



高职高专创新教材

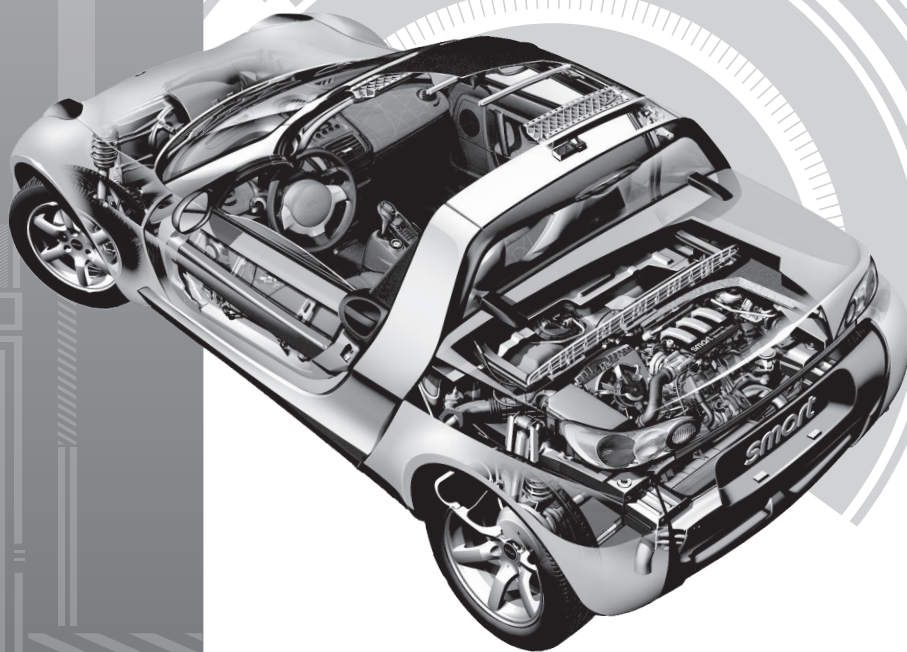
汽车系列

汽车 机械基础

高职高专创新教材编审委员会编

施红英 主编

王志慧 李 涛 副主编



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础/高职高专创新教材编审委员会编. —武汉: 武汉大学出版社, 2011.7

高职高专创新教材

ISBN 978-7-307-08950-1

I. 汽… II. 高… III. 汽车—机械学—高等职业教育—教材 IV.U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 142679 号

责任编辑:张东红

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 北京旺银永泰印刷有限公司

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.5 字数: 295 千字

版次: 2011 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 4 次印刷

ISBN 978-7-307-08950-1/U·14 定价: 30.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购买我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

高职高专创新教材·汽车系列

编审委员会

主 任 施红英

副 主 任 王志慧 李 涛

委 员 (按姓氏笔画为序)

于 春	王 艳	王怀宇
石朝晖	白秉旭	刘 刚
刘 莉	刘立国	刘临江
闫东清	孙会双	孙淑荣
远红娟	李新竹	吴 鹤
邱仁凤	宋 阳	张子成
陈秋霞	范继春	胡登纯
徐伟伟	郭志宏	梁大鹏

内 容 简 介

本书是根据《国家中长期教育改革和发展纲要(2010—2020年)》的指导精神,并结合教育部最新颁布的教育指导要求及高职高专教学特点编写而成的。为体现汽车专业教学的特点,针对汽车专业中涉及的机械基础知识点,本书在内容的选取上以“必需、够用”为度,整合内容,调整结构,力求通俗易懂,深入浅出。全书共分为十章,包括:绪论、汽车工程材料及其选用、常用机构、齿轮传动、轮系、带传动和链传动、连接标准件、支承零部件、液压传动系统简介以及汽车常见液压液力系统简介。

本书可作为高职高专汽车专业的专业基础课教材,也可作为成人院校、职业技能培训教材,还可供相关工程技术人员参考使用。

前 言

本书是根据新形势下高等职业院校教学的实际情况,结合新时期高职院校汽车专业机械基础课程教学大纲的基本要求编写的,主要适用于汽车类专业的教学。本书的编写从高职教育的特点出发,具有以下几方面的特色。

(1)对传统学科型教材进行整合,在教学内容选取上,保证汽车类专业所需的最基本、最主要的机械基础的经典内容,尽量避免内容之间不必要的交叉与重叠,淡化学科体系,减少教学课时,提高教学效率。

(2)内容编写层次化、模块化,切实落实“必需、够用、适用”的教学思想,并采用较多的实例代替理论讲解,化解疑难知识点。

(3)图文并茂,尽量以图代文,降低学习难度,提高学生学习兴趣;同时,书中采用大量的平面图形与立体图形相对比和相结合的形式,可提高学生立体构图能力。

(4)在内容上留有适当富余,教师可根据教学课时和教学条件进行取舍。

本书由兰州职业技术学院施红英担任主编,兰州职业技术学院王志慧、甘肃能源化工职业学院李涛担任副主编。施红英编写第一至第六章,李涛编写第七、八章,王志慧编写第九、十章。全书由施红英负责统稿。本书在编写过程中得到教学同仁和学院各级领导的大力支持,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,真诚希望得到广大读者的批评指正。

编 者

目 录

第一章 绪论	1	第六节 齿轮传动的失效形式及齿轮材料的选择	67
第一节 引言	1	第七节 其他齿轮传动简介	70
第二节 机械概述	1	思考与习题	75
第三节 力及其相关概念	3	第五章 轮系	78
第四节 本课程的性质、内容和任务	7	第一节 轮系的分类	78
思考与习题	7	第二节 定轴轮系传动比的计算	79
第二章 汽车工程材料及其选用	9	第三节 简单周转轮系传动比的计算	81
第一节 材料及其成形工艺的简要发展过程	9	第四节 轮系的应用	85
第二节 汽车工程材料的分类	10	思考与习题	86
第三节 铁碳合金在汽车上的应用	11	第六章 带传动和链传动	88
第四节 有色金属在汽车上的应用	19	第一节 带传动	88
第五节 非金属材料在汽车上的应用	23	第二节 链传动	95
思考与习题	27	思考与习题	99
第三章 常用机构	28	第七章 连接标准件	101
第一节 构件与运动副	28	第一节 螺纹连接	101
第二节 平面连杆机构	31	第二节 键连接	108
第三节 凸轮机构	40	第三节 销连接	111
第四节 间歇运动机构	47	第四节 联轴器	112
第五节 螺旋传动机构	50	第五节 离合器	117
思考与习题	53	思考与习题	119
第四章 齿轮传动	55	第八章 支承零部件	122
第一节 齿轮传动概述	55	第一节 轴	122
第二节 渐开线齿廓	56	第二节 轴承	127
第三节 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸的计算	57	思考与习题	137
第四节 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	60	第九章 液压传动系统简介	139
第五节 渐开线齿轮的切齿原理	63	第一节 液压传动的基本原理	139
		第二节 液压动力元件——液压泵	145

第三节 液压执行元件——液压缸与液压 马达	152	第二节 液力变矩器	172
第四节 液压控制元件	156	第三节 汽车自动变速器液压控制系统 ...	177
第五节 液压辅助元件	166	第四节 汽车防抱死液压控制系统	186
思考与习题	169	第五节 汽车液压悬架系统	192
第十章 汽车常见液压液力系统简介	170	第六节 汽车液压动力转向系统	195
第一节 液力耦合器	170	思考与习题	200
		附录 综合性实践活动指导	201
		参考文献	206

第一章

绪论

第一节 引言

人类从使用简单工具到现在能够设计复杂的现代机械,经历了漫长的过程。随着生产的不断发展,品种繁多的机械进入了社会的各个领域,承担着大量人力所不能或不便进行的工作,大大改善了劳动条件,提高了生产率。

近代机械是在蒸汽机发明后才纷纷出现的。早在 16 世纪第一次工业革命期间,意大利人达·芬奇、英国人牛顿等就研究用蒸汽作为动力的机械。1690 年,法国人巴本制造了一台蒸汽机。1698 年,英国人塞维利制造了用于矿井抽水的蒸汽泵。1705 年,英国人纽科门在前两人的基础上制造了一台蒸汽机;1712 年,这种蒸汽机开始在英国的矿井中应用于煤炭的运输。当时的蒸汽机效率很低,英国人瓦特在此基础上用了 6 年时间,对蒸汽机进行了两次重大改革,才使蒸汽机汽车奔跑于陆地。1802 年,美国人富尔顿以蒸汽机为动力装置,制造了世界上第一艘轮船。蒸汽机的出现使 19 世纪欧洲产业革命形成机械工业,并得到迅猛发展。

在我国,机械的创造发展和使用有着悠久历史。早在 5 世纪时,墨翟在其所著的《墨经》中论述了杠杆原理;东汉时期张衡将杠杆机构用于人类第一台地震仪;杜诗发明了用水作为动力,带动水排运转,驱动风箱炼铁的连杆机械装置,成为现代机械的雏形;西汉时期,刘歆在《西京杂记》中论述了由齿轮机构组成的记里鼓车;元朝时,人们利用曲柄、滑块和飞轮制成了纺织机等。由于近代外敌入侵,朝廷腐败,闭关锁国,长年战乱,我国机械工业发展停滞不前。

中华人民共和国成立后,我国科学技术有了巨大的发展,万吨水压机和万吨远洋货轮的制造和人造卫星的太空遨游以及大型精密的高新技术设备的生产等,都标志着我国的机械工业正在朝世界先进水平迈进,有的已处于领先地位。

第二节 机械概述

随着生产不断发展,现代机械已经渗入了社会的各个领域。无论是衣食住行还是科研

开发都离不开机械产品的使用。服装、食品、建筑、交通、航海、矿业、航天、医药、包装、传媒、化学研究、印刷等行业的效率都与机械产品的使用息息相关。

一、基本概念

(1)机械。机械是机器和机构的总称。

(2)机器与机构。机器一般具备以下特征：

- ①都是人为的各种实物的组合体；
- ②组成机器的各种实物间具有确定的相对运动；
- ③可代替或减轻人的劳动,有效地完成机械功转换为机械能。

机构是各种实物的组合体,实物间具有确定的相对运动,即符合机器的前两个特征。机构主要用来传递和变换运动,而机器主要用来传递和转换能量,从结构和运动学的角度来分析,机器与机构之间并无区别。

二、零件与构件

机器是由若干个不同零件组装而成的,零件是组成机器的基本要素,即机器的最小制造单元。各种机器经常用到的零件称为通用零件,如螺钉、螺母、轴、齿轮、弹簧等。在特定的机器中才会用到的零件称为专用零件,如汽轮机中的叶片,起重机的吊钩,内燃机中的曲轴、连杆、活塞等。构件是机器的运动单元,它可以是单一的零件,也可以是由若干个零件组成的刚性结构。

如图 1-1 所示为单缸内燃机。气缸体、活塞、连杆和曲柄构成了曲柄滑块机构;凸轮、顶杆和进气阀(排气阀)构成了凸轮机构。燃气推动活塞做往复移动时,曲柄滑块实现了曲柄的转动,从而使齿轮 10 带动两侧齿轮 9 转动,通过凸轮机构实现了进气阀和排气阀的开闭。

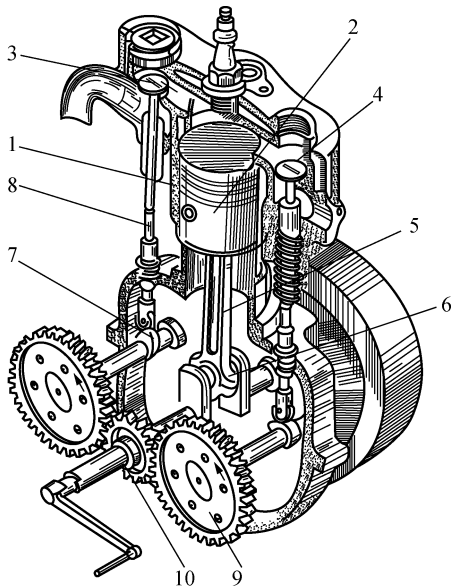


图 1-1 单缸内燃机

1—气缸体;2—活塞;3—进气阀;4—排气阀;
5—连杆;6—曲柄;7—凸轮;8—顶杆;9,10—齿轮

三、机器的组成

如图 1-2 所示,一部完整的机器由以下几部分组成。

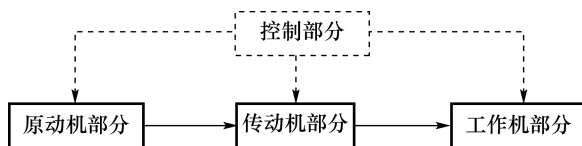


图 1-2 机器的功能组成

(1)原动机部分(动力部分)。它是机器的动力来源,动力部分可采用人力、畜力、风力、电力、液力、热力、磁力、压缩空气等作为动力源。常用的原动机有电动机、内燃机、液压机等。

(2)传动机部分(传动部分)。它是介于原动机与工作机之间,用来完成运动形式、运动和动力参数转换的组成部分。利用它可以减速、增速、调速、改变转矩或改变运动形式,从而满足执行部分的各种要求。常用的传动形式有机械传动、液压传动、气压传动、电动传动等,其中机械传动的应用最广。

机械传动通常是通过各种传动机构,如连杆传动机构、凸轮传动机构、带传动、链传动、齿轮传动、间歇运动机构、起停和转向装置等,与各种零件,如轴、轴承、联轴器、螺栓、键、销等配合共同完成传动任务。其运动特性通常用转速、速比(传动比)、变速范围等参数表示。其动力特性通常用功率、转矩、效率等表示。

(3)工作机部分(执行部分)。它处于整个机械传动路线终端,是完成工作任务的部分。

(4)控制部分。较复杂的机器还包括控制部分,如各种控制机构(如内燃机中的凸轮机构)、控制离合器、制动器、电动机开关等,能够使机器的原动机部分、传动机和工作机部分按一定的顺序和规律运动,完成给定所需的工作循环。常用的控制形式有机械控制、电气控制、液压控制和气压控制等。

四、机器类型

机械种类很多,根据用途不同,可分为以下几种:

(1)动力机械,如电动机、内燃机、发电机、液压机等,主要用来实现机械能与其他形式能量间的转换;

(2)加工机械,如轧钢机、包装机及各类机床,主要用来改变物料的现状、性质和状态;

(3)运输机械,如汽车、飞机、轮船、运输机等,主要用来改变人或物料的空间位置;

(4)信息机械,如复印机、传真机、摄像机、照相机等,主要用来获取或处理各种信息。

第三节 力及其相关概念

一、力的基本概念

1.力的定义

力是物体间的相互作用。其概念是人们长期的生产实践、科学实验和观察,逐步建立起

来的。力的作用结果是使物体的运动状态发生改变,即力的外效应或称为力的运动效应;使物体的形状发生改变,即力的内效应或称为力的变形效应(见图 1-3)。

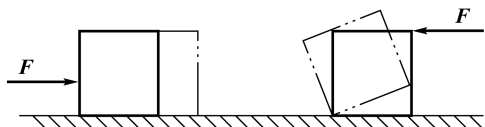


图 1-3 力的效应

2. 力的三要素及表示方法

力的作用相当普遍,无处不在,如重力、压力、摩擦力等。

力对物体的效应(外效应和内效应)取决于力的大小、方向和作用点,这三者被称为力的三要素。

力是一个既有大小又有方向的物理量,所以力是矢量。可以用一条有向线段表示力矢量(见图 1-4)。线段的长度(按一定比例尺)表示力的大小;线段的方位和箭头表示力的方向;线段的起始点(或终点)表示力的作用点;通过力的作用点,沿力的方向所画的直线,称为力的作用线。

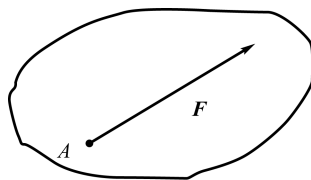


图 1-4 力的表示方法

一般,用黑体大写英文字母表示力矢,如 \mathbf{F} 、 \mathbf{N} 、 \mathbf{P} 、 \mathbf{G} 等(手写时可在字母上方加一横线)。用非黑体大写英文字母如 F 、 N 、 P 、 G 等表示力矢的大小。

力的国际单位为牛顿(N),也可以用千牛顿(kN)。

二、力矩的概念

力对物体的运动效应,除了力使物体产生移动的效应外,有时还会使物体产生转动效应。如图 1-5 所示,用扳手转动螺栓,施加在扳手上的力能使扳手及螺母绕 O 点转动,由经验可知,拧动螺母的作用不仅与力 F 的大小有关,而且与转动中心(O 点)到 F 的作用线的垂直距离 d 有关。

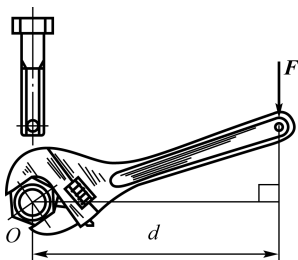


图 1-5 用扳手转动螺栓

力 F 使物体绕 O 点转动的效应,称为力 F 对 O 点之矩(简称力矩),用符号 $M_o(F)$ 来表示,其大小用乘积 Fd 来度量,即:

$$M_o(\boldsymbol{F}) = \pm Fd$$

其中, O 点称为力矩中心, 简称矩心; O 点到力 \boldsymbol{F} 作用线的垂直距离 d 称为力臂。

力矩是一个代数量, 其正负号用来说明力矩的转动方向。一般规定: 力使物体绕矩心做逆时针方向转动时, 力矩取正号, 反之则取负号, 如图 1-6 所示。

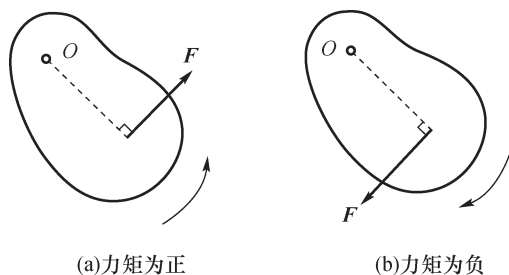


图 1-6 力矩的正负

力矩的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}$ 或 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 。

由力矩的定义可知:

(1) 若将力 \boldsymbol{F} 沿其作用线移动, 则因为力的大小、方向和力臂都没有改变, 所以不会改变该力对某一矩心的力矩;

(2) 若 $\boldsymbol{F} = 0$, 则 $M_o(\boldsymbol{F}) = 0$; 若 $M_o(\boldsymbol{F}) = 0$, $\boldsymbol{F} \neq 0$, 则 $d = 0$, 即力 \boldsymbol{F} 通过 O 点。

力矩等于零的条件是: 力等于零或力的作用线通过矩心。

◆ 例题讲解

【例 1-1】 汽车操纵系统的踏板装置如图 1-7 所示, 已知 $a = 380 \text{ mm}$, $b = 50 \text{ mm}$, $\alpha = 60^\circ$, 阻力 $F = 1700 \text{ N}$, 驾驶员脚的蹬力 $F_p = 193.7 \text{ N}$ 。求阻力 \boldsymbol{F} 和蹬力 \boldsymbol{F}_p 对点 O 的力矩。

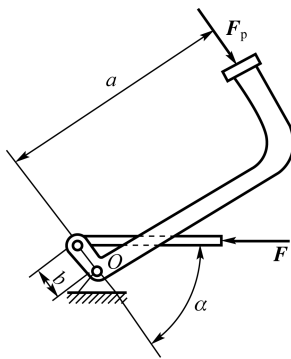


图 1-7 汽车操纵系统的踏板装置

【解】 由力矩的计算公式, 可得:

$$M_o(\boldsymbol{F}_p) = -F_p a = -193.7 \times 0.38 = -73.61 (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$M_o(\boldsymbol{F}) = Fb \sin \alpha = 1700 \times 0.05 \times \sin 60^\circ = 73.61 (\text{N} \cdot \text{m})$$

三、力偶与力偶矩

(1)力偶。在工程实践中常见物体受两个大小相等、方向相反、作用线相互平行的力的作用,使物体产生转动。例如,用手指拧水龙头、用双手转动方向盘、钳工用丝锥攻螺纹等,如图 1-8 所示。

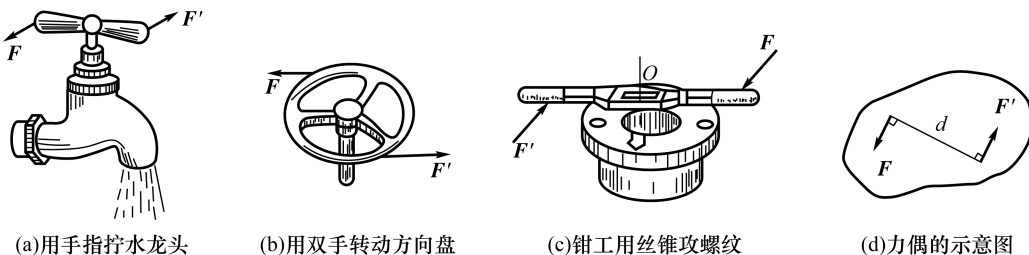


图 1-8 力偶的示例

力学上把作用在同一物体上的等值、反向、不共线的两个平行力,称为力偶,用符号 (F, F') 表示。

力偶中两力所在的平面称为力偶作用面,两力作用线间的垂直距离,称为力偶臂,用 d 表示,如图 1-8(d) 所示。

(2)力偶矩。实践证明,力偶只能使物体产生转动的效应。力偶使物体产生的转动效应可以用力偶矩来度量,记作 M 或 $M(F, F')$,单位为 $N \cdot m$ 。其大小等于力偶中力 F 与力偶臂 d 的乘积,即:

$$M(F, F') = \pm Fd$$

力偶矩正负号规定:力偶使物体逆时针转动时,力偶矩为正,反之为负,如图 1-9 所示。

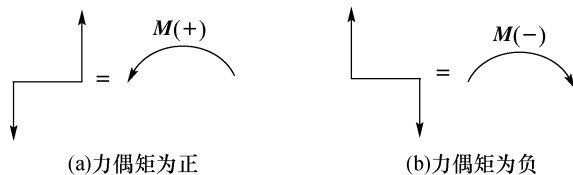


图 1-9 力偶矩的正负

(3)力偶的性质。

- ①力偶对物体只有转动效应而无移动效应。
- ②力和力偶是组成力系的两个基本物理量。力偶的三要素为大小、转向和作用平面。
- ③力偶对其作用平面内任一点的力矩,恒等于其力偶矩,与矩心的位置无关。

$$M_o(F) + M_o(F') = M = \pm Fd$$

- ④同平面内的两个力偶,如果力偶矩大小相等,力偶转向相同,则两力偶等效。

一般,力偶产生的转动效应,可以用力和力偶臂来表示,也可以直接用力偶矩表示,即用带箭头的弧线表示,如图 1-10 所示。

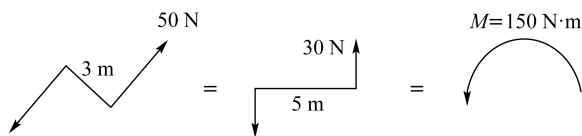


图 1-10 力偶矩的不同表示

第四节 本课程的性质、内容和任务

本课程是一门综合性较强的、服务于汽车专业课的技术基础课程。

本课程主要内容包括汽车工程材料及其选用、常用机构、齿轮传动、轮系、带传动和链传动、连接标准件、支承零部件、液压传动系统简介、汽车常见液压液力系统简介等。通过理论学习与实践锻炼,完成以下任务。

(1)掌握常用汽车工程材料的基础知识,能够在实践中正确选材、识别材料,并掌握汽车工程中采用适当措施提高材料的性能和利用率的一些有效方法。

(2)掌握常用机构的基础知识,能够分析常用机构的工作原理,在实践中具备选用、设计与改造简单机构的创新能力。

(3)掌握常用机械传动的基础知识,能够进行简单的计算,具备使用和维护常用机构的能力。

(4)掌握常用机械零件与标准件的基础知识,具备正确选用、使用与维护机械零件与标准件的能力。

(5)了解汽车常见液压液力系统(如液力变矩器、液力耦合器等)的结构组成及工作原理,在实践中具备正确使用、维护相关系统的能力。

思考与习题

1-1 区别机器与机构,零件与构件。

1-2 一部完整的机器主要由哪几部分组成?

1-3 力的三要素是什么?

1-4 力对物体产生的转动效应如何度量?试分别计算如图 1-11 所示各种情况的力 F 对点 O 的力矩。

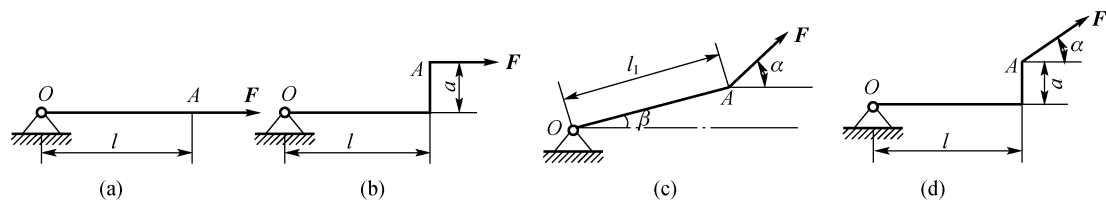


图 1-11 题 1-4 图

1-5 什么是力偶？力偶对物体产生的转动效应如何度量？

1-6 简单说明本课程学习的主要内容和任务。