

中等职业技术学校教材

机械基础

湖南省中等职业技术教育教材编审委员会
湖南科学技术出版社



中等职业技术学校教材

机械基础

主 编：谢大泽 唐季湘

副主编：程时甘

主 审：田秀贞

江苏工业学院图书馆
藏书章

湖南科学技术出版社

湘新登字 004 号

中等职业技术学校教材

机械基础

湖南省中等职业技术教育教材编审委员会

责任编辑:彭熊陈

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

望城湘江印刷厂印刷

(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1993年8月第一版第1次印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:21.75 字数:547000

印数:1—10100

ISBN 7—5357—1353—X

TH·39 定 价:10.50元

目 录

概述	(1)
----------	-----

第一篇 工程力学

第一章 静力学基础	(4)
第一节 静力学基本概念	(4)
第二节 静力学公理	(5)
✓ 第三节 约束与约束反力	(8)
✓ 第四节 物体的受力分析和受力图	(10)
✓ 第二章 平面汇交力系	(15)
第一节 平面汇交力系合成的几何法	(15)
第二节 平面汇交力系平衡的几何条件	(15)
第三节 平面汇交力系合成的解析法	(16)
第四节 平面汇交力系平衡的解析条件——平衡方程	(18)
✓ 第三章 力矩和力偶	(22)
第一节 力矩	(22)
第二节 力偶和力偶矩	(23)
第三节 平面力偶系的合成与平衡	(24)
第四节 力的平移定理	(26)
✓ 第四章 平面任意力系	(29)
第一节 平面任意力系的简化	(29)
第二节 平面任意力系的平衡方程及应用	(31)
第三节 平面平行力系的平衡方程及其应用	(34)
第四节 物体系统的平衡	(35)
✓ 第五章 摩擦	(40)
第一节 滑动摩擦	(40)
✓ 第二节 摩擦角和自锁	(41)
第三节 考虑摩擦时的平衡问题	(42)
第四节 滚动摩擦简介	(44)
第六章 空间力系基础	(47)
第一节 力在空间直角坐标轴上的投影	(47)
第二节 力对轴之矩	(49)
第三节 齿轮和轴的受力分析	(50)
第七章 运动学与动力学基础	(54)

第一节	点的运动	(54)
第二节	刚体定轴转动	(58)
第三节	质点动力学基础	(61)
第四节	刚体定轴转动动力学基础	(64)
第五节	功、功率、效率	(66)
第六节	动静法	(68)
第八章	材料力学基础	(73)
第一节	材料力学的任务	(73)
第二节	变形固体的性质及其基本假设	(73)
第三节	外力及其分类	(74)
第九章	拉伸与压缩	(76)
第一节	拉伸与压缩的概念和实例	(76)
第二节	内力、截面法	(76)
第三节	截面上的应力	(78)
第四节	拉(压)杆的变形、虎克定律	(79)
第五节	材料伸、压缩时的力学性能	(82)
第六节	许用应力及安全系数	(84)
第七节	应力集中的概念	(85)
第八节	压杆稳定的概念	(86)
第九节	压杆稳定的概念	(87)
第十章	剪切与挤压	(89)
第一节	剪切和剪切的实用计算	(89)
第二节	挤压和挤压的实用计算	(90)
第三节	剪切时的变形、剪切虎克定律	(91)
第十一章	扭转	(94)
第一节	扭转的概念和实例	(94)
第二节	扭转的内力	(94)
第三节	圆轴扭转时横截面上的应力	(96)
第四节	圆轴扭转时的强度计算	(98)
第十二章	弯曲	(100)
第一节	平面弯曲的概念和梁的计算简图	(100)
第二节	弯曲时的内力	(101)
第三节	弯曲时的正应力	(103)
第四节	梁弯曲时的强度计算	(105)
第五节	提高弯曲强度的主要措施	(106)
第六节	弯曲刚度	(107)
第七节	弯曲与扭转的组合变形	(108)
第十三章	动荷应力与应变应力	(111)
第一节	动荷应力	(111)
第二节	交变应力	(111)

第二篇 机械原理与机械零件

第十四章	机构的组成与作用	(116)
第一节	概述.....	(116)
第二节	平面机构.....	(117)
第三节	平面机构运动简图的绘制.....	(119)
第十五章	平面连杆机构	(124)
第一节	概述.....	(124)
第二节	铰链四杆机构.....	(124)
第三节	四杆机构的基本特性.....	(128)
第四节	其它常见的四杆机构.....	(130)
第十六章	凸轮机构与间歇运动机构	(134)
第一节	概述.....	(134)
第二节	凸轮机构.....	(135)
第三节	间歇运动机构.....	(143)
第十七章	齿轮	(149)
第一节	概述.....	(149)
第二节	渐开线齿廓.....	(152)
第三节	直齿圆柱齿轮.....	(153)
第四节	渐开线齿轮啮合特点.....	(159)
第五节	渐开线齿轮切齿原理及根切现象.....	(161)
第六节	变位齿轮简介*.....	(164)
第七节	齿轮的测量.....	(165)
第八节	斜齿圆柱齿轮传动.....	(169)
第九节	直齿圆锥齿轮传动.....	(173)
第十节	齿轮的失效形式与材料选择.....	(176)
第十一节	齿轮工作图的识读及齿轮传动的装配.....	(179)
第十二节	蜗杆传动.....	(185)
第十三节	轮系*.....	(191)
第十八章	螺纹联接与螺旋传动	(207)
第一节	概述.....	(207)
第二节	螺纹联接.....	(210)
第三节	螺纹联接的主要失效形式和零件尺寸确定*.....	(213)
第四节	螺纹联接应注意的问题.....	(214)
第五节	螺旋传动.....	(216)
第十九章	摩擦传动与链传动	(219)
第一节	摩擦轮传动概述.....	(219)
第二节	摩擦轮传动.....	(219)
第三节	带传动.....	(221)

第四节	链传动	(236)
第二十章	轴系零件	(245)
第一节	键与销联接	(245)
第二节	轴	(250)
第三节	轴承	(258)
第四节	联轴器、离合器与制动器	(272)
第五节	减速器	(278)

20~30% **第三篇 液压传动与气压传动**

第二十一章	液压传动	(290)
第一节	液压传动概述	(290)
第二节	液压传动的几个基本概念	(291)
第三节	液压泵、液压马达及液压缸	(295)
第四节	液压控制阀	(304)
第五节	液压辅助装置	(315)
第六节	液压基本回路	(316)
第七节	液压传动系统实例	(323)
第二十二章	气压传动	(330)
第一节	气压传动概述	(330)
第二节	气源装置及辅助元件	(331)
第三节	气缸	(333)
第四节	气动控制元件	(335)
第五节	气压传动应用实例	(340)
编后		(342)

概 述

《机械基础》是机械工程方面一门入门性质的技术基础课程。它的任务是使学生获得从事与机械类专业有关工作所必须具有的基本理论、基本知识、基本技能;并为学习后续课程打下一定基础。

在现代工业企业中,生产与机械设备是紧密结合的,可靠、高效能的机械设备是确保生产正常进行和产品质量的必备条件。企业中的生产和管理人员不可避免地会遇到许多有关机械方面的问题,如机械设备的选用、安装、调试、使用、维护,以及对机械设备的改造、革新等。要想顺利地解决这些问题,以适应现代工业生产发展的需要,有必要掌握有关机械方面的基本知识,在中、小型企业中这种需要更为突出。《机械基础》这门课程就是为了满足上述一些需要及为进一步学好专业课而开设的。

本课程是根据省职业教育研究中心组织讨论通过的职业技术学校《机械基础》教学大纲而编写的。它是职业技术学校机电类专业的一门技术基础课程,总课时为 200 学时。全书教学内容由三大部分组成。

一、工程力学篇

介绍理论力学与材料力学的基础知识,通过这部分的教学,使学生了解静力学的基本知识,掌握简单构件的受力分析,了解有关运动学及动力学的基本知识,熟悉构件变形的基本形式,掌握强度计算的简单方法。

二、机械原理与机械零件篇

主要介绍常用机构的工作原理、运动特性、基本计算方法;讲述通用机械零件的结构选择、使用和维护保养方法。通过这部分的教学,使学生掌握机械传动及常用机构的工作原理及分析方法;了解通用零件的结构特点和应用、掌握查阅有关技术手册。

三、液压传动与气压传动篇

介绍液压及气压传动的工作原理;常用元件的工作原理;基本回路及其应用实例等。通过本部分的教学,使学生了解液压传动与气压传动的基本原理,能识读较简单的液压及气压传动系统图,初步掌握其分析、调试方法。

《机械基础》是一门多学科知识,它的综合性和实践性很强。本书在内容的选材和处理上,力求理论联系实际,学以致用,尽力讲清基本概念、基本理论。同时我们要求在教学过程中不仅要注意理论知识教学,还要特别重视加强与实践的结合,根据教学内容要求,组织学生下厂参观实习,增强学生的感性认识,加深对基本知识的理解,培养、提高学生分析和解决问题的能力。

由于专业要求不同,实验、实习的条件不同,在教学中可结合当地的实际情况增删某些内容,本书目录中打有*号的章节仅供参考。

静力学

平衡条件	平衡方程	平衡方程
$\sum m = 0$	$\sum x = 0$ $\sum y = 0$	$\sum x = 0$ $\sum y = 0$ $\sum m(F) = 0$
	$F_{max} = FN$	

第一篇 工程力学

工程力学是一门研究物体机械运动规律和构件承载能力的科学。它分为理论力学和材料力学两大部分。

✓所谓机械运动,是指物体在空间的位置随时间的变化。它是物质运动形式中最简单、最基本的一种运动。机器的运转、车辆的行驶、重物被起重机的吊运等,都是机械运动的实例。理论力学部分主要研究物体的机械运动规律。

构件的承载能力是指机械零件和结构在工作时安全可靠地承担外载荷的能力,主要讨论构件的强度、刚度和稳定性。这是材料力学部分主要研究的问题。

工程力学是从生产实践中发展起来的,是对机械零件和结构构件进行受力分析、计算和承载能力计算的基础,是工程技术人员必备的基础知识,在工程技术中有着广泛的应用。

实际工程中常见的起重机,在设计时,要确定各构件的受力情况,就必须对它们在静力平衡状态下进行受力分析,研究作用力应满足的条件;当构件处于运动状态时,即起重机吊运重物过程中的启动、刹车、回转、运行等,就需要对构件进行运动分析和动力分析,这些问题都是研究物体机械运动所涉及的内容。另外,要保证起重机能安全吊运重物,各构件必须安全可靠地工作,在已知构件受力的情况下,还要合理选用材料并设计构件的尺寸,这些问题则是属于研究构件承载能力方面的内容。

在研究工程力学的过程中,对于复杂的实际问题,要抓住问题的本质,忽略次要因素,使讨论的问题简单化,通常将研究对象抽象化为力学模型。例如,在研究物体机械运动时,物体的变形极其微小,就可以忽略不计,作为刚体;而在研究力与变形规律时,变形是主要因素,刚体模型不再适用,得到的是变形固体模型。又如,讨论构件的计算问题时,要将实际问题抽象为计算简图来进行分析。可见,对不同问题,采用不同的力学模型,是研究工程力学问题的重要方法。

学习工程力学,要认真理解基本概念和基本定律,认真研究和演算一定数量的思考题和习题,并重视将所学的知识与实践相联系,以巩固和不断加深对知识的理解,培养分析问题和解决问题的能力。

第一章 静力学基础

静力学是研究物体机械运动的特殊情况——物体的平衡问题。主要讨论力系的简化及物体在力系作用下的平衡条件。本章是学习理论力学课程的基础。平衡、刚体、力、约束等概念贯穿理论力学。画受力图是将研究对象进行受力分析的过程，是将物体抽象化为力学模型的过程。能否从简单的物体系统中恰当地选取研究对象，熟练地画出受力图，是学好理论力学的关键。

本章的主要内容有：力、平衡和刚体的概念，静力学公理，约束与约束反力，受力图等。

第一节 静力学基本概念

一、力的概念

人们在长期的生活和生产实践中，逐渐获得了力的概念。当我们挑水、推车，搬运重物时，由于肌肉紧张而感觉到力的作用。力的作用不仅存在于人与物体之间，而且广泛地存在于物体与物体之间，如车刀车削工件，锻锤打击锻件等等。大量事实使人们认识到，力是物体间的相互作用。显然，力作用于物体将产生两种效果：一是使物体机械运动状态发生变化，称为力的外效应；另一是使物体产生变形，称为力的内效应。由于理论力学以刚体为研究对象，故在讨论物体机械运动时只考虑力的外效应，力的内效应将在材料力学中研究。

力是物体的相互作用，力不能脱离物体而存在。

力对物体的作用效果，取决于力的大小、力的方向和力的作用点。这三个因素称为力的三要素。这三个要素中，任何一个改变时，都会改变力对物体的作用效果。

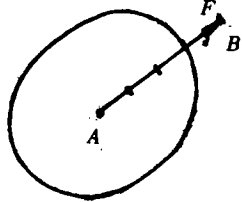


图 1-1 力的表示

在力学中有两类量：标量和矢量。只考虑大小的量称为标量，如长度、时间、质量等。考虑大小又考虑方向的量称为矢量。力是矢量。力的表示方法常用一个具有方向的线段来表示，如图 1-1 所示。线段的长度（按一定的比例尺）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。本书用黑体字母如 $\mathbf{F}$ 、 $\mathbf{S}$ 、 $\mathbf{P}$ 等表示矢量，而以普通字体的同一字母 F 、 S 、 P 等表示力的大小。书写时也可在普通字母上画一横线如 $\bar{F}$ 、 $\bar{S}$ 、 $\bar{P}$ 等表示矢量。

本教材采用国际单位制 (SI)，力的单位用牛顿 (N) 或千牛 (kN)。目前，工程中还采用工程制单位公斤力 (kgf)，它们的换算关系为： $1\text{ kgf} = 9.8\text{ N}$ 。

作用于物体上的一群力称为力系。对同一物体作用效应相同的两力系，彼此互称为等效力系。若一个力与一力系等效，则此力称为该力系的合力，而力系中的各个力都是其合力的分力。同一合力代换各分力称为力的合成，用多个力代换一合力称为力的分解，用一简单力系代替复杂力系的方法称为力系的简化。静力学中推导理论的主要方法是力系的简化。

二、刚体的概念

理论力学中,为研究力所产生的外效应,将物体假设为刚体。所谓刚体,是指在力的作用下不产生变形的物体。显然,刚体是一个抽象化的概念,实际上刚体是不存在的,物体受力后将产生变形,但在很多情况下物体的变形很小,对所研究的物体平衡问题来说影响甚微,可以忽略不计,而近似地认为物体是不变形的,这种物体称为刚体。

由若干个刚体组成的系统,称为刚体系统,简称为物系。

三、平衡的概念

平衡是物体机械运动的一种特殊状态,平衡一般是指物体相对于地球处于静止或作匀速直线运动的状态。实际上,平衡总是暂时的,相对的,绝对的平衡是不存在的。如果一个力系对物体的作用是使物体处于平衡状态,则此力系称为平衡力系。一个力系必须满足一定条件才能成为平衡力系,此条件即为力系的平衡条件。

第二节 静力学公理

静力学公理是人类在长期的生活和生产实践中所积累的经验,加以抽象、归纳、总结而建立的。它概括了力的一些基本性质,是建立静力学全部理论的基础。

✓ **公理一(作用与反作用公理)** 一物体对另一物体有一作用力时,另一物体对该物体必有一反作用力。这两个力大小相等,方向相反,作用线相同,且分别作用在两个物体上。即等值、反向、共线、异体。

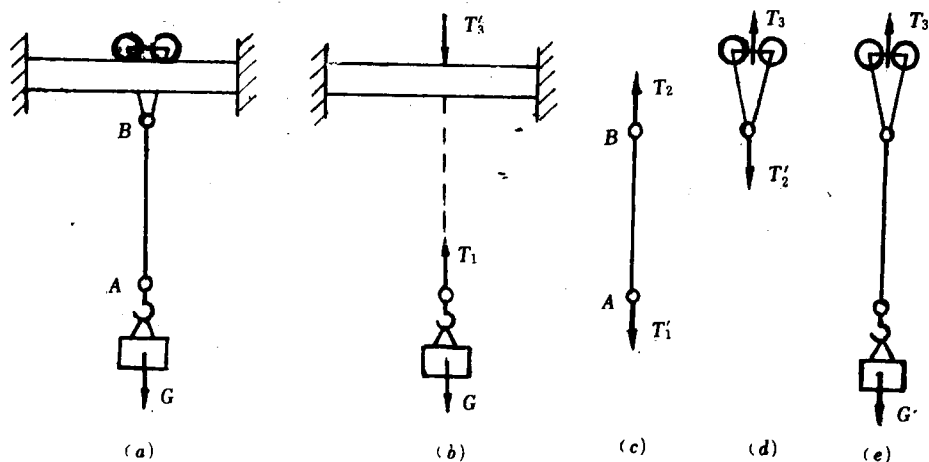


图 1-2 梁上一小车吊一重物

如图 1-2 所示,绳 AB 吊住重物,绳对重物产生拉力 T_1 ,重物也以等值、反向的力 T_1' 作用于绳, T_1 与 T_1' 是一对作用力与反作用力;绳对滑车的拉力 T_2' 与滑车对绳的拉力 T_2 为一对作用与反作用力;滑车对梁的压力 T_3' 与梁对滑车的支承力 T_3 为一对作用与反作用力。 G 为重物的重力,地球也受到重物吸引(图中未画出),重物与地球的相互吸引也是一对作用与反作用力。

由此可见,力总是以作用与反作用的形式而存在,而且以作用与反作用的方式进行传递。

✓ **公理二(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必要和充分条件是:此两力大小相等、方向相反,且作用在同一直线上。即等值、反向、共线。

此公理说明了一物体受最简单的力系作用时的平衡条件。图 1-2 中重物受重力 G 的作

用,又受绳 AB 的拉力 T_1 的作用,重物在 G 和 T_1 作用下而处于平衡,此二力必然等值、反向且共线。

公理一与公理二的差别在于:公理一描述两物体间的相互作用关系;公理二则是叙述了作用在同一物体上两力的平衡条件。

✓ 工程上,将只受两个力作用而平衡的构件,称为二力构件或二力杆。二力构件平衡时,二力的方向必在二力作用点的连线上。应用二力构件的概念,可以很方便地判断结构中某些构件的受力方向。如图 1-3 和机架中的 CD 杆自重不计,只可能在 B、C 两点受力,故为二力杆,受力方向必定沿着 CD 的连线方向。

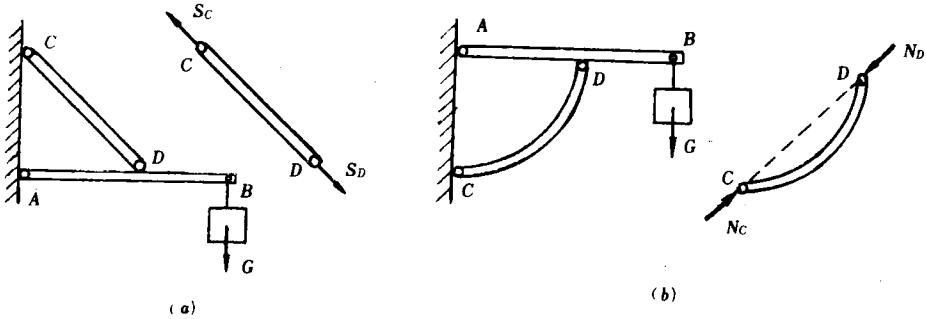


图 1-3 两个支架图

✓ **公理三**(加减平衡力系公理) 在已知力系上加上或减去任意一个平衡力系,并不改变原力系对刚体的作用效应。

它是力系简化的重要理论依据。

✓ **公理四**(力的平行四边形公理) 作用于物体上同一点的两个力的合力也作用在该点上,合力的大小和方向由这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示(如图 1-4a)。

公理四说明力的合成是符合矢量加法的。图 1-4a 所示, F_1 与 F_2 的合力为 R ,即

$$R = F_1 + F_2 \quad (1-1)$$

由图 1-4b 可见,在求合力 R 时,实际上不必作出整个平行四边形,只要将 F_1 的末端 B 作为 F_2 的始端(即两分力首尾相接),再将 F_1 的始端与 F_2 的末端相接,得 $\overline{AD}$ 就代表合力 R ,而三角形 ABD 称为力三角形,这一合成方法称为力三角形法则。如果先画 F_2 ,后画 F_1 ,如图 1-4c,也能得到相同的合力 R 。可见画分力的先后次序不同,并不改变合力的大小和方向。

利用力的平行四边形公理(或力三角形法则)也可以把一个力分

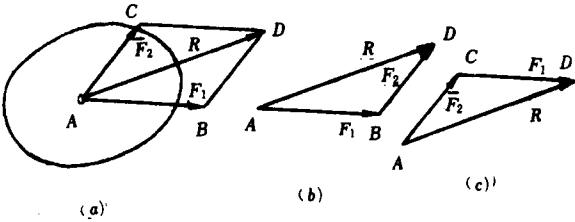


图 1-4 力的平行四边形

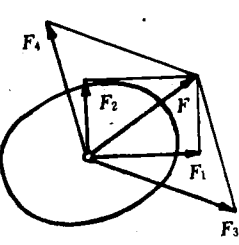


图 1-5 力的分解

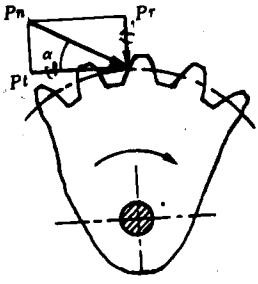


图 1-6 齿轮上的力

解为两个分力。显然,由已知力为对角线可作无穷多个平行四边形(图 1-5),因此,必须附加一定条件,才能得到确切的结果。工程上,一般向互相垂直的两个方向进行分解。例如,在讨论直齿圆柱齿轮的受力分析时,常将齿面的法向压力 P_n 分解为推动齿轮旋转、沿齿轮分度圆周切线方向的分力——圆周力 P_t 与指向轴心的压力——径向力 P_r (图 1-6);若已知 P_n 及 P_n 与分度圆周切线所夹的压力角 α ,则:

$$P_t = P_n \cos \alpha$$

$$P_r = P_n \sin \alpha$$

根据上述静力学公理,可以导出两个重要推论。

✓ **推论 1(力的可传性原理)** 作用于刚体上的力,可沿其作用线任意移动而不改变此力对刚体的作用效应。

证明:

(1) 设力 F 作用于 A 点(图 1-7a)。

(2) 在力 F 作用线上任意选一点 B,并在 B 点加一组沿 AB 的平衡力 F_1 和 F_2 ,且使 F_2

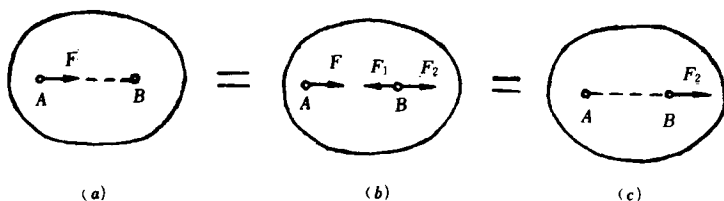


图 1-7 力的传递

$= F = -F_1$ (图 1-7b)。根据加减平衡力系公理,力 F 与力系 F, F_1, F_2 等效。

(3) 除去 F 与 F_1 所组成的一对平衡力,根据加减平衡力系公理,力 F_2 与力系 F, F_1, F_2 等效,此时刚体上只剩下 F_2 ,即 F_2 与 F 等效, $F_2 = F$ (图 1-7c)。

必须注意,力的可传性原理只适用于刚体,而不适用于变形体。

✓ **推论 2(三力平衡汇交原理)** 如一刚体在三个共面而又互不平行的力作用下处于平衡状态,则此三力的作用线必汇交于一点。

证明:

(1) 如图 1-8 所示,设刚体上 A、B、C 三点有共面力 F_1, F_2, F_3 作用而平衡。

(2) 根据力的可传性原理,将 F_1, F_2 移至交点 O,并根据力的平行四边形公理,将 F_1 与 F_2 合成为 R 。

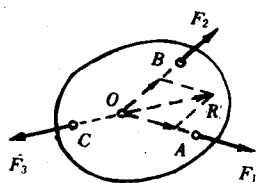


图 1-8 三力汇交

(3) 现刚体上只有二力 F_3 与 R 作用,根据二力平衡公理, R 与 F_3 必在同一直线上,所以 F_3 必通过 O 点,于是, F_1, F_2, F_3 均通过 O 点。

刚体受不平行的三力作用而平衡时,三力必汇交于一点。但是三个力汇交于一点,刚体并不一定平衡。

只受三个力作用而平衡的物体,称为三力构件。若三个力中已知两个力的交点及第三个力的作用点,即可判定第三个力作用线的方位。例如,图 1-9 所示机架,其中 CD 杆为二力杆件,若不计横梁 ADB 的自重,则横梁只可能在 A、D、B 三点受力而为三力构件。横梁上 B、D 两点作用力方向为已知,且相交于 O 点,根据三力平衡汇交原理,作用于 A 点的力必通过 O 点,也就是在 AO 的连线上。如图 1-9 所示。

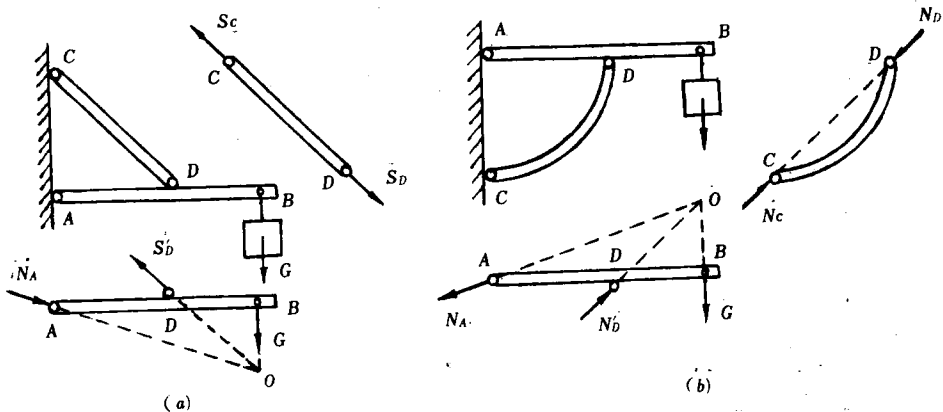


图 1-9 两支架及受力

第三节 约束与约束反力

如果物体在空间沿任何方向的运动都不受限制,这种物体称为自由体。例如升空的气球。但在机械工程中,任何构件的运动都被与它相联系的其它构件所限制,如轴受轴承的限制使轴只能绕轴心线旋转,车床尾架受床身导轨的限制,使它只能沿床身作平移运动。这种运动受到限制的物体称为非自由体,而限制物体运动的周围物体称为约束。

约束限制物体的运动,使其沿某些方向的运动被阻挡,所以约束的作用实际上就是一种力的作用。作用在物体上的力分为两类:一类是使物体产生运动或运动趋势的力称为主动力;另一类是限制物体运动或运动趋势的力称为约束反力。一般主动力是已知的,约束反力是未知的。约束反力总是作用在被约束物体与约束物体的接触处,其方向也总是与该约束所限制的运动方向相反。

工程上常见的几种约束类型如下:

一、柔性约束

由柔软的绳索、链条、皮带等所形成的约束称为柔性约束。柔性约束只能限制物体沿绳索伸长方向的运动,故只能受拉力,不能受压力。其约束反力作用于联接点,方向沿着绳索而背离物体。柔性约束反力常用字母 T 或 S 表示,如图 1-10 所示。

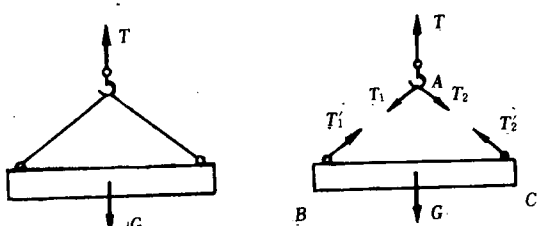


图 1-10 绳吊重物

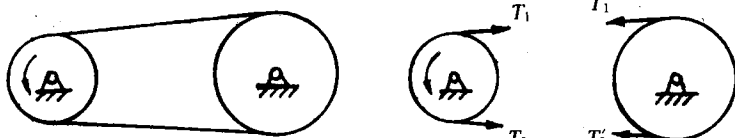


图 1-11 带传动

当柔性的胶带或链条绕过轮子时,约束反力就沿轮缘的切线方向。如图 1-11 所示。

✓二、理想光滑面约束

两个互相接触的物体,如接触面很光滑,可略去摩擦不计,这类约束不能限制物体沿接触面切线方向的运动,只能限制物体沿接触面法线方向的运动,故约束反力的方向总是沿接触面的法线而指向物体。这种约束反力又称为法向反力,常用字母 N 表示。

如图 1-12b 表示曲面对圆球的约束反力。图 1-13b 所示 A、B、C 三处的约束反力,均沿二物体接触点的公法线方向。

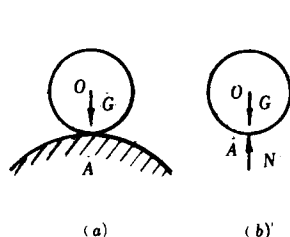


图 1-12 球的受力

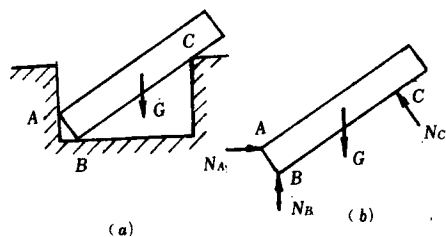


图 1-13 杆的受力

✓三、铰链约束

两构件采用圆柱销所形成的联接称为铰链约束,如图 1-14a 所示。图 b 为简化示意图。这类约束使两构件互相限制了彼此的相对移动,而只允许存在相对转动。

这类约束的实质是光滑面约束,故其约束反力必沿圆柱面接触点的公法线方向。

铰链约束在工程上应用很广,常见形式有固定铰链支座与活动铰链支座。

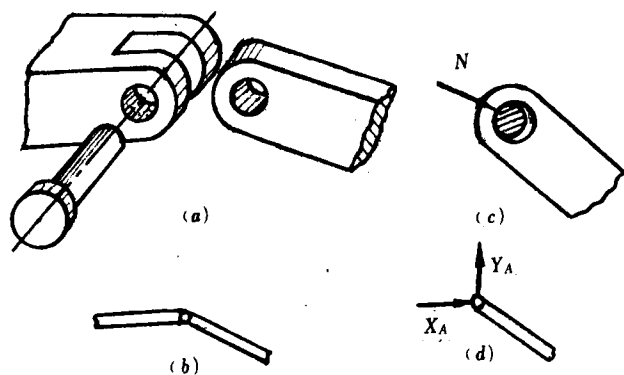


图 1-14 铰链

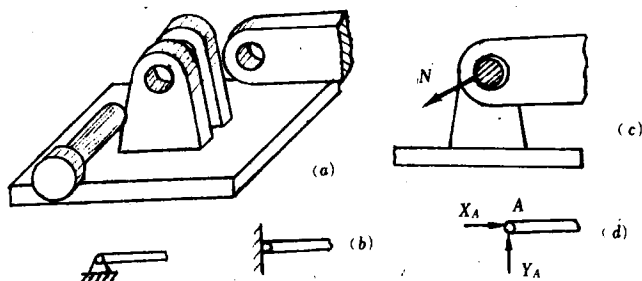


图 1-15 固定支座

✓(一)固定铰链支座

图 1-15a 所示,用圆销联接的两构件中,有一个是固定的。图 1-15b 为简化示意图。

一般情况下,接触点的位置不能预先确定,其约束反力的方向也不确定,故常用两个相互垂直的分力 X_A 和 Y_A 表示,如图 1-15d 所示。

(二) 活动铰链支座

工程中常将桥梁、天车等结构用铰链联接放在几个滚子的活动支座上。如图 1-16a, 支座在滚子上可任意左右移动, 这种约束称为活动铰链支座, 图 1-16b 为简化示意图。在不计摩擦时, 支座只限制构件沿支承面垂直方向的运动。因此, 活动铰链支座的约束反力的方向必垂直于支承面, 且通过铰链中心, 如图 1-16c 所示。

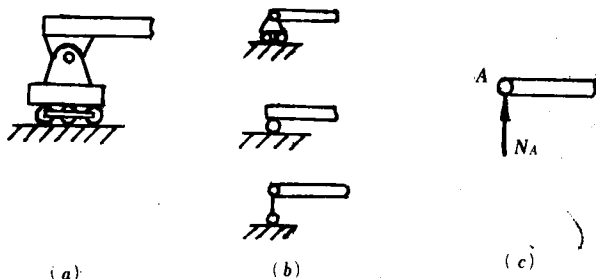


图 1-16 活动支座

第四节 物体的受力和受力图

研究物体的平衡问题时, 首先必须分析物体受到哪些力的作用, 并确定每个力的作用位置和作用方向。这个分析过程称为物体的受力分析。当一个非自由体受到主动力作用时, 同时它也受到约束反力的作用。为了研究物体的平衡问题, 显示出物体的受力情况, 就必须将约束解除, 以约束反力来代表原有的约束作用。

解除约束后的物体, 称为分离体。表示分离体上所有作用力的简图, 称为物体的受力图。画受力图是研究力学问题的最关键步骤, 必须熟练掌握。下面举例说明受力图的画法。

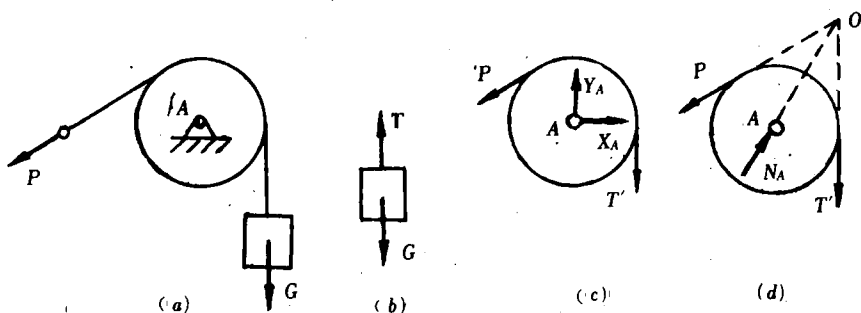


图 1-17 滑轮及受力

例 1-1 如图 1-17a 所示, 定滑轮在轴心 A 上受到固定铰链支座约束, 在绳的一端施加力 P, 将重量 G 的物体匀速吊起。设滑轮自重不计, 滑轮与轴的摩擦也不计, 试分别画出重物和滑轮的受力图。

解: 取重物为研究对象, 解除绳子约束, 画出作用在重物上的主动力(重力) G, 根据柔性约束画出绳子拉力 T, 则重物的受力图如图 1-17b 所示。

取滑轮为研究对象, 解除滑轮约束, 画出滑轮上的主动力 P, 根据约束类型画出绳子拉力 T' 和固定铰链支座 A 的约束反力 X_A 和

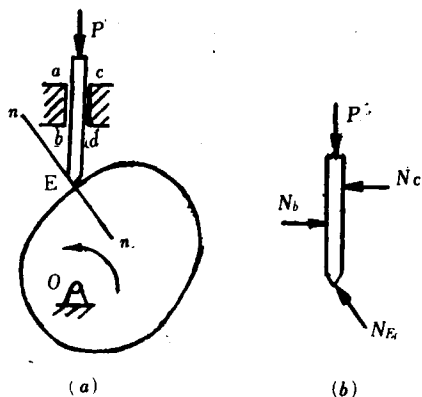


图 1-18 凸轮及推杆