转动、流动、变形、振动、波动、扩散等。机械运动是物质运动的最基本的形式。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。

建筑力学主要研究建筑物或构筑物中的结构或构件。建筑物或构筑物中能够承受并传递各种外部作用的骨架称为结构，组成结构的基本部件统称为构件。任何一幢建筑物都是由许许多多的构件组合而成的。例如，一幢普通的民用楼房，通常是由板、梁、墙、柱、基础等组成的，板、梁、墙、柱、基础就是构件。建筑物在使用中会受到各种力的作用，如风力、积雪、人群、设备的重量以及各部分构件自身的重量等。这些直接作用在建筑物上的力，在工程上称为荷载。

当要进行一个建筑物结构设计时，一般的做法是：首先对建筑物进行整体结构布置，然后把建筑结构分解成一些基本构件，再逐个对这些构件进行设计。设计时，要考虑各构件在整体结构中的地位以及它们之间的联系。这样，就把一个庞大而复杂的建筑物的结构设计，转化为一些相对小的、比较简单的构件设计，然后再通过构造处理将各个构件联系起来，就构成了建筑物结构的整体。但必须指出，随着设计方案和计算方法的不同，可以是一些单个构件，也可以是由一些构件组成的构件系统。

在工程实际中，构件的形式虽然是多种多样的，但它们都分别具有某些共同的特点。为便于研究，可以根据某些主要的共同点对构件进行抽象、概括和分类。例如，根据它们的几何特征，可以将各种各样的构件归纳为如下四类：

1. 杆件

杆件是指纵向尺寸（长度）比横向尺寸（厚度、宽度）大得多的构件，即 $l \gg h$, $l \gg b$ 。如图 0-1 所示。

杆件有两个主要的几何因素：轴线和横截面。轴线是杆件各个横截面形心的连线。垂直于杆件轴线的截面称为横截面。根据轴线和横截面的特征，杆件又可分为等截面杆（横截面大小不改变）[图 0-1 (a)] 和变截面杆（沿轴线横截面大小发生改变）[图 0-1 (b)]。平行于杆件轴线的截面，称为纵截面；既不平行也不垂直于杆件轴线的截面，称为

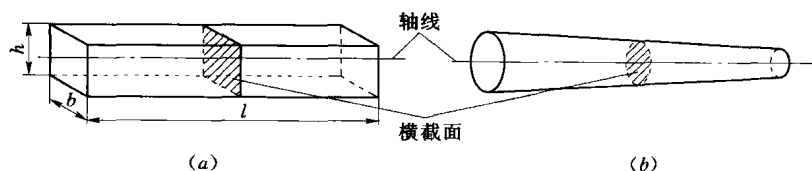


图 0-1

斜截面 (图 0-2)。工程上常见的很多构件都可以简化为杆, 如梁、柱、传动轴等, 而且大多为等截面直杆。等截面杆的几何形状可以用轴线和垂直于轴线的任一图形 (即横截面) 来表示。

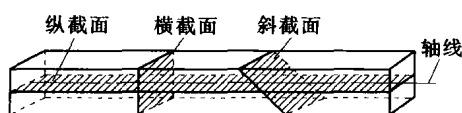


图 0-2

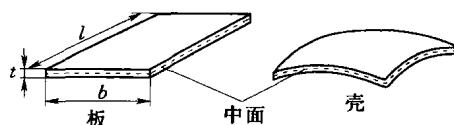


图 0-3

2. 板和壳

板和壳是宽而薄的构件, 即 $l \gg t$, $b \gg t$ 。板件的形状可用它在厚度中间的一个面 (称为中面) 和垂直于该面的厚度来表示。中面是平面的称为板, 中面是曲面的称为壳, 如图 0-3 所示。这类构件在建筑物水平方向的承重构件里用得较多, 如房屋的楼板、建筑物的屋顶等。

3. 块体

块体是指长、宽、高三个尺度大体相近, 内部大多为实体的构件。例如房屋的柱基础、大坝坝体等, 如图 0-4 所示。

任何建筑物或构筑物中的构件, 都可以归结为杆件、板和壳、块体这三类构件。在这三类构件中, 杆件结构是建筑工程中应用最广的一种结构, 因此, 杆件和杆件结构是建筑力学的主要研究对象。

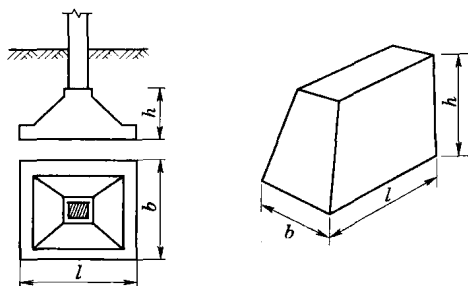


图 0-4

0.2 建筑力学的主要任务

在工程实际中, 由于荷载的作用, 构件和结构的形状和尺寸都会发生改变。构件和结构的形状、尺寸的改变称为变形。当荷载达到某一数值时, 构件和结构会因变形过大而不能正常工作, 甚至因为超载而破坏倒塌。因此, 要确保构件和结构正常工作, 必须满足以下三项基本条件。

(1) 应具有足够的强度。例如, 当吊车起吊重物时, 吊车梁可能被弯曲断裂。因此, 在设计任何构件时都要首先保证它在荷载作用下不会发生破坏。可见, 所谓强度, 是指构

件和结构抵抗破坏的能力。

(2) 应具有足够的刚度。在荷载作用下, 构件虽然有足够的强度不致发生破坏, 但如果产生的变形过大, 也会影响它的正常使用。例如, 吊车梁的变形如果超过一定的限度, 吊车就不能在它上面正常地行驶。因此, 设计时还要保证构件的变形数值不超过它正常工作所容许的范围。因而, 所谓刚度, 是指构件和结构抵抗变形的能力。

(3) 应具有足够的稳定性。例如, 比较细长的中心受压杆件, 或受压的薄壁结构, 当压力超过某一数值时, 它们会突然地改变原来的形状 (中心受压杆由直变弯), 改变它原来受压的工作性质, 发生屈曲破坏, 这种现象称为失稳。因此, 设计时还必须保证构件不会丧失稳定。所谓稳定性, 是指构件保持其原有平衡形态的能力。

建筑力学就是研究各种类型构件和构件系统的强度、刚度和稳定性问题的科学。构件的强度、刚度、稳定性统称为构件的承载能力, 其大小与构件的材料性质、几何形状和尺寸、受力性质、工作条件以及构造情况等有关。换句话说, 构件的承载能力包括强度、刚度、稳定性三个方面。在结构设计中, 如果构件的截面尺寸过小, 或截面形状不合理、或材料选用不当, 在外力作用下将不能满足上述要求, 则结构将不安全。反之, 如果构件尺寸过大, 材料质量太高, 虽满足了上述要求, 但构件的承载能力难以充分发挥。这样, 既浪费了材料, 又增加了成本和重量。因此, 建筑力学的任务就是在满足强度、刚度和稳定性的要求下, 以最经济的代价, 为构件确定合理的形状和尺寸, 选择适宜的材料, 为构件和结构设计提供必要的理论基础和计算方法。

还应当指出: 在具体的结构设计计算中, 强度、刚度和稳定性三方面的问题, 并不都是同等重要的, 通常只有其中一个方面起着主要的控制作用, 而其他两个方面的问题则是处于次要的地位。一般说来, 强度要求是基本的, 只是在某些情况下, 才对构件提出刚度要求。至于稳定性问题, 只有在一定受力情况下的某些构件才会出现。

此外, 对于有特殊要求的构件, 还要满足其他有关方面的要求。对于建筑工程中经常遇到的钢筋混凝土构件, 不能容许混凝土出现裂缝, 或不能容许其裂缝的宽度超过某一范围等。

0.3 建筑力学的基本内容

建筑力学这个名词涵义较广, 涉及的内容很多, 通常包括理论力学、材料力学、结构力学、弹性力学、塑性力学等学科。理论力学包括静力学、运动学和动力学三部分, 静力学主要研究物体在力系作用下的平衡问题; 运动学从几何的观点研究物体运动的规律, 如质点的运动轨迹、速度、加速度等; 动力学主要研究物体的运动与物体所受作用力之间的关系。材料力学主要研究杆件的强度、刚度、稳定性。结构力学主要研究杆件系统的强度、刚度、稳定性。弹性力学主要研究板、壳和块体的强度、刚度、稳定性。塑性力学主要研究物体处于全部或局部塑性状态时的强度、刚度、稳定性。

考虑到高职高专土木工程类专业的实际情况, 本书主要涉及静力学、材料力学、结构力学三部分内容。

(1) 静力学。主要研究结构中各构件与构件之间作用力的问题。建筑物都是相对于

地面处于静止平衡状态。因此，构件上所受到的各种力都要符合使物体保持平衡状态的条件。这部分内容以研究各力之间的平衡关系为主题，并将它应用到结构的受力分析中去。

(2) 材料力学。主要研究单个构件受力后发生变形时的承载能力问题。这是在知道了各力之间的平衡关系后，进一步对构件在荷载作用下的变形大小以及会不会破坏的问题作深入讨论，为设计既安全又经济的结构、构件选择适当的材料、截面形状和尺寸，并掌握构件承载能力的计算方法。

(3) 结构力学。以构件系统为研究对象，研究其组成规律、合理形式以及结构在外力作用下内力和变形的计算，为结构设计提供分析方法和计算公式。

在本书的三部分内容中，第一部分是建筑力学基本知识，第二、第三部分则是各种构件及结构设计的理论基础。值得指出的是，实际结构往往是很复杂的。在结构设计中，想完全严格地按照结构的实际情况进行力学分析是很难做到的，也是不必要的。因此，对实际结构进行力学分析时必须作一些必要的简化，表现其主要特点，略去一些次要因素，采用一个简化了的图形来代替实际结构，这种图形称为结构的计算简图。这个问题将在以后有关章节中通过实例来具体阐述。

0.4 建筑结构荷载的分类

作用在建筑结构上的荷载可分为以下几种不同的类型。

(1) 分布荷载和集中荷载。分布作用在体积、面积和线段上的荷载分别称为体荷载、面荷载和线荷载，并统称为分布荷载。重力属于体荷载，风、雪的压力等属于面荷载。本教材中局限于研究由杆件组成的结构，可将杆件所受的分布荷载视为作用在杆件的轴线上。这样，杆件所受的分布荷载均为线荷载。如果荷载作用的范围与构件的尺寸相比十分微小，这时可认为荷载集中作用于一点，并称为集中荷载。当以刚体为研究对象时，作用在构件上的分布荷载可用其合力（集中荷载）来代替，例如，分布的重力荷载可用作用在重心上的集中合力代替。当以变形固体为研究对象时，作用在构件上的分布荷载则不能用其集中合力来代替。

(2) 恒荷载和活荷载。永久作用在结构上的荷载称为恒荷载，结构的自重就是恒荷载。暂时作用在结构上的荷载称为活荷载。风、雪荷载等属于活荷载。

(3) 静荷载和动荷载。由零逐渐增加到最后值的荷载称为静荷载。静荷载作用的基本特点是：荷载施加过程中，结构上各点产生的加速度不明显；荷载达到最后值以后，结构处于静止平衡状态。大小、方向随时间而改变的荷载称为动荷载。机器设备的运动部分所产生的扰力荷载属于动荷载；地震时由于地面运动在结构上产生的惯性力也属于动荷载。动荷载作用的基本特点是：由于荷载的作用，结构上各点产生明显的加速度，结构的内力和变形都随时间而发生变化。

本书主要讨论结构在静力荷载作用下的计算问题。应该指出，结构除承受荷载外，还可能受到其他外在因素的作用，如温度改变、支座位移、材料收缩等，这些因素对结构的影响将在有关章节中讨论。

第1章 静力学基础

本章要点

本章主要讲述静力学基本概念、静力学公理和物体的受力分析。通过学习，熟悉力、力偶、刚体、平衡等静力学基本概念和静力学公理；熟悉工程中常见的约束类型及其性质，掌握物体的受力分析方法，能熟练地画出构件和工程结构的受力图。

1.1 静力学基本概念

静力学是研究物体平衡的一般规律的科学。世间万物都处于运动之中，物体在空间的位置随时间的变化，称为机械运动。平衡是指物体相对于地面静止或作匀速直线运动，平衡是物体机械运动的一种特殊形式。静力学就是研究物体处于静止状态时力的平衡规律。

静力学理论是从生产实践中总结出来的，是对工程结构构件进行受力分析和计算的基础，在工程技术领域有着广泛的应用。静力学主要研究三个问题：物体的受力分析、力系的等效替换与简化、力系的平衡条件及其应用。

1.1.1 刚体的概念

刚体是指在力的作用下不变形的物体，是一种理想化的力学模型。实际上任何物体在外力作用下都会发生或大或小的变形。但是，在研究某些问题时，当物体的变形很小，如果把它忽略不计，并不会对研究问题的性质带来本质的影响，却使问题大大简化。因此，刚体的概念在静力计算中被广泛使用。

1.1.2 力的概念

力是物体之间相互的机械作用。力对物体的作用效应包括两个方面：一是使物体的运动状态发生改变，称为力的运动效应或外效应；二是使物体的形状发生改变，称为力的变形效应或内效应。静力学中把物体看成刚体，因而只研究力的运动效应。

力对物体的作用效应取决于力的三要素，即力的大小、方向和作用点。

力可以用矢量表示，一般规定用黑体字母 F 表示，如图 1-1 (a) 所示。在国际单位制中，力的单位为牛顿 (N) 或千牛顿 (kN)。

作用在一点上的力，称为集中力。分布在线上、面上、体积上的力，分别称线分布力、面分布力、体分布力。分布力的大小常用力的集度 $q(x)$ 表示。例如，地面上砂石堆对地面的压力是作用于地表面的分布力，其大小用面积集度表示，如图 1-1 (b) 所示，单位为 N/m^2 或 kN/m^2 。