

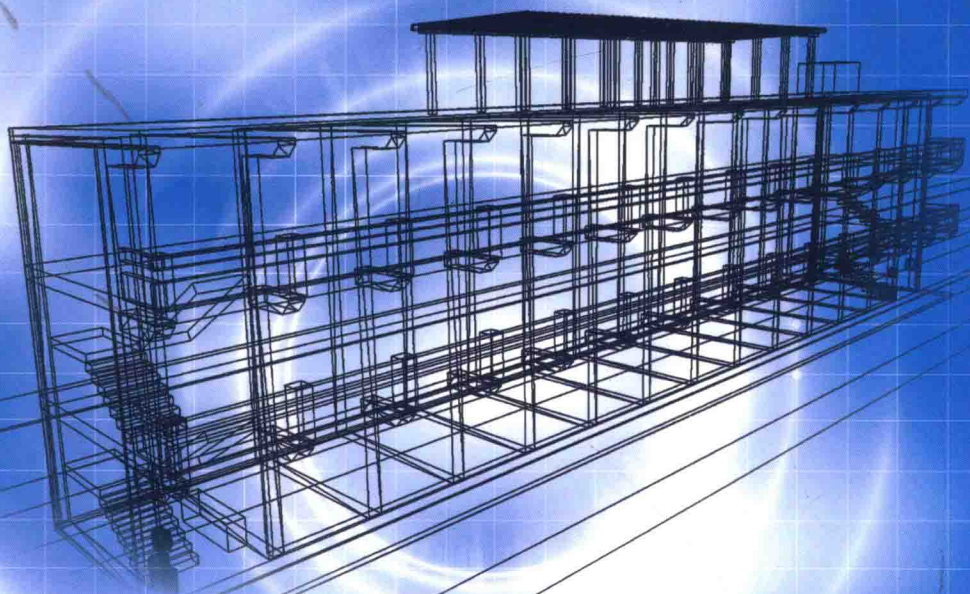
高职高专教育“十二五”土建类系列规划教材

JIANZHU LIXUE

建筑力学

陈德先 主编

唐峻峰 苏登信 主审



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

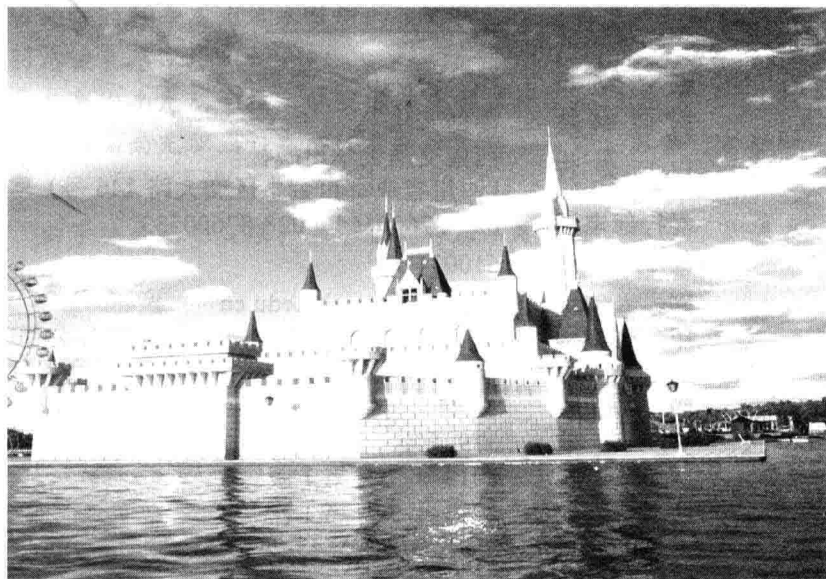
高职高专教育“十二五”土建类系列规划教材

JIANZHU LIXUE

建筑力学

陈德先 主编

唐峻峰 苏登信 主审



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书依据高等职业技术教育土建类专业力学课程的基本要求,充分吸收高职教育力学课程改革的成果,着力体现“职业性”与“高等性”的高职教育特色,对传统静力学、材料力学和结构力学的内容进行了精选,力求做到内容简明扼要,通俗易懂。

全书分为基础部分与专题部分,共十五章。基础部分包括:绪论,静力学基础,平面汇交力系,力对点的矩与平面力偶系,平面任意力系,材料力学的基本概念,轴向拉伸和压缩,剪切与扭转,平面图形的几何性质,弯曲内力,弯曲应力与强度计算,弯曲变形与刚度计算;专题部分包括:梁的应力状态与强度理论简介,组合变形简介,压杆稳定简介,工程中常见结构简介。每章后有工程链接、小结、思考题、习题与名人名言。

本书可作为高职高专院校及成人高校土建类专业中等学时(112学时)的建筑力学教材,基础部分内容可作为少学时(64学时)的建筑力学教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学 / 陈德先主编. —成都:西南交通大学出版社, 2013.7
高职高专教育“十二五”土建类系列规划教材
ISBN 978-7-5643-2413-1

I. ①建… II. ①陈… 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(2013)第141250号

高职高专教育“十二五”土建类系列规划教材

建筑力学

陈德先 主编

责任编辑	杨 勇
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路146号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	15.25
字 数	379千字
版 次	2013年7月第1版
印 次	2013年7月第1次
书 号	ISBN 978-7-5643-2413-1
定 价	32.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

前言

本书是根据高等职业技术教育土建类专业力学课程的基本要求,以目前二专学生的文化基础为背景及建筑力学理论教学课时缩减的现状编写而成。

本书的编写以应用为目的,以必须、够用、实用为原则,突出针对性和应用性。编写时,精选教材内容,注重定性分析,理论公式推导从简或省略;编写时,力求语言精练,概念清楚,难点突破,重点突出;精选例题、思考题与习题,体现少而精的原则。同时加强理论与实践的结合,更益于学生理解和掌握。书中带★号部分为编者的教研成果,可作为选学内容。各章除了小结、思考题和习题外,另有工程链接与名人名言的内容,其目的分别是使学生了解力学的工程应用与激励学生勤奋学习。为了便于学生查阅,各章习题参考答案附在该题后面。

本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可与编者联系(咨询邮箱:chendexian10@126.com)。

本教材在编写过程中,参考了相关的资料文献,在此对各位资料文献的作者及为这本教材的编写、出版提供支持和帮助的所有同志诚表感谢。

本书由南充职业技术学院陈德先副教授主编。

本书由南充职业技术学院唐峻峰高级工程师、苏登信工程师主审。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

目 录

绪 论	1
-----------	---

基础部分

第一篇 静力学

第一章 静力学基础	5
第一节 静力学的基本概念	5
第二节 静力学基本公理	7
第三节 荷载的概念及其分类	8
第四节 约束与约束反力	10
第五节 物体的受力分析和受力图	14
小 结	16
思考题	17
习 题	17
第二章 平面汇交力系	19
第一节 平面汇交力系合成与平衡的几何法	19
第二节 平面汇交力系合成与平衡的解析法	21
小 结	25
思考题	26
习 题	26
第三章 力对点的矩与平面力偶系	29
第一节 力对点之矩	29
第二节 力偶和力偶矩	30
第三节 平面力偶系的合成与平衡	32

小 结..... 34

思考题..... 35

习 题..... 35

第四章 平面任意力系..... 37

第一节 平面任意力系向一点简化..... 37

第二节 平面任意力系的平衡方程及其应用..... 41

第三节 平面平行力系的平衡方程及其应用..... 43

第四节 物体系统的平衡..... 46

小 结..... 48

思考题..... 50

习 题..... 50

第二篇 材料力学

第五章 材料力学的基本概念..... 53

第一节 变形固体的概念及基本假设..... 53

第二节 杆件变形的基本形式..... 54

第三节 内力·截面法·应力..... 56

思考题..... 58

第六章 轴向拉伸和压缩..... 59

第一节 轴向拉伸和压缩时的内力..... 59

第二节 轴向拉伸和压缩时的应力..... 62

第三节 轴向拉（压）杆的变形·胡克定律..... 65

第四节 材料在拉伸和压缩时的力学性质..... 68

第五节 轴向拉（压）杆的强度条件及其应用..... 74

第六节 应力集中的概念..... 78

小 结..... 79

思考题..... 81

习 题..... 81

第七章 剪切与扭转..... 84

第一节 剪切与挤压的概念..... 84

第二节 剪切和挤压的实用计算..... 85

第三节 剪切胡克定律与切应力互等定理..... 87

第四节 圆轴扭转时的内力..... 88

第五节 圆轴扭转时的应力..... 92

第六节 圆轴扭转时的强度条件与计算	94
第七节 圆轴扭转时的变形和刚度计算	95
小 结	97
思考题	98
习 题	99
第八章 平面图形的几何性质	101
第一节 平面图形的形心坐标公式	101
第二节 平面图形常用的几个几何性质	103
第三节 形心主惯性轴和形心主惯性矩的概念	106
小 结	107
思考题	108
习 题	108
第九章 弯曲内力	110
第一节 平面弯曲	110
第二节 梁的弯曲内力——剪力和弯矩	112
第三节 梁的内力图——剪力图和弯矩图	116
小 结	127
思考题	128
习 题	128
第十章 弯曲应力与强度计算	130
第一节 纯弯曲时梁横截面上的正应力	130
第二节 梁的正应力强度条件	134
第三节 梁的切应力及其强度条件	138
第四节 提高梁抗弯强度的措施	143
小 结	147
思考题	148
习 题	149
第十一章 弯曲变形与刚度计算	152
第一节 梁的位移——挠度和转角	152
第二节 用叠加法求梁的位移	153
第三节 梁的刚度校核	155
第四节 简单超静定梁的解法	157
小 结	160
思考题	160
习 题	160

专题部分

第十二章 梁的应力状态与强度理论简介	162
第一节 应力状态的概念	162
第二节 平面应力状态分析	163
第三节 常用强度理论	167
小 结	169
思考题	170
习 题	170
第十三章 组合变形简介	171
第一节 组合变形的概念与实例	171
第二节 斜 弯 曲	172
第三节 拉伸（压缩）与弯曲的组合变形	175
第四节 偏心拉伸（压缩）杆件的强度条件及截面核心	176
小 结	180
思考题	180
习 题	181
第十四章 压杆稳定简介	183
第一节 压杆稳定的基本概念	183
第二节 临界力的确定	184
第三节 压杆稳定计算	187
第四节 提高压杆稳定性的措施	189
小 结	190
思考题	190
习 题	190

第三篇 结构力学

第十五章 工程中常见结构简介	193
第一节 结构计算简图	193
第二节 结构的分类	196
第三节 平面杆件体系的几何组成分析	198
第四节 静定杆件结构的特点与应用	204

第五节 几种静定结构受力性能的比较..... 210

第六节 超静定结构的特性..... 211

小 结..... 218

思考题 219

习 题..... 219

附录 型钢表..... 221

参考文献 234

绪 论

一、建筑力学的研究对象

土木工程中,由砖、石、混凝土、各种金属材料等通过建筑方式构筑而成的具有使用功能与价值的物体称为**建筑**。直接供人使用的建筑叫**建筑物**,如房屋、厂房、车站等;不直接供人使用的建筑叫**构筑物**,如桥梁、城墙、堤坝等。作用在建筑物上的力若使建筑物产生运动或产生运动趋势,在工程上被称之为**荷载**。如风力、人和设备的重力等。在各种建筑物中承受荷载且起骨架作用的部分称为**结构**,组成结构的各单独部分称为**构件**。构件按几何特征分为三类:

杆件——长度方向的尺寸远大于宽度和厚度方向的尺寸的构件[图 0-1 (a)、(b)、(f)]。

板壳——厚度远远小于另外两个方向的尺寸的构件[图 0-1 (c)、(d)]。

块体——三个方向的尺寸基本相仿的构件[图 0-1 (e)]。

不同构件由不同的力学学科研究,而建筑力学的研究对象是杆件及杆件结构。

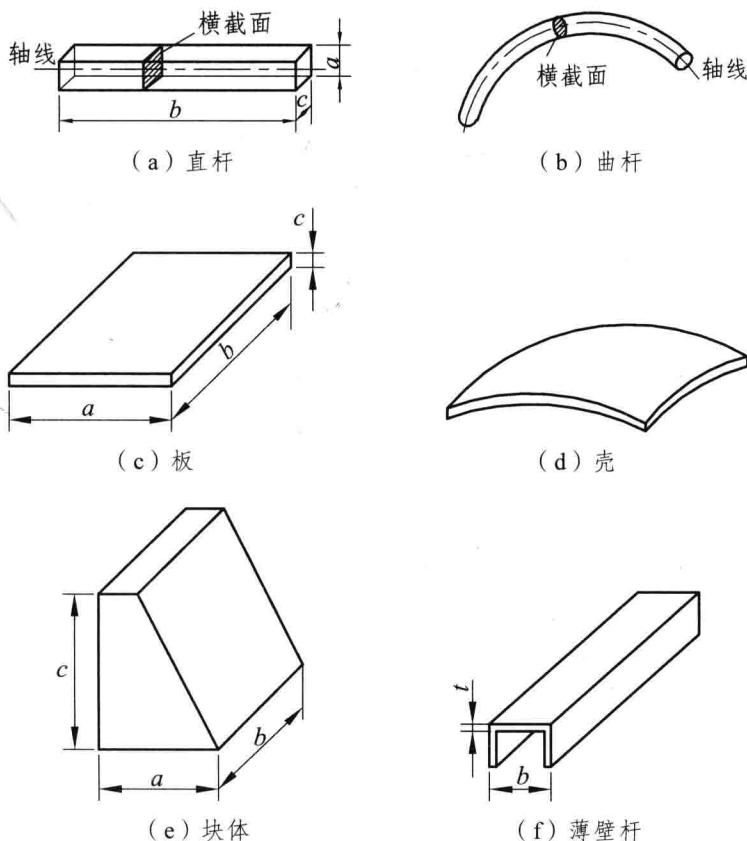


图 0-1

二、建筑力学的研究任务

建筑结构和构件须具备一定的承载能力，才能满足人们的使用要求。承载能力就是承受荷载的能力。它包括强度、刚度和稳定性三个方面。

(1) **强度**：建筑结构及其各构件抵抗破坏的能力。

(2) **刚度**：建筑结构及其各构件抵抗变形的能力。

(3) **稳定性**：建筑结构及其各构件保持原有平衡状态的能力。

建筑物正常使用最基本的要求就是安全。而一味地使用较好的材料和过大的截面势必造成不必要的浪费。是不经济的。显然，安全和经济就形成了一对矛盾。《建筑力学》的任务就是为解决这一矛盾提供必要的理论基础和计算方法。

三、建筑力学的研究内容

本教材包含静力学、材料力学与结构力学三部分内容。

一般情况下，建筑结构及其各构件相对于地球是静止不动的，工程上称为平衡状态。静力学主要研究物体在力作用下的平衡规律。静力学不考虑物体的变形，其研究对象是刚体。

任何物体在外力作用下都会产生变形，甚至会发生破坏。材料力学主要研究构件在力作用下的变形（破坏）规律，材料力学必须考虑物体的变形，其研究对象是变形体。

结构力学的研究内容、对象与材料力学基本相同，两者的主要区别是，材料力学研究单个杆件，结构力学研究杆件体系。本教材结构力学部分只对结构计算简图、静定结构与超静定结构的概念、平面杆件结构的分类、几何组成分析、特点及工程应用等作简要介绍。

四、建筑力学与职业资格证书

目前我国已经实行职业资格证书制度，要求各种从事技术复杂及涉及国家财产、人民生命安全和消费者利益工种（职业）的劳动者，必须经过培训取得相应的职业资格证书才可以上岗就业。其中很多职业资格考试内容涵盖了建筑力学知识。比如土木工程施工领域、材料质量检测领域都要求对建筑材料的力学性质有充分的了解和认识。例如，施工员、材料物理性能检验工、架子工在考试过程中力学知识是一项必不可少的专业基础知识测试。

另外，我国相关部门还规定了执业资格注册考试制度，比如注册结构工程师、注册建造师、注册监理工程师等执业资格，其考试内容也涉及很多力学知识。

工程链接——力学与工程

力学与工程是紧密相连的。工程技术的发展，不断提出新的力学问题；力学研究的发展又不断应用于工程实际并推动其进步。

力学是一门既古老又有永恒活力的学科。它对于近、现代科学技术的进步，有着重要的影响。

力学在某种程度上可以衡量一个国家的工程水平。

格言

- ▲ 建筑是技术与艺术的结合
- ▲ 建筑是力与美的结合
- ▲ 建筑是凝固的音乐
- ▲ 建筑是空间的结合

第一篇 静力学

本篇主要介绍受力物体的平衡问题，具体内容包括力的基本性质、力系的合成规律、力系作用下物体和物系的平衡条件及其平衡条件的应用。静力学部分是本课程最基本的部分，其分析方法和计算方法是学习本课程后续内容必须掌握的前提和基础。

基础部分

第一章 静力学基础

内容提要：本章主要介绍了静力学的基本概念和静力学公理，工程中常见平面约束的类型及其约束反力，荷载的概念及其分类，以及物体受力图的画法。

第一节 静力学的基本概念

一、力的概念

力是物体之间的相互机械作用，这种作用的效应会使物体的运动状态发生变化（外效应），或者使物体发生变形（内效应）。

实践证明：力对物体的作用效应取决于力的三要素。

- （1）力的大小：物体间相互作用的强弱程度。
- （2）力的方向：包含方位和指向两个含义。
- （3）力的作用点：力对物体作用的位置。

在力的三要素中，当其中任一要素发生改变时，力对物体的作用效应也随之改变。在国际单位制中，力的单位是牛顿（N）；工程中常用单位千牛顿（kN）。由力的三要素可知，力是矢量。对物体进行受力分析时可用带箭头的线段来表示力矢量（即力的图示法），线段的长度表示力的大小，线段的起点或终点表示力的作用点，箭头的方向表示力的方向，线段所在直线为力的作用线（图 1-1）。

本教材中用粗写体字母表示矢量，对应的细体字母表示该矢量的大小。

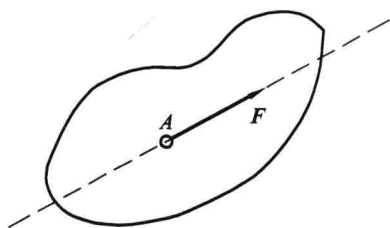


图 1-1

二、刚体的概念

在任何外力作用下，大小和形状保持不变的物体，称为**刚体**。实际上，任何物体在力的作用下，都将引起大小和形状的改变，即发生变形。但是，许多物体受力后变形都比较小，对于讨论物体的平衡问题影响很小，可以忽略不计，因而我们可将这些物体看成是不变形的刚体。

三、平衡的概念

平衡是指物体相对地面保持静止或作匀速直线运动的状态，它是机械运动的特例。物体保持平衡状态所必须满足的条件称为**平衡条件**，它是求解物体平衡问题的依据，是静力学的重点。

四、与力系有关的概念

1. 力 系

同时作用在一个物体上的若干个力，称为一个**力系**。若力系中各力作用线位于同一平面上，称为**平面力系**；若力系中各力作用线不位于同一平面上，则称为**空间力系**。本书主要研究平面力系。

2. 等效力系

若一个力系作用于物体与另一个力系作用时的作用效应相同，则称这两个力系互为**等效力系**。用一个简单力系等效地代替一个复杂力系的过程称为**力系的简化**（或称为**合成**），若一个力与一个力系等效，则将这个力称为该力系的**合力**，力系中的各力称为此合力的**分力**。

3. 平衡力系

若物体在力系作用下处于平衡状态，则这个力系称为**平衡力系**。土木工程中的物体一般都处于静止状态，所以作用在这些物体上的力系，就属于平衡力系。

第二节 静力学基本公理

静力学公理是指人们在生产和生活实践中长期积累和总结出来并通过实践反复验证的最基本力学规律，它无需证明而被人们公认。它是静力学的理论基础。

公理一：力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力，此合力的大小和方向由此二分为邻边所构成的平行四边形对角线来确定，合力的作用点仍在该点。如图 1-2 (a) 所示。也可采用三角形法则确定其合力，即二力依次首尾相接，其三角形的封闭边即为该二力的合力，如图 1-2 (b) 所示。合力常用字母 R (或 F_R) 表示。

注：公理一是力系合成与分解的基础。

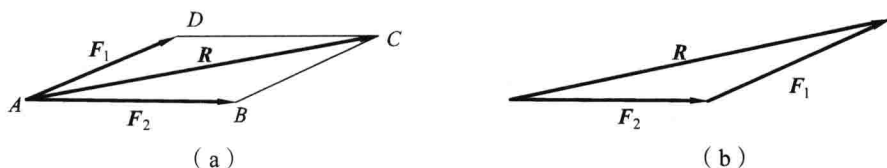


图 1-2

公理二：二力平衡公理

刚体受两个力且平衡的充要条件是：这两力必须等值、反向、共线。满足以上条件的构件 (图 1-3)，称为二力构件。若为杆件，则称为二力杆。

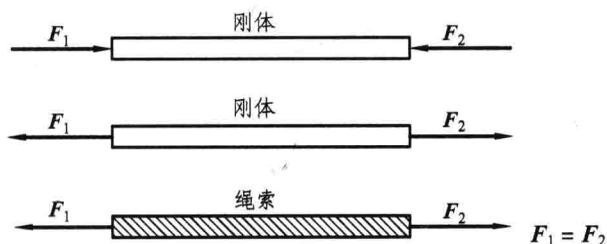


图 1-3

二力平衡公理对刚体而言，是既必要又充分的；而对于非刚体，这个条件虽然必要但不充分。例如，当柔软的绳索受到两个等值、反向、共线的拉力作用时可以平衡，但受到两个等值、反向、共线的压力作用时就不能平衡。

注：公理二表明了最简单力系的平衡条件。

公理三：加减平衡力系公理

在作用于某刚体的力系中，加入或减去一个 (或多个) 平衡力系，并不改变原力系对刚体的作用效应。也就是说，如果两个力系只相差一个或几个平衡力系，则它们对刚体的作用是相同的，可以等效代换。

注：公理三是力系等效代换和简化的主要依据。

公理四：作用与反作用公理

两物体间相互作用的力总是同时存在，且两力等值、反向、共线，分别作用于两个不同的物体上（图 1-4）。这两个力分别称为作用力与反作用力。

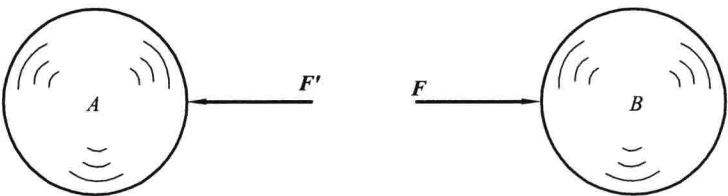


图 1-4

注：公理四是研究物体系统受力分析的基础。

公理五：刚化原理

变形体在某一力系作用下处于平衡，如将此变形体视为刚体，其平衡状态保持不变。

注：公理五建立了刚体力学与变形体力学的联系。

根据公理一、二、三可得到如下推论：

推论 1 (力的可传性原理)：作用在刚体上的力可沿其作用线移到该刚体上任一点，而不改变该力对刚体的运动效应（图 1-5）。

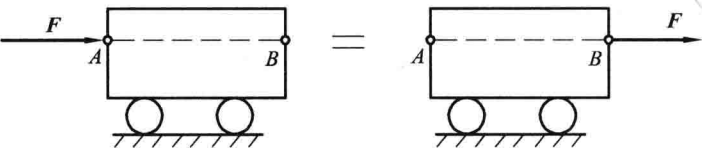


图 1-5

注：由推论 1 知，作用在刚体上的力的三要素为：大小、方向和作用线。

推论 2 (三力平衡汇交定理)：一刚体受不平行的三个力作用而平衡时，此三力的作用线必共面且汇交于一点（图 1-6）。

注：推论 2 可以用来确定某些未知力的方位。

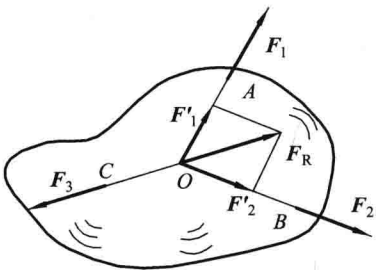


图 1-6

第三节 荷载的概念及其分类

荷载通常指作用在结构上的主动力。如结构的自重、水压力、土压力、风压力以及人