



高等学校精品规划教材

工程力学

(高职高专适用)

姜 艳 主编

GONGCHENG LIXUE



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等学校精品规划教材

工程力学

(高职高专适用)

姜艳 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书共分十九章, 主要介绍工程力学基础知识, 包括刚体静力学基础、平面力系、空间力系; 杆件的承载能力计算, 包括杆件的内力分析、轴向拉伸和压缩的强度计算、截面的几何性质、扭转的强度和刚度计算、弯曲的强度和刚度计算、应力状态和强度理论、组合变形、压杆稳定; 结构的内力分析, 包括结构的计算简图与平面体系的几何组成分析、静定结构的内力分析、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线等内容。

本教材适用于高职高专和职大的水利水电类专业以及工业与民用建筑、道桥等土建类专业工程力学课程教学, 亦可作为水利水电工程等建筑工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程力学/姜艳主编. —北京: 中国水利水电出版社,
2004. 5

高等学校精品规划教材·高职高专适用

ISBN 7-5084-2062-4

I. 工... II. 姜... III. 工程力学—高等学校: 技
术学校—教材 IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 028775 号

书 名	高等学校精品规划教材 (高职高专适用) 工程力学
作 者	姜 艳 主编
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)、68331835 (营销中心)
经 售	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	787mm×1092mm 16 开本 19.25 印张 456 千字
版 次	2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—4100 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

前 言

本书在总结多年教学经验的基础上,吸取同类教材的精华编写而成。

本教材是依照高职高专水利水电工程、水利工程、水利工程施工、农田水利等水利类专业教学计划和有关课程教学基本要求编制的,也适用于工业与民用建筑、道路桥涵等其他土木建筑类专业。

本教材针对高职高专教育特点,结合教学改革的实践经验,在编写过程中,注重能力素质的培养,不过分强调理论的系统性,着重基本概念和结论的应用;例题典型并结合工程实际,重视对学生工程意识和力学素质的训练和培养。

本教材由黑龙江水利专科学校姜艳编写第十三章、第十五章、第十六章,王红梅编写第二章、第三章、第四章、第五章,柳艳杰编写第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章,唐立军编写第十四章、第十八章,长春工程学院于向军编写第十二章、第十七章,哈尔滨商业大学吕书清编写第一章、第六章。全书由姜艳主编,王红梅、柳艳杰、唐立军任副主编,黑龙江水利专科学校安英浩主审。

由于作者水平所限,错误和不足之处,恳请读者批评指正。

作 者

2004年4月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 工程力学的研究对象	1
第二节 工程力学的研究内容和任务	1
第三节 刚体、变形固体及其基本假设	2
第四节 荷载的分类	3
第二章 刚体静力学基础	4
第一节 静力学基本概念	4
第二节 静力学公理	5
第三节 约束与约束反力	6
第四节 物体的受力分析与受力图	9
思考题	12
习题	13
第三章 平面汇交力系	15
第一节 平面汇交力系合成与平衡的几何法	15
第二节 平面汇交力系合成与平衡的解析法	17
思考题	21
习题	22
第四章 力矩与力偶	25
第一节 力对点之矩	25
第二节 力偶	27
第三节 平面力偶系的合成与平衡	29
第四节 力的平移定理	30
思考题	31
习题	32
第五章 平面任意力系	34
第一节 平面任意力系向作用面内任意一点简化	34
第二节 简化结果分析及合力矩定理	35
第三节 平面任意力系的平衡	37

第四节	静定和超静定问题及物体系统的平衡	41
第五节	考虑摩擦时物体的平衡	44
思考题	.....	47
习题	.....	48
第六章	空间力系	53
第一节	力的投影与分解	53
第二节	力对轴之矩	55
第三节	空间力系的平衡	56
第四节	物体的重心	59
思考题	.....	62
习题	.....	63
第七章	杆件的内力分析	66
第一节	杆件的外力与变形特点	66
第二节	内力及其截面法	68
第三节	杆件的内力计算	69
第四节	内力方程及内力图	73
思考题	.....	80
习题	.....	81
第八章	杆件的强度计算	84
第一节	应力的概念	84
第二节	轴向拉(压)杆及梁弯曲的正应力	84
第三节	杆件横截面上的切应力	89
第四节	材料在拉伸和压缩时的力学性能	95
第五节	截面的几何性质	98
第六节	杆件的强度计算	101
第七节	剪切、挤压的实用计算	112
思考题	.....	115
习题	.....	115
第九章	杆件的刚度计算	121
第一节	直杆的轴向变形和扭转角	121
第二节	直杆的横向变形和转角	122
第三节	杆件的刚度计算	126
思考题	.....	129
习题	.....	129
第十章	应力状态与强度理论	131
第一节	应力状态的概念	131

第二节 平面应力状态	132
第三节 强度理论	140
思考题	144
习题	144
第十一章 压杆稳定	147
第一节 压杆稳定的概念	147
第二节 理想压杆临界载荷的欧拉公式	147
第三节 临界应力	149
第四节 压杆的稳定计算	152
思考题	155
习题	155
第十二章 结构的计算简图与平面体系的几何组成分析	158
第一节 结构的计算简图和分类	158
第二节 平面体系的几何组成分析	163
第三节 几何不变体系的简单组成规则	165
第四节 几何组成分析示例	168
第五节 静定结构与超静定结构	170
思考题	171
习题	171
第十三章 静定结构的内力分析	174
第一节 多跨静定梁	174
第二节 静定平面刚架	176
第三节 三铰拱	182
第四节 静定平面桁架	187
第五节 组合结构	193
第六节 静定结构小结	195
思考题	196
习题	197
第十四章 静定结构的位移计算	201
第一节 概述	201
第二节 虚功原理	202
第三节 结构位移计算的一般公式	203
第四节 静定结构的位移计算	205
第五节 图乘法	208
第六节 温度改变对静定结构的影响	212
第七节 弹性结构的几个互等定理	214
思考题	215

习题	215
第十五章 力法	219
第一节 超静定结构的概念	219
第二节 力法的基本原理	220
第三节 力法的基本结构和基本未知力	223
第四节 力法的典型方程	225
第五节 结构对称性利用	229
第六节 超静定结构的位移计算和最后内力图的校核	233
第七节 支座移动时超静定结构的计算	234
思考题	238
习题	238
第十六章 位移法	241
第一节 位移法的基本概念	241
第二节 位移法基本未知量的确定	242
第三节 用位移法计算超静定结构	243
第四节 对称性的利用	249
思考题	251
习题	252
第十七章 力矩分配法	254
第一节 力矩分配法的基本原理	254
第二节 用力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架	261
第三节 无剪力分配法	266
第四节 超静定结构在支座移动和温度改变时的计算	269
思考题	271
习题	271
第十八章 影响线	274
第一节 影响线的概念	274
第二节 静力法作单跨静定梁的影响线	274
第三节 机动法作静定梁的影响线	279
第四节 影响线的应用	281
第五节 简支梁的内力包络图和绝对最大弯矩	285
思考题	287
习题	288
附录 A 型钢表热轧等边角钢 (GB700—79)	290
附录 B 热轧普通工字钢 (GB706—65)	294
附录 C 热轧普通槽钢 (GB706—65)	296

第一章 绪 论

第一节 工程力学的研究对象

建筑物中承受荷载而起骨架作用的部分称为结构。结构是由若干构件按一定方式组合而成的。组成结构的各单独部分称为构件。例如：支承渡槽槽身的排架是由立柱和横梁组成的刚架结构，如图 1-1 (a) 所示；单层厂房结构由屋顶、楼板和吊车梁、柱等构件组成，如图 1-1 (b) 所示。结构受荷载作用时，如不考虑建筑材料的变形，其几何形状和位置不会发生改变。

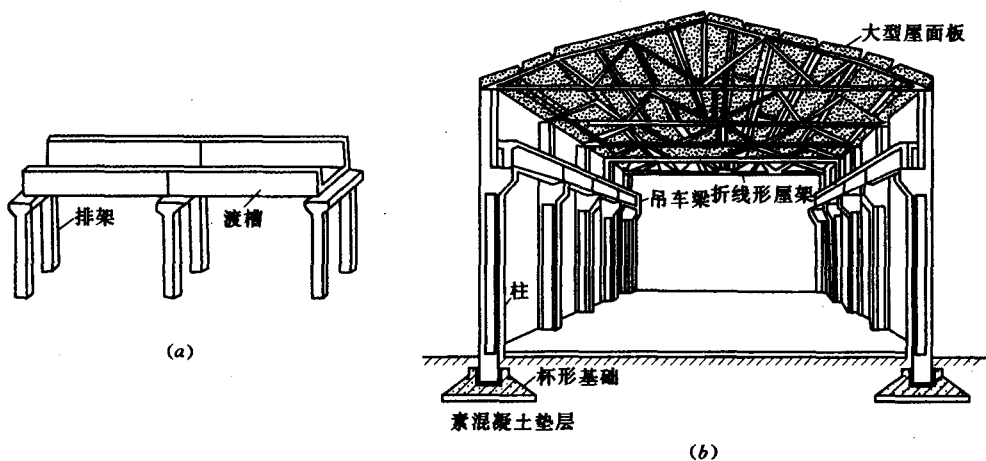


图 1-1

结构按其几何特征分为三种类型：

- (1) 杆系结构：由杆件组成的结构。杆件的几何特征是其长度远远大于横截面的宽度和高度。
 - (2) 薄壁结构：由薄板或薄壳组成。薄板或薄壳的几何特征是其厚度远远小于另两个方向的尺寸。
 - (3) 实体结构：由块体构成。其几何特征三个方向的尺寸基本为同一数量级。
- 工程力学的研究对象主要是杆系结构。

第二节 工程力学的研究内容和任务

工程力学的任务是研究结构的几何组成规律，以及在荷载的作用下结构和构件的强度、刚度和稳定性问题。研究平面杆系结构的计算原理和方法，为结构设计合理的形式，其目

的是保证结构按设计要求正常工作，并充分发挥材料的性能，使设计的结构既安全可靠又经济合理。

进行结构设计时，要求在受力分析基础上，进行结构的几何组成分析，使各构件按一定的规律组成结构，以确保在荷载的作用下结构几何形状不发生改变。

结构正常工作必须满足强度、刚度和稳定性的要求。

强度是指抵抗破坏的能力。满足强度要求就是要求结构的构件在正常工作时不发生破坏。

刚度是指抵抗变形的能力。满足刚度要求就是要求结构的构件在正常工作时产生的变形不超过允许范围。

稳定性是指结构或构件保持原有的平衡状态的能力。满足稳定性要求就是要求结构的构件在正常工作时不突然改变原有平衡状态，避免因变形过大而破坏。

按教学要求，工程力学主要研究以下几个部分的内容。

(1) 静力学基础。这是工程力学的重要基础理论，包括物体的受力分析、力系的简化与平衡等刚体静力学基础理论。

(2) 杆件的承载能力计算。这部分是计算结构承载能力计算的实质，包括基本变形杆件的内力分析和强度、刚度计算，压杆稳定和组合变形杆件的强度、刚度计算。

(3) 静定结构的内力计算。这部分是静定结构承载能力计算和超静定结构计算的基础，包括研究结构的组成规律、静定结构的内力分析和位移计算等。

(4) 超静定结构的内力分析。是超静定结构的强度和刚度问题的基础，包括力法、位移法、力矩分配法和矩阵位移法等求解超静定结构内力的基本方法。

第三节 刚体、变形固体及其基本假设

工程力学中将物体抽象化为两种计算模型：刚体和理想变形固体。

刚体是在外力作用下形状和尺寸都不改变的物体。实际上，任何物体受力的作用后都发生一定的变形，但在一些力学问题中，物体变形这一因素与所研究的问题无关或对其影响甚微，这时可将物体视为刚体，从而使研究的问题得到简化。

理想变形固体是对实际变形固体的材料理想化，作出以下假设：

(1) 连续性假设。认为物体的材料结构是密实的，物体内材料是无空隙的连续分布。

(2) 均匀性假设。认为材料的力学性质是均匀的，从物体上任取或大或小一部分，材料的力学性质均相同。

(3) 向同性假设。认为材料的力学性质是各向同性的，材料沿不同方向具有相同的力学性质，而各方向力学性质不同的材料称为各向异性材料。本教材中仅研究各向同性材料。

按照上述假设理想化的一般变形固体称为理想变形固体。刚体和变形固体都是工程力学中必不可少的理想化的力学模型。

变形固体受荷载作用时将产生变形。当荷载撤去后，可完全消失的变形称为弹性变形；不能恢复的变形称为塑性变形或残余变形。在多数工程问题中，要求构件只发生弹性变形。工程中，大多数构件在荷载的作用下产生的变形量若与其原始尺寸相比很微小，称为小变

形。小变形构件的计算，可采取变形前的原始尺寸并可略去某些高阶无穷小量，可大大简化计算。

综上所述，工程力学把所研究的结构和构件看作是连续、均匀、各向同性的理想变形固体，在弹性范围内和小变形情况下研究其承载能力。

第四节 荷载的分类

结构工作时所承受的主动外力称为荷载。荷载可分为不同的类型。

(1) 按作用性质可分为静荷载和动荷载。由零逐渐缓慢增加到结构上的荷载称为静荷载，静荷载作用下不产生明显的加速度。大小方向随时间而改变的荷载称为动荷载，地震力、冲击力、惯性力等都为动荷载。

(2) 按作用时间的长短可分为恒荷载和活荷载。永久作用在结构上大小、方向不变的荷载称为恒荷载，结构、固定设备的自重等都为恒荷载。暂时作用在结构上的荷载称为活荷载，风、雪荷载等都是活荷载。

(3) 按作用范围可分为集中荷载和分布荷载。若荷载的作用范围与结构的尺寸相比很小时，可认为荷载集中作用于一点，称为集中荷载。分布作用在体积、面积和线段上的荷载称为分布荷载。结构的自重、风、雪等荷载都是分布荷载。当以刚体为研究对象时，作用在结构上的分布荷载可用其合力（集中荷载）代替；但以变形体为研究对象时，作用在结构上的分布荷载不能用其合力代替。

第二章 刚体静力学基础

第一节 静力学基本概念

静力学是研究物体的平衡问题的科学。主要讨论作用在物体上的力系的简化和平衡两大问题。所谓平衡，在工程上是指物体相对于地球保持静止或匀速直线运动状态，它是物体机械运动的一种特殊形式。

一、刚体的概念

工程实际中的许多物体，在力的作用下，它们的变形一般很微小，对平衡问题影响也很小，为了简化分析，我们把物体视为刚体。所谓刚体，是指在任何外力的作用下，物体的大小和形状始终保持不变的物体。静力学的研究对象仅限于刚体，所以又称之为刚体静力学。

二、力的概念

力的概念是人们在长期的生产劳动和生活实践中逐步形成的，通过归纳、概括和科学的抽象而建立的。力是物体之间相互的机械作用，这种作用使物体的机械运动状态发生改变，或使物体产生变形。力使物体的运动状态发生改变的效应称为外效应，而使物体发生变形的效应称为内效应。刚体只考虑外效应；变形固体还要研究内效应。经验表明力对物体作用的效应完全决定于以下力的三要素：

(1) 力的大小：是物体相互作用的强弱程度。在国际单位制中，力的单位用牛顿 (N) 或千牛顿 (kN)， $1\text{kN}=10^3\text{N}$ 。

(2) 力的方向：包含力的方位和指向两方面的涵义。如重力的方向是“竖直向下”，“竖直”是力作用线的方位，“向下”是力的指向。

(3) 力的作用位置：是指物体上承受力的部位。一般来说是一块面积或体积，称为分布力；而有些分布力分布的面积很小，可以近似看作一个点时，这样的力称为集中力。

如果改变了力的三要素中的任一要素，也就改变了力对物体的作用效应。

既然力是有大小和方向的量，所以力是矢量。可以用一带箭头的线段来表示，如图2-1所示，线段 AB 长度按一定的比例尺表示力 F 的大小，线段的方位和箭头的指向表示力的方向。线段的起点 A 或终点 B 表示力的作用点。线段 AB 的延长线（图中虚线）表示力的作用线。

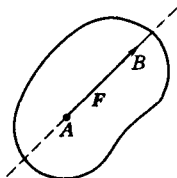


图 2-1

本教材中，用黑体字母表示矢量，用对应字母表示矢量的大小。

一般来说，作用在刚体上的力不止一个，我们把作用于物体上的一群力称为力系。如果作用于物体上的某一力系可以用另一力系来代替，而不改变原有的状态，这两个力系互称等效力系。如果一个力与一个力系等效，则称此力为该力系的合力，这个过程称为力的合成；而力系中的各个力称此合力的分力，将合力代换成分力的过程为力的分解。在研究

力学问题时，为方便地显示各种力系对物体作用的总体效应，用一个简单的等效力系（或一个力）代替一个复杂力系的过程称为力系的简化。力系的简化是刚体静学的基本问题之一。

第二节 静力学公理

公理是无需证明就为大家在长期生活和生产实践中所公认的真理。静力学公理是静力学全部理论的基础。

公理一 二力平衡公理

作用于同一刚体上的两个力成平衡的必要与充分条件是：力的大小相等，方向相反，作用在同一直线上。可以表示为： $F = -F'$ 或 $F + F' = 0$ 。

此公理给出了作用于刚体上的最简力系平衡时所必须满足的条件，是推证其他力系平衡条件的基础。在两个力作用下处于平衡的物体称为二力体，若物体是构件或杆件，也称二力构件或二力杆件简称二力杆。

公理二 加减平衡力系公理

在作用于刚体的任意力系中，加上或减去平衡力系，并不改变原力系对刚体作用效应。

推论一 力的可传性原理

作用于刚体上的力可以沿其作用线移至刚体内任意一点，而不改变该力对刚体的效应。

证明：设力 F 作用于刚体上的点 A ，如图 2-2 所示。在力 F 作用线上任选一点 B ，在点 B 上加一对平衡力 F_1 和 F_2 ，使

$$F_1 = -F_2 = F$$

则 F_1 、 F_2 、 F 构成的力系与 F 等效。

将平衡力系 F_1 、 F_2 减去，则 F_1 与 F 等效。此时，相当于力 F 已由点 A 沿作用线移到了点 B 。

由此可知，作用于刚体上的力是滑移矢量，因此作用于刚体上力的三要素为大小、方向和作用线。

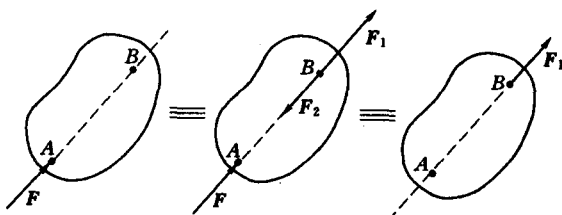


图 2-2

公理三 力的平行四边形法则

作用于物体上同一点的两个力可以合成为作用于该点的一个合力，它的大小和方向由以这两个力的矢量为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示，如图 2-3 (a) 所示，以 F_R 表示力 F_1 和力 F_2 的合力，则可以表示为： $F_R = F_1 + F_2$ 。即作用于物体上同一点两个力的合力等于这两个力的矢量和。

在求共点两个力的合力时，常采用力的三角形法则，如图 2-3 (b) 所示。从刚体外任选一点 a 作矢量 ab 代表力 F_1 ，然后从 ab 的终点 b 作 bc 代表力 F_2 ，最后连起点 a 与终点 c 得到矢量 ac ，则 ac 就代表合力矢 F_R 。分力矢与合力矢所构成的三角形 abc 称为力的三角形。这种合成方法称为力三角形法则。

推论二 三力平衡汇交定理

刚体受同一平面内互不平行的三个力作用而平衡时,则此三力的作用线必汇交于一点。

证明:设在刚体同一平面上三点 A 、 B 、 C 分别作用有力 F_1 、 F_2 、 F_3 , 其互不平行, 且为平衡力系, 如图 2-4 所示, 根据力的可传性, 将力 F_1 和 F_2 移至汇交点 O , 根据平行四边形法则, 得合力 F_{R1} , 则力 F_3 与 F_{R1} 平衡, 由公理一知, F_3 与 F_{R1} 共线, 所以力 F_1 的作用线必过点 O 。

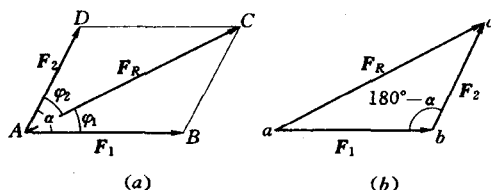


图 2-3

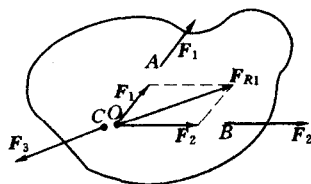


图 2-4

公理四 作用与反作用公理

两个物体间相互作用力, 总是同时存在, 它们的大小相等, 指向相反, 并沿同一直线分别作用在这两个物体上。

物体间的作用力与反作用力总是同时出现, 同时消失。可见, 自然界中的力总是成对地存在, 而且同时分别作用在相互作用的两个物体上。这个公理概括了任何两物体间的相互作用的关系, 不论对刚体或变形体, 不管物体是静止的还是运动的都适用。应该注意, 作用力与反作用力虽然等值、反向、共线, 但它们不能平衡, 因为二者分别作用在两个物体上, 不可与二力平衡公理混淆起来。

公理五 刚化原理

变形体在已知力系作用下平衡时, 若将此变形体视为刚体(刚化), 则其平衡状态不变。

此原理建立了刚体平衡条件与变形体平衡条件之间的关系, 即关于刚体的平衡条件, 对于变形体的平衡来说, 也必须满足。但是, 满足了刚体的平衡条件, 变形体不一定平衡。例如一段软绳, 在两个大小相等, 方向相反的拉力作用下处于平衡, 若将软绳变成刚杆, 平衡保持不变。反过来, 一段刚杆在两个大小相等、方向相反的压力作用下处于平衡, 而绳索在此压力下则不能平衡。可见, 刚体的平衡条件对于变形体的平衡来说只是必要条件而不是充分条件。

第三节 约束与约束反力

工程上所遇到的物体通常分两种: 可以在空间作任意运动的物体称为自由体, 如飞机、火箭等; 受到其他物体的限制, 沿着某些方向不能运动的物体称为非自由体。如悬挂的重物, 因为受到绳索的限制, 使其在某些方向不能运动而成为非自由体, 这种阻碍物体运动的限制称为约束。约束通常是通过物体间的直接接触形成的。

既然约束阻碍物体沿某些方向运动, 那么当物体沿着约束所阻碍的运动方向运动或有运动趋势时, 约束对其必然有力的作用, 以限制其运动, 这种力称为约束反力, 简称反力。约束反力的方向总是与约束所能阻碍的物体的运动或运动趋势的方向相反, 它的作用点就

在约束与被约束的物体的接触点，大小可以通过计算求得。

工程上通常把能使物体主动产生运动或运动趋势的力称为主动力，如重力、风力、水压力等。通常主动力是已知的，约束反力是未知的，它不仅与主动力的情况有关，同时也与约束类型有关。下面介绍工程实际中常见的几种约束类型及其约束反力的特性。

一、柔性约束

绳索、链条、皮带等属于柔索约束。理想化条件：柔索绝对柔软、无重量、无粗细、不可伸长或缩短。由于柔索只能承受拉力，所以柔索的约束反力作用于接触点，方向沿柔索的中心线而背离物体，为拉力，如图 2-5 和图 2-6 所示。

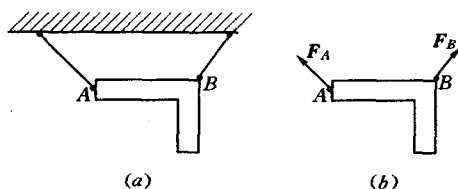


图 2-5

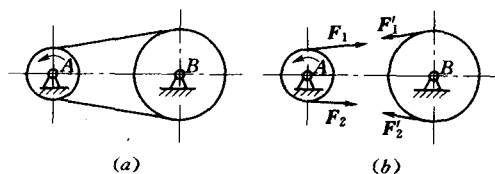


图 2-6

二、光滑接触面约束

当物体接触面上的摩擦力可以忽略时，可看作光滑接触面，这时两个物体可以脱离开，也可以沿光滑面相对滑动，但沿接触面法线且指向接触面的位移受到限制。所以光滑接触面约束反力作用于接触点，沿接触面的公法线且指向物体，为压力，如图 2-7 和图 2-8 所示。

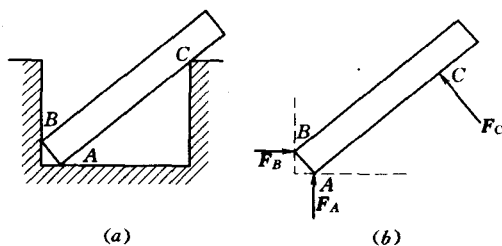


图 2-7

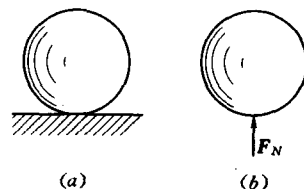


图 2-8

三、光滑铰链约束

工程上常用销钉来连接构件或零件，这类约束只限制相对移动不限制转动，且忽略销钉与构件间的摩擦。若两个构件用销钉连接起来，这种约束称为铰链约束，简称铰连接或中间铰，如图 2-9 (a) 所示。图 2-9 (b) 为计算简图。铰链约束只能限制物体在垂直于销钉轴线的平面内相对移动，但不能限制物体绕销钉轴线相对转动。如图 2-9 (c) 所示，铰链约束的约束反力作用在销钉与物体的接触点 D，沿接触面的公法线方向，使被约束物体受压力。但由于销钉与销钉孔壁接触点与被约束物体所受的主动力有关，一般不能预先确定，所以约束反力 F_C 的方向也不能确定。因此，其约束反力作用在垂直于销钉轴线平面内，通过销钉中心，方向不定。为计算方便，铰链约束的约束反力常用过铰链中心，用两个大小未知的正交分力 X_C , Y_C 来表示，如图 2-9 (d) 所示。两个分力的指向可以假设。

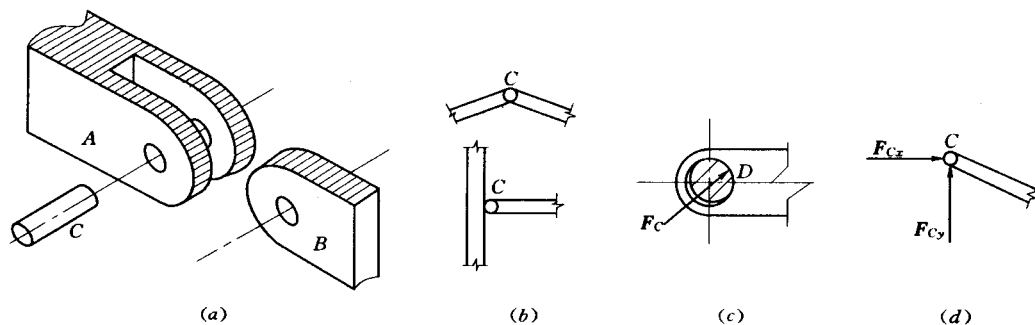


图 2-9

四、固定铰支座

将结构物或构件用销钉与地面或机座连接就构成了固定铰支座，如图 2-10 (a) 所示。固定铰支座的约束与铰链约束完全相同。简化记号和约束反力如图 2-10 (b) 和图 2-10 (d)。

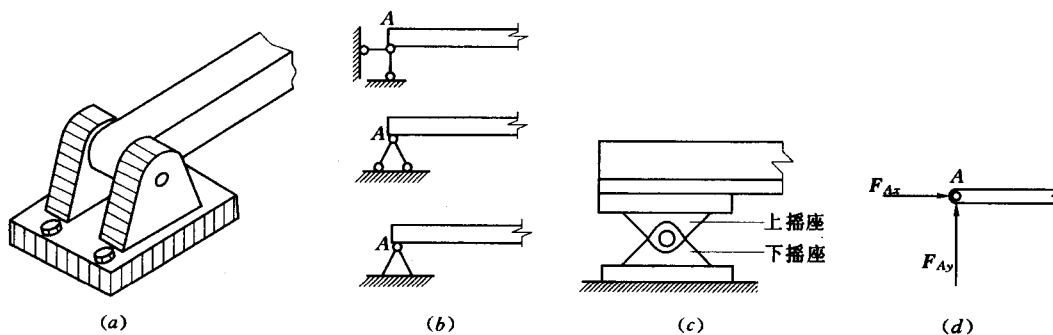


图 2-10

五、辊轴支座

在固定铰支座和支承面间装有辊轴，就构成了辊轴支座，又称活动铰支座，如图 2-11 (a) 所示。这种约束只能限制物体沿支承面法线方向运动，而不能限制物体沿支承面移动和相对于销钉轴线转动。所以其约束反力垂直于支承面，过销钉中心，指向可假设，如图 2-11 (b) 和图 2-11 (c) 所示。

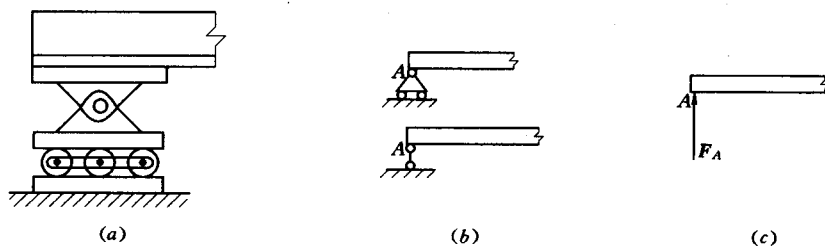


图 2-11

六、链杆约束

两端以铰链与其他物体连接中间不受力且不计自重的刚性直杆称链杆,如图 2-12 (a) 所示。这种约束反力只能限制物体沿链杆轴线方向运动,因此链杆的约束反力沿着链杆两端中心连线,指向或为拉力或为压力,如图 2-12 (b) 和图 2-12 (c) 所示。链杆属于二力杆的一种特殊情形。

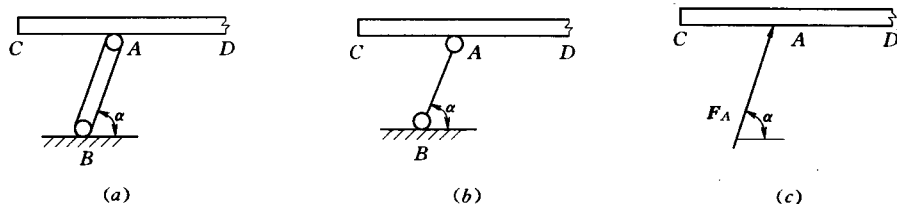


图 2-12

七、固定端约束

将构件的一端插入一固定物体(如墙)中,就构成了固定端约束。在连接处具有较大的刚性,被约束的物体在该处被完全固定,既不允许相对移动,也不可转动。固定端的约束反力,一般用两个正交分力和一个约束反力偶来代替,如图 2-13 所示。

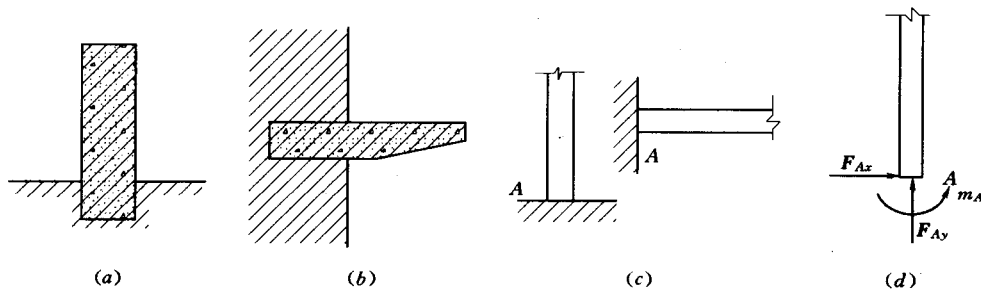


图 2-13

第四节 物体的受力分析与受力图

静力学问题大多是受一定约束的非自由刚体的平衡问题,解决此类问题的关键是找出主动力与约束反力之间的关系。因此,必须对物体的受力情况作全面的分析,即物体的受力分析,它是力学计算的前提和关键。物体的受力分析包含两个步骤:一是把该物体从与它相联系的周围物体中分离出来,解除全部约束,单独画出该物体的图形,称为取分离体;二是在分离体上画出全部主动力和约束反力,称为画受力图。

下面举例说明物体受力分析的方法。

【例 2-1】 起吊架由杆件 AB 和 CD 组成 [见图 2-14 (a)],起吊重物的重量为 Q。不计杆件自重,作杆件 AB 的受力图。

解 取杆件 AB 为分离体,画出其分离体图。