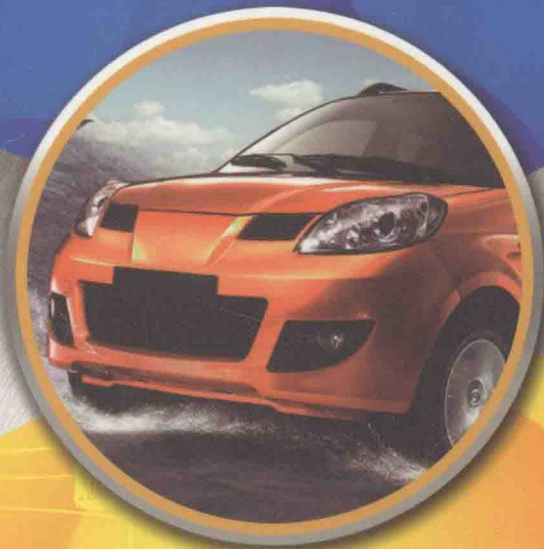


21 世纪高职高专规划教材

——汽车运用与维修系列

# 汽车机械 基础

主 编/蔡广新



ASSE  
POSTERIORE

BRACCIO DI LEVA

DELL'ASSE ANTERIORE

RISORSA

ASSE

ANTERIORE



中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

# 汽车机械基础

主 编 蔡广新

副主编 姚久成

中国人民大学出版社

·北京·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车机械基础/蔡广新主编. —北京: 中国人民大学出版社, 2011  
21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列  
ISBN 978-7-300-13680-6

I. ①汽… II. ①蔡… III. ①汽车-机械学-高等职业教育-教材 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 080076 号

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

### 汽车机械基础

主 编 蔡广新

副主编 姚久成

---

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	<a href="http://www.crup.com.cn">http://www.crup.com.cn</a>		
	<a href="http://www.ttrnet.com">http://www.ttrnet.com</a> (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京民族印务有限责任公司		
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	版 次	2011 年 6 月第 1 版
印 张	14.75	印 次	2011 年 6 月第 1 次印刷
字 数	350 000	定 价	27.00 元

---

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

# 出版说明

进入 21 世纪以来,随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的不断提高,随着公路运输设施和城市基础设施建设投资的迅速增加,以及政府鼓励汽车消费政策的逐步实施,我国汽车保有量迅速增长。目前,我国汽车数量每年以两位数的增长率递增,据此,预计仅汽车维修业近两年就将新增 80 万从业人员,其中大部分从业人员需要接受职业教育与培训。中国人民大学出版社经过充分的市场调研,策划出版了这套高职高专汽车运用与维修专业的系列教材。

本套教材紧密贴近我国高职教学改革的实际,力求体现以下几个特点。

## 1. 以企业需求为基本依据,以就业为导向

教材的编写以就业为导向,以能力为本位,能够满足企业的工作需求,提高学生学习的主动性和积极性。我们对每本书的主编精心遴选,除了要求主编必须是高职院校的骨干教师外,还要求他们有在一线汽车相关企业的工作经验或实验实训经历,确保教材的内容既能紧密贴合教学大纲,又能准确把握市场需求、加强实践操作环节内容。

## 2. 适应汽车企业技术发展,体现教学内容的先进性和前瞻性

本套教材关注我国汽车制造和维修企业的最新技术发展,通过校企合作编写的形式,及时调整教材内容,突出本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,克服旧教材存在的内容陈旧、更新缓慢、片面强调学科体系完整、不能适应企业发展需要的弊端。每本教材结合专业要求,使学生在学习专业基本知识和基本技能的基础上,及时了解、掌握本领域的最新技术发展及相关技能,实现专业教学基础性与先进性的统一。

## 3. 教材内容按模块化形式编写

教材力求摆脱学科课程旧思想的束缚,从岗位需求出发,尽早让学生接触实践操作内容。根据具体的专业情况,有的是每本书一个模块,有的是每本书分为多个模块,每部分内容都以工作岗位所需要的技能展开。

## 4. 跨区域开发、整合多方优势

由于我国幅员辽阔,各地区经济发展都具有不同的地域特点,而作为与经济建设密切相关的职业教育也必然存在区域间的差异。为了打造出一套适用性强、博采众长的教材,我们在教材的策划阶段,即与不同区域的众多开设汽车相关专业的高职院校取得了联系,并进行了深入调研,经过反复研讨后确定了具体的编写大纲。教材在编写过程中得到了辽宁省交通高等专科学校、承德石油高等专科学校、长春汽车工业高等专科学校、内蒙古交通职业技术学院、河南交通职业技术学院、河北交通职业技术学院、广东轻工职业技术学院等二十多家职业院校的参与与大力支持。

## 5. 教材配备完善的立体化教学资源

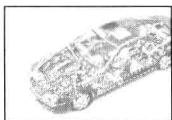
本系列教材在研发的同时,希望能够在相关课件的开发制作方面做出自己的特色,从而提升教材的核心竞争力。通过对市场的前期调研,我们对目前已经出版的相关教材配套

课件情况进行了分析,针对目前同类产品存在的不足,制定了专业基础课教材课件完整、专业主干课教材演示视频丰富、全系列教材教学资源整合形成网上资源平台的策划思路,力求使本套教材成为真正的立体化教材。

本套教材在编写过程中,除了得到多所高职院校的帮助外,《汽车维修技师》、辽宁省交通高等专科学校汽车研究所、辽宁鑫迪汽车销售服务有限公司、大连新盛荣汽车销售服务有限公司、辽宁宝时汽车销售服务有限公司、安徽宝德汽车维修有限公司等在技术和资料方面给予了很多支持,在此表示衷心的感谢。

希望本套教材的出版能够为高职高专院校汽车运用与维修专业的教学工作起到积极的促进作用,也欢迎本套教材的使用者针对教材中存在的不足提出宝贵的建议。

中国人民大学出版社



## 前言

Preface

本书是为了适应我国高职高专汽车类专业教育大力发展的需要，由编者总结多年教学经验编写而成的，可供汽车类专业教学使用。

本书充分考虑了目前汽车类专业的特点和实际需要，将工程力学和机械设计基础集于一体，组成了汽车机械基础的新体系。

本书基本知识点的选取以“必需”、“够用”为度，没有过多的理论推导；同时选取了许多汽车工程中的实例，以培养学生分析和解决实际问题的能力。本书在叙述上力求通俗易懂，深入浅出，对于各种基本概念和基本原理的阐述力求简明扼要。

全书采用最新国家标准和汽车标准。

全书共分六章，第一章由姚久成编写；第二章由张丽娜编写；第三章至第六章由蔡广新编写。蔡广新任主编，负责全书的统稿，姚久成任副主编。北京理工大学庞思勤教授仔细审阅了全书的文稿和图稿，提出了很多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

**编者**

2011年4月

## 教师信息反馈表

为了更好地为您服务,提高教学质量,中国人民大学出版社愿意为您提供全面的教学支持,期望与您建立更广泛的合作关系。请您填好下表后以电子邮件或信件的形式反馈给我们。

您使用过或正在使用的我社教材名称		版次	
您希望获得哪些相关教学资料			
您对本书的建议(可附页)			
您的姓名			
您所在的学校、院系			
您所讲授课程名称			
学生人数			
您的联系地址			
邮政编码		联系电话	
电子邮件(必填)			
您是否为人大社教研网会员	<input type="checkbox"/> 是 会员卡号: _____ <input type="checkbox"/> 不是,现在申请		
您在相关专业是否有主编或参编教材意向	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不一定		
您所希望参编或主编的教材的基本情况(包括内容、框架结构、特色等,可附页)			

**我们的联系方式:北京市海淀区中关村大街 31 号**

**中国人民大学出版社教育分社**

邮政编码:100080

电话:010-62515913

网址:<http://www.crup.com.cn/jiaoyu/>

E-mail:[jyfs\\_2007@126.com](mailto:jyfs_2007@126.com)

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

## 编委会

主 任 王世震  
(教育部高等学校高职高专汽车类专业教指委副主任委员)

副主任 张红伟

委 员 (排名不分先后)

孔繁瑞 毛 峰 王丽梅 王富饶 刘 永

刘皓宇 刘雅杰 吴兴敏 吴 松 张 义

张 永 张立新 张西振 张 俊 李 宏

李 晗 杨宝成 杨洪庆 杨艳芬 杨智勇

陈纪民 明光星 段兴华 凌永成 徐景波

隋礼辉 惠有利 韩 梅 蔡广新



# 目 录



## Contents

<b>第一章 构件的静力分析</b>	1
第一节 静力分析基础	1
第二节 平面基本力系	10
第三节 平面任意力系	17
第四节 空间力系	29
<b>第二章 旋转构件的运动分析和动力分析</b>	42
第一节 定轴转动刚体的速度和加速度	42
第二节 定轴转动刚体的动静法	45
第三节 回转件的平衡	49
第四节 功率与机械效率	51
<b>第三章 构件承载能力分析</b>	56
第一节 构件承载能力概述	56
第二节 杆件的轴向拉伸与压缩	58
第三节 圆轴扭转	77
第四节 梁的弯曲	82
第五节 组合变形的强度计算	102
<b>第四章 常用平面机构</b>	117
第一节 平面机构的组成	117
第二节 平面连杆机构	126
第三节 凸轮机构	134
<b>第五章 常用机械传动</b>	141
第一节 带传动和链传动	141
第二节 圆柱齿轮传动	148
<b>第六章 常用的机械零部件</b>	187
第一节 螺纹联接	187
第二节 轴毂联接	190
第三节 轴	196
第四节 轴承	207
<b>参考文献</b>	224



# 构件的静力分析

静力分析研究物体在力系作用下平衡的普遍规律。所谓平衡是指物体相对于地球表面保持静止或做匀速直线运动的状态，它是机械运动的特殊情况。汽车中有许多零件和构件，它们在工作时处于平衡状态或近似地处于平衡状态，如汽车车身、车架、车桥、转向传动机构、制动机构等。为了合理地设计这些零件和构件的形状、尺寸，选用恰当的材料，需要对这些物体进行强度、刚度和稳定性分析和计算，这些分析和计算都是以静力分析的基本知识作为基础的。

## 第一节 静力分析基础

### 一、基本概念

#### 1. 力的概念

力的概念是人们在长期生活和生产实践中逐步总结而成的。经过科学的抽象建立了力的概念：力是物体间相互的机械作用，这种作用使物体的运动状态和形状发生改变。力作用于物体，使物体发生运动状态的改变，称为力的运动效应或外效应；力使物体发生形状的改变，称为力的变形效应或内效应。

力对物体的效应取决于力的大小、方向和作用点，这三者称为力的三要素。

力的大小是指物体间相互作用的强弱程度，可以根据力的效应来测定。其计量单位在国际单位制中规定为 N（有时以 kN 为单位）。

力的方向是指力作用的方位和指向。如重力的方向是“铅垂向下”。“铅垂”是重力的方位，“向下”是力的指向。

力的作用点是指力作用的位置。实际上两个物体直接接触时，力的作用位置分布在一定的面积上，只是当接触面积相对较小时，才能抽象地将其看作集中于一点，这种力称为集中力。不能抽象地看作集中力的力称为分布力或分布载荷。如梁的自重、风力、水的压力等都是分布力或分布载荷。对于分布载荷，单位长度上的载荷量或单位面积上的载荷量称为载荷集度。一段长度上或一块面积上载荷集度为等值的分布载荷，

称为均布载荷。

由于力既有大小又有方向，所以力是矢量。它服从于矢量的运算法则。力可以用一个带箭头的有向线段来表示，如图 1—1 (a) 中所表示的  $F$  力。有向线段的长度（按一定的比例）表示力的大小，线段的方位  $\theta$  角和箭头的指向表示力的方向，线段的起点（或终点）表示力的作用点。当两物体间为拉力时，以线段的起点为作用点，如图 1—1 (b) 中的  $A$  点所示，表示  $F_A$  的作用点。当两物体间为压力时，以线段的终点为作用点，如图 1—1 (b) 中的  $B$  点所示，表示  $F_B$  的作用点。本书中，矢量均以黑斜体  $F$  表示。

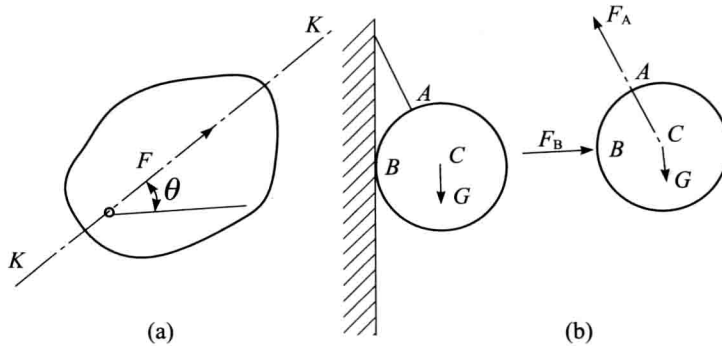


图 1—1 力的表示

## 2. 力系

作用于同一物体上的一群力称为一个力系。如果刚体在一个力系的作用下保持平衡，则称这一力系为平衡力系。平衡力系中的各个力相互抵消。如果两个力系对同一物体的效应相同，则称这两个力系等效，或者说其中一个力系是另一个力系的等效力系。如果一个力与一个力系等效，则该力就称为这个力系的合力，而力系中的各个力称为此合力的分力。

## 3. 刚体的概念

所谓刚体是指在力的作用下不变形的物体。实际上，任何物体在力的作用下或多或少都会产生变形，如果物体变形很小，且变形对所研究问题的影响可以忽略不计，则可将物体抽象为刚体。但是如果在所研究的问题中，物体的变形成为主要因素时，就不能再把物体看成刚体，而要看成变形体。静力分析中所研究的物体都抽象为刚体。

## 4. 力矩的概念

若某物体具有一固定支点  $O$  点，且  $F$  力的作用线不通过固定支点  $O$ ，则物体将产生转动效应。其转动效应与力  $F$  的大小和  $O$  点到力  $F$  作用线的垂直距离  $h$  有关，用它们的乘积来度量平面力对点的作用，简称力矩，记作

$$M_O(F) = \pm Fh$$

式中， $h$  称为力臂； $O$  点称为矩心，它可以是固定支点，在理论研究中也可以是某指定的点；其正负值一般规定为：产生逆时针转动效应的力矩取正值，反之取负值，如图 1—2 所示。

在平面问题中，力矩只需要考虑大小和转向，因此力矩是代数量。力矩的单位为  $N \cdot m$  或  $kN \cdot m$ 。

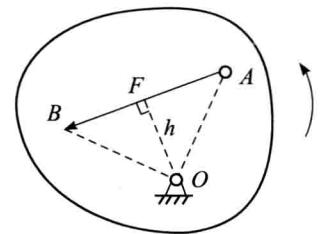


图 1—2 力对点之矩

### 5. 力偶的概念

力偶和力是静力分析的两个基本要素。作用于刚体上大小相等、方向相反但不共线的两个力所组成的最简单的力系称为力偶，如图 1—3 (a) 所示。力偶能使刚体产生纯转动效应，而不能产生移动效应。

力偶对刚体产生的转动效应，以力偶矩  $M$  来度量，记作

$$M = \pm Fd$$

式中， $d$  为两个力作用线之间的垂直距离，称为力偶臂。两力作用线所组成的平面称为力偶的作用面。力偶使刚体做逆时针方向转动，力偶矩取正值，反之取负值。

对于平面力偶而言，力偶矩  $M$  可认为是代数量，其绝对值等于力的大小与力偶臂的乘积。力偶矩的单位为  $\text{N} \cdot \text{m}$  或  $\text{kN} \cdot \text{m}$ 。衡量力偶转动效应的三个要素是力偶矩的大小、力偶的转向和力偶的作用面。

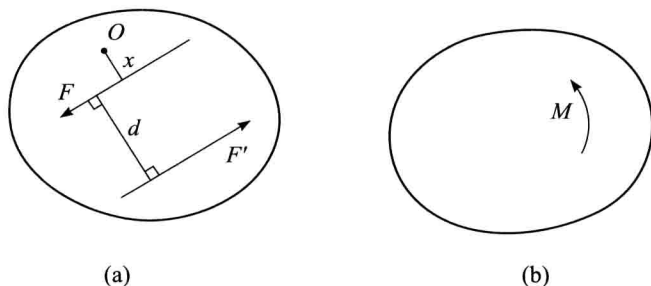


图 1—3 力偶的表示

平面力偶除了用力和力偶臂表示外，也可以用一带箭头的弧线表示，如图 1—3 (b) 所示。 $M$  表示力偶矩的大小，箭头表示力偶矩的转向。

力偶具有如下性质：

(1) 力偶不能合为一个力。力偶不能用一个力来代替，也不能用一个力来平衡，只能用反向的力偶来平衡。

(2) 力偶对其所在平面内任一点的力矩都等于一个常量，其值等于力偶矩本身的大小，而与矩心的位置无关。

在图 1—3 (a) 所示的力偶平面内任取一点  $O$  为矩心。设  $O$  点与力  $F$  的垂直距离为  $x$ ，则力偶的两个力对于  $O$  点的矩之和为

$$-Fx + F'(x+d) = -Fx + F(x+d) = Fd$$

由此可知，力偶对于刚体的转动效应完全决定于力偶矩，而与矩心位置无关。

## 二、基本公理

静力分析基本公理是人类在长期生活和生产实践中积累经验，又经过实践的反复检验，证明是符合客观实际的普遍规律。

### 1. 二力平衡公理

作用在同一刚体上的两个力，使刚体保持平衡的必要与充分条件是：这两个力大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。

工程中经常遇到不计自重、只受两个力作用而平衡的构件，称为二力构件。当构件为杆状时，又习惯称为二力杆。根据二力平衡公理，作用于二力构件（二力杆）上的这两个力的作用线必定沿着两个力作用点的连线，且大小相等，方向相反。

需要指出的是，上述平衡条件只适用于刚体。对于变形体，上述条件是必要的，但不是充分的。例如图 1—4 所示的绳索，当承受大小相等、方向相反的拉力时可以平衡，如图 1—4 (a) 所示；但当承受大小相等、方向相反的压力时，则不能保持平衡，如图 1—4 (b) 所示。

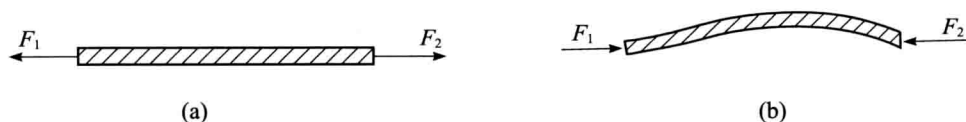


图 1—4 变形体平衡

### 2. 加减平衡力系公理

在刚体上作用有某一力系时，若再加上或减去一个平衡力系，并不改变原力系对刚体的作用效应。

根据这一公理，可以得到作用于刚体上的力的一个重要性质——力的可传递性原理，即作用于刚体上的力，可以沿着其作用线任意移动，而不改变力对刚体的作用效应。

设作用于小车上 A 点的力为  $F$ ，如图 1—5 (a) 所示。

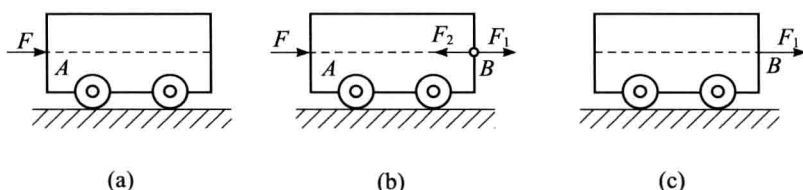


图 1—5 力的可传递性原理

在力的作用线上任取一点 B，在 B 点沿力  $F$  的作用线加上一对相互平衡的力  $F_1$  和  $F_2$ ，且令其大小都等于  $F$ ，这样并不改变原来的力  $F$  对小车的效应。由  $F$ 、 $F_1$ 、 $F_2$  组成的力系中， $F$  与  $F_2$  也是一个平衡力系。若将这两个力从图 1—5 (b) 中减去，可得到如图 1—5 (c) 所示的状态，同样不改变力对小车的效应。于是可知  $F_1$  与  $F$  对小车的效应相同，即  $F_1$  与  $F$  具有相同的作用线、相同的大小和相同的方向。这就相当于把作用于 A 点的力  $F$  沿着作用线移到了 B 点。

### 3. 作用与反作用公理

两物体之间总是存在相互作用的力，且两者大小相等、方向相反、沿同一条直线，分别作用在两个物体上。

该公理表明两个物体之间所发生的机械作用一定是相互的，即作用力与反作用力必须同时成对出现，也必须同时成对消失。这种物体之间的相互作用力关系是分析物体受力时必须遵循的原则，它为研究由一个物体过渡到多个物体组成的物体系统提供了基础。

### 4. 力的平行四边形公理

作用于刚体上某点 A（或作用线交于 A 点）的两个力  $F_1$ 、 $F_2$ ，可以合为一个力，这

个力称为  $F_1$  和  $F_2$  的合力。合力的大小、方向、作用线由以这两个力为邻边所组成的平行四边形的对角线来确定。

设在刚体上某点  $A$  作用有  $F_1$ 、 $F_2$  两个力，如图 1—6 (a) 所示。则其合力  $F$  的大小、方向是由以  $F_1$ 、 $F_2$  为邻边作出的平行四边形的对角线来表示的。用矢量式表示为

$$F = F_1 + F_2$$

即合力  $F$  等于  $F_1$  和  $F_2$  两个分力的矢量和。

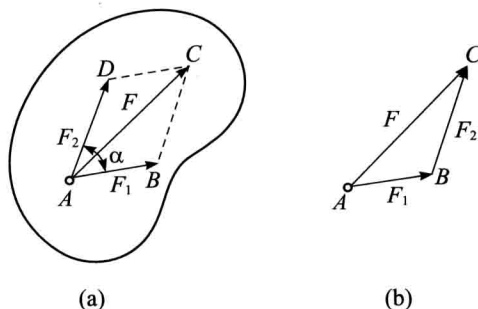


图 1—6 两力合成

力的平行四边形的作图法可用更简单的作图法代替，如图 1—6 (b) 所示。只要以力  $F_1$  的终点  $B$  作为力  $F_2$  的起点，连接  $F_1$  的起点  $A$  与  $F_2$  的终点  $C$ ，即代表合力  $F$ 。三角形  $ABC$  称为力三角形。用力三角形求合力的方法称为力三角形法则。如果先作  $F_2$ ，再作  $F_1$ ，则并不影响合力的大小和方向。

### 5. 三力平衡汇交定理

作用于刚体上同一平面内的三个不平行的力，如果使刚体处于平衡，则这三个力的作用线必定汇交于一点。

此定理很容易证明。设作用在刚体上同一平面内有三个力  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ ，如图 1—7 所示。力  $F_1$  和  $F_2$  的作用线相交于  $B$  点。根据力的可传递性原理，将  $F_1$  和  $F_2$  分别沿作用线移到  $B$  点，将两个力合成，其合力  $F$  必通过两力的交点，并在两力所作用的平面上。这时，刚体就可看成受  $F$  和  $F_3$  两个力作用，当刚体处于平衡时，此二力必定等值、反向、共线。既然  $F$  通过  $B$  点，则  $F_3$  也必通过  $B$  点，亦即  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  三个力的作用线必汇交于  $B$  点。

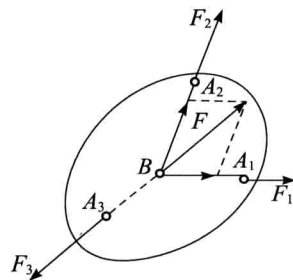


图 1—7 三力平衡

## 三、约束与约束反力

对物体的运动起限制作用的其他物体，称为该物体的约束。如吊车钢索上悬挂的重物，钢索是重物的约束；搁置在墙上的屋架，墙是屋架的约束等，这些约束分别阻碍了被约束物体沿着某些方向的运动。约束作用于被约束物体上的力称为约束反力。约束反力属于被动力，是未知的力，它的方向总是与物体的运动趋势方向相反，作用在约束与被约束物体的接触点上。

在静力分析中，主动力往往都是已知的力，因此，对约束反力的分析就成为物体受力分析的重点。工程实践中，物体间的连接方式是很复杂的，为了分析和解决实际的计算问

题，必须将物体间各种复杂的连接方式抽象为几种典型的约束类型。下面介绍几种常见的约束类型，指出如何判断约束反力的某些特征。

### 1. 柔体约束

绳索、胶带、链条等柔性体都属于这类约束。由于柔体约束只限制物体沿着柔体伸长的方向运动，其能承受拉力，不能承受压力或弯曲，所以柔体的约束反力必定是沿着柔体的中心线且背离被约束物体的拉力。如图 1—8 (b) 所示钢绳吊起钻杆，钢绳对钻杆的约束反力为  $F_A$ 。

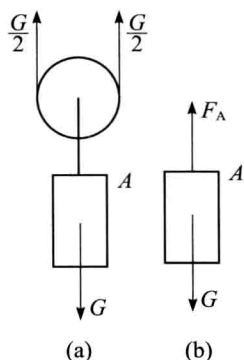


图 1—8 钢绳起吊钻杆

在工程中，还要根据不同的工作原理，结合工程实际，对柔体约束进行具体分析，以便正确地判断柔体的约束反力。下面分为三种情况来分析。

一是滑轮，如图 1—8 (a) 所示，绳索和滑轮之间光滑无摩擦，滑轮两侧绳索的拉力相等，皆为  $\frac{G}{2}$ 。

二是带轮，如图 1—9 所示，胶带和带轮之间是依靠摩擦来传递运动的。分析带轮 A 两侧的约束反力时，都是拉力，但大小不等。在安装带轮时，胶带中有一个初拉力  $F_0$ 。带轮旋转后，紧边拉力为  $F_1 > F_0$ ，松边拉力为  $F_2 < F_0$ ，但  $F_2 > 0$  仍为拉力，而不是压力。当  $F_2 \leq 0$  时，胶带将打滑不能传递运动。

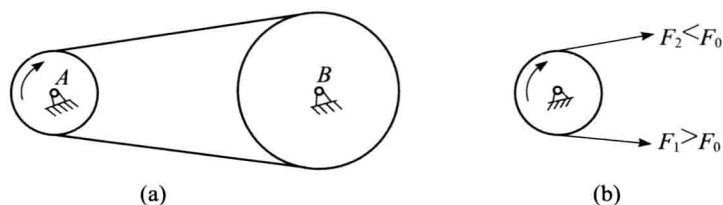


图 1—9 带轮

三是链轮，如图 1—10 所示，自行车链条和链轮之间是依靠啮合来传递动力和运动的，啮合拉紧的一边为拉力，脱离啮合的一边放松不受力，如图 1—10 (b) 所示。

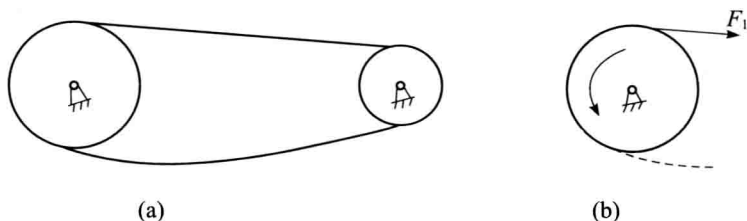


图 1—10 链轮

### 2. 光滑接触面约束

当非常光滑（摩擦可以忽略不计）的平面或曲面对物体运动构成限制时，称为光滑接触面约束。这类约束不限制物体沿约束表面切线方向及脱离支承面的任何方向的位移，但沿接触面法线向支承面内的位移受到了限制。因此，光滑接触面约束的约束反力

通过接触点沿着公法线方向并指向被约束物体，为压力，常用  $F_N$  来表示，如图 1—11 所示。

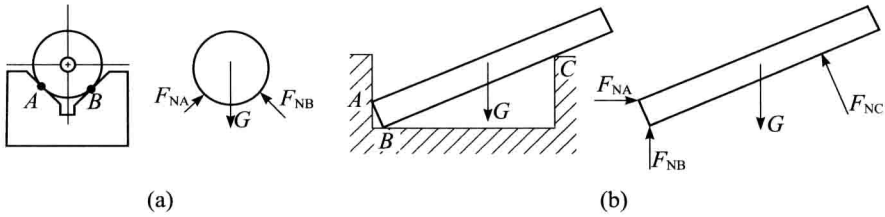


图 1—11 光滑接触面约束

### 3. 光滑圆柱铰链约束

图 1—12 (a) 中两个构件 A、B 的连接是通过圆柱销钉 C 或圆柱形轴来实现的，这种使构件只能绕销轴转动的约束称为圆柱铰链约束。这类约束能够限制构件沿垂直于销钉轴线方向的相对位移。若将销钉和销孔间的摩擦略去不计而视为光滑接触，则这类铰链约束称为光滑铰链约束。若构成铰链约束的两个构件都是可以运动的，则这种约束称为中间铰链约束，其简图如图 1—12 (b) 所示。

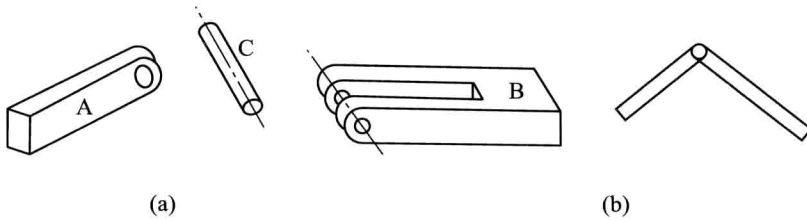


图 1—12 中间铰链

由于销钉和销孔之间看成光滑接触，根据光滑接触面约束反力的特点，销钉对构件的约束反力应沿着接触点处的公法线方向，且通过销孔的中心，如图 1—13 (a) 所示。但接触点的位置不能预先确定，它随着构件的受力情况发生变化。为计算方便，约束反力通常用经过构件销孔中心  $O$  点的两个正交分力  $F_x$  和  $F_y$  来表示，如图 1—13 (b) 所示。

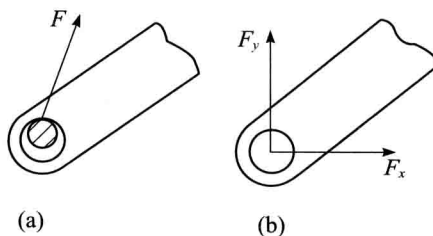


图 1—13 铰链受力

### 4. 铰链支座约束

#### (1) 固定铰链支座。

用圆柱铰链连接的两个构件，如果其中一个固结于基础或机器上，则该约束称为固定



铰链支座，简称固定铰链或固定支座，如图 1—14 (a) 所示，其简图如图 1—14 (b) 所示。固定铰链支座的约束反力的方向不能确定，仍表示为正交的两个分力  $F_{Ax}$  和  $F_{Ay}$ ，如图 1—14 (c) 所示。

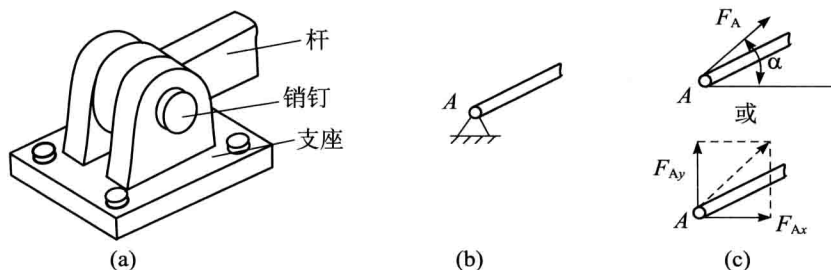


图 1—14 固定铰链支座

当中间铰链或固定铰链约束的两构件中有二力构件时，其约束反力满足二力平衡条件，方向是确定的，且沿两约束反力作用点的连线。

如图 1—15 (a) 所示， $AB$  杆中点作用力  $F$ ，杆  $AB$ 、 $BC$  不计自重。 $BC$  杆为二力杆， $B$ 、 $C$  两端为中间铰链和固定铰链约束，约束反力的方向不能任意假设，只能沿  $B$ 、 $C$  两点的连线，如图 1—15 (b) 所示。

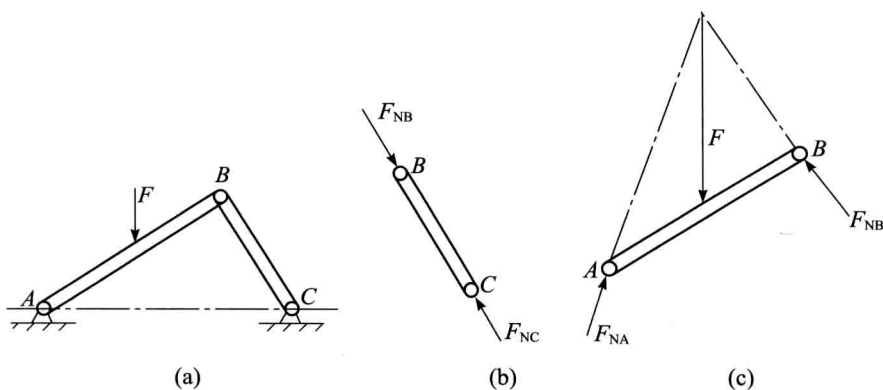


图 1—15 二力构件和三力构件

杆  $AB$  在  $A$ 、 $B$  两点受力并受主动力  $F$  的作用，是三力构件，符合三力平衡汇交定理，其受力图如图 1—15 (c) 所示。在画  $BC$  杆和  $AB$  杆受力图时应注意，中间铰链  $B$  必须按作用与反作用公理画其受力图。固定铰链支座  $A$  可用图 1—15 (c) 所示的三力平衡汇交定理确定约束反力的方位，力的指向可任意假设，也可用互相垂直的两个分力表示。

### (2) 活动铰链支座。

如果将铰链支座用几个辊轴或滚柱支承在光滑面上，则这种约束称为活动铰链支座约束，又称辊轴约束，如图 1—16 (a) 所示。其常用于桥梁、屋架等结构中，简图如图 1—16 (b) 所示。