

“国家示范性高等职业院校建设计划”项目
省级财政支持重点建设专业

机械基础

机械基础课程建设团队 编



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

“国家示范性高等职业院校建设计划”项目
省级财政支持重点建设专业

机械基础

机械基础课程建设团队 编

常州大学图书馆
藏书章



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书按照机电工程类专业的人才培养方案和机械基础课程标准要求编写。

《机械基础》是高等职业教育机电工程类专业的主干课程,为了适应经济建设和社会发展的需要,注重学生全面素质的提高和机械产品的使用与维护能力的培养,积极进行少学时和知识面广要求下的课程整合,探索多样性的教学模式,作者编写了本书。

本书注重基本概念、基本原理、基本方法的理解和掌握,注重理论知识在工程实践中的应用,以利于学生养成分析问题、解决问题的习惯和能力。主要包括机电工程类专业课程所涉及到的机械基础知识。全书共五篇分16章。第一篇“力学基础”主要讲述静力学、平面汇交力系、摩擦的基础知识;第二篇“材料力学”讲述杆件的内力分析和构件强度实用计算;第三篇“工程材料基础”讲述工程常用材料的类型、性能及选择材料的基本原则;第四篇“传动机构”内容包括常用机构、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、带传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、液压传动等;第五篇“常用机械零件”主要讲述螺纹、键、轴、轴承、联轴器和离合器等。

本书可作为高职高专院校机电工程类专业学生学习机械基础课程的教学用书,也可供有关专业相关课程的读者参阅。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/机械基础课程建设团队编. —西安:西安
交通大学出版社, 2010.8
ISBN 978-7-5605-3647-7

I. ①机… II. ①机… III. ①机械学-高等学校-教材 IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 139603 号

书 名 机械基础
编 者 机械基础课程建设团队
责任编辑 桂 亮

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西丰源印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 17.625 字数 421 千字
版次印次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3647-7/TH·90
定 价 32.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

**“国家示范性高等职业院校建设计划”项目
教材编写委员会**

主 任：张朝晖

副主任：陈登文

委 员：刘永亮 祝战斌 拜存有 张 迪 史康立
解建军 段智毅 张宗民 邹 剑 张宏辉
赵建民 刘玉凤 张 周

《机械基础》教材编写团队

主 编：李敏科 杨凌职业技术学院

程联社 杨凌职业技术学院

参 编：朱亮亮 杨凌职业技术学院

林素敏 杨凌职业技术学院

陆 健 杨凌职业技术学院

吕秋硕 杨凌职业技术学院

丁亚东 杨凌职业技术学院

主 审：张 青 西安理工大学

序言

PREFACE

2006年11月,教育部、财政部联合启动了“国家示范性高等职业院校建设计划”项目,杨凌职业技术学院是国家首批批准立项建设的28所国家示范性高等职业院校之一。在示范院校建设过程中,学院坚持以人为本、以服务为宗旨,以就业为导向,紧密围绕行业和地方经济发展的实际需求,致力于积极探索和构建行业、企业和学院共同参与的高职教育运行机制,在此基础上,以“工学结合”的人才培养模式创新为改革的切入点,推动专业建设,引导课程改革。

课程改革是专业教学改革的主要落脚点,课程体系和教学内容的改革是教学改革的重点和难点,教材是实施人才培养方案的有效载体,也是专业建设和课程改革成果的具体体现。在课程建设与改革中,我们坚持以职业岗位(群)核心能力(典型工作任务)为基础,以课程教学内容和教学方法改革为切入点,坚持将行业标准和职业岗位要求融入到课程教学之中,使课程教学内容与职业岗位能力融通、与生产实际融通、与行业标准融通、与职业资格证书融通,同时,强化课程教学内容的系统化设计,协调基础知识培养与实践动手能力培养的关系,增强学生的可持续发展能力。

通过示范院校建设与实践,我院重点建设专业初步形成了“工学结合”特色较为明显的人才培养模式和较为科学合理的课程体系,制订了课程标准,进行了课程总体教学设计和单元教学设计,并在教学中予以实施,收到了良好的效果。为了进一步巩固扩大教学改革成果,发挥示范、辐射、带动作用,我们在课程实施的基础上,组织由专业课教师及合作企业的专业技术人员组成的课程改革团队编写了这套工学结合特色教材。本套教材突出体现了以下几个特点:一是在整体内容构架上,以实际工作任务为引领,以项目为基础,以实际工作流程为依据,打破了传统的学科知识体系,形成了特色鲜明的项目化教材内容体系;二是按照有关行业标准、国家职业资格证书要求以及毕业生面向职业岗位的具体要求编排教学内

容,充分体现教材内容与生产实际相融通,与岗位技术标准相对接,增强了实用性;三是以技术应用能力(操作技能)为核心,以基本理论知识为支撑,以拓展性知识为延伸,将理论知识学习与能力培养置于实际情景之中,突出工作过程技术能力的培养和经验性知识的积累。

本套特色教材的出版,既是我院国家示范性高等职业院校建设成果的集中反映,也是带动高等职业院校课程改革、发挥示范辐射带动作用的有效途径。我们希望本套教材能对我院人才培养质量的提高发挥积极作用,同时,为相关兄弟院校提供良好借鉴。

杨凌职业技术学院院长

2010年8月于杨凌

前言 FOREWORD

高等职业技术教育的目标是培养生产、技术、管理、服务第一线的高技能人才。这是一种以横向拓展能力为主、纵向延伸能力为辅的人才类型,有较宽较广的知识面,具有机、电的基础知识,上手快。

高等职业技术教育注重职业素质教育,以能力为本位。根据高等职业技术教育的教学特色和教学开发精神,学生应当具有相对宽而浅的知识结构,能够依托专业基本理论和实践技能,具备向相关专业渗透的“接口”能力,为此要加强对学生的素质和综合职业能力的培养,特别是注重对学生运用知识、合作精神和适应能力的培养。

本书按照国家对职业教育的“少学时、宽内容”的要求,按照“以应用为目的,以必须够用为度,以讲清概念、强化应用为教学重点”的原则,精选教学内容编写而成,内容广泛,深浅适度。打破传统机械设计基础的内容框架,进行课程改革,融合金属工艺学、工程力学、机械设计基础、液压与传动等课程内容,基本涵盖机电专业所需机械方面的基础知识,另外将复杂的公式推导去除,重在公式的应用。同时大量删减了设计方面的内容,重在机械基础素质的培养。本书注重应用能力的培养,录入了较多的与机械基础有关的图标、图例,以便学生较快地领会转化知识。

参加本书编写工作的有李敏科(第1、2、3、4、5章)、程联社(第6、7、15章)、朱亮亮(第10、11章)、林素敏(第8、9章)、陆健(第12章)、吕秋硕(第13、14章)、丁亚东(第16章)。全书由李敏科、程联社主编,并负责统稿修订。本书由西安理工大学张青老师审阅并提出了许多宝贵的修改意见,在此表示诚挚的谢意。

限于编者的水平和经验,本书难免存在疏漏或欠妥之处,敬请广大读者和同行批评指正。

编 者
2010.08

目 录

第一篇 力学基础	(1)
引 言	(1)
第 1 章 静力学	(1)
1.1 静力学的基本概念	(1)
1.2 静力学公理	(2)
1.3 约束和约束反力的概念及类型	(4)
1.4 物体的受力分析和受力图	(7)
第 2 章 平面力系	(10)
2.1 平面汇交力系的简化与平衡方程	(10)
2.2 力对点之矩 合力矩定理	(13)
2.3 力偶及其性质	(15)
2.4 平面力偶系的合成与平衡方程	(17)
第 3 章 摩擦	(22)
3.1 滑动摩擦	(22)
3.2 摩擦角和自锁	(23)
3.3 磨损与润滑	(24)
第二篇 材料力学	(28)
引 言	(28)
第 4 章 杆件的内力分析	(30)
4.1 内力的概念	(30)
4.2 截面法	(30)
4.3 轴向拉伸或压缩时的内力	(30)
4.4 杆件剪切变形时的内力	(33)
4.5 圆轴扭转时的内力	(35)
4.6 梁弯曲时的内力	(38)
第 5 章 构件强度的实用计算	(48)
5.1 拉压杆横截面上的应力	(48)
5.2 轴向拉伸或压缩时的变形 胡克定律	(50)
5.3 材料在拉伸与压缩时的力学性能	(53)
5.4 轴向拉伸或压缩时的强度计算	(57)
5.5 应力集中的概念	(60)

5.6	剪切和挤压时的应力	(61)
5.7	圆轴扭转时的应力分布规律和强度条件	(64)
5.8	弯曲时梁横截面上的正应力和强度计算	(67)
5.9	弯曲变形的概念	(72)
5.10	提高梁弯曲强度和刚度的措施	(76)
第三篇 工程材料基础		(81)
引 言		(81)
第6章 机械工程材料		(81)
6.1	金属材料的主要性能	(81)
6.2	常用金属材料	(85)
6.3	钢的热处理	(94)
6.4	非金属材料	(96)
6.5	选择零件材料的基本原则	(98)
第四篇 传动机构		(101)
引 言		(101)
第7章 常用机构概述		(101)
7.1	机器中的常用机构介绍	(101)
7.2	运动副及其分类	(104)
7.3	平面机构的运动简图	(105)
第8章 平面连杆机构		(113)
8.1	四杆机构的基本形式及其演化	(113)
8.2	平面四杆机构的基本特性	(119)
8.3	平面四杆机构的设计	(122)
第9章 凸轮机构		(127)
9.1	概述	(127)
9.2	凸轮机构中从动件常用的运动规律	(129)
9.3	凸轮轮廓曲线的设计	(133)
第10章 其他常用机构		(139)
10.1	螺旋机构	(139)
10.2	棘轮结构	(140)
10.3	槽轮机构	(143)
10.4	不完全齿轮机构	(145)
第11章 带传动与链传动		(147)
11.1	概述	(147)
11.2	带及带轮	(148)
11.3	带传动的工作分析	(150)
11.4	带传动的张紧和维护	(154)

11.5	链传动	(155)
第 12 章	齿轮传动	(160)
12.1	齿轮传动机构的类型及特点	(160)
12.2	渐开线齿廓及其啮合特性	(162)
12.3	直齿圆柱齿轮的基本参数及几何尺寸	(163)
12.4	渐开线齿轮的啮合传动	(165)
12.5	渐开线直齿圆柱齿轮的轮齿加工方法	(167)
12.6	渐开线齿轮的根切现象	(170)
12.7	斜齿圆柱齿轮传动	(171)
12.8	直齿圆锥齿轮传动简介	(172)
12.9	齿轮传动的失效形式与设计准则	(173)
第 13 章	蜗杆传动机构	(178)
13.1	蜗杆传动机构概述	(178)
13.2	蜗杆传动机构的基本参数	(180)
13.3	蜗杆传动的散热	(183)
第 14 章	轮系	(187)
14.1	定轴轮系	(187)
14.2	行星轮系	(189)
14.3	组合轮系	(191)
14.4	轮系的功用	(192)
第 15 章	液压传动	(196)
15.1	液压传动的基本原理及其特点	(196)
15.2	液压元件	(199)
15.3	液压基本回路	(215)
15.4	液压系统的应用	(223)
第五篇	常用机械零件	(227)
引 言		(227)
第 16 章	常用零件	(227)
16.1	螺纹及联接	(228)
16.2	键联接	(239)
16.3	轴	(244)
16.4	轴承	(247)
16.5	联轴器和离合器	(258)
16.6	弹簧	(265)

第一篇 力学基础

引言

静力学研究的是刚体在力系作用下的平衡。刚体是指在力的作用下,其内部任意两点之间的距离始终保持不变的物体,即受力而不变形的物体。力系是指作用于同一物体上的一组力。平衡是指物体相对于地面处于静止状态或者匀速直线运动状态。静力学主要研究三个问题:①物体的受力分析,即物体受哪些力的作用,以及这些力的大小、方向、作用点。②力系的简化,即将作用于物体上的力系化为最简单的形式。③建立力系的平衡条件,即分析作用在物体上的力系所需满足的平衡条件。利用平衡条件确定各个力的大小,是各类工程实际问题中计算分析的主要内容,是设计机构、构件和机械零件时静力计算的基础。

在静力学里关于力的合成、分解与力系简化的研究结果,可以直接应用于动力学。静力学在工程技术中具有重要的实用意义。

第1章 静力学

本章将介绍静力学中的一些基本概念、静力学公理,并阐述工程中常见的约束和约束反力,以及物体的受力分析。

1.1 静力学的基本概念

1.1.1 力的概念

力的概念产生于人类从事的生产劳动当中。当人们提举重物时,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以及物与物之间,是能量传递和转换的重要媒介。例如,水流能驱动水轮机的转轮旋转,起重机械升降货物等。

(1)力的定义 力是物体之间相互的作用,这种作用将使物体的运动状态发生变化,或者使物体产生变形。前者称为力的运动效应;后者称为力的变形效应。

(2)力的三要素 实践证明,力对物体的作用效应,决定于力的大小、方向(包括方位和指向)和作用点的位置,这三个因素就称为力的三要素。在这三个要素中,如果改变其中任何一个,也就改变了力对物体的作用效应。例如:用扳手拧螺母时,作用在扳手上的力,因大小不同,或方向不同,或作用点不同,它们产生的效果就不同(如图1-1(a))。

(3)力是矢量 力是一个既有大小又有方向的量,而且又满足矢量的运算法则,因此力是矢量(或称向量)。

矢量常用一个带箭头的有向线段来表示(如图1-1(b)),线段长度 AB 按一定比例代表力的大小,线段的方位和箭头表示力的方向,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。用黑体字 $\boldsymbol{F}$ 代表力矢,并以同一字母的非黑体字 F 代表该矢量的模(大小)。

(4)力的单位 力的国际制单位是牛顿或千牛,其符号为 N ,或 kN 。

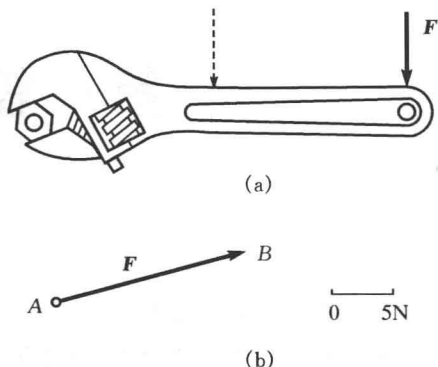


图1-1 力的表示

1.1.2 力系的有关概念

力系是指作用于物体上的一群力。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。力系平衡所满足的条件称为平衡条件。如果两个力系对同一物体的作用效应完全相同,则称这两个力系互为等效力系。当一个力系与一个力的作用效应完全相同时,把这—个力称为该力系的合力,该力系中的每一个力称为合力的分力。

必须注意,等效力系只是不改变原力系对于物体作用的运动效应。

1.1.3 刚体的概念

刚体是指在受外力作用而保持其几何形状和尺寸不变的物体。显然,这是一个理想化的模型,实际上并不存在这样的物体。但是,工程实际中的机械零件和结构构件,在正常工作情况下所产生的变形,一般都是非常微小的。这样微小的变形对于研究物体的外效应的影响极小,是可以忽略不计的。当然,在研究物体的变形问题时,就不能把物体看作是刚体。静力学研究的对象仅限于刚体,故又称刚体静力学。

1.2 静力学公理

公理是人们在生活和生产实践中长期积累的经验总结,又经过实践反复检验,被确认是符合客观实际的最普遍、最一般的规律,是进行其他逻辑推理计算的基础与准则。

公理一 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,其充分与必要条件是:这两个力大小相等,作用于同一直线上,且方向相反。(如图1-2所示)

这个公理揭示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,它是静力学中最基本的平衡条件。

二力体 只受两个力作用而平衡的物体称为二力体。

机械和建筑结构中的二力体常常统称为“二力构件”。它们的受力特点是:两个力的方向必在二力作用点的连线上。

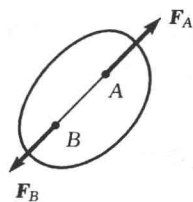


图1-2 二力平衡

应用二力体的概念,可以很方便地判定结构中某些构件的受力方向。如图1-3所示三铰拱中AB部分,当车辆不在该部分上且不计自重时,它只可能通过A、B两点受力,是一个二力构件,故A、B两点的作用力必沿AB连线的方向。

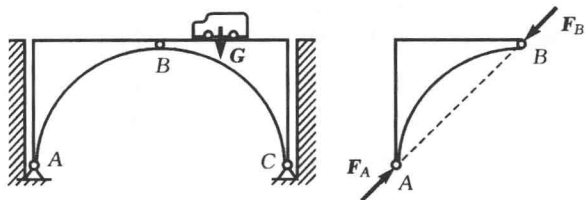


图1-3 二力构件

公理二 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。

这一公理的正确性是显而易见的,因为一个平衡力系是不会改变物体的原有状态的。这个公理常被用来简化某一已知力系。依据这一公理,可以得出一个重要推论:

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1-4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。

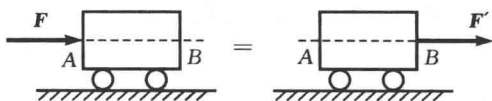


图1-4 力的可传性

这个原理可以利用上述公理推证如下(如图1-5):

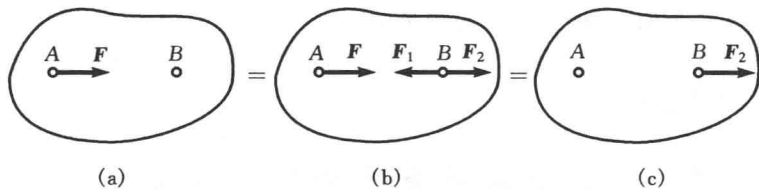


图1-5 滑动矢量

(1) 设 F 作用于 A 点(如图1-5(a));

(2) 在力的作用线上任取一点 B,并在 B 点加一平衡力系(F_1, F_2),使 $F_1 = -F_2 = -F$ (如图1-5(b));由加减平衡力系公理知,这并不影响原力 F 对刚体的作用效应;

(3) 再从该力系中去掉平衡力系(F, F_1),则剩下的 F_2 (如图1-5(c))与原力 F 等效。

这样就把原来作用在 A 点的力 F 沿其作用线移到了 B 点。

根据力的可传性原理,力在刚体上的作用点已为它的作用线所代替,所以作用于刚体上的力的三要素又可以说是:力的大小、方向和作用线。这样的力矢量称为滑动矢量。

应当指出,力的可传性原理只适用于刚体,对变形体不适用。

公理三 力的平行四边形法则

作用于物体同一点的两个力可以合成为一个合力,合力也作用于该点,其大小和方向由以

这两个力为邻边所构成的平行四边形的对角线所确定,即合力矢等于这两个分力矢的矢量和。

力的平行四边形法则总结了最简单的力系简化规律,它是较复杂力系合成的主要依据。

力的分解是力的合成的逆运算,因此也是按平行四边形法则来进行的,但为不定解。在工程实际中,通常是分解为方向互相垂直的两个分力。例如,在进行直齿圆柱齿轮的受力分析时,常将齿面的法向正压力 F_n 分解为推动齿轮旋转的即沿齿轮分度圆圆周切线方向的分力——圆周力 F_t , 指向轴心的压力——径向力 F_r (如图 1-6)。若已知 F_n 与分度圆圆周切向所夹的压力角为 α , 则有

$$F_t = F_n \cos \alpha, \quad F_r = F_n \sin \alpha$$

运用公理二和公理三可以得到下面的推论:

物体受三个力作用而平衡时,此三个力的作用线必汇交于一点。此推论称为三力平衡汇交定理。

公理四 作用与反作用定律

两个物体间的作用力与反作用力,总是大小相等,方向相反,作用线相同,并分别作用于这两个物体。

这个公理概括了自然界的物体相互作用的关系,表明了作用力和反作用力总是成对出现的。

必须强调指出,作用力和反作用力是分别作用于两个不同的物体上的。因此,决不能认为这两个力相互平衡,这与两力平衡公理中的两个力有着本质上的区别。

工程中的机械都是由若干个物体通过一定形式的约束组合在一起,称为物体系统,简称物系。物系外的物体与物系之间的作用力称为外力,而物系内部物体间的相互作用力称为内力。内力总是成对出现且等值、反向、共线,对物系而言,内力的合力恒为零。故内力不会改变物系的运动状态。但内力与外力的划分又与所取物系的范围有关。随所取对象的范围不同,内力与外力是可以互相转化的。

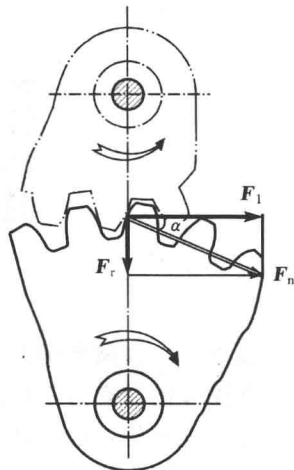


图 1-6 齿轮受力分析

1.3 约束和约束反力的概念及类型

工程中的机器或者结构,总是由许多零部件组成的。这些零部件都是按照一定的形式相互联接。因此,它们的运动必然互相牵连和限制。如果从中取出一个物体作为研究对象,则它的运动当然也会受到与它联接或接触的周围其他物体的限制。也就是说,它是一个运动受到限制或约束的物体,称为被约束体。

那些限制物体某些运动的条件,总是由被约束体周围的其他物体构成的。为方便起见,构成约束的物体常称为约束体。约束限制了物体本来可能产生的某种运动,故约束有力作用于被约束体,这种力称为约束反力。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及方向。

1.3.1 柔索约束

由绳索、皮带、链条等形成的约束称为柔索约束。这类约束只能限制物体沿柔索伸长方向的运动,因此它对物体只有沿柔索方向的拉力,如图1-7、1-8所示,常用符号为 F_T 。当柔索绕过轮子时,假想在柔索的直线部分处截开柔索,将与轮接触的柔索和轮子一起作为考察对象。这样处理,就可不考虑柔索与轮子间的内力,这时作用于轮子的柔索拉力即沿轮缘的切线方向(如图1-8)。

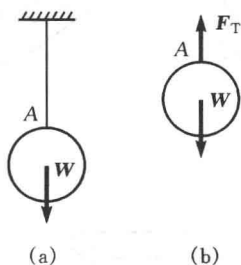


图1-7 柔绳的约束

(a)重物悬挂示意图;(b)重物受力图

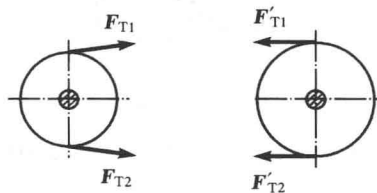


图1-8 链条约束

1.3.2 光滑面约束

当两物体直接接触,并可忽略接触处的摩擦时,约束只能限制物体在接触点沿接触面的公法线方向约束物体的运动,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体,简称法向压力,通常用 F_N 表示。图1-9中(a)和(b)所示分别为光滑曲面对刚体球的约束和齿轮传动机构中齿轮轮齿的约束。

图1-10为直杆与方槽在A、B、C三点接触,三处的约束反力沿二者接触点的公法线方向作用。

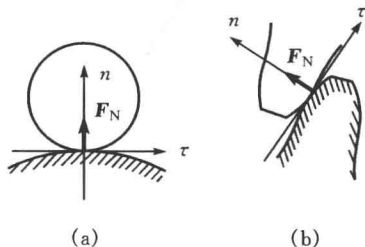


图1-9 曲面的约束反力

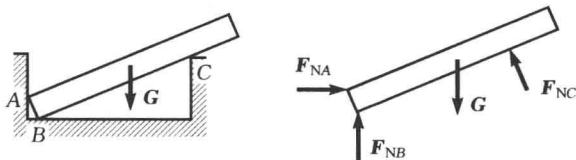


图1-10 平面的约束反力

1.3.3 铰链约束

铰链是工程上转动副中常见的一种约束。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联接,如图1-11所示。门轴的活页、调速器的滑块和转臂的联接,摇摆式接力器的活塞杆与机座的联接等,都是常见的铰链联接。

一般认为销钉与构件光滑接触,所以这也是一种光滑表面约束,约束反力应通过接触点

K 沿公法线方向(通过销钉中心)指向构件,如图 1-12(a)所示。但实际上很难确定 K 的位置,因此反力 F_N 的方向无法确定。所以,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 F_x 、 F_y 来表示,两个分力的指向可以任意设定,最终反力的方向由平衡条件确定。表示方法如图 1-12(b)所示。

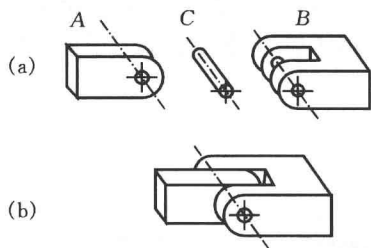


图 1-11 铰链组成

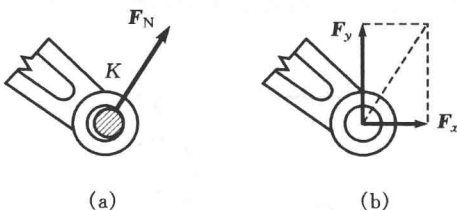


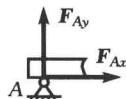
图 1-12 铰链受力分析

这种约束在工程上应用广泛,可分为以下三种类型。

(1)固定铰支座 用以将构件和基础联接,如桥梁的一端与桥墩联接时,常用这种约束,如图 1-13(a)所示,图 1-13(b)是这种约束的简图。



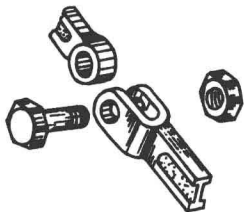
(a)



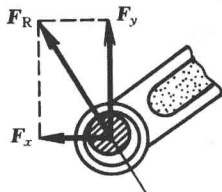
(b)

图 1-13 固定铰链表示

(2)中间铰链 用来联接两个可以相对转动但不能移动的构件,如曲柄连杆机构中曲柄与连杆、连杆与滑块的联接,如图 1-14(a)、(b)所示。通常在两个构件联接处用一个小圆圈表示铰链,如图 1-14(c)所示。



(a)



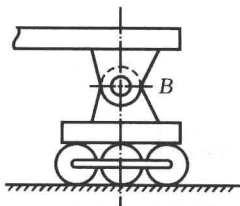
(b)



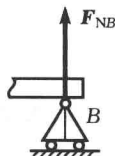
(c)

图 1-14 中间铰链

(3)滚动铰支座 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,这种支座称为滚动铰支座,也称为辊轴支座,它的构造如图 1-15 所示。为了消除温度应力的影响,在辊轴的作用下,被支承构件可沿支承面的切线方向移动,故其约束反力的方向只能沿滚子与地面接触面的公法线方向。



(a)



(b)

图 1-15 滚动铰支座

1.3.4 轴承约束

轴承约束是工程中常见的支承形式,它的约束反力的分析方法与铰链约束相同。

(1) 支承传动轴的向心轴承(如图1-16(a)) 向心轴承是一种固定铰支座约束,对传动轴起支承和周向定位作用。主要承受径向力,即滚柱给传动轴的力指向圆心,其力学符号如图1-16(b)所示。

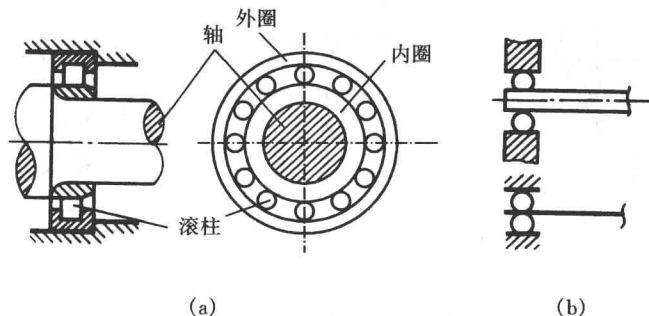


图1-16 向心轴承

(2) 推力轴承(如图1-17(a)) 除了与向心轴承一样具有作用线不定的径向约束力外,推力轴承由于限制了轴的轴向运动,因而还有沿轴线方向的约束反力(如图1-17(b))。其力学符号如图1-17(c)所示。

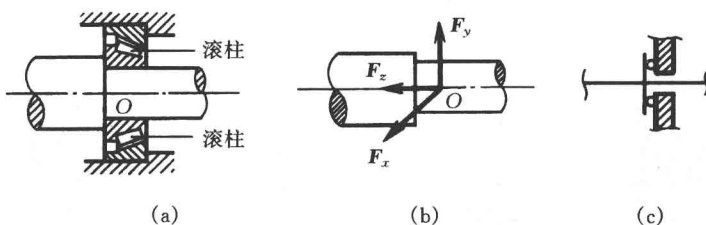


图1-17 推力轴承

1.4 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。为此先确定物体受力数目、作用点及方向,这种分析过程称为物体的受力分析。

作用在物体上的力可分为两类:一类称为主动力,如工作载荷、构件自重、风力等,这类力一般是已知的;另一类就是约束反力,为未知的被动力。进行受力分析时,研究对象可以用简单线条组成的简图来表示。在简图上除去约束,使对象成为自由体,添上代表约束作用的约束反力,称为解除约束原理。解除约束后的自由物体称为分离体,在分离体上画上它所受的全部主动力和约束反力,就称为该物体的受力图。

画受力图是解决力学问题的第一步,正确地画出受力图是分析、解决力学问题的前提。如果没有特别说明,则物体的重力一般不计,并认为接触面都是光滑的。

下面举例说明受力图的作法及注意事项。