



国家示范性高等院校核心课程规划教材

机电一体化技术专业及专业群教材

机构和零件 分析及应用

JIGOU HE LINGJIAN FENXI JI YINGYONG

主 编 黄均平

副主编 周鸿翼 王桃芬



重庆大学出版社

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

机构和零件分析及应用

主 编 黄均平
副主编 周鸿翼 王桃芬

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据“国家示范性高等职业院校建设计划”机电一体化专业课程体系改革示范建设所制订的课程标准编写的,突出了高等职业教育基于工作过程的情境教学模式和能力目标教学特点,在教学中贯彻新的国家标准。并将工程力学、机械工程材料和机械设计基础的相关内容有机地结合在一起,以适应当前示范建设的需要。各情境有案例引入,综合案例具有继承性,按工作目标进行编写。全书分 15 个学习情境,涵盖工程力学中的静力学和材料力学内容、机械工程材料中的金属材料及热处理内容和机械设计基础中的机构及零件分析内容。各学习情境后配有一定数量的练习思考题,教学时数约 170 学时。

本书可作为高等职业院校机电一体化专业和相关专业的教学用书,也可供应用本科院校相关专业和工程技术人员选用参考。

图书在版编目(CIP)数据

机构和零件分析及应用/黄均平主编. —重庆:重庆大学出版社,2010.1

(机电一体化专业(矿山方向)系列教材)

ISBN 978-7-5624-5191-4

I. 机… II. 黄… III. ①矿山机械—构造—高等学校:技术学校—教材②矿山机械—机械元件—高等学校:技术学校—教材 IV. TD403

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 206218 号

机构和零件分析及应用

主 编 黄均平

副主编 周鸿翼 王桃芬

责任编辑:曾令维 高鸿宽 版式设计:曾令维

责任校对:秦巴达 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 (营销中心)

全国新华书店经销

重庆东南印务有限责任公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:23.75 字数:593 千

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5191-4 定价:39.50 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

教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后E-mail发回

书名:		版次	
书号:			
所需要的教学资料:			
您的姓名:			
您所在的校(院)、系:	校(院)		系
您所讲授的课程名称:			
学生人数:	_____人	_____年级	学时: _____
您的联系地址:			
邮政编码:		联系电话	(家)
			(手机)
E-mail:(必填)			
您对本书的建议:		系主任签字	
		盖章	

**请寄:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)
重庆大学出版社教材推广部**

邮编:400030

电话:023-65112084

023-65112085

网址:<http://www.cqup.com.cn>

E-mail:fxk@cqup.com.cn

编写委员会

编委会主任 张亚杭

编委会副主任 李海燕

编委会委员

唐继红

黄福盛

吴再生

李天和

游普元

韩治华

陈光海

宁望辅

栗俊江

冯明伟

兰 玲

庞 成

序

本套系列教材,是重庆工程职业技术学院国家示范高职院校专业建设的系列成果之一。根据《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划 加快高等职业教育教学改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件精神,重庆工程职业技术学院以专业建设大力推进“校企合作、工学结合”的人才培养模式改革,在重构以能力为本位的课程体系的基础上,配套建设了重点建设专业和专业群的系列教材。

本套系列教材主要包括重庆工程职业技术学院五个重点建设专业及专业群的核心课程教材,涵盖了煤矿开采技术、工程测量技术、机电一体化技术、建筑工程技术和计算机网络技术专业及专业群的最新改革成果。系列教材的主要特色是:与行业企业密切合作,制定了突出专业职业能力培养的课程标准,课程教材反映了行业新规范、新方法和新工艺;教材的编写打破了传统的学科体系教材编写模式,以工作过程为导向系统设计课程的内容,融“教、学、做”为一体,体现了高职教育“工学结合”的特色,对高职院校专业课程改革进行了有益尝试。

我们希望这套系列教材的出版,能够推动高职院校的课程改革,为高职专业建设工作作出我们的贡献。

重庆工程职业技术学院示范建设教材编写委员会
2009年10月

前言

高等职业教育示范建设关系到我国高等职业教育发展的方向和高技能人才培养质量,关系到所培养的人才是否适应社会需要和具有可持续发展人才特征,这种人才培养观念正在为每一个高等职业教育工作者所重视。本书编写团队认真学习领会教育部高等职业教育示范性建设的有关文件精神,针对高等职业教育的大众化和普及化特点,立足于高职教育培养高技能人才而非精英人才这个社会基本需求,重新审视了机电一体化专业原来相关课程《工程力学》《机械工程材料》和《机械设计基础》的定位和课程体系建设情况,在原“适度”和“够用”的基础上,整合课程内容,努力开创“基于工作过程”的新的课程体系,以适应机电一体化专业新的需求。

传统的课程体系以学科划分,条块分割,很难适用于目前的高职学生群体。淡化学科体系、避免高深理论和烦琐的公式推导已经是高职教育的主流方向。因此,如何能将上述3门课程的基本内容和基本方法较好地结合起来,基于工作过程,强调对该门课程的分析应用,是一个需要不断研究的课题。基于上述需要,为了体现强化这个教学目标,将原该课程的课程设计融入整个课程的学习过程中;综合案例分析体现的是应用方法,其继承性特点正是课程设计中所需要的。课程改革的目标很明确,不是以学生记得住多少内容,能否推出公式为评判准则,而是最终在课程结束时,学生能根据具体工作需要设计出相应的机构和零件,完成装配图和零件图的绘制,这是本书编写的基本出发点。

本书由黄均平主编,周鸿翼、王桃芬副主编。参加编写的人员是:黄均平(学习情境1、学习情境2和学习情境3),肖远见(学习情境4、学习情境5和学习情境6),周鸿翼(学习情境7、学习情境8和学习情境9),王桃芬(学习情境10、学习

情境 11 和学习情境 12), 朱永丽(学习情境 15), 杨川(学习情境 13 轮系的运动分析部分), 黄均平(学习情境 10 现代设计方法简介部分、学习情境 11 齿轮机构部分、学习情境 13 带传动和直齿圆柱齿轮传动的强度计算部分、学习情境 14)。

虽然各参编人员尽心努力做好本书的编写工作, 但由于时间紧迫, 编写工作量也较大, 因此书中一定存在一些疏漏, 同时由于业务水平所限, 书中也一定存在一些错误。希望使用该书的教师、学生和其他读者, 对本书存在的疏漏和错误不吝指正, 以便编者进一步完善, 使其更好地为高职机电一体化专业教学改革服务。

编 者
2009 年 9 月

目 录

学习情境 1 课程引入	1
1.1 机器的产生和发展	1
1.2 本课程的性质、研究内容及任务	5
1.3 本课程的学习方法	6
练习题	6
学习情境 2 静力学基本概念	7
2.1 静力学的基本概念	8
2.2 静力学的基本公理	9
2.3 约束与约束反力	12
2.4 物体的受力分析与受力图	17
☆ 综合案例分析	19
练习题	20
学习情境 3 静力学平衡问题解析	24
3.1 平面汇交力系	25
3.2 力矩与平面力偶系	29
3.3 平面任意力系	35
3.4 考虑摩擦时的平衡问题	42
☆ 综合案例分析	47
练习题	48
学习情境 4 材料变形的内力计算	53
4.1 材料力学概述	54
4.2 轴向拉压杆的内力及轴力与轴力图	57
4.3 受扭杆件的内力及扭矩与扭矩图	59
4.4 梁的内力及剪力与弯矩图	61

☆ 综合案例分析	66
练习题	66
学习情境 5 材料变形强度和刚度计算	68
5.1 工程材料拉(压)时的力学性能	68
5.2 轴向拉伸和压缩构件的强度和刚度计算	75
5.3 剪切与挤压实用计算	80
5.4 扭转时构件的强度与刚度计算	82
5.5 弯曲构件的强度和刚度计算	90
☆ 综合案例分析	98
练习题	99
学习情境 6 组合变形的强度计算	103
6.1 应力状态分析	103
6.2 强度理论	107
6.3 构件拉(压)与弯曲组合变形的强度计算	109
6.4 弯扭组合的强度计算	110
☆ 综合案例分析	112
练习题	113
学习情境 7 金属的性能、结构和铁碳相图解析	115
7.1 材料的性能	116
7.2 纯金属的晶体结构	120
7.3 合金的晶体结构	123
7.4 金属的结晶	125
7.5 铁碳合金相图	129
练习题	137
学习情境 8 钢的热处理	138
8.1 钢的热处理概述	139
8.2 钢在加热时的组织转变	140
8.3 钢在冷却时的组织转变	143
8.4 钢的基本热处理工艺	147
8.5 钢的其他热处理方法	151
练习题	154
学习情境 9 工业用钢、铸铁及有色金属	155
9.1 工业用钢	156

9.2 铸铁	172
9.3 有色金属及合金	178
☆ 综合案例举例	186
练习题	187
学习情境 10 机械设计总论	189
10.1 机械设计的基本要求及一般程序	189
10.2 机械零件设计的基本知识	191
10.3 现代设计方法简介	193
10.4 平面机构的组成	195
10.5 平面机构的运动简图	197
10.6 平面机构的自由度	198
☆ 综合案例分析	202
练习题	203
学习情境 11 常用机构分析	204
11.1 平面连杆机构	205
11.2 凸轮机构	212
11.3 齿轮机构	219
11.4 其他常用机构	234
练习题	239
学习情境 12 联接与螺旋传动分析	241
12.1 螺纹联接	242
12.2 键联接	250
☆ 综合案例分析	254
练习题	255
学习情境 13 机械传动设计计算	256
13.1 带传动	256
☆ 综合案例分析	274
13.2 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	280
☆ 综合案例分析	291
13.3 轮系的运动分析	293
练习题	300
学习情境 14 轴系零件设计计算	303
14.1 轴的设计	304

☆ 综合案例分析	314
14.2 轴承	317
☆ 综合案例分析	339
14.3 联轴器、离合器和制动器	340
练习题	348
学习情境 15 课程设计	350
15.1 减速器装配图草图的绘制	350
15.2 减速器装配图的绘制	354
15.3 减速器零件工作图的绘制	360
15.4 课程设计计算说明书的编写	364
参考文献	366

学习情境 **1**

课程引入



学习目标

1. 了解机械的发展历史,掌握与机械相关的基本概念;
2. 了解本课程的研究对象、性质、内容及教学任务。



学习重点和难点

1. 机器的组成及其特征;
2. 机械、机器、机构、构件及零件等概念。



案例导入

如图 1-1 所示为由工业编程控制器进行控制、安全检测、质量检测、计数的 6 工位组装机,可以根据需要设计相应的夹具及工装,代替人完成产品的装配任务。本情境通过此案例的分析得出机器的共同特征,引出机械、机器与机构、构件与零件等与机械相关的基本概念,并以此介绍本课程所应掌握的知识点。

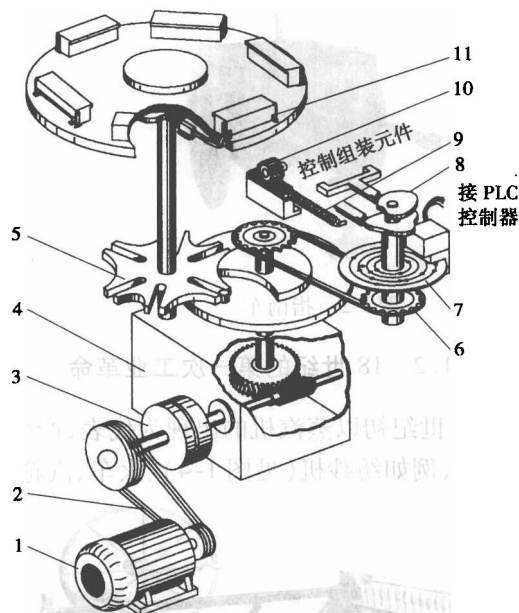


图 1-1 自动组装机传动系统图

- 1—电机;2—传动带;3—电磁离合器;4—变速箱;
5—槽轮机构;6—链传动;7—信号采集器;
8—凸轮机构;9—齿条;10—齿轮;11—夹具

1.1 机器的产生和发展

本课程的研究对象是机械。机械是机器和机构的总称。

机械是人类在长期的生产和生活实践中创造和发展的,是转换能量和减轻人类劳动、提高

生产率的主要工具,也是社会生产力发展水平的重要标志。机械工业是国民经济的支柱产业之一。当今社会高度的物质文明是以近代机械工业的飞速发展为基础建立起来的,人类生活的不断改善也与机械工业的发展紧密相连。

1.1.1 我国古代在机械制造方面有许多杰出的发明创造

远在黄帝时代,我国就发明了车辆。周代已经有民用车、战车和将相用车,这些车辆用动植物油作润滑剂。汉代车辆已采用金属(铁或铜)的轴承和轴颈,还用蒲草包扎轮缘,以达到行驶时减振的效果。西汉时,刘歆在《西京杂记》中记载了有齿轮机构组成的指南车(见图 1-2)和记里鼓车,东汉张衡利用连杆机构发明了世界上第一台地震仪——候风地动仪(见图 1-3)。

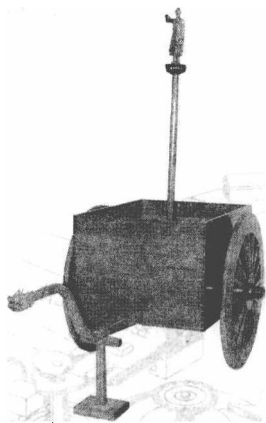


图 1-2 指南车

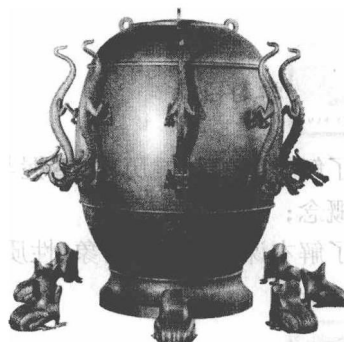


图 1-3 候风地动仪

1.1.2 18 世纪的第一次工业革命

18 世纪初以蒸汽机的出现为代表,产生了第一次工业革命,人们开始设计制造各种各样的机械,例如纺纱机(见图 1-4)、火车、汽轮船。

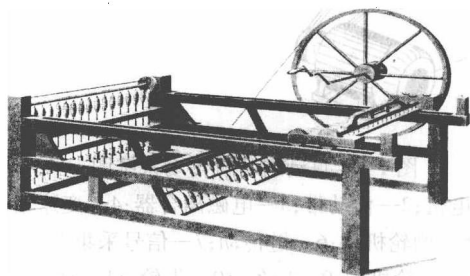


图 1-4 哈格里夫斯发明的“珍妮纺纱机”

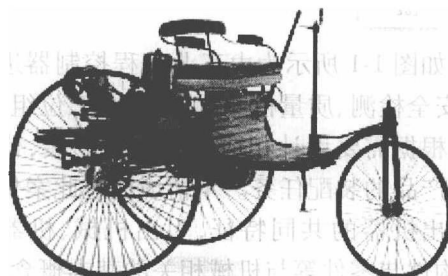


图 1-5 1886 年发明的世界上第一辆汽车

1.1.3 19 世纪的第二次工业革命

19 世纪到 20 世纪初的第二次工业革命,导致了内燃机的出现,促进了汽车、飞机等运输工具的出现和发展。1886 年,德国工程师卡尔·本茨发明了世界上第一辆汽车(见图 1-5); 1927 年美国林德伯格驾驶着“圣路易斯精神”号飞机完成了人类首次不着陆飞越大西洋的

壮举。

1.1.4 20 世纪中后期的机电一体化技术

20 世纪中后期,以机电一体化技术为代表,在机器人、航空航天,海洋舰船等领域开发出了众多高新机械产品,如火箭、卫星、宇宙飞船、空间站、航空母舰及深海探测器等。

1.1.5 21 世纪的智能机械

21 世纪随着智能机械、MEMS 微机电系统、仿生机械的蓬勃发展,促进了材料、信息、计算机技术、自动化等领域的交叉与融合,进一步丰富和发展机械学科知识。

在人们的生产和生活中广泛地使用着各种类型的机器,常见的如内燃机、汽车、火车、飞机、机床、缝纫机、机器人、包装机及洗衣机等。它们的组成、功用、性能和运动特点各不相同,但却有其共同的特征。

如图 1-1 所示为自动组装机器的传动系统图,电机 1 通过传动带 2 和变速箱 4 可以将电机的转速改变;电磁离合器 3 控制自动离合;槽轮机构 5 将连续的旋转运动改变为工作台的间歇运动;链传动 6 与工作台的主轴同步转动带动 PLC 信号采集器 7,使信息的采集、反馈与机械的转动同步;各工位可根据需要设计结构,其中一个位置的工作装置是通过凸轮机构 8、齿轮 10 与齿条 9 组成,完成一个工位的组装机动作;夹具 11 与工装位置相对应,并可根据需要夹持或固定零件。这一系列运动的配合是通过信号的接收、信息的反馈和控制器的处理来完成。信息采集发生器通过链传动与工作台的主轴同步转动,使整机的运动循环可以随机械传动速度的快慢同步进行,转动速度则通过电机进行变频调速来完成无级变速。

图 1-6 为用光刻技术制成的微米尺寸机械,该项技术目前已经深入到纳米级的机构传动中;而图 1-7 为用于军事领域中的智能型探雷机器人。

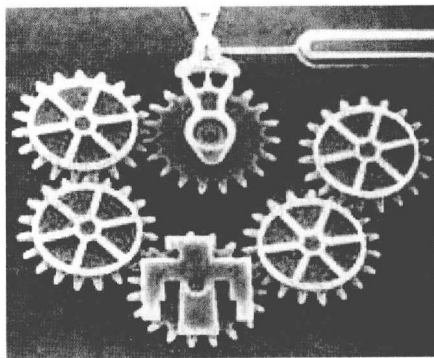


图 1-6 用光刻技术制成的微米尺寸机械

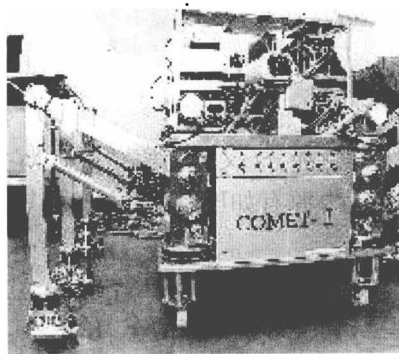


图 1-7 智能型探雷机器人

飞机发动机是多缸活塞式内燃机。如图 1-8 所示为其单缸的工作原理,主体部分是由缸体 4、活塞 3、连杆 2 和曲轴 1 等组成。当燃气在缸体内腔燃烧膨胀而推动活塞移动时,通过连杆带动曲轴绕其轴线转动。为使曲轴得到连续的转动,必须定时地送进燃气和排出废气,这是由缸体两侧的凸轮 5,通过推杆 6,摆杆 7,推动阀门杆 8,使其定时关闭和打开来实现的(进气和排气分别由两个阀门控制)。曲轴 1 的转动通过齿轮 9、10、11 传递给凸轮 5,再通过 6、7 杆件,使阀门 8 的运动与活塞 3 的移动位置保持某种配合关系。

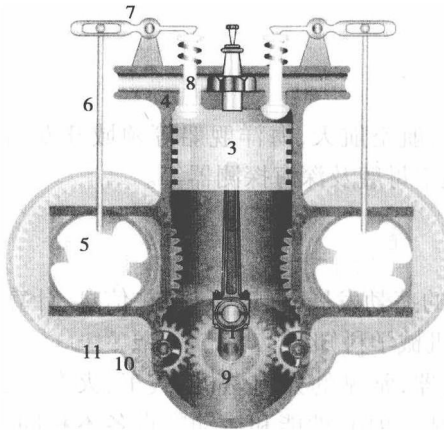


图 1-8 飞机发动机

以上各个构件协同工作的结果,将燃气燃烧的热能转变为曲轴转动的机械能,从而使这台机器由曲轴输出旋转运动和驱动力矩,成为能做有用功的机器,能使飞机飞行,也能使汽车行驶、船舶航行。

通过上述实例分析和生产、生活中所见到的其他机器可以看出:机器的种类繁多,各类机器的功用不同,工作原理和结构特点也不相同,但是作为机器它们有着共同的特征:

①是许多人为实物的组合。

②各实物之间具有确定的相对运动。

③能代替或减轻人类的劳动,以完成有效的机械功或进行能量转换。

凡具备上述 3 个特征的实物组合,则称为机器。机器种类繁多,其结构形式和用途各不相同。然而,作为一部完整的机器就其功能而言,一般由 5 个部分组成。图 1-9 为洗衣机(机器)的 5 个组成部分。

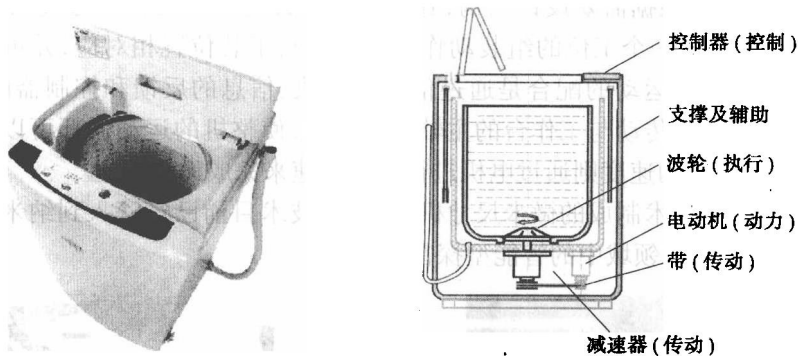


图 1-9 洗衣机(机器)的 5 个组成部分

①动力部分(又称为原动机)。它是驱动整个机器完成预期功能的动力源,各种机器广泛使用的动力源有如电动机、内燃机等,其特点是能实现能量的转化,将电能、化学能转变为机械能。

②执行部分(又称为工作机)。它是机器中直接完成工作任务的组成部分,如洗衣机的滚筒、起重机的吊钩、车床的车刀等。其运动形式根据机器的用途不同,可能是直线运动,也可能是回转运动或间歇运动等。

③传动部分。它介于动力部分和执行部分之间,用于完成运动和动力传递及转换的部分。利用它可以减速、增速、调速(如机床变速箱)、改变转矩及改变运动形式等,从而满足执行部分的各种要求。

④操纵部分和控制部分。操纵部分和控制部分都是为了使动力部分、传动部分、执行部分彼此协调工作,并准确可靠地完成整机功能的装置。

⑤支撑及辅助部分。包括基础件(如床身、底座、立柱等)、支撑构件(如支架、箱体等)和润滑、照明部分。它用于安装和支承动力部分、传动部分和操作部分等。

机构只具有机器的前两个特征,机构的作用是传递运动和转换动力。若仅从结构和运动观点来看,机器与机构两者之间并无区别。因此,习惯上常用机械一词作为机器和机构的总称。

组成机构的各个做相对运动的实物,称为构件。构件是机构中的运动单元,如内燃机中的曲柄、连杆、活塞等。构件可以是单一的整体,如图 1-10(a) 连杆。但有时为了便于制造、安装,常由更小的单元装配而成,如图 1-10(b) 内燃机中的连杆,它是由连杆体 1、连杆头 2、轴套 3、轴瓦 4、螺杆 5、螺母 6 和开口销 7 等装配而成的。连杆体、连杆头、轴套、轴瓦、螺杆、螺母和开口销等称为机械零件,简称为零件。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:一类是在各种机器中都能用到的零件叫通用零件,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,叫专用零件,如汽车发动机的曲轴、吊钩、叶片、叶轮等。

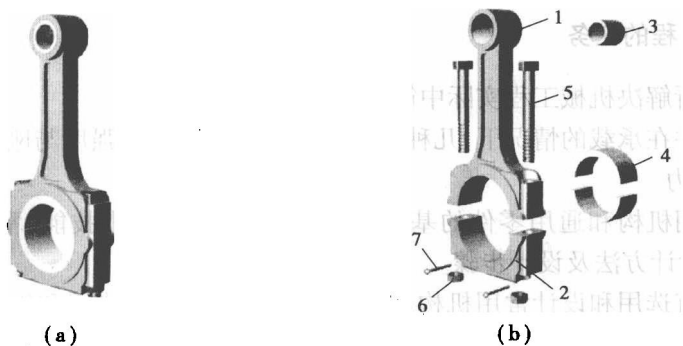


图 1-10 内燃机连杆

1.2 本课程的性质、研究内容及任务

1.2.1 本课程的性质

本课程是职业技术学院机电一体化专业的一门重要的专业基础课,通过本课程的学习,培养学生的机械系统分析,简单机械传动装置的设计能力,为学习后续专业课程和技术改造奠定必要的基础。因此,对于将来从事生产第一线技术、管理工作的高职学生来说,学习“机构和零件分析及应用”课程无疑是十分重要的。

1.2.2 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,打破了工程力学、机械设计基础课程的界限,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“工程力学”“工程材料”和“机械设计基础”3 门课程的教学内容课进行有机整合精练、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需掌握的基础知识、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