

工程力学

GONGCHENG LIXUE

◎主编 李晓芳 王秀梅



工 程 力 学

主 编	李晓芳	王秀梅	
副主编	蒋灵博	卢坤媛	
参 编	常生德	王卫海	刘景芬
主 审	孔凡杰		

内 容 简 介

全书共有9章：绪论、静力学基本概念及受力分析、平面力系、轴向拉伸与压缩、剪切与挤压、圆轴扭转、平面弯曲、组合变形、运动学。

本书既可作为高等院校机械类、近机类的教材，也可用作相关技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

工程力学/李晓芳, 王秀梅主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-5640-9613-7

I. ①工… II. ①李… ②王… III. ①工程力学-高等学校-教材 IV. ①TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 191533 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12

字 数 / 272 千字

版 次 / 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 赵 岩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

前 言

根据我国高等教育的人才培养目标和教育改革的发展趋势,针对 21 世纪高等教育课程体系改革的要求,编者结合多年教学实践体会,编写了这本工程力学教材。本教材适合于高等院校机械类或近机械类专业学生使用。

本教材的主要特点是:以技术应用为导向,在基础理论的学习上坚持必须、够用的原则,讲清概念、原理。对工程力学传统内容进行了精简和整合,简化了理论与公式的推导,突出了对学生知识和能力的培养,注重理论联系实际,加强了知识的工程应用,特别增加了一些机械工程应用实例,为学生今后从事生产实践和科学研究奠定了基石。

本教材分为 9 个单元,主要包括:静力学基本概念及受力分析、平面力系、轴向拉伸与压缩、剪切与挤压、圆轴扭转、平面弯曲、组合变形、运动学等。

本教材由李晓芳、王秀梅担任主编,蒋灵博、卢坤媛任副主编,由孔凡杰主审。其中李晓芳编写第 1、2 单元;蒋灵博编写第 4、5 单元,卢坤媛编写第 3 单元,常生德编写第 6 单元,王秀梅编写第 7 单元,王卫海编写第 8 单元,刘景芬编写第 9 单元。

尽管我们在编写教材的过程中,做出了许多努力,但由于编者的水平有限,教材中难免存在一些疏漏和不妥,敬请广大读者批评指正,以便改进。

编 者
2014 年 4 月

目 录

课程导入	1
第1单元 绪 论	3
1.1 本课程的研究对象	3
1.2 本课程的任务	6
1.3 本课程的研究内容	6
1.4 本课程的学习方法	7
训练1	8
第2单元 静力学基本概念及受力分析	9
2.1 静力学基本概念	10
2.2 静力学基本公理	11
2.3 约束与约束反力	14
2.4 物体的受力分析与受力图	19
☆综合案例分析	22
训练2	24
第3单元 平面力系	26
3.1 平面汇交力系	28
3.1.1 平面汇交力系合成的几何法与平衡的几何条件	28
3.1.2 平面汇交力系合成的解析法与平衡的解析条件	32
☆综合案例分析	35
3.2 力矩、合力矩定理	37
3.2.1 力对点的矩	37
3.2.2 合力矩定理	38
3.3 力偶及其基本性质	40
3.3.1 力偶、力偶矩的概念	40
3.3.2 力偶的基本性质	41
3.4 平面力偶系的合成与平衡	42
3.4.1 平面力偶系的合成	42
3.4.2 平面力偶系的平衡	43
3.5 平面任意力系	44
3.5.1 力的平移定理	44
3.5.2 平面任意力系的简化	46
3.5.3 平面任意力系的平衡方程及应用	48
☆综合案例分析	52

训练 3	53
第 4 单元 轴向拉伸与压缩	57
4.1 概述	58
4.1.1 材料力学的研究对象和任务	58
4.1.2 变形固体的基本假设	59
4.1.3 杆件变形的基本形式	59
4.2 轴向拉伸与压缩的概念	61
4.3 轴向拉伸与压缩时横截面上的内力——轴力、轴力图	62
4.4 轴向拉伸与压缩时横截面上的应力	65
4.5 轴向拉伸与压缩时杆的变形胡克定律	67
4.6 轴向拉伸与压缩时材料的力学性能	69
4.6.1 轴向拉伸试验	69
4.6.2 低碳钢拉伸时的力学性能	70
4.6.3 材料的塑性	71
4.6.4 冷作硬化	72
4.6.5 其他材料在拉伸时的力学性能	72
4.6.6 材料压缩时的力学性能	73
4.7 轴向拉伸与压缩杆的强度条件及强度计算	75
4.7.1 极限应力、许用应力与安全系数	75
4.7.2 拉(压)杆的强度条件	75
4.7.3 拉(压)杆的强度计算	76
4.8 应力集中的概念	77
☆综合案例分析	78
训练 4	79
第 5 单元 剪切与挤压	82
5.1 剪切与挤压的概念	82
5.1.1 剪切变形	82
5.1.2 挤压变形	84
5.2 剪切与挤压的实用计算	84
5.2.1 剪切的实用计算	84
5.2.2 挤压的实用计算	85
☆综合案例分析	89
训练 5	90
第 6 单元 圆轴扭转	92
6.1 圆轴扭转的概念	93
6.2 扭矩和扭矩图	94
6.2.1 外力偶矩的计算	94
6.2.2 圆轴扭转时横截面上的内力——扭矩	94
6.2.3 扭矩图	95

6.3 圆轴扭转时横截面上的应力	97
6.3.1 圆轴扭转时横截面上的切应力	97
6.3.2 极惯性矩 I_p 和抗扭截面系数 W_p	100
6.4 圆轴扭转的强度计算	102
6.4.1 圆轴扭转的极限应力与许用应力	102
6.4.2 圆轴扭转的强度条件	103
6.5 圆轴扭转的刚度计算	104
6.5.1 扭转角的计算	104
6.5.2 圆轴扭转的刚度条件	105
☆综合案例分析	106
训练 6	107
第 7 单元 平面弯曲	110
7.1 平面弯曲的概念	111
7.2 梁的计算简图及静定梁的基本形式	112
7.3 平面弯曲梁横截面上的内力	113
7.3.1 剪力和弯矩	113
7.3.2 剪力和弯矩的计算	114
7.3.3 剪力和弯矩的符号规定	114
7.3.4 剪力和弯矩的计算法则	115
7.4 剪力图和弯矩图	116
7.5 载荷集度、剪力和弯矩之间的微分关系及其在绘制剪力图、弯矩图上的应用	120
7.6 纯弯曲时梁横截面上的应力	123
7.6.1 纯弯曲的概念	124
7.6.2 纯弯曲横截面上的应力分布规律	124
7.7 常见截面的惯性矩	126
7.8 梁的正应力强度计算	127
7.8.1 最大弯曲正应力和抗弯截面系数	127
7.8.2 梁的弯曲强度条件	128
7.9 提高梁弯曲强度的主要措施	132
7.10 梁变形的概念	134
☆综合案例分析	136
训练 7	137
第 8 单元 组合变形	141
8.1 组合变形的概念	142
8.2 拉伸（压缩）与弯曲组合变形的强度计算	142
8.3 圆轴弯曲与扭转组合变形的强度计算	146
☆综合案例分析	148
训练 8	150

第9单元 运动学	153
9.1 质点的运动规律	153
9.2 刚体的基本运动	157
9.3 点的合成运动	162
9.4 刚体的平面运动	165
☆综合案例分析.....	167
训练9	168
附录 常用型钢规格表.....	171
参考文献.....	182

课程导入

液压式工件夹紧机构广泛应用于各类机床中工件的夹紧，其结构示意图如图 0-1 所示。工件能否被夹紧直接关系到工件的加工精度，其工作过程为活塞杆 AB 在压力 F 作用下，推动摆杆 BC 、 CD 绕 C 点转动， BC 、 CD 杆的 C 端推动摆杆 CE 夹紧工件 H 。根据图示机构的动力传动路线能否准确地设计出各个构件的长度、直径和材料呢？

本教材第 1 单元(绪论)对原动机——内燃机进行分析，使学生熟悉机器、机构、机械、构件、零件等概念，了解本课程的学习内容、任务等。

第 2 单元(静力学基本概念及受力分析)对液压式工件夹紧机构各构件的受力情况进行正确分析并绘制受力图，使学生熟悉静力学公理、推论，知道几种工程中常见的约束，并能够熟练应用这些知识对机构中各构件进行受力分析，正确地绘制出受力图。

第 3 单元(平面力系)在受力分析的基础上，根据活塞杆所受的压力计算出各构件所受的力。通过此案例使学生熟悉各种平面力系，并能计算出力系中的未知力。

第 4 单元(轴向拉伸与压缩)为保证本机构在满足工件夹紧需求的同时，各构件具有足够的承载能力，根据轴向拉压杆的强度条件进行强度计算，设计出各构件的直径。

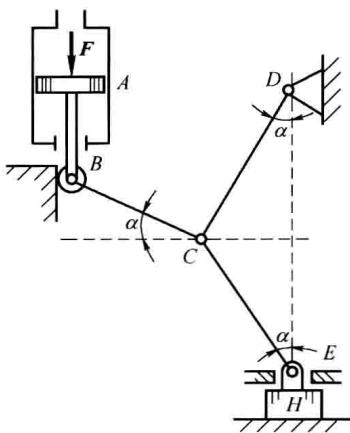


图 0-1 液压式工件夹紧机构示意图

带式输送机广泛应用于现代化的各种工业企业中，图 0-2 是带式输送机传动系统简图。工作时内燃机将运动和动力传递给小带轮，然后通过 V 带传动传递给大带轮，再经过减速器以及联轴器连接，将运动和动力传递给滚筒，从而带动输送带输送物料。其中减速器的应用范围相当广泛，几乎在各式机械的传动系统中都可以见到它的踪迹，从交通工具的船舶、汽车、机车，建筑用的重型机具，机械工业所用的加工机具及自动化生产设备，到日常生活中常见的家电，钟表等。其应用从大动力的传输工作，到小负荷、精确的角度传输都可以见到减速机的应用，且在工业应用上，减速器具有减速及增加转矩的功能。因此广泛应用在速

度与扭矩的转换设备。本书以此系统为工程实例，详细地分析各组成部分的结构、受力及工作原理。

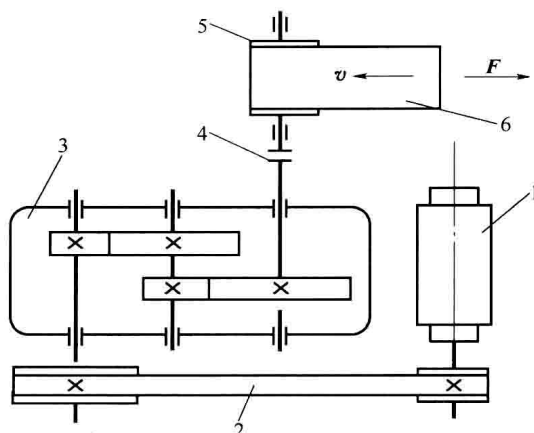


图 0-2 带式输送机传动系统简图

1—内燃机；2—V 带；3—二级圆柱齿轮减速器(展开式)；
4—联轴器；5—滚筒；6—输送带

第 5 单元(剪切与挤压)通过对减速器中常见的轴毂连接——键连接进行强度计算，使学生了解剪切与挤压变形相关知识。

第 6 单元(圆轴扭转)熟悉圆轴扭转变形的强度计算，并以减速器的低速轴为例进行扭转强度校核的计算，同时为后续内容的学习奠定基础。

第 7 单元(平面弯曲)熟悉弯曲变形内力、弯矩的计算方法，能正确绘制弯矩图，并以减速器的低速轴为例进行弯曲强度校核的计算，同时为后续内容的学习奠定基础。

第 8 单元(组合变形)熟悉弯扭组合变形的强度计算方法，能正确绘制弯矩图、扭矩图，能根据强度条件进行强度计算，并在前面两个单元的基础上综合分析，以减速器的低速轴为例进行弯扭强度校核。

第1单元 绪 论

单元结构

任务下达：本课程每一单元都按照高职人才培养目标及专业领域的教学要求，结合工程实例提出相关问题，富有启发性，便于学习，激发学生学习兴趣及增强工程能力的培养。

任务分析：根据任务中涉及的知识和技能，展开理论和实验的讲授，本着“必需、够用”的原则，且便于采用先进的教学手段。

任务解决：通过理论和实验知识的学习，将任务中的工程问题逐一解决。

学习目标

- 明确本课程的研究对象、性质。
- 明确本课程的研究内容及任务。
- 了解本课程的学习方法。

学习重点和难点

- 机械、机器、机构、构件及零件等概念。
- 机器的组成及其特征。

案例导入

如图1-1所示为带式输送机传动系统中所用的单缸内燃机，它是由气缸、活塞、连杆、曲轴、轴承等构件组合而成的。本单元通过对单缸内燃机的分析得出机器的共同特征，引出机械、机器、机构、构件及零件等与机械相关的基本概念，并介绍本课程所应掌握的知识点。

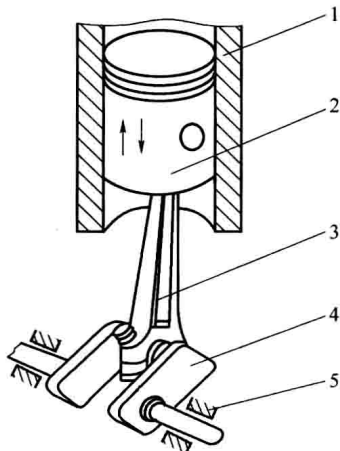


图1-1 单缸内燃机

1—气缸；2—活塞；3—连杆；
4—曲轴；5—轴承

1.1 本课程的研究对象

本课程的研究对象是机械。机械是人类进行生产劳动的主要工具，也是社会生产力发展水平的重要标志。

人类为了适应生产和生活上的需要，远在古代，就已经知道利用杠杆、滚子、绞盘等简单机械从事建筑和运输。但几千年

来,受社会历史条件的限制,机械的发展比较缓慢,直到18世纪英国人瓦特在1782年发明了往复式蒸汽机,促进了产业革命,从此,机械才有了日新月异的迅猛发展。现今,人们在日常生活和生产过程中,广泛使用着各种各样的机械,以减轻劳动强度和提高工作效能,特别是在有些场合,只能借助机械来代替人进行工作。

我国古代人民在机械方面有过许多杰出的创造与发明。夏朝发明了车子;周朝有人利用卷筒原理制作辘轳;汉武帝时就能制造水利方面用的筒车(即翻车);西汉时应用了齿轮和轮系传动原理制成了指南车(图1-2),东汉科学家张衡发明了测定地震方位的地动仪和测定风向的候风仪(图1-3);晋朝的记载里鼓车已应用了齿轮传动和轮系,机捶和水碾甚至应用了凸轮原理。但是,由于我国经历了漫长的封建社会,加上帝国主义的侵略和压迫,在新中国成立以前,机械工业仍处于非常落后的状态。

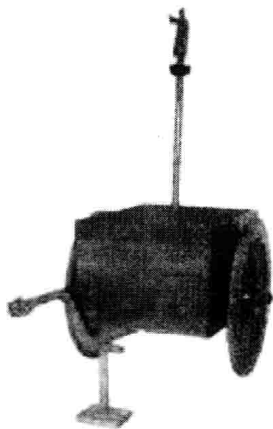


图1-2 指南车

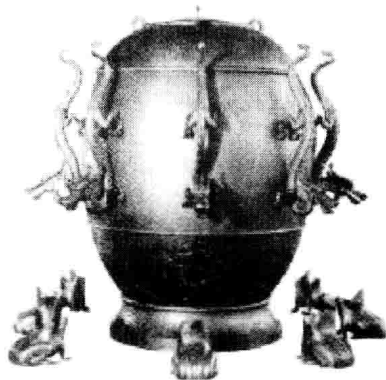


图1-3 候风地动仪

新中国成立后,我国的科学技术和机械工业有了较快的发展。在第一个五年计划期间,建立了一批大型机械制造厂,使机械工业由过去只能进行零星的修配,跨越到能自行制造飞机、汽车和各种机床,并为我国机械工业今后的发展奠定了坚实的基础。1956年我国制造出第一架喷气式歼击机“歼—5”,同年制造出第一辆“解放牌”汽车。在以后的几个五年计划期间,又从制造一般的机械设备发展到制造大型、精密、尖端的机械产品。1958年我国制造的第一个原子反应堆和回旋加速器投入运行;1962年制成第一架超音速歼击机“歼—7”;1965年制成高精度万能外圆磨床,达到当时的世界先进水平;1970年成功地发射了第一颗人造地球卫星“东方红”。党的十一届三中全会以来,我国进入了改革开放的历史新时期,机械工业在深化经济体制改革中迎来了新的高速发展。

本章将介绍关于机械的基础知识,使同学们对机械有一个初步的认识与了解。

一、机器与机构

1. 机器

机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息。

机器的种类繁多,其构造、性能和用途也各不相同,但是从机器的组成部分与运动的确定性和机器的功能关系来分析,所有机器都具有下列三个共同的特征:

(1) 任何机器都是由许多构件组合而成的。如图1-1所示的单缸内燃机,是由气缸、

活塞、连杆、曲轴、轴承等构件组合而成的。

(2) 各运动实体之间具有确定的相对运动。图 1-1 所示的活塞 2 相对气缸 1 的往复移动, 曲轴 4 相对两端轴承 5 的连续转动。

(3) 能实现能量的转换, 代替或减轻人类的劳动, 完成有用的机械功。例如: 发电机可以把机械能转换为电能; 运输机器可以改变物体在空间的位置; 金属切削机床能够改变工件的尺寸、形状; 计算机可以变换信息等。

根据上面的分析, 可以对机器得出一个明确的概念: 机器就是人为实体(构件)的组合, 它的各部分之间具有确定的相对运动, 并能代替或减轻人类的体力劳动, 完成有用的机械功或实现能量的转换。

2. 机构

机构是用来传递运动和力的构件系统。

与机器相比较, 机构也是人为实体(构件)的组合, 各运动实体之间也具有确定的相对运动, 但不能做机械功, 也不能实现能量转换。

机器与机构的区别在于: 机器的主要功用是利用机械能做功或实现能量的转换; 机构的主要功用在于传递或转变运动的形式。例如航空发动机、机床、轧钢机、纺织机和拖拉机等都是机器, 而钟表、仪表、千斤顶、机床中的变速装置或分度装置等都是机构。通常的机器必包含一个或一个以上的机构。图 1-1 所示的单缸内燃机, 其中就有一个曲柄连杆机构, 用来将气缸内活塞的往复运动转变为曲柄(曲轴)的连续转动。

如果不考虑做功或实现能量转换, 只从结构和运动的观点来看, 机器和机构二者之间没有区别, 而将它们总称为机械, 即机械是机器与机构的总称。

3. 机器的组成

机器基本上是由动力部分、工作部分和传动装置三部分组成。动力部分是机器动力的来源。常用的发动机(原动机)有电动机、内燃机和空气压缩机等。工作部分是直接完成机器工作任务的部分, 处于整个传动装置的终端, 其结构形式取决于机器的用途。例如金属切削机床的主轴、拖板、工作台等。传动装置是将动力部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节, 例如金属切削机床中常用的带传动、螺旋传动、齿轮传动、连杆机构传动、凸轮机构传动等。机器中应用的传动方式主要有机械传动、液压传动、气动传动及电气传动等。

在自动化机器中, 除上述三部分外, 还有自动控制部分。

二、构件和零件

1. 构件

机器及机构是由许多具有确定的相对运动的构件组合而成, 因此, 构件是机构中的运动单元体, 也就是相互之间能作相对运动的物体。在机械中应用最多的是刚性构件, 即作为刚体看待的构件。一个构件, 可以是不能拆开的单一整体, 如图 1-1 所示的曲轴 4; 也可以是几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体, 如图 1-1 中的连杆 3, 便是由几个可以拆卸的物体组合而成的刚性体。

2. 零件

零件是构件的组成部分。零件是机器的制造单元, 是机器的基本组成要素。机械零件可分为两大类: 一是在各种机器中都能用到的零件, 称为通用零件, 如齿轮、螺栓、轴承、

带、带轮等；另一类则是只在特定类型的机器中才能用到的零件，称为专用零件，如轴、吊钩、叶片、叶轮等。

机构运动时，属于同一构件中的零件，相互之间没有相对运动。

构件与零件既有联系又有区别，构件可以是单一的零件，如单缸内燃机中的曲轴，既是构件，也是零件；构件也可以是由若干零件连接而成的刚性结构，如连杆构件是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等零件连接而成。

构件与零件的区别在于：构件是运动的单元，零件是加工制造的单元。

1.2 本课程的任务

本课程的主要任务是：为简单结构的静力分析，构件的强度、刚度和稳定性问题提供最基本的力学理论和计算方法，适当介绍运动和动力分析的基本知识。例如，各种各样的机械都是由许多不同的构件所组成。当机械工作时，这些构件都受力的作用，因此，对机械的设计、制造和使用时都要运用工程力学的理论知识。如果分析构件的受力情况，就需了解力的基本性质和力系的简化方法，掌握建立力学模型的技能 and 构件平衡应满足的必要和充分条件；掌握构件的运动规律和运动状态变化及其与作用力之间的关系。构件由于受力作用，在工作时还可能产生破坏或过大的变形，以致构件不能正常工作。为了保证机械及其构件具有足够的承载能力，就要根据构件受力情况，选择合适的材料和合理的截面尺寸以使构件安全可靠地工作。工程力学是一门重要的专业技术基础课，在基础课和专业课之间起桥梁作用，它不仅提供了后续课程必要的基本理论和设计构件的计算方法，而且它研究问题的方法，对于今后的学习和工作也是极其有益的。

1.3 本课程的研究内容

本课程研究内容的设置是在遵循“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则下，以培养学生的机械系统分析、创新能力和综合知识应用能力为主线，将课程的教学内容进行有机整合、精练、充实，并辅以创新思维法则等内容，形成了理论教学和实践教学紧密联系的新体系，课程新体系从满足机械工程实际所必须掌握的基础知识、基本设计理论、基本技能出发，突出了实用性和综合性。注重对学生的动手能力、工程实践等能力的训练和综合能力的培养。本课程采用模块化方式构建课程内容体系，课程内容由3个模块，9个单元组成。

第一模块是静力学基础。主要介绍静力学的基本知识，构件的受力分析、力系简化和构件的平衡计算。

第二模块是材料力学基础。主要介绍构件在外力作用下产生变形的受力特点和变形特点，构件的强度、刚度和稳定性计算。

第三模块主要研究简单构件的运动和动力分析与计算。

例如，工程中常见的起重机，设计时，要对各构件在静力平衡状态下进行受力分析，确定构件的受力情况，研究作用力必须满足的条件。当起重机工作时，各构件处于运动状态，对构件进行运动和动力分析，这些问题均属于研究物体机械运动所涉及的内容。为保证起重机安全正常工作，要求各构件不发生断裂或产生过大变形，则必须根据构件的受力情况，为

构件选择适当的材料、设计合理的截面形状和尺寸,这些问题则是属于研究构件承载能力方面的内容。

通过本课程的学习,使学生具备:

(1) 掌握分析、解决机械工程实际中简单力学问题的方法。

(2) 掌握杆件在承载的情况下,几种基本变形和组合变形的强度与刚度计算方法,并具有一定的机械工程分析能力。

(3) 掌握常用机构和通用零件的基本知识、基本理论和基本功能,掌握一般机械传动装置、机械零件的设计方法及设计步骤。

1.4 本课程的学习方法

工程力学是一门理论性、方法性、应用性都很强的学科。各部分内容之间都存在联系,学习中应注意用类比法,在类比中了解共性、区别个性,掌握规律,从而加深理解,增加记忆。工程力学的研究对象是自然界真实的物体。真实的物体都是相当复杂的。因此,工程力学遇到的矛盾多,所研究具体问题的样式多,所得到的公式多,近似的地方多。要善于从复杂多样的问题中,找到彼此之间的联系与区别,从中理解特殊和一般、矛盾与发展的联系。

工程力学教材中蕴含着丰富的辩证唯物主义教育因素。例如刚体和变形、外力和内力、安全 and 经济、运动和静止、绝对和相对……构成一对对矛盾。这些矛盾依据一定条件可以相互转化。教学中教师要把学生的思路引导到教材内部的矛盾中去,分析矛盾,找到解决问题的方法,从而增强学生对教学内容的理解和掌握。例如,研究构件的运动时,忽略物体受力要发生变形的次要因素,把物体抽象为物体的力学模型。但是在物体受力变形时,把物体抽象为变形固体的力学模型,这两者的存在是有条件的。分析物体的受力以及物体的受力与运动关系要应用“平衡方法”或“假想平衡方法”;分析强度,刚度或稳定性时,除了应用“平衡方法”,还要应用“变形分析方法”。又如,基本变形应力公式的推导过程、瞬时速度和加速度的推导过程等都是应用分割—近似代替—求和—取极限这一辩证思维模式分析和解决问题。在学习中通过典型实例从揭示教材内部的矛盾入手,就能强化辩证思维过程的训练。

工程力学是前人经过无数次观察—实验—假设—理论的循环过程,使认识不断提高和深化,最后形成了一套完整的科学思维方法。在观察实验的基础上用抽象化方法建立力学模型,再应用数学知识建立各种函数关系。这种科学思维贯穿全书。例如,四种基本变形都采用这一科学思维方法。在教学中应减少一些系统性的理论,对高职学生而言,一些公式的推导对学生走上工作岗位并无太大的作用。在详细推导轴向拉压变形杆件的应力公式的基础上,直接用类比法给出其他变形杆件的结论,思路简洁,便于学生记忆。要尽量把这一科学思维方法融入分析和解决工程实际问题中,例如,将工程实际问题简化为力学模型,在转化为数学模型的分析过程中,简化原则都利于培养学生的科学思维,同时也加深了对教材内容的理解,有利于学生分析和解决工程实际问题能力的培养。还应对学生能力培养过程进行多次反复的训练,要注意精练例题和习题,既要保证知识的覆盖率,更要其典型而且思路清晰。习题要有足够的知识容量,难、中、易层次以基本内容为主,综合运用为辅,又留有思考余地,便于学生总结规律及记忆。

懂得知识的形成方法并不是工程力学的教学目的,其目的在于应用:即把“方法”提高

为“能力”。因此，在知识和方法教学的基础上，重视学生能力的培养是工程力学教学的重要任务。方法到能力的转化，关键是把知识形态的“死方法”变成能够运用自如的“活方法”，这对工程力学的教学来说主要是解题，通过解题来培养能力。解题就是实践，特别是动脑的机会，通过解题使学生得到比较充分的逻辑思维训练。批改和讲评作业，要注意使学生逐步做到概念清晰、理由充分、根据正确。在准确中求快、求活。特别是对工程实际的结构或简单机械的分析，可以提高学生综合能力，获得科学思维方法的训练，发展思维能力，有利于学生创新能力的培养。

训 练 1

1-1 人们常说的机械的含义是什么？机器与机构的区别是什么？指出下列设备中哪些是机构：铣床、发电机、机械式手表、洗衣机和汽车。

1-2 什么是构件、零件？构件与零件的区别是什么？

1-3 什么是通用零件、专用零件？试各举三个实例。

1-4 试举例说明一部完整的机器一般由哪几部分组成？各部分的作用是什么？

1-5 请查阅相关资料，各举出两个具有下述功用的机器的实例：

(1)变换机械能为其他形式能量的机器；(2)变换或传递信息的机器；(3)传递物料的机器；(4)传递机械能的机器。

1-6 指出下列机器的动力部分、传动部分、控制部分和执行部分：

(1)汽车；(2)自行车；(3)车床；(4)缝纫机；(5)电风扇；(6)录音机。

第2单元 静力学基本概念及受力分析

单元结构

任务下达：要设计出满足要求的夹紧机构(如图2-1)，首先需要对各构件进行受力分析，然后计算出各构件所受的未知力，最后根据强度、刚度条件进行设计。本单元任务就是完成对各构件的受力分析。

任务分析：要完成对各构件的受力分析，就需要正确绘制出受力图。而要正确绘制受力图，就需要掌握静力学的基本概念、公理及工程中常见的约束类型及其特征。

任务解决：通过本单元的学习，在综合案例中运用理论知识完成对各构件的受力分析。

学习目标

- 明确静力学的基本概念、掌握静力学公理及其应用范围。
- 具备分析工程中常见的约束类型及约束特征的能力。
- 具备对工程实例进行受力分析并绘制受力图的能力。

学习重点和难点

- 静力学公理及其推论。
- 工程中常见的约束类型及其特征。
- 物体的受力分析及受力图绘制。

案例导入

工件能否被夹紧直接关系到工件的加工精度，其工作过程为活塞杆AB在压力F作用下，推动摆杆BC、CD绕C点转动，BC、CD杆的C端推动摆杆CE夹紧工件H。根据图示机构的动力传动路线能否准确地设计出各个构件的长度、直径和材料呢？这就需要正确分析机构中各构件的受力情况并绘制出受力图，学习本单元相关内容，将有助于获得此方面的能力。

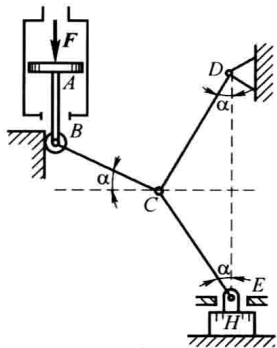


图2-1 液压式工件夹紧机构示意图