

21 世纪中等职业教育2 + 1模式规划教材



# 工程力学

GONGCHENG  
LIXUE  
GONGCHENG LIXUE

李培虎 主编  
谢文秀 主审

力学 工程力学 工程力学 工程力学 工程力学 工程力学 工程力学 工程力学 工程力学 工程力学



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪中等职业教育 2+1 模式规划教材

# 工 程 力 学

李培虎 主编

谢文秀 主审

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内 容 简 介

本书是为适应目前中等职业教育的形势而编写的。全书分两篇，共十章。第一篇为静力学，内容包括静力学基础、平面力系、空间力系；第二篇为材料力学，内容包括杆件的四种基本变形形式（轴向拉伸与压缩、剪切与挤压、圆轴扭转、直梁弯曲）及材料力学其他知识（组合变形、压杆稳定、交变应力）。每章内容后附有适量习题。

本书可作为中等职业学校机械类及近机类专业教材，也可供工科各专业学生参考。

---

### 图书在版编目（CIP）数据

工程力学 / 李培虎主编. — 成都：西南交通大学出版社，2008.1

21 世纪中等职业教育 2+1 模式规划教材

ISBN 978-7-81104-802-5

I. 工… II. 李… III. 工程力学—专业学校—教材  
IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 004936 号

---

21 世纪中等职业教育 2+1 模式规划教材

工 程 力 学

李培虎 主编

\*

责任编辑 王 旻

封面设计 翼虎书装

西南交通大学出版社出版发行

成都二环路北一段 111 号 邮政编码：610031 发行部电话：028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸：185 mm×260 mm 印张：9.625

字数：241 千字 印数：1—3 000 册

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-802-5

定价：18.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

# 前 言

本书是为适应目前中等职业教育的需要，针对中职教育的特点及生源现状而编写的。

在本书编写过程中，我们结合多年的教学经验及职业教育新形势的要求，本着职业教育“必需、够用”的原则，把培养学生解决实际问题的能力放在首位，突出了工程力学知识在工程实践中的应用。在教材的内容上也做了精心的编排，尽量做到不失严谨又避免烦琐。

本书是为适应目前中等职业教育的形势而编写的。全书分两篇，共十章。第一篇为静力学，内容包括静力学基础、平面力系、空间力系；第二篇为材料力学，内容包括杆件的四种基本变形形式（轴向拉伸与压缩、剪切与挤压、圆轴扭转、直梁弯曲）及材料力学其他知识（组合变形、压杆稳定、交变应力）。

书中每一章所附习题中，有一定数量的概念题，旨在帮助学生加深对课本内容的深入理解，并便于学生进行课后自检。

本书由太原铁路机械学校李培虎、谢文秀、董艳萍等老师编写，他们均为多年从事中专学校“工程力学”课程教学的一线教师，且具有副高以上职称。全书由李培虎主编，谢文秀主审。

限于编者水平，且编写时间仓促，缺点和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 10 月

# 目 录

## 第一篇 静 力 学

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 静力学基础 .....           | 1  |
| 第一节 静力学基本概念 .....         | 1  |
| 第二节 约束与约束反力 .....         | 5  |
| 第三节 物体的受力分析 受力图 .....     | 7  |
| 习 题 .....                 | 10 |
| 第二章 平面汇交力系与平面力偶系 .....    | 14 |
| 第一节 平面汇交力系的合成与平衡 .....    | 14 |
| 第二节 力矩 平面力偶系 .....        | 18 |
| 习 题 .....                 | 23 |
| 第三章 平面任意力系 .....          | 27 |
| 第一节 平面任意力系的简化 .....       | 27 |
| 第二节 平面任意力系的平衡方程及其应用 ..... | 30 |
| 第三节 物体系统的平衡问题 .....       | 34 |
| 习 题 .....                 | 38 |
| 第四章 摩 擦 .....             | 41 |
| 第一节 滑动摩擦的概念 .....         | 41 |
| 第二节 考虑摩擦时物体的平衡问题 .....    | 45 |
| 第三节 滚动摩擦阻的概念 .....        | 48 |
| 习 题 .....                 | 50 |
| 第五章 空间力系 .....            | 52 |
| 第一节 力在空间直角坐标轴上的投影 .....   | 52 |
| 第二节 力对轴之矩 .....           | 54 |
| 第三节 空间力系的平衡方程及其应用 .....   | 56 |
| 习 题 .....                 | 58 |

## 第二篇 材 料 力 学

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第六章 轴向拉伸与压缩 .....         | 63 |
| 第一节 轴向拉伸（或压缩）时的内力计算 ..... | 63 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第二节 拉(压)杆的应力分析     | 66  |
| 第三节 拉伸与压缩时的变形 虎克定律 | 69  |
| 第四节 材料在拉伸和压缩时的力学性能 | 71  |
| 第五节 拉(压)杆的强度计算     | 75  |
| 第六节 应力集中的概念        | 78  |
| 第七节 拉(压)杆的静不定问题简介  | 79  |
| 习 题                | 81  |
| 第七章 剪切与挤压          | 84  |
| 第一节 剪切与挤压的概念       | 84  |
| 第二节 剪切与挤压的实用计算     | 85  |
| 习 题                | 89  |
| 第八章 圆轴扭转           | 91  |
| 第一节 圆轴扭转时的内力计算     | 91  |
| 第二节 圆轴扭转时的应力与变形    | 95  |
| 第三节 圆轴的扭转强度和刚度计算   | 97  |
| 习 题                | 100 |
| 第九章 直梁弯曲           | 103 |
| 第一节 平面弯曲的概念        | 103 |
| 第二节 梁的弯曲内力         | 104 |
| 第三节 平面弯曲时的正应力      | 109 |
| 第四节 弯曲正应力强度计算      | 112 |
| 第五节 弯曲变形简介         | 115 |
| 第六节 提高梁弯曲强度的主要措施   | 118 |
| 习 题                | 121 |
| 第十章 材料力学其他知识       | 125 |
| 第一节 组合变形           | 125 |
| 第二节 压杆稳定           | 131 |
| 第三节 交变应力           | 135 |
| 习 题                | 138 |
| 附录 型钢规格表           | 141 |
| 参考文献               | 148 |

# 第一篇 静力学

## 第一章 静力学基础

### 第一节 静力学基本概念

静力学是研究物体平衡问题的科学。所谓平衡，是指物体相对于地面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。

静力学的基本内容可归结为以下几个问题：

(1) 物体的受力分析。即分析物体受到哪些力的作用，各力的大小、方向、作用点（线）如何。

(2) 力系的简化。力系是指作用于物体上的一组力。将一个复杂的力系用简单的力系来等效代替，称为力系的简化。

(3) 力系的平衡条件。欲使物体处于平衡状态，作用在物体上的力系必须满足一定的条件，这种条件称为力系的平衡条件。物体平衡时所受的力系，即为平衡力系。应用力系的平衡条件，可以解决一些工程实际问题。

静力学是工程力学中最基础的部分，也是本课程中其他内容的基础，在工程上具有重要的实用意义。

#### 一、力的概念

人们在长期的生活和生产实践中，通过观察和分析，逐渐形成了力的概念：力是物体间相互的机械作用，这种作用使物体的运动状态发生变化，或者使物体发生变形。

显然，力不能脱离物体而存在。物体若受到力的作用，则必有施力物体。明确这一点，对以后的受力分析是很重要的。

力对物体的作用效果有两种：一是使物体的运动状态发生变化，这一效应称为力的运动

效应，也叫外效应；二是使物体发生变形，这一效应称为变形效应，也叫内效应。在静力学中只研究力的外效应，力的内效应将在材料力学中研究。

力对物体的作用效果，取决于力的三要素——大小、方向和作用点。三要素中的任何一个发生变化，都将改变对物体的作用效果。

力是矢量，在图中用有向线段表示，如图 1.1 所示。线段的起点或终点表示力的作用点；线段的方位和箭头指向表示力的方向，线段的长度（按一定比例尺画出）表示力的大小。对力进行标注时，力矢量一般用粗体大写英文字母  $\boldsymbol{F}$  表示，而力的大小则用细斜体  $F$  表示。

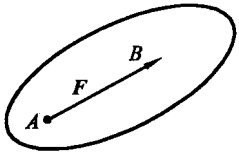


图 1.1

在国际单位制中，力的单位为牛顿（N），常用单位为千牛顿（kN）。

## 二、刚体的概念

任何物体受力后，都将产生或大或小的变形。但在许多情况下，变形都是很小的，忽略变形不会对所研究的问题有实质性的影响，但却可以使问题大大简化。例如，图 1.2 所示桥式起重机的桥架，由于起吊重物及其自身的重量，将发生弯曲变形，但在计算两端的支承反力时，忽略这一变形，对计算结果影响甚微。因此，完全可以把起重机桥架看成是不变形的物体。这种受力后几何形状及尺寸均不发生任何变化的物体，称为刚体。

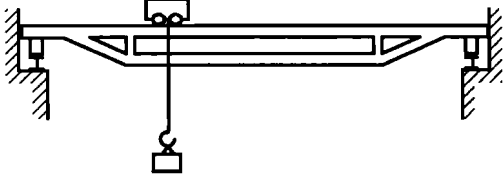


图 1.2

刚体是一种抽象的力学模型，实际上并不存在。一个物体能否作为刚体，与所研究问题的性质有关。例如，在静力学中，研究的是物体的运动效应（外效应），所以完全可以将物体看成刚体，而在以后学习材料力学时，由于要研究物体的变形效应（内效应），所以就不能将物体看做刚体。

## 三、静力学公理

静力学公理是人们在长期的生活和生产实践中总结出来的规律，它是整个静力学的基础。

**公理一 二力平衡公理** 作用于刚体上的两个力，使刚体处于平衡状态的充分和必要条件是：这两个力大小相等、方向相反，作用在同一直线上。

这一公理实际上是作用在刚体上的最简单的力系的平衡条件。它是就刚体而言的，对于变形体，这一条件不是充分条件。例如，图 1.3 中的软绳，在一对等值反向的拉力作用下可以平衡[见图 1.3 (a)]，但若受一对等值反向的压力作用，则不能平衡[见图 1.3 (b)]。

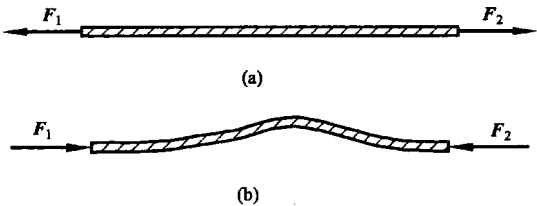


图 1.3



在两个力作用下处于平衡状态的构件，称为二力构件（或二力杆），在工程上很常见。它的受力特点是：两个力的作用线必沿两力作用点的连线。例如，图 1.4 所示支架中的  $BC$  杆，若忽略其自重，即为二力构件。掌握二力构件的概念，对物体的受力分析具有重要意义。

**公理二 加减平衡力系公理** 在作用于刚体上的任一力系中，加上或减去一个平衡力系，不改变原力系对刚体的作用效果。

这一公理是力系等效代换的重要依据，常用来对已知力系进行简化。

**推论 力的可传性原理** 作用于刚体上的力，可沿其作用线移至刚体上任一点而不改变其对刚体的作用效果。

这一推论可证明如下：设刚体上  $A$  点作用一力  $F$ ，如图 1.5 (a) 所示，现在其作用线上任取一点  $B$ ，在  $B$  点加一平衡力系 ( $F_1$ 、 $F_2$ )，使  $F_1 = -F_2 = F$ ，如图 1.5 (b) 所示。根据公理二，这样做并不改变原力对刚体的作用效果。此时， $F_2$  与  $F$  组成一平衡力系，根据公理二，将其从力系中减去，推论即得证。

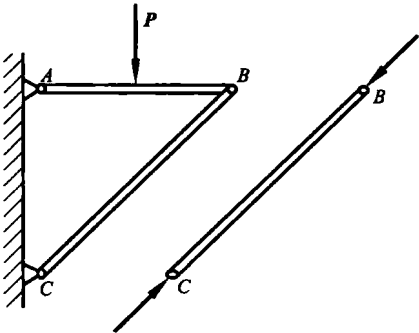


图 1.4

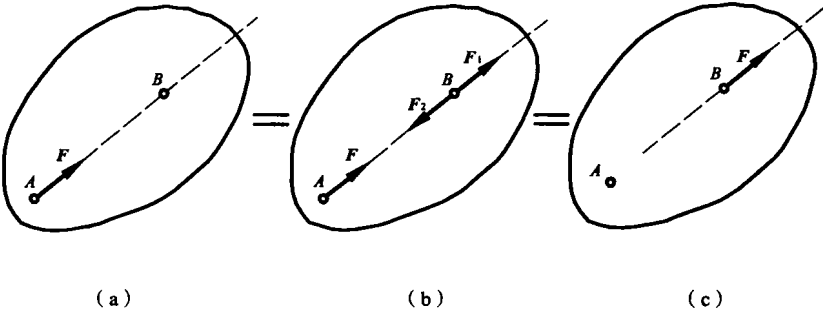


图 1.5

根据这一推论，作用于刚体上的力的三要素可表述为：力的大小、方向、作用线。

应特别注意，力的可传性原理只适用于刚体而不适用于变形体。例如，图 1.6 所示可变形的直杆，在受到等值、反向、共线的拉力作用时，将产生拉伸变形；若按力的可传性原理，将两力分别移至杆的另一端，则杆将产生压缩变形。

**公理三 力的平行四边形法则** 作用于刚体上同一点的两个力，可以合成为一个合力，合力的作用点仍在该点，大小和方向由以此二力为邻边所作平行四边形的对角线来确定（见图 1.7）。

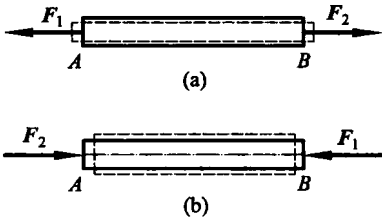


图 1.6

这一公理实质上是矢量合成的法则，可用数学表达式表示为

$$F_R = F_1 + F_2$$

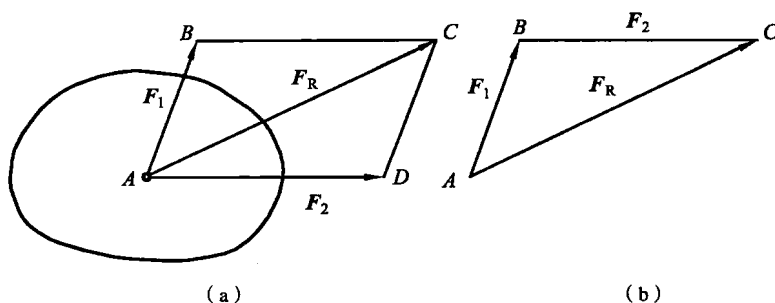


图 1.7

其实，若先由  $A$  点作矢量  $\overline{AB} = F_1$ ，再由  $B$  点作矢量  $\overline{BC} = F_2$ ，则矢量  $\overline{AC}$  即为  $F_1$  与  $F_2$  的合力  $F_R$ 。这种求合力的方法称为力三角形法则。但应注意，这一方法只能用来求合力的大小和方向，力三角形中各力矢量的起点（或终点）并不表示力的作用点。

两个共点的力可以合成为一个合力，反过来，一个力也可以按公理三分解为两个分力。但如果不附加任何条件的话，将有无穷多组解（见图 1.8），这是因为以一个力作为平行四边形的对角线，可以做出无数个平行四边形。在工程计算中，常将力沿直角坐标轴方向分解为两个互相垂直的分力。

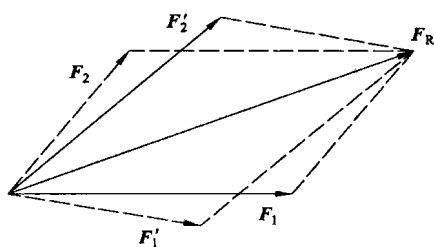


图 1.8

对于刚体来说，即使两个力的作用线不在同一点，也可按力的平移定理，将两个力的作用点移动到两力作用线的汇交点上，再应用公理三进行合成。

**公理四 作用与反作用公理** 两个物体间相互作用的力，总是大小相等、方向相反、沿同一直线，分别作用在两个物体上。

这一公理表明，力总是成对出现的，有作用力就有反作用力，二者互为依存。它对物体系统的受力分析具有重要的指导意义。

按照公理四，对于任意的一个力，都有其反作用力。在确定其反作用力时，应首先明确哪个是受力物体，哪个是施力物体。图 1.9 所示的电灯，共受两个力作用，即重力  $G$  和拉线对它的拉力  $F_T$ 。重力  $G$  是地球对电灯的引力，它的反作用力是电灯对地球的引力，作用在地球上。拉力  $F_T$  是拉线对电灯的拉力，其反作用力是电灯对拉线的拉力  $F'_T$ ，作用在拉线上。

值得强调的是，虽然作用力与反作用力等值、反向、共线，但由于二者分别作用在两个物体上，所以不存在是否平衡的问题。例如，悬挂在天花板上的电灯，受重力及拉线的拉力  $F_T$  作用（见图 1.9）。此二力都作用在电灯上，符合二力的平衡条件，为一平衡力系。而拉线对电灯的拉力与电灯对拉线的拉力则分别作用在电灯和拉线这两个不同的物体上，这两个力谈不上平衡。

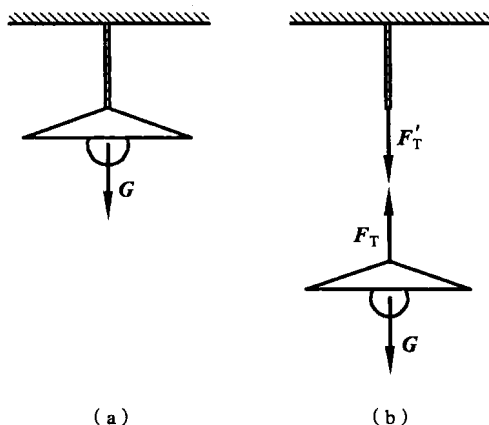


图 1.9

## 第二节 约束与约束反力

### 一、约束的概念

在日常生活或工程实际中所遇到的物体，大多与其他物体以一定的方式相互联系在一起，从而使其在某些方向的运动受到限制。例如，铅直悬挂着的电灯（见图 1.9），受到拉线的限制，使其不能向下运动；沿钢轨行驶的机车，受到轨道对它的限制，而不能沿车轮与轨道接触点公法线方向趋向钢轨运动。

对物体某些方向的运动起限制作用的周围物体，称为约束。如以上例子中的拉线、轨道等。约束对物体的作用力称为约束反力（通常简称为反力）。图 1.9 中的力  $F_T$ ，就是拉线对电灯的约束反力。

与约束反力相对应，使物体产生运动或运动趋势的力，称为主动力。如图 1.9 中的重力  $G$  即为主动力。

约束反力是由于主动力作用而引起的，所以也称“被动力”，它随主动力的变化而变化。在静力学中，主动力通常是已知的，而约束反力则是未知的，需要由平衡条件确定。

由于约束反力是限制物体运动的，所以其方向总是与约束所能限制的物体运动方向相反，这是确定约束反力方向的准则。

### 二、常见的约束类型及其约束反力的特点

#### 1. 柔性约束

这类约束由柔软的绳索、链条或皮带等构成，也称为柔索约束。由于它只能限制物体沿柔索伸长方向运动，所以，其约束反力的特点是：沿柔索中心线背离物体。图 1.10 所示为起吊重物时钢丝绳对物体的约束及约束反力；图 1.11 所示为皮带传动中皮带对轮子的约束反力。

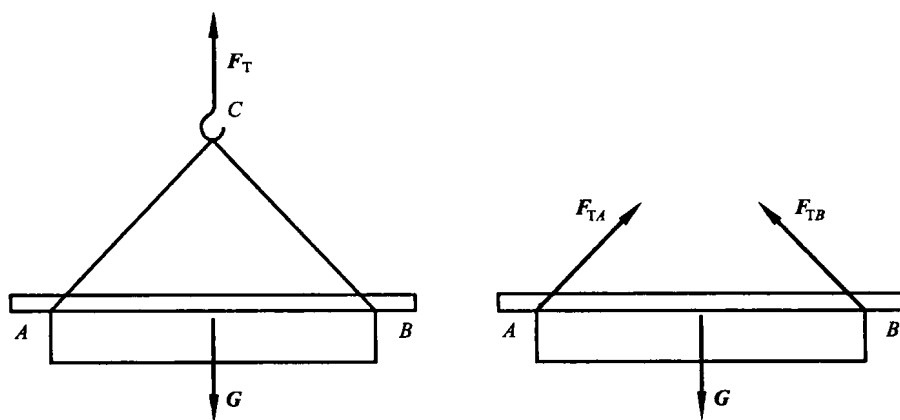


图 1.10

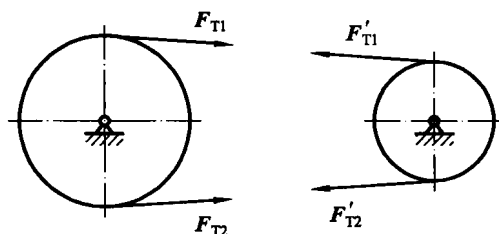


图 1.11

## 2. 光滑接触面约束

当两个物体接触面上的摩擦力与其他力相比很小时，可忽略摩擦力，将接触面看成是完全光滑的。这种约束称为光滑接触面约束。图 1.12 所示支承面对物体的约束、图 1.13 所示齿轮的齿面间的约束均属于这类约束。

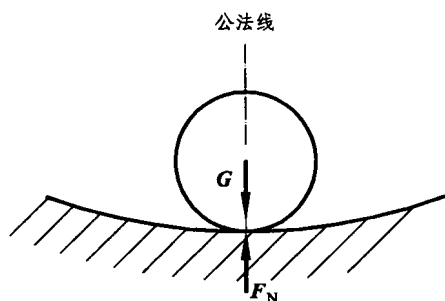


图 1.12

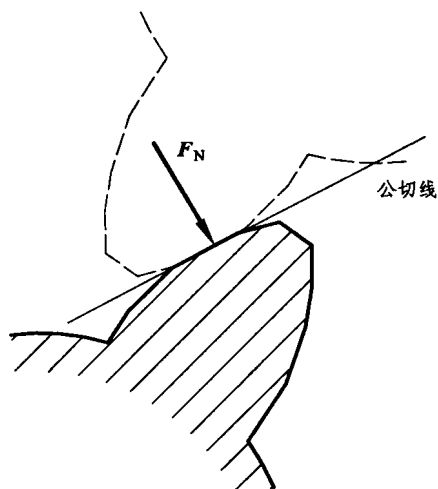


图 1.13

对光滑接触面约束，无论其接触面为平面还是曲面，都不能限制物体沿接触面切线方向的运动，而只能限制物体沿接触面公法线方向压入约束物体方向的运动。所以，光滑接触面约束约束反力的特点是：沿接触面在接触点处的公法线指向物体。

## 3. 光滑圆柱形铰链约束

将两个（或多个）构件通过圆柱形销钉联接起来，使各构件间只能绕销钉轴线相对转动，这样就构成了光滑圆柱形铰链约束，如图 1.14 (a) 所示。这种约束中，销钉与构件圆孔间可看做光滑接触面，所以其约束反力应沿接触面公法线方向，即通过铰链中心  $O$ ，但由于接触点位置需由主动力情况确定，使得约束反力的方向不能预先确定。因此，通常用通过铰链中心的两个正交分力来表示，如图 1.14 (b) 所示。铰链约束的简化表示，如图 1.14 (c) 所示。

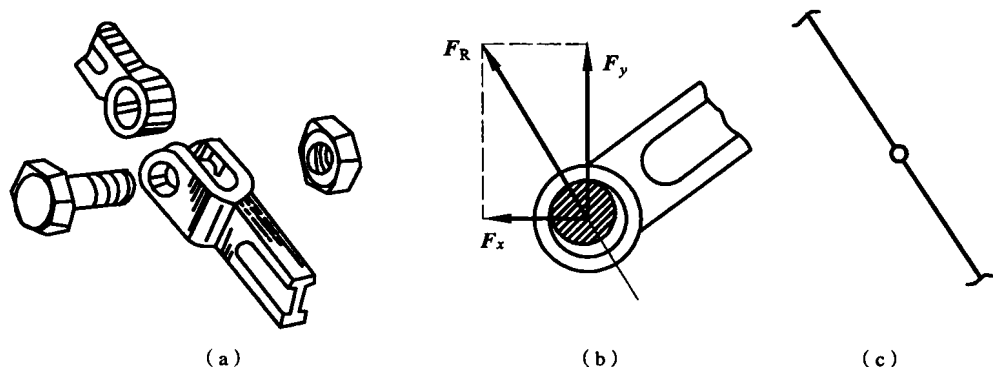


图 1.14

若圆柱形铰链中有一构件与机架或基础固定在一起时,则称之为固定铰链支座,如图 1.15 所示。它是光滑圆柱铰链约束的一种特殊情形,在工程上很常见。

#### 4. 辊轴约束

将构件的铰链支座用几个辊轴支承在光滑平面上,就成为辊轴支座,也称活动铰链支座,如图 1.16 所示。由于这种约束不能限制构件沿支承面方向的运动和绕销钉轴线的转动,而只能限制构件沿支承面法线方向的运动,所以,其约束反力垂直于支承面且通过销钉中心,指向待定。

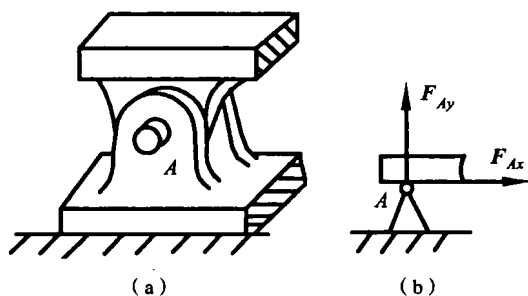


图 1.15

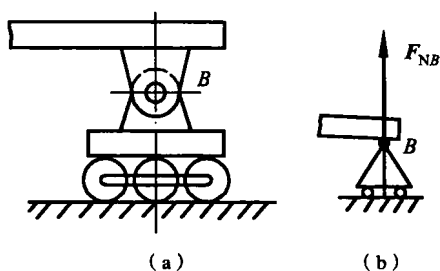


图 1.16

### 第三节 物体的受力分析 受力图

研究物体的平衡问题,必须先进行受力分析。由于作用于物体上的全部外力可分为主动力和约束反力,而主动力一般情况下均为已知力,所以关键是分析约束反力。为此,必须先将所研究的物体从周围物体(约束)中分离出来,画出其轮廓(即分离体),并将作用在其上的主动力和约束反力全部画在该物体轮廓上,这样即得到物体的受力图。画约束反力时,一定要弄清各处的约束类型,根据该约束类型的反力特点来画,决不可主观猜测。若遇到不熟

悉的约束类型，需根据其约束性质确定其约束反力。下面举例说明。

**例 1.1** 重  $G$  的圆柱形滚子放置在斜面上，用平行与斜面的绳索拉住，使其静止在斜面上，如图 1.17 (a) 所示。试画出滚子的受力图。

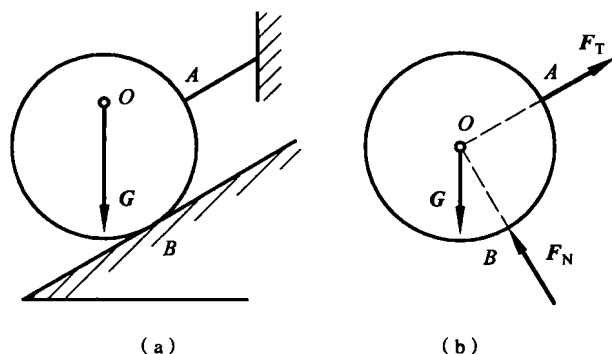


图 1.17

**解：**(1) 取分离体。以滚子为研究对象，画出其轮廓。

(2) 画主动力。主动力仅物体的重力  $G$ ，作用在滚子中心  $O$ ，方向铅垂向下。

(3) 画约束反力。 $A$  处为柔性约束，其反力  $F_T$  沿绳索中心线离开物体； $B$  处为光滑接触面约束，反力  $F_N$  沿接触面公法线指向物体，即沿半径方向指向圆心。

得到滚子受力图如图 1.17 (b) 所示。

**例 1.2** 起重支架如图 1.18 所示，在  $AB$  杆的  $B$  处作用一力  $P$ ，若各杆重量不计，试分别画出杆  $CD$  及杆  $AB$  的受力图。

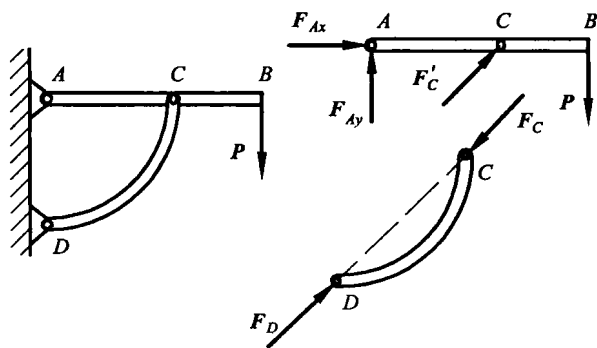


图 1.18

**解：**本题中的支架为一个物体系统，作受力分析时，应从受力简单的物体着手。杆  $CD$  仅在  $C$ 、 $D$  两处各受一力作用，根据二力平衡条件， $F_C$ 、 $F_D$  两力作用线应沿  $C$ 、 $D$  连线，且大小相等，方向相反。

在工程上，将只受两个力作用而处于平衡状态的物体称为二力构件（或二力杆）。其受力特点是：两个力的作用线沿二力作用点连线，且等值、反向。

画杆  $AB$  的受力图时，先画出主动力  $P$ ，然后再画  $A$ 、 $C$  两处的约束反力。 $C$  处的约束反力  $F'_C$  为  $F_C$  的反作用力； $A$  处为固定铰链支座，约束反力用一对正交分力表示。

**例 1.3** 人字梯由  $AB$  和  $AC$  两部分在  $A$  处铰接而成, 又在  $D$ 、 $E$  两点用水平绳连接, 如图 1.19 所示。梯子放在光滑的水平地面上, 若其自重不计, 但在  $AB$  的中点  $H$  处作用一铅直载荷  $G$ 。试分别画出梯子  $AB$ 、 $AC$  及整个系统的受力图。

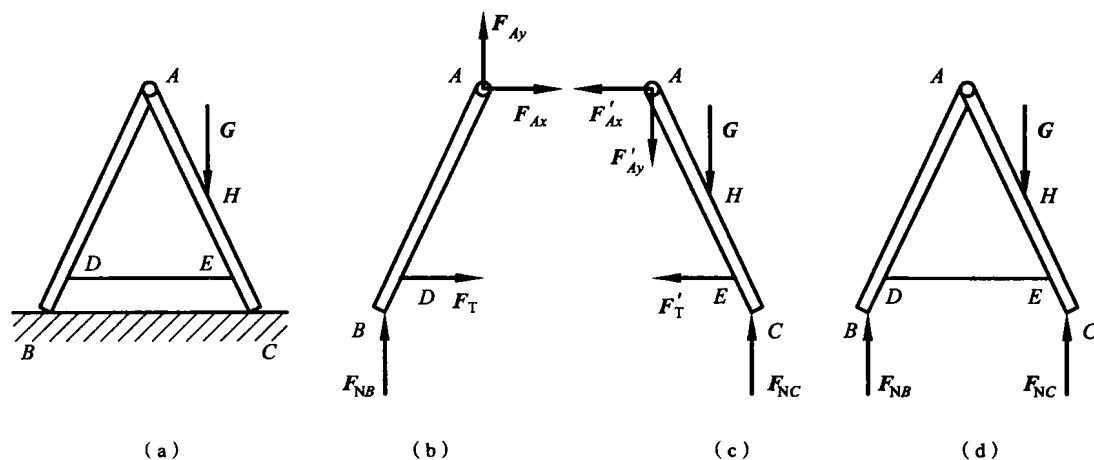


图 1.19

**解:** 本题也是物体系统的受力分析问题。先画梯子  $AB$  的受力图。 $D$  处为柔性约束, 反力  $F_T$  沿柔索中心线离开梯子;  $B$  处为光滑接触面约束, 反力  $F_{NB}$  与地面垂直, 指向梯子;  $A$  处为铰链约束, 用两个正交分力  $F_{Ax}$ 、 $F_{Ay}$  表示。

画梯子  $AC$  的受力图时, 应先画出主动力  $G$ 。反力情况与梯子  $AB$  相似。 $A$  处的反力  $F'_{Ax}$ 、 $F'_{Ay}$  分别是  $F_{Ax}$ 、 $F_{Ay}$  的反作用力。

将人字梯作为整体考虑时, 梯子  $AB$ 、 $BC$  间在  $A$  处的相互作用力成为系统的内力, 它对系统不产生外效应, 所以不必画出。绳子与梯子  $AB$ 、 $BC$  间的相互作用力也属于这种情况。这样, 只需画出作用在系统上的外力即可, 包括主动力  $G$ 、地面在  $B$ 、 $C$  两处的反力  $F_{NB}$ 、 $F_{NC}$ 。

应当注意, 内力与外力的区分不是绝对的。随着研究对象的不同, 内力与外力可以互相转化。例如, 当我们取梯子  $AB$  为研究对象时,  $F_{Ax}$ 、 $F_{Ay}$  及  $F_T$  均为外力; 而取人字梯整体为研究对象时, 它们则转化为内力。

正确地画出物体的受力图, 是分析、解决力学问题的基础。画受力图时, 应注意以下几点:

(1) 必须明确研究对象。对于物体系统, 根据求解的需要, 可以取整体为研究对象, 也可以取物体系统中的某一个或某几个物体为研究对象。

(2) 避免多画力或漏画力。对于受力图时所画出的每一个力, 都要能指出其施力物体, 否则这个力就是多画的力; 为了避免漏画力, 在画出已知的主动动力后, 对研究对象与周围物体的每一接触处, 都要仔细分析是否有约束反力。

(3) 严格按约束的性质画约束反力, 不可主观推测。

(4) 注意作用力和反作用力间的关系。一旦假定了作用力的方向, 反作用力的方向则与其相反。作用力和反作用力通常用相同的字母标注, 通过角标 “'” 区分。

(5) 对于物体系统, 应注意随研究对象的不同, 内力与外力可互相转化。

## 习 题

### 一、填空题

1. 力是物体间的\_\_\_\_\_, 这种作用使物体的运动状态发生变化或使物体变形。
2. 力的三要素是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_。
3. 力是有大小和\_\_\_\_\_的量, 所以力是\_\_\_\_\_量。
4. 力  $F_1$ 、 $F_2$  满足  $F_1 = F_2$ , 说明此二力\_\_\_\_\_。
5. 柔索约束的反力作用线沿\_\_\_\_\_离开物体。
6. 光滑接触面约束的反力沿\_\_\_\_\_方向指向物体。
7. 铰链约束的反力方向一般难以判断, 但总是通过铰链中心, 通常用\_\_\_\_\_表示。
8. 物件的平衡是指物体相对地球处于静止或\_\_\_\_\_状态。
9. 如果一个力系对刚体的作用效果与另一力系完全相同, 则此二力系互为\_\_\_\_\_。
10. 常见的约束类型有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_。
11. 在两个力作用下处于平衡状态的构件称为\_\_\_\_\_。

### 二、判断题

1. 只要两个力的大小相等、方向相同, 对物体的作用效果就一定相同。( )
2. 约束反力的方向总是与约束所能限制的物体运动方向相反。( )
3. 合力一定大于分力。( )
4. 二力杆一定是直杆。( )
5. 物体的平衡就是指物体静止不动。( )
6. 画受力图时, 只画物体受到的外力, 不画内力。( )
7. 活动铰链支座约束反力必定垂直于杆件轴线。( )
8. 作用在任何物体上的力, 都可以沿其作用线移动, 而不改变对物体的作用效果。( )
9. 作用力与反作用力是一对平衡力。( )

### 三、简答题

1. 二力平衡公理和作用与反作用公理中, 都提到了等值、反向、共线的两个力, 它们的区别在哪里?
2. 能否在图 1.20 所示曲杆的 A、B 两处各加一力, 使其处于平衡状态? 试说明理由。
3. 图 1.21 所示刚体上 A 点作用着三个均不为零的力  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ , 其中  $F_1$  与  $F_2$  共线, 问此三力能否平衡? 为什么?



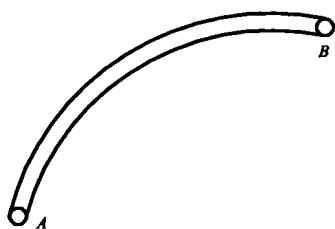


图 1.20

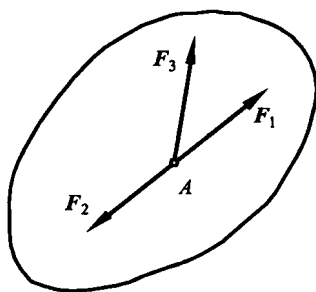


图 1.21

4. 等式  $F = F_1 + F_2$  与  $F = F_1 + F_2$  所表示的意义有何不同?

#### 四、作图题

1. 画出图 1.22 所示几种情形下圆球  $O$  的受力图。

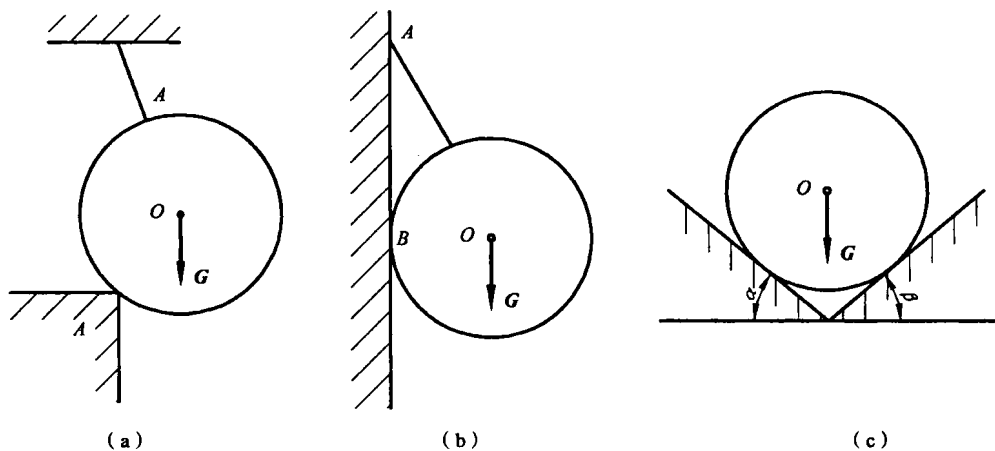


图 1.22

2. 画出图 1.23 所示压路机滚子  $C$  的受力图。

3. 画出图 1.24 所示滚子  $O$  的受力图。

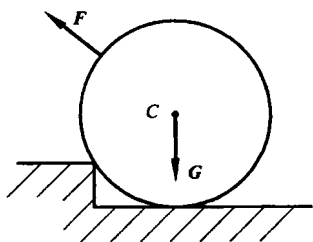


图 1.23

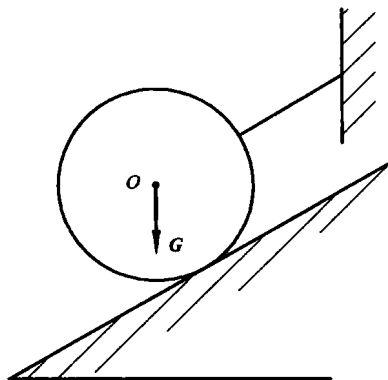


图 1.24