

21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材



21st CENTURY
实用规划教材

机械设计基础

主 编 朱凤芹 周志平



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材

机械设计基础

主 编	朱凤芹	周志平		
副主编	张汝琦	杨丽娟	钟 灵	
参 编	张荣花	石 勇	白雪宁	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会制定的“机械设计基础”课程标准要求,结合多所院校多年的教学改革经验编写的。

本书共分 17 章,第 1 章绪论;第 2 章至第 5 章介绍常用机构的组成及工作原理;第 6 章至第 15 章讲述机械传动、连接轴系零部件及回转体的平衡与机器调速等基本知识及其设计方法;第 16 章介绍机械创新设计的基本原理与技法;第 17 章为课程设计指导。

本书可作为高职高专院校机械设计与自动化、模具、数控技术及应用、汽车等机械类与近机类各专业机械设计基础课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/朱凤芹,周志平主编. —北京:北京大学出版社,2008.7

(21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-13573-0

I. 机… II. ①朱…②周… 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(2008)第 045118 号

书 名: 机械设计基础

著作责任者: 朱凤芹 周志平 主编

策 划 编 辑: 赖 青

责 任 编 辑: 李娉婷

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-13573-0/TH·0090

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 涿州市星河印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20 印张 456 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 傅水根

副主任 (按拼音顺序排名)

陈铁牛	李 辉	刘 涛	祁翠琴
钱东东	盛 键	王世震	吴宗保
张吉国	郑晓峰		

委 员 (按拼音顺序排名)

蔡兴旺	曹建东	柴增田	程 艳
丁学恭	傅维亚	高 原	何 伟
胡 勇	李国兴	李源生	梁南丁
刘靖岩	刘瑞己	刘 铁	卢菊洪
南秀蓉	欧阳全会	钱泉森	邱士安
宋德明	王用伦	王欲进	吴百中
吴水萍	武昭辉	肖 珑	徐 萍
喻宗泉	袁 广	张 勤	张西振
张 莹	周 征		

丛书总序

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。从 20 世纪 90 年代末开始,伴随我国高等教育的快速发展,高等职业技术教育也进入了快速发展时期。在短短的几年时间内,我国高等职业技术教育的规模,无论是在校生数量还是院校的数量,都已接近高等教育总规模的半壁江山。因此,高等职业技术教育承担着为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式提供高素质技能型人才的重任。随着我国经济建设步伐的加快,特别是随着我国由制造大国向制造强国的转变,现代制造业急需高素质高技能的专业人才。

为了使高职高专机电类专业毕业生满足市场需求,具备企业所需的知识能力和专业素质,高职高专院校的机电类专业根据市场和社会需要,努力建立培养企业生产第一线所需的高等职业技术应用型人才的教学体系和教材资源环境,不断更新教学内容,改进教学方法,积极探讨机电类专业创新人才的培养模式,大力推进精品专业、精品课程和教材建设。因此,组织编写符合高等职业教育特色的机电类专业规划教材是高等职业技术教育发展的需要。

教材建设是高等学校建设的一项基本内容,高质量的教材是培养合格人才的基本保证。大力发展高等职业教育,培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技能型人才,要求我们必须重视高等职业教育教材改革与建设,编写和出版具有高等职业教育自身特色的教材。近年来,高职教材建设取得了一定成绩,出版的教材种类有所增加,但与高职发展需求相比,还存在较大的差距。其中部分教材还没有真正过渡到以培养技术应用能力为主的体系中来,高职特色反映也不够,极少数教材内容过于肤浅,这些都对高职人才培养十分不利。因此,做好高职教材改革与建设工作刻不容缓。

北京大学出版社抓住这一时机,组织全国长期从事高职高专教学工作并具有丰富实践经验的骨干教师,编写了高职高专机电系列实用规划教材,对传统的课程体系进行了有效的整合,注意了课程体系结构的调整,反映系列教材各门课程之间的渗透与衔接,内容合理分配;努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索,加强理论联系实际,突出技能培养和理论知识的应用能力培养,精简了理论内容,既满足机械类专业对理论、技能及其基础素质的要求,同时提供选择和创新的空間,以满足学有余力的学生进修或探究学习的需求;对专业技术内容进行了及时的更新,反映了技术的最新发展,同时结合行业的特色,缩短了学生专业技术技能与生产一线要求的距离,具有鲜明的高等职业技术人才培养特色。

最后,我们感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也感谢北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我们相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之成为我国高等职业技术教育的教学改革、课程体系建设和教材建设中的优秀教材。

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

2007 年 7 月

前 言

本书是根据高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会制订的“机械设计基础”课程标准要求,结合多所院校多年的教学改革经验编写的,适用于机械设计与自动化、模具、数控技术及应用、汽车等机械类与近机类各专业两年制和三年制学生的教学。

本书在编写的过程中,以机器设计的一般过程(计划阶段、总体方案设计阶段、技术设计阶段)为顺序安排各章节内容,通过总体方案设计,绘出机械原理图或机构运动简图,通过技术设计阶段完成零件工作图、部件装配图和整机装配图,这样就从机器的工作原理、结构和制造几个方面为一部机器的生产提供了必需的条件,使学生在 学习本书的过程中逐步了解和掌握机器设计的一般过程。在内容选择上,以职业能力培养为主线,从满足教学基本要求出发,遵循“必需、够用”和“掌握概念、注重应用”的原则选择教学内容,使学生掌握必备的机械基础知识与技能,并注重创新设计能力的培养,在相应各章节提出实训教学环节的要求,并适度增加创新性、设计性、综合性实验,以培养学生的创新设计能力与解决实际问题的能力。

建议教学时数 70~90,章节学时数建议如下。

章 节	建议学时数	章 节	建议学时数
第 1 章 绪论	2 学时	第 10 章 轮系	4 学时
第 2 章 平面机构及自由度	6 学时(平面机构运动简图测绘 2 学时)	第 11 章 联接零部件	4 学时
第 3 章 平面连杆机构	4 学时	第 12 章 轴	4 学时
第 4 章 凸轮机构	4 学时	第 13 章 轴承	6 学时
第 5 章 其他常用机构	4 学时	第 14 章 其他常用零部件	4 学时(轴系结构设计与分析实验 2 学时)
第 6 章 齿轮传动	12 学时(齿轮范成实验 2 学时)	第 15 章 回转体的平衡与机器的调速	6 学时(刚性转子的静平衡与动平衡实验 2 学时)
第 7 章 蜗杆传动	4 学时	第 16 章 机械创新设计简介	6 学时(机构创新设计实验 2 学时)
第 8 章 带传动	4 学时	第 17 章 课程设计指导	两周(减速器拆装实验 2 学时)
第 9 章 链传动	6 学时(机械传动性能测试实验 2 学时)		

参加本书编写的有：陕西工业职业技术学院朱凤芹(第 1、10、11、17 章)，长沙航空职业技术学院周志平(第 8、9 章)，太原电力高等专科学校张汝琦(第 13、15 章)，南山学院杨丽娟(第 6 章)，甘肃畜牧职业技术学院钟灵(第 3、16 章)，平顶山工业职业技术学院张荣花(第 4、7 章)，太原电力高等专科学校石勇(第 12、14 章)，陕西工业职业技术学院白雪宁(第 2、5 章)。本书由朱凤芹、周志平担任主编，张汝琦、杨丽娟、钟灵担任副主编。

由于编者水平有限，书中若有不妥之处欢迎读者提出宝贵意见。

编 者
2008 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 本课程的性质和任务	1
1.2 本门课程的研究对象	1
1.3 机械设计的基本要求和一般过程	3
思考与练习	4
第 2 章 平面机构及自由度	5
2.1 平面机构的组成	5
2.1.1 运动副及其分类	5
2.1.2 运动链	6
2.1.3 机构	7
2.2 平面机构的运动简图	7
2.2.1 平面机构的表示方法	7
2.2.2 平面机构运动简图的绘制	8
2.3 平面机构的自由度	10
2.3.1 平面机构自由度的计算公式	10
2.3.2 平面机构具有确定运动的条件	10
2.3.3 计算平面机构的自由度时应注意的问题	11
思考与练习	14
第 3 章 平面连杆机构	16
3.1 平面连杆机构及其应用	16
3.1.1 铰链四杆机构的类型	16
3.1.2 铰链四杆机构的曲柄存在条件和基本类型的判别	18
3.2 铰链四杆机构的演化	19
3.2.1 曲柄滑块机构	20
3.2.2 取不同的构件为机架	21
3.2.3 偏心轮机构	22
3.3 四杆机构的工作特性	22
3.3.1 急回特性	22
3.3.2 传力特性	23
3.4 平面四杆机构的设计	24
3.4.1 按给定的连杆位置设计平面四杆机构	25
3.4.2 按给定的两连架杆的对应位置设计平面四杆机构	25
3.4.3 按给定的速度变化系数 K 设计平面四杆机构	26
思考与练习	28
第 4 章 凸轮机构	30
4.1 凸轮机构的组成、分类和应用	30
4.1.1 凸轮机构的应用	30
4.1.2 凸轮机构的分类	31
4.2 从动件常用的运动规律	33
4.2.1 凸轮机构的工作过程分析	33
4.2.2 从动件常用的运动规律	34
4.2.3 从动件运动规律的选择	39
4.3 设计凸轮的轮廓曲线	40
4.3.1 用作图法设计凸轮的轮廓曲线	41
4.3.2 用解析法设计凸轮的轮廓曲线	45
4.3.3 用计算机设计和检验凸轮轮廓	46
4.4 凸轮机构设计中的几个问题	47
4.4.1 滚子半径的选择	47
4.4.2 压力角的选择和检验	48
4.4.3 基圆半径的选择	49
4.4.4 凸轮的常用材料和结构	51
思考与练习	53
第 5 章 其他常用机构	54
5.1 棘轮机构	54
5.1.1 棘轮机构的工作原理及类型	54
5.1.2 棘轮转角的调节方法	56
5.1.3 棘轮机构的特点及应用	56

5.1.4 棘轮机构的参数及几何尺寸计算	57	条件及重合度	75
5.2 槽轮机构	58	6.3.6 渐开线齿轮的正确安装条件	75
5.2.1 槽轮机构的工作原理及类型	58	6.4 齿轮的加工	76
5.2.2 槽轮机构的特点及应用 ...	59	6.4.1 渐开线齿轮的切齿原理与加工方法	76
5.2.3 外啮合槽轮机构的运动参数及几何尺寸计算	60	6.4.2 渐开线齿廓的根切现象及最小齿数	78
5.3 不完全齿轮机构	61	6.5 渐开线变位齿轮	80
5.3.1 不完全齿轮机构的工作原理和类型	61	6.5.1 变位的概念	80
5.3.2 不完全齿轮机构的特点和应用	62	6.5.2 变位齿轮的特点及主要应用	81
5.4 螺旋机构	62	6.6 直齿圆柱齿轮的传动设计	82
5.4.1 螺纹的参数、类型和应用	62	6.6.1 齿轮的失效形式和常用材料	82
5.4.2 螺纹的主要参数	63	6.6.2 齿轮的传动精度	83
5.4.3 螺纹副的受力分析、效率和自锁	64	6.6.3 渐开线直齿圆柱齿轮传动的强度计算	84
5.4.4 螺旋机构的工作原理及类型	65	6.6.4 齿轮参数的选择和传动设计步骤	89
5.4.5 螺旋机构的特点和应用 ...	66	6.7 渐开线斜齿圆柱齿轮传动	92
思考与练习	67	6.7.1 斜齿圆柱齿轮齿廓曲面的形成及其啮合特点	92
第6章 齿轮传动	68	6.7.2 斜齿圆柱齿轮的主要参数及其几何尺寸的计算	93
6.1 齿轮机构的组成特点、类型及应用	68	6.7.3 渐开线斜齿轮正确啮合的条件	95
6.1.1 齿轮传动的特点	68	6.7.4 斜齿圆柱齿轮传动的重合度及当量齿数	95
6.1.2 齿轮传动的基本类型	68	6.7.5 斜齿圆柱齿轮的传动设计	96
6.2 渐开线直齿圆柱齿轮	69	6.8 直齿圆锥齿轮传动	98
6.2.1 渐开线的形成及其特性 ...	69	6.8.1 直齿圆锥齿轮传动的特点及应用	98
6.2.2 渐开线齿廓的啮合特性 ...	70	6.8.2 直齿圆锥齿轮传动的几何尺寸计算	98
6.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮	72	6.8.3 当量齿轮与当量齿数	100
6.3.1 直齿圆柱齿轮各部分的名称和符号	72	6.8.4 直齿圆锥齿轮的受力分析	101
6.3.2 直齿圆柱齿轮的基本参数	73	6.8.5 强度计算	101
6.3.3 标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算公式	73	6.9 齿轮的结构与润滑	102
6.3.4 渐开线直齿圆柱齿轮正确啮合的条件	74		
6.3.5 渐开线齿轮连续传动的			

6.9.1 齿轮的结构	102	8.3.2 带的应力分析	134
6.9.2 齿轮的润滑	104	8.3.3 带传动的失效形式和 设计准则	135
思考与练习	105	8.3.4 单根普通 V 带的基本 额定功率	136
第 7 章 蜗杆传动	108	8.3.5 带传动的参数选择和设计 的计算方法	138
7.1 蜗杆传动的特点和类型	108	8.4 带传动的使用	143
7.1.1 蜗杆传动的特点、 应用	108	8.4.1 带传动的弹性滑动和 传动比	143
7.1.2 蜗杆传动的类型	108	8.4.2 带的张紧、安装和 维护	144
7.2 蜗杆传动的主要参数和 几何尺寸	109	8.5 同步齿形带传动简介	147
7.2.1 蜗杆传动的主要参数及其 选择	110	8.5.1 同步带的结构、工作原理、 类型、特点和运用	147
7.2.2 蜗杆传动的几何尺寸	113	8.5.2 同步带的基本参数、尺寸 和标记	149
7.2.3 蜗杆和蜗轮的结构	114	8.5.3 同步齿形带常见的失效形式 和设计准则	152
7.3 蜗杆传动的设计	116	8.5.4 橡胶同步带的储藏、安装 和使用	152
7.3.1 齿面间的滑动速度	116	思考与练习	152
7.3.2 蜗杆传动的失效形式	116	第 9 章 链传动	154
7.3.3 蜗杆传动的设计准则	116	9.1 链传动的组成、工作原理、 类型和特点	154
7.3.4 蜗杆传动的材料	117	9.1.1 链传动的组成、工作原理 和类型	154
7.3.5 蜗杆传动的受力分析	117	9.1.2 链传动的特点和应用	155
7.3.6 蜗杆传动的强度计算	118	9.2 滚子链和链轮	155
7.3.7 蜗杆传动的效率、润滑和 热平衡计算	120	9.2.1 套筒滚子链的结构和 标准	155
7.3.8 普通圆柱蜗杆传动的 精度等级选择及其安装 维护	123	9.2.2 链轮的材料和结构	157
思考与练习	124	9.3 滚子链的设计	159
第 8 章 带传动	126	9.3.1 链传动的主要失效 形式	159
8.1 带传动的组成、工作原理、类型、 特点和应用	126	9.3.2 链传动的设计要点	159
8.1.1 带传动的组成和工作 原理	126	9.4 链传动的使用	164
8.1.2 带传动的类型	126	9.4.1 链传动的不均匀性 分析	164
8.1.3 带传动的特点和应用	127	9.4.2 链传动的布置、张紧及 润滑	166
8.2 普通 V 带与带轮	128		
8.2.1 普通 V 带的构造和 标准	128		
8.2.2 V 带轮的常用材料、结构 和轮槽尺寸	130		
8.3 带传动的设计	132		
8.3.1 带的受力分析	132		

思考与练习	169	第 13 章 轴承	206
第 10 章 轮系	171	13.1 滑动轴承的类型及结构	206
10.1 轮系的类型	171	13.1.1 滑动轴承的类型与 摩擦状态	206
10.2 定轴轮系的传动比计算	172	13.1.2 滑动轴承的结构	207
10.2.1 定轴轮系的传动比	172	13.1.3 轴瓦的结构及材料	208
10.2.2 定轴轮系传动比符号的 确定方法	173	13.1.4 滑动轴承的润滑	210
10.3 周转轮系的传动比计算	174	13.2 非液体摩擦滑动轴承的 设计计算	212
10.3.1 周转轮系的传动比	174	13.2.1 向心滑动轴承的计算	212
10.3.2 周转轮系传动比符号的 确定方法	175	13.2.2 推力滑动轴承的计算	213
10.4 混合轮系传动比的计算	176	13.3 滚动轴承的结构、特点及 类型	213
10.5 轮系的应用	177	13.3.1 滚动轴承的结构	213
思考与练习	179	13.3.2 滚动轴承的主要类型 及特点	214
第 11 章 联接零部件	181	13.4 滚动轴承的类型代号及类型 选择	216
11.1 键、花键和销联接	181	13.4.1 滚动轴承的类型代号	216
11.1.1 键联接的类型、构造与 工作原理	181	13.4.2 滚动轴承类型的选择	219
11.1.2 花键联接的类型、特点 与应用	183	13.5 滚动轴承的寿命计算	219
11.1.3 销联接	184	13.5.1 失效形式	219
11.1.4 键的选择与强度计算	184	13.5.2 滚动轴承疲劳寿命 的计算	220
11.2 螺纹连接	186	13.5.3 角接触向心轴承轴向 载荷 F_a 的计算	223
11.2.1 螺纹联接的基本 类型	186	13.5.4 滚动轴承静载荷 的计算	224
11.2.2 螺纹联接的预紧和 防松	187	13.6 滚动轴承的组合设计	226
11.2.3 螺栓联接的设计	188	13.6.1 滚动轴承的支承结构 形式	226
11.2.4 螺栓的材料及许用 应力	191	13.6.2 轴承内外圈的轴向 固定	227
思考与练习	193	13.6.3 轴承组合的调整	228
第 12 章 轴	195	13.6.4 滚动轴承的配合与 拆装	229
12.1 概述	195	13.7 滚动轴承的润滑与密封	229
12.1.1 轴的功用及分类	195	13.7.1 轴承的润滑	229
12.1.2 轴的材料	196	13.7.2 滚动轴承的密封	230
12.1.3 轴设计的基本要求	197	思考与练习	231
12.2 轴的结构设计	197	第 14 章 其他常用零部件	234
12.3 轴的强度设计	199		
12.3.1 轴的强度校核计算	199		
12.3.2 轴的刚度	204		
思考与练习	204		

14.1 联轴器	234	16.2.1 根据组合原理创新	258
14.1.1 联轴器的功用 和分类	234	16.2.2 根据机构的演化与变异 原理创新	260
14.1.2 刚性联轴器	234	16.3 结构方案的创新设计	261
14.1.3 无弹性元件的挠性 联轴器	235	16.3.1 结构方案的变异设计 ...	262
14.1.4 有弹性元件的挠性 联轴器	237	16.3.2 提高性能的设计	264
14.1.5 联轴器的选择	239	思考与练习	265
14.2 离合器	240	第 17 章 课程设计指导	266
14.2.1 离合器的功用和分类 ...	240	17.1 概述	266
14.2.2 离合器的选择	243	17.1.1 课程设计的目的	266
14.3 弹簧	243	17.1.2 课程设计的内容和 任务	266
14.3.1 弹簧的功用	243	17.2 传动装置的总体设计	267
14.3.2 弹簧的类型	243	17.2.1 拟定传动方案	267
思考与练习	244	17.2.2 选择原动机	268
第 15 章 回转体的平衡与机器的 调速	245	17.2.3 传动装置总传动比的确定 及各级传动比的分配 ...	271
15.1 回转体平衡的目的和分类	245	17.2.4 计算传动装置的运动和 动力参数	272
15.1.1 回转体平衡的目的	245	17.3 减速器结构	273
15.1.2 回转体平衡的分类	245	17.3.1 减速器箱体的结构	274
15.1.3 回转体平衡的计算	245	17.3.2 减速器附件设计	278
15.2 回转体平衡的检测	248	17.3.3 减速器的润滑及密封 ...	281
15.2.1 回转体的静平衡试验 ...	248	17.4 传动零件的设计	283
15.2.2 回转体的动平衡试验 ...	248	17.4.1 减速箱外传动零件——带 传动设计	283
15.3 机器速度波动调节的目的和 方法	248	17.4.2 减速器内传动零件——一级 圆柱齿轮传动设计	283
15.3.1 机器速度波动的原因及 波动的分类	248	17.4.3 联轴器选择	284
15.3.2 速度波动的调节	249	17.5 减速器装配图设计	284
15.3.3 机器运转的平均角速度 和速度不均匀系数	250	17.5.1 装配图绘制前的准备 ...	284
15.4 飞轮设计的近似方法简介	250	17.5.2 装配图设计的 第一阶段	285
思考与练习	253	17.5.3 装配图设计的 第二阶段	289
第 16 章 机械创新设计简介	255	17.5.4 装配图设计的 第三阶段	290
16.1 常用的创新技法	255	17.5.5 装配工作图设计	290
16.1.1 群体集智法	255	17.6 零件工作图设计	297
16.1.2 系统分析法	256	17.6.1 轴类零件	297
16.1.3 联想创新法	257	17.6.2 齿轮类零件	298
16.2 机构创新设计	258		

17.6.3	箱体零件工作图的设计要点	300	17.7.2	设计计算说明书的内容	301
17.7	设计计算说明书	301	17.7.3	设计计算说明书的书写示例	302
17.7.1	设计计算说明书的要求	301	参考文献		304

第 1 章 绪 论

1.1 本课程的性质和任务

机械设计基础是一门技术基础课，它是研究机械的组成、工作原理、机械零件的结构、功用及其工作可靠性的工程技术科学，它旨在介绍工程技术人员从事机械设计所需的基本知识、基本理论和技能，使之具备分析、设计和维护机械设备和机械零件的能力，为今后解决生产实际问题及学习有关新的科学技术打下基础。

通过本课程的学习，使学生了解常用机构及通用零、部件的工作原理、类型、特点及应用；掌握常用机构的基本理论及设计方法；掌握通用零、部件的失效形式、设计准则与设计方法；具备设计简单机械及传动装置的基本技能。

1.2 本门课程的研究对象

本门课程的研究对象是机械，机械是机器和机构的通称。人们在生产实践和日常生活中广泛地使用着各种各样的机器，从早年的杠杆、滑轮，近代的汽车、轮船，到现代的机器人、航天器，机械的种类、形式和功能越来越多，发展日新月异，在生产力的发展中一直扮演着重要角色。机械是国民经济发展的基础技术，是衡量国家经济实力和科技水平的重要标志。

1. 机器、机构、机械

机器是执行运动的装置，用来变换或传递能量、物料和信息。

如图 1.1 所示的内燃机，它由机架(气缸体)1、活塞 2、连杆 3、曲柄 4、齿轮 5 和 6、凸轮轴 7、进气推杆 8、排气推杆 9、进气阀门 10、排气阀门 11 等组成。当燃气推动活塞作往复移动时，通过连杆使曲柄作连续转动，从而把燃料燃烧产生的热能转化为机械能。所以内燃机是将燃气燃烧时的热能转化为机械能的机器。

图 1.2 是牛头刨床的外观图，牛头刨床由工作台 1、刀架 2、滑枕 3、电机 4、机身 5、工作台横向进给机构 6、横梁 7、丝杠 8 等组成，它的功用是切削加工长度较大的平面，把电能转化为机械能。

通过以上各实例的分析可知，尽管机器的用途、组成和性能不同，但具有一些共同的特征。

- (1) 机器是人为的多种实物的组合体。
- (2) 组成机器的各部分之间都具有确定的相对运动。
- (3) 机器能够代替或减轻人的劳动，有效地完成机械功或转换机械能。

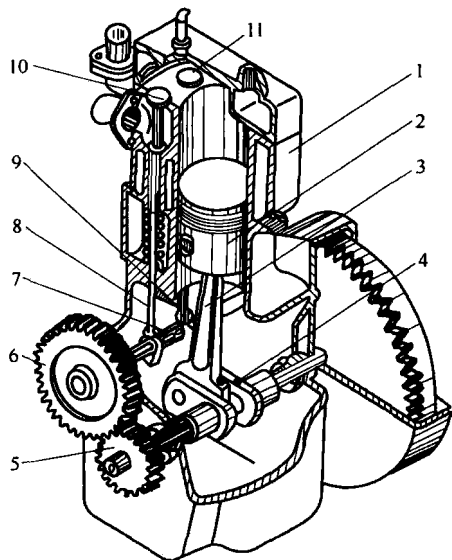


图 1.1 单缸内燃机

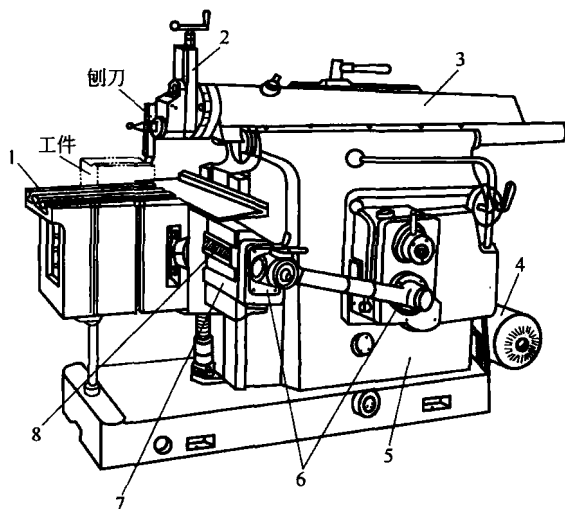


图 1.2 牛头刨床

凡同时具备上述 3 个特征的实物组合体就称之为机器。

机构仅具有机器的前两个特征，即机构是具有确定相对运动的的人为的实物组合系统。如内燃机中的曲柄滑块机构(由活塞 2、连杆 3、曲柄 4 和机架 1 构成)，其作用是将活塞的往复移动转化为曲柄的连续转动；齿轮机构(由齿轮 5、6 和机架 1 构成)的作用是改变转速的大小和方向；凸轮机构(由凸轮 7、推杆 8 和机架 1 构成)的作用是将凸轮的连续转动转变为推杆的往复移动。机构与机器的区别在于机构只是一个构件系统，而机器除构件系统外还包含电器、液压等其他装置。机构只用于传递运动和力，实现运动形式或速度的变化，机器除传递运动外还具有变换或传递能量、物料、信息的功能。如牛头刨床——实现确定的机械运动；内燃机——转换能量；机械手——传递物料；照相机——传递信息；齿轮机构——传递运动；凸轮机构——转换运动等。

在各种机械中经常使用的机构称为常用机构，如平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇运动机构等。

机械是机器和机构的总称。

2. 构件、零件、部件

机构是由构件组成的，构件是机构的基本运动单元，它可以是单一的零件(如曲轴)，也可以是多个零件的刚性组合。如图 1.1 所示的内燃机中的连杆，就是由图 1.3 中的连杆体 1、连杆盖 5、螺栓 2、螺母 3、开口销 4、轴瓦 6 和轴套 7 等多个零件构成的。又如图 1.4 所示的齿轮-凸轮轴，它则是由凸轮轴 1、齿轮 2、键 3、轴端挡圈 4 和螺钉 5 等零件构成的。组成构件的零件之间没有相对运动，构成一个运动单元，成为一个构件，而零件是机械中不可拆的制造单元体。通常把为完成共同任务而结合起来的一组零件称为部件，它是装配的单元，如滚动轴承、联轴器等，它们一般是由专业化制造厂成套生产、成套出售的。在一般论述中，对零件和部件往往不作严格区分，统称为零件。

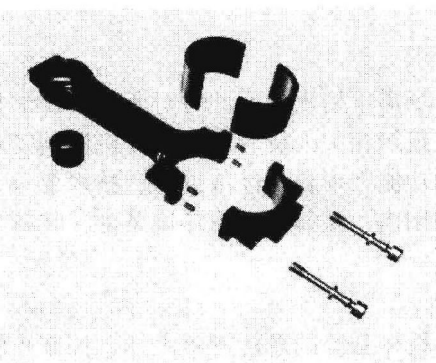
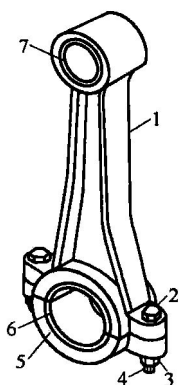


图 1.3 内燃机连杆

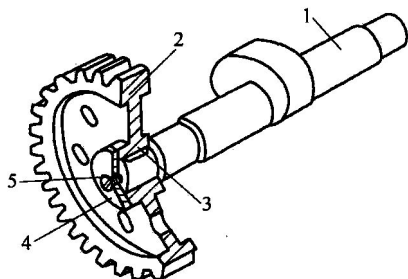


图 1.4 齿轮-凸轮轴

零件可分为两类：通用零件，它在各种机械中都能用到，例如，齿轮、轴、联轴器、离合器、轴承、螺钉、键、弹簧等；另一类称为专用零件，例如，叶片、犁铧、枪栓等。

3. 机器的组成

机器的种类很多，形式各异，但就其功能而言，一部完整的机器如图 1.5 所示，主要由以下部分组成。

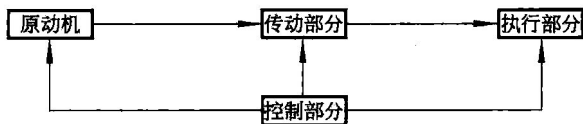


图 1.5 完整机器的主要组成部分

原动机部分是机器动力的来源，常用的原动机有电动机和内燃机两大类，此外还有液压缸或气动缸等。传动部分和执行部分是由各种机构组成的，是机器的主体。传动部分把原动机的运动和动力传递给执行部分，执行部分是直接完成工作任务的部分。控制部分是用来控制机器的其他组成部分的，使操作者能随时实现或终止机器的各种预定功能，包括各种控制机构(如内燃机中的凸轮机构)、电器装置、液压、气压、计算机控制等。

1.3 机械设计的基本要求和一般过程

机械设计是指规划和设计实现预期功能的新机械或改进原有机械的性能的过程。

设计机械应满足的基本要求是：在满足预期功能的前提下，性能好、效率高、成本低，在预定的使用期限内安全可靠、操作方便、维修简单和造型美观等。

在明确设计要求之后，机械设计包括以下主要内容：确定机械的工作原理，选择合适的机构、拟定设计方案；进行运动分析和动力分析，计算作用在各构件上的载荷；进行零部件工作能力的计算、总体设计和结构设计。

设计机械并无通用和固定的程序，一部机器的诞生，从感到某种需要、萌生设计念

头、明确设计要求开始,经过设计、制造、鉴定到产品定型,是一个复杂细致的过程,其设计过程通常分为以下几个阶段。

1) 计划阶段

机器的设计任务是根据生产和市场需求提出的,此时对所要设计的机器仅仅只是一个模糊的概念,任务提出后,应认真地组织相关人员对所设计机器的需求情况做充分的调研和分析,进一步明确机器应具备的功能和项目的经济价值、技术要求,编制详细的设计任务书。任务书中应明确规定机器的用途、功能、工作环境条件、特殊要求、基本使用要求等。

2) 总体方案设计阶段

机器总体方案设计的内容应包括机械系统的总体方案设计、控制系统的方案设计和和其他辅助系统设计几个部分。

机械系统总体方案设计,就是根据机器的功能要求,确定实现其功能的工作原理和可能的传动方案,并用规定的简单符号,明确地表示出组成机器的各个机构和主要零件,设计出机器的“骨架”,即机构运动简图。

3) 技术设计阶段

这一阶段的目标是将实现其功能的原理方案具体化、结构化。首先应考虑机械的总体布局和外形,进行总体结构设计,绘制总装配草图和部件装配草图。通过草图,要把机构运用简图中的符号变成具体的零件和部件,确定各零、部件的外形、结构、材料和基本尺寸,并考虑各个零部件的相对位置与连接方法等一系列问题,并在此基础上进行机械运动和动力参数的计算、零部件工作能力的计算和精度设计。最后绘制出零件的工作图、部件装配图和总装配图,并编写技术文件,包括设计计算说明书、机器使用说明书、标准件明细表等。设计说明书应包括方案设计、选择及技术的全部结论性内容。使用说明书应向用户介绍机器的性能参数范围、使用操作方法、日常保养及简单的维修方法等。

上述3个阶段关系密切,往往需要反复交替进行,不断地修改完善。

教学建议

采用机械原理和机械零件陈列柜进行现场教学,或用多媒体课件辅助教学。使学生建立对机械、机器、机构、零件的感性认识,为后续内容的学习做好准备。

思考与练习

1.1 机器与机构的主要区别是什么?录音机、电风扇、自行车是机器还是机构?

1.2 机器是由哪几部分组成的?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。

1.3 下列5种实物中:(1)车床;(2)游标尺;(3)洗衣机;(4)齿轮减速器;(5)机械式钟表,哪几种是机器?

1.4 下列实物中:(1)螺钉;(2)起重吊钩;(3)螺母;(4)键;(5)缝纫机脚踏板,其中哪几个属于通用零件?