



21st CENTURY
十一五规划

21世纪全国应用型本科

大机械系列 实用规划教材



机械设计基础

主 编 曲玉峰 关晓平
副主编 王跃进 安国会
主 审 卜 炎

中国林业出版社
China Forestry Publishing House



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

机械设计基础

主 编	曲玉峰	关晓平	
副主编	王跃进	安国会	
参 编	孟俊焕	张 静	窦蕴平
	赵万胜	梁建明	
主 审	卜 炎		

中国林业出版社
China Forestry Publishing House



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

全书共分 14 章,较详尽地讲述了通用零、部件的设计与计算;常用机构的运动分析与设计。在各章中有教学提示和教学要求,并配有相应的例题、习题以及必要的资料,书后的附录中还分别给出了机械零件的常用材料、钢的常用热处理方法、润滑剂和润滑脂、互换性原理简介,基本可以满足本课程的学习和课程设计的使用要求。

本书针对我国 21 世纪对应用型高等工程技术人才培养的需要,在体系和章节内容的安排上作了精心的编排,以期更有利于提高学生综合分析问题和机械设计的能力。

本书主要作为高等工科院校近机械类和非机械类各专业《机械设计基础》课程的教材,较适宜的授课学时为 60 学时左右。也可供有关工程技术人员和大、中专学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/曲玉峰,关晓平主编. —北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2006.7

(21 世纪全国应用型本科机械类系列实用规划教材)

ISBN 7-5038-4444-2

I. 机… II. ①曲… ②关… III. 机械设计—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 076878 号

书 名: 机械设计基础

著作责任者: 曲玉峰 关晓平 主编

策划编辑: 李昱涛

责任编辑: 郭穗娟 杜 娟

标准书号: ISBN 7-5038-4444-2

出 版 者: 中国林业出版社(地址:北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号 邮编:100009)

<http://www.cfph.com.cn> E-mail:cfphz@public.bta.net.cn

电话:编辑部 66170109 营销中心:66187711

北京大学出版社(地址:北京市海淀区成府路 205 号 邮编:100871)

<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com> E-mail:pup_6@163.com

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

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社 中国林业出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.5 印张 444 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 27.00 元

《21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》

专家编审委员会

名 誉 主 任 胡正寰

主 任 委 员 殷国富

副主任委员 (按拼音排序)

戴冠军 江征风 李郝林 梅 宁 任乃飞

王述洋 杨化仁 张成忠 张新义

顾 问 (按拼音排序)

傅水根 姜继海 孔祥东 陆国栋

陆启建 孙建东 张 金 赵松年

委 员 (按拼音排序)

方 新 郭秀云 韩健海 洪 波

侯书林 胡如风 胡亚民 胡志勇

华 林 姜军生 李自光 刘仲国

柳舟通 毛 磊 孟宪颐 任建平

陶健民 田 勇 王亮申 王守城

魏 建 魏修亭 杨振中 袁根福

曾 忠 张伟强 郑竹林 周晓福

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一,是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务,在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20 世纪 80 年代以来,以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生,极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度,改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式,产生了一大批新的机械产品设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面:

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用,使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件,而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品,其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动,而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化, CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用,促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低,而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术,并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产,提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化,制造过程的网络化、全球化得到很大的发展,涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式,制造装备和制造系统的柔性可与重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学,制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程特征和发展趋势表明,现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此,加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质的机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育,培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才,不断推动我国机械科学与工程技术的进步。

为使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适

* 殷国富:教育部机械学科教学指导委员会委员,现任四川大学制造科学与工程学院院长。

应性强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998 年对本科专业目录进行了第 3 次大的修订。调整后的机械大类专业变成 4 类 8 个专业,它们是:机械类 4 个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类 1 个专业(测控技术与仪器);能源动力类 2 个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类 1 个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程技术学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科类专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的重要决策。按照教材编审委员会的规划,本套教材将逐步出版。

本套机械工程系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于 21 世纪机械工程学学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次的学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程技术学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本套系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,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。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要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,也要感谢北京大学出版社、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,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

前 言

本书的编写是以高等教育的培养目标为依据,注重教材的科学性、实用性、通用性,尽量满足同类专业院校的需求。面向就业、突出实用,是本书的重要特色。为此在编排上,大幅度地调整了课程体系,将通用零件部分前移;在选材上,力争补充新知识、新技术、新工艺、新成果,并采用最新国家标准。

本书主要作为高等工科院校近机械类和非机械类各专业《机械设计基础》课程的教材,较适宜的授课学时为 60 学时,实验 4 学时,课程设计 2 周。各章的参考教学时数如下表:

章 次	建议学时数	章 次	建议学时数
第 1 章 绪论	1	第 9 章 螺纹联接	6
第 2 章 齿轮传动	10	第 10 章 平面机构的运动简图和自由度	4
第 3 章 蜗杆传动	4	第 11 章 平面连杆机构	4
第 4 章 轮系和减速器	4	第 12 章 凸轮机构	4
第 5 章 带传动和链传动	4	第 13 章 间歇运动机构	1
第 6 章 轴与轴毂联结	6	第 14 章 弹簧	2
第 7 章 轴承	8	实验	4
第 8 章 联轴器和离合器	2	课程设计	2 周

参加本书编写的有河北建筑工程学院曲玉峰(第 2 章),北京建筑工程学院王跃进(第 9、13 章),东北林业大学关晓平(第 1、7 章和附录 C),河南科技学院机电学院安国会(第 5 章),德州学院孟俊焕(第 6 章、附录 D),河北建筑工程学院张静(第 8、10 章),北京建筑工程学院窦蕴平(第 11、14 章),鲁东大学交通学院赵万胜(第 4、12 章),河北建筑工程学院梁建明(第 3 章和附录 A、B)。

本书由曲玉峰和关晓平担任主编,王跃进和安国会担任副主编。全书由天津大学卜炎教授担任主审。

由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

编者

2006 年 4 月

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

参编学校名单 (按拼音排序)

- | | |
|-------------|---------------|
| 1 安徽建筑工业学院 | 30 黄石理工学院 |
| 2 安徽科技学院 | 31 吉林工程技术师范学院 |
| 3 安徽农业大学 | 32 江苏大学 |
| 4 北华大学 | 33 九江学院 |
| 5 北京建筑工程学院 | 34 军事交通学院 |
| 6 北京联合大学 | 35 兰州理工大学 |
| 7 长春大学 | 36 辽宁工程技术大学 |
| 8 长沙理工大学 | 37 鲁东大学 |
| 9 重庆工学院 | 38 内蒙古工业大学 |
| 10 重庆交通学院 | 39 南华大学 |
| 11 德州学院 | 40 南昌航空工业学院 |
| 12 东北林业大学 | 41 青岛科技大学 |
| 13 东华理工学院 | 42 山东理工大学 |
| 14 福建工程学院 | 43 上海工程技术大学 |
| 15 甘肃农业大学 | 44 上海水产大学 |
| 16 桂林工学院 | 45 上海理工大学 |
| 17 河北大学 | 46 沈阳大学 |
| 18 河北建筑工程学院 | 47 四川农业大学 |
| 19 河北农业大学 | 48 潍坊学院 |
| 20 河南工业大学 | 49 武汉工业学院 |
| 21 河南科技学院 | 50 武汉科技大学 |
| 22 湖北汽车工业学院 | 51 武汉理工大学 |
| 23 湖南工程学院 | 52 湘潭大学 |
| 24 湖南工学院 | 53 徐州师范大学 |
| 25 湖南工业大学 | 54 郑州航空工业管理学院 |
| 26 湖南理工学院 | 55 中北大学 |
| 27 江西理工大学 | 56 中国农业大学 |
| 28 华北水利水电学院 | 57 中南林业科技大学 |
| 29 华东交通大学 | |

目 录

第1章 绪论.....1	2.6.5 参数的选择.....25
1.1 机器的组成.....1	2.6.6 齿轮传动的设计准则.....25
1.1.1 几个常用术语.....1	2.7 斜齿圆柱齿轮传动.....27
1.1.2 机器的基本组成部分.....2	2.7.1 齿廓曲面的形成及啮合特点...27
1.2 机械设计基础研究的内容.....2	2.7.2 斜齿圆柱齿轮传动的几何 参数和尺寸计算.....28
1.3 机械设计基础课程在教学中的地位.....3	2.7.3 斜齿圆柱齿轮传动的强度 计算.....31
1.4 机械零件设计的基本要求.....3	2.8 直齿锥齿轮传动.....36
1.5 标准化.....3	2.8.1 基本参数和几何尺寸计算.....36
第2章 齿轮传动.....5	2.8.2 背锥与当量齿数.....37
2.1 齿轮传动的特点、类型和精度.....5	2.8.3 直齿锥齿轮传动的受力分析...38
2.1.1 齿轮传动的类型.....5	2.8.4 直齿锥齿轮传动的强度计算...40
2.1.2 齿轮的精度.....6	2.9 齿轮的结构.....41
2.2 渐开线及渐开线直齿圆柱齿轮.....6	习题.....43
2.2.1 渐开线的形成和性质.....7	第3章 蜗杆传动.....45
2.2.2 渐开线直齿圆柱齿轮.....8	3.1 概述.....45
2.3 渐开线齿轮传动及齿廓啮合特性.....10	3.2 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸 计算.....46
2.3.1 节点、节圆、啮合线和 啮合角.....10	3.2.1 模数和压力角.....46
2.3.2 渐开线齿廓啮合特性.....10	3.2.2 蜗杆导程角和蜗轮螺旋角.....48
2.3.3 渐开线齿轮正确啮合的条件...12	3.2.3 蜗杆分度圆直径.....48
2.3.4 渐开线齿轮连续传动的条件...13	3.2.4 蜗杆头数和蜗轮齿数.....49
2.4 渐开线齿轮轮齿的切削加工.....14	3.2.5 蜗杆传动的传动比.....49
2.4.1 轮齿的切削加工原理.....14	3.2.6 蜗杆传动的几何尺寸计算.....49
2.4.2 切齿干涉和最少齿数.....17	3.3 蜗杆传动的滑动速度、效率和润滑...51
2.4.3 变位齿轮的概念.....17	3.3.1 蜗杆传动的相对滑动速度.....51
2.5 轮齿的失效形式和齿轮材料.....18	3.3.2 蜗杆传动的效率.....51
2.5.1 轮齿的失效形式.....18	3.3.3 蜗杆传动的润滑.....52
2.5.2 齿轮的材料.....19	3.4 蜗杆、蜗轮的材料及结构.....52
2.6 直齿圆柱齿轮的强度计算.....20	3.4.1 蜗杆、蜗轮的材料.....52
2.6.1 轮齿的受力分析和计算载荷...20	3.4.2 蜗杆、蜗轮的结构.....52
2.6.2 齿面接触疲劳强度计算.....21	3.5 蜗杆传动的受力分析.....54
2.6.3 齿根弯曲疲劳强度计算.....23	
2.6.4 许用应力.....24	

3.6 蜗杆传动的失效形式和工作能力	和应用	97
计算	5.5.2 套筒滚子链的结构	98
3.6.1 蜗轮齿面的接触疲劳	5.5.3 套筒滚子链链轮的结构及	
强度计算	常用材料	100
3.6.2 蜗轮轮齿的弯曲疲劳	5.5.4 链传动的运动特性和受力	
强度计算	分析	102
3.6.3 蜗杆传动的热平衡计算	5.5.5 链传动的设计计算	105
习题	5.5.6 链传动的正确使用和维护	111
第 4 章 轮系和减速器	习题	113
4.1 轮系的分类	第 6 章 轴与轴毂联接	115
4.2 定轴轮系的传动比	6.1 轴的分类与轴的材料	115
4.2.1 单级传动的传动比	6.1.1 稳定循环变应力	115
4.2.2 定轴轮系的传动比	6.1.2 轴的分类	117
4.3 周转轮系的传动比	6.1.3 轴的材料	119
4.3.1 周转轮系的组成	6.2 轴的结构设计	120
4.3.2 周转轮系的传动比	6.2.1 轴的各部分名称	120
4.3.3 简单混合轮系的传动比	6.2.2 轴上零件的轴向固定	121
4.4 轮系的功用	6.2.3 各轴段直径和长度的确定	122
4.5 减速器	6.2.4 影响轴结构的一些因素	124
习题	6.3 轴的强度计算	126
第 5 章 带传动和链传动	6.3.1 传动轴的强度计算	126
5.1 带传动概述	6.3.2 心轴的强度计算	126
5.1.1 带传动的组成、工作原理	6.3.3 转轴的强度计算与设计过程	127
及带的类型	6.4 轴毂联结	131
5.1.2 带传动的特点及应用	6.4.1 键联接的类型	131
5.1.3 普通 V 带的结构和规格	6.4.2 普通平键联接的设计过程	133
5.1.4 V 带轮的材料和结构	6.4.3 花键联接	135
5.2 带传动的工作原理	6.4.4 轴上零件周向固定的其他	
5.2.1 带的受力分析	方法	136
5.2.2 带的应力分析	习题	137
5.2.3 单根 V 带的额定功率	第 7 章 轴承	139
5.3 普通 V 带传动设计计算	7.1 滑动轴承	139
5.4 带传动的张紧与安装维护	7.1.1 滑动轴承的分类	139
5.4.1 带传动的张紧装置	7.1.2 滑动轴承的结构和材料	140
5.4.2 带传动的安装与维护	7.1.3 径向非液体摩擦滑动轴承	
5.5 链传动	的条件性计算	143
5.5.1 链传动的组成、类型、特点	7.2 滚动轴承的结构、类型和代号	144

7.2.1 滚动轴承的结构.....	144	9.3 螺纹联接件与螺纹联接	187
7.2.2 滚动轴承的材料.....	144	9.3.1 螺纹联接件	187
7.2.3 常用滚动轴承的类型和类型 选择.....	145	9.3.2 螺纹联接的基本类型	190
7.2.4 滚动轴承的代号.....	146	9.3.3 螺纹联接的拧紧和防松	191
7.2.5 滚动轴承的设计要点.....	148	9.4 螺纹联接的强度计算	193
7.3 滚动轴承的承载能力计算	148	9.4.1 受剪切和挤压螺栓的强度 计算	193
7.3.1 滚动轴承的失效形式.....	148	9.4.2 受拉螺栓的强度计算	194
7.3.2 6个基本概念.....	148	9.4.3 螺栓的材料和许用应力	197
7.3.3 三个基本计算.....	149	9.4.4 简单螺栓组联接的强度计算.....	199
7.3.4 两个设计准则.....	152	习题	201
7.4 滚动轴承的组合设计	153	第 10 章 平面机构的运动简图和 自由度	206
7.4.1 轴系的固定.....	153	10.1 平面机构的运动简图	206
7.4.2 滚动轴承的配合.....	154	10.1.1 构件的自由度	206
7.4.3 滚动轴承组合结构的调整.....	155	10.1.2 运动副的分类及其表示 方法	206
7.4.4 滚动轴承的装拆.....	155	10.1.3 构件的分类及其表示方法	208
7.4.5 滚动轴承的润滑.....	156	10.1.4 平面机构的运动简图	209
7.4.6 滚动轴承的密封.....	157	10.2 平面机构具有确定运动的条件	210
习题	160	10.2.1 平面机构的自由度	210
第 8 章 联轴器和离合器.....	168	10.2.2 机构具有确定运动的条件	211
8.1 常用联轴器	168	10.2.3 计算平面机构自由度时 应注意的事项	212
8.1.1 联轴器的类型.....	168	习题	216
8.1.2 联轴器的标记.....	174	第 11 章 平面连杆机构.....	218
8.1.3 联轴器的选择.....	175	11.1 铰链四杆机构	218
8.2 离合器简介	177	11.1.1 铰链四杆机构的类型及 应用	218
8.2.1 常用离合器.....	177	11.1.2 铰链四杆机构类型的判别	221
8.2.2 离合器的选择.....	180	11.2 具有一个移动副的平面四杆机构	222
习题	180	11.2.1 曲柄滑块机构	222
第 9 章 螺纹联接.....	183	11.2.2 导杆机构	223
9.1 螺纹的形成及主要参数	183	11.3 偏心轮机构和平面多杆机构	225
9.1.1 螺纹的形成.....	183	11.3.1 偏心轮机构	225
9.1.2 螺纹的分类.....	184	11.3.2 平面多杆机构	225
9.1.3 螺纹的主要参数.....	184	11.4 平面四杆机构的运动特性	226
9.2 螺纹的效率和自锁	186		
9.2.1 螺纹的效率和自锁.....	186		
9.2.2 影响效率和自锁性能的几何 因素.....	186		

11.4.1 曲柄摇杆机构的运动特性.....	226	13.2.2 槽轮的槽数和拨盘的圆销数	254
11.4.2 曲柄滑块机构的运动特性.....	228	习题	255
11.4.3 曲柄摆动导杆机构的运动特性.....	229	第 14 章 弹簧	256
11.5 平面四杆机构的图解法设计	230	14.1 弹簧的功用、类型和材料	256
11.5.1 按给定的连杆长度和位置设计平面四杆机构.....	230	14.1.1 弹簧的功用	256
11.5.2 按给定的行程速度变化系数设计平面四杆机构.....	231	14.1.2 弹簧的类型	256
习题	233	14.1.3 常用的弹簧材料及许用应力	258
第 12 章 凸轮机构	235	14.2 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的结构和制造	259
12.1 凸轮机构的应用和分类	235	14.2.1 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的结构	259
12.1.1 凸轮机构的组成、特点和应用.....	235	14.2.2 圆柱螺旋弹簧的制造	260
12.1.2 凸轮机构的分类.....	236	14.3 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计	261
12.2 从动件的常用运动规律	237	14.3.1 弹簧的特性曲线	261
12.2.1 几个名词.....	237	14.3.2 应力、变形和稳定性计算	263
12.2.2 等速运动规律.....	238	14.3.3 弹簧的主要参数和几何尺寸计算	265
12.2.3 等加速等减速运动规律.....	239	14.3.4 弹簧的设计计算	266
12.3 用图解法绘制盘形凸轮工作轮廓	240	习题	268
12.3.1 尖顶对心直动从动件盘形凸轮轮廓的绘制.....	241	附录 A 机械零件的常用材料	269
12.3.2 尖顶偏置直动从动件盘形凸轮轮廓的绘制.....	242	A.1 钢.....	269
12.3.3 滚子从动件盘形凸轮轮廓的绘制.....	243	A.1.1 碳素钢.....	269
12.3.4 平底从动件盘形凸轮轮廓的绘制.....	244	A.1.2 合金钢.....	269
12.4 凸轮机构设计中应注意的问题	244	A.1.3 铸钢.....	270
习题	248	A.2 铸铁.....	270
第 13 章 间歇运动机构	250	A.2.1 灰铸铁.....	270
13.1 棘轮机构	250	A.2.2 球墨铸铁.....	270
13.1.1 工作原理及应用.....	250	A.3 铜合金.....	270
13.1.2 棘轮齿面的偏斜角.....	252	A.3.1 黄铜.....	270
13.1.3 主要参数和几何尺寸计算.....	253	A.3.2 青铜.....	271
13.2 槽轮机构	254	A.4 非金属材料.....	271
13.2.1 工作原理及应用.....	254	A.5 复合材料.....	271
		附录 B 钢的常用热处理方法	272
		B.1 退火.....	272
		B.2 正火.....	272

B.3 淬火.....	272	C.3 润滑方式及润滑装置.....	279
B.4 回火.....	273	C.3.1 齿轮传动的润滑.....	279
B.5 表面淬火.....	273	C.3.2 轴承的润滑.....	280
B.6 渗碳.....	273	附录 D 互换性原理简介.....	282
附录 C 润滑油和润滑脂.....	274	D.1 互换性的概念及作用.....	282
C.1 润滑油.....	274	D.2 常用术语.....	282
C.1.1 润滑油的主要性能指标.....	274	D.3 公差与配合的选择.....	284
C.1.2 润滑油的选用.....	275	D.3.1 基准制的选择.....	284
C.2 润滑脂.....	277	D.3.2 标准公差等级和公差带的 选择.....	284
C.2.1 润滑脂的分类.....	277	D.3.3 配合的选择.....	285
C.2.2 润滑脂主要性能指标.....	278	参考文献.....	296
C.2.3 润滑脂的选用.....	278		

第1章 绪 论

教学提示：初步介绍机械设计基础课程研究的内容和机械零件设计的基本要求。

教学要求：掌握构件、零件、机构、机器、机械等名词的含义及机械零件的工作能力计算准则。

1.1 机器的组成

在人们的生产和生活中，广泛使用着各种机器。机器可以减轻或代替人的体力劳动，并大大提高劳动生产率和产品质量。随着科学技术的发展，生产的机械化和自动化已经成为衡量一个国家社会生产力发展水平的重要标志之一。

1.1.1 几个常用术语

1. 机器、机构、机械

尽管机器的用途和性能千差万别，但它们的组成却有共同之处，总的来说机器有三个共同的特征：① 都是一种人为的实物组合；② 各部分形成运动单元，各运动单元之间具有确定的相对运动；③ 能实现能量转换或完成有用的机械功。同时具备这三个特征的称为机器，仅具备前两个特征的称为机构。若抛开其在做功和转换能量方面所起的作用，仅从结构和运动观点来看两者并无差别，因此，工程上把机器和机构统称为“机械”。

以单缸内燃机(如图 1.1 所示)为例，它是由气缸体 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、连杆 5、曲轴 6、凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 和齿轮 10 等组成。通过燃气在气缸内的进气—压缩—爆燃—排气过程，使其燃烧的热能转变为曲轴转动的机械能。

单缸内燃机作为一台机器，是由连杆机构、凸轮机构和齿轮机构组成的。由气缸体、活塞、连杆、曲轴组成的连杆机构，把燃气推动的活塞往复运动，经连杆转变为曲轴的连续转动；气缸体、齿轮 9 和 10 组成的齿轮机构将曲轴的转动传递给凸轮轴；而由凸轮、顶杆、气缸体组成的凸轮机构又将凸轮轴的转动变换为顶杆的直线往复运动，进而保证进、排气阀有规律的启闭。可见，机器由机构组成，简单的机器也可只有一个机构。

2. 构件、零件、部件

组成机器的运动单元称为构件；组成机器的制造单元称为零件。构件可以是单一的零件，也可以由刚性组合在一起的几个零件组成。如图 1.1 所示中的齿轮既是零件又是构件；而连杆则是由连杆体、连杆盖、螺栓及螺母几个零件组成，这些零件形成一个整体而进行运动，所以称为一个构件，如图 1.2 所示。

在机械中还把为完成同一使命、彼此协同工作的一系列零件或构件所组成的组合体称为部件，如滚动轴承、联轴器、减速器等。

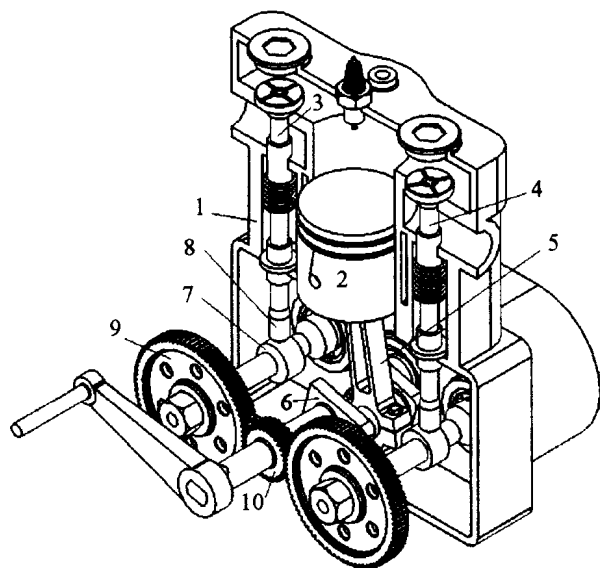


图 1.1 单缸内燃机

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

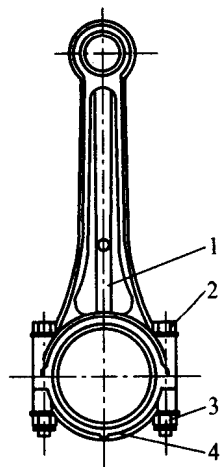


图 1.2 连杆

- 1—连杆体 2—螺栓
3—螺母 4—连杆盖

随着近代科学技术的发展,人类应用新知识和新技术不断创造出各种新型的机器,因此“机器”也有了新的含义。更广泛意义上的机器定义是:一种用来转换或传递能量、物料和信息的,能执行机械运动的装置。

1.1.2 机器的基本组成部分

一部完整的机器就其基本组成来讲,一般都有下列三个主要部分:原动机、工作机和传动装置。

1) 原动机

原动机是驱动整个机器完成预定功能的动力源。常用的有电动机(交流和直流)、内燃机等。

2) 工作机

工作机是机器中具体完成工作任务的部分。其运动形式及运动和动力参数依据机器的用途不同而不同,执行构件有的做直线运动,有的做回转运动或间歇运动等。

3) 传动装置

传动装置是机器中介于原动机和工作机之间,用来实现减速、增速、调速、改变运动形式或方位,从而使原动机传递过来的运动和动力满足工作机的各种要求。

1.2 机械设计基础研究的内容

通过对机器的组成分析可知,传动装置是机械中的重要组成部分之一,用以传递运动和动力,以机械传动应用最广。机械传动通常由各种机构和各种零件组成。

常用机构有连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、齿轮机构等。零件可分为通用零件和专用零件两类。通用零件是在各种机器中都经常使用的零件,如带、带轮、链轮、链条、螺栓、键、轴、齿轮等;专用零件是仅在特定类型机器中使用的零件,如内燃机中的活塞、曲轴等。

机械设计基础研究的对象为机械中的常用机构及一般工作条件下和常用参数范围内的通用零、部件,研究其工作原理、结构特点、运动和动力性能、基本设计理论、计算方法以及一些标准零件、部件的选用和维护。

1.3 机械设计基础课程在教学中的地位

机械设计基础是高等学校培养机械工程及相关专业学生初步掌握设计机器能力的一门技术基础课程。具有很强的理论性和实践性,是机械类及近机械类专业的主干课程之一,其先修课程为机械制图、理论力学、材料力学、工程材料以及金属工艺学等有关课程。机械设计基础在教学中具有承上启下的作用,是机械工程师及机械管理工程师的必修课程。

通过本课程的学习,可以使學生获得正确使用和维护机械设备的基本知识,培养学生初步具备运用标准、规范、手册和图册等有关技术资料的能力,具备设计简单机械传动装置的能力,为学习相关专业机械设备课程以及参与技术革新奠定必要的基础。

1.4 机械零件设计的基本要求

机械设计包括以下两种设计:①应用新技术、新方法开发创造新机械;②在原有机械的基础上重新设计或进行局部改革,从而改变或提高原有机械的性能。机械设计质量的高低直接关系到机械产品的性能、价格及经济效益。

机械零件是组成机器的基本单元,零件工作可靠,并且成本低廉是设计机械零件应满足的基本要求。

机械零件必须具有相应的工作能力,才能工作可靠,零件的工作能力是指零件在一定的工作条件下不失效的最大能力。对载荷而言,称为承载能力。失效是指零件由于某些原因不能正常工作。只有每个零件都能可靠地工作,才能保证机器的正常运行。因此,在设计时需要分析零件可能发生的失效形式,找出失效的原因,提出防止或减轻失效的措施,根据不同的失效形式提出不同的计算准则。

要想降低机械零件的制造成本,必须从设计和制造两方面着手,设计时应正确选择材料,合理规定公差等级,保证零件具有良好的加工工艺性和装配工艺性,以及尽量采用标准化设计。

1.5 标 准 化

在机械设计中有很多零件使用范围很广泛,但在具体设计时随着工作条件的不同,在材料、尺寸、结构等方面的选择也各不相同,这种情况则可对其某些基本参数规定标准的

系列化数列,如齿轮的模数等。因此,在设计时一定要将计算结果依据标准,圆整成相应的标准值。此外,还有不少通用零、部件,例如螺纹联接件、滚动轴承等,由于应用范围广、用量大,已经高度标准化而成为标准零、部件,其标准化和系列化使设计者无需重复设计,设计时只需根据设计手册或产品目录,选定型号和尺寸,向专业商店或工厂订购即可。

按标准生产的零件称为标准件。标准化、系列化给机械制造带来诸多好处:

- (1) 由专门化工厂大量生产标准件,能保证质量、节约材料、降低成本;
- (2) 选用标准件可以简化设计工作,缩短产品的生产周期;
- (3) 选用参数标准化的零件,在机械制造过程中可以减少刀具和量具的数量;
- (4) 具有互换性,从而简化机器的安装和维修。

我国现行标准分为国家标准(GB)、行业标准和专业标准等,国际上则推行国际标准化组织(ISO)的标准,我国也正在逐步向 ISO 标准靠近。