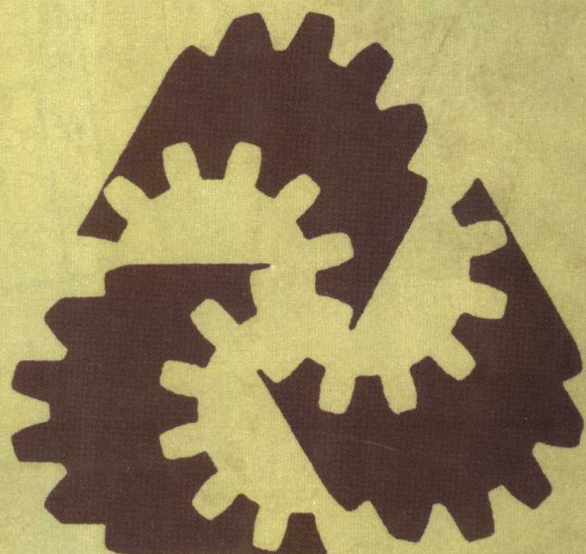
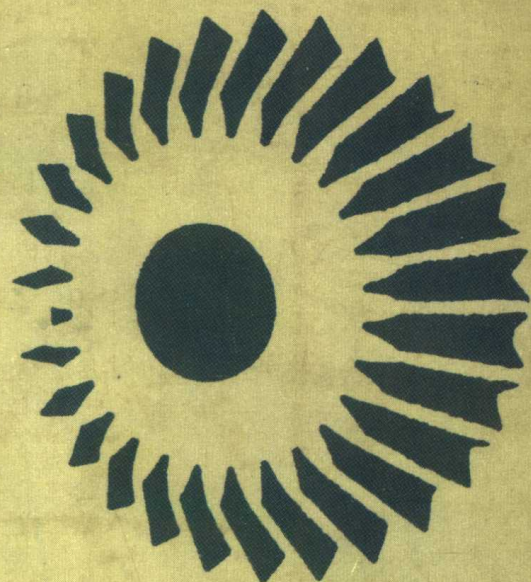




赵祥雄 主编

机械基础



海洋出版社

机 械 基 础

赵祥雄	主 编
陈合顺 何予鹏	副主编
徐 波 李根生	

海 军 出 版 社

1998 年·北京

内 容 提 要

本书包括上、下两篇。上篇为工程力学,内容有静力学的基本概念、平面汇交力系、力矩和平面力偶理论、平面一般力系、材料力学的基本概念、轴向拉伸与压缩、剪切与扭转、弯曲;下篇为机械设计基础,内容有绪论、平面机构运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及其设计、轮系、机构零件设计综述、齿轮传动、带传动、轴、滚动轴承。

本书适合于高等院校 60~90 学时非机械类、管理类专业的教学需要,也可供电大、大专、中专及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/赵祥雄主编. —北京:海洋出版社,1998.8

ISBN 7-5027-4570-X

I. 机… II. 赵… III. 机械学 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 14116 号

责任校对:陈 力

责任印制:严国晋

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京兰空印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月北京第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:18.75

字数:460 千字 印数:1~2000 册

定价:28.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

目前,《机械设计基础》和《工程力学》已是农业高等院非机械类专业普遍开设的课程。这些专业多年来一直采用的工科院校的教材,不仅内容上很难适应农业院校的教育特点,而且在学时数上远达不到工科教材的要求。为了满足农业院校该类专业对学者的要求和探索农业院校教材改革的途径,根据教学大纲,结合多年来教学改革实践经验的总结,并考虑到相关课程教材的衔接性、系统性和逻辑性,编写了60~90学时的《机械基础》教材。该教材包含了上、下两篇,上篇为工程力学,下篇为机械设计基础。

在编写中,从满足教学的基本要求出发,力求做到精选内容、联系实际、反映学科新成就,叙述简明和便于教学。

本书采用了我国的法定计量单位和近年来颁布的新国家标准。

参加本书编写的有河南农业大学赵祥雄、陈合顺、何予鹏、徐波、李根生、袁志华、苏宗伟、李云东、韩复杰;中州大学赵曼;华北水利水电学院韩素兰;新乡市教育学院冯宝萍;河南职业技术学院教育学院王占合;信阳工业学校王国际。由赵祥雄任主编,陈合顺、何宇鹏、徐波、李根生担任副主编。

由于编者水平有限,书中难免有漏误,恳请广大教师和读者批评指正。

编 者

1998年元月

目 录

上 篇 工程力学部分

第一章 静力学基础	(3)
第一节 静力学的基本概念	(3)
第二节 静力学公理	(4)
第三节 约束与约束反力	(6)
第四节 物体的受力分析和受力图	(9)
思考题和习题	(11)
第二章 平面汇交力系	(12)
第一节 平面汇交力系的合成与平衡 ——几何法	(12)
第二节 平面汇交力系的合成与平衡 ——解析法	(14)
思考题和习题	(19)
第三章 力矩和平面力偶理论	(21)
第一节 力对点的距 合力矩定理	(21)
第二节 平面力偶理论	(23)
第三节 平面力偶系的合成与平衡	(26)
思考题和习题	(27)
第四章 平面一般力系	(29)
第一节 概述	(29)
第二节 平面一般力系向一点简化	(30)
第三节 简化结果的分析	(32)
第四节 平面一般力系的平衡条件与 平衡方程	(34)
第五节 平面平行力系的平衡方程	(37)
第六节 静定与静不定问题	(38)
第七节 物体系的平衡	(39)
思考题和习题	(42)
第五章 材料力学的基本概念	(46)

第一节 材料力学的任务	(46)
第二节 材料力学的基本假设	(46)
第三节 外力·内力·截面法	(47)
第四节 应力的概念	(49)
第五节 杆件变形的基本形式	(49)
第六章 轴向拉伸与压缩	(51)
第一节 轴向拉伸和压缩的概念与实 例	(51)
第二节 轴向拉伸和压缩的内力	(51)
第三节 横截面上的应力	(52)
第四节 轴向拉伸和压缩时的变形	(54)
第五节 拉伸与压缩时材料的机械性 质	(55)
第六节 轴向拉伸和压缩时的强度计 算	(60)
第七节 应力集中的概念	(61)
思考题和习题	(62)
第七章 剪切与扭转	(66)
第一节 工程实际中的剪切问题	(66)
第二节 剪切的实用计算	(67)
第三节 工程实际中的扭转问题	(69)
第四节 扭转时的内力	(70)
第五节 薄壁圆筒的扭转	(72)
第六节 圆轴扭转时的应力	(73)
第七节 圆轴扭转时的变形	(75)
思考题和习题	(77)
第八章 弯曲	(81)
第一节 工程实际中的弯曲问题	(81)
第二节 受弯杆的简化	(81)
第三节 剪力和弯矩	(83)
第四节 剪力图和弯矩图	(85)
第五节 梁弯曲时的正应力	(88)
第六节 惯性矩的计算	(90)
第七节 梁弯曲时的强度计算	(93)

第八节 提高梁抗弯能力的措施	(96)
第九节 弯曲变形	(100)
第十节 梁的刚度校核	(108)
思考题和习题	(110)

下 篇

机械设计基础

第九章 绪 论	(119)
第一节 本课程的研究对象和内容	(119)
第二节 本课程的性质和任务	(121)
第三节 机械设计的基本要求和一般程序	(122)
思考题和习题	(122)

第十章 平面机构运动简图及自由度	(123)
第一节 平面运动副及其分类	(123)
第二节 平面机构运动简图	(125)
第三节 平面运动链自由度的计算	(127)
思考题和习题	(132)

第十一章 平面连杆机构	(134)
第一节 铰链四杆机构	(134)
第二节 铰链四杆机构的演变	(136)
第三节 四杆机构的几个基本性质	(141)
第四节 图解法设计四杆机构	(145)
思考题和习题	(149)

第十二章 凸轮机构	(151)
第一节 凸轮机构的组成及类型	(151)
第二节 从动件的常用运动规律	(152)
第三节 图解法设计凸轮轮廓	(157)
第四节 设计凸轮机构应注意的问题	(160)
思考题和习题	(162)

第十三章 齿轮机构及其设计	(164)
第一节 齿轮机构的应用及分类	(164)
第二节 齿廓啮合基本定律	(165)
第三节 渐开线的形成及其特性	(167)
第四节 渐开线齿廓的啮合传动	(167)
第五节 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称及尺寸	(169)

第六节 渐开线标准齿轮的啮合	(171)
第七节 渐开线齿轮传动的重合度	(172)
第八节 切制原理和根切现象	(174)
第九节 斜齿圆柱齿轮传动	(177)
思考题和习题	(182)

第十四章 轮 系	(184)
第一节 轮系及其分类	(184)
第二节 定轴轮系的传动比	(185)
第三节 周转轮系的传动比	(186)
第四节 复合轮系	(188)
第五节 轮系的功用	(190)
思考题和习题	(192)

第十五章 机械零件设计综述	(194)
第一节 机械零件设计概论	(194)
第二节 机械零件的强度	(197)
第三节 机械零件的接触强度	(204)
第四节 机械零件常用材料及选用原则	(206)
思考题和习题	(212)

第十六章 齿轮传动	(214)
第一节 齿轮传动的失效形式和计算准则	(214)
第二节 齿轮常用材料及热处理	(216)
第三节 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	(217)
第四节 标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	(233)
第五节 齿轮的结构	(236)
第六节 齿轮传动的润滑	(238)
思考题和习题	(239)

第十七章 带传动	(242)
第一节 带传动概述	(242)
第二节 带传动的几何计算及基本理论	(244)
第三节 普通 V 带传动设计	(248)
思考题和习题	(258)

第十八章 轴	(260)
第一节 概述	(260)
第二节 轴的初步估算	(262)
第三节 轴的结构设计	(263)
第四节 轴的强度计算	(267)

思考题和习题	(269)	设计准则	(278)
第十九章 滚动轴承	(271)	第四节 滚动轴承的寿命计算	(279)
第一节 滚动轴承的结构、类型和		第五节 滚动轴承部件的组合设计	(283)
代号	(271)	思考题和习题	(288)
第二节 滚动轴承类型的选择	(277)	附表 热轧槽钢(GB707-88)	(289)
第三节 滚动轴承的主要失效形式及			

上 篇

工 程 力 学 部 分

第一章 静力学基础

静力学是研究物体在力系作用下平衡规律的科学。力系是指作用于同一物体上的一组力。物体的平衡状态是指物体相对于地球处于静止或作匀速直线运动。物体处于平衡状态时,作用于该物体上的力系称为平衡力系,此时力系所满足的条件称为平衡条件。

静力学研究的主要问题:

(1) 力系的简化。若一个力系可以用另一个力系代替而不改变物体的原有状态,则称这两个力系等效。如用简单的力系等效地代替较复杂的力系,这就是力系的简化。

(2) 物体在力系作用下的平衡条件。

第一节 静力学的基本概念

一、刚体的概念

所谓刚体,是指受力时不变形的物体,刚体内任意两点间的距离始终保持不变。刚体是一个理想的力学模型,实际的物体在受力时总是要变形的。但是,如果物体的变形很小,而不影响所研究问题的实质,就可以忽略变形,把这物体看作刚体。这种抽象化的方法,在研究问题时是非常必要的。因为只有忽略一些次要的、非本质的因素,才能充分揭露事物的本质。

一个物体能否看作为刚体,不仅取决于变形的大小,而且与所研究问题的性质有关。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是刚体,而要成为变形体。例如,在研究飞机的平衡问题或飞行规律时,我们可以把飞机看作刚体;可是在研究飞机的颤振问题时,机翼等的变形虽然非常微小,但必须把飞机看作变形体。

在静力学中,所研究的物体只限于刚体,故又称刚体静力学,它是研究变形体力学的基础。

二、力的概念

人们经过长期的生产实践和科学实验,逐步建立了力的概念:力是物体间的相互机械作用,这种作用使物体的运动状态和形状发生改变。

力使物体的运动状态发生改变的效应称为外效应,而使物体的形状发生改变的效应则称为内效应。对于刚体来说,只需考虑力的外效应。

实践证明,力的作用点、方向和大小是确定力对物体作用的三个要素。只要其中任一个改变,该力对物体的作用就要改变。

力是矢量。我们用一个矢量来表示力的三个要素,如图 1-1 所示,用矢量的起点或终点来表示力的作用点;用矢量的方位和箭头指向表示力的方向;用矢量的长度(按一定的比例尺)表示力的大小。通过力的作用点沿力的方向的直线,称为力的作用线。本

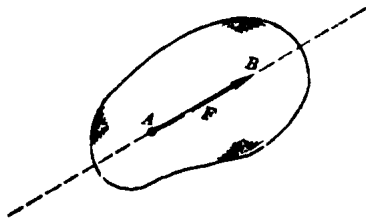


图 1-1

书中,力的矢量用粗体字母例如 $\mathbf{F}$ 表示,而力的大小则用普通字母 F 表示。

力的国际单位(SI)和法定计量单位是牛顿,或千牛顿,其代号为牛(N),或千牛(kN)。力的工程制单位是公斤力或吨力,其代号为(kgf)或(tf),它们是非法定计量单位,已废止。两者的换算关系是

$$1 \text{ 公斤力(kgf)} = 9.8 \text{ 牛顿(N)}$$

第二节 静力学公理

人们通过长期的观察和实验,根据大量的客观事实,对力的基本性质进行了概括和总结,得出了静力学公理。这些公理是静力学的基本规律,是力系的简化和平衡理论的依据。

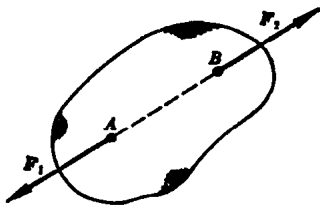


图 1-2

公理 1 二力平衡公理

作用于刚体上的两个力,使刚体处于平衡的必要和充分条件是:这两个力的大小相等,方向相反,且在同一直线上,如图 1-2 所示。

这个公理总结了作用于刚体上的最简单的力系平衡时所必须满足的条件。对于刚体,这个条件是既必要又充分的;但对于非刚体,这个条件是不充分的。例如图 1-3 所示,软绳受两个等值反向的拉力作用可以平衡,而受两个等值反向的压力作用就不能平衡。

只在两个力作用下处于平衡的构件,称为二力构件(或二力杆)。

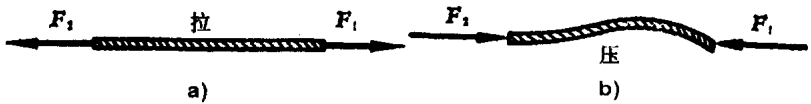


图 1-3

这种情形在工程实际中经常遇到。二力构件受力的特点是:两个力必沿作用点的连线。例如,矿井巷道支护的三铰拱,如图 1-4,其中 BC 杆当不计自重时,就可以看成是二力构件。

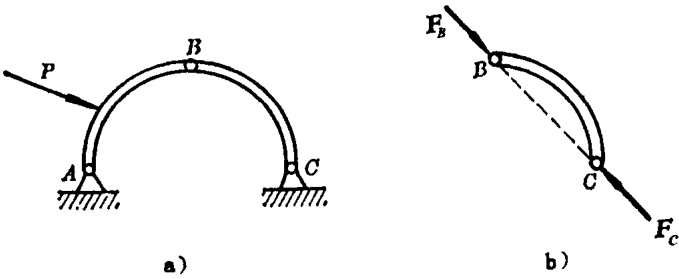


图 1-4

公理 2 加减平衡力系公理

在作用于刚体的任意力系中,加上或去掉任何平衡力系,并不改变原力系对刚体的作用。

这个公理对于研究力系的简化很重要。它只适用于刚体而不适用于变形体。对于变形体,虽然不改变整个物体的运动状态,但将影响物体的变形。

根据上述公理可得如下推论。

推论 力的可传性原理

作用于刚体上某点的力,可以沿着它的作用线移动到刚体内任意一点,并不改变该力对刚体的作用。

证明:设力 F 作用刚体上 A 点,如图 1-5a) 所示。根据加减平衡力系原理,可在力的作用线上任取一点 B ,在 B 点加上两个互相平衡的力 F_1 和 F_2 ,并且使力矢 F_2 等于 F 即 $F = F_2 = -F_1$,如图 1-5b) 所示。力 F_1 和 F 满足二力平衡条件组成平衡力系,根据加减平衡力系原理,又可以把这两个力除去,于是只剩下力 F_2 ,如图 1-5c) 所示。于是,原来的这个力 F 与力系(F 、 F_1 、 F_2)以及力 F_2 互等。而力 F_2 就是原来的力 F ,只是作用点已移到了 B 点。

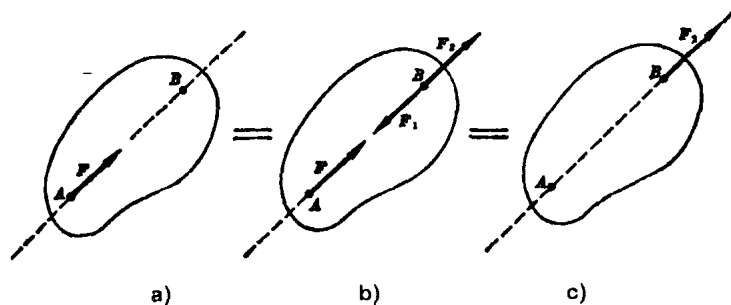


图 1-5

由此推论可知,对于刚体来说,力的作用点已不是决定力的作用效应的要素,它已为作用线所代替。因此,作用于刚体上的力的三要素是:力的大小、方向和作用线。

作用于刚体上的力矢可以沿着作用线移动,这种矢量称为滑动矢量。

力的可传性原理只适用于刚体,而不适用于变形体。

公理 3 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一个力,合力也作用于该点,合力的大小和方向由以两分力为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示,如图 1-6 a) 所示。可用公式表示为

$$R = F_1 + F_2$$

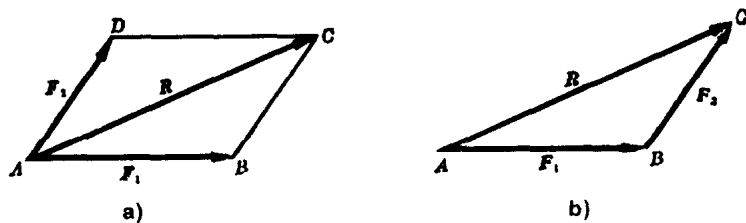


图 1-6

为了方便,在用矢量加法求合力时,往往不必画出整个的平行四边形,如图 1-6b) 所示,可从 A 点作一个与力 F_1 大小相等,方向相同的矢量 $\overline{AB}$,过 B 点作一个与力 F_2 大小相等、方向相同的矢量 $\overline{BC}$ 。则矢量 $\overline{AC}$ 即表示力 F_1 、 F_2 的合力 R 。这种求合力的方法,称为力三角形法则。

但应注意,力三角形只表明力的大小和方向,它不表示力的作用点或作用线。

应该指出,这一公理无论对刚体或变形体都是适用的。

推论 三力平衡汇交定理

作用于刚体上三个相互平衡的力,若其中两个力的作用线汇交于一点,则此三力必在同一平面上,且第三个力的作用线通过汇交点。

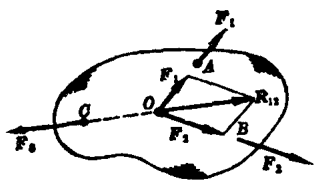


图 1-7

证明,如图 1-7 所示,在刚体的 A 、 B 、 C 三点上,分别作用三个相互平衡的力 F_1 、 F_2 、 F_3 。根据力的可传性,将力 F_1 和 F_2 移到汇交点 O ,然后根据力的平行四边形法则,得合力 R_{12} 。则力 F_3 应与 R_{12} 平衡。由于两个力平衡必需共线,所以力 F_3 必定与力 F_1 和 F_2 共面,且通过力 F_1 和 F_2 的交点 O 。定理得证。

公理 4 作用与反作用定律

作用力和反作用力总是同时存在,两个力的大小相等、方向相反、沿着同一直线,分别作用在两个相互作用的物体上。

公理 4 指出,力总是成对出现的,有作用力必有一反作用力,但分别作用在两个不同的物体上,因此不是一对平衡力。

应该指出,这一公理无论对刚体或变形体都是适用的。

第三节 约束与约束反力

在力学中,通常把所考察的物体分为:自由体和非自由体。位移不受限制的物体称为自由体。例如:飞行的飞机、炮弹和火箭等,它们在空间的位移不受任何限制。而有些物体常受到周围物体对它的限制,使得某些方向的运动成为不可能。例如:吊在天花板上的电灯受到链条的限制不能下落;机车受到铁轨的限制只能沿轨道运动;机床转轴受到轴承的限制只能转动等等。位移受到限制的物体称为非自由体。对非自由体的某些位移起限制作用的周围物体称为约束。例如:链条对于电灯,铁轨对于机车,轴承对于机床转轴等都是约束。

既然约束限制着物体的运动,也就是约束能够起到改变物体运动状态的作用,所以约束对物体的作用,实际上就是力,这种约束对物体的作用力称为约束反力,简称反力。因此,约束反力的方向必与该约束所能限制的运动方向相反。应用这个准则,可以确定约束反力的方向或作用线的位置。至于约束反力的大小总是未知的。

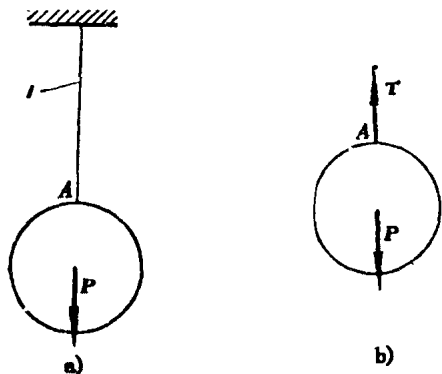


图 1-8

与约束反力相对应,凡能主动引起物体运动或使物体有运动趋势的力,称为主动力。例如重力、水压力、风力等,主动力在工程上也称为载荷。在静力学中,主动力和约束反力组成平衡力系,利用平衡条件可求出约束反力的大小。

下面介绍几种工程实际中常见的约束类型和约束反力的性质。

1. 柔性体约束

属于这类约束的有绳索、链条和皮带等。绳

索如图 1-8 所示, 绳索只能限制物体沿着它的中心线离开的运动, 而不能限制其他方向的运动, 所以它对物体的约束反力只能是拉力。因此, 绳索对物体的约束反力, 作用在接触点, 方向沿着绳索中心线而背离物体, 常用 T 或 S 表示, 如图 1-8b) 所示。

链条或皮带也都只能承受拉力。当它们绕过轮子时, 约束反力沿轮缘的切线方向, 如图 1-9b) 是皮带拉紧时两边产生的拉力。其中 S_1 和 S'_1 等值、反向而共线; S_2 和 S'_2 也是等值、反向而共线。应该注意, 皮带两边的拉力 S_1 和 S_2 (或 S'_1 和 S'_2) 的大小一般并不相等。但对于光滑的绳索来说, 各处的拉力都是同样大小。

2. 光滑接触面约束

支承物体的平面 (如图 1-10), 啮合齿轮的齿面 (如图 1-11), 机床的导轨等, 当表面非常光滑、摩擦可以忽略不计时都属于这类约束。

这类约束只能限制物体沿接触面公法线而朝向约束内部的运动。因此, 光滑接触面对物体的约束反力, 作用在接触点, 沿接触面公法线指向被约束物体。这种约束反力又叫法向反力, 常用 N 表示。如图 1-10 中的 N_A , 图 1-11 中的 N_B 。

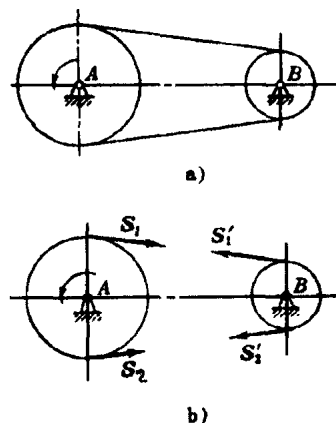


图 1-9

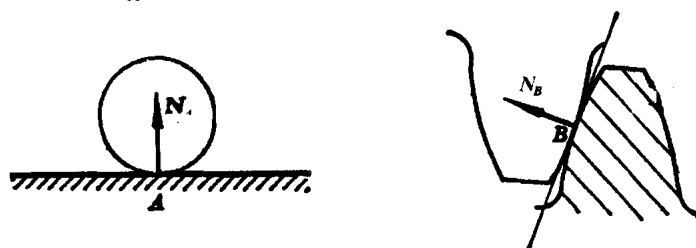


图 1-10

图 1-11

3. 光滑铰链约束

这种约束可以认为由构件上的圆孔套入固定的圆柱销钉组成, 如图 1-12a)、图 1-12b) 所示, 在实际应用中, 属于这类约束原理的有固定铰链支座、滚动铰链支座、轴承以及构件的接头、门窗的活页等。

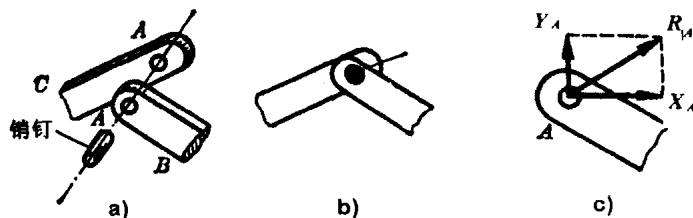


图 1-12

销钉只能限制构件在垂直于销钉轴线的平面内移动, 不能限制构件绕销钉的转动。按照光滑接触面约束的性质, 销钉对构件的约束反力通过接触点而沿接触面的法线方向。因为这是两个圆弧接触, 所以约束反力必通过销钉的中心。但是构件和销钉接触点的位置预先不能确定, 反

力的方向也就不能预先确定,因此常用通过中心的两个大小未知的正交分力来表示,如图 1-12c)所示。

图 1-13a)是固定铰链支座的构造图,销钉将构件与固定底座相联结,图 1-13b)是固定铰链支座的简图和约束反力的表示。

图 1-14a)是滚动铰链支座的构造图。与固定铰链支座不同之处是底座下面不用螺钉与基础相固连,而用滚轴与支承面相接触。

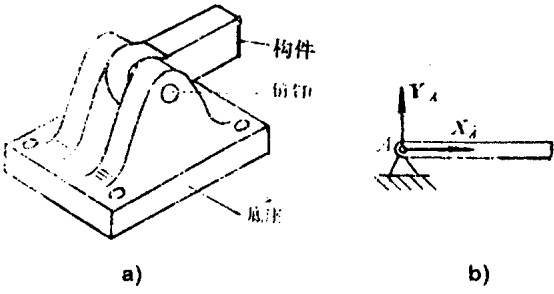


图 1-13

这种支座只能限制物体在垂直于支承面方向的移动,而不能限制沿支承面方向的移动。因此,滚动铰链支座约束反力垂直于支承面并通过铰链中心,它的指向待定。图 1-14b)、图 1-14c)是滚动铰链支座的几种简图和约束反力的表示。滚动铰链支座常在桥梁屋架结构中采用,在温度变化时构件的一端可以有微量的伸缩。

图 1-15a)是机器中采用的轴承装置。轴承只能限制轴沿径向往外移动,不能限制轴在孔内

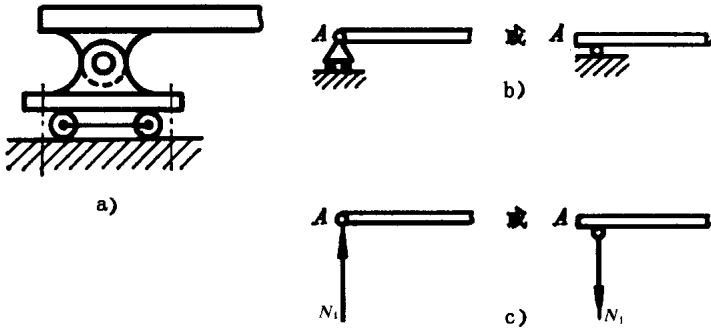


图 1-14

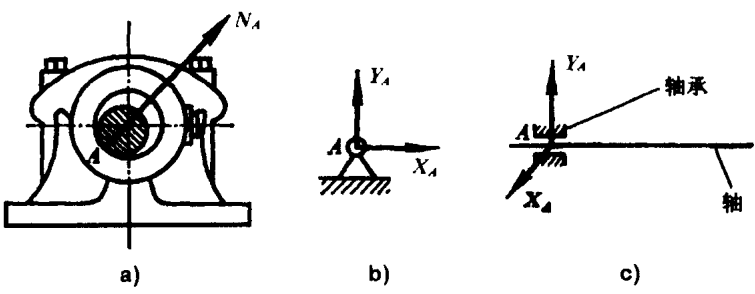


图 1-15

转动,也不能限制轴沿轴线方向的移动。设轴和轴承在 A 点紧密接触,则轴承对轴的约束反力也沿接触面的法线而通过轴心。图 1-15b)、图 1-15c)是轴承的简图和约束反力的表示方法。

4. 固定端约束

在工程中,有时遇到一些构件的一端插入或嵌入另一物体内,例如,插入地下的电线杆(图 1-16a)),嵌砌在墙内的悬臂梁(图 1-16b)),夹紧在刀架上的车刀(图 1-16c))等。物体所受到

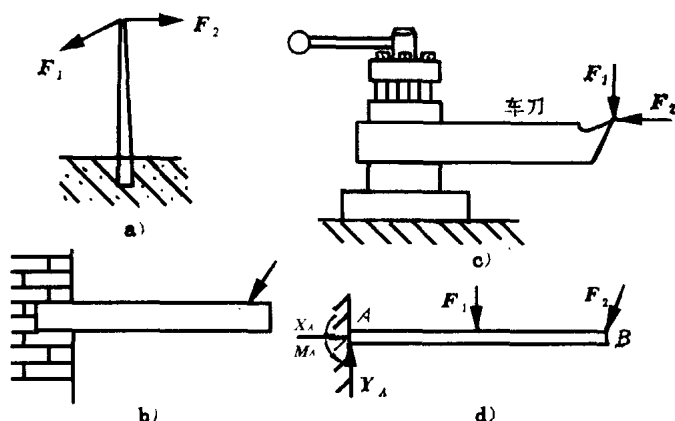


图 1-16

的这类约束称为固定端约束。这种约束既限制物体移动,也限制物体转动,通常用两个正交的反力和一个反力偶矩来表示,图 1-16d)是固定端的简图和约束反力。(参看第四章第二节)

第四节 物体的受力和受力图

在工程实际中,为了求出未知的约束反力,需要根据已知力,应用平衡条件求解。为此,首先要确定构件受了几个力,每个力的作用位置和力的作用方向,这个分析过程称为物体的受力分析。

为了清晰地表示物体的受力情况,我们把所研究的物体(称为研究对象),从周围物体的约束中分离出来,单独画出这个物体的简图,并将作用在它上面的主动力和约束反力,全部画在图形上,这样得到的图形称为受力图。

画受力图是求解静力学问题的一个重要步骤。如果受力图画错了,必将导致分析和计算的错误,故务必认真反复练习画受力图。

画受力图的步骤如下:

(1) 确定研究对象,画出其简图。研究对象可以是单个物体,也可以是几个物体组合而成的物体系统。

(2) 对所研究的对象,画上主动力。

(3) 根据约束类型,正确地画上相应的约束反力。

在画受力图时要注意以下几点:

(1) 不要漏画约束反力。必须搞清所研究的对象与周围哪些物体相接触,在接触处必画出约束反力。

(2) 不要多画力。由于力是物体间相互的机械作用,因此,对于研究对象上所受的每一个力都应明确是周围哪一施力物体施加于它的。研究对象本身对周围物体的作用力不要画出。

(3) 不要画错力的方向。约束反力的方向要严格按着约束类型来画。在分析两物体间的相互作用时,要注意检查这些力的箭头是否符合作用力与反作用力的关系。

(4) 当研究物体平衡时,在受力图上只画外力,不画成对出现的内力。

(5) 画受力图时,通常应先找出二力构件,画出它的受力图,然后再画其他物体的受力图。
下面举例说明如何画受力图。

例 1-1 用力 F 拉动碾子以压平路面,碾子受一石块的阻碍,如图 1-17a) 所示,试画出碾子的受力图。

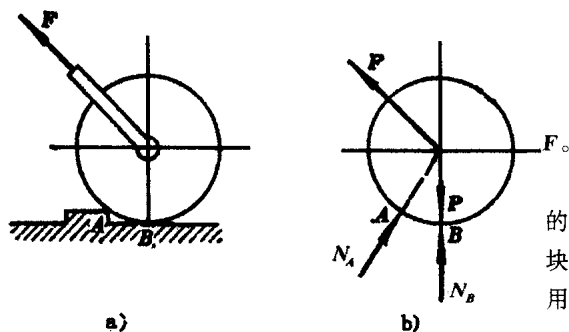


图 1-17

解

- ① 选取碾子为研究对象,并单独画出其简图。
- ② 画主动力。有碾子的重力 P 和杆对碾子中心的拉力 F 。
- ③ 画约束反力,因碾子在 A 和 B 两处受到石块和地面的约束,如不计摩擦,则均为光滑表面接触,故在 A 处受到石块的法向反力 N_A 的作用,在 B 处受地面的法向反力 N_B 的作用,它们都沿着碾子上接触点的公法线而指向圆心。

碾子的受力图如图 1-17b) 所示。

例 1-2 对称屋架如图 1-18a) 所示。 A 处为固定铰链支座, B 处为滚动支座,搁在光滑的水平面上。已知屋架自重 $P(N)$,在屋架的 AC 边上承受了垂直于它的均匀分布的风力,单位长度上承受的力为 $q(N/m)$ 。试画出屋架的受力图。

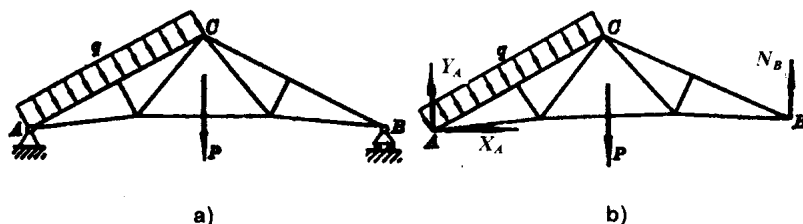


图 1-18

重 $P(N)$,在屋架的 AC 边上承受了垂直于它的均匀分布的风力,单位长度上承受的力为 $q(N/m)$ 。试画出屋架的受力图。

解

- ① 选取屋架为研究对象,除去约束并画其简图。
- ② 画主动力。有屋架的重力 P 和均匀分布的风力 q 。

(3) 画约束反力。因 A 处为固定铰支座,其约束反力通过铰链中心 A ,但方向不能确定,可用两个大小未知的正交分力 X_A 和 Y_A 表示。 B 处为滚动支座,约束反力垂直向上,用 N_B 表示。

屋架的受力图如图 1-18b) 所示。

例 1-3 如图 1-19a) 所示的三铰拱桥,由左、右两拱铰接而成。设自重不计,在拱 AC 上作用有载荷 P ,试分别画出拱 AC 和 CB 的受力图。

解

① 先分析拱 BC 的受力。由于拱 BC 自重不计,且只在 B 、 C 两处受到铰链约束,因此拱 BC 为二力构件。在铰链中心 B 、 C 分别受 S_B 、 S_C 两力的作用,且 $S_B = -S_C$,这两个力的方向如图 1-19b) 所示。

② 取拱 AC 为研究对象。由于自重不计,因此主

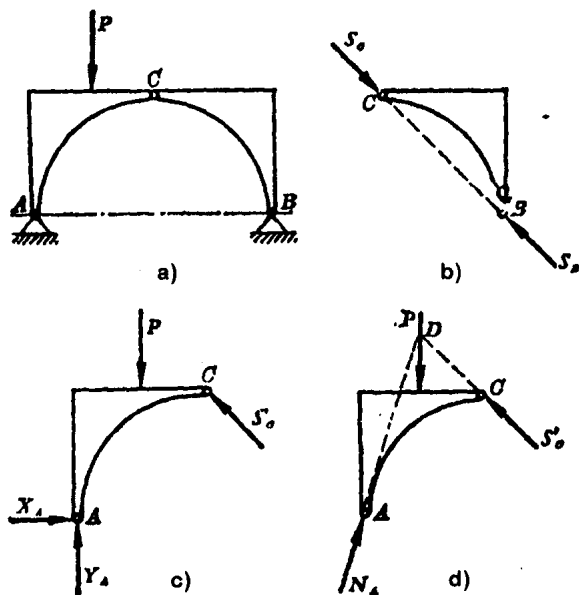


图 1-19