

716

T111-43
Z73

全国纺织高职高专教材

机械基础

周福义 杨世明 / 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书介绍工程力学、工程材料、机械原理和机械零件等方面的基础知识。为适应大专及高职高专学生的接受水平,注意由工程实例引出基本理论,略去某些繁琐的数学推导,并编入一定数量的例题和习题,便于培养和提高学生分析和解决问题的能力。

本书可作为非机类大专及高职高专纺织及相关专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/周福义,杨世明主编. —北京:中国纺织出版社, 2001. 10

全国纺织高职高专教材

ISBN 7-5064-2062-7/TS·1519

I. 机… II. ①周…②杨… III. 机械学-高等学校:技术学校-教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 043189 号

策划编辑:李东宁 责任编辑:王力凡 责任校对:陈 红
责任设计:何 建 责任印制:刘 强

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号

邮政编码:100027 电话:010-64168226

http://www.c-textilep.com

E-mail: faxing @ c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

2001 年 10 月第一版第一次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:20.25

字数:492 千字 印数:1—4000 定价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

面向 21 世纪的机械基础教学改革已探索几年,在教学内容和教学方式上我们都进行了一系列的改革尝试,为了加强教与学的联接,避免相关课程的内容简单重复,充分利用日趋紧张的课时,就必须解决好配套教材问题。为此,我们结合自身教改经验,在火恩铭主编的《机械基础教程》的基础上,编写了这本《机械基础》。在高职高专纺织学校的非机类专业中设置《机械基础》这门技术基础课程,使学生可以初步掌握有关工程力学、工程材料、机械原理和机械零件等方面的基础知识。

参加本教材编写工作的有河南纺织高等专科学校的周福义(绪论、第一章、第二章和第七章)、天津工业大学的杨世明(第十三章和附录)、河南纺织高等专科学校的陈建政(第四章和第九章)、赵利明(第十七章至第二十一章)、曹萃文(第十四章至十六章)、温倩(第六章、第十二章、第二十二章和第二十四章)、蔡崇田(第三章、第八章、第十章和第十一章)、禹同娥(第五章和第二十三章)。本书由周福义和杨世明担任主编、陈建政和赵利明担任副主编。

本教材由河南纺织高等专科学校李冬主审,对书稿进行了认真细致的审阅,并提出了极为宝贵的修改意见,对提高本书的编写质量给予了很大的帮助,在此表示感谢。

在本书的编写过程中,参考了许多同类教材和习题集,谨致谢意。

编者还要感谢中国纺织出版社的领导和本书的责任编辑。他们全力支持教学改革和教材建设,对本书的编写和出版给予了热情的关注和大力支持。

本教材以高职高专培养技术应用型专门人材为指导,密切联系纺织专业和染整专业,但没有局限于纺织机械和染整机械,也适用于其他高等专科

学校非机类专业使用,课时数为 120 左右,除去带“*”的也适用于少学时使用。

限于编者水平,误漏欠妥之处仍在所难免,欢迎广大同仁和读者批评指正。

编 者

2001 年 4 月

绪 论

在工业企业中,工艺和机械设备是紧密结合的,可靠的、高效能的机械设备是保证工艺实施和确保产品质量的必要条件。企业中的工艺技术人员不可避免地会遇到许多机械方面的问题,如机械设备的选用、安装、调试、使用、维护,以至对机械设备进行必要的改造、革新等。要想妥善地解决这些问题,就应掌握必要的机械方面的知识。在中小型企业中,这种需要就显得更为突出。因此,工艺技术人员不仅需要掌握足够的专业知识,还必须掌握一定的机械基础知识才能适应现代化工业生产的要求。机械基础课程就是为了满足这一需要而开设的。

机械(确切地说是常用的机构和通用零件)是本课程的主要研究对象,而其基础是力学和材料学理论,因而,本教材的内容分为两部分:

(1)工程力学和工程材料基础。通过分析力学的平衡条件和构件的承载能力,以及介绍材料的性能,使学生掌握简单结构的受力分析、构件的强度和刚度问题的研究方法,以及在机械设计时进行合理选材的一般原则,为学习后面的内容打下基础。

(2)机械原理与机械零件。这是本教材的主体内容。主要叙述机械中常用机构和通用零件的工作原理、运动特性、结构特点和设计与计算方法,为选择、使用和维护机械设备中常用的机械传动装置提供必要的基础知识。

机械基础是阐述与机械有关的基本知识和基本理论的一门综合性课程,学生不仅要学会必要的机械基础知识,而且还需受到一定的基本技能(正确运算、查阅手册、图文表达)训练,为以后顺利地学习专业课程和从事技术工作奠定基础。

机械基础是介于基础课与专业课之间的技术基础课程,在教学计划中起着承上启下的作用。学习本门前,应先学好数学、物理、机械制图等课程,同时在钳工实习期间还应对金属的加工工艺有一定的了解。

本课程是属于应用性质的课程,具有综合性和实践性较强的特点。在学习本课程时,不仅要注意理论性内容的学习,通过解题来提高运用基本理论去分析和解决问题的能力;还应注意实践性知识的积累,通过实验、设计作业以及对日常生活和生产中的现有机械进行观察、分析和比较,积累经验,逐步掌握机械设计的基本方法。因此,学习时应当做到理论与实践并重。

第一篇 工程力学和工程材料基础

工程力学是一门研究物体机械运动及构件的强度、刚度和稳定性的科学。它主要包括理论力学和材料力学两个力学分支的有关内容。工程材料是研究工程结构和机械设备的有关材料的成分、组织、性能应用方面的一般规律的科学,是材料科学的实用部分。本篇阐述这两门科学中的一些基础内容,现简介如下:

第一章至第五章是理论力学中的静力学部分,主要研究力系的简化和平衡条件。在研究物体的平衡时,物体的变形和其本身尺寸相比一般都很小,忽略变形因素对分析物体受力状况的影响,所以在静力学中把物体都抽象为不变形的力学模型,并称之为刚体。

第六章至第十一章是材料力学部分,主要研究构件的强度和刚度问题。在这类问题中,物体的变形不能忽略,代替实际物体的力学模型则为变形固体。

第十二章是工程材料部分,主要介绍常用的工程材料的种类、性能、用途、选材的一般原则和钢的热处理方法,为机械的设计与使用提供正确选材及合理用材的基本原则和基本知识。

第一章 静力学的基本概念与公理

第一节 运动和静止

机械运动,是指物体在空间的相对位置随时间的变化。物体的运动是绝对的,但物体的运动形式和所在空间的位置只能相对地描述,不能抽象地去谈物体的运动形式和所在空间的位置,而只有选择了另一物体作为参考时才有意义,这个作为参考的物体称为参考体。固接于参考体上的坐标系称为参考坐标系,简称参考系。如无特别说明,一般都取固结于地球的坐标系为参考系,即都取地面为参考系。

平衡是物体机械运动的一种特殊形式,在工程上,一般是指相对于地球保持静止或作匀速直线运动状态。

理论力学是研究物体机械运动一般规律的科学,而静力学是理论力学的重要组成部分,主要研究物体机械运动的特殊形式,即物体在力系作用下的平衡规律。

静力学的理论知识是对结构物和机械零件进行受力分析和计算的基础,在工程技术中广泛

运用。

第二节 静力学的基本概念

一、力的概念

1. 力的定义 力是物体间的相互机械作用,其效应使物体的运动状态发生变化,同时使物体产生变形。前者称为力的运动效应或外效应,后者称为力的变形效应或内效应。

2. 力的要素 力对物体的效应取决于以下三个要素:

(1)力的大小:指物体间相互作用的强度。为了度量力的大小,必须先确定力的单位。在国际单位制(SI)中,力的单位是牛顿(N)或千牛顿(kN)。目前工程上有的还沿用工程单位制,力的单位是公斤力(kgf),在我国属非法定单位。牛顿和公斤力的换算关系为

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

(2)力的方向:方向的含义有两点:一是方位,一是指向。例如说重力的方向是“铅垂向下”。“铅垂”是力的方位,“向下”是力的指向。

(3)力的作用点:指力对物体作用的位置。它实际上不是一个点,而是物体的某一部分面积。当作用面积较大时,就形成分布力;当作用面积较小时,就可近似地看成作用在一个点上,则称为集中力,该点称为力的作用点。

以上三要素中,只要改变其中任何一个要素,力对物体的效应也就随之变化。所以要确定一个力,必须表明它的大小、方向和作用点。

3. 力的表示法 力是矢量。它可用有向线段(矢线)将其三要素表示出来:矢线的长度(按一定比例)表示力的大小,矢线的方位和箭头的指向表示力的方向,矢线的始点或终点表示力的作用点。矢线所在的直线称为力的作用线。

本书理论力学部分中用黑体字母表示矢量,如 \mathbf{F} 。该矢量的大小(亦称模)则用相应的白体字母表示,如 F 。

二、刚体的概念

所谓刚体,就是指在任何外力作用下,形状和大小始终保持不变的物体。也就是说,刚体内任意两点之间的距离永远保持不变。

显然,自然界中任何物体在受力作用后都将发生变形,刚体实际上是不存在的,它只是实际物体抽象化的力学模型。在工程中,许多物体的变形都很微小,对研究平衡问题的影响可忽略不计,故在静力学中通常把物体视为刚体,以使问题大为简化。由于静力学中所采用的力学模型是刚体,故又称刚体静力学。

三、平衡的概念

平衡是物体机械运动的一种特殊形式,在工程上,一般是指物体相对于地球保持静止或作匀速直线运动的状态。

静力学的主要任务是研究物体在各种力系作用下的平衡条件。为此,需要分析平衡物体的受力情况,判断物体受哪些力的作用,确定每个力的大小、方向和作用点。在设计各种机器的零部件或建筑物的构件时,最初遇到的力学问题就是静力学的分析和计算,根据计算结果确定选用材料和几何尺寸。因此,平衡规律是进行机械设计必备的基础知识。

四、静力学的基本定义

为了便于以后的研究和叙述,首先要明确下列各有关定义:

(1)力系:同时作用在同一物体上的一群力。

(2)等效力系:如果作用于物体上的某一力系可用另一力系代替而不改变原力系的效应,则该二力系互为等效力系。

(3)平衡力系和平衡力:如果物体在某力系作用下处于平衡状态,则该力系称为平衡力系。平衡力系中任一个力称为其余各力的平衡力。

(4)合力和分力:如果一个力与一个力系等效,则该力称为此力系的合力,而力系中的每一个力均可称为该合力的分力。

(5)力的合成和分解:由已知力系求其合力称为力系的合成。反之,由合力求其分力称为力的分解。

五、力系的分类

根据力系中各力的作用线是否处于同一平面内,可将力系分为两类:

(1)平面力系:力系中各力的作用线均处在同一平面内。

(2)空间力系:力系中各力的作用线不处在同一平面内。

在这两类力系中,根据各力作用线分布的特点,每类又可细分为汇交力系(包括共点力系)、平行力系、任意力系和力偶系。

第三节 静力学的基本公理

静力学公理是人们通过长期的观察和实践后,概括和总结出来的、且为大家所公认的客观规律,这些公理也是力的基本性质,它们奠定了静力学全部理论的基础。

一、公理一(二力平衡公理)

作用在刚体上的两个力平衡的充要条件是:这两个力的大小相等、指向相反、作用在同一直线上(简称等值、反向、共线)。

应该注意,公理一对于刚体来说,是既必要又充分的,但对于非刚体来说,只是必要条件而非充分条件。例如绳索两端受到等值、反向、共线的两个拉力时处于平衡状态,但如受到等值、反向、共线的两个压力时就失去平衡。

这一公理是研究力系平衡的基础。在建筑结构和机器的零部件中经常遇到在两个力作用

下并处于平衡的物体,称之为二力体。如果该物体是杆件,则称为二力杆。由二力平衡条件可知,这两个力必须等值、反向、共线。二力杆的受力特性十分重要,在工程实际问题中,很多杆件属于二力杆,只要确定它是二力杆后,便可立即知道该杆件所受两个力的作用线。

二、公理二(加减平衡力系公理)

在作用于刚体上的任何一个力系中,加上或减去任何一个平衡力系,不会改变原力系对刚体的作用。

此公理表明,彼此相差平衡力系的两个力系是等效的。这一公理是力系简化的基础。

应该指出,公理二只是对刚体而言,对于变形体,加减平衡力系,就会影响物体的变形,甚至会引起物体的破坏。

根据上述两个公理可以得出如下一个重要推论(力的可传性原理):作用在刚体上的力沿其作用线移到该刚体上任意一点,而不改变它对刚体的效应。

证明:设力 F 作用在小车的 A 点上[图 1-1(a)],在其作用线上任取一点 B ,并在 B 点加上平衡力系 F_1 、 F_2 ,且使 $F_1 = -F_2 = F$ [图 1-1(b)]。由公理二可知,加上这一平衡力系后并不影响原来的力 F 对小车的效应。

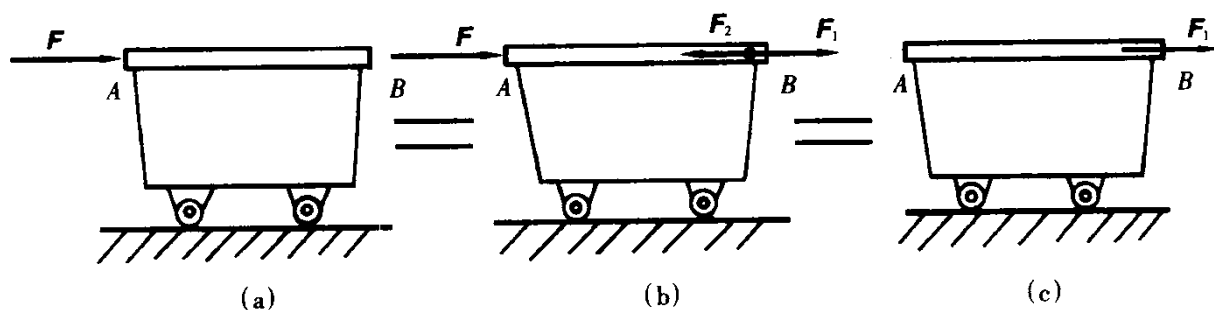


图 1-1 力的可传性原理

因此,力 F 与力系 F 、 F_1 、 F_2 等效。而根据公理一, F 、 F_2 也是一对平衡力,把它们去掉也不影响原力系对小车的效应[图 1-1(c)],即力系 F 、 F_1 、 F_2 与力 F_1 等效。所以力 F_1 与 F 等效。这样,原来的力 F 从 A 点沿其作用线移到了 B 点。

对任意刚体而言,上述推论同样成立。

应该注意,运用力的可传性原理不改变力对外效应,但会改变力对内效应。还应该指出,力的可传性原理不能把力从一个刚体移到另一个刚体上。

根据力的可传性原理,力在刚体上的作用点已为它的作用线所代替。因此,对于刚体来说,力的三要素可表示为大小、指向和作用线。

三、公理三(力的平行四边形公理)

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,此合力的大小和方向可由这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线表示(图 1-2)。这也称力的平行四边形法则。

如以 R 表示力 F_1 和 F_2 的合力,则可写为矢量表达式:

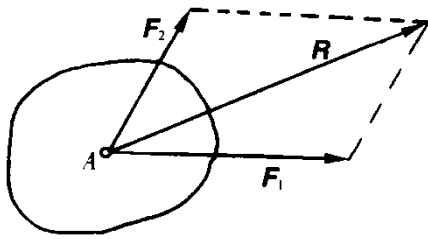


图 1-2 力的平行四边形法则

$$R = F_1 + F_2$$

这一公理是力系合成和力的分解的基础。

应该注意,合力 R 等于两分力 F_1 、 F_2 的矢量和(或几何和)并非代数和。

在实际作图时,可直接采用力三角形法则,并且合力矢与两个分力矢的作图先后次序无关(图 1-3)。

由公理三还可以得出一个重要推论(三力平衡汇交定理):

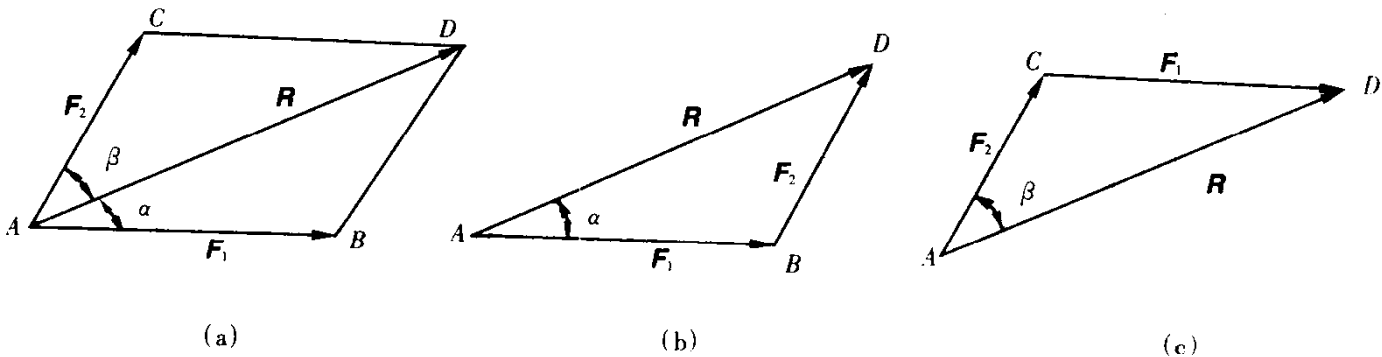


图 1-3 力的三角形法则

当刚体受到三个不平行的力作用而平衡时,则此三个力的作用线必定汇交于一点,且三个力的作用线在同一平面内。

证明:设力 F_1 、 F_2 、 F_3 分别作用于刚体上的 A_1 、 A_2 、 A_3 三点(图 1-4)。

由力的可传性原理,将力 F_1 、 F_2 分别沿其作用线移至其交点 B ;由平行四边形公理,以合力 R 代替 F_1 、 F_2 ,且合力 R 的作用点也通过 B 点;由已知条件和公理一, F_3 与 R 必共线,所以 F_3 必通过交点 B ,且在 F_1 和 F_2 所构成的平面上。

三力平衡汇交定理是不平行的三个力平衡的必要条件,利用这个定理可确定第三个力的作用线的方位。

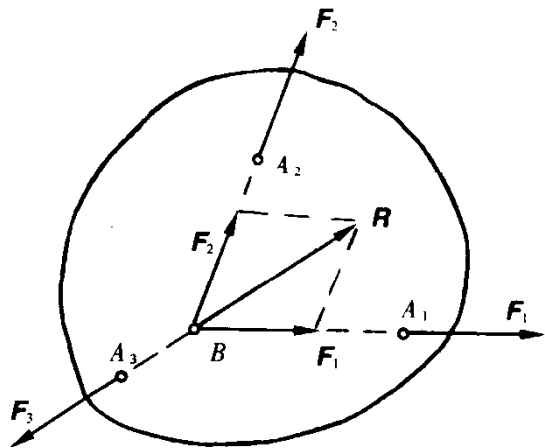


图 1-4 三力平衡汇交定理

四、公理四(作用与反作用公理)

两个物体间的作用力与反作用力,总是大小相等、方向相反、沿同一直线,并分别作用在这两个物体上。

这一公理是研究物体系统平衡问题的基础。

作用力与反作用力必须同时存在,同时消失。有作用力,必定有反作用力;没有反作用力,必定也没有作用力。

应该注意,尽管作用力与反作用力等值、反向、共线,但它们并不相互平衡。因为它们不是作用在同一物体上,而是分别作用在两个相互作用的物体上。所以,作用力和反作用力不是一对平衡力。

第四节 约束与约束反力

为了便于今后的研究,首先明确下列有关定义:

- (1)自由体:凡能在空间任何方向自由运动的物体,都称为自由体。
- (2)非自由体:如果物体处于某种限制下,使其在某些方向的运动成为不可能,则该物体称为非自由体。
- (3)约束:所研究的物体周围限制其运动的其他物体。
- (4)约束反力:约束施加于所研究的物体上的力,简称反力(反力亦即被动力)。
- (5)主动力:凡能主动引起物体运动或使物体有运动趋势的力。主动力在工程中一般称为载荷。
- (6)内力:物体内部各部分之间的相互作用力(或系统内部各物体之间的相互作用力)。
- (7)外力:物体以外其他物体对该物体的作用力(或外部物体对系统的作用力)。

在实际工程中,物体受的主动力往往是给定的或可测定、计算的,而物体受的约束反力,一方面与主动力的情况有关,另一方面则必须根据约束的性质进行分析。由于约束的类型不同,约束反力的作用方式也各不相同。正确地分析和画出约束反力,在力学学习中起着非常重要的作用。下面介绍几种常见基本类型的约束及其约束反力的特性。

一、柔性约束

由柔软的绳索、皮带(胶带)、链条等物构成的约束,称为柔性约束,并将它们抽象为无重和绝对柔软的力学模型。

这类约束的特点是:只能承受拉力,不能承受压力和抵抗弯曲。因此,不难确定柔性约束产生的反力,方向必定沿着柔体的轴线(即柔体本身的方向),且只能是拉力,而不能是压力(图 1-5、图 1-6)。该反力常用字母 T 表示。

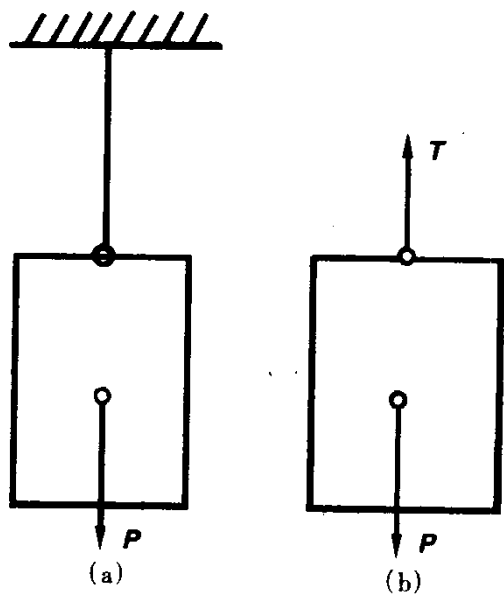


图 1-5 柔性约束(一)

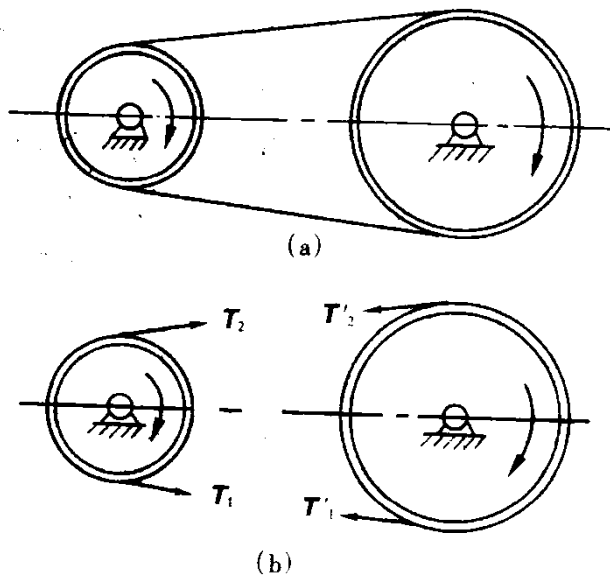


图 1-6 柔性约束(二)

二、刚性约束

1. 光滑接触面约束 在所研究的问题中,若物体接触面之间的摩擦力远小于物体受的其他各力,则摩擦力可以忽略不计,而把接触面视为理想光滑的。这样可认为支承面不能限制物体沿其切线方向运动,也不能阻止物体离开支承面,限制物体沿公法线方向压入接触面。因此,光滑接触面的约束反力作用在接触处,方向沿着接触面的公法线而指向被约束的物体,即只能是压力(图 1-7~图 1-9)。该反力常用字母 N 表示。

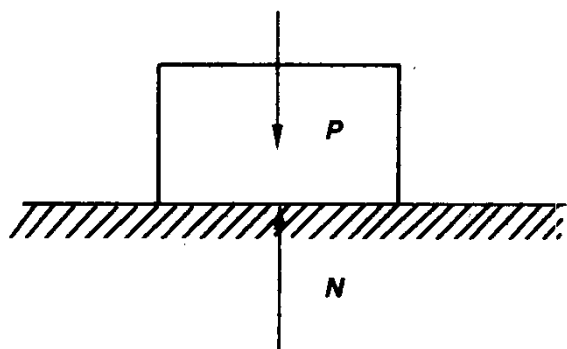


图 1-7 光滑接触面约束(一)

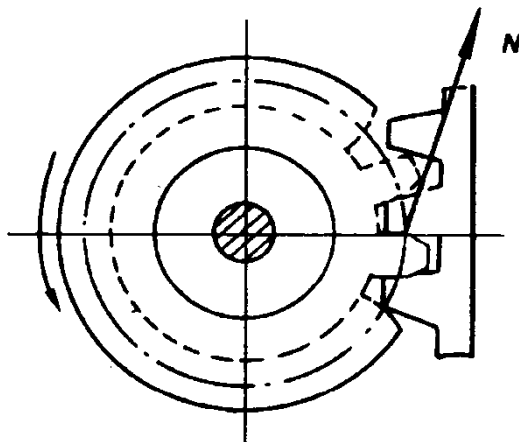


图 1-8 光滑接触面约束(二)

2. 光滑圆柱形铰链约束 圆柱形铰链也称铰链,在工程结构和机械设备中常用它联接构件和零部件。这种约束可视为由圆柱销插入两构件的圆孔中而构成。其约束特点是:只能限制物体沿销钉的径向运动,而不能限制物体围绕圆柱销轴线的转动,约束反力通过圆柱销中心,但方向不定。

下面介绍工程上常见的两种圆柱形铰链支座约束。

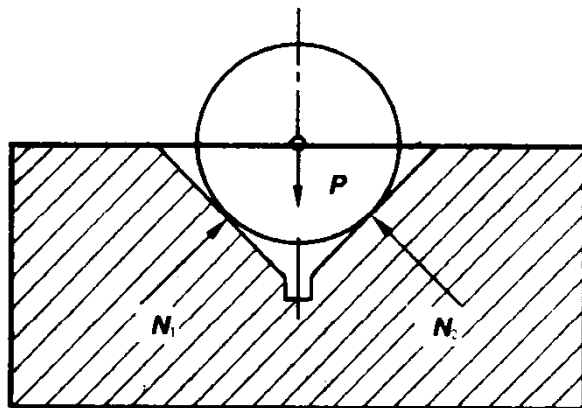


图 1-9 光滑接触面约束(三)

(1) 固定铰链支座约束:这种约束是由固定底座 1 和构件 2 并用一销钉 3 联接而成[见图 1-10(a)]。

当构件受载荷作用时,销钉孔壁便压紧到销钉上的某处[图 1-10(b)],这样,销钉将通过接触点给构件以一个反力 R ,这反力的作用线通过销钉的中心,构件所受的主动力不同,构件与销钉接触点的位置也随之不同。因此,固定铰链支座约束反力的作用线必定通过销钉中心,垂直于销钉的轴线,而方向需根据构件受力情况来确定。

在实际应用中,通常用两个相互垂直的且通过铰链轴线的分力来代替[图 1-10(c)],所以该支座有两个已知方向而未知大小的反力,常用字母 R_x 、 R_y 表示。

(2) 可动铰链支座约束:可动铰链支座也称活动铰链支座或辊轴支座[图 1-11(a)]。该支座也是由支座 1 和构件 2 用销钉 3 联接而成的,但支座与支承之间加有圆柱形滚子 4,支座可沿支承面移动。因此,支座只能限制构件沿支承面的垂直方向的运动。由此可见,在不计摩擦的情况下,可动铰链支座的约束反力的作用线必定通过铰链的中心并垂直于支承面[图 1-11(b)],可动铰链支座的简图如图 1-11(c)~(e)所示,其反力表示为 R 。

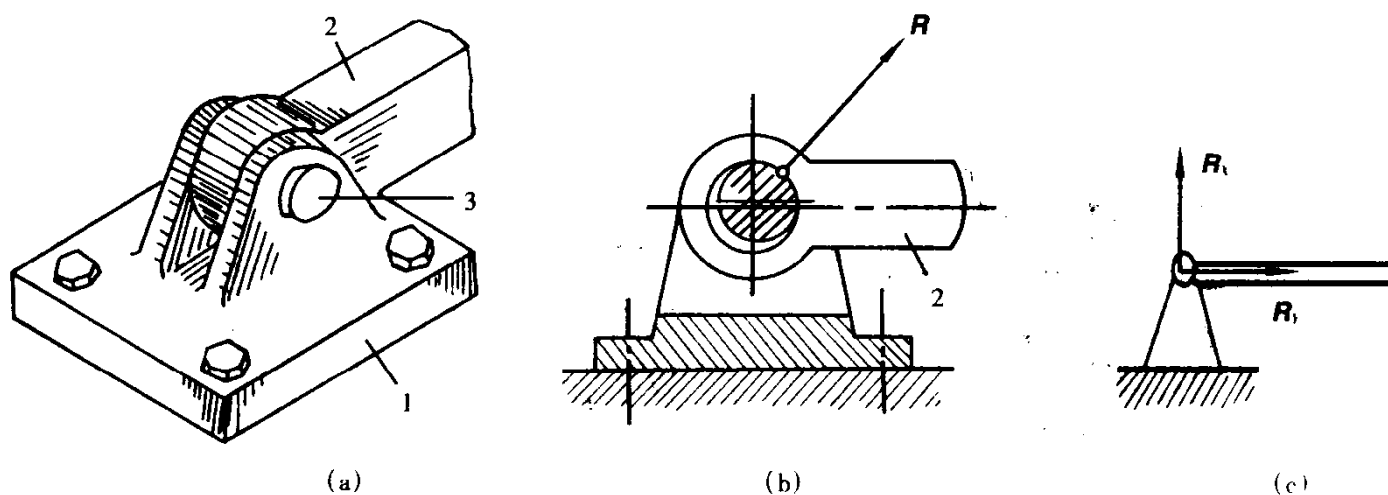


图 1-10 固定铰链支座

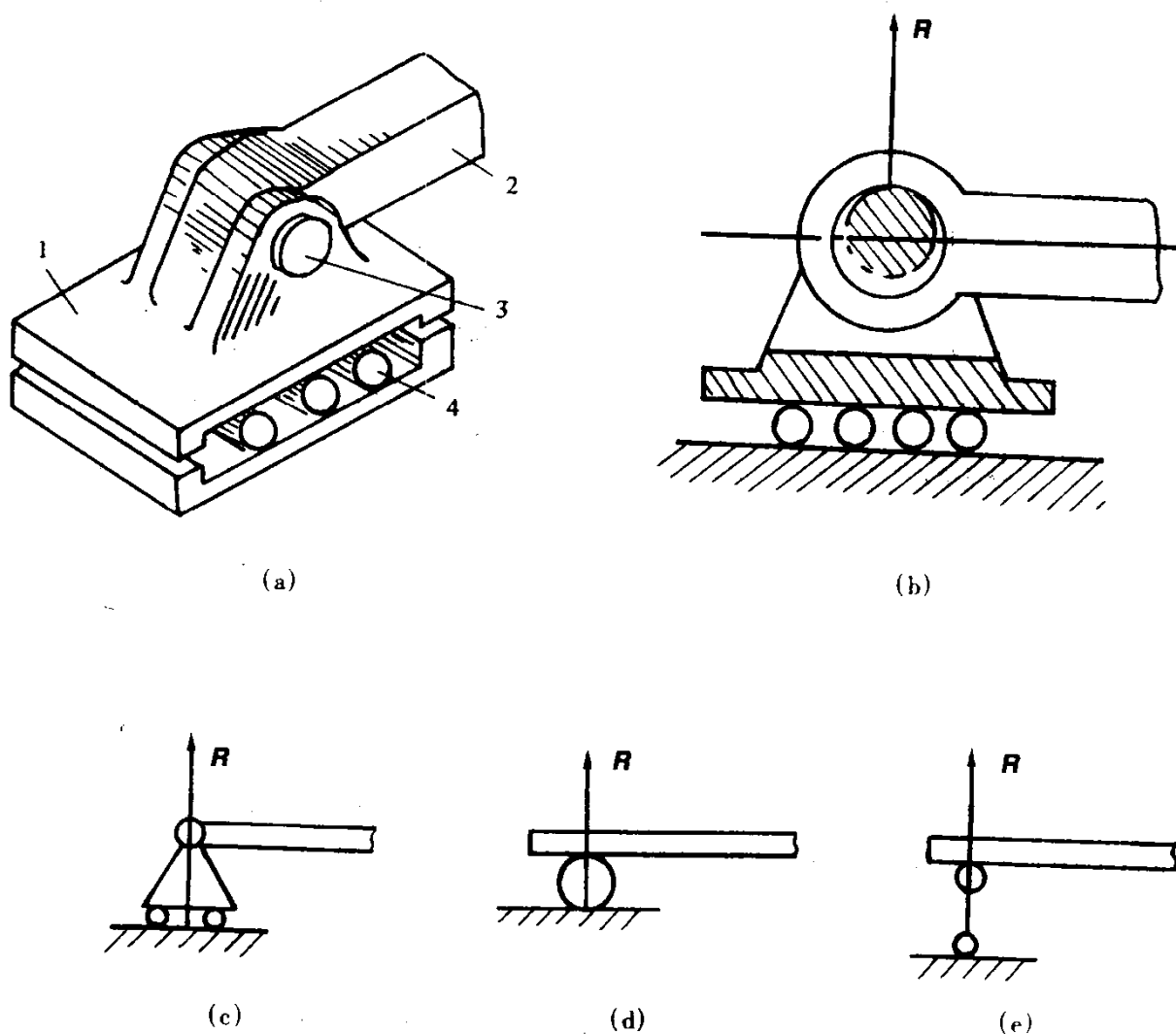


图 1-11 可动铰链支座

3. 轴承约束 在机械设备中还有一种很普遍的约束——轴承。这种约束只允许轴在轴承内转动,而不能作径向运动。该约束的性质与铰链约束的性质极为相似,处理方法也是将方向变化的约束反力用两个正交的分力 R_x 和 R_y 来代替(图 1-12)。

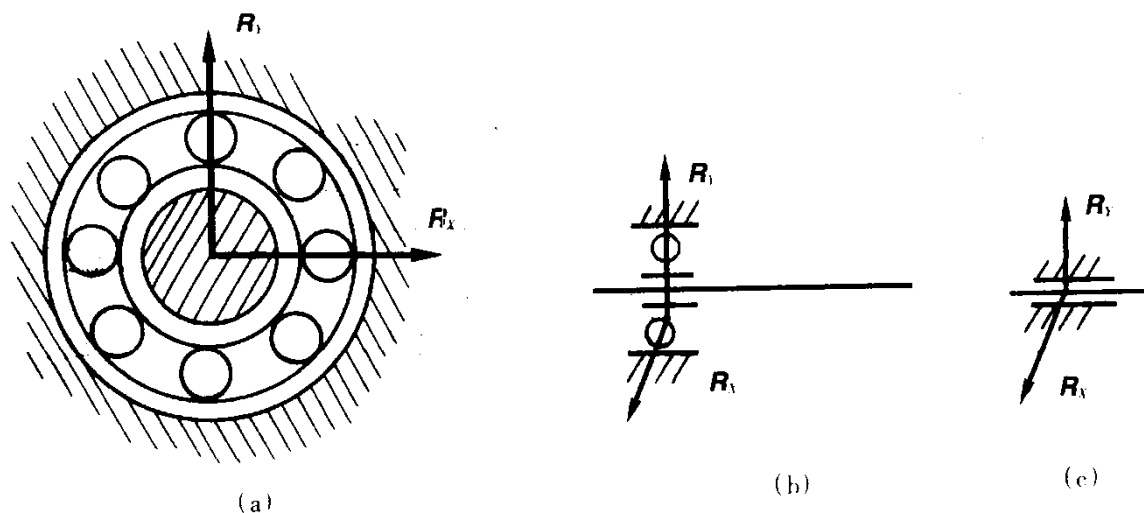


图 1-12 轴承约束

在有轴向力作用时,还需采用角接触向心轴承(或称向心推力轴承)。它的约束反力相当于一般的向心轴承反力 R_x 和 R_z 再加上一个轴向的约束反力 R_y (图 1-13)。

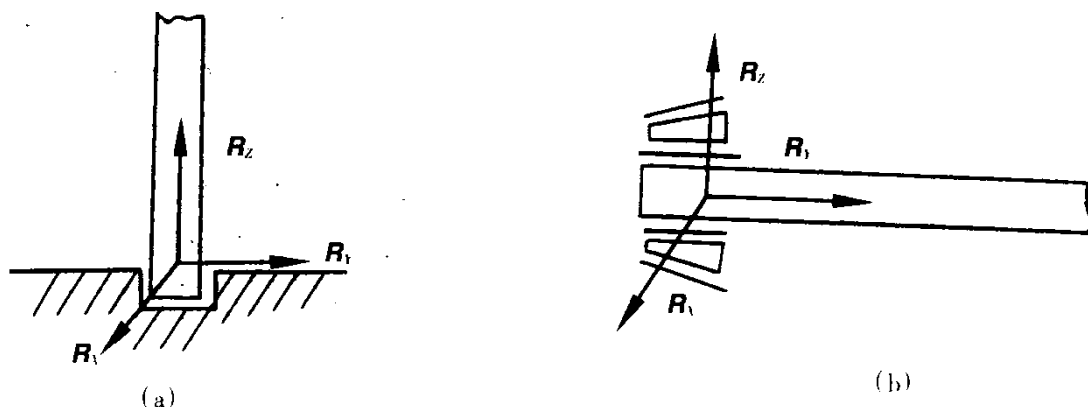


图 1-13 推力轴承

应该指出,上述各种约束类型,都是把实际约束加以抽象、简化后所得的理想力学模型,实际工程中遇到的约束情况很多,有的也很复杂,在分析时需从实际出发,分清主次,略去一些次要因素,从而把约束归结为基本的理想模型。

第五节 受力分析与受力图

在研究静力学问题时,必须首先弄清两个问题:一是哪个物体是研究对象;二是研究对象上受到哪些力的作用。前者称为确定研究对象,后者称为受力分析。工程上遇到的物体几乎都是非自由体,它们同周围的物体都相互联系着。为了便于研究作用在物体上的力,可将该物体从与它联系的周围物体中分离出来,用约束反力来代替原来约束对物体的作用(称为解除约束),单独画出这个物体的简单图形(称之为分离体或研究对象),并画出它受到的全部的力(包括主

动力和约束反力)的简图称为受力图。

于是可简单地说,表示研究对象上所受全部外力的简图称为受力图。

熟练地对所选择的研究对象进行受力分析,并画出完全正确的受力图,是对物体进行力学计算的重要步骤,也是取得正确答案的第一个关键问题。如果受力图画错了,必将导致错误的计算结果。

画受力图的方法步骤及注意事项:

(1)明确研究对象,画出其分离体。即根据题意,确定要画哪个物体的受力图,将该物体从周围的约束中解脱出来。

(2)画出分离体上所受的全部的力。先画主动力,再画约束反力。只画外力,不画内力。约束反力的方向一定要根据约束类型的特点来确定,而不能凭直观想像去画。

(3)要善于判别二力杆,并注意到三力平衡汇交定理,对于物体系统还要注意作用与反作用公理。

下面将通过例题来介绍受力图的画法。

例 1-1 在图 1-14(a)中,已知球重为 G ,试画出球的受力图。

解:取球为研究对象,画出其分离体;主动力只有球的重力 G ;约束反力有:在 A 处绳子的反力 T ,沿绳子本身方向且为拉力,还有在 B 处光滑接触面(点)的反力 N ,沿着接触点处球面的法线(过球心)且指向物体。球的受力图为图 1-14(b)。

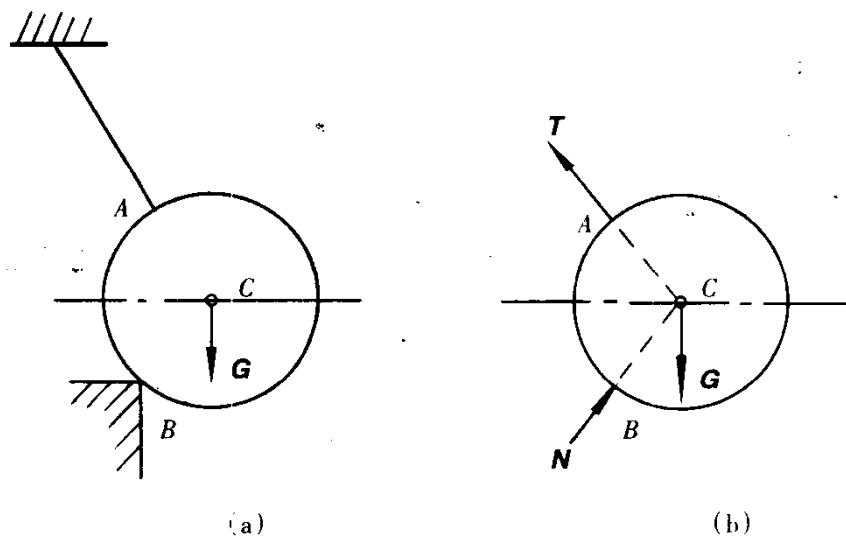


图 1-14 球的受力图

例 1-2 进布装置中导布杆和紧布器[图 1-15(a)]的作用是增加并调节织物的张力。试画出导布杆和紧布杆的受力图。

解:分别取导布杆和紧布杆为研究对象,画出它们的分离体;导布杆和紧布杆两边都受到织物的拉力,其方向都沿着织物本身的方向;支座对导布杆和紧布杆的约束反力可用两个正交的分力表示,也可用三力平衡汇交定理来确定[图 1-15(b)~(d)]。

例 1-3 图 1-16(a)中,力 P 为已知。试画简支梁 AB 的受力图。

解:画出 AB 梁的分离体;画上主动力 P ;支座 B 为可动铰链,故反力垂直于支承面,指向朝上;支座 A 为固定铰链,故其反力可用两种方法来表示,即用三力平衡汇交定理或两个正交的反力来表示[图 1-16(b)、(c)]。

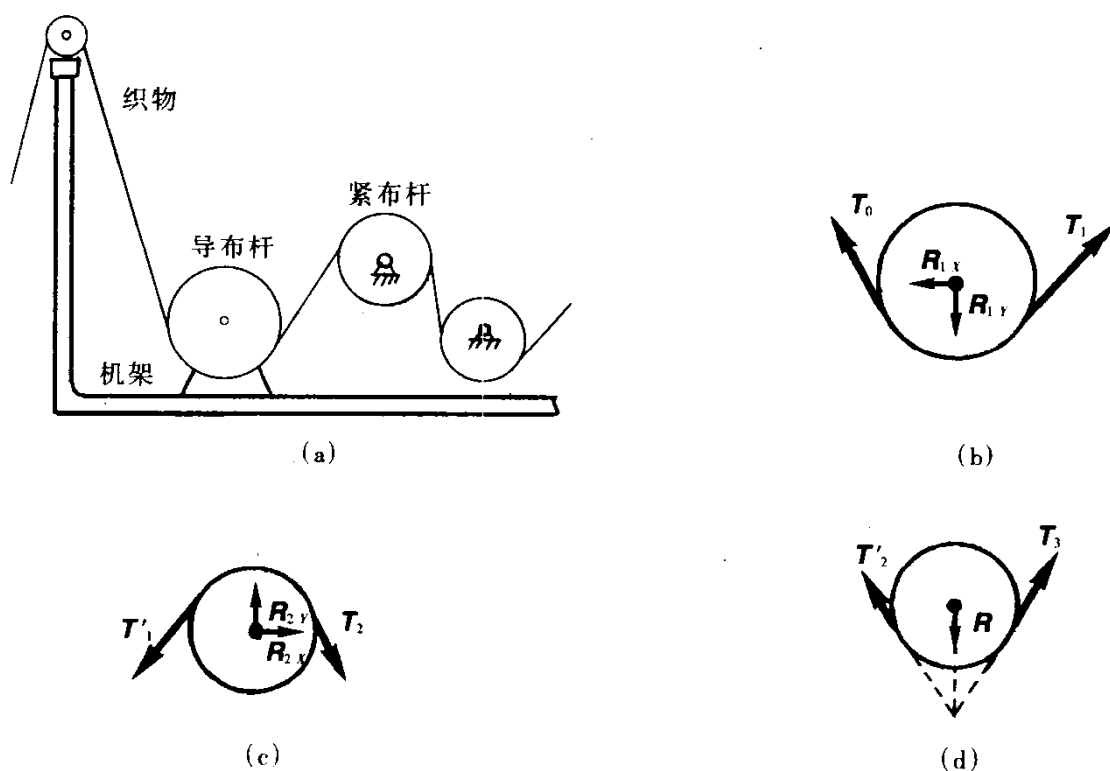


图 1-15 进布装置局部受力图

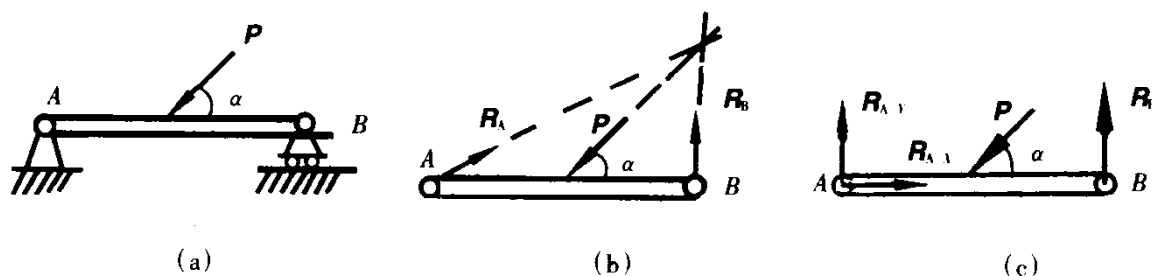


图 1-16 简支梁的受力图

例 1-4 三角架[图 1-17(a)]中 A 、 B 、 C 三点均为铰链,力 P 为已知。试画杆 AB 、 BC 以及整体受力图。

解:分别取杆 AB 、 BC 及三角架 ABC 为研究对象,并画出其分离体; BC 杆为二力杆,其反力方向为已知,故先画出 BC 杆的受力图[图 1-17(b)];杆 AB 和受力图的画法:先画主动力 P , B 点的反力根据作用与反作用公理来画, A 点的反力可用两个正交的反力或三力平衡汇交定理来画[图 1-17(c)、(c')];画整体受力图时,系统内各物体之间不要分开,相互联接处的内力不要画出,只要把全部支座的约束解除,画相应的反力来代替支座的作用即可[图 1-17(d)、(d')]

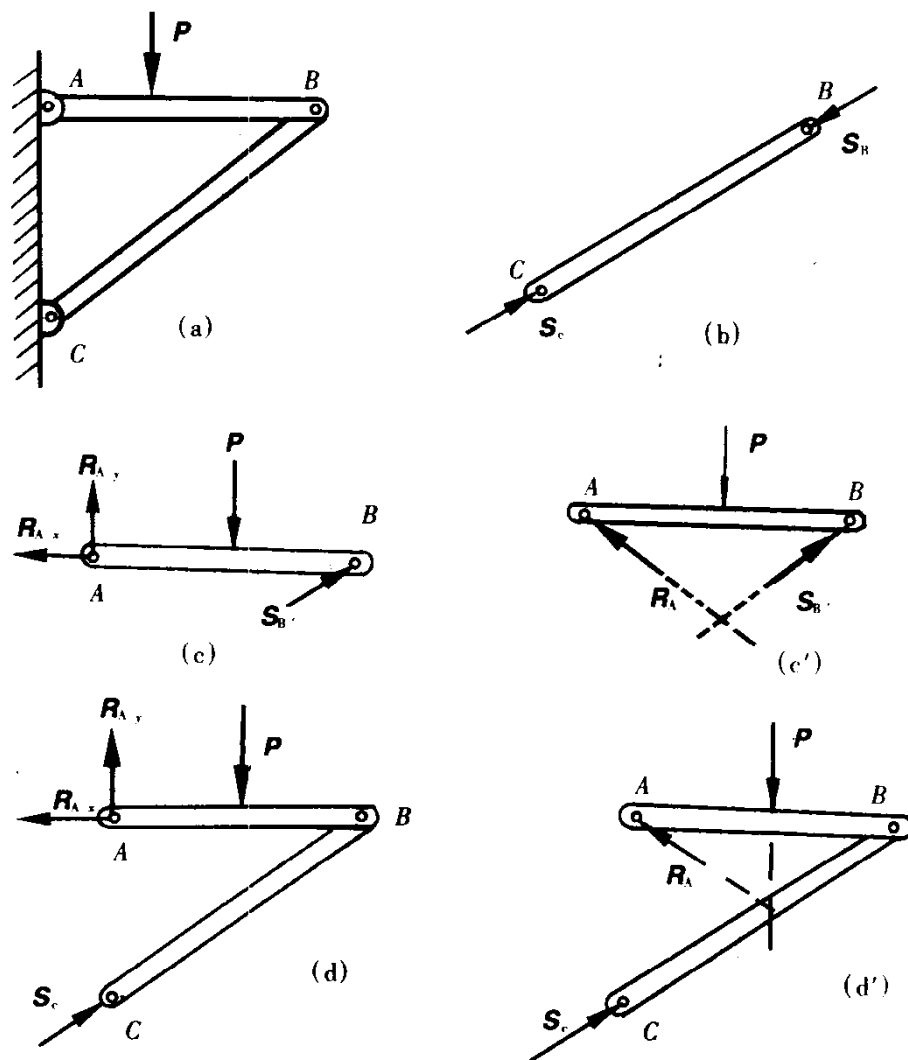
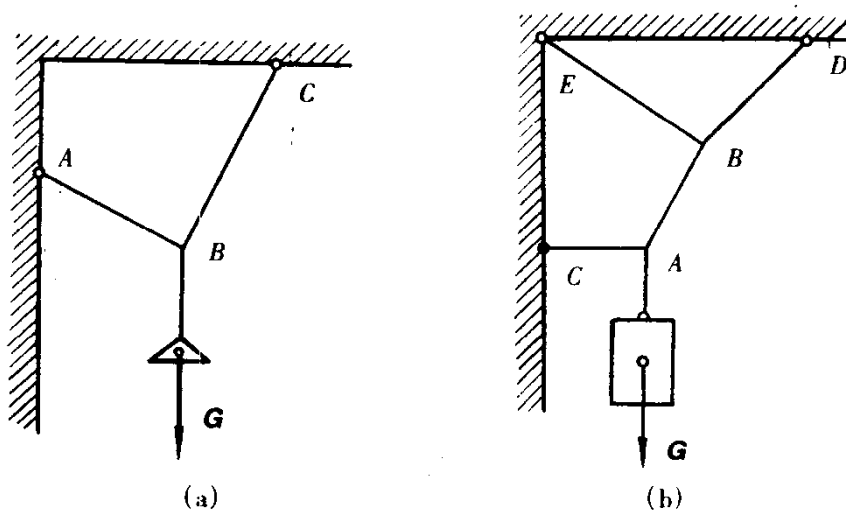


图 1-17 三角架的受力图

习 题

1-1 试画出题 1-1 图(a)中结点 B 及题 1-1 图(b)中结点 A 和 B 的受力图。



题 1-1 图

1-2 试画出题 1-2 图中各图圆球的受力图。