



机械基础辅导与练习

中等职业教育规划教材编委会 编



国防科技大学出版社



HZJY
华职教育

中等职业教育课程改革规划新教材配套教学用书

机械基础辅导与练习

中等职业教育规划教材编委会 编

国防科技大学出版社

内 容 提 要

本书是与中等职业教育课程改革规划新教材《机械基础》(张旭东主编,国防科技大学出版社)配套的辅导用书。本书按所配套教材的章节顺序编排,所选习题贴近生活,难度适当,有多种题型。

本书可供各类中等职业学校的学生使用,也可供技工学校、职业技术学院及技术工人自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础辅导与练习/中职规划教材编审委员会编.

—长沙:国防科技大学出版社,2010.5

ISBN 978-7-81099-634-1

I. ①机… II. ①中… III. ①机械学—专业学校—教学参考资料

IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 088318 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

<http://www.gfkdcbs.com>

E-mail:faxing@gfkdcbs.com

责任编辑:肖 滨

全国各新华书店经销

北京楠萍印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10 字数 212 千字

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定价:18.00 元

本书编委会

主 编：童望高

副主编：孙永胜 李雪明

编 委：韩汉忠 蔡继红 闵 玲

石莲英 宋金梅

前 言

本书是根据教育部2009年最新颁发的《中等职业学校机械基础教学大纲》及相应的职业技能规范要求,所编写的教学辅导与练习用书。本书内容系统、体例新颖、实用。习题难度适中,符合学生的认知规律。目的是使学生通过课后阅读和练习,能够掌握教材的基本内容,熟练掌握重点和突破难点,提高分析问题和解决问题的能力。

全书根据原教材的章节顺序编排,每章包括学习目标、重点提示、典型例题和练习题几个部分。本书题量适中、针对性强,能够较为系统地帮助学生巩固基础知识,提高实操能力。

学习目标:使学生学习时要了解、理解、熟悉、掌握本章节主要内容,把握重点,切中要害,避免无的放矢。

重点提示:概括总结章节的重点概念、公式以及常规解题方法。

典型例题:根据经典的例题,向学生灌输解题的思路、方法和技巧,选一些对学生的创新思维及能力培养提高的实用例题。

本书可供中等职业学校,技工学校的师生教学、复习用书,同时也用于其他从事技术工作的人员参考。

由于时间仓促和编者水平所限,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请使用本书的广大师生批评指正,在此致以诚挚的谢意。

编 者

2010年3月

目 录

模块一 杆件的静力分析	1
项目一 力与力偶	4
项目二 物体的受力分析和受力简图	6
项目三 平衡方程及其应用	8
模块二 直杆的基本变形	11
项目一 直杆轴向拉伸与压缩	15
项目二 剪切和挤压	18
项目三 圆轴扭转	20
项目四 直梁的弯曲	22
模块三 工程材料	24
项目一 黑色金属材料	30
项目二 有色金属材料	31
项目三 工程塑料与橡胶	34
模块四 联接与支承零部件	37
项目一 键联接、销联接和螺纹联接	41
项目二 联轴器、离合器和制动器	45
项目三 轴与轴承	47
模块五 机构	51
项目一 平面连杆机构	53
项目二 凸轮机构	56
项目三 间歇运动机构	58

模块六 机械传动	60
项目一 带传动和链传动	68
项目二 齿轮传动	71
项目三 蜗杆传动	76
项目四 齿轮系与减速器	77
模块七 机械润滑与密封	81
项目一 机械润滑	83
项目二 密封装置	84
模块八 机械零件的精度	86
项目一 极限与配合	94
项目二 形状与位置公差	98
模块九 液压传动	105
项目一 液压传动基础	111
项目二 液压传动元件	114
参考答案	120

模块



杆件的静力分析

· 学习目标 ·

1. 明确力、力偶、平衡、刚体、约束和约束力的概念。
2. 掌握简单物体的受力分析方法,并能准确地画出研究对象的受力简图。
3. 能正确运用平衡方程求解简单的受力平衡问题。

· 重点提示 ·

一、力的概念

1. 力的概念

力是物体间的相互作用,其效果是使物体的运动状态发生变化,或使物体变形。

力使物体运动状态发生变化的效应称为力的外效应,使物体产生变形的效应称为力的内效应。力是物体间的相互机械作用,力不能脱离物体而存在。

2. 力的三要素

力对物体的作用效果取决于力的大小、方向和作用点 3 个要素。3 要素中任何一个要素改变,都会使力的作用效果改变。

二、静力学基本公理

公理 1:二力平衡公理

只受两个力作用的物体,使刚体保持平衡状态的充分和必要条件是:二力等值、反向、共线。

公理 2:加减平衡力系公理

在已知力系上加上或减去任意平衡力系,不会改变原始力系对刚体的作用效应。

推论 1:力的可传递原理

作用于刚体上某一点的力可沿其作用线移至刚体上的任一点,而不会改变原力系对刚体的作用效果。如图 1-1 所示,力 F 作用在刚体上 A 点和作用在 B 点的效果是一样的。

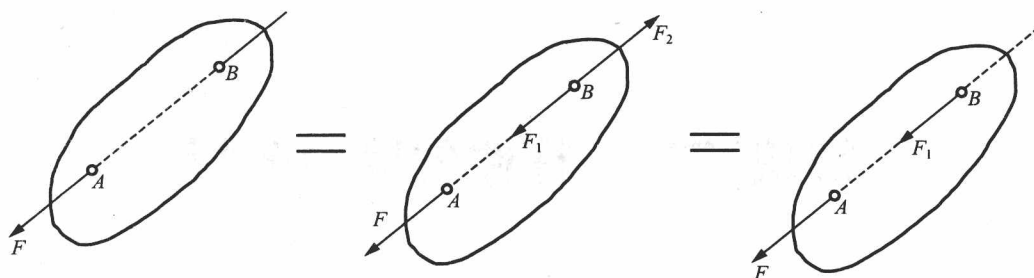


图 1-1

公理 3:力的平行四边形公理

作用于物体上某一点的两个力的合力也作用于该点,合力的大小和方向由这两个力为邻边构成的平行四边形的对角线来确定。如图 1-2(a)所示,作用于物体 A 点的两个力 F_1 和 F_2 的合力为 R ,也可用矢量式表示为

$$R = F_1 + F_2$$

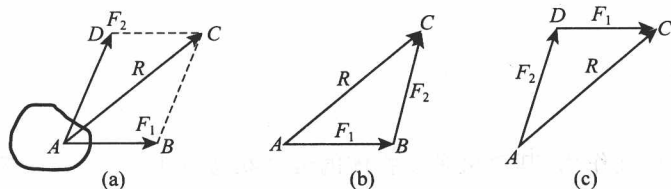


图 1-2

从图 1-2(b)、图 1-2(c)中也可求出合力 R 。将 F_1 和 F_2 首尾相接,成一线段 ABC 或 ADC ,连接 AC 构成一个封闭三角形, AC 就代表合力 R 。这种力的合成方法称为力的三角形法则。

推论 2:刚体上任一点受同一平面内互不平行的 3 个力作用时,则此 3 个力的作用线汇交于一点,并在同一平面内。

公理 4:作用与反作用力公理

两个物体间的作用力与反作用力总是同时存在,且大小相等、方向相反、沿着同一直线,分别作用在两个物体上。

三、力矩的概念

力矩是力使物体绕某点转动效应的量度,其表达式为 $m(F) = \pm F \cdot d$ 。力对点的矩与矩心位置有关。而力偶矩是力偶使物体转动效应的量度,表达式为 $M = \pm F \cdot d$,力偶矩与所取的矩心位置无关。

绕定点转动物体的平衡条件为:合力矩等于零,即 $\sum M_O(F) = 0$ 。

平面力偶系平衡的条件是:所有力偶矩的代数和等于零,即 $\sum M = 0$ 。

四、力偶的基本性质

(1) 力偶无合力, 力偶不能用一个力平衡, 只能和力偶相平衡。

(2) 力偶对其作用面上任意点之矩, 恒等于力偶矩, 而与矩心的位置无关。力偶矩是两个大小相等、方向相反且不在同一直线上的力所产生的力矩之和。

(3) 力偶的等效性: 同一平面内的两个力偶, 只要力偶矩相等, 则两个力偶彼此等效。

根据力偶的等效性, 可以得出两个推论:

推论 1: 力偶可在其作用面内任意移转而不改变它对物体的转动效应。即力偶对物体的转动效应与它在作用面内的位置无关。

推论 2: 在保持力偶矩大小和力偶转向不变的情况下, 可任意改变力偶中力的大小和力偶臂的长短, 而不改变它对物体的转动效应。

五、约束与约束力

1. 约束与约束力的基本概念

约束是指对非自由体的某些位移起限制作用的周围物体。能够使物体产生运动趋势或运动的力称为主动力, 如重力、拉力、推力。而阻碍物体运动或运动趋势的力, 称为被动力。约束力是阻碍物体运动的力, 属被动力。

约束力的大小和方向不能预先确定, 只能通过分析计算才能求出。

确定约束力有如下原则:

(1) 约束力的作用点就是约束与被约束物体的相互接触点或相互连接点。

(2) 约束力的方向与该约束所阻碍的运动趋势方向相反。

(3) 约束力的大小可采用平衡条件计算确定。

2. 常见约束类型

(1) 柔性体约束。工程上常见的传动带、柔软的绳索和链条等构成的约束称为柔性体约束。绳索本身只能承受拉力, 不能承受压力。绳索给物体的约束力也只能是拉力。

(2) 光滑面约束。当两物体直接接触, 且表面光滑, 接触处摩擦力很小, 可略去摩擦力不计, 这种光滑面构成的约束称为光滑面约束。这类约束不能限制物体沿约束表面切线的位移, 只能阻碍物体沿接触面法线并向约束内部的位移。因此, 光滑接触面的约束力必通过接触点, 方向沿着接触面在该点的公法线并指向受力物体。

(3) 光滑铰链约束。由铰链构成的约束称为铰链约束。圆柱销钉将两个具有相同大小圆柱孔的构件连接在一起, 物体的运动受到圆柱销钉的限制, 只能转动, 不能移动。

六、画受力图的步骤

(1) 明确研究对象。

(2) 画出分离体, 进行受力分析。分析研究对象上的主动力和约束力, 明确受力物体和施力物体。

(3) 在分离体上画出全部主动力(重力及其他已知力)。

(4) 在分离体上画出约束力。

七、平面任意力系的平衡条件

力系中所有各力在两个互相垂直的坐标轴上投影的代数和为零,力系中所有各力对力系所在平面内任意点的合力矩等于零,即 $\sum F_x=0$, $\sum F_y=0$, $\sum M_o(F)=0$ 。

八、应用平面任意力系平衡方程解题的一般方法

(1) 确定适当的研究对象并画出受力图;

(2) 选取坐标系,列平衡方程;

(3) 求出未知量。

项目一 力与力偶

一、填空题

1. 平衡是指物体处于_____或_____。
2. 静力分析是研究物体在力系作用下的_____。
3. 对于工程中的许多问题,可以把_____作为惯性参考系来研究物体相对于地球的平衡问题。
4. 作用于物体上的力系,若使物体处于平衡状态,必须满足一定的条件,这些条件称为力系的_____。
5. 物体的运动是_____,而平衡总是_____,有条件的。
6. 力是物体之间相互的_____,这种作用使物体的_____发生改变。物体运动状态的改变是力的_____,物体形状的改变是力的_____。
7. 力是物体间相互的机械作用,所以力不能脱离_____而存在。
8. 力对物体的效应,决定于三个要素_____,_____,_____这三个因素称为力的_____。当这三个要素中任何一个有所改变时;力的作用效果就会改变。
9. 为了度量力的大小必须选择单位,本书采用国际单位制(SI)。力的单位用_____。
10. 在力学中有两类量:_____和_____。只考虑大小的量称为_____,长度、时间、质量都是_____。既考虑大小又考虑方向的量称为_____,力和速度都是_____。
11. 通过力的作用点沿力的方向的直线称为_____。
12. 在两个力作用下处于平衡的物体称为_____,也称_____。

二、判断题

1. 力是物体间的相互作用,其效果是使物体的运动状态发生变化,或使物体变形。()
2. 力是物体间的相互机械作用,力可以脱离物体而存在,如磁力。()

3. 力的作用只改变其运动状态。()
4. 力的三要素是指大小、方向和作用点。()
5. 在已知力系上加上或减去任意平衡力系,不会改变原始力系对刚体的作用效应。()
6. 两个物体间的作用力与反作用总是同时存在,且大小相等、方向相反、沿着同一直线,分别作用在这两个物体上。()
7. 力偶无合力,可以用一个力或几个力平衡。()
8. 力偶对其作用面上任意点之矩,恒等于力偶矩,而与矩心的位置无关。()
9. 同一平面内的两个力偶,只要力偶矩相等,则两个力偶彼此等效。()
10. 在保持力偶矩大小和力偶转向不变的情况下,可任意改变力偶中力的大小和力偶臂的长短,而不改变它对物体的转动效应。()

三、简答题

1. 力的三要素是什么? 如何用图示表示? 两力相等的条件是什么?
2. “作用于物体的两个力,使物体保持平衡的充分和必要条件是,这两个力大小相等,方向相反并且作用在同一直线上”这种说法正确吗? 试分析其原因。
3. 简述力的可传性原理的内容。

4. 简述力的平行四边形公理的内容。

项目二 物体的受力和受力简图

一、填空题

1. 位移不受限制的物体称为_____。位移受限制的物体称为_____。约束是指对非自由体的某些位移起_____作用的_____。
2. 能够使物体产生运动趋势或运动的力称为_____, 如_____, _____、_____。而阻碍物体运动或运动趋势的力, 称为_____。约束力是阻碍物体运动的力, 属_____。
3. 约束力的大小和方向不能预先确定, 只能通过_____才能求出。
4. 在力学上以乘积 Fd 作为量度力 F 使物体绕 O 点转动效应的物理量, 称为_____, 简称_____。
5. 力沿作用线移动时, 不会改变力对某一矩心的_____。
6. 当力的作用线通过_____时, 力矩为零。

二、简答题

1. 确定约束力有哪些原则。

2. 试介绍几种常见的约束类型及确定约束力的方法。

3. 简述合力矩定理。

4. 力矩在哪两种情况下为零？

三、作图题

1. 重为 G 的球用绳索固定,并靠在光滑的斜面上,如图 1-3 所示。试分析其受力情况,并画出受力图。

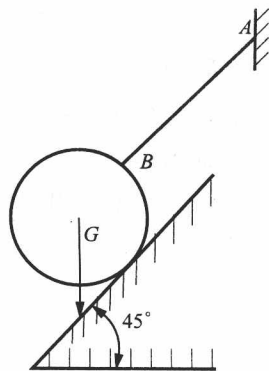


图 1-3

2. 如图 1-4 所示为三铰拱桥简图。 A 、 B 为固定铰链支座, C 为连接左右半拱的中间铰链,在拱 AC 上作用载荷 P ,拱的自重不计,试分别作出拱 AC 和 CB 的受力图。

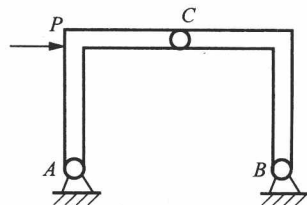


图 1-4

四、计算题

刹车踏板如图 1-5 所示。踏板上的作用力 $F_a = 500\text{N}$, $a = 0.5\text{m}$, $b = 0.1\text{m}$, 力 F_a 的作用点与制动脚闸转动中心连线垂直于力 F_b , F_b 为推杆顶力, 处于水平方向。试求踏板平衡时, 推杆顶力 F_b 的大小。

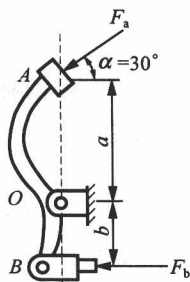


图 1-5

项目三 平衡方程及其应用

一、填空题

1. 各力作用线均在同一平面内的力系, 称为_____。
2. 平面力系中的各力作用线都汇交于一点, 则称_____。平面汇交力系是力系中较简单的一种。作用线相互平行的称为_____。作用线任意分布的称为_____。
3. 空间力系是指_____。
4. 作用在一物体上大小相等、方向相反、作用线平行而不重合的两个力称为_____。力偶的两力之间的垂直距离 d 称为_____, 力偶中两力所在平面称_____。
5. 实验证明, 力偶对物体不能产生移动效应, 即_____, 力偶不能与力等效, 也不能用力来平衡, 力偶只能用力偶来平衡。

二、简答题

1. 简述平面汇交力系平衡的必要与充分条件及解析条件。

2. 简述求解平面汇交力系平衡的步骤。

3. 简述平面力偶系平衡的条件。

三、计算题

1. 简易起重机如图 1-6 所示。物体重 $G=50\text{kN}$ ，吊在钢丝绳的一端，钢丝绳的另一端跨过光滑滑轮 B ，连在铰车上，不计滑轮、钢绳和杆的重量，试求重物匀速提升时杆 AB 、 BC 作用于滑轮的力。

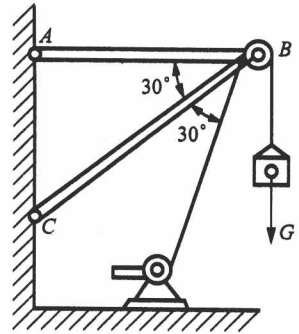


图 1-6

2. 如图 1-7 所示, 梁 AB 受到力偶 (F, F') 的作用, 作用的力偶矩为 $50\text{N} \cdot \text{m}$, 梁的两支座距离 $L=1\,000\text{mm}$, 梁自重不计, 求 A 、 B 两个支座的约束力。

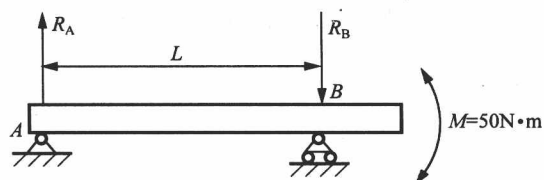


图 1-7