

第 1 章 绪论

工 程 力 学

第 2 章 轴向拉压杆件



第 3 章 弯曲内力

技工学校机械类通用教材

工 程 力 学

技工学校机械类通用教材编审委员会 编



机械工业出版社

本书是为技工学校机械类各工种的教学需要编写的。

本书共分三篇。第一篇理论力学,主要讨论物体的受力分析及平衡问题;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。

为便于学生思考与复习,各章均附复习题。

本书由张宗良、李智康、张网珍、施聘贤等同志编写,宋蕙芬同志参加审稿与修改,徐林富、尹家骥、谢顺旭、许兆丰等同志参加审稿。

工 程 力 学

技工学校机械类通用教材编审委员会 编

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16 · 印张 12 1/2 · 字数 300 千字
1980 年 7 月北京第一版 · 1986 年 6 月北京第七次印刷
印数 1,419,001—1,469,000 · 定价 2.05 元

统一书号: 15033 · 4907

前 言

建国以来,我国的技工教育事业曾得到很大发展。技工学校的广大干部、教师辛勤劳动,努力工作,积累了不少教学经验,并编写过一套比较完整的技工学校教材,对保证教学质量、培训合格的技术工人,支援祖国的社会主义建设,发挥过积极的作用。

文化大革命中,由于林彪、“四人帮”对我国教育事业的严重破坏,技工学校的教学文件和设备几乎损失殆尽,教师队伍备受摧残。

粉碎“四人帮”以后,技工学校迅速得到恢复和发展,对教学计划、教学大纲和教材的需要均甚感迫切。

为了满足教学需要,不断提高技工学校的培训质量,加速实现我国的四个现代化,国家劳动总局和第一机械工业部委托上海市劳动局、上海市第一机电工业局负责全国机械类技工学校教材的编写工作。这次编写的教材共二十二种。计有:语文、数学、物理、化学、工程力学、机械基础、金属工艺学、电工与电子基础、机械制图、车工工艺学、钳工工艺学、铣工工艺学、磨工工艺学、刨工工艺学、铸工工艺学、锻工工艺学、木模工艺学、焊工工艺学、热处理工艺学、电工工艺学、冷作工艺学和工业企业管理基本常识。这套教学计划、教学大纲和教材,分别适用于二年制(招收高中毕业生)和三年制(招收初中毕业生)技工学校(其中数学,语文,物理、化学主要是供招收初中毕业生的学校使用的)。

在教学计划、教学大纲和教材的编写中,我们在坚持以生产实习教学为主的原则的同时,还强调了基本理论和基本技能的训练,注意了新技术、新工艺的吸收。在教学计划说明中,对各门课程的授课目的,提出了明确的要求,以便使这套教学文件能够更好地适应四个现代化的需要。

由于编写时间仓促,加之编写经验不足,这套教材可能尚存在不少缺点和错误,我们恳切地希望同志们提出批评指正,以便作进一步的修改。

技工学校机械类通用教材编审委员会

一九七九年五月

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一篇 理论力学

引言	2
----------	---

第一章 静力学基本概念	2
-------------------	---

§ 1-1 力的概念	2
------------------	---

§ 1-2 静力学基本公理	3
---------------------	---

§ 1-3 约束和约束反力	5
---------------------	---

§ 1-4 示力图	7
-----------------	---

复习题	9
-----------	---

第二章 平面汇交力系	12
------------------	----

§ 2-1 平面汇交力系合成的几何法	12
--------------------------	----

§ 2-2 平面汇交力系平衡的几何条件	15
---------------------------	----

§ 2-3 平面汇交力系合成的解析法	16
--------------------------	----

§ 2-4 平面汇交力系的平衡方程及其应用	17
-----------------------------	----

复习题	20
-----------	----

第三章 力矩和力偶	23
-----------------	----

§ 3-1 力矩、杠杆平衡条件	23
-----------------------	----

§ 3-2 力偶和力偶矩	26
--------------------	----

§ 3-3 力的平移	28
------------------	----

复习题	29
-----------	----

第四章 平面任意力系	31
------------------	----

§ 4-1 平面任意力系的平衡方程及其应用	31
-----------------------------	----

§ 4-2 平面平行力系的平衡方程及其应用	33
-----------------------------	----

§ 4-3 平面力系平衡问题的解法	34
-------------------------	----

复习题	37
-----------	----

第五章 力沿空间直角坐标轴的分解	40
------------------------	----

§ 5-1 力沿空间直角坐标轴的分解	40
--------------------------	----

§ 5-2 齿轮和圆轴的受力分析	41
------------------------	----

复习题	42
-----------	----

第六章 摩擦	44
--------------	----

§ 6-1 平面摩擦	44
------------------	----

§ 6-2 槽面摩擦	46
------------------	----

§ 6-3 滚动摩擦	47
------------------	----

复习题	48
-----------	----

第七章 刚体定轴转动	50
§ 7-1 转速和线速度	50
§ 7-2 刚体匀速与变速转动的条件	50
§ 7-3 功率、转速和转矩之间的关系	51
§ 7-4 转动惯量的概念	52
§ 7-5 转动零件的静平衡	53
复习题	54

第二篇 材料力学

引言	55
第八章 拉伸和压缩	57
§ 8-1 拉伸和压缩的概念	57
§ 8-2 内力、截面法	57
§ 8-3 拉伸和压缩时横截面上的正应力	58
§ 8-4 拉伸和压缩时的虎克定律	59
§ 8-5 拉伸和压缩时材料的机械性质	61
§ 8-6 许用应力和安全系数	63
§ 8-7 拉伸和压缩的强度计算	64
复习题	66
第九章 剪切和挤压	69
§ 9-1 剪切	69
§ 9-2 挤压	72
§ 9-3 剪切和挤压的强度条件	73
复习题	75
第十章 圆轴扭转	77
§ 10-1 扭转概念	77
§ 10-2 扭矩、扭矩图	77
§ 10-3 圆轴扭转时的应力	80
§ 10-4 圆轴扭转时的强度计算	82
§ 10-5 扭转刚度的概念	84
复习题	85
第十一章 弯曲	86
§ 11-1 概述	86
§ 11-2 梁的内力——剪力和弯矩	87
§ 11-3 弯矩图	90
§ 11-4 弯曲时的正应力	91
§ 11-5 梁的强度计算	94
§ 11-6 梁的合理截面	97
§ 11-7 弯曲刚度概念	98
复习题	99
第十二章 组合变形	101
§ 12-1 概述	101

§ 12-2	拉伸(压缩)与弯曲的组合变形	101
§ 12-3	弯曲与扭转的组合变形	103
复习题	.....	105
第十三章	压杆稳定与应力集中	106
§ 13-1	压杆稳定的概念	106
§ 13-2	动荷应力和交变应力的概念	106
§ 13-3	应力集中的概念	109
复习题	.....	110
第三篇 机 械 零 件		
引言	.....	111
第十四章	螺纹联接	111
§ 14-1	螺纹的种类	111
§ 14-2	螺纹的几何参数	113
§ 14-3	三角形螺纹	114
§ 14-4	螺纹联接的基本形式	114
§ 14-5	螺纹联接的防松装置	119
§ 14-6	偏心载荷、扳手力矩对螺栓受力的影响	121
§ 14-7	螺栓直径的选择	122
复习题	.....	125
第十五章	键和销联接	126
§ 15-1	键联接概述	126
§ 15-2	普通平键的选择	127
§ 15-3	销联接	132
复习题	.....	132
第十六章	三角带和带轮	134
§ 16-1	概述	134
§ 16-2	三角胶带的标准	134
§ 16-3	三角带轮的材料、结构	135
§ 16-4	三角胶带传动的设计方法	138
§ 16-5	三角带传动的张紧装置、安装和维护	145
复习题	.....	146
第十七章	齿轮	147
§ 17-1	概述	147
§ 17-2	齿轮的失效形式	147
§ 17-3	齿轮传动受力方向判定	148
§ 17-4	直齿圆柱齿轮传动设计	149
复习题	.....	159
第十八章	蜗轮和蜗杆	161
§ 18-1	概述	161
§ 18-2	蜗杆传动的基本参数和几何尺寸计算	161

§ 18-3	蜗杆传动受力方向及蜗轮旋转方向判定	163
§ 18-4	蜗杆传动设计	164
复习题	.....	171
第十九章	轴	172
§ 19-1	轴的分类	172
§ 19-2	轴的材料和热处理	173
§ 19-3	轴径的确定	173
§ 19-4	轴的结构	174
§ 19-5	转轴的简易设计步骤举例	177
复习题	.....	180
第二十章	轴承	181
§ 20-1	滑动轴承概述	181
§ 20-2	滚动轴承概述	184
§ 20-3	滚动轴承类型的选择	187
§ 20-4	滚动轴承的组合使用	188
复习题	.....	191

绪 论

工程力学的研究对象可以结合常见的起重吊车来加以说明。图 0-1 为一台起重吊车的示意图。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。如何分析零件的受力情况,合理地设计或选用零件,这就是工程力学所要研究的主要问题。

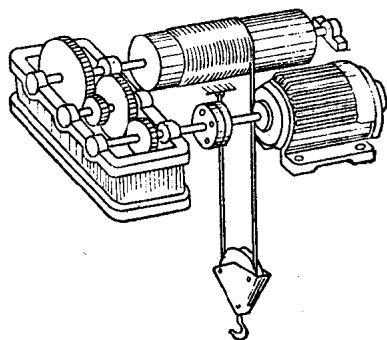


图 0-1 起重吊车

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、汽车的方向盘等。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。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(部颁)标准和应用范围的基本知识及简易设计选用方法等。

工程力学课程是一门技术基础课,它与其他课程有密切的联系,在学习本课程时不仅需要应用物理和数学的基本概念及运算方法,而且需要使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,熟悉材料变形的主要形式和简单强度计算方法,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,联系日常生活中、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。通过做复习题可培养分析问题和解决问题的能力,以取得较好的学习效果。

第一篇 理论力学

引言

理论力学是研究物体机械运动规律的科学。

自然界是由各种运动着的物质组成的,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,如星球的运动,车辆船只的行驶,以及各种机器的运动等,这种运动称为机械运动,简称为运动。

描述物体的位置往往以假定不动的参照物为基准来确定物体的相对位置。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物的相对运动。当一个物体对参照物的相对位置固定不变时,认为此物体处于静止状态。静止只是运动中的一个特例,它说明物体的运动与参照物的运动完全相同。因此运动和静止都是相对的。工程上最常用的参照物是地球,所以一般所说的静止,都是指相对于地球的静止。

物体的静止或匀速直线运动状态,称为平衡状态。

在理论力学中,为了简化研究的问题,常把实际的物体看成为刚体。

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、木、石等,在力的作用下,它们的变形一般都很小,而这样微小的变形,通常对物体的运动几乎不产生什么影响,所以在理论力学中把实际物体假想为刚体。

第一章 静力学基本概念

静力学主要研究物体受力分析的方法和刚体在外力作用下处于平衡的条件。

§ 1-1 力的概念

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决定于它的三要素,即: 1. 力的大小(工程上常用力的单位是公斤力或吨力国际单位为牛顿); 2. 力的方向; 3. 力的作用点。三要素中,任何一个改变时,力对物体的作用效果也随之改变。

如用手推一重物(图 1-1),力的大小不同,施力于不同的作用点,按不同的方向推物,都会产生不同的效果。

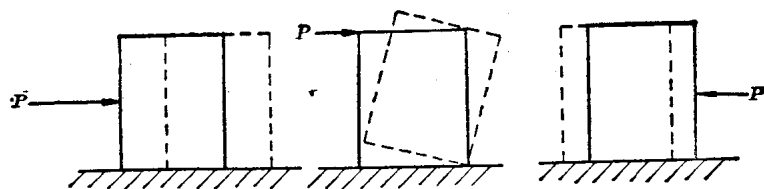


图 1-1 力的三要素

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 4 公斤力的推力,可用图 1-2 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。

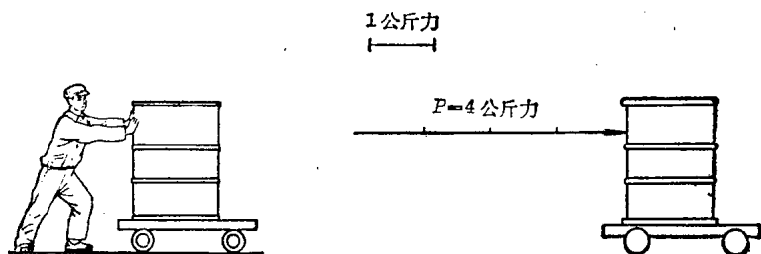


图 1-2 力的图示法

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,彼此是等效力系。在理论力学中,等效力系可以相互代换。

如果一个力 R 对物体的作用效果和一个力系的作用效果相同,则此力 R 称为该力系的合力;力系中的每一个力都称为合力 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,它们都是处于平衡状态,作用在这些物体上的力系都是平衡力系。

§ 1-2 静力学基本公理

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:

$$P_1 = -P_2$$



图 1-3 二力平衡

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 P 作用在刚体 A 点上(图 1-4a), 在力 P 的作用线上, 任取一点 B , 加上一平衡力系 (P_1, P_2) , 如图 1-4b 所示, 且使 $P_1 = P_2 = P$ 。由公理 2 可知, 力系 (P_1, P_2, P) 对物体的作用效果与力 P 对物体的作用效果相同, 在此三力中, 力 P 与力 P_2 又组成一个平衡力系, 根据公理 2, 可以减去, 如图 1-4c 所示。此时刚体上只剩下力 P_1 , 而且力 P_1 的大小等于力 P , 力 P_1 就可以认为是力 P 的作用点从 A 点移到了 B 点的结果。

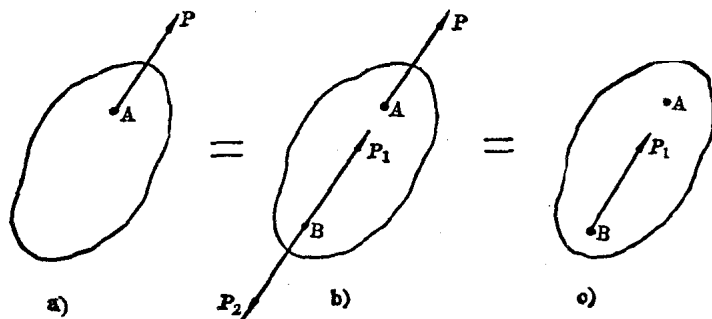


图 1-4 力的可传性

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以这两个力为邻边所构成平行四边形的对角线来表示。

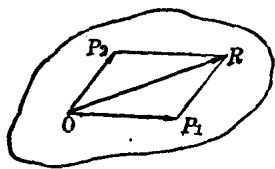


图 1-5 所示, 作用在物体上 O 点的两个已知力 P_1 和 P_2 的合力为 R 。用矢量等式表示即:

$$R = P_1 + P_2$$

根据公理 3 我们可得出一个重要的推论: 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。

证明: 设有三个互不平行的力 P_1, P_2, P_3 作用在刚体上同一平面内 A, B, C 三点, 且此三力互相平衡如图 1-6 所示。延长力 P_1, P_2 的作用线交于 O 点, 根据力的可传性, 将力 P_1, P_2 移到 O 点, 根据公理 3, 可求出力 P_1, P_2 的合力 R 。由已知条件, 力 P_3 必与力 R 互相平衡。因此力 P_3 的作用线必与力 R 作用线重合而通过汇交点 O 点。

应注意三个力汇交于一点并不一定平衡。

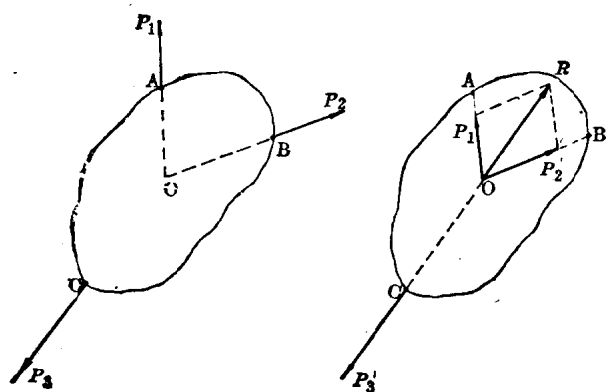


图 1-6 三力平衡

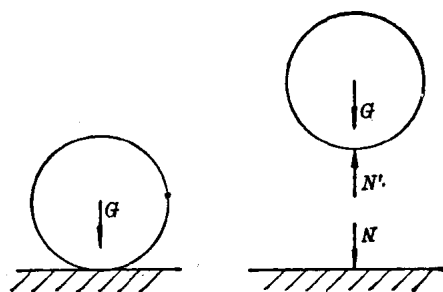


图 1-7 球受力分析

公理 4. 作用与反作用公理

一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 1-7 所示,将球放在桌面上,球对桌面有一作用力 N ,桌面对球即有一反作用力 N' ,力 N 作用在桌面上,力 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,球上受二个力的作用,球的重力 G 和桌面给球的反作用力 N' ,根据二力平衡公理可知,此二力大小相等、方向相反、沿同一直线,同时作用在球上,故为一个平衡力系。

§ 1-3 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通过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。

约束既能阻止物体沿某一方向的运动,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、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其约束反力方向的确定方法。

一、柔性约束

由柔软的绳索、皮带、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 1-8 所示的力 T 。

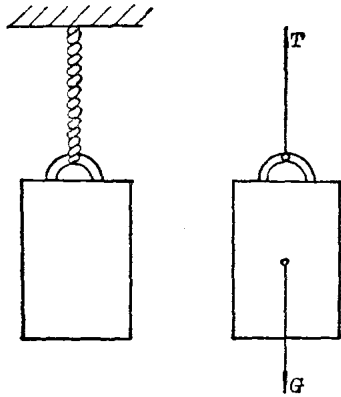


图 1-8 绳索的约束

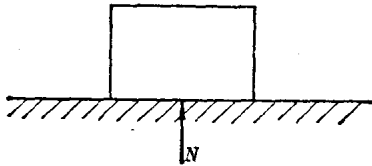
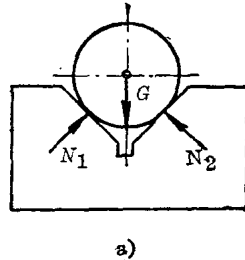
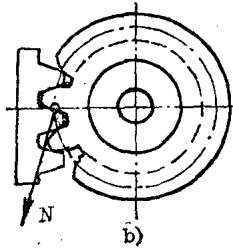


图 1-9 光滑面约束



a)



b)

图 1-10 光滑面约束实例

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 1-9),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,光滑面约束反力的方向沿着接触面的法线而指向物体。

如 V 形铁对工件的约束反力(图 1-10a), 齿轮间传递的作用力(图 1-10b), 当不计摩擦时,都沿着接触面的法线方向。

三、圆柱形铰链约束

图 1-11a 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,平面杆式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 1-11b 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,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 R_x 和 R_y 来代替(图 1-11c)。

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 1-12a 所示,称为活动铰链。活动铰链约

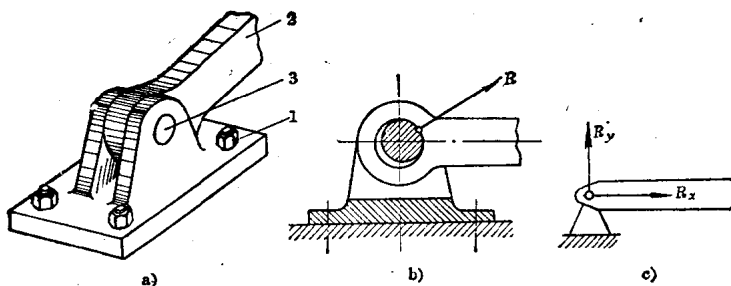


图 1-11 铰链约束

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 1-12b 的力 N 。

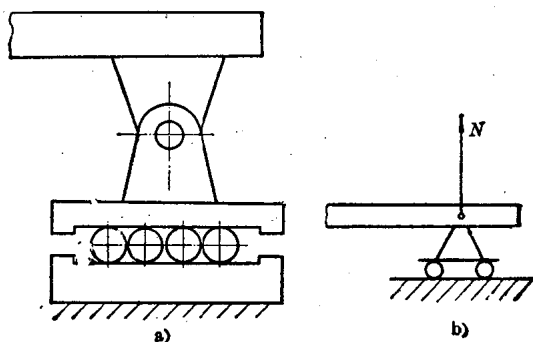


图 1-12 活动铰链约束

§ 1-4 示 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的物体中分离出来,单独画出所研究的物体的简单轮廓图形,并表示出它所受到的全部的力,这种图形称为示力图。

一般画示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

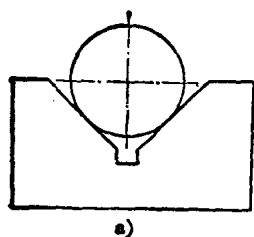
举例说明示力图的画法。

例 1 圆柱形工件重量为 G , 放在 V 形铁上(图 1-13a)试画出工件的示力图。

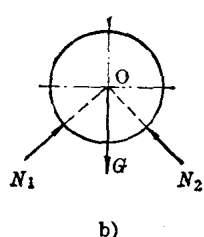
解 (1) 取工件为研究对象,画出工件的简单轮廓图形。

(2) 受力分析: 工件本身重力 G (主动力), 铅直向下作用在物体的重心上; V 形铁的两个斜面给工件的约束反力。由于两斜面属于光滑面约束,所以约束反力 N_1 、 N_2 方向沿着接触面的法线方向,指向工件。

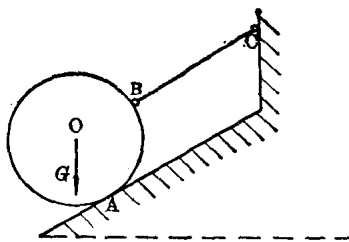
(3) 画出示力图。工件受到三个力 G 、 N_1 、 N_2 作用而平衡,根据三力平衡条件可知,此三力作用线必汇交于一点。如图 1-13b 所示。



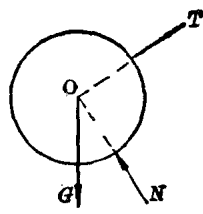
a)



b)



a)



b)

图 1-13 V形铁上工件示力图

图 1-14 球示力图

例 2 球重为 G , 用绳吊住, 并靠在光滑斜面上, 如图 1-14a 所示, 试画出球的示力图。

解 (1) 取球为研究对象, 并画出它的轮廓图形。

(2) 受力分析: 球受到本身重力 G (主动力), 力 G 铅直向下, 作用在物体的重心上; 沿着绳索的约束反力 T ; 斜面法向反力 N , 力 N 垂直于斜面指向球心。

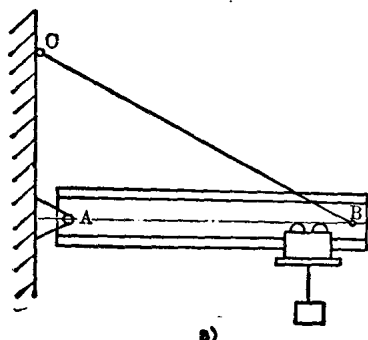
(3) 画出示力图。圆球受到三个力 G 、 T 、 N 作用而平衡, 故三力作用线必汇交于一点。如图 1-14b 所示。

例 3 一起重装置如图 1-15a 所示, 水平横梁 AB 的重量为 G , A 端以铰链固定, B 端用绳索 BC 拉住, 吊车连同重物的重量为 P , 试画出横梁 AB 的示力图。

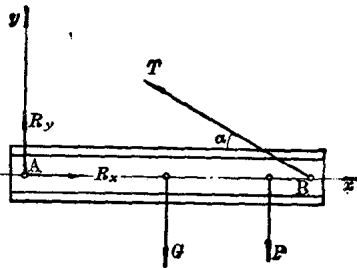
解 (1) 取横梁 AB 为研究对象, 并画出它的轮廓图形。

(2) 受力分析: 横梁受到主动力 P 和本身的重力 G , B 端受到绳索的拉力 T , A 端受到固定铰链的约束反力 R , 因 R 方向预先不能确定, 所以用一对分力 R_x 、 R_y 表示。

(3) 画示力图。根据上面分析, 梁 AB 受到力 P 、 G 、 T 及 R_x 、 R_y 作用。画出示力图, 如图 1-15b 所示。



a)



b)

图 1-15 水平梁示力图

例 4 一三角架如图 1-16 所示, 三角架 ABC 的销钉 B 上挂一重量为 G 的物体, 如不计三角架各杆重量, 试画出杆 AB、BC 及销钉 B 的示力图。

解 (1) 取杆 AB 为研究对象。当杆自重不计时, AB 杆是只受两个力作用的平衡物体。由二力平衡条件可知, 铰链 A 和铰链 B 的约束反力 R_A 、 R_B 沿着两个铰链中心的连线。本身不受主动力作用的双铰链刚体, 其约束反力的方向沿着两端铰链中心的连线, 这种杆件称为二力杆。

AB 杆示力图, 如图 1-16a 所示。

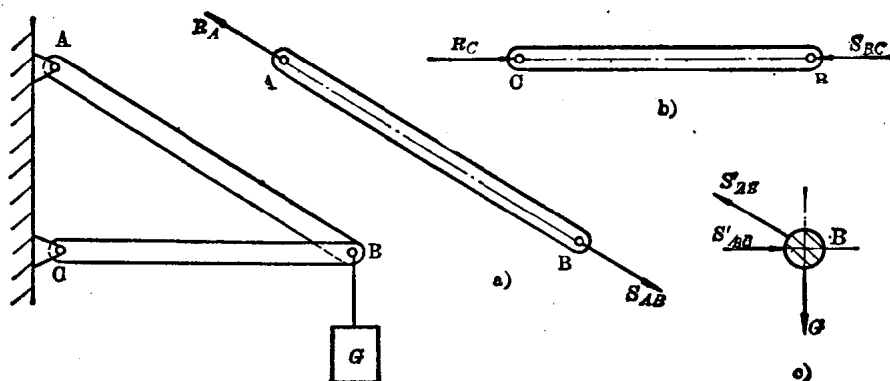


图 1-16 三角架示力图

(2) 取杆 BC 为研究对象。杆自重不计, BC 杆也为二力杆件, 故铰链 B、C 的约束反力 S_{BC} 、 R_C 必等值、反向、共线。

BC 杆的示力图, 如图 1-16b 所示。

(3) 取销钉 B 为研究对象。销钉 B 在三力 G 、 S'_{BC} 、 S'_{AB} 作用下平衡, 力 S'_{BC} 为力 S_{BC} 的反作用力, 力 S'_{AB} 为力 S_{AB} 的反作用力, 如图 1-16c 所示。

复 习 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? 如何用图象来表示力?
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 P , 方向如图 1-17 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?

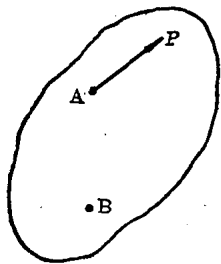


图 1-17

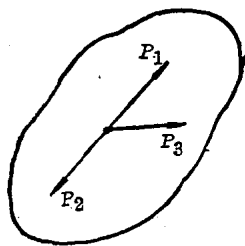


图 1-18

8. 物体受三个力 P_1 、 P_2 、 P_3 的作用, 如图 1-18 所示, 其中力 P_1 与力 P_2 沿同一作用线, 问这三个力能否相互平衡? 为什么?

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. 什么叫示力图? 画示力图的一般步骤怎样?