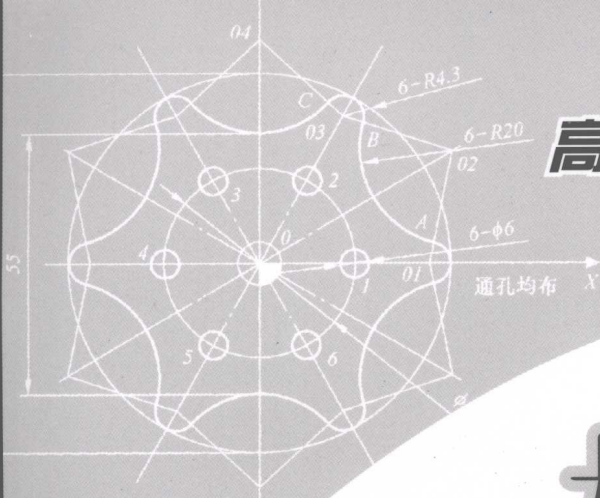
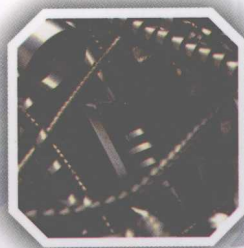




高职高专机电类规划教材

机械设计 基础

■ 陈桂芳 主编 ■ 辛百灵 田子欣 副主编 ■ 黄健龙 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专机电类规划教材

机械设计基础

陈桂芳 主编

辛百灵 田子欣 副主编

黄健龙 主审

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础 / 陈桂芳主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2007.9

高职高专机电类规划教材

ISBN 978-7-115-16172-7

I. 机... II. 陈... III. 机械设计—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 089980 号

内 容 提 要

本书是根据高等职业技术教育的要求而编写的。在编写理念上力求基础理论以应用为目的, 以必需、够用为度, 贯彻理论联系实际的原则, 突出理论知识的应用, 加强针对性和应用性。

本书主要内容有常用机构、常用机械传动、常用机械零件、生产项目综合实训等 4 部分, 共计 10 章, 主要包括平面机构运动, 平面连杆机构, 凸轮机构, 间歇运动机构, 挠性件传动, 齿轮传动, 轮系, 支承零部件, 联接以及生产项目——减速器综合实训等内容。

本书可作为高职高专、成人高校及本科举办的二级职业技术学院机电一体化、模具、数控、自动化等专业的教材, 也可作为相关专业人员和相关技术人员的参考用书。

高职高专机电类规划教材

机械设计基础

-
- ◆ 主 编 陈桂芳
 - 副 主 编 辛百灵 田子欣
 - 主 审 黄健龙
 - 责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京天时彩色印刷有限公司印刷
 - 新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 11.5
 - 字数: 271 千字
 - 印数: 1—3 000 册
 - 2007 年 9 月第 1 版
 - 2007 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16172-7/TN

定价: 18.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

高职高专机电类规划教材

编 审 委 员 会

主 任：郭建尊

副主任：赵小平 孙小捞 马国亮

委 员：（以姓氏拼音为序）

陈建环	陈桂芳	陈 静	程东风	毕建平	杜可可
巩运强	霍苏萍	郝 屏	黄健龙	孔云龙	李大成
李俊松	娄 琳	李新德	李秀忠	李银玉	李 英
李龙根	马春峰	宁玉伟	瞿彩萍	施振金	申辉阳
申晓龙	田光辉	童桂英	王 浩	王宇平	王金花
解金榜	于保敏	杨 伟	张伟林	赵晓东	张景耀
张月楼	周 兰	章志芳	曾和兰	张 薇	

丛书前言

目前,高职高专教育已成为我国普通高等教育的重要组成部分。“十一五”期间,国家将安排 20 亿元专项资金用来支持 100 所高水平示范院校的建设,如此大规模的建设计划在我国职业教育发展历史上还是第一次,这充分表明国家正在深化高职高专教育的深层次的重大改革,加大力度推动生产、服务第一线真正需要的应用型人才的培养。

为适应当前我国高职高专教育如火如荼的发展形势,配合高职高专院校的教学和教材改革,进一步提高我国高职高专教育质量,人民邮电出版社在相关教育、行政主管部门的大力支持下,组织专家、高职高专院校的骨干教师及相关行业的工程师,共同策划编写了一套符合当前职业教育改革精神的高质量实用型教材——“高职高专机电类规划教材”。

本系列教材充分体现了高职高专教育的特点,突出了理论和实践的紧密结合。本着“易学,易用”的编写原则,强调学生创造能力、创新精神和解决实际问题能力的培养,使学生在 2~3 年的时间内充分掌握基本技术技能和必要的基本知识。

本系列教材按照如下的原则组织、策划和编写,以尽可能地适应当今高职高专教育领域教学改革和教材建设的新需求和新特点。

1. 着重突出“实用”特色。概念理论取舍得当,够用为度,降低难度。对概念和基本理论,尽量用具体事物或案例自然引出。
2. 基本操作环节讲述具体详细,可操作性强。使学生很容易达到对基本技能的掌握。
3. 内容紧随新技术发展,将新技术、新工艺、新设备、新材料引进教材。
4. 尽可能多地采用实物图和原理图结合,便于学生将书本知识与生产实践紧密联系起来。
5. 每本书配备全面的教学服务内容,包括电子教案,习题答案等。

本系列教材第一批共有 22 本,涵盖了高职高专机电类各专业的专业基础课和数控、模具、CAD/CAM 专业的大部分专业课,将在 2007 年年底出版。

为方便高职高专老师授课和学生学习,本系列教材将提供完善的教学服务体系,包括多媒体教学课件或电子教案、习题答案等教学辅助资料,欢迎访问人民邮电出版社网站:
<http://www.ptpress.com.cn/download/>,进行资料下载。

我们期望,通过本系列教材的编写和推广应用,能够进一步推动我国机电类职业技术教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革,使我国机电类职业技术教育日臻成熟和完善。同时欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来,如对本系列教材有任何的意见和建议,或有意向参与本系列教材后续的编审工作,请与人民邮电出版社教材出版分社联系,联系方式:010-67145004, panxinwen@ptpress.com.cn。

“高职高专机电类规划教材”丛书编委会

2007.5

编者的话

高职高专教育是一种面向就业的教育，培养的是应用性高等技术型人才。教学中要求实践环节占到较大的比例，强调动手能力、较高技能的培养，强调理论知识以“必需、够用、管用”为原则。为适应当前高职教育人才培养模式、课程体系和教学内容等相关改革的要求，在总结近几年高职高专教学实践成功经验的基础上，并聘请有丰富实践经验的企业工程技术人员参与编写了本教材。

本书的主要特点如下。

1. 本教材遵循“以应用为目的”、“以必需、够用为度”、“少而精”、“浅而广”的原则，打破了旧的课程界限和学科体系，精选内容，精心编排，构建了应用性机械设计基础的新体系。
2. 在编写中力求内容简明，联系实际，为专业课程教学打好必要的基础。对基本理论及有关公式，突出其应用，简化乃至略去烦琐的论证与推导。
3. 突出应用性，注重培养学生灵活应用基础理论和基本知识分析、解决工程实际问题的能力，力求在应用性和工程化方面有所突破。
4. 本教材在时代性上尽量反映机械设计方面的新知识和新技能，尽量引用最新的标准与规范，采用国家标准规定的名词术语和符号。注意实例的介绍，对学生加强了实用图表、手册应用能力的培养，体现了本课程实用性的特点，使学生的认识在一定层次上能跟上现代科技发展与职业技术教育的新要求。
5. 作为高职高专教材，本书力求概念把握准确，叙述深入浅出，层次分明，详略得当，语句流畅，体现了较好的“可教性”和“可自学性”。

本书由三门峡职业技术学院副教授陈桂芳任主编，三门峡豫西机床有限公司研究所工程师辛百灵、三门峡职业技术学院教师田子欣任副主编。具体编写分工如下：陈桂芳（绪论、第1章、第2章、第3章、第7章、第8章、第9章）、辛百灵（第5章、第10章）、田子欣（第4章、第6章）。

黄健龙副教授对书稿进行了细致、认真的审阅，提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。限于编者的水平和经验，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2007年3月

目 录

绪论	1
0.1 概述	1
0.1.1 机器、机构和机械	1
0.1.2 课程简介	2
0.2 当前机械设计的动态	3

第一篇 常用机构

第 1 章 平面机构运动	6
1.1 平面机构的组成	6
1.1.1 构件和零件	6
1.1.2 运动副及其分类	7
1.2 平面机构的运动简图	8
1.2.1 机构运动简图的概念	8
1.2.2 平面机构运动简图的绘制	8
1.3 平面机构的自由度	10
1.3.1 平面运动构件自由度及其约束	10
1.3.2 平面机构自由度的计算	11
1.3.3 机构具有确定运动的条件	11
1.3.4 复合铰链、局部自由度和虚约束	12
本章小结	14
思考与练习题	14
第 2 章 平面连杆机构	16
2.1 铰链四杆机构及其应用	16
2.1.1 铰链四杆机构的组成	16
2.1.2 铰链四杆机构的基本形式及其应用	17
2.2 铰链四杆机构的其他形式及其应用	19
2.2.1 曲柄滑块机构及其应用	19
2.2.2 导杆机构及其应用	20
2.2.3 摇块机构和定块机构及其应用	21
2.3 平面四杆机构的工作特性	22

2.3.1 铰链四杆机构中曲柄存在的条件	22
2.3.2 急回特性	24
2.3.3 传力特性	24
本章小结	27
思考与练习题	27
第3章 凸轮机构	28
3.1 凸轮机构的组成及应用	28
3.1.1 凸轮机构的组成	28
3.1.2 凸轮机构的分类	29
3.1.3 凸轮机构的应用	30
3.2 凸轮机构的运动特性	31
3.2.1 凸轮机构的运动分析	31
3.2.2 从动件常用的运动规律	32
3.3 盘状凸轮轮廓曲线的绘制	34
3.3.1 图解法绘制凸轮轮廓曲线的基本原理	34
3.3.2 对心直动尖顶从动件盘形凸轮轮廓曲线的绘制	35
3.3.3 对心直动滚子从动件盘形凸轮轮廓曲线的绘制	36
3.4 凸轮机构的常用材料和结构	37
3.4.1 凸轮常用材料	37
3.4.2 凸轮的结构	37
本章小结	38
思考与练习题	39
第4章 间歇运动机构	40
4.1 棘轮机构	40
4.1.1 棘轮机构的组成及工作原理	40
4.1.2 棘轮机构的类型及特点	40
4.1.3 棘轮机构的应用实例	41
4.2 槽轮机构	43
4.2.1 槽轮机构的组成及工作原理	43
4.2.2 槽轮机构的类型及特点	43
4.2.3 槽轮机构的应用	44
4.3 不完全齿轮机构和凸轮式间歇运动机构简介	44
4.3.1 不完全齿轮机构	44
4.3.2 凸轮式间歇运动机构	45
本章小结	45
思考与练习题	45

第二篇 常用机械传动

第 5 章 挠性件传动	48
5.1 带传动概述	48
5.1.1 带传动的类型	48
5.1.2 带传动的特点及应用	49
5.2 V 带传动的基本参数	49
5.3 V 带和 V 带轮	51
5.3.1 普通 V 带的结构和尺寸	51
5.3.2 V 带轮的材料和结构	52
5.4 带传动的工作能力分析	53
5.4.1 带传动的受力分析	53
5.4.2 带传动的应力分析	54
5.4.3 带传动的弹性滑动和传动比	55
5.5 V 带传动选用计算	56
5.5.1 带传动的失效形式和设计准则	56
5.5.2 带传动参数选择及设计计算	56
5.6 带传动的张紧、安装与维护	62
5.6.1 带传动的张紧	62
5.6.2 带传动的安装和维护	63
5.7 链传动概述	63
5.7.1 链传动的类型、特点及应用	63
5.7.2 滚子链及其链轮	64
5.7.3 链传动的运动特性	66
5.7.4 链传动的张紧与维护	67
5.8 其他常用挠性件传动简介	68
5.8.1 同步带传动	68
5.8.2 高速带传动	68
5.8.3 齿形链传动	68
本章小结	69
思考与练习题	69
第 6 章 齿轮传动	70
6.1 概述	70
6.1.1 齿轮传动的特点和应用	70
6.1.2 齿廓啮合基本定律	72
6.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮	73
6.2.1 渐开线的形成及基本性质	73

6.2.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	74
6.2.3 几何尺寸计算	76
6.2.4 内齿轮和齿条	77
6.2.5 公法线长度	78
6.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	78
6.3.1 正确啮合条件	78
6.3.2 标准齿轮的标准安装	79
6.3.3 连续传动条件	80
6.4 渐开线齿轮的切齿原理及变位齿轮简介	80
6.4.1 渐开线齿轮的切齿原理	80
6.4.2 根切现象与最小齿数	82
6.4.3 变位齿轮的概念	83
6.5 齿轮传动的失效形式和材料选择	84
6.5.1 齿轮传动的失效形式	84
6.5.2 齿轮传动的材料选择	86
6.6 渐开线直齿圆柱齿轮传动的工作能力分析	87
6.6.1 齿轮受力分析	87
6.6.2 齿轮传动的精度及其选择	88
6.6.3 轮齿弯曲强度分析	89
6.6.4 齿轮传动设计步骤和参数选择	91
6.6.5 齿轮结构设计	91
6.6.6 齿轮传动的润滑和维护	92
6.6.7 齿轮传动设计应用实例	93
6.7 标准斜齿圆柱齿轮传动	95
6.7.1 斜齿圆柱齿轮的形成及啮合特点	95
6.7.2 斜齿圆柱齿轮的参数及几何尺寸计算	96
6.7.3 斜齿圆柱齿轮的工作能力分析	98
6.8 标准直齿圆锥齿轮传动	100
6.8.1 直齿圆锥齿轮齿廓曲面的形成及特点	100
6.8.2 圆锥齿轮的基本参数和几何尺寸计算	101
6.9 蜗杆传动	102
6.9.1 蜗杆传动的特点及类型	102
6.9.2 普通圆柱蜗杆传动的基本参数与几何尺寸计算	103
本章小结	105
思考与练习题	106
第7章 轮系	107
7.1 概述	107
7.1.1 轮系及其应用	107

7.1.2 轮系的类型	108
7.2 定轴轮系传动比的计算	108
7.2.1 一对齿轮的传动比	108
7.2.2 定轴轮系传动比的计算	109
7.3 周转轮系速比的计算	112
7.3.1 周转轮系的组成	112
7.3.2 周转轮系速比的计算	112
7.4 混合轮系及其传动比	114
本章小结	116
思考与练习题	116

第三篇 常用机械零件

第8章 支承零、部件	120
8.1 轴	120
8.1.1 轴的功用与分类	120
8.1.2 轴的结构设计	122
8.1.3 轴的结构分析	125
8.2 轴的工作能力计算	127
8.2.1 按扭转强度条件计算	127
8.2.2 按弯扭合成强度条件计算	128
8.3 轴的设计方法	129
8.3.1 类比法	129
8.3.2 设计计算法	130
8.4 滚动轴承	130
8.4.1 滚动轴承的结构、类型	130
8.4.2 滚动轴承的代号	133
8.4.3 滚动轴承的选择	135
8.5 滑动轴承	136
8.5.1 滑动轴承的应用、类型及选用	136
8.5.2 滑动轴承的结构形式	137
8.5.3 轴瓦的结构和轴承的材料	139
本章小结	141
思考与练习题	141
第9章 联接	143
9.1 螺纹	143
9.1.1 螺纹的分类	143

9.1.2 螺纹联接	145
9.2 键、销联接	149
9.2.1 键联接的类型和应用	149
9.2.2 花键联接	150
9.2.3 销联接	151
9.3 联轴器与离合器	151
9.3.1 联轴器	151
9.3.2 离合器	154
9.4 精密传动零件	155
9.4.1 直线滚动导轨	155
9.4.2 滚珠丝杠	155
本章小结	156
思考与练习题	156

第四篇 生产项目综合实训

第 10 章 生产项目——减速器	160
10.1 减速器的类型和构造	160
10.1.1 常用减速器的主要类型、特点和应用	161
10.1.2 减速器传动比的分配	161
10.1.3 减速器的结构	161
10.2 减速器实例分析	163
10.2.1 传动装置的总体设计	164
10.2.2 传动件的设计计算	167
10.2.3 减速器装配图设计	167
10.2.4 减速器零件工作图的设计	168
10.2.5 编写设计说明书	171
本章小结	171
思考与练习题	171
参考文献	172

绪 论

【学习目标】

1. 掌握机器、机构和机械的概念。
2. 了解本课程的研究对象、学习内容和学习方法。

机械设计基础是一门重要的技术基础课，是研究机械类产品的设计、开发、改造，以满足经济发展和社会需求的基础知识课程。机械设计工作涉及工程技术的各个领域。一台新的设备在设计阶段，要不断根据设计要求确定先进、合理的结构和工作原理，进行运动、动力、强度、刚度分析，完成图样设计，而且要研究在制造、销售、使用以及售后服务等方面的问题。设计人员除必须具有机械设计及与机械设计相关的深厚的基础知识和专业知识外，还要有饱满的创造热情。

0.1 概 述

0.1.1 机器、机构和机械

1. 机器

人们在日常生活以及工业、农业和国防等各项生产活动中，都会接触到各种各样的机器，如汽车、缝纫机、内燃机、机床、拖拉机、收割机等。所谓机器，就是根据某种使用要求而设计的一种执行机械运动的装置，用来代替或减轻人类的劳动强度，改善劳动条件，提高劳动生产率。图 0-1 所示为一工业机器人，它由铰接臂机械手 1、计算机控制器 2、液压装置 3 和电力装置 4 组成。当机械手的大臂、小臂和手按指令有规律地运动时，首端夹持器便将物料搬运到预定的位置。在这部机器中，机械手是传递运动和执行任务的装置，是机器的主体部分，电力装置和液压装置提供动力，计算机实施控制。

机器的种类有很多，它们的结构、性能及用途等也各不相同。但是，总的来说，机器具有 3 个共同的特征：首先，机器是由人为制造的实物所组成的；其次，机器的各个部分之间具有确定的相对运动；第三，在工作时能够完成有用的机械功或实现能量的转换。

从机器的组成来看，机器是由各种机构组合而成的。

2. 机构

机构也是人为的实物组合，其各个部分之间具有确定的相对运动。因此，机构具有机器

的前两个特征。机构也有很多类型，常用的有连杆机构、齿轮机构、凸轮机构以及各种间歇运动机构等。

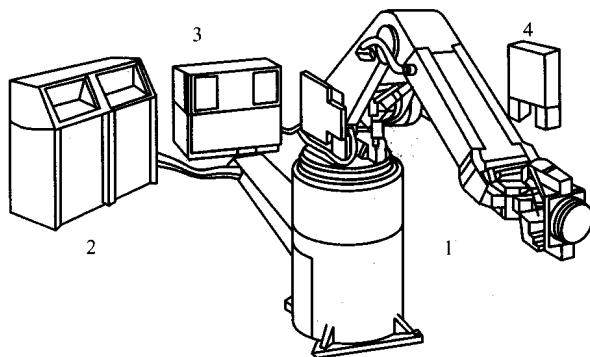


图 0-1 工业机器人

从运动的角度来看，机构也是一种执行机械运动的装置。在机器中普遍使用的机构称为常用机构。

3. 机械

从结构和运动的观点来看，机器和机构二者之间没有区别，因此，习惯上用机械一词作为它们的总称。

0.1.2 课程简介

1. 课程的地位和作用

机械设计基础课程是机械类、机电类以及近机类专业一门必修的技术基础课程，在教学计划中起着承前启后的桥梁作用，是学习专业课程和从事机械产品设计的必备基础。本课程的作用在于培养学生掌握机械设计的基本知识、基本理论和基本方法，使学生具备一般机械设备的维护、改进和设计能力。

2. 课程研究的主要内容

本课程作为机械设计的基础，是一门综合性较强的课程。一方面涉及许多生产实际知识，另一方面又综合运用了许多先修课程所提供的基础理论。因此，本课程主要介绍机械中常用的基本工作原理、运动特性，通用机械零件的设计和计算方法以及有关标准和规范。本课程研究的内容大体可分为以下几部分：

- (1) 机构的运动简图、自由度计算及实际应用；
- (2) 平面连杆机构、凸轮机构的组成原理及实际应用；
- (3) 各种联接零件（如螺纹联接、键销联接等）的标准选择及实际应用；
- (4) 各种传动零件（如带传动、齿轮传动等）的工作能力分析及应用；
- (5) 轴系零件（如轴、轴承等）简单计算、参数选择及实际应用；
- (6) 减速器实例分析。

3. 课程的特点和学习方法

本课程的特点是具有较强的理论性、综合性和实践性。因此，在学习方法上必须有所转变，应注意以下几点。

(1) 图形较多。因为涉及到工程中的许多问题,需要用图形来分析、计算物体的机械运动,或者表示机械的原理、结构,所以本课程的图形较多。在学习的时候,要注意结合图形归纳和总结概念,加深对公式的理解和对符号的记忆。

(2) 系统性不强。不同部分的研究对象所涉及的理论基础不同,且相互之间的联系不大。但是,最终的目的只有一个,即分析和设计机构和机器。因此,要熟悉和掌握机构运动简图的绘制方法,习惯于用它来认识机器和机构;熟悉和掌握各种典型机构的运动特点、分析方法和设计方法。

(3) 结果多样性。由于工程实际中的问题非常复杂,很难用纯理论的方法来解决,因此,常常采用一些经验公式、数据以及简化计算的方法,这导致了设计计算结果的多样性,没有唯一的答案。

0.2 当前机械设计的动态

随着科学技术的飞速发展,伺服驱动技术、检测传感技术、自动控制技术、信息技术以及精密机械技术、系统总体技术在机械中的使用,形成了一个崭新的现代制造业。目前,计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)已经广泛应用于机械设计和制造的各个环节,对减轻设计者的劳动强度,提高机械产品精度和零件的设计速度与质量,起到了重要作用。

各种检测仪器的迅猛发展,提高了机械检验水平,对零件受力受载分析、应力发热效应的测试、摩擦磨损的分析等方面提供了大量设计所需的数据,促进了设计理论的发展。一种集计算机辅助设计、精密机械加工技术、激光技术和材料科学为一体的新型技术——快速成形技术(RPM)的发展,大大缩短了产品、零件的生产周期,使产品的成本大幅度下降。目前美国、日本、德国等国的开发公司,已将该项技术应用到产品的设计和生产中。我国自20世纪90年代以来也开展了快速成形技术的研究和应用,并取得了一定成果,因此机械设计技术的发展,必须与现代先进机械制造技术相衔接,共同发展。

可靠设计技术在现代装备制造业中已贯穿到产品的开发研制、设计、制造、试验、使用、运输、保管及维修保养的各个环节,它们统称为可靠性工程。可靠性设计作为可靠性工程的重要分支,它以提高产品可靠性为目的,以概率论和数据统计理论为基础,综合运用多学科知识来研究工程中的设计问题。

第一篇 常用机构

机器是人类经过长期生产实践创造出来的重要工具。利用机器进行生产可以减轻或代替体力劳动，大大提高劳动生产率和产品质量，便于对生产进行严格分工与科学管理，便于实现机械化和自动化。随着科学技术的发展，使用机器进行生产的水平已经成为衡量一个国家工业技术水平和现代化程度的重要标志之一。

本篇主要介绍平面机构运动、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构的工作原理、运动特性及在生产实际中的应用等。