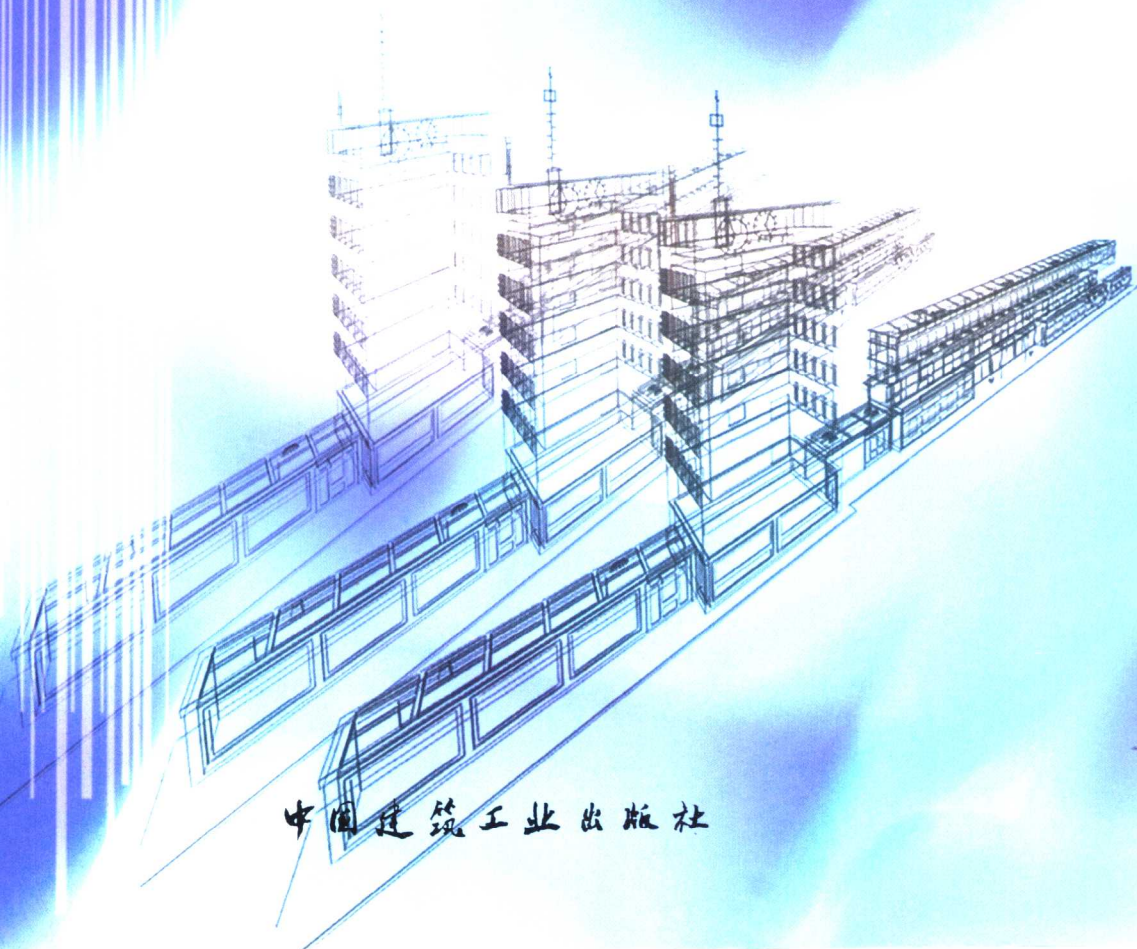


全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑力学与结构基础

(建筑经济管理专业)

■ 主编 岑欣华



中国建筑工业出版社

全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑力学与结构基础

(建筑经济管理专业)

广州市土地房产管理学校

主编 岑欣华

参编 曾学真 蔡 蕾

主审 汤 斌

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑力学与结构基础/岑欣华主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

全国建设行业中等职业教育推荐教材. 建筑经济管理专业

ISBN 7-112-06186-5

I. 建... II. 岑... III. 建筑结构—结构力学—专业学校—教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 028305 号

全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑力学与结构基础

(建筑经济管理专业)

广州市土地房产管理学校

主编 岑欣华

参编 曾学真 蔡 蕾

主审 汤 斌

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 414 千字

2004 年 7 月第一版 2004 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 24.00 元

ISBN 7-112-06186-5

TU·5453 (12199)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书根据中等职业学校建筑经济管理专业建筑力学与结构课程教学大纲及国家现行有关规范编写。全书共分为建筑力学、建筑结构与地基基础两篇，内容主要包括：静力学基本知识、平面力系、结构的计算简图及体系的几何组成分析、静定结构内力分析、杆件的强度、刚度和稳定性计算、图乘法、超静定结构内力计算、钢筋混凝土材料的主要力学性质、钢筋混凝土受弯构件、钢筋混凝土受压构件、预应力混凝土结构基本知识、钢筋混凝土楼盖的构造、楼梯的构造、砌体结构、地基与基础、钢结构与木结构。

本书适用于各类中等职业学校建筑经济管理专业的教学，可作为土建类中等职业教育非工民建专业少学时力学与结构课程的教材，也可以作为各类短期培训的教学用书。

* * *

责任编辑：吉万旺

责任设计：孙 梅

责任校对：王 莉

出 版 说 明

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神，加快实施建设行业技能型紧缺人才培养培训工程，满足全国建设类中等职业学校建筑经济管理专业的教学需要，由建设部中等职业学校建筑与房地产经济管理专业指导委员会组织编写、评审、推荐出版了“中等职业教育建筑经济管理专业”教材一套，即《建筑力学与结构基础》、《预算电算化操作》、《会计电算化操作》、《建筑施工技术》、《建筑企业会计》、《建筑装饰工程预算》、《建筑材料》、《建筑施工项目管理》、《建筑企业财务》、《水电安装工程预算》共10册。

这套教材的编写采用了国家颁发的现行法规和有关文件，内容符合《中等职业学校建筑经济管理专业教育标准》和《中等职业学校建筑经济管理专业培养方案》的要求，理论联系实际，取材适当，反映了当前建筑经济管理的先进水平。

这套教材本着深化中等职业教育教学改革的要求，注重能力的培养，具有可读性和可操作性等特点。适用于中等职业学校建筑经济管理专业的教学，也能满足自学考试、职业资格培训等各类中等职业教育与培训相应专业的使用要求。

建设部中等职业学校专业指导委员会

二〇〇四年五月

前 言

本书根据中等职业学校建筑经济管理专业建筑力学与结构课程教学大纲及国家现行有关规范编写。适用于各类中等职业学校建筑经济管理专业的教学，还可以作为土建类中等职业教育非工民建专业少学时力学与结构课程的教材，也可以作为各类短期培训的教学用书。

全书共分为建筑力学、建筑结构与地基基础两篇，内容包括静力学基本知识、平面力系、结构的计算简图及体系的几何组成分析、静定结构内力分析、杆件的承载力、刚度和稳定性计算、图乘法、超静定结构内力计算、钢筋混凝土材料的主要力学性质、钢筋混凝土受弯构件、钢筋混凝土受压构件、预应力混凝土结构基本知识、钢筋混凝土楼盖的构造、楼梯的构造、砌体结构、地基与基础、钢结构与木结构。

本书由广州市土地房产管理学校岑欣华担任主编。其中绪论、第一~七章、第十六章由岑欣华编写；第八、九、十、十三、十四章、十七章由曾学真编写；第十一、十二、十五章由蔡蕾编写。

全书由贵州省城乡建设学校汤斌主审。

本书在编写过程中力求概念清楚、通俗易懂。由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 建 筑 力 学

第一章 静力学基本知识	6
第一节 静力学基本概念	6
第二节 约束与约束反力	10
第三节 受力图	12
思考题	15
习题	15
第二章 平面力系	17
第一节 平面汇交力系	17
第二节 力矩与力偶	21
第三节 平面一般力系	26
思考题	30
习题	31
第三章 结构的计算简图及体系的几何组成分析	34
第一节 结构的计算简图	34
第二节 平面体系的几何组成分析	35
思考题	39
习题	39
第四章 静定结构内力分析	40
第一节 概述	40
第二节 轴力、剪力、弯矩和扭矩	42
第三节 内力图	53
思考题	61
习题	61
第五章 杆件的承载力、刚度和稳定性计算	65
第一节 截面的几何性质	65
第二节 应力的概念和计算	69
第三节 轴向拉压杆的变形	72
第四节 材料的一般力学性质	74
第五节 许用应力和强度条件	76
第六节 梁的刚度计算	81

第七节 压杆稳定性计算	84
思考题	87
习题	88
*第六章 图乘法	91
第一节 概述	91
第二节 加单位荷载的方法	91
第三节 图乘法公式及适用条件	92
第四节 图乘法求梁和刚架的位移	93
思考题	95
习题	96
*第七章 超静定结构内力计算	97
第一节 超静定结构概述	97
第二节 力法	98
第三节 力矩分配法	103
思考题	108
习题	108

第二篇 建筑结构与地基基础

第八章 钢筋混凝土材料的主要力学性质	112
第一节 混凝土的主要力学性质	112
第二节 钢筋的力学性质	115
思考题	117
第九章 钢筋混凝土受弯构件	119
第一节 梁、板的一般构造要求	119
第二节 受弯构件正截面破坏过程	124
第三节 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算实用步骤	126
*第四节 双筋矩形截面和 T 形截面受弯构件正截面承载力计算要点	132
第五节 受弯构件斜截面承载力计算	138
思考题	147
习题	148
第十章 钢筋混凝土受压构件	150
第一节 受压构件的分类	150
第二节 受压构件的构造	151
第三节 轴心受压构件承载力计算	153
第四节 矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	157
思考题	165
习题	165
*第十一章 预应力混凝土结构基本知识	166
第一节 预应力混凝土的概念	166

第二节	施加预应力的方法	167
第三节	预应力混凝土的材料	168
第四节	预应力损失	169
思考题		170
第十二章	钢筋混凝土楼盖的构造	171
第一节	钢筋混凝土楼盖的结构形式	171
第二节	整体式肋形楼盖的构造要求	173
第三节	装配式楼盖	180
思考题		183
第十三章	楼梯的构造	185
第一节	现浇楼梯的类型	185
第二节	现浇楼梯的构造	186
第三节	识读现浇楼梯配筋图	187
思考题		189
第十四章	砌体结构	190
第一节	砌体结构及其力学性质	190
第二节	混合结构房屋的承重体系与静力计算方案	197
第三节	墙、柱的高厚比验算	200
第四节	无筋砌体构件的承载力计算	203
第五节	圈梁、过梁、挑梁和雨篷的一般构造要求	210
思考题		212
习题		212
第十五章	地基与基础	213
第一节	概述	213
第二节	建筑场地与地基	213
第三节	基础的类型及构造要求	224
思考题		232
习题		232
*第十六章	钢结构与木结构	233
第一节	钢结构的特点、应用范围和材料	233
第二节	钢结构的连接及截面类型	237
第三节	木结构的特点、适用范围及材料要求	241
第四节	木结构的连接构造	243
思考题		244
第十七章	结构施工图实例	245
附录		259
附表 1		259
附表 2		260
附表 3		260

附表 4	261
附表 5	262
附表 6	262
参考文献	263

注：带 * 号的章节为选用模块的内容。

绪 论

一、本课程的研究对象和任务

我们的生活离不开各种各样的建筑物，比如房屋、桥梁等。房屋建筑是由梁、板、柱、墙、基础等构件组成的。这种由建筑材料按一定方式组成的，用来承受各种作用的物体或体系称为建筑结构（简称结构）。整栋房屋、整座桥梁是结构，一根梁、一根柱也是结构。结构是建筑物的骨架，它对建筑物的安全和耐久性起决定作用。

按照几何特征，结构可分为杆件结构、薄壁结构和实体结构。杆件是指其长度远大于其他两个尺度即截面的宽度和高度，如房屋建筑中的梁和柱。由杆件组成的结构便称为杆件结构或杆系结构。薄壁结构是指其厚度远小于其他两个尺度即长度和宽度的结构，如板（图1）和壳（图2）。实体结构的三个方向的尺度相近，如地基、水坝（图3）等。



图1 板



图2 壳



图3 实体结构

建筑物最重要的是安全，若房屋的结构不牢固不合理，这样建造起来的房屋就会出问题，严重的还可能发生倒塌事故，造成生命和财产的损失。但这并不是说房屋的材料一定要用最好的，梁越大、柱越粗、墙越厚就越好。因为房屋结构过于结实、过于坚固，房屋造价就会增高而造成不必要的浪费。因此，一个建筑物在建造之前，设计人员必须对其所有构件一一进行受力分析，构件所受的力、构件的尺寸、所用的材料、排列的位置都要通过结构计算来确定。这样才能做到既安全耐久，又经济合理，这也正是建筑结构所要研究的课题。这种复杂的计算工作，必须要有科学的计算理论为依据才能进行。

建筑力学就是以组成结构的构件（杆件）和构件体系（杆件结构）为研究对象，研究结构和构件的力学计算理论及方法的科学。它的主要任务是：分析研究结构和构件在各种条件下，维持平衡所需的条件、内力分布规律、变形以及构件的承载力、刚度和稳定性等问题，为结构设计提供计算理论和方法，以正确解决安全适用与经济合理之间的矛盾。因此，建筑力学是学习研究建筑结构的基础。

本课程分为建筑力学和建筑结构两大部分。第一至七章为建筑力学部分，第八至十七章为建筑结构部分。

建筑力学与建筑结构的内容十分丰富，涉及面很广。本书只讨论杆件及杆件结构的力学计算的基本理论与方法，以及钢筋混凝土结构、砌体结构基本构件的计算方法与构造要求，并对钢筋混凝土楼（屋）盖、基础及钢结构、木结构的构造作简要介绍。

二、建筑结构的类型

建筑结构常用的材料有混凝土、钢材、砖、石、木材等。按所用材料不同，建筑结构分为以下几类：

1. 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土是由钢筋和混凝土两种材料组成的，它的优点是强度高，耐久性、耐火性及抗震性能好，因此，它被广泛应用于工业和民用建筑中。但钢筋混凝土结构也有自重大、抗裂能力差，现浇费工、费模板、工期长等缺点。

2. 砌体结构

砌体是砖、石等块材用砂浆砌筑而形成的整体，以砌体作为房屋的主要承重骨架的结构形式称为砌体结构。由于砌体结构所用的砖、石等可就地取材，故其造价低，它还具有耐久性好、施工工艺简单等优点。因此，在工业与民用建筑中应用较为广泛。但砌体结构也有强度低、自重大、施工速度缓慢、抗拉性能差等缺点，一般用于墙、柱等以承受压力为主的结构构件。

3. 钢结构

钢结构是由钢材制成的结构，其优点是强度高、自重轻、材质均匀、制作简单、运输方便等。但钢结构也有一些缺点，如因钢材易生锈，需定期进行防锈和除锈，故维修费用高；另外，钢材在高温下会变软甚至熔化，遇到火灾时结构易丧失承载能力。目前，钢结构主要用于屋盖结构、大跨度结构、重工业厂房、高层建筑、高耸结构等，也常用于一些简易或临时性建筑物。

4. 木结构

木结构是指用木材作为房屋的承重骨架的结构。由于木结构可以就地取材、加工制作简单、施工方便，所以，在木材产地采用较多。但因木材产量有限，本身又有易燃、易腐、易虫蛀等缺点，且国家规定在基本建设方面要尽量少用木材，目前，在大中城市中已经很少采用木结构。

三、建筑结构的荷载

建筑结构在使用期间要承受各种作用，一类是直接作用在结构上的力，如构件自重、风、雪、人群等，习惯上叫做结构上的荷载；另一类为间接作用，如地震、基础不均匀沉降、温度变化等。本书仅限于讨论结构上的荷载，至于其他间接作用的内容，已超出教学大纲要求，不在本书讨论范围之内。结构上作用的荷载，可按下列原则分类：

(一) 按随时间的变异来分

(1) 永久荷载：在结构使用期间，其值不随时间变化或其变化很小可以忽略不计的荷载。例如，结构自重、土压力等。永久荷载也称为恒载。

(2) 可变荷载：在结构使用期间，其值随时间变化且其变化不可忽略的荷载。例如，楼面活荷载、风荷载、雪荷载、吊车荷载等。可变荷载也称为活荷载。

(3) 偶然荷载：在结构使用期间内不一定出现的荷载，但它一旦出现，其量值很大且持续时间很短。例如，爆炸力、撞击力等。

(二) 按随空间位置的变异来分

(1) 固定荷载：在结构空间位置上具有固定分布的荷载。例如，结构构件自重、楼面上的固定设备荷载等。

(2) 可动荷载：在结构空间位置上的一定范围内可以任意分布的荷载。例如，工业与民用建筑楼面上的人群荷载、吊车荷载等。

(三) 按结构的反应来分

(1) 静态荷载：不使结构或构件产生加速度或所产生的加速度可以忽略不计的荷载。例如，结构自重、住宅与办公楼楼面活荷载等。

(2) 动态荷载：使结构或构件产生不可忽略的加速度的荷载。例如，吊车荷载、设备振动、作用在高耸结构上的风荷载等。

四、建筑力学与结构课程的主要内容和学习方法

(一) 本课程的主要内容

本课程包括以下几部分内容：

1. 静力学基本部分

主要介绍静力学的基本知识、力系的合成与分解以及力系的平衡条件，应用平衡条件求解静定结构的平衡问题。

2. 静定结构内力分析

介绍在几种基本变形情况下杆件的内力求解方法和内力图的绘制。静定梁、静定平面刚架的内力计算及内力图。

3. 杆件的承载力、刚度和稳定性计算

主要介绍截面的几何性质，材料的主要力学性质，应力的计算，强度、刚度、稳定性计算初步。

4. 钢筋混凝土结构及基本构件

介绍钢筋混凝土材料的主要力学性质，受弯构件、受压构件的计算及配筋构造，楼盖的结构形式和构造，结构施工图的识读。

5. 砌体结构

介绍砌体材料和力学性质，混合结构房屋承重体系和静力计算方案，无筋砌体承载力计算，墙、柱高厚比验算以及过梁、圈梁、雨篷、挑梁的一般构造要求。

6. 地基与基础

主要介绍建筑场地与地基基础知识、基础的类型及构造要求，怎样识读基础施工图。

7. 选学部分

主要介绍用力法、力矩分配法求解超静定结构，预应力混凝土结构、钢结构和木结构的基本知识。

(二) 本课程的学习方法

建筑力学与结构包括力学与结构两部分内容，是一门综合性学科。建筑力学的理论性较强，它与数学、物理等课程有着密切的关系，同时也是建筑结构部分的基础。在学习这部分时，应根据实际情况对有关课程进行必要的复习，在学习过程中注意掌握力学中的基本概念、分析方法和解题思路，注意多练、多想、多总结。要多做习题，只有通过一定数量的练习，才能加深对基本概念的理解，掌握基本计算方法，巩固所学知识。做题前一定要先看书、看懂基本概念；做题时要注意分析归纳，发现规律，掌握解题技巧。建筑结构部分则实践性较强，它以建筑力学为基础，与建筑工程密切相关。学习时要注意理论联系实际，掌握各类建筑结构和构件的构造、计算和设计原理，学会识读结构施工图，并应用有

关的结构知识解决实际工程中的一些问题。

建筑力学与结构是建筑经济管理专业的技术基础课，它是学好建筑工程定额与预算等专业课的基础，如本课程学不好，将会给上述课程的学习带来困难。

思 考 题

1. 结构按所用材料不同分为哪几类？各有什么优缺点？
2. 建筑结构上的荷载分为哪几类？

第一篇 建筑力学

第一章 静力学基本知识

静力学是研究物体在力作用下的平衡规律的科学。

在工程中，平衡是指物体相对于地球处于静止或匀速直线运动的状态。例如，相对于地球静止不动的建筑物和沿直线匀速起吊的物体，都处于平衡状态。

第一节 静力学基本概念

一、力的概念

(一) 刚体

任何物体在力的作用下，都会发生大小和形状的改变，即发生变形。但在正常情况下，实际工程中许多物体的变形都是非常微小的，对研究物体的平衡问题影响很小，可以忽略不计，这样就可以将物体看成是不变形的。

在外力的作用下，大小和形状保持不变的物体，叫做刚体。在静力学中，我们把所讨论的物体都看做是刚体，但在讨论物体受到力的作用时是否会破坏及计算变形时，就不能再把物体看成刚体，而应看做变形体。

(二) 力

1. 力

力是物体间相互的机械作用，这种作用引起物体的运动状态发生变化（外效应）或使物体产生变形（内效应）。

由于力是物体间相互的机械作用，因此，力不能脱离物体而单独存在，某一物体受到力的作用，一定有另一物体对它施加作用。在研究物体的受力问题时，必须分清哪个是施力物体，哪个是受力物体。

2. 力的三要素

力对物体的作用效应决定于以下三个要素：

(1) 力的大小

力的大小是指物体间相互作用的强烈程度。为了度量力的大小，必须确定力的单位。采用国际单位制时，力的单位用牛顿（牛，N）或千牛顿（千牛，kN）。

$$1\text{kN} = 1000\text{N}$$

采用工程单位制时，力的单位用千克力（kgf）或吨力（tf）。牛顿和千克力的换算关系为：

$$1\text{kgf} = 9.8\text{ N} \approx 10\text{N}$$

在本书中采用国际单位制。

(2) 力的方向

力的方向包含方位和指向两个涵义。例如，重力的方向是铅垂向下的，“铅垂”是力

的方位,“向下”是力的指向。

(3) 力的作用点

力的作用点是指力在物体上的作用位置。力的作用位置,一般并不是一个点,而往往有一定的范围。但是,当力的作用范围与物体相比很小时,就可以近似看成一个点,而认为力集中作用在这个点上。作用在一点上的力,称为集中力,工程上也称为集中荷载。

3. 力的图示法

力是既有大小又有方向的量,因此,力是矢量。力可以用一有向线段来表示其的三要素(图 1-1)。线段的长度(按一定比例画)表示力的大小;线段与某定直线的夹角表示力的方位,箭头表示力的指向,线段的起点或终点表示力的作用点。常用黑体字母 P 、 F 表示矢量,用 P 、 F 表示矢量的大小。

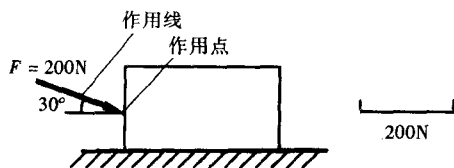


图 1-1 力的图示

(三) 力系及其平衡条件

通常,一个物体所受的力不止一个而是若干个。我们把作用于物体上的一群力,称为力系。如果物体在力系作用下处于平衡状态,则该力系称为平衡力系。当物体平衡时,作用于物体上的力系所满足的条件,称为力系的平衡条件。

二、静力学基本公理

静力学公理是人们在长期的生产和生活实践中,逐步认识和总结出来的力的普遍规律。它阐述了力的基本性质,是静力学的基础。

静力学公理共有四个,现叙述如下:

1. 二力平衡公理

作用在同一刚体上的两个力,使刚体处于平衡状态的必要与充分条件是:这两个力大小相等,方向相反,作用线在同一直线上(简称二力等值、反向、共线)。

此公理说明了作用在同一个物体上的两个力的平衡条件。如图 1-2 所示,处于静止状态的小球,受到重力 G 和绳子的拉力 T_B 的作用,则 G 和 T_B 大小相等、方向相反且作用在同一条直线上。

只在两点受力的作用而处于平衡的构件称为二力构件(图 1-3)。如果构件是一个直杆,则称为二力杆(图 1-4)。

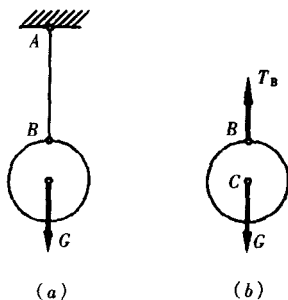


图 1-2 平衡力

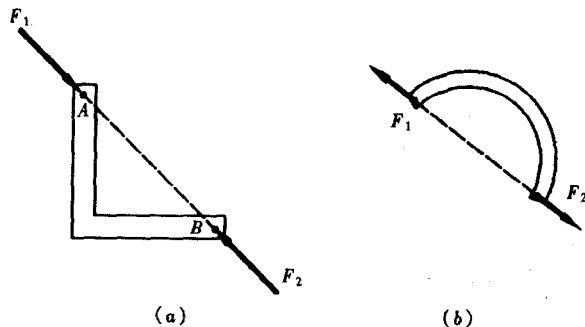


图 1-3 二力构件