

JIXIE

中等职业教育**机械类**系列教材

◎ 总主编 董代进 张仁英

机械基础

Jixie Jichu

◎ 主 编 杨方勇

◎ 副主编 李 均 张光铃



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

机 械 基 础

主 编 杨方勇

副主编 李 均 张光铃

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书主要包括静力学基础、材料力学基础、机械工程材料、通用机械零件、常用机械传动机构和液压传动等机械基础知识。

本书以中等职业教育机械类专业的职业技术需求为标准,内容由浅入深,循序渐进,通俗易懂,便于自学,可作为中等职业学校机械类相关专业的教材,也可作为中级技术工人岗位培训用书,供相关人员选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/杨方勇主编. —重庆:重庆大学出版社,2007.9

(中等职业教育机械类系列教材)

ISBN 978-7-5624-4228-8

I. 机… II. 杨… III. 机械学—专业学校—教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 116082 号

机械基础

主 编 杨方勇

副主编 李 均 张光铃

责任编辑:谭 敏 曾春燕 版式设计:谭 敏

责任校对:邹 忌 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:356千

2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4228-8 定价:23.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

《机械基础》教材编写组名单

主 编:杨方勇

副主编:李 均 张光铃

编 者:(排名不分先后)

张 伟 田岳飞 刘大坤

张家成 向小红

序

当前,为配合社会经济的发展,职业教育越来越受到重视,加快高素质技术人才的培养已成为职业教育的重要任务。随着机械加工行业的快速发展,企业需要大批量的技术工人,机械类专业正逐步成为中等职业学校的主要专业,为培养出企业所需要的技术工人,大多数学校采用了“2+1”三年制教学模式。因此,编写适合中等职业学校新教学模式的特点,符合企业要求,深受师生欢迎,能为学生上岗就业奠定坚实基础的新教材,已成为职业学校教学改革的当务之急。为适应职业教育改革发展的需要,重庆大学出版社、重庆市教育科学研究院职成教所及重庆市中等职业学校机械类专业中心教研组,组织重庆市中等职业学校教学一线的“双师型”骨干教师,编写了该套知识与技能结合、教学与实践结合、突出实效、实际、实用特点的中等职业学校机械类专业的专业课系列教材。

在编写的过程中,我们借鉴了澳大利亚、德国等国外先进的职业教育理念,广泛参考了各地中等职业学校的教学计划,征求了企业技术人员的意见,并邀请了行业和学校的有关专家,多次对书稿进行评议和反复论证。为保证教材的编写质量,我们选聘的编者都是长期从事中等职业学校机械类专业教学工作的优秀的双师型教师,他们具有丰富的生产实践经验和扎实的理论基础,非常熟悉中等职业学校的教育教学规律,具有丰富的教材编写经验。我们希望通过这些工作和努力使教材能够做到:

第一,定位准确,目标明确。充分体现“以就业为导向,以能力为本位,以学生为宗旨”的精神,结合中等职业学校双证书和职业技能鉴定的需求,把中等职业学校的特点和行业的需求有机地结合起来,为学生的上岗就业奠定起坚实的基础。

中等职业学校的学制是三年,大多采用“2+1”模式。学生在校只

有两年时间,学生到底能够学到多少知识与技能;学生上岗就业,到底应该需要哪些知识与技能;我们在编写过程中本着实事求是的原则,进行了反复论证和调研,并参照了国家职业资格认证标准,以中级工为基本依据,兼顾中职的特点,力求做到精简整合、科学合理地安排知识与技能的教学。

第二,理念先进,模式科学。利用澳大利亚专家来重庆开展项目合作的机会,我们学习了不少澳大利亚职业教育的先进理念和教学方法,同时也借鉴了德国等其他国家先进的职教理念,汲取了普通基础教育新课程改革的精髓,摒弃了传统教材的编写方法,从实例出发,采用项目教学的编写模式,讲述学生上岗就业需要的知识与技能,以适应现代企业生产实际的需要。

第三,语言通俗,图文并茂。中等职业学校学生绝大多数是初中毕业生,由于种种原因,其文化知识基础相对较弱,并且中职学校机械类专业的设备、师资、教学等也各有特点。因此,在教材的编写模式、体例、风格和语言运用等方面,我们都充分考虑了这些因素。尽量使教材语言简明、图说丰富、直观易懂,以期老师用得顺手,学生看得明白,彻底摒弃大学教材缩编的痕迹。

第四,整体性强、衔接性好。中等职业学校的教学,需要全程设计,整体优化,各教材浑然一体、互相衔接,才能够满足师生的教学需要。为此,充分考虑了各教材在系列教材中的地位与作用以及它们的内在联系,克服了很多教材之间知识点简单重复,或者某些内容被遗漏的问题。

第五,注重实训,可操作性强。机械类专业学生的就业方向是一线的技术工人。本套教材充分体现了如何做、会操作、能做事的编写思想,力图以实作带理论,理论与实作一体化,在做的过程中,掌握知识与技能。

第六,强调安全,增强安全意识。充分体现机械类行业的“生产必须安全,安全才能生产”的特点,把安全意识和安全常识贯穿教材的始终。

本系列教材在编写过程中,得到重庆市教育科学研究院职成教所向才毅所长、徐光伦教研员,重庆市各相关职业学校的大力支持与帮

助,在此表示衷心地感谢。同时,在系列教材的编写过程中,澳大利亚专家给了我们不少的帮助和支持,在此表示衷心地感谢。

我们期望本系列教材的出版,能对我国中等职业学校机械类专业的教学工作有所促进,并能得到各位职业教育专家与广大师生的批评指正,便于我们能逐步调整、补充、完善本系列教材,使之更加符合中等职业学校机械类专业的教学实际。

中等职业教育机械类系列教材
编委会

前 言

本书是中等职业学校机械类专业机加工系列教材之一。本书以面向 21 世纪中等职业教育的人才需求为目标,以中等职业教育的职业技术需求为标准,在编写中力求处理好教材内容的科学性,系统性与实用性之间的关系,内容循序渐进,由浅入深,联系实际,突出重点,通俗易懂,便于自学。

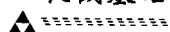
本书以工程力学和金属材料的基本理论和基本知识为基础,以通用机械零件,常用机械传动机构和液压传动的基础知识为主要内容,使学生通过本课程的学习,对机械零件,机械设备,机械传动及液压传动的基本原理等基础知识有一个比较完整的了解。以提高学生的科学文化素质和职业技术素质,满足学习相关专业技术课程的需要和学生就业后在相关岗位上发展、提高的需要。

本书在各章每一小节后均附有思考练习题,可供教师作为教学参考和学生复习使用。

本书共需 125 ~ 145 教学课时,各章参考课时见下表:

绪 论		1 课时
第 1 章	静力学基础	16 课时
第 2 章	材料力学基础	20 课时
第 3 章	机械工程材料	24 课时
第 4 章	通用机械零件	24 课时
第 5 章	常用机械传动机构	24 课时
第 6 章	液压传动	16 课时
机动		20 课时

参加本书编写的有:重庆市渝北职业教育中心张光铃、张伟、田岳飞,重庆市万盛职业教育中心刘大坤,重庆市工商职业学校张家成,重庆市涪陵职业教育中心向小红,重庆市龙门浩职业中学杨方勇、李均。由杨方勇任主编,李均、张光铃任副主编。



本书在编写过程中得到了重庆市龙门浩职业中学校章方学校长、张小毅副校长、该校机电专业部邹开耀部长的大力支持和帮助,得到了参编学校的领导和相关教师的支持和关注,在此表示衷心感谢。

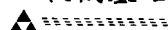
本书的编写是在中等职业教育的教学改革需求中所做的尝试和探索,由于编者水平有限,经验不足,衷心希望读者对本书的错误和不妥之处提出宝贵意见。

编 者

2007 年 4 月

目 录

第1章 静力学基础	1
1.1 静力学基本概念	1
练习题	6
1.2 平面汇交力系	8
练习题	11
1.3 力矩和力偶	12
练习题	19
1.4 平面任意力系	20
练习题	26
第2章 材料力学基础	28
2.1 材料力学基本概念	28
练习题	30
2.2 拉伸和压缩	30
练习题	41
2.3 剪切和挤压	42
练习题	46
2.4 圆轴扭转	46
练习题	51
2.5 弯曲	51
练习题	59
第3章 机械工程材料	60
3.1 金属材料性能	60
练习题	65
3.2 钢铁材料	66
练习题	69
3.3 碳素钢及合金钢	69
练习题	76
3.4 铸铁	76
练习题	78
3.5 钢的热处理	78
练习题	84
3.6 有色金属材料	85



练习题	88
3.7 非金属材料	88
练习题	91
第4章 通用机械零件	93
4.1 轴	93
练习题	101
4.2 轴承	101
练习题	112
4.3 键联接	113
练习题	116
4.4 螺纹联接	116
练习题	129
4.5 联轴器、离合器、制动器	129
练习题	136
4.6 摩擦、磨损与润滑、密封	136
练习题	146
第5章 常用机械传动机构	147
5.1 机器和机械传动概述	147
练习题	150
5.2 平面连杆机构	150
练习题	157
5.3 凸轮机构	158
练习题	161
5.4 间歇运动机构	161
练习题	164
5.4 带传动	164
练习题	171
5.5 链传动	171
练习题	173
5.6 齿轮传动	174
练习题	182
5.7 蜗杆传动	182
练习题	184
5.8 定轴轮系	185
练习题	188
第6章 液压传动	189
6.1 液压传动概述	189
6.2 液压元件	195

6.3 液压基本回路	206
练习题	211
参考文献	212

第1章 静力学基础

静力学是理论力学中的一个主要组成部分。理论力学是研究物体机械运动规律的科学。

物体的位置随着时间而改变的运动称为机械运动。机械运动是工程实际中最常见、最简单的一种运动。例如车船的行驶,机器的运转等都是机械运动。

当物体相对于参照物的位置固定不变时,则认为该物体处于静止状态。工程上一般所说的静止都是相对于地球的静止。物体的静止或匀速直线运动状态,称为平衡状态,简称平衡。

在理论力学中,在研究分析物体的受力情况时,通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理想化物体。实际上任何物体在外力作用下都会发生变形,但是在工程实际中这种变形一般都很微小,可以忽略不计。

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 静力学基本概念

1.1.1 力的概念

1. 力

(1)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发生变化,或使物体发生变形。

(2)力的特点。由于力是一个物体对另一个物体的作用,所以力不能脱离物体而存在。在研究物体的受力情况时,必须分清受力物体和施力物体。

本章只研究物体的受力情况和平衡问题,不考虑物体在外力作用下发生变形的问题。

2. 力的三要素

力对物体的作用效果完全决定于力的三要素,即:力的大小、力的方向、力的作用点。其中任何一个要素发生改变,力对物体的作用效果就会发生改变。

3. 力的单位

为了衡量力的大小,必须确定力的单位。在国际单位制(SI)中,力的单位为牛顿,记作N。也可用“千牛顿”为单位,记作kN。 $1\text{ kN} = 1\,000\text{ N}$ 。

4. 力的图示法

力是既有大小又有方向的物理量,所以力是矢量。矢量可以用带箭头的有向线段来表示。用带箭头的有向线段来表示力的三要素的方法叫做力的图示法,如图1.1所示。

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,线段的长度表示力的大小。

通过力的作用点,与力的方向一致的直线称为力的作用线。力矢量用字母 F 表示。

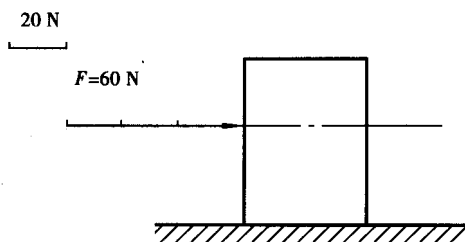


图 1.1 力的图示法示例

5. 力系的概念

(1) 力系。同时作用在同一物体上的一组力称为力系。

(2) 合力。如果一个力 F 对物体的作用效果与一个力系的作用效果相同。则力 F 称为该力系的合力。力系中的各力都称为合力 F 的分力。

由已知力系求合力的过程称为力的合成。由已知合力求分力的过程称为力的分解。

(3) 平衡力系。作用在物体上并使物体处于平衡状态的力系称为平衡力系。平衡力系的合力等于零。

1.1.2 静力学的基本公理

静力学的基本公理是人们从长期的实践中积累起来的经验总结;是经过实践检验,并证明符合客观实际的力学规律;是静力学的理论基础。

1. 二力平衡公理

(1) 公理内容。作用在同一物体上的两个力,使物体处于平衡状态的必要和充分条件是:两力大小相等,方向相反,且作用在同一直线上,如图 1.2 所示。

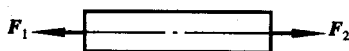


图 1.2 二力平衡公理示例

(2) 矢量表示。用矢量等式表示,即: $F_1 = -F_2$ 。

2. 加减平衡力系公理

(1) 公理内容。一个力系对物体的作用效果,不会因为加入或减去一个平衡力系而改变。

(2) 推论(力的可传性)。根据以上两条公理,可以推导出以下推论:作用在刚体上的力,可沿其作用线移至刚体上的任意一点,而不改变力对刚体的作用效果。这个推论叫做力的可传性。

3. 力的平行四边形公理

(1) 公理内容。作用在物体上同一点的两个力可以合成为一个合力,合力的作用点仍在该点,合力的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来表示,如图 1.3 所示。

(2) 矢量表示。用矢量等式表示即: $F = F_1 + F_2$

(3) 推论(三力平衡汇交定理)。根据这条公理又可以推出以下推论:当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。这叫三力平衡汇交定理。

(4) 注意事项:汇交于同一点上的三个力并不一定平衡。

4. 作用与反作用公理

(1) 公理内容。作用力与反作用力总是同时存在,两力的大小相等,方向相反,沿着同一

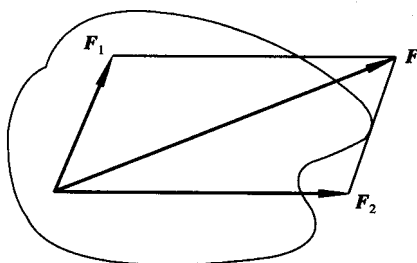


图 1.3 力的平行四边形公理示例

直线分别作用在两个相互作用的物体上。

(2) 公理示例。如图 1.4 所示,桌面上放一重物 W ,重物对桌面的作用力为 F ,桌面对重物的反作用力为 F' 。这两个力同时存在,而且大小相等,方向相反,沿着同一直线分别作用在桌面和重物上。

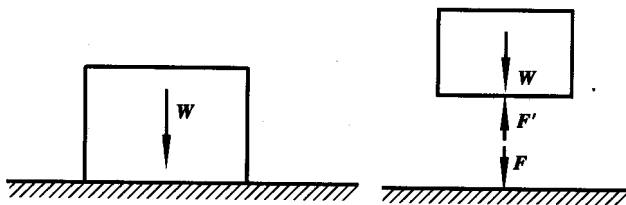


图 1.4 作用与反作用公理示例

(3) 注意事项。作用与反作用公理是分析物体受力情况的重要依据,在应用时必须注意它与二力平衡公理的区别。

1.1.3 约束和约束反力

1. 约束和约束反力

(1) 自由体。能在空间任意运动的物体称为自由体,例如在空中飞行的飞机和飞翔的鸟等。

(2) 非自由体。在空间的运动受到一定限制的物体称为非自由体。例如教室的门受到铰链的限制,只能在一定范围内转动,滑窗受到窗框的限制,只能在一定范围内滑动等。

(3) 约束。对非自由体的运动起限制作用的物体称为约束,例如铰链是门的约束,窗框是滑窗的约束等。

(4) 约束反作用力。约束既然能限制物体的某些运动,约束对物体就一定有力的作用,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所能限制的运动方向相反。

(5) 主动力。作用在物体上的力一般可以分为两类,一类是使物体产生运动或运动趋势的力,称为主动力。例如作用在物体上的重力,加在物体上的载荷等。

(6) 约束反力。另一类是限制物体运动的力,也就是约束反力(又称为被动力)。

主动力的方向和大小通常是已知的,约束反力的方向和大小通常是未知的,而且往往也正是我们所求解的对象。但是在一般情况下,物体的约束反力方向可以根据约束类型来确定。

2. 常见约束类型

(1) 柔性约束。由柔软的绳索、胶带、链条等构成的约束称为柔性约束。由于绳索只能承受拉力,因此,它给物体的约束反力也只能是拉力 F ,如图 1.5 所示。所以,柔性约束对物体的约束反力是作用在接触点上,方向是沿着绳索而背离物体。

(2) 光滑面约束。由非常光滑的接触表面所构成的约束称为光滑面约束。在不计摩擦的条件下,可以认为光滑面不能限制物体沿其切线方向滑动,只能限制物体沿接触表面法线方向并指向接触面的运动。所以,光滑面约束反力的方向是沿着接触表面的公法线方向而指向受力物体。这种约束反力,通常用 F_N 表示,如图 1.6 所示。

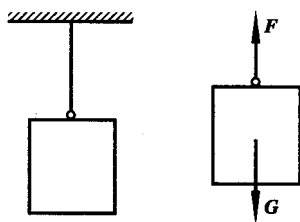


图 1.5 柔性约束示例

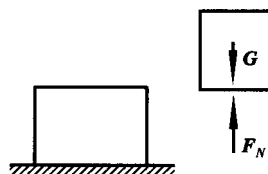


图 1.6 光滑面约束示例

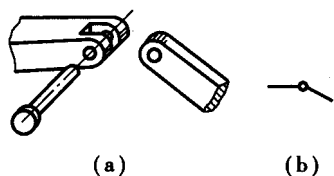


图 1.7 圆柱形铰链约束示例

(3) 圆柱形铰链约束。如图 1.7 所示:用表面光滑的圆柱销把两个零件联接在一起,这种联接叫做圆柱形铰链。由光滑的圆柱形铰链所构成的约束称为圆柱形铰链约束,简称铰链约束。铰链的应用非常广泛,工程上很多做相对转动的零件都可以简化为铰链联接。铰链约束又可以分为固定铰链约束与活动铰链约束两种。

① 固定铰链约束。圆柱形铰链的两个零件中,如果有一个是固定不动的,这种铰链称为固定铰链,被固定的零件称为支座,如图 1.8(a) 所示。

由固定铰链所构成的约束称为固定铰链约束,或固定铰链支座。固定铰链支座的工程简图,如图 1.8(b) 所示。被固定铰链约束的零件不能沿任何方向移动,但可以绕铰链中心转动。因此,固定铰链的约束反力方向不能预先确定,通常用两个方向互相垂直的分力 F_x 、 F_y 来代替,如图 1.8(b) 所示。

② 活动铰链约束。圆柱形铰链的支座,如果是可以在支承面上移动的,这种铰链称为活动铰链,如图 1.9(a) 所示。由活动铰链所构成的约束称为活动铰链约束,或活动铰链支座。活动铰链支座的工程简图如图 1.9(b) 所示。活动铰链约束与光滑面约束相同,其约束反力的作用线通过铰链中心,且方向是垂直于支承面,指向受力物体。如图 1.9(b) 所示。

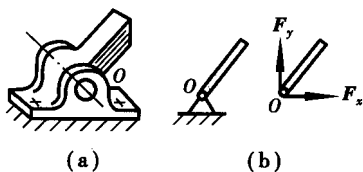


图 1.8 固定铰链约束示例

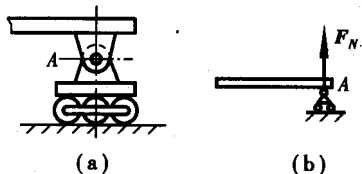


图 1.9 活动铰链约束示例

(4) 固定端约束。将物体的一端完全固定,使物体既不能移动又不能转动的约束称为固定端约束,如图 1.10(a) 所示。固定端约束可以产生一个约束反力和一个约束反力偶,但约束反力和约束反力偶的方向也不能预先确定,通常用图 1.10(b) 所示的方法表示。

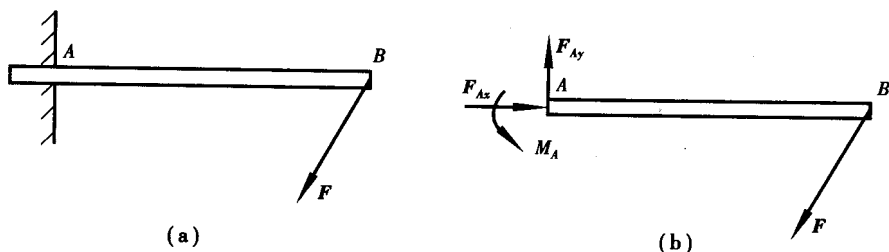


图 1.10 固定端约束示例

(5) 二力杆。只受两个力作用并处于平衡的构件称为二力构件,简称二力杆。根据二力平衡公理,这两个力必定大小相等,方向相反,且作用在同一直线上,如图 1.11 所示,工程上常见的二力杆是两端受铰链约束,中间不受主动力作用,不计自重且处于平衡的受拉或受压杆件。

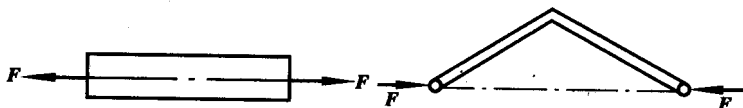


图 1.11 二力杆示例

1.1.4 物体受力和受力图

1. 受力分析

在工程实际中,经常需要研究某些物体所受到的全部作用力,并分析这些力对物体的作用情况。确定作用在物体上的每一个力的作用位置和方向的分析过程称为物体的受力分析。

2. 受力图

为了清楚地表示物体的受力情况,将被研究的物体从周围物体中分离出来,并用简明图形表示出它所受到的全部作用力,这种表示物体受力情况的图形称为受力图。

3. 画受力图的步骤

(1) 确定研究对象。把所要研究的物体从周围物体中分离出来,并单独画出它的简图。

(2) 进行受力分析。首先分析作用在研究对象上的主动力,然后分析周围物体对研究对象的约束情况。

(3) 画出作用在研究对象上的全部主动力和约束反力。

正确地画出物体的受力图是学习工程力学的基础,下面举例说明受力图的具体画法。

4. 物体受力分析示例

例 1.1 如图 1.12(a) 所示:重量为 G 的钢球,用绳索 BC 吊靠在光滑墙面上,试画出钢球的受力图。

解 取钢球为研究对象,其受力图,如图 1.12(b) 所示。