



普通高等教育“十二五”规划教材

力学与结构(上册)

主 编 刘 洁 张生瑞
副主编 宋艳清 蒋 红
王中发 郑昌坝



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

力学与结构 (上册)

主 编 刘 洁 张生瑞

副主编 宋艳清 蒋 红

王中发 郑昌坝



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是根据高职高专的教育特点,按照建筑类专业建筑力学与结构课程教学标准进行编写的一本综合性教材。全书(上、下册)共16个模块,主要包括:结构的简化及计算简图选取;力系平衡的基本理论和方法;结构外力分析、内力分析和几何组成分析;单一材料构件的强度、刚度和稳定性的计算;钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构的材料性能;结构设计计算方法;钢筋混凝土结构基本构件的设计及主要构造措施;砌体结构的基本设计计算和钢结构构件及连接的设计计算;结构体系、结构选型的基础知识以及结构施工图识读的简介。

本书可作为高职工程造价、工程管理、工程监理、建筑工程技术、建筑装饰工程技术等专业的教学用书,也可作为现场技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

力学与结构.上册 / 刘洁, 张生瑞主编. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2012.8
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5084-9845-4

I. ①力… II. ①刘… ②张… III. ①建筑科学—力学—高等学校—教材②建筑结构—高等学校—教材 IV.
①TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第190238号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 力学与结构(上册)
作 者	主 编 刘 洁 张生瑞 副主编 宋艳清 蒋 红 王中发 郑昌坝
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京市北中印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 13印张 308千字
版 次	2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	28.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《力学与结构》(上、下册)是根据高职高专的教育特点,按照建筑工程造价专业建筑力学与结构课程教学标准进行编写的一本综合性教材。本教材以“应用”为目的,以“必须、够用”为尺度准则,以“服务与指导结构施工图预算”为课程教学目标,根据知识相似点划分模块和学习单元。本书编写参考了我国新颁布的标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)等。本书的编写突出了以下几个方面的特点:

(1) 重构建筑力学与结构的知识应用体系,注重结构设计计算与力学分析的有机结合。本书框架构成是:首先从实际建筑物出发,认识建筑结构及其组成构件;其次分析结构受力及计算简图,将结构进行合理简化;第三介绍结构外力分析、内力分析和几何组成分析,分析基本构件的强度、刚度和稳定性的条件及提高措施;最后,在考虑结构材料性能、荷载取值及设计方法后,分别介绍混凝土结构、砌体结构、钢结构的设计规定及构造要求。

(2) 内容精练,重点突出。本书力学部分对传统静力学、材料力学和结构力学的内容进行精选,并按照相似点重组构成不同的模块,在理论证明和公式推导上适当从简。结构部分本着“轻设计重构造”的编写宗旨,根据现行规范和结构设计标准图集,重点介绍结构的布置,各类构件的设计要求与相关构造要求。

(3) 便于组织实施“做中学,学中做”的教学。本书每一模块附有学习目标,每一单元后附有大量的思考题及习题。这样既能使学生抓住学习重点,启发学生积极思考,又能使所学知识得以理解与及时应用,从而达到使学生获得知识,提升能力的效果。

《力学与结构》(上、下册)由杨凌职业技术学院刘洁、福建水利电力职业技术学院张生瑞担任主编,黄河水利职业技术学院宋艳清、安徽水利水电职业技术学院蒋红、湖北水利水电职业技术学院王中发、福建水利电力职业

技术学院郑昌坝担任副主编。具体编写分工如下：杨凌职业技术学院刘洁编写绪论、模块1、模块15和模块16，安徽水利职业技术学院蒋红编写模块2，福建水利电力职业技术学院张生瑞编写模块3和模块5，四川职业技术学院曾云峰编写模块4，杨凌职业技术学院赵毅力编写模块6和模块11，河南工业大学贾玲玲编写模块7和模块14，湖北水利水电职业技术学院王中发编写模块8和模块10，福建水利电力职业技术学院郑昌坝编写模块9，黄河水利职业技术学院宋艳清编写模块12，黄河水利职业技术学院张翌娜编写模块13。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免有欠妥之处，欢迎广大师生指正。

编 者

2012年7月

前言

绪论	1
模块 1 结构的简化及计算简图	5
单元 1.1 物体与物体系受力分析	5
单元 1.2 结构的简化及计算简图	15
模块 2 力学计算基本知识	25
单元 2.1 平面汇交力系的合成与平衡	25
单元 2.2 平面力偶系的合成与平衡	31
单元 2.3 平面任意力系的合成与平衡	37
单元 2.4 平面杆件体系的几何组成分析	52
模块 3 静定结构的内力计算	65
单元 3.1 杆件基本变形及内力的认知	65
单元 3.2 轴向拉压杆的内力计算	68
单元 3.3 静定平面桁架内力计算	73
单元 3.4 单跨静定梁内力计算	81
单元 3.5 多跨静定梁内力计算	101
单元 3.6 静定平面刚架内力计算	104
单元 3.7 剪切与扭转构件内力计算	109
模块 4 杆件的应力与变形计算	114
单元 4.1 截面几何参数计算	114
单元 4.2 轴向拉压杆的应力和变形计算	123
单元 4.3 梁的弯曲正应力及强度计算	130
单元 4.4 梁弯曲剪应力计算	136
单元 4.5 梁的强度条件	140
单元 4.6 梁的变形	146
模块 5 压杆稳定	155
单元 5.1 压杆稳定的认识	155
单元 5.2 欧拉公式及其应用	156

单元 5.3 压杆稳定的实用计算	161
模块 6 超静定结构的内力计算	168
单元 6.1 位移的概念及位移计算	168
单元 6.2 用力法计算超静定结构内力	176
单元 6.3 用位移法计算超静定结构内力	181
单元 6.4 力矩分配法计算超静定结构内力	191
参考文献	200

绪 论

教学目标：

- 认识建筑结构及组成构件
- 理解建筑力学与结构的联系
- 介绍课程的基本内容及学习方法

1. 建筑结构的概念

任何建筑物在施工过程中和建成后的使用过程中，都受到各种各样的力的作用。例如，建筑物各部分的自重、人和设备的重力、风力、地震力等，这种力在工程上称为荷载。

对于常见的工程建筑如住宅、商店、教学楼、图书楼、单层或多层厂房等，无论功能简单还是复杂，都包含基础、墙体、柱、楼盖及屋盖等结构构件，它们由各种各样的建筑材料制作而成，组成建筑物的骨架，支撑着建筑，承受各种外部荷载。因此将由建筑材料制作的若干构件连接构成的能承受荷载的平面或空间体系，称为建筑结构。通常将组成结构的基本单元称为“基本构件”，组成结构的典型构件有：

板：提供活动面，直接承受并传递荷载。

梁：板的支撑构件，承受板传来的荷载并传递。

柱：承受楼面体系（梁、板）传来的荷载并传递。

墙：承受楼面体系（梁、板）传来的荷载并传递。

基础：将柱及墙等构件传来的上部结构荷载传给地基。

索：悬挂构件或结构体系的主要传力单元。

杆：组成空间构件，如屋架等。

图 0.1 是一个单层工业厂房承重骨架的示意图，它由屋面板、屋架、吊车梁、连系梁、柱子及基础等构件组成，每个构件都起着承受和传递荷载的作用。如屋面板承受着屋面上的荷载并通过屋架将荷载传给柱子，吊车荷载通过吊车梁传给柱子，柱子将其受到的

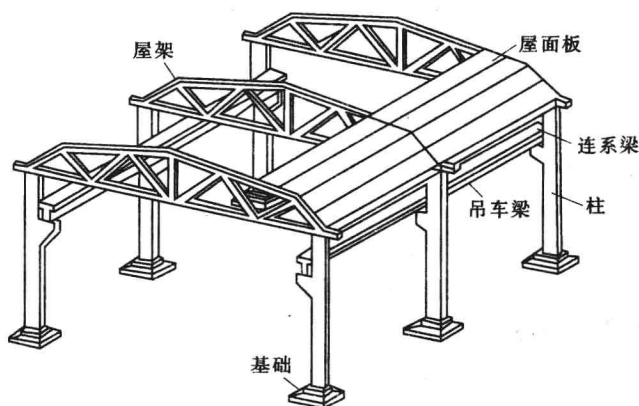


图 0.1 单层工业厂房结构组成



各种荷载传给基础，最后传给地基。

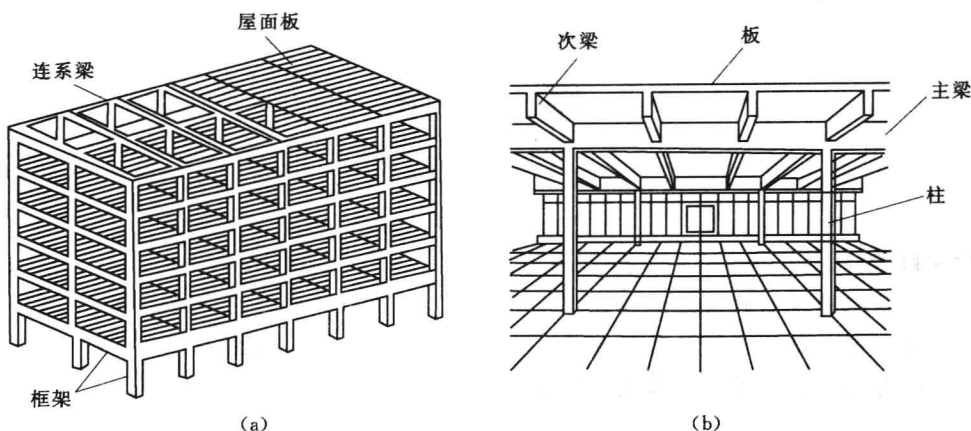


图 0.2 建筑结构组成
(a) 框架结构；(b) 公共建筑结构

图 0.2 (a) 为某框架结构房屋的结构示意图，它是由梁和柱刚性连接承受竖向和水平荷载作用的空间结构。作用在屋面及楼面的竖向荷载及作用在外墙的水平荷载先传递给框架梁及柱，再通过柱传递给基础；横向框架是结构的主要承重单元，各横向框架之间用连系梁连接。图 0.2 (b) 为某公共建筑的结构示意图，其主要承重结构是由板、次梁、主梁组成的肋形楼盖及柱，作用在楼板上的荷载有楼板自重、各构造层重、永久性设备和人群活载等，这些荷载及次梁自重沿板的短向传递给次梁，次梁再将荷载传递给主梁，最后传递给柱及墙体，再通过柱将屋面荷载传递给基础。

2. 建筑结构的基本要求

无论是民用建筑或工业厂房，它们的结构及组成结构的各构件都相对于地面保持着静止状态，这种状态工程上称为平衡状态。当结构承受和传递荷载时，各构件都必须能够正常工作，才能保证整个结构的正常使用。为此，首先要求构件在受荷载作用时不遭受破坏。如当吊车起吊重物时荷载过大，会使吊车梁发生弯曲断裂，雨篷板上的荷载可能使整个雨篷绕雨篷梁底的倾覆点转动而倾倒。此外，有一些构件在荷载作用下，其原来形状的平衡可能丧失稳定性。例如，细长的中心受压柱子，当压力超过某一定值时，会突然地改变原来的直线平衡状态而发生弯曲，以致构件倒塌，这种现象工程上称为“失稳”。由此可见，要保证构件的正常安全工作必须满足以下三个条件：

(1) 强度条件。结构和构件抵抗破坏的能力通常称为强度。结构和构件应具备足够的强度，以保证在规定的使用条件下不发生意外断裂或显著塑性变形。固体材料在外力作用下会产生两种不同性质的变形：一种是外力消除后变形随之消失，这种变形称为弹性变形；另一种是外力消除后不能消失的变形，称为塑性变形。构件的材料不同，判定其破坏的标志就不同，有的材料是以断裂为破坏标志，有的材料则是以产生显著的塑性变形为破坏标志。

(2) 刚度条件。结构和构件抵抗变形的能力通常称为刚度。结构和构件应具备足够的



刚度,以保证在规定的使用条件下不产生过分变形。例如,楼盖梁、板变形过大会影响支承在其上面的仪器,尤其是精密仪器的正常使用和引起非结构构件(如粉刷、吊顶和隔墙)的破坏,吊车梁在吊车轮压力等荷载作用下,也许产生的变形全是弹性,并没有破坏,满足强度条件;如果挠度过大,会妨碍吊车正常运行。由此可见,强度与刚度是两个不同的概念。

(3) 稳定条件。结构和构件保持原有平衡形式的能力通常称为稳定性。结构和构件应具备足够的稳定性,以保证在规定的使用条件下不发生失稳现象。如输电铁塔中的受压杆,当压力较小时能保持直线平衡状态;当压力超过某一值时,这个值往往远小于材料的强度,压杆可由直线变为弯曲状态,从而导致结构的破坏,这种破坏工程上称为失稳。工程结构中的失稳破坏往往比强度破坏更为惨重,因为这种破坏具有突然性,没有先兆。

3. 建筑力学与结构的关系

构件的强度、刚度和稳定性高低与构件的材料性质、截面的几何形状及尺寸、受力性质、工作条件及构造情况等因素有关。在结构设计中,如果构件截面设计得过小,构件会因刚度不足导致变形过大而影响正常使用,或因强度不足而迅速破坏;如果构件截面设计得过大,其能承受的荷载过分大于所受的荷载,则又会不经济,造成人力、物力上的浪费。因此,结构和构件的安全性与经济性是矛盾的。建筑力学的任务是力求合理地解决这种矛盾,即研究和分析作用在结构(或构件)上力与平衡的关系,结构(或构件)的内力、应力、变形的计算方法以及构件的强度、刚度和稳定条件,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。

4. 建筑结构的分类

建筑结构种类很多,有多种分类方法。根据结构所用材料不同,建筑结构可分为混凝土结构、钢结构、砌体结构、木结构和混合结构等。混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、纤维筋混凝土结构等。砌体结构包括砖石砌体结构和砌块砌体结构。这些结构材料可以在同一结构体系混合使用,形成混合结构,如屋盖和楼盖采用混凝土结构,墙体和基础采用砌体结构就形成了砖混结构。也可以在同一种构件混合使用,形成组合构件,如在钢筋混凝土柱中配置型钢,形成钢—混凝土组合柱,在钢管中浇注混凝土形成钢管混凝土柱等。

根据结构受力体系和构造特点,建筑结构可分为混合结构、排架结构、框架结构、剪力墙结构、筒体结构、塔式结构、桅式结构、悬索、悬吊结构、壳体结构、网架结构等。

根据建筑物外形,建筑结构可分为单层、多层、高层、大跨和高耸结构等。

根据施工方法,建筑结构可分为现浇结构、装配结构和装配整体式结构等。

5. 本课程主要内容和学习方法

建筑力学与结构课程的主要内容包括有结构的简化及计算简图选取;力系平衡的基本理论和方法;结构外力分析、内力分析和几何组成分析;单一材料构件的强度、刚度和稳定性的计算;钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构的材料性能;结构设计计算方法;钢筋混凝土结构基本构件的设计及主要构造措施;砌体结构的基本设计计算和钢结构构件及连接的设计计算;结构体系、结构选型的基础知识以及结构施工图识读的简介。

建筑力学与结构课程是土建类专业主干课程之一,其理论和方法可直接应用于某些结



构的设计计算,也是本专业后续其他课程必备的重要基础理论知识。因此,必需认真学习,全面掌握。在学习本门课程时必须注意以下几个问题:

(1) 学习力学知识时要注意理解重要概念,掌握分析问题的方法和解题思路,切忌死记硬背。

(2) 学习结构知识时要注意设计计算的规范性。本课程的理论来源于实践,是前人大量实践的经验高度总结及其抽象。因此,学习中一方面要掌握课堂理论知识,另一方面要加强实践性知识的学习,要有针对性地到施工现场进行学习,增强感性认识,积累建筑实践经验。同时,在学习过程中要逐渐熟悉和正确运用设计规范、标准和规程,诸如《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)等。

(3) 多练习,勤总结。不做一定数量的习题是很难掌握建筑力学与结构的概念、原理和分析方法的。力学部分做题注意一题多种解法,注重方法和解题思路,而结构设计部分一题多种答案,需要综合考虑多方面因素,以选择较为合理的答案或解答方法。

思考与练习

0.1 什么是建筑结构? 建筑结构怎样分类?

0.2 简述建筑力学与结构之间的联系。

模块 1 结构的简化及计算简图

教学目标：

- 掌握静力学的基本概念和基本公理
- 认识工程中常见几种约束类型的约束作用、简图
- 能分析简单物体与物体系的受力，画受力图
- 能合理选取结构的计算简图

结构计算简图是对实际房屋结构的抽象描述和简化，画出结构计算简图是对实际结构进行力学分析的重要步骤，计算简图可为实际结构设计计算提供可靠的力学依据。对物体进行受力分析是合理选取计算简图的基础。

单元 1.1 物体与物体系受力分析

1.1.1 静力学基本概念

1. 力的概念

力是物体间的相互机械作用，这种作用使物体的运动状态或形状发生改变。力是物体间相互的机械作用，有作用力，必有反作用力。力可使物体间的相对运动状态发生变化，这是力的运动效应或力的外效应；力还可使物体内部各部分之间发生相对位移，即使物体形状发生改变，这是力的变形效应或力的内效应。力对物体的作用效应取决于力的大小、方向和作用点，即力的三要素。本书中用黑体字母 $\boldsymbol{F}$ 表示力矢量，而用普通字母 F 表示力矢量的大小。力的方向包含力的作用线在空间的方位和指向，如水平向右、铅直向下等。可用一个带箭头的线段表示力的图像，如图 1.1 所示，线段 AB 的始端 A 表示力的作用点，线段 AB 的长度表示力的大小，用线段的方位角和箭头指向表示力的方向。在国际单位制中，力的标准单位是牛 (N) 或千牛 (kN)。

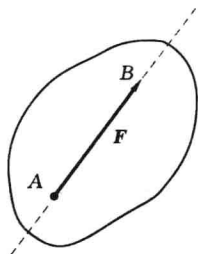


图 1.1 力的表示方法

2. 刚体的概念

在力作用下不产生变形的物体称为刚体，刚体是对实际物体经过科学的抽象和简化而得到的一种理想模型。

3. 平衡的概念

在一般工程问题中，平衡是指物体相对于地球保持静止或做匀速直线运动的状态。显



然,平衡是机械运动的特殊形态,因为静止是暂时的、相对的,而运动是永恒的、绝对的。

4. 力系的概念

在很多实际问题中,我们遇到的物体,其受力不止一个。力系是指作用于物体上的一群力。为了研究的方便,根据力系中各力作用线的分布情况,通常将力系分为平面力系和空间力系两大类。根据各力作用线的关系又可将力系分为汇交力系、平行力系和任意力系三类。

1.1.2 静力学基本公理

公理是人们在生活和生产实践中长期积累的经验总结,又经过实践反复检验的真理。静力学基本公理主要有以下4个。

公理 1 作用和反作用定律 两个物体之间的作用力和反作用力总是同时存在,两力的大小相等、方向相反,沿着同一直线,分别作用在两个相互作用的物体上。

用 F 表示作用力, F' 表示反作用力。作用力与反作用力的矢量关系为

$$F = -F'$$

这个公理概括了物体间相互作用的关系。作用力与反作用力同时存在,又同时消失,分别作用在两个相互作用的物体上。

公理 2 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。合力的作用点也在该点。合力的大小和方向,由这两个力的力矢为邻边构成的平行四边形的对角线确定,如图 1.2 (a)、(b)、(c) 所示。

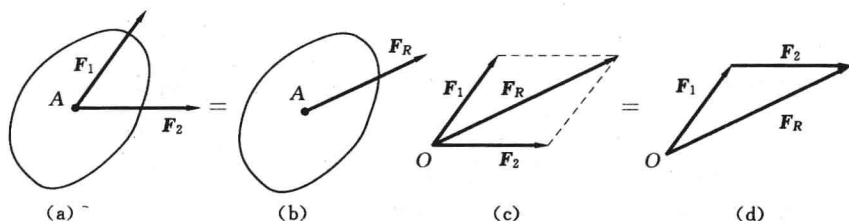


图 1.2 力合成的法则

为了简便起见,往往不必画出二力矢为邻边所构成的整个平行四边形,只需画出平行四边形中的一个三角形,如图 1.2 (d) 所示。两个分力矢首尾相接,由第一个分力矢的首向和第二个分力矢的尾所作的矢量为合矢量。这种通过作三角形求合力矢的方法,称为力三角形法则。力平行四边形法则或三角形法则的矢量表示式为

$$F_R = F_1 + F_2$$

力的平行四边形法则表明了最简单力系合成规律,它是研究复杂力系合成的基础。

以上两个公理的应用对象是物体,变形体与刚体都能适用。而以下所介绍的公理和推理则只适用于刚体。

公理 3 二力平衡条件 作用在刚体上的两个力使刚体保持平衡的必要充分条件是,这两个力的大小相等,方向相反,且作用在同一直线上。



如图 1.3 (a) 所示, 杆件 AB、AC 所受的力分别如图 1.3 (b)、(c) 所示。在两个力作用下处于平衡的物体称为二力构件; 若为杆件, 则称为二力杆。根据二力平衡公理可知, 作用在二力构件上的两个力, 它们必通过两个力作用点的连线 (与杆件的形状无关), 且等值、反向。

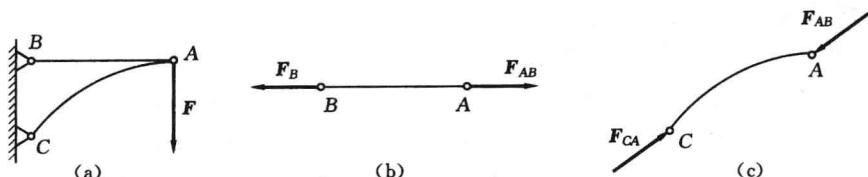


图 1.3 二力杆

公理 4 加减平衡力系原理 在作用于刚体上的已知力系上, 加上或减去任意一个平衡力系, 不会改变原力系对刚体的作用效应。

推理 1 力的可传性原理 作用于刚体上某点的力, 可沿其作用线移动到刚体内任意一点, 而不改变该力对刚体的作用效应, 如图 1.4 所示。

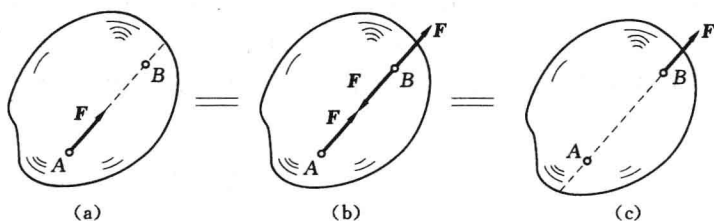


图 1.4 力的可传性

推理 2 三力平衡汇交定理 作用于刚体上三个相互平衡的力, 若其中两个力的作用线汇交于一点, 则此三力必在同一平面内, 且第三个力的作用线也通过另外两个力的汇交点。即三力的作用线汇交于同一点。

证明: 如图 1.5 (a) 所示, 在刚体的 A、B、C 三点上, 分别作用三个相互平衡的力 F_1 、 F_2 和 F_3 。根据力的可传性, 将力 F_1 和 F_2 移到点 O, 如图 1.5 (b) 所示。将力 F_1 和 F_2 合成一合力 F_{12} , 如图 1.5 (c) 所示。此时, 刚体在二力作用下处于平衡。根据二力平衡公理可知, 力 F_3 与力 F_{12} 共面, 所以力 F_3 必定与力 F_1 和 F_2 共面, 且通过 F_1 和 F_2 的交点 O, 于是定理得证。

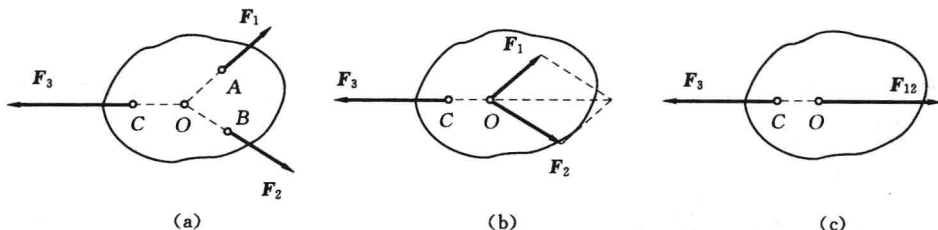


图 1.5 三力平衡的必要条件



应当指出,三力平衡汇交定理只说明了不平行的三力平衡的必要条件,而不是充分条件。它常用来确定刚体在不平行三力作用下平衡时,其中某一未知力的作用线。

1.1.3 支座和约束反力

1.1.3.1 约束及约束反力

阻碍物体运动的限制条件称为约束。约束是物体之间的相互限制,或者理解为一个物体对另一个物体的支持作用。约束总是通过物体之间的直接接触形成。约束对该物体必然作用一定的力,这种力称为约束反力或约束力,简称反力。约束反力的方向总是与物体的运动或运动趋势的方向相反,它的作用点就是约束与被约束物体的接触点。

凡是能主动引起物体运动或使物体有运动趋势的力,称为主动力。如重力、风压力、水压力等。作用在工程结构上的主动力又称为荷载。通常情况下,主动力是已知的,而约束反力是未知的。下面介绍几种常见的约束及其相应约束力的画法。

1. 柔体约束

如图 1.6 (a) 所示,绳索吊住重物,由于绳索本身只能限制重物沿绳索中心线离开绳索的位移,所以,绳索作用于物体的约束力也只可能是沿绳索中心线离开物体的拉力,约束力如图 1.6 (b) 所示。如图 1.7 (a) 所示,链条或传动胶带等柔性体绕在轮子上,对轮子的约束力沿着轮缘接触点处的切线方向,也是离开轮子的拉力,约束力如图 1.7 (b) 所示。

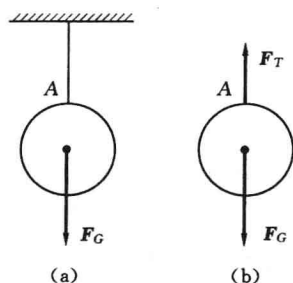


图 1.6 柔体约束

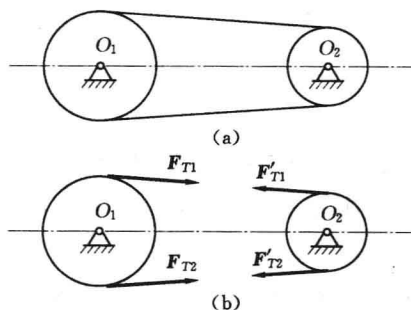


图 1.7 柔体约束

由柔软而不计自重的绳子、传动胶带、链条等构成的约束称柔体约束。柔体约束的约束力,作用在柔体与物体的接触点处,沿柔体中心线,离开物体的拉力。通常用 F_T 表示这类约束力。

2. 光滑接触面约束

光滑接触面约束的反力为压力,通过接触点,方向沿着接触面的公法线指向被约束的物体,通常用 F_N 表示,如图 1.8 所示。

3. 圆柱铰链约束

两个物体分别被钻上直径相同的圆孔并用销钉连接起来,如果不计销钉与销壁之间的摩擦,则这种约束称为光滑圆柱铰链约束,简称铰链约束,如图 1.9 所示。铰链的约束反力作用在与销钉轴线垂直的平面内,并通过销钉中心,但方向待定,如图 1.9 (d) 所示

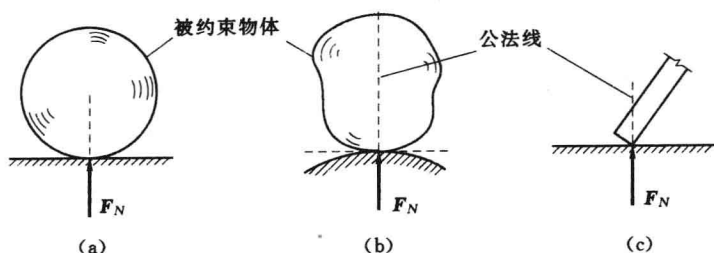


图 1.8 光滑接触面约束

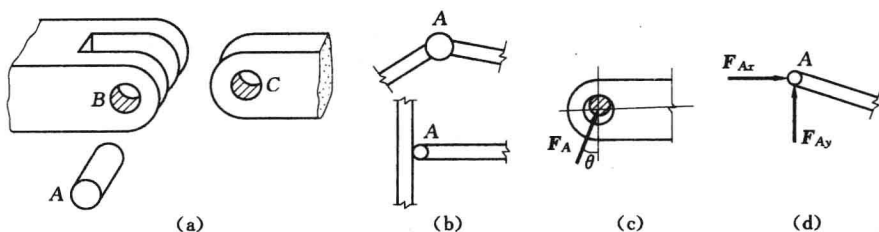


图 1.9 圆柱铰链约束

的 F_A ，工程中常用通过铰链中心的相互垂直的两个分力 F_{Ax} 、 F_{Ay} 表示。

4. 链杆约束

两端各以铰链与其他物体相连接且中间不受力（包括物体本身的重力）的直杆称为链杆，如图 1.10 所示。链杆的约束反力沿着链杆的轴线方向，指向不定，常用符号 F 表示。

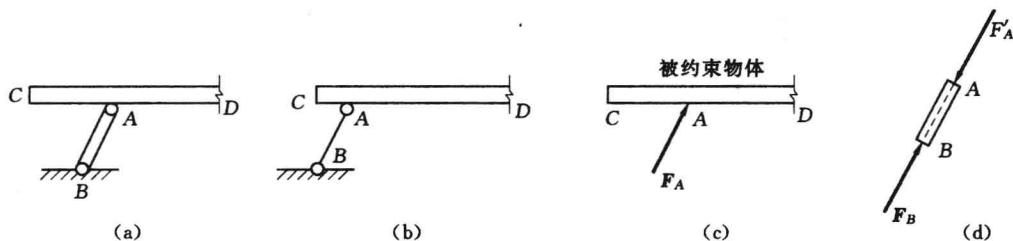


图 1.10 链杆约束

1.1.3.2 支座及支座反力

在建筑工程中，约束总是通过支座来实现的，我们所说的约束，一般可理解为支座，而约束反力即指支座反力。以下补充工程中常见的支座及支座反力特点。

1. 固定铰支座

固定铰支座是在构件和支座上各钻同一直径的圆孔，然后把两圆孔相重叠，再用一圆柱形销钉插入孔中相连接，从而将构件连接在地面或机架等固定物上，图 1.11 (a)、(b) 为其构造示意图。固定铰支座的约束反力与圆柱铰链相同，其约束反力也应通过铰链中心，但方向不定。为方便起见，常用两个相互垂直的分力 F_{Ax} 、 F_{Ay} 表示，如图 1.11 (c) 所示。

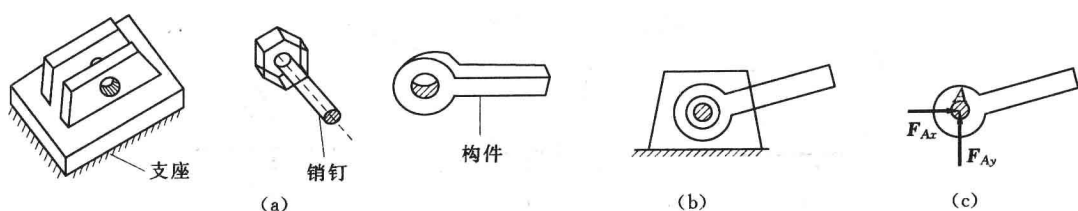


图 1.11 固定铰支座

固定铰支座的结构简图可表示为如图 1.12 所示的 4 种形式中的任何一种。

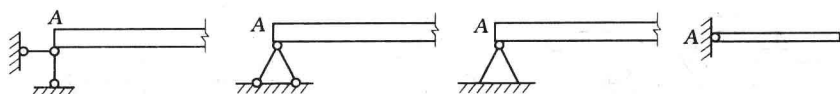


图 1.12 固定铰支座的结构简图

2. 可动铰支座

可动铰支座是在固定铰支座与光滑支承面之间装有几个辊轴而构成，故又称辊轴支座，其构造图如图 1.13 (a) 所示，其结构简图如图 1.13 (b) 所示，其约束反力如图 1.13 (c) 所示。

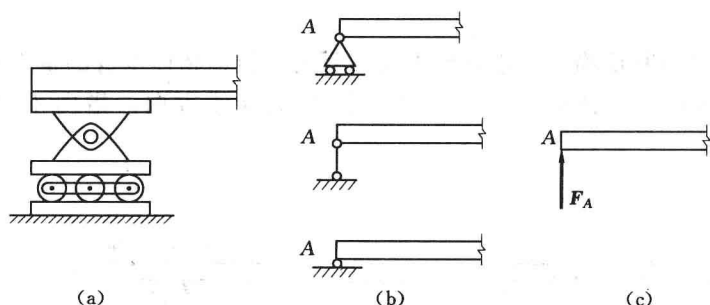


图 1.13 固定铰支座及简图

3. 固定端支座

工程上，如果结构或构件的一端牢牢地插入到支承物里面，如房屋的雨篷嵌入墙内，基础与地基整浇在一起等，就构成固定端支座，如图 1.14 所示。这种约束的特点是连接处有很大的刚性，不允许被约束物体与约束之间发生任何相对移动和转动，即被约束物体

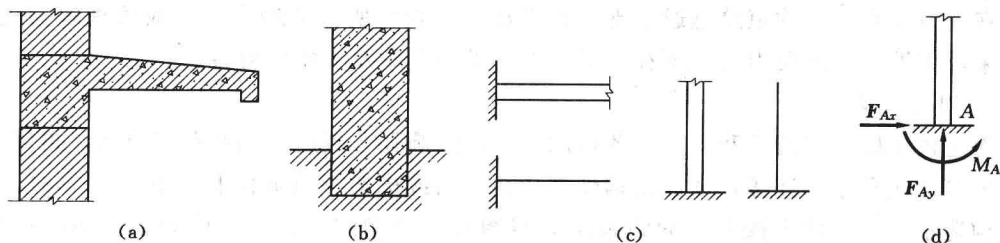


图 1.14 固定端支座及简图