

机械制造基础

陈彦泽 李永清 魏文涛 编



石油工业出版社

机械制造基础

陈彦泽 李永清 魏文涛 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书基本涵盖了机械加工工艺相关各个学科的知识,对和机械工艺相关的力学、机械制图、金属材料学、公差与配合、机械加工、液压传动的基本知识加以介绍,并简单介绍了国外当前先进的机械加工工艺和相关新技术。

本书可作为机械制造工人的培训教材,也可作为大中专职业学校机械加工、制造专业学生和教师的教辅或参考书,适合于机械制造行业的技术人员、工人、学生等阅读。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/陈彦泽,李永清,魏文涛编.

北京:石油工业出版社,2011.12

ISBN 978-7-5021-8795-8

I. 机…

II. ①陈… ②李… ③魏…

III. ①机械制造-教材

IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 232561 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:18.5

字数:445 千字

定价:65.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

本书力图用浅显易懂的语言,介绍与机械制造有关的基础知识。本书的目的在于为机械制造行业技术工人培训提供一本比较全面的基础教材。

科技发展到今天,机械制造行业的主体依然是技术工人。一名优秀的技术工人,必须掌握很多和制造行业相关的基础知识,才能胜任自己的岗位。

随着机械制造行业的不断进步和发展,对技术工人的培训是培养适应时代要求的技术应用型专门人才的一项十分重要的工作。鉴于对技术工人培养的基本要求,培训教材应以全面系统、深入浅出、概念清晰、强化应用为标准。

本书对材料力学、金属材料与热处理、机械制图、公差与配合、机械加工基础以及液压传动等课程内容进行分析整理,以机械制造要求掌握的各个学科最基本的知识和方法进行有机的组合,同时,加入了现代制造体系中的“现代制造技术简介”等相关内容,形成新的教学内容体系。这样编写的“机械制造基础”培训教材,各章有各自的独立性,同时又有相互联系,围绕机械制造基础知识形成一体,基本上涵盖了与机械加工工艺相关各个学科的知识。本书重点对与机械工艺相关的力学基础知识、机械制图、金属材料与热处理、公差与配合、机械加工、液压传动等科目的基本知识加以介绍,并简单介绍了国外当前先进的机械加工工艺和相关新技术。

本书可供机械加工或机电类维修等技术工人培训使用,也可作为相关工程技术人员的参考读物,具体内容可以根据对技术工人具体培训实际需要和课时长短进行调整和取舍。

本书的第一章到第三章由陈彦泽负责编写,第四章和第八章由魏文涛负责编写,第五章到第七章由李永清负责编写。全书由陈彦泽主编,由北京化工大学颜廷俊教授主审。

在本书的编写过程中,得到了中国石油大学(北京)朱宏武教授的大力支持,张玉英老师为文稿整理、编排做了大量工作;本书参考并引用了一些教材和文献的内容和插图,在此表示感谢。

限于作者水平有限,错误之处在所难免,恳请读者多提宝贵意见!

目 录

第一章 力学基础知识	(1)
第一节 静力学基础知识	(1)
第二节 材料力学基础	(11)
第二章 投影基础知识	(27)
第一节 投影	(27)
第二节 点、直线及平面的投影	(32)
第三节 基本体的投影及其表面上的点和线	(45)
第四节 组合体	(53)
第三章 机械制图	(60)
第一节 机械制图的基本知识和基本技能	(60)
第二节 机件常用的表达方法	(76)
第三节 零件图和装备图	(89)
第四章 公差与配合	(98)
第一节 基础知识	(98)
第二节 测量技术基础	(99)
第三节 孔和轴的极限与配合	(109)
第四节 形状与位置公差	(117)
第五章 金属材料学和热处理基础知识	(134)
第一节 基础知识	(134)
第二节 金属的性能	(137)
第三节 工业用金属的基本知识	(142)
第四节 金属的热处理	(149)
第五节 金属的牌号	(154)
第六章 金属切削机械加工设备	(163)
第一节 金属切削加工过程	(163)
第二节 金属切削原理及其应用	(167)
第三节 金属切削工艺的设备	(172)
第四节 刀具及其材料	(187)
第七章 金属切削机械加工工艺基础	(194)
第一节 生产过程与工艺过程	(194)
第二节 典型零件机械加工工艺过程	(205)

第八章 液压传动基础知识	(228)
第一节 液压传动基本理论	(228)
第二节 常见液压元件	(231)
第三节 气压传动简介	(259)
第九章 现代制造技术简介	(263)
第一节 数控机床和加工中心	(263)
第二节 工业机器人	(276)
第三节 现代制造生产管理技术	(279)
参考文献	(288)

第一章 力学基础知识

力学是指一切研究对象的受力和受力效应的规律及其应用的学科的总称。人类早期的生产实践活动是力学研究的起源。

自然界物质是多种层次、多尺度的,从宇观的宇宙体系,宏观的天体和常规物体,细观的颗粒、纤维、晶体,到微观的分子、原子、基本粒子,这些都是力学研究的不同对象。

力学门类的划分可以按所研究对象的物态进行区分,分为固体力学和流体力学。根据所研究对象具体的形态、研究方法、研究目的的不同,固体力学可以分为理论力学、材料力学、结构力学、弹性力学、板壳力学、塑性力学、断裂力学、机械振动、声学、计算力学、有限元分析等;广义上的流体力学包含流体力学、流体动力学等。根据针对研究对象所建立的模型性质的不同,力学还可以分为质点力学、刚体力学和连续介质力学。连续介质通常分为固体和流体,固体包括弹性体和塑性体,而流体则包括液体和气体。

实际上,许多带有“力学”名称的学科,如热力学、统计力学、相对论力学、电动力学、量子力学等,在习惯上被认为是物理学的分支,实际上并不属于我们讨论的力学的范畴。

本章主要介绍和机械制造密切相关的基本力学知识,包括理论力学的静力学部分和材料力学。

第一节 静力学基础知识

静力学是研究物体平衡的科学。所谓平衡,是指物体相对于地球保持静止状态或者作匀速直线运动状态。处于平衡状态下的物体所受若干力的作用效果相互抵消,因此物体的运动状态保持不变。

静力学中研究物体平衡时,一个重要的前提就是通常会把物体简化为刚体。所谓刚体,是指在力作用下不变形的物体,即刚体内部任意两点之间的距离保持不变。这是理想化的力学模型,在实际生产中,物体受力时其内部各点间的相对距离都要发生改变,这些微小的改变累积起来可使物体的形状和尺寸改变。如果物体的变形很小,变形对物体的运动和平衡的影响甚微,因而在研究力的作用效应时,变形可以忽略不计,这时的物体就可抽象为刚体。

一、力,合力

力的概念产生于人类从事的生产劳动过程中。当人们用手握、拉、掷及举起物体时,由于肌肉紧张而感受到力的作用,这种作用广泛存在于人与物及物与物之间。例如,奔腾的水流能推动水轮机旋转,锤子的敲打会使烧红的铁块变形等。

1. 力的定义

力是物体之间的相互作用,这种作用的结果导致物体的机械运动状态发生变化,或者导致物体产生变形。前者称为力的外效应,后者称为力的内效应。

2. 力的三要素

力对物体的作用效应,取决于力的大小、方向(包括方位和指向)和力的作用点位置,这三个因素称为“力的三要素”。

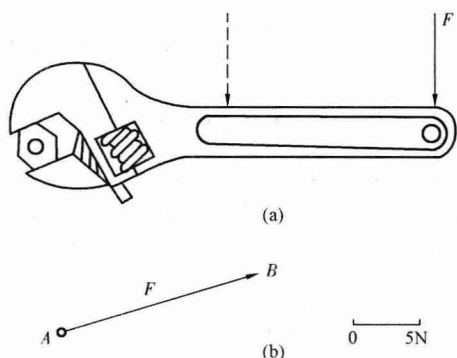


图 1-1 力的定义

在这三个要素中,只要改变其中任何一个,都会改变力对物体的作用效应。实际经验告诉我们,当人用扳手拧螺母时,不管是作用在扳手上的力的大小、方向或者位置任何一个要素不同,所产生的效果必然不同,如图 1-1(a)所示。

我们把既有大小又有方向的物理量称为“矢量”,如速度、力等;把只和大小有关而和方向无关的物理量称为“标量”,如温度、体积、长度等。矢量和标量的运算法则不同。

力是既有大小又有方向性的,所以力是矢量,且满足矢量的运算法则。

在用图表示矢量时,常用一个带箭头的有向线段来表示力或其他矢量,如图 1-1(b)所示。线段长度 AB 按一定比例代表力的大小,力的方向由线段的方位和箭头表示,其起点或终点表示力的作用点。此线段的延伸称为力的作用线。工程上用黑体字 $\mathbf{F}$ 代表力矢量,而同一字母的非黑体字 F 只代表力的大小。

力的单位:力的国际制单位是牛顿或千牛顿,其符号为 N 或 kN 。

3. 集中力、分布力(均布载荷)

集中力:当力的作用面积很小时,可以看作力仅作用在一个点上,这种力就称为集中力,如图 1-2(a)所示。

分布力:当力的作用范围比较大时,则称为分布力,如图 1-2(b)所示。其大小用单位长度上力的大小来表示,即分布力集度 $q(x)$,单位符号为 N/m 。当 $q(x)$ 为常数时又称为均布力或均布载荷,如图 1-2(c)所示。

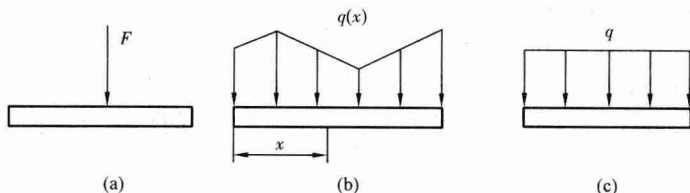


图 1-2 集中力与分布力

二、静力学公理

1. 静力学公理一——二力平衡公理

二力平衡公理:当一个刚体受两个力作用而处于平衡状态时,其充分必要的条件是:这两个力大小相等,方向相反,作用在同一直线上,简称“等值、反向、共线”,如图 1-3 所示。

这个公理表明了作用于物体上的最简单的力系在平衡时所必须满足的条件,是静力学中最基本的平衡条件,也是推证各种力系平衡条件的基础。

只受两个力作用就能保持平衡的物体称为二力构件,如图 1-4(a) 中所示的 AB 为二力构件。此二力构件所受的两个力必然沿两个作用点的连线,且等值、反向, AB 的受力如图 1-4(b) 所示。

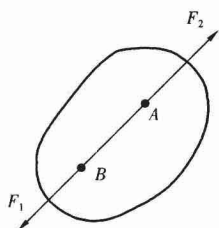


图 1-3 二力平衡

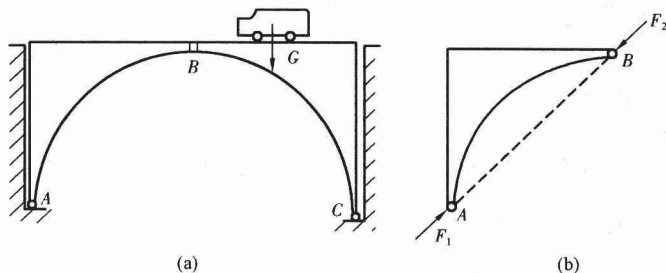


图 1-4 二力构件

2. 静力学公理二——加减平衡力系公理

加减平衡力系公理:在刚体的原有力系中,加上或减去任一平衡力系,不会改变原力系对刚体的作用效应。

这个公理十分重要,是静力学中力系简化的依据,因为一个平衡力系不会改变物体的原有状态。依据这一公理,可以得出:对刚体而言,力是具有可传性的。

力的可传性原理:作用于刚体上的力可以沿其作用线移至刚体内任一点,而不改变原力对刚体的作用效应。例如,图 1-5 中在车后 A 点加一水平力推车,与在车前 B 点加一水平力拉车,其效果是一样的。

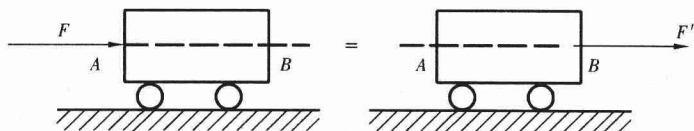


图 1-5 力的可传性

3. 静力学公理三——力的合成:平行四边形公理

平行四边形公理:作用在刚体上同一点的两个力,可以合成为作用于该点的一个合力,它的大小和方向由这两个力为边所构成的平行四边形的对角线来表示,如图 1-6 所示。其矢量表达式为式(1-1)。

$$\mathbf{R} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 \quad (1-1)$$

即,作用在物体上同一点的两个力的合力等于两分力的矢量和。

推论 三力平衡汇交定理:刚体在三个力作用下平衡,若其中任意两个力的作用线相交于一点,则第三个力的作用线也

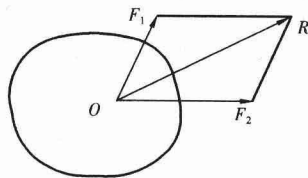


图 1-6 力的合成

必然交于同一点。

4. 静力学公理四——作用与反作用公理

作用与反作用公理:两物体间的作用力和反作用力,总是大小相等,方向相反,沿同一直线分别作用在这两个物体上。

必须注意,作用力和反作用力是分别作用于两个不同的物体上,这两个力永远是同时出现,同时消失。而“两力平衡公理”则是指在一个物体上平衡力具有的“等值、反向、共线”特性。作用力和反作用力与两力平衡公理中的两个力有着本质上的区别,作用在一个物体上的两力可以是“不平衡”的。

三、约束与约束反力

1. 自由体和非自由体

凡是可以在空间任意运动的物体都称为自由体,例如,在空中飞行的飞机、炮弹等。

凡是受到周围物体的限制,不能在某些方向上运动的物体,称为非自由体,例如,在轨道上行驶的火车受到钢轨的限制,只能沿轨道方向运动;电动机转子受轴承的限制,只能绕轴线转动。工程实际中大多数物体都是非自由体。

2. 约束与约束反力

对非自由体的某些方向的位移起到限制作用的周围物体称为约束。上述例子中,钢轨是火车的约束;轴承是电动机转子的约束。

约束作用于被约束物体上的力称为约束反力。约束反力总是作用在被约束体与约束体的接触处,其方向也总是与该约束所能限制的运动或运动趋势的方向相反。据此,即可确定约束反力的位置和方向。

从工程实际出发,可将常见的约束归纳为以下几种基本类型。

1) 柔性约束

由绳索、胶带和链条等形成的约束称为柔性约束。这类约束只能限制物体沿柔性物体伸长方向的运动,因此这类物体的特点是柔软易变形,不能抵抗压力,只能承受拉力。约束反力的作用点在柔性物体与被约束物体的连接点上,力的作用线沿柔性物体,指向背离物体。约束反力通常用字母 T 来表示,如图 1-7 所示。

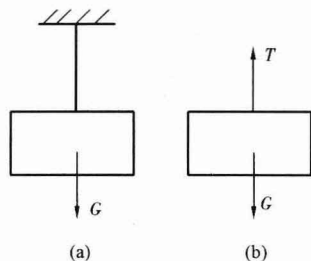


图 1-7 柔性约束

在带传动中,当带绕过轮子时,常假想在带的直线部分处截开,与轮接触的带和带轮一起作为考察对象,这样就可不考虑柔索与轮子间的内力,那么作用于轮子的拉力就沿轮缘的切线方向,如图 1-8 所示。

2) 理想光滑面约束

当两物体直接接触,并可忽略接触处的摩擦时,该约束称为理想光滑面约束。这种约束只能限制物体在接触点沿接触面的公法线方向的运动,不能限制物体沿接触面切线方向的运动,故约束反力必过接触点,沿接触面法向并指向被约束

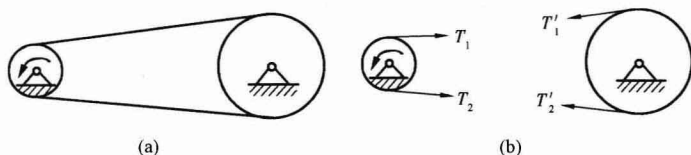


图 1-8 带约束

体。约束反力通常用字母 N 表示,如图 1-9(a)所示。

如图 1-9(b)所示,直杆与方槽在 A, B, C 三点接触,三处的约束反力沿两者接触点的公法线方向作用。

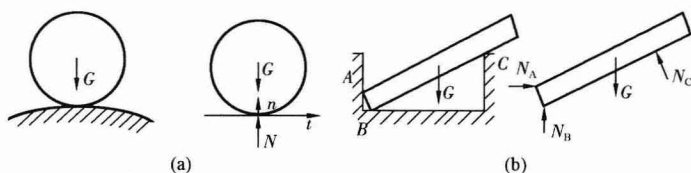


图 1-9 理想光滑面约束

3) 圆柱铰链约束

铰链是工程上常见的一种约束。它是在两个钻有圆孔的构件之间采用圆柱定位销所形成的连接,如图 1-10 所示。门窗所用的活页、铡刀与刀架、起重机的动臂与机座的连接等,都是常见的铰链连接。

圆柱铰链连接的约束反力通过接触点 K 沿公法线方向指向构件,如图 1-11(a)所示。这种约束反力通常是用两个通过铰链中心的大小和方向未知的正交分力 X_K, Y_K 来表示,两分力的指向可以任意设定,如图 1-11(b)所示。

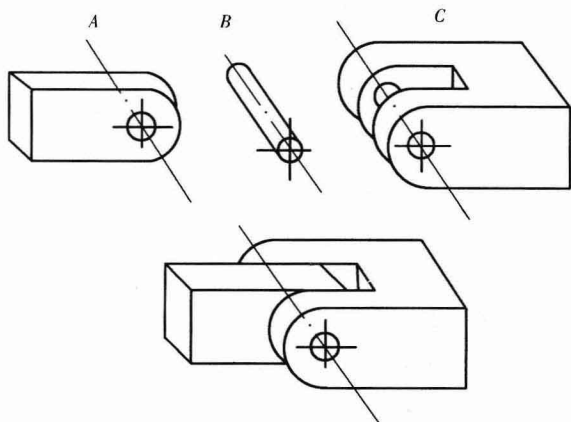


图 1-10 铰链连接

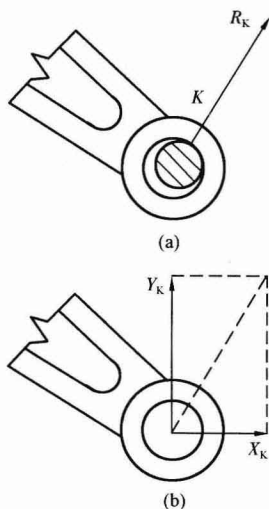


图 1-11 铰链约束反力

圆柱铰链约束在工程上应用广泛,可分为两种类型:

(1) 固定铰链支座约束。

常用的圆柱铰链连接由一个固定底座和一个构件用销钉连接而成,简称铰支座,如图 1-12(a) 所示。铰支座约束的约束反力通过圆柱销的中心,方向不能确定,通常用互相垂直的两个分力表示,如图 1-12(b) 所示。

(2) 可动铰链支座约束。

在桥梁、屋架等结构中,除了使用固定铰支座外,还常使用一种放在几个圆柱形滚子上的铰链支座,这种支座称为可动铰支座,如图 1-13(a) 所示,这种支座常用于桥梁、屋架或天车等结构中。可动铰链支座只能限制构件沿支撑面垂直方向的移动,因此其约束反力方向垂直于支撑面,且通过铰链中心,如图 1-13(b) 所示。

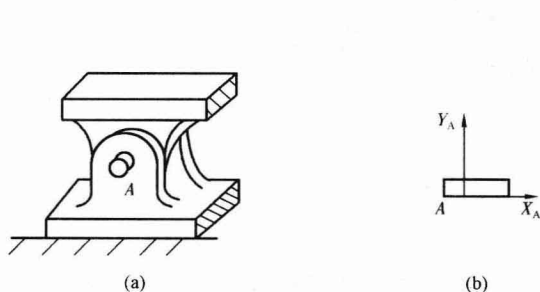


图 1-12 固定铰链支座约束

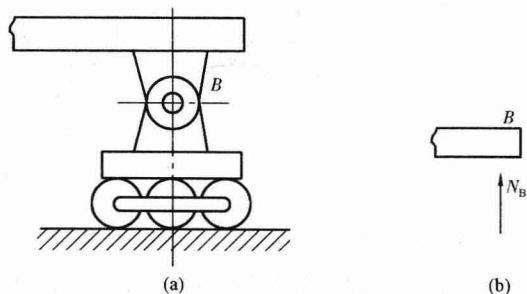


图 1-13 可动铰链支座约束

四、受力和受力图

在研究构件平衡问题时,要明确研究对象,然后分析所研究的对象上受哪些力的作用,这就是构件的受力分析。

对研究对象进行受力分析时,必须将所确定的研究对象从周围物体中分离出来,单独画出简图,然后将其他物体对它作用的主动力和约束反力全部表示出来,这样的图称为分离体的受力图,简称受力图。绘构件的受力图的步骤如下:

(1) 选定研究对象,将研究对象作为分离体单独画出。

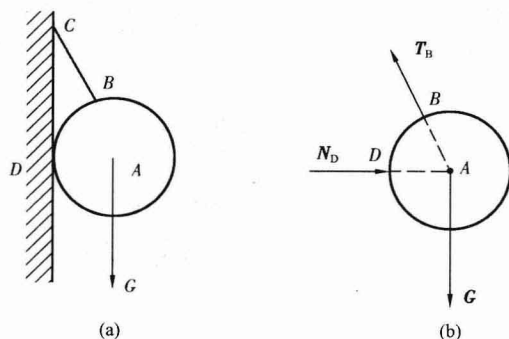


图 1-14 例 1.1

(2) 在分离图上标出主动力(一般已知)。

(3) 将分离体原来的约束用相应的约束反力代替。

【例 1.1】如图 1-14(a) 所示,一重为 G 的球体 A ,用绳子 BC 系在光滑的铅垂墙壁上,试画出球体 A 的受力图。

解:

(1) 取球体 A 作为研究对象,取分离体并画简图。

(2)画主动力 G 。

(3)画约束力。绳索的约束反力为 T_B , T_B 沿绳索且背离物体;墙壁的约束反力为 N_D , N_D 沿墙壁和球体接触点的公法线方向并指向球体。

(4)由三力汇交定理可知, T_B , N_D , G 的作用线交于 A 点,如图 1-14(b)所示。

五、平面汇交力系、合力

力系的分类方法很多,按照作用线是否位于同一平面来分类,可将力系分为平面力系和空间力系。作用线在同一平面内的力系,称为平面力系。

如果将力系按作用线是否汇交或者平行分,又可分为汇交力系、力偶系、平行力系和一般力系。平面汇交力系是指各力的作用线位于同一平面内且汇交于同一点的力系,如图 1-15 所示。平面汇交力系在工程上最为常见,如图 1-16 所示就是工程中常见的平面汇交力系的实例。

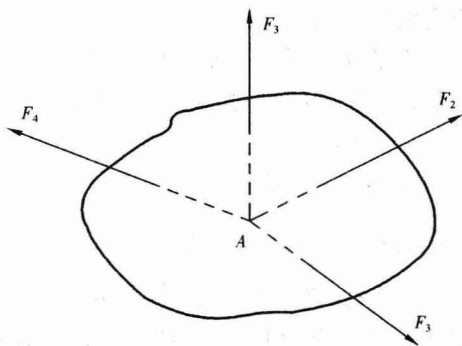


图 1-15 平面汇交力系

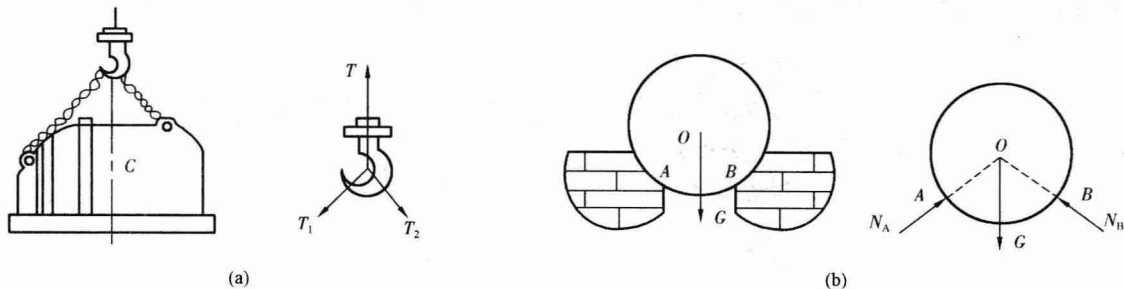


图 1-16 平面汇交力系的工程实例

六、力矩、力偶

1. 力矩

力对刚体除了产生移动效应外,在一些条件下还可以产生转动效应。如人们用扳手拆装螺母时,在扳手上施加一个力的作用,扳手就和螺母一起绕螺母和螺栓的中心转动。在刚体上 A 点作用一力 F ,如图 1-17 所示,在 F 的作用面内任取一点 O ,点 O 称为矩心,点 O 到力的作用线的垂直距离 h 称为力臂,则力 F 使物体产生的绕 O 点转动效应可用力对点之矩 $m_O(F)$ 来描述,简称力矩,见式(1-2)。

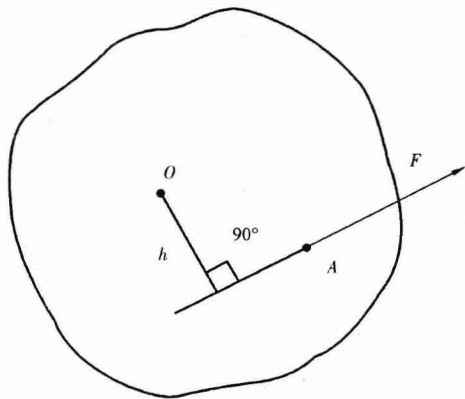


图 1-17 力对点之矩

$$m_o(\mathbf{F}) = \pm F \cdot h \quad (1-2)$$

在平面问题中,力对点之矩是代数量,其绝对值等于力的大小与力臂的乘积,其正负号规定:当力使物体绕矩心作逆时针方向转动时为正值,反之为负值。力矩的常用单位是牛顿·米($\text{N} \cdot \text{m}$)或千牛顿·米($\text{kN} \cdot \text{m}$)。显然,如果平面内点不同,则力 $\mathbf{F}$ 对该点之矩可能不同,即力矩与所取点有关。

当力的作用线通过矩心时,力臂等于零,它对矩心的力矩等于零,无转动效应。若 $m_o(\mathbf{F})$ 为常数,当力臂 h 增大时,力 $\mathbf{F}$ 则减小。在扳手的一端套装一截管子来拆装螺母,会节省力气,就是这个道理。

2. 力偶与力偶矩

1) 力偶、力偶矩的概念

(1) 力偶。在实际生活和工作中,人们经常会遇到物体上同时受到两个大小相等、方向相反而作用线不重合的平行力的作用。例如,司机用双手驾驶方向盘,如图1-18(a)所示;钳工用丝锥攻丝,如图1-18(b)所示。作用在方向盘和丝锥扳手上的就是这样的一对平行力。在这样两个力作用下,物体产生转动。这种由大小相等、方向相反、作用线不重合的两个平行力组成的力系称为力偶。若组成力偶的两个力分别为 $\mathbf{F}$ 和 $\mathbf{F}'$,则用 $(\mathbf{F}, \mathbf{F}')$ 表示该二力所组成的力偶。力偶所在的平面称为力偶作用面,力偶中两力之间的垂直距离称为力偶臂。

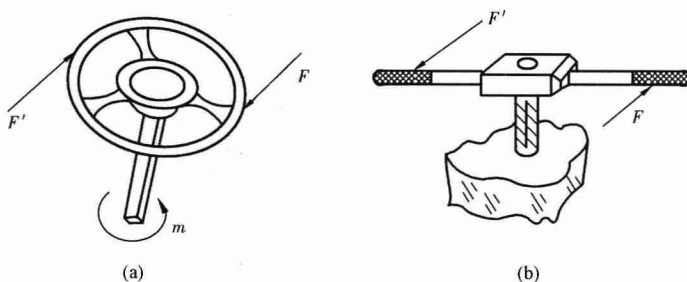


图1-18 力偶

(2) 力偶矩。实践证明,力偶对物体只产生转动效应,而无移动效应。力偶对物体的转动效应,用组成力偶的两个力对其作用面内一点力矩的代数和来度量,称为力偶矩,用 $m(\mathbf{F}, \mathbf{F}')$ 表示,简写为 m 。物体上作用着一个力偶臂为 d 的力偶,如图1-19所示,则该力偶的两个力对其作用面内任意一点 O 的力矩的代数和为

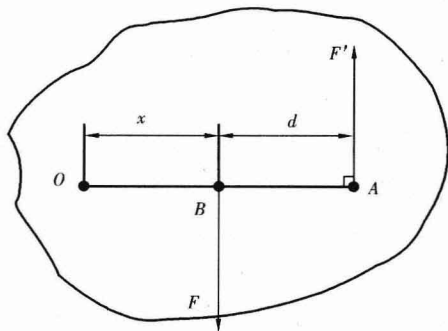


图1-19 力偶矩

$$m_o(\mathbf{F}) + m_o(\mathbf{F}') = F(d + x) - F \cdot x = F \cdot d$$

$$(1-3)$$

可见,力偶的两个力对其作用面内任意一点之矩的代数和为一定值,其大小只与力 $\mathbf{F}$ 的大小和力偶臂 d 的大小有关,而与矩心无关。

力偶对物体的转动效应,不仅与力偶矩 $F \cdot d$ 的大小有关,还与其转向有关。用正负号表示其转向,规定:力偶使物体逆时针转动时为正值,反之为负值,则力偶矩可表示为

$$m = m(\mathbf{F}, \mathbf{F}') = \pm F \cdot d \quad (1-4)$$

2) 力偶的性质

(1) 力偶是基本物理量。力偶不能合成为一个力,也不能用一个力来平衡,力偶只能用偶平衡,所以力偶是基本物理量。

(2) 力偶的等效性。如果两个力偶的力偶矩大小相等且方向相同,则这两个力偶对物体的转动效应相同,即两力偶等效。

(3) 力偶矩是定值。当力偶确定时,力偶矩是定值,与所取点无关。

(4) 力偶的可移性。在保持力偶矩不变的情况下,可以将其移到作用平面内任意一点,而不改变它对刚体的作用,即力偶对物体的作用与其在作用面内的位置无关。

(5) 力大小和力偶臂的可变性。只要力偶矩的大小和转向不变,可以同时改变力偶中力的大小和力偶臂的长度,而不会改变力偶对刚体的作用。所以力偶常用带箭头的旋转符号表示,箭头表示力偶的转向,符号旁边注明力偶矩的大小,如图 1-20 所示。

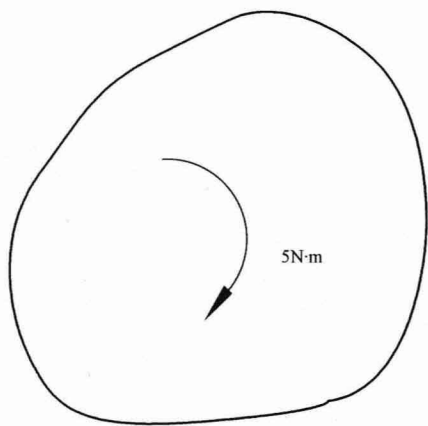


图 1-20 力偶的效应

(6) 力偶的可合性。作用在物体同一平面内的两个或两个以上的力偶,称为平面力偶系。该力偶系可用一合力偶代替,其力偶矩为原力偶系中各力偶矩的代数和,即

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \cdots + m_n = \sum_{i=1}^n m_i \quad (1-5)$$

七、平面一般力系的简化

若作用在物体上各力的作用线在同一平面内,既不全部相互平行,也不汇交于同一点,而是呈任意分布,这样的力系称为平面一般力系。

1. 力的平移定理

设力 $\mathbf{F}$ 作用于刚体的任一点 A ,在其上同一平面内有一点 B ,如图 1-21 所示。为将力 $\mathbf{F}$ 平移到点 B ,在 B 点加上一对与力 $\mathbf{F}$ 平行的平衡力 $\mathbf{F}'$ 和 $\mathbf{F}''$,使 $F = F' = F''$, $\mathbf{F}$ 和 $\mathbf{F}'$ 之间距离为 d ,如图 1-21(b) 所示。根据加减平衡力系原理可知,三个力 $\mathbf{F}, \mathbf{F}', \mathbf{F}''$ 对刚体的作用与原力 $\mathbf{F}$ 单独对刚体的作用等效,而 $\mathbf{F}$ 和 $\mathbf{F}''$ 组成一个力偶,力偶矩正好等于原力 $\mathbf{F}$ 对 B 点之矩,即

$$m = m(\mathbf{F}, \mathbf{F}'') = m_B(\mathbf{F}) = F \cdot d \quad (1-6)$$

力 F' 即为平移到 B 点的 F , 则此时刚体上作用着一个力 F 和一个力偶, 力偶矩为 m , 把平移后产生的力偶称为附加力偶, 如图 1-21(c) 所示。作用在点 B 的力 F' 和力偶矩 m 对刚体的共同作用与在点 A 的力 F 对刚体的作用等效。

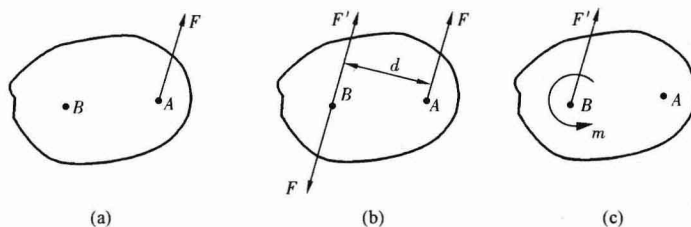


图 1-21 力的平移

由以上分析可得出如下结论: 作用在刚体上的力可以平移到刚体内的任一点, 为保持运动效应不变, 必须同时附加一个力偶, 附加力偶的力偶矩等于原力对平移点的力矩。这就是力的平移定理。

2. 固定端约束

固定端约束是指物体的一端固嵌于另一个物体中所形成的约束。如图 1-22(a) 所示输电线的电线杆、图 1-22(b) 所示嵌入墙内的管架和图 1-22(c) 所示固定在车床卡盘上的被加工件等所受的约束均属于固定端约束。

固定端约束的特点是: 它使被约束的物体端部完全固定, 既不能转动, 也不能移动。

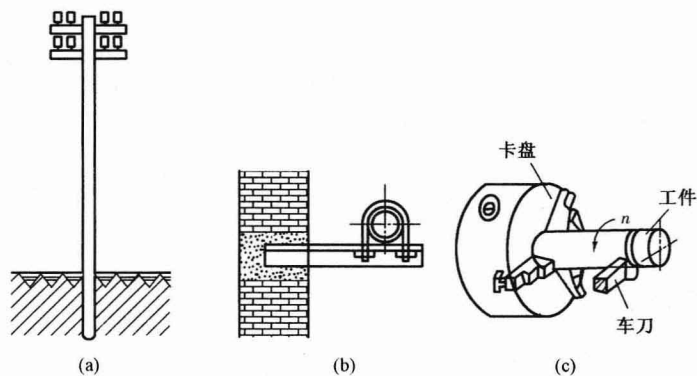


图 1-22 固定端约束实例

计算分析时, 固定端约束可以简化为如图 1-23(a) 所示的简图。在外力 F 的作用下, 物体在固嵌部分所受的力比较复杂, 如图 1-23(b) 所示。可将这些力向点 A 简化, 得到一个在 A 点的约束反力和一个力偶矩为 m_A 的约束反力偶。为便于计算, 约束反力可用其水平分力 X_A 和垂直分力 Y_A 来代替。则固定端约束的反力有三个: 限制移动的反力 X_A, Y_A 和限制绕嵌入点转动的反力偶 m_A , 如图 1-23(c) 所示。

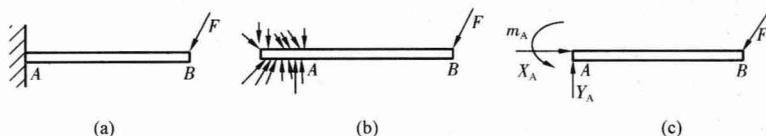


图 1-23 固定端约束的简化

第二节 材料力学基础

材料力学是研究材料在各种外力作用下产生的应变、应力、强度、刚度、稳定和导致各种材料破坏的极限。材料力学是所有机械设计和制造行业人员必须掌握的知识。

材料力学和静力学研究物体的性质有很大不同,静力学一般规定物体要假设为“刚体”,即忽略物体变形的效应,材料力学主要研究的内容恰恰就是物体的“变形”效应,这一点读者应该注意。

学习材料力学一般要求掌握数学和理论力学的知识。材料力学与理论力学、结构力学并称三大力学。材料力学包括轴向拉伸与压缩、扭转、弯曲内力、弯曲应力、弯曲变形、应力状态分析和强度理论、组合变形的强度、压杆的稳定、动载荷等内容。

要掌握材料加工的特点,一定要很好地了解材料力学的知识。

一、直杆的拉伸与压缩

1. 构件变形的的基本形式

实际物体或者构件受力后都会发生变形,即所谓的内效应。把构件视为变形体,研究其在外力作用下发生变形和破坏的规律,以解决如何才能设计得既满足强度、刚度等方面的要求,又使得构件具有尺寸小、重量轻,结构形状合理,并可最经济地使用材料等基本问题。

在工程实际中,构件的形状多种多样,按其几何形状特征可分为杆件、板和壳体等基本形式。一般来说,板和壳体的几何形体比杆件复杂得多,其变形也比较复杂。杆件的变形及分析方法虽然较简单,但它是最基本的,也是分析板、壳体问题的基础。

杆件是指其长度方向(纵向)尺寸远大于垂直于长度方向(横向)尺寸的构件,如螺栓、轴、梁等。轴线为直线的杆称为直杆;横截面大小、形状不变的直杆称为等直杆;轴线为曲线的杆称为曲杆。

杆件在不同外力作用下将产生各种不同的变形,但这些变形可以用某种基本变形形式或几种基本变形形式的组合来表示。杆件变形的基本形式有拉伸或压缩、剪切、扭转和弯曲四种。

2. 直杆拉伸与压缩时横截面上的内力

物体在未受到外力作用时,组成物体的分子之间存在着相互作用力。当受到外力作用后,物体内部相互作用力的情况要发生变化,同时物体要产生变形,这种由外力引起的物体内部相互作用力的变化量称为附加内力,简称内力。