



技工学校机械类通用教材

(第4版)

工程力学

技工学校机械类通用教材编审委员会 编

2
2(4)

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技工学校机械类通用教材

工 程 力 学

(第 4 版)

技工学校机械类通用教材编审委员会 编



机械工业出版社

本书是根据技工学校机械类各专业的教学需要编写的专业基础课教材。

全书共分三篇。第一篇理论力学,主要讨论物体的受力及平衡问题;第二篇材料力学,着重分析物体在力的作用下产生变形和材料抵抗外力的能力;第三篇机械零件,扼要叙述机械中通用零件的类型、结构、特点、简易设计及选用方法等。与前3版教材相比,本书采用了最新的国家技术标准和法定计量单位,根据教学需要对部分章节的内容作了一些必要的更改和增删。

为了便于学生思考和复习,各章末均有复习思考题。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学/技工学校机械类通用教材编审委员会编.

—4版.—北京:机械工业出版社,2004.5

技工学校机械类通用教材

ISBN 7-111-03486-4

I. 工… II. 技 III. 工程力学—技工学校—教材 IV. TB12

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第026215号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:何月秋 版式设计:冉晓华 责任校对:魏俊云

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年5月第4版·第1次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·14印张·345千字

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

第4版前言

技工学校机械类通用教材自1980年出版以来,经过1986年第2版、1991年第3版的修订,内容不断充实和完善,在技工学校、职业技术学校的教学、工矿企业工人的技术培训等方面发挥了很大的作用,取得了较好的社会效益,受到了广大读者的欢迎和好评。

但随着时间的推移,现代科学技术不断发展,教学内容不断完善,新的国家和行业技术标准也相继颁布和实施,本套教材的部分内容已不能适应教学的需要。为保证教学质量,决定组织第3版各门课程的大部分原作者,并适当吸收教学一线的教师,对第3版部分教材进行修订,以更好地满足目前技工学校、职业技术学校教学的实际需要。

为保持本套教材的延续性和原有的读者层次,本次修订在原有教材风格和特点的基础上,根据教学实践,针对原教材的不足进行了改进,以充分反映教学的需要。如对原教材中结构安排不合理之处进行了一些调整,对不切实际或过时的技术内容与错误进行了订正,并删繁就简,使教材内容更具有科学性和实用性;同时根据教学需要补充增加了部分新知识、新技术、新工艺和新方法方面的内容,使教材内容更具有先进性。全套教材还全面采用了新的技术标准、名词术语和法定计量单位。

本次共修订五门基础课和四门专业课的教材,具体包括:机械制图、机械基础、工程力学、金属工艺学、电工与电子基础、车工工艺学、钳工工艺学、焊工工艺学、电工工艺学及相应的习题集。

本套教材的修订工作得到了各位编者的支持,参加教材修订的人员基本上都是参加前3版教材编写的老作者,保证了本套教材能够按计划有序地进行,在此对参加修订的各位作者和前3版的各位编审者的支持和配合表示感谢。

本书第1版由张宗良、李智康、张网珍、施聘贤等编写,宋蕙芬、徐林富、尹家骥、谢顺旭、许兆丰等审稿。第2版由张宗良、邱君明、施聘贤修订,徐林富、李培根审稿。第3版由李培根、严建红修订,丁永昌、张焕敏审稿。

本书第4版由李培根修订。

由于修订时间仓促,编者水平有限,调查研究不够深入,书中难免仍有缺点和错误,我们恳切希望读者批评指正。

技工学校机械类通用教材编审委员会

目 录

第4版前言

绪论	1
----------	---

第一篇 理论力学

引言	2	第二节 平面平行力系的平衡方程及其 应用	35
第一章 静力学的基本概念	3	第三节 平面力系平衡问题的解法	36
第一节 力	3	复习思考题	39
第二节 静力学的基本公理	4	第五章 力沿空间直角坐标轴的分解 及受力分析	42
第三节 约束和约束反力	6	第一节 力沿空间直角坐标轴的分解	42
第四节 受力图	8	第二节 齿轮和圆轴的受力分析	43
复习思考题	10	复习思考题	45
第二章 平面汇交力系	13	第六章 摩擦	46
第一节 平面汇交力系合成的几何法	13	第一节 平面摩擦	46
第二节 平面汇交力系平衡的几何条件	16	第二节 槽面摩擦	52
第三节 平面汇交力系合成的解析法	17	第三节 滚动摩擦	53
第四节 平面汇交力系的平衡方程及其 应用	19	复习思考题	55
复习思考题	21	第七章 刚体定轴转动	58
第三章 力矩和力偶	24	第一节 转速和线速度	58
第一节 力矩和力矩平衡条件	24	第二节 刚体匀速与变速转动的条件	58
第二节 力偶和力偶矩	27	第三节 功率、转速和转矩之间的关系	59
第三节 力的平移定理	30	第四节 转动惯量的概念	60
复习思考题	30	第五节 转动件的静平衡和动平衡	61
第四章 平面任意力系	33	复习思考题	62
第一节 平面任意力系的平衡方程及其 应用	33		

第二篇 材料力学

引言	64	第七节 拉伸和压缩的强度计算	78
第八章 拉伸和压缩	67	第八节 应力集中的概念	79
第一节 拉伸和压缩的概念	67	复习思考题	80
第二节 内力 and 截面法	67	第九章 剪切和挤压	83
第三节 拉伸和压缩时横截面上的正应力	69	第一节 剪切	83
第四节 拉伸和压缩时的胡克定律	72	第二节 挤压	86
第五节 拉伸和压缩时材料的力学性能	74	第三节 剪切和挤压的强度条件	87
第六节 许用应力和安全因数	77	复习思考题	90

第十章 圆轴的扭转	92	第六节 梁的合理截面	115
第一节 扭转的概念	92	第七节 梁的挠度和转角简介	117
第二节 扭矩和扭矩图	92	复习思考题	118
第三节 圆轴扭转时的应力	96	第十二章 组合变形	120
第四节 圆轴扭转时的强度计算	98	第一节 组合变形的概念	120
第五节 圆轴扭转时的刚度计算简介	101	第二节 拉伸(压缩)与弯曲的 组合变形	121
复习思考题	101	第三节 弯曲与扭转的组合变形	123
第十一章 弯曲	103	复习思考题	125
第一节 平面弯曲的概念	103	第十三章 压杆稳定和动荷应力	126
第二节 梁的内力——切力和弯矩	104	第一节 压杆稳定的概念	126
第三节 弯矩图	107	第二节 动荷应力和交变应力的概念	126
第四节 弯曲时的正应力	109	复习思考题	129
第五节 梁的强度计算	112		

第三篇 机械零件

引言	130	第一节 概述	173
第十四章 螺纹联接	131	第二节 齿轮传动受力方向的判定	173
第一节 螺纹的形成和类型	131	第三节 齿轮的失效形式	175
第二节 螺纹的参数	132	第四节 直齿圆柱齿轮强度计算	176
第三节 三角形螺纹	133	第五节 齿轮精度概念	187
第四节 螺纹联接的基本形式和螺纹 联接件	135	复习思考题	187
第五节 螺纹联接的防松方法	138	第十八章 蜗杆传动	189
第六节 偏心载荷和扳手力矩对螺栓 受力的影响	139	第一节 蜗杆传动的特点	189
第七节 螺纹联接的强度计算	141	第二节 蜗杆传动的基本参数和几何尺寸	189
复习思考题	144	第三节 蜗杆和蜗轮旋转方向及受力 方向的判定	192
第十五章 键和销联结	145	第四节 蜗杆、蜗轮的材料和结构	193
第一节 键联结的类型	145	复习思考题	194
第二节 普通平键的选择	147	第十九章 轴	196
第三节 销联结	151	第一节 轴的分类	196
复习思考题	152	第二节 轴的材料和热处理	197
第十六章 普通 V 带传动	153	第三节 轴径的确定	197
第一节 概述	153	第四节 阶梯轴的结构	198
第二节 普通 V 带的标准	154	复习思考题	201
第三节 普通 V 带轮的材料和结构	156	第二十章 轴承	202
第四节 普通 V 带传动的设计方法	158	第一节 滑动轴承概述	202
第五节 普通 V 带传动的张紧装置、 安装和维护	171	第二节 滚动轴承概述	207
复习思考题	172	第三节 滚动轴承类型的选择	212
第十七章 齿轮传动	173	第四节 滚动轴承的组合使用	214
		复习思考题	217
		附录 常用物理量符号及单位	218

绪 论

工程力学研究的对象可以结合常见的桥式起重机来加以说明。图 0-1 为一台桥式起重机的示意图。当吊钩起吊重物时，吊钩、齿轮、轴等零件都要受到各种力的作用。在力的作用下，如果零件的截面尺寸设计得过小，就会发生超出允许范围的变形，不能满足使用要求，甚至引起破坏，造成事故；如果零件的截面尺寸过大，就会造成人力、物力的浪费。工程力学所要研究的主要问题是分析零件的受力情况，合理地设计或选用零件。

本课程的主要内容包括理论力学、材料力学和机械零件三部分。理论力学部分主要是分析物体的受力情况和研究物体的平衡问题，此外对刚体定轴转动的基本知识也作了一定的介绍。材料力学部分主要是分析物体在力的作用下产生变形及材料本身抵抗外力作用的能力。

一切机械都是由零件组成的。在各种不同类型机械中都经常使用的零件称为通用零件。例如，螺栓、键、销、齿轮、轴、轴承等。在某些特定类型机械中使用的零件称为专用零件。例如，机床的床身、汽车的转向盘等。机械零件部分主要介绍一些通用零件的类型、结构、特点、国家标准和应用范围的基本知识及简易设计、选用方法等。

本课程是一门技术基础课，它与其他课程有密切的联系。在学习时不仅需要应用物理和数学的基本概念及运算方法，而且还需要应用金属材料与热处理、公差和配合、机械原理、机械制图等一些基本知识。通过本课程的学习，可以初步掌握力学的基本概念、基础理论和运算方法，熟悉材料变形的形式和简单的强度计算方法，对常用机械零件能够进行受力分析和简易设计、选用等，为学习专业技术知识和参加技术革新打好一定的基础。

学习本课程应以辩证唯物主义为指导，贯彻理论联系实际的原则，从感性认识出发，联系日常生活和生产中的具体现象来分析事物的本质，再提高到理论上进行分析，才能充分理解。通过做复习思考题可培养学生分析问题和解决问题的能力，以取得较好的学习效果。

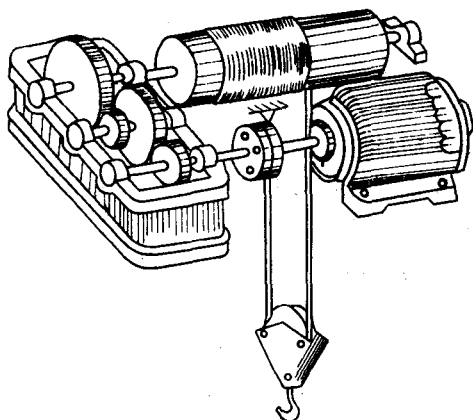


图 0-1 桥式起重机

第一篇 理论力学

引言

自然界是由各种运动着的物质组成的，物质运动的形式多种多样，其中最简单的一种运动形式就是物体的位置随着时间而改变，如车辆、船只的行驶，以及各种机器的运转等，这种运动称为机械运动，简称为运动。

描述某物体的位置往往以假定不动的参照系为基准，来确定该物体的相对位置。同样，在描述某一物体的运动时，也只能说明该物体对某一参照系的相对运动。当一个物体对参照系的相对位置固定不变时，认为此物体处于静止状态。静止只是运动的一个特例。因此运动和静止都是相对的。工程上常用的参照系是地球，一般所说的静止，都是指相对于地球静止。

物体相对于地球静止或作匀速直线运动的状态称为平衡状态。

在理论力学中，为了简化研究的问题，常把实际物体假想为刚体。所谓刚体，就是在力的作用下不会发生变形的物体。事实上，在力的作用下，任何物体的形状和尺寸都会发生变化，但因为常用的工程材料，如钢、铁、石等，在力的作用下变形很小，通常对物体的平衡或运动不产生什么影响，所以在理论力学中把实际物体假想为刚体。

第一章 静力学的基本概念

第一节 力

一、力的概念

力是物体间的相互作用，这种作用是使物体的运动状态或形状发生改变的原因。

因为力是一个物体对另一个物体的作用，所以力不能脱离实际物体而存在。在研究物体的受力时，必须分清哪个是受力物体，哪个是施力物体。

因为本篇的研究对象是刚体，所以不考虑物体在力作用下的变形问题。

二、力的三要素

力对物体的作用完全取决于它的三要素：即：①力的大小；②力的方向；③力的作用点。改变这三要素中任何一个时，力对物体的作用效果也随之改变。

如用手推一重物（图 1-1），若力的大小不同，或施力的作用点不同，或施力的方向不同，都会产生不同的作用效果。

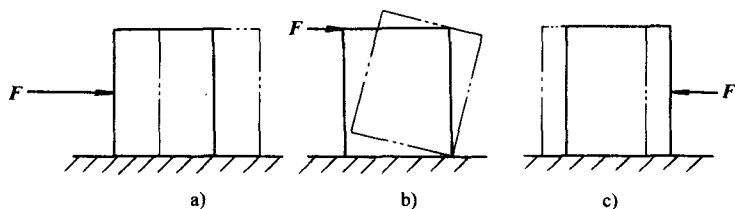


图 1-1 力的三要素

力的法定计量单位是牛顿，简称牛，单位符号为 N。因为牛顿的单位较小，所以有时也用千牛顿，简称千牛（kN）。

三、力的图示法

力是具有大小和方向的量，所以是矢量。力可用一带箭头的线段来表示。线段的长度（按一定的比例）表示力的大小，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，这种方法叫做力的图示法。如小车受 400N 的推力，可用图 1-2b 所示的有向线段来表示。通过力的作用点，按力的方向所画的直线，称为力的作用线。

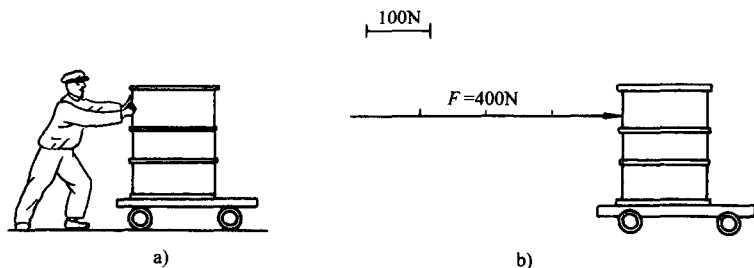


图 1-2 力的图示法

四、力系

作用在同一物体上的一组力称为力系。

如果一个力系对物体的作用效果和另一个力系对该物体的作用效果相同,那么,这两个力系是等效力系。在理论力学中,等效力系可以相互代换。

如果一个力 F_R 对物体的作用效果和一个力系的作用效果相同,则此力 F_R 称为该力系的合力;力系中的每一个力都称为合力 F_R 的分力。

由已知力系求合力的过程称为力系的合成。反之,称为力的分解。

单独的力作用在物体上,会使物体的运动状态发生变化,但受力系作用的物体,它的运动状态却可能并不发生变化。这是因为在有些力系中,各力对物体的作用恰好是相互抵消的。即力系的合力等于零,此力系称为平衡力系。静止和作匀速直线运动的物体,其运动状态都不改变。因此,它们都处于平衡状态。作用在这些物体上的力系都是平衡力系。

静力学主要研究物体受力分析的方法和在外力作用下处于平衡的条件。

第二节 静力学的基本公理

在生活和生产中,经过长期经验的积累和实践的验证,人们认识了关于力所遵循的许多规律,其中最基本的规律可以归纳为以下四条静力学公理,这些公理是研究力系的合成和平衡问题的基础。

公理 1: 二力平衡公理 要使作用在一个刚体上的两个力平衡,其必要和充分条件是:这两个力大小相等,方向相反,且在同一直线上,如图 1-3 所示。用矢量等式表示,即

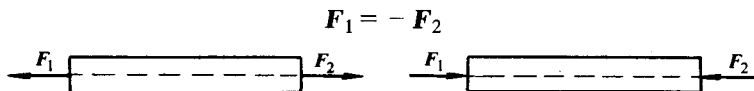


图 1-3 二力平衡

若一物体受两力作用而处于平衡状态,则此二力的方向必在二力作用点的连线上。此物体称为二力杆件,如图 1-4 所示的 BC 杆。

公理 2: 加减平衡力系公理 一个力系对物体的作用,不会因为加入了一个平衡力系而有所改变,也不会因为从中取出一个平衡力系而有所改变。

从上面两条公理中,我们可以得出一个重要的推论:作用在刚体上的力,其作用点可沿着它的作用线任意移动,而不改变力对刚体的作用。这个性质称为力的可传性。

证明:设力 F 作用在刚体 A 点上(图 1-5a),在力 F 的作用线上,任取一点 B ,加上一平衡力系 (F_1, F_2) ,如图 1-5b 所示,且使 $F_1 = F_2 = F$ 。由公理 2 可知,力系 $(F_1, F_2,$

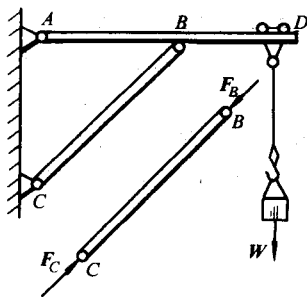


图 1-4 二力杆件

$F)$ 对物体的作用效果与力 F 对物体的作用效果相同,在此三力中,力 F 与力 F_2 又组成一个平衡力系,根据公理 2,可以减去,如图 1-5c 所示。此时刚体上只剩下力 F_1 ,而且其大小等于力 F ,力 F_1 就可以认为是力 F 的作用点从 A 点移到了 B 点的结果。

公理 3: 力的平行四边形公理 作用在物体上某点的两个力,其合力仍通过该点,合力

的大小和方向是用以这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示的。

如图 1-6 所示, 作用在 O 点的两个已知力 F_1 和 F_2 的合力为 F_R 。用矢量等式表示, 即

$$F_R = F_1 + F_2$$

根据公理 3 我们可以得出一个重要推论: 如刚体受到互不平行的三个力作用而平衡时, 则此三个力的作用线必汇交于一点。这个性质是三力平衡的一个条件。

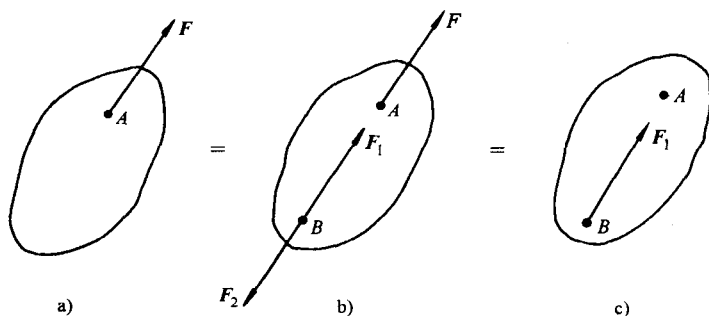


图 1-5 力的可传性

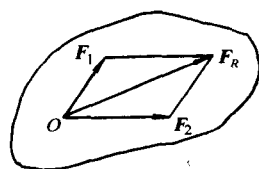


图 1-6 两力的合成

证明: 设有三个互不平行的力 F_1 、 F_2 、 F_3 作用在刚体的同一平面内 A 、 B 、 C 三点上, 且此三力互相平衡, 如图 1-7 所示。

延长力 F_1 、 F_2 的作用线相交于 O 点, 根据力的可传性, 将力 F_1 、 F_2 移到 O 点 (图 1-7a), 根据公理 3, 可求出力 F_1 、 F_2 的合力 F_R 。由已知条件, 力 F_3 必与力 F_R 互相平衡。因此力 F_3 的作用线必与力 F_R 作用线重合而通过汇交点 O (图 1-7b)。

应注意, 三个力汇交于一点并不一定平衡。

公理 4: 作用与反作用公理 某物体以一力作用于另一物体上时, 另一物体必以一大小相等、方向相反且沿同一作用线的力作用在此物体上。

应注意, 作用力与反作用力是分别作用在两个物体上的, 因此作用力和反作用力不能看成是一平衡力系而互相抵消。

现举一例说明公理 1 与公理 4 的区别。

如图 1-8 所示, 将球放在桌面上, 球对桌面有一作用力 F_N , 桌面对球即有一反作用力 F'_N , 力 F_N 作用在桌面上, 力 F'_N 则作用在球上。根据公理 4, 此二力大小相等, 方向相反, 沿同一直线分别作用在桌面和球上。再分析球上的受力情况, 可知球上受两个力的作用, 球的重力 W 和桌面给球的反作用力 F'_N , 根据二力平衡公理可知, 此二力大小

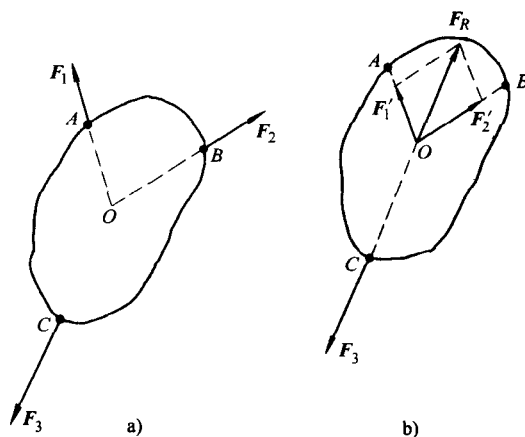


图 1-7 三力平衡

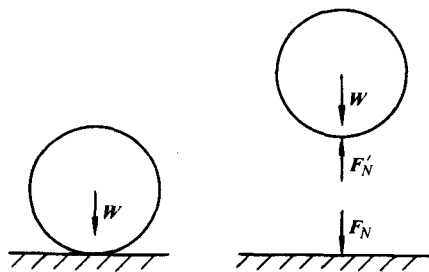


图 1-8 球受力分析

相等、方向相反，沿同一直线同时作用在球上，故为一个平衡力系。

第三节 约束和约束反力

在自然界中，任何物体总是和它周围的物体存在着联系，而且联系的形式是多种多样的。但在研究物体的平衡和受力情况时，我们只分析周围物体对研究对象运动的限制。例如，悬挂着的日光灯，因受到绳索的限制，不能向下移动；转动的轴因受到轴承的限制，只能绕自身轴线转动；机床被地脚螺栓固定在地面上，不能作任何方向的移动等等。总之，周围物体对某一物体用一定的方式阻碍它运动时，就构成了对物体的约束。凡是对物体的运动起阻碍作用的周围物体称为约束。

约束既然能阻止物体沿某一方向运动，那么它对物体就有力的作用。约束作用在物体上的力称为约束反作用力（简称约束反力）。约束反力的方向总是与约束本身所能阻碍的运动方向相反。

物体受到的力一般可分为两类：一类是使物体产生运动或运动趋势的力，称为主动力，如物体受到的重力，加在物体上的载荷等；另一类是阻碍物体运动的力，称为约束反力。

主动力的方向和大小通常是已知的；约束反力的方向和大小通常是未知的，也往往是我们所要求得的。但在一般情况下，物体的约束反力方向可以根据物体的约束类型来决定。

下面讨论工程上常见的几种约束类型及约束反力方向的确定方法。

一、柔性约束

由柔软的绳索、带、链条等构成的约束称为柔性约束。绳、链等由于本身的特点，只能承受拉力，所以柔性约束反力的方向是沿着绳索而离开物体，如图 1-9 所示的力 F_T 。

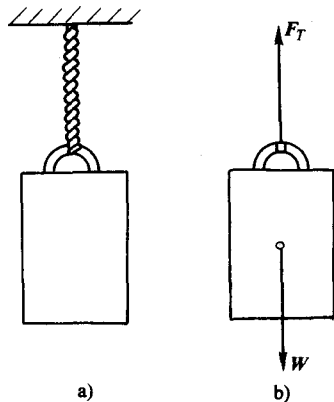


图 1-9 绳索的约束

二、光滑面约束

由完全光滑的表面所构成的约束称为光滑面约束。物体放在光滑面上（图 1-10），在不计摩擦的情况下，可以认为支承面不能限制物体沿其切线方向滑动，而仅能阻止物体沿支承面法线向下运动。因此，光滑面约束反力 F_N 的方向沿着接触面的法线而指向物体。

如 V 形架对工件的约束反力 F_{N1} 和 F_{N2} （图 1-11a），轮齿 A 受到的约束反力 F_{NA} （图 1-11b），当不计摩擦时，都沿着接触面的法线方向而指向物体。

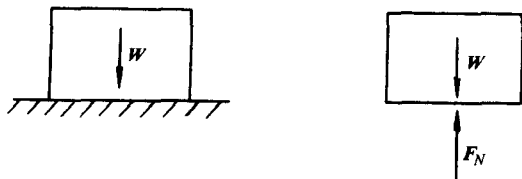


图 1-10 光滑面约束

三、圆柱形铰链约束

如图 1-12a 所示，将杆件 2 和支座 1 钻孔后用圆柱形销钉 3 联接起来，杆件 2 只能绕销

钉的轴线转动，这种约束叫做圆柱形铰链约束。铰链应用很广，如内燃机中活塞与连杆的联接，平面连杆机构中杆件间的联接等。铰链约束可分为固定铰链约束和活动铰链约束两种。

1. 固定铰链约束 将支座 1 固定不动, 便形成了图 1-12b 所示的固定支座。杆件 2 受到固定铰链约束时, 它只能绕销钉 3 转动, 而不能沿销钉半径方向移动。钉孔对销钉的约束可看成为光滑面约束, 其约束反力必沿着接触面的公法线且通过销钉中心。随着杆所受的主动力不同, 杆与销钉接触点的位置也不同。这样, 在画固定铰链约束反力时, 通常用两个方向相互垂直的分力 F_x 和 F_y 来代替 (图 1-12e)。

2. 活动铰链约束 如在铰链支座下加以滚轮, 再搁置在平面上, 如图 1-13a 所示, 称为活动铰链。活动铰链约束与光滑面约束一样, 不能限制物体沿接触面切线方向移动, 只能限制物体沿垂直于支承面的法线方向移动, 所以活动铰链约束反力的作用线必定通过铰链中心, 其方向垂直于支承面, 指向物体, 如图 1-13c 中的力 F_N 。

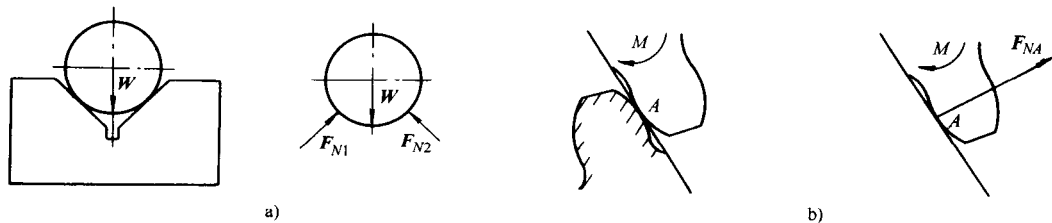


图 1-11 光滑面约束实例

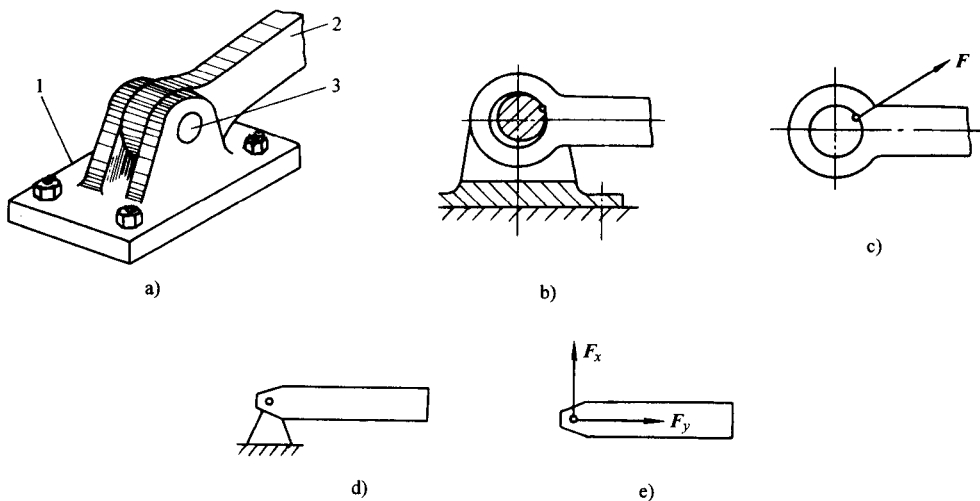


图 1-12 铰链约束

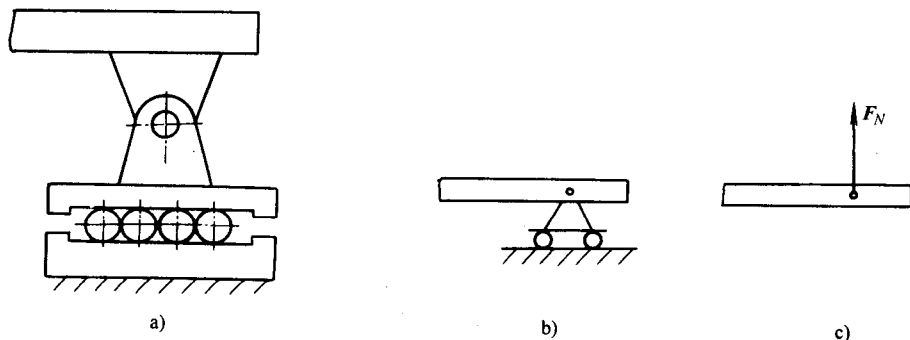


图 1-13 活动铰链约束

第四节 受力图

为了清楚地表示出物体的受力情况, 将被研究的物体从周围物体中分离出来, 即单独画出所研究物体的简单轮廓图形, 并表示出它所受到的全部的力, 这种图形称为受力图。

一般画受力图有下面三个步骤:

(1) 确定研究对象 把所要研究的对象从周围物体中分离出来, 画出它的简单轮廓图形。

(2) 进行受力分析 首先分析加在研究对象上的主动力, 然后分析周围哪些物体对它有力的作用。

(3) 画出作用在研究对象上的全部力。

下面举例说明受力图的画法。

例 1 圆柱形工件重为 W , 放在 V 形架上 (图 1-14a), 试画出工件的受力图。

解 (1) 取工件为研究对象 画出工件的简单轮廓图形。

(2) 受力分析 工件本身重力 W (主动力), 铅直向下作用在物体的重心上; V 形架的两个斜面给工件以约束反力。由于两斜面是光滑面约束, 所以约束反力 F_{N1} 、 F_{N2} 方向沿着接触面的法线方向, 指向工件。

(3) 画受力图 工件受到三个力 W 、 F_{N1} 、 F_{N2} 作用而平衡, 根据三力平衡条件可知, 此三力作用线必汇交一点, 如图 1-14b 所示。

例 2 球重为 W , 用绳吊住, 并靠在光滑斜面上, 如图 1-15a 所示, 试画出球的受力图。

解 (1) 取球为研究对象 画出球的轮廓图形。

(2) 受力分析 球受到的力有: 本身的重力 W (主动力), 铅直向下, 作用在物体的重心上; 沿着绳索的约束反力 F_T ; 斜面法向反力 F_N , 此力垂直于斜面指向球心。

(3) 画受力图 圆球受到三个力 W 、 F_T 、 F_N 作用而平衡, 故三力作用线必汇交于一点, 如图 1-15b 所示。

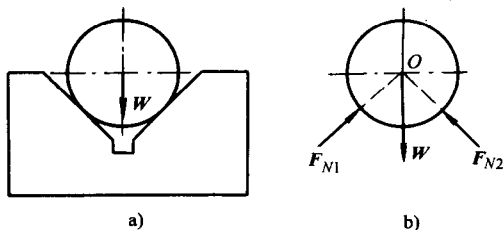


图 1-14 V 形架上工件受力图

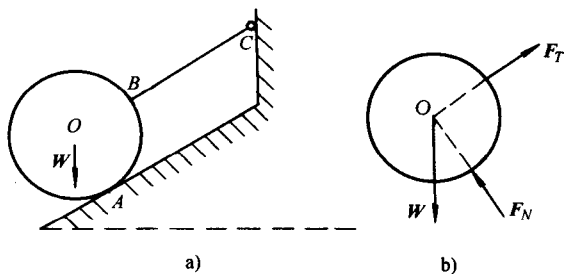


图 1-15 球受力图

例 3 一起重装置如图 1-16a 所示, 水平横梁 AB 重为 W_1 , A 端以铰链固定, B 端用绳索 BC 拉住, 起重吊车连同重物重为 W_2 , 试画出横梁 AB 的受力图。

解 (1) 取横梁 AB 为研究对象 画出横梁的轮廓图形。

(2) 受力分析 横梁受到主动力 W_2 和本身重力 W_1 的作用, B 端受到绳索的约束反力

F_T , A 端受到固定铰链的约束反力 F_A 的作用, 因 F_A 的方向预先不能确定, 所以用一对分力 F_{Ax} 、 F_{Ay} 表示。

(3) 画受力图 根据上面的分析, 梁 AB 受到力 W_2 、 W_1 、 F_T 及 F_{Ax} 、 F_{Ay} 的作用。画出受力图, 如图 1-16b 所示。

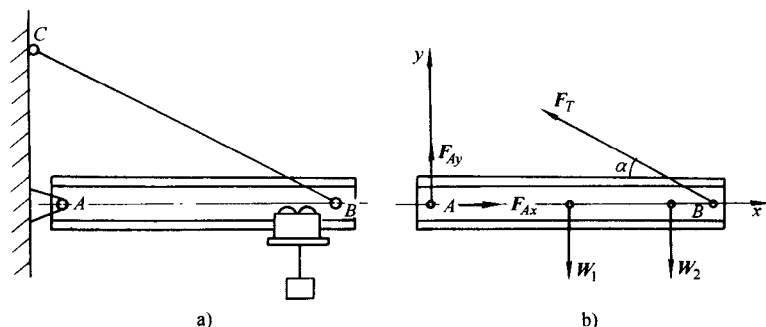


图 1-16 水平梁受力图

例 4 三角架 ABC 如图 1-17a 所示, 在销钉 B 上挂一重为 W 的物体, 如不计三角架各杆的质量, 试画出杆 AB、BC 及销钉 B 的受力图。

解 (1) 取杆 AB 为研究对象 当杆自重不计, AB 杆只受两个力的作用而平衡, 是一个二力杆件。因此, 根据二力平衡条件得出, 铰链 A 和铰链 B 的约束反力 F_A 、 F_{AB} 必沿着两铰链中心的连线。

AB 杆受力图如图 1-17b 所示。

(2) 取杆 BC 为研究对象 杆自重不计, BC 杆也是二力杆件, 故铰链 B、C 的约束反力 F_C 、 F_{BC} 必等值、反向、共线。

BC 杆受力图如图 1-17c 所示。

(3) 取销钉 B 为研究对象 销钉 B 在三个力 W 、 F'_{AB} 、 F'_{BC} 作用下平衡, 力 F'_{AB} 是力 F_{AB} 的反作用力, 力 F'_{BC} 是力 F_{BC} 的反作用力。

销钉 B 受力图如图 1-17d 所示。

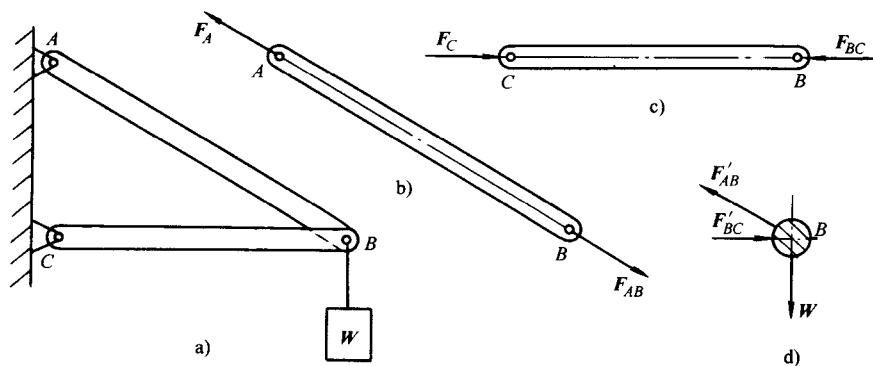


图 1-17 三角架受力图

复习思考题

1. 什么叫物体的平衡？为什么说物体的平衡是相对的？
2. 如何正确理解“力”这个概念？如何用图示法来表示力？
3. 用生产实例说明力的三要素对物体作用效果的影响。
4. 二力平衡公理和作用反作用公理有何不同？试举例说明之。
5. 有人说：“举重时，手向上推杠铃的力大于杠铃向下压手的力，因而将杠铃举起”。这种说法对吗？为什么？
6. 在 A 点作用一已知力 F ，方向如图 1-18 所示，如果在 B 点加一力能否使物体平衡？为什么？
7. 什么叫平衡力系？
8. 物体受三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 的作用，如图 1-19 所示，其中力 F_1 与力 F_2 沿同一作用线，问这三个力能否相互平衡？为什么？

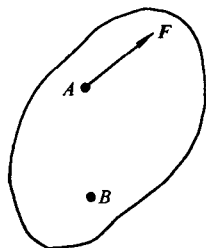


图 1-18

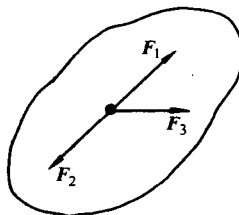


图 1-19

9. 什么叫约束？什么叫约束反力？工程上常见的约束类型有哪些？其约束反力方向如何确定？
10. 什么叫受力图？画受力图的一般步骤怎样？
11. 指出并改正图 1-20 所示各物体受力图的错误。

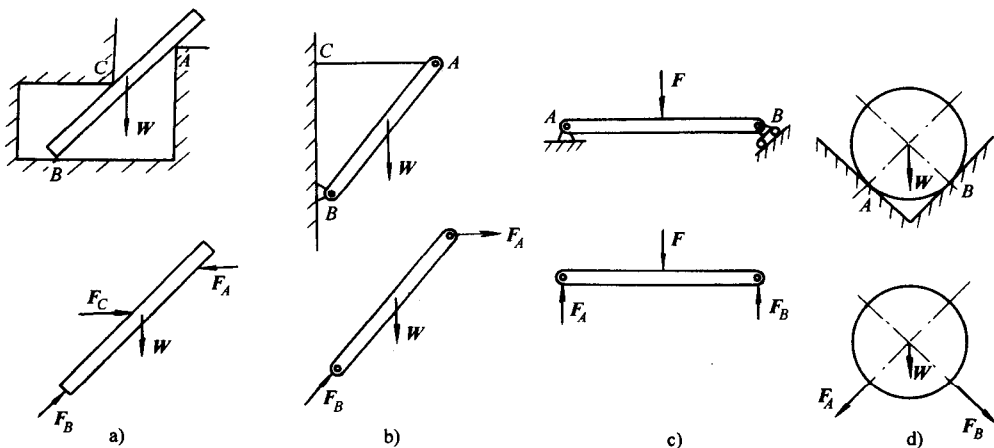


图 1-20

12. 试画出图 1-21 中球的受力图。
13. 试画出图 1-22 中杆 AB 的受力图。CD 为绳索，杆与墙、地面的接触表面都是光滑的。
14. 试画出图 1-23 中小车在光滑斜面上的受力图。
15. 画出图 1-24 中动滑轮、定滑轮和起重物的受力图。不计滑轮自重和摩擦。
16. 试画出图 1-25a 中的结点 B 及图 1-25b 中的结点 A 和 B 的受力图。

17. 图 1-26 中吊架由杆 AB 和杆 CD 用销子联接而成, 在 B 处悬挂重为 W 的重物, 试画出杆 AB 及杆 CD 的受力图。不计杆的自重。

18. 试画出图 1-27 中杆 AB 、 BC 及销钉 B 的受力图。不计各杆件的自重。

19. 试画出图 1-28 中杆 AB 及杆 AC 的受力图。不计杆的自重。

20. 图 1-29 所示两个夹紧装置, 当拧紧图 1-29a 中的螺钉和图 1-29b 中的螺母时, 压板便压紧工件, 试画出压板的受力图。设压板与工件的接触面是光滑的。

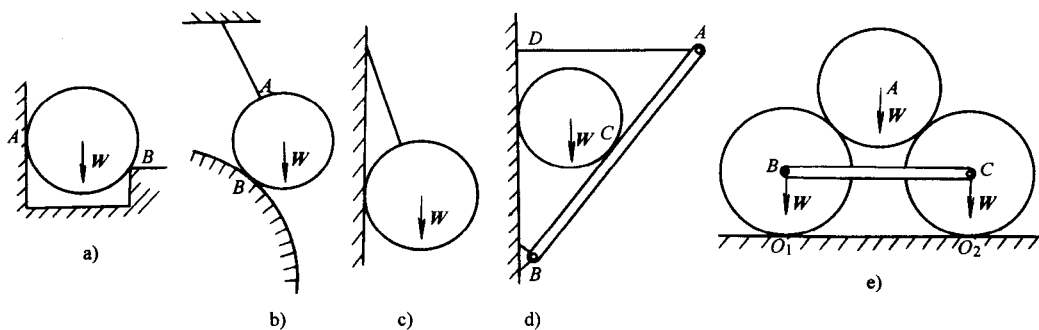


图 1-21

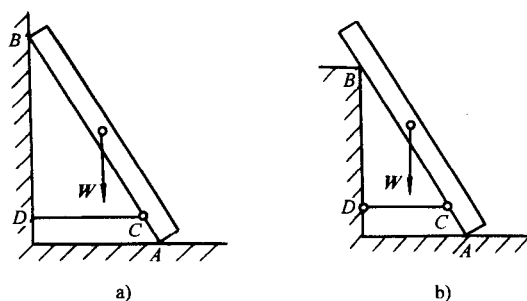


图 1-22

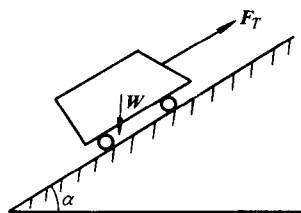


图 1-23

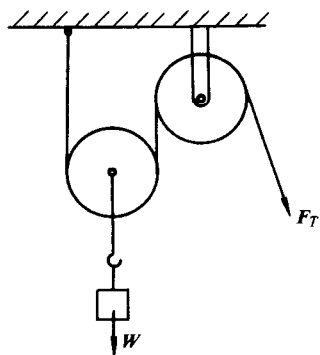


图 1-24

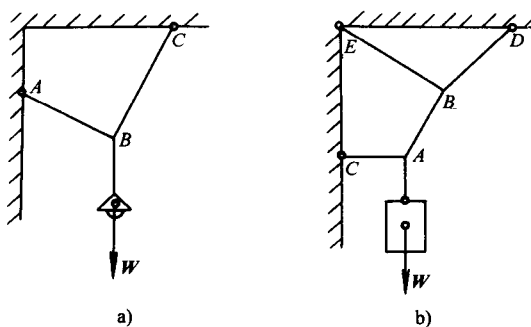


图 1-25