



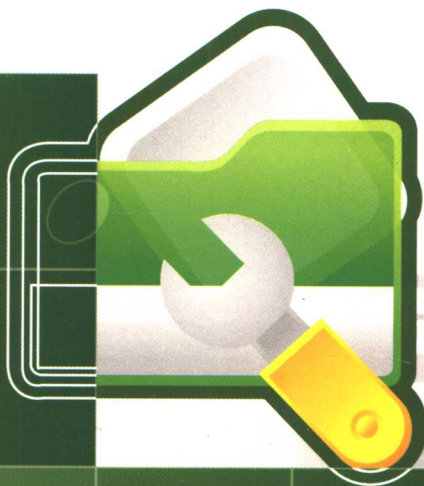
21st CENTURY

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

主 编	郑 江	许 瑛
副主编	陈迎春	张永清 李 静
主 审	胡如夫	

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

主 编	郑 江	许 瑛	
副主编	陈迎春	张永清	李 静
参 编	柳建安	张秀花	王保卫
	梁永生	吕 宏	吴 晖
主 审	胡如夫		

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

本书是在教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”指导下的研究成果,是《21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》之一。

本书主要介绍机械设计的基本知识、基本理论和基本方法,并根据教育部课程教学改革指南的精神,适度扩展一些新内容。教材的主要内容包括第 1 篇,机械设计总论(第 1 章至第 2 章);第 2 篇,机械设计中的联结(第 3 章至第 4 章);第 3 篇,机械传动设计(第 5 章至第 10 章);第 4 篇,机械设计中的轴系设计(第 11 章至第 14 章);第 5 篇,其他零部件结构及设计(第 15 章至第 16 章)等 5 篇的内容。本书论述重点是各种机械传动和通用零部件的工作原理、基本结构、载荷和应力状况、损伤和失效形式及其分析、材料和主要参数的选择、承载能力的计算、各种机械传动的比较、适用场所及合理选择等。

本书可供高等学校(包括函授、夜大学和成人教育)机械工程专业师生使用,亦可供机械工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/郑江,许瑛主编.—北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2006.8

(21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材)

ISBN 7-5038-4448-5

I. 机… II. ①郑… ②许… 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 076877 号

书 名: 机械设计

著作责任者: 郑 江 许 瑛 主编

策 划 编 辑: 李昱涛

责 任 编 辑: 郭穗娟 郑铁志

标 准 书 号: ISBN 7-5038-4448-5

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: 涿州市星河印刷有限公司

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 23.5 印张 539 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 33.00 元

《21 世纪全国应用型本科火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

*殷国富教授:现为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一系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社和中国林业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大决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本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

为顺应教学改革潮流,有针对性地满足社会对多规格人才培养的需求,北京大学出版社于 2005 年 7 月在青岛召开了《21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》编写会议。本书就是根据这次会议的精神和会议上制定的教材编写大纲编写的。

本教材是在教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”和“工程制图与机械基础系列课程改革研究报告”指导下的研究成果,是 21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材。

随着机械产品设计逐渐向高速化、高效化、精密化和智能化方向发展,为了使学生在未来的工作中能够设计出性能优良、在国际市场上具有竞争力的产品,必须从机械设计系列课程体系改革的总体目标出发,改革原有的教材体系。本书正是为了适应这一需要而编写的。

本教材编写指导思想是贯彻教育部关于面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革指示精神,和高等学校工科机械原理与设计教学指导小组关于《机械设计课程教学改革指南》文件精神,结合落实《高等工业学校机械设计课程教学基本要求》,以培养学生工程实践能力、综合机械设计能力和创新能力为核心,以机械产品创新过程为主线,更新教学内容,优化课程体系,加强课程内容之间在逻辑和结构上的联系与综合。原国家教委高等学校工科机械原理与设计课程教学指导小组于 1998 年 2 月提出《机械设计课程教学改革指南(讨论稿)》,其中要求适当扩大机械设计课程的教学内容,要阐述机械设计的共性规律和基本方法,可淡化理论演绎、简化公式推导,不作繁琐分析等。根据此精神,本教材删除了繁杂陈旧并与其他课程内容孤立割裂的旧理论和旧方法,增加反映现代科学技术发展的新内容,对教材内容进行重组、整合和整体优化,使整个教材以提高学生机械设计能力和创新能力为主线,以加强工程实践教育为核心,以机械设计与创新过程为重点,建立新的教材模式和体系。教材既注重了每章内容的工程背景材料,又兼顾了各章内容之间的综合及其工程应用分析,并引入了大量的工程实例。全书各章之后都安排了一节工程应用的内容,每篇之后,还安排了一章综合应用的内容,如在第 3 篇机械传动设计内容的最后一章增加了机械传动方案综合分析与工程应用一章的内容,从而使课程内容更具有实用性,形成一个以培养学生工程实践和创新能力为目标的课程,充分体现了系统分析和综合设计能力培养的宗旨,突出创新设计和总体方案设计能力的培养。

本教材主要介绍机械设计的基本知识、基本理论和基本方法。为了克服传统教材内容“多、杂、散”的弊病,使教材整体内容更具有系统性,使学生建立机械设计的总体概念,按照机械设计的一般规律,将教材主要内容规划为 5 篇 16 章。第 1 篇,机械设计总论(第 1~2 章),使学生建立机械设计的总体概念,使后续内容的学习有了明确的目标;第 2 篇,机械设计中的联接(第 3~4 章),主要论述机械设计中的有关联接的共性问题;第 3 篇,机械传动设计(第 5~10 章),论述各种机械传动的特性和设计要点,重点解决机械传动方案设计问题;第 4 篇,机械设计中的轴系设计(第 11~14 章),综合论述了与轴系零部件及结

构有关的共性问题；第 5 篇，其他零部件结构及设计(第 15~16 章)，论述了学生在机械设计中经常遇到的箱体、导轨和铰链结构问题。本教材论述重点是各种机械传动和通用零部件的工作原理、基本结构、载荷和应力状况、损伤及失效形式及其分析、材料和主要参数的选择、承载能力的计算、各种机械传动的比较、适用场所及合理选择等。

参加本教材编写的有：中北大学郑江(第 1 章、第 10 章)、南昌航空工业学院许瑛(第 12 章)、安徽农业大学陈迎春(第 4 章)、河北建筑工程学院张永清(第 5 章、第 11 章)、河北农业大学李静(第 8 章)、中南林业科技大学柳建安(第 2 章、第 13 章)、河北农业大学张秀花(第 3 章)、鲁东大学王保卫(第 6 章、第 7 章)、河北建筑工程学院梁永生(第 9 章)、东北林业大学吕宏(第 15 章)、南昌航空工业学院吴晖(第 14 章、第 16 章)。郑江、许瑛担任主编，陈迎春、张永清、李静担任副主编。全书由宁波工程学院交通学院院长、浙江省高等学校机械工程专业教学指导委员会委员胡如夫教授担任主审，胡教授对全书进行了认真细致的审阅，并提出了许多宝贵的意见，在此深表感谢。

在教材编写过程中，曾得到许多专家和同行的热情支持，并参考和借鉴了许多国内外公开出版和发表的文献，在此一并致谢。同时还要感谢北京大学出版社和中国林业出版社的领导和有关人员。他们以全力支持教学改革为己任，对本书的编写给予了热情的关注和大力扶持。

本教材的编写是由国内 8 所院校的老师合作完成的，由于是首次合作，难免有考虑不周之处，加之作者水平有限，误漏欠妥之处在所难免，欢迎广大同仁和读者批评指正。

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 篇 机械设计总论	1	2.2.3 变应力作用下的强度约束 条件	19
第 1 章 绪论	1	2.3 机械中的摩擦、磨损和润滑综述	22
1.1 机械设计课程的性质、研究对象 和任务	1	2.3.1 摩擦与磨损	22
1.1.1 机械设计课程的性质	1	2.3.2 润滑	23
1.1.2 机械设计课程的研究对象	2	2.4 机械结构的工艺性	24
1.1.3 机械设计课程的任务	3	2.4.1 设计与加工工艺的关系	24
1.2 机器的构成及其功能结构	3	2.4.2 毛坯件的成形方法	25
1.2.1 机器的一般构成	3	2.4.3 外形加工方法	27
1.2.2 一般机械中的零部件功能 分类	4	2.4.4 装配工艺性	30
1.2.3 机械设计中的联接 (联接、连接)问题	5	小结	33
1.2.4 机械设计中的传动问题	5	习题	33
1.2.5 机械设计中的轴系设计问题	6	第 2 篇 机械设计中的联接	35
1.3 机械设计的一般程序	7	第 3 章 轴毂联接	35
1.3.1 现代机械设计的特点	7	3.1 键联接	36
1.3.2 机械设计的创新与优化	8	3.1.1 平键联接	36
1.3.3 机械设计的经济性问题	10	3.1.2 半圆键联接	37
1.3.4 机械设计中的可持续 发展问题	10	3.1.3 楔键联接	37
1.3.5 机械设计的一般程序	11	3.1.4 切向键联接	37
小结	14	3.1.5 键联接的类型选择 和强度计算	38
习题	14	3.2 花键联接	41
第 2 章 机械设计中的综合约束条件	15	3.2.1 花键联接的类型和特点	41
2.1 概述	15	3.2.2 花键联接的设计	42
2.1.1 技术性能约束条件	15	3.3 销联接的类型及应用	43
2.1.2 标准化约束条件	16	小结	45
2.1.3 可靠性约束条件	16	习题	45
2.1.4 安全性约束条件	17	第 4 章 螺纹联接	47
2.2 机械设计中的强度约束条件	17	4.1 螺纹的主要参数及类型	47
2.2.1 载荷与应力的分类	17	4.1.1 螺纹的主要参数	47
2.2.2 静应力作用下的强度约束 条件	19	4.1.2 螺纹的类型	47
		4.2 螺纹联接的类型及螺纹联接件	49
		4.2.1 螺纹联接的主要类型	49

4.2.2 螺纹联接件	51	5.4 螺旋传动设计作业及工程应用	80
4.3 螺纹联接的预紧和防松	51	5.4.1 螺旋传动工程应用实例	80
4.3.1 螺纹联接的预紧	51	5.4.2 螺旋传动设计作业	83
4.3.2 螺纹联接的防松	52	小结	85
4.4 单个螺栓联接的强度计算	53	习题	85
4.4.1 受拉螺栓联接的强度计算	54	第 6 章 带传动	87
4.4.2 受剪螺栓联接的强度计算	59	6.1 带传动的类型、特点及应用	87
4.4.3 螺纹联接的常用材料		6.1.1 带传动的类型与结构	87
与许用应力	59	6.1.2 带传动的特点	90
4.5 螺栓组联接的设计与受力分析	61	6.2 带传动工作情况分析	90
4.5.1 受轴向载荷 F_x 的螺栓组		6.2.1 带传动的受力分析	90
联接	61	6.2.2 带传动的应力分析	92
4.5.2 受横向载荷 F_x 的螺栓组		6.2.3 带的弹性滑动与打滑	93
联接	61	6.3 V 带传动的设计计算	95
4.5.3 受横向力矩 T 的螺栓组		6.3.1 V 带传动的失效形式	
联接	63	和设计准则	95
4.5.4 受翻转力矩 M 的螺栓组		6.3.2 V 带传动的设计步骤	95
联接	64	6.4 V 带轮的设计	103
4.5.5 螺栓组联接的工程应用	65	6.4.1 V 带轮的设计基本要求	103
4.6 提高螺栓联接强度的措施	67	6.4.2 V 带轮的材料	103
小结	69	6.4.3 V 带轮的结构尺寸	104
习题	70	6.5 V 带轮传动的张紧方式	106
第 3 篇 机械传动设计	72	6.5.1 定期张紧	106
第 5 章 螺旋传动	72	6.5.2 自动张紧	106
5.1 螺旋传动的类型、特点及应用	72	6.5.3 张紧轮张紧	106
5.1.1 螺旋传动的类型	72	6.6 其他带传动简介	107
5.1.2 螺旋传动的特点及应用	73	6.6.1 高速带传动	107
5.2 螺旋传动的设计计算	74	6.6.2 同步带传动	107
5.2.1 螺旋传动的效率与自锁	74	小结	110
5.2.2 滑动螺旋副的结构与材料	74	习题	110
5.2.3 滑动螺旋副的耐磨性计算	76	第 7 章 链传动	111
5.2.4 滑动螺旋副的强度计算	77	7.1 链传动的类型、特点及应用	111
5.2.5 受压螺杆的稳定性计算	78	7.1.1 套筒滚子链的结构和规格	111
5.2.6 螺杆的刚度计算	78	7.1.2 链轮的结构	114
5.3 其他螺旋传动简介	79	7.2 链传动的运动分析和受力分析	115
5.3.1 滚动螺旋传动简介	79	7.2.1 链传动的运动分析	115
5.3.2 静压螺旋传动简介	79	7.2.2 链传动的受力分析	117

7.3 套筒滚子链的设计计算.....118	8.8.1 齿轮传动的效率..... 169
7.3.1 套筒滚子链传动的设计	8.8.2 齿轮传动的润滑..... 170
约束分析118	8.9 其他齿轮传动简介 171
7.3.2 套筒滚子链传动的设计.....120	8.9.1 圆弧齿轮传动简介..... 171
7.4 链传动的润滑与布置.....122	8.9.2 曲线齿圆锥齿轮传动简介..... 172
7.4.1 链传动的润滑122	小结 173
7.4.2 链传动的布置与张紧123	习题 174
小结126	
习题126	
第 8 章 齿轮传动127	第 9 章 蜗杆传动 178
8.1 齿轮失效形式及设计准则.....127	9.1 蜗杆传动的材料和失效形式 178
8.1.1 齿轮的工作条件	9.1.1 蜗杆传动的材料..... 178
与齿面硬度127	9.1.2 蜗杆传动的失效形式..... 179
8.1.2 齿轮失效形式及设计准则.....128	9.1.3 蜗杆传动的结构设计..... 179
8.2 齿轮材料及热处理.....130	9.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及
8.2.1 齿轮材料及其选用130	几何尺寸计算 180
8.2.2 齿轮的热处理131	9.2.1 普通圆柱蜗杆传动的
8.3 直齿圆柱齿轮传动的受力分析	主要参数及其选择..... 180
和计算载荷133	9.2.2 蜗杆传动的几何尺寸计算..... 183
8.3.1 轮齿的受力分析133	9.3 蜗杆传动的受力分析和强度计算..... 184
8.3.2 计算载荷134	9.3.1 受力分析 184
8.4 直齿圆柱齿轮传动强度计算.....137	9.3.2 强度计算 185
8.4.1 直齿圆柱齿轮传动的	9.3.3 刚度计算 189
齿面接触强度计算138	9.3.4 普通圆柱蜗杆传动的精度
8.4.2 直齿圆柱齿轮传动的	等级及其选择..... 189
齿根弯曲强度计算142	9.4 蜗杆传动的效率、润滑和热
8.5 斜齿圆柱齿轮传动强度计算特点.....151	平衡计算 190
8.5.1 轮齿上的作用力151	9.4.1 蜗杆传动的效率和润滑..... 190
8.5.2 强度计算153	9.4.2 蜗杆传动的热平衡计算..... 191
8.6 直齿圆锥齿轮的传动强度	9.5 蜗杆传动工程应用..... 192
计算特点161	小结 195
8.6.1 齿轮的受力分析162	习题 196
8.6.2 强度计算163	
8.7 齿轮的结构设计.....167	第 10 章 机械传动方案综合分析
8.7.1 齿轮轴167	与工程应用 198
8.7.2 腹板式齿轮和实心式齿轮.....167	10.1 机械传动系统设计 198
8.7.3 轮辐式齿轮168	10.1.1 各种机械传动主要性能
8.8 齿轮传动的效率与润滑.....169	的比较分析 198
	10.1.2 摩擦传动与啮合传动的
	比较 200

10.1.3 选择机械传动的一般原则.....201	11.7.1 流体动力润滑的基本 方程..... 242
10.1.4 机械传动系统的设计过程.....202	11.7.2 向心滑动轴承形成液体 动力润滑的过程..... 244
10.2 机械传动工程应用实例.....209	11.7.3 液体动力润滑向心滑动 轴承设计步骤..... 251
10.2.1 机械传动系统设计实例 分析.....209	11.8 其他轴承简介..... 253
10.2.2 机械设计课程设计题目 综合.....216	11.8.1 多油楔轴承简介..... 253
小结.....220	11.8.2 静压轴承与空气轴承 简介..... 254
习题.....220	小结..... 255
第 4 篇 机械设计中的轴系设计.....223	习题..... 255
第 11 章 滑动轴承.....223	第 12 章 滚动轴承..... 256
11.1 机械设计中的摩擦、磨损和润滑.....223	12.1 概述..... 256
11.1.1 机械中的摩擦.....223	12.2 滚动轴承的类型代号及选择..... 257
11.1.2 机械中的磨损.....225	12.2.1 滚动轴承的类型特点..... 257
11.1.3 机械中的润滑.....226	12.2.2 滚动轴承的代号..... 260
11.2 滑动轴承概述.....227	12.2.3 滚动轴承类型的选择..... 263
11.2.1 滑动轴承的特点与分类.....227	12.3 滚动轴承的失效形式和计算准则... 264
11.2.2 滑动轴承的设计内容.....228	12.3.1 滚动轴承工作时的载荷 分布..... 264
11.2.3 滑动轴承的摩擦 润滑状态.....228	12.3.2 滚动轴承的失效形式 及计算准则..... 265
11.3 滑动轴承的结构形式.....229	12.4 滚动轴承的选择计算..... 266
11.3.1 向心滑动轴承.....229	12.4.1 滚动轴承的基本额定 寿命和基本额定动载荷..... 266
11.3.2 推力滑动轴承.....230	12.4.2 滚动轴承的寿命计算 公式..... 266
11.4 滑动轴承的材料.....230	12.4.3 滚动轴承的当量动载荷 计算..... 267
11.4.1 轴瓦对材料的性能要求.....230	12.4.4 角接触球轴承和圆锥滚子 轴承轴向载荷 F_A 的计算... 269
11.4.2 滑动轴承的材料.....231	12.4.5 同一支点成对安装同 型号向心角接触轴承的 计算特点..... 273
11.4.3 轴瓦的结构.....233	12.5 滚动轴承的静载荷计算..... 274
11.5 滑动轴承的润滑剂和润滑装置.....234	12.5.1 极限转速校核..... 274
11.5.1 润滑剂及其性能指标.....234	12.5.2 静强度校核..... 274
11.5.2 润滑剂的选择.....236	
11.5.3 润滑方法.....238	
11.6 不完全液体摩擦滑动轴承的计算.....240	
11.6.1 向心滑动轴承.....240	
11.6.2 推力滑动轴承.....241	
11.7 液体动力润滑向心滑动轴承 设计计算.....242	

12.6 滚动轴承的组合设计.....276	14.2.2 常用刚性联轴器简介..... 316
12.6.1 支承结构形式及其选择.....276	14.3 挠性联轴器..... 317
12.6.2 滚动轴承的固定.....277	14.3.1 无弹性元件挠性联轴器..... 317
12.6.3 滚动轴承组合的调整.....278	14.3.2 金属弹性元件挠性 联轴器..... 319
12.6.4 提高轴系的支承刚度.....279	14.3.3 非金属弹性元件 挠性联轴器..... 320
12.6.5 滚动轴承的配合.....280	14.4 常用离合器的类型及应用..... 322
12.6.6 滚动轴承的润滑.....281	14.4.1 牙嵌离合器..... 322
12.6.7 滚动轴承的密封.....282	14.4.2 圆盘摩擦离合器..... 323
小结.....283	14.4.3 安全离合器..... 324
习题.....284	14.5 联轴器与离合器的选择..... 324
第 13 章 轴287	14.5.1 联轴器的选择..... 324
13.1 轴的类型、材料和设计准则.....287	14.5.2 离合器的选择..... 326
13.1.1 轴的类型与功用.....287	小结..... 327
13.1.2 轴的材料及其选择.....288	习题..... 327
13.1.3 轴的设计准则与步骤.....290	第 5 篇 其他零部件结构及设计 328
13.2 轴系结构组合设计与工程应用.....292	第 15 章 弹簧 328
13.2.1 轴的结构设计要求.....292	15.1 弹簧的功用与类型..... 328
13.2.2 滚动轴承与轴的组合 设计.....292	15.1.1 弹簧的功用..... 328
13.2.3 轴系结构组合设计实例.....299	15.1.2 弹簧的类型..... 328
13.3 轴的强度计算.....301	15.2 弹簧的材料与制造..... 329
13.3.1 按扭转强度计算.....301	15.2.1 弹簧的材料及许用应力..... 329
13.3.2 按弯扭组合强度计算.....302	15.2.2 弹簧的制造..... 331
13.3.3 按疲劳强度安全系数 计算.....302	15.3 圆柱形螺旋压缩、拉伸弹簧的 应力分析..... 331
13.4 轴的其他项目计算.....307	15.3.1 弹簧的应力..... 331
13.4.1 轴的刚度计算.....307	15.3.2 弹簧的变形..... 332
13.4.2 轴的临界转速计算.....308	15.4 圆柱形螺旋压缩、拉伸弹簧 的设计..... 333
小结.....313	15.4.1 弹簧的结构与几何尺寸..... 333
习题.....313	15.4.2 弹簧的设计计算..... 335
第 14 章 联轴器与离合器314	15.5 其他弹簧简介..... 337
14.1 联轴器与离合器的分类和应用.....314	15.5.1 圆柱螺旋扭转弹簧..... 337
14.1.1 联轴器与离合器的分类.....314	15.5.2 蝶形弹簧..... 337
14.1.2 联轴器和离合器计算转矩 的确定.....315	小结..... 338
14.2 刚性联轴器.....315	习题..... 339
14.2.1 刚性联轴器的特点.....315	

第 16 章 箱体、导轨与铰链	340	16.2.2 导轨设计基本要求	346
16.1 箱体	340	16.2.3 滑动导轨设计	346
16.1.1 箱体的主要功能	340	16.2.4 滚动导轨设计简介	351
16.1.2 箱体设计应考虑的主要 问题	340	16.3 铰链	354
16.1.3 箱体毛坯的选择	341	16.3.1 铰链的功能	354
16.1.4 箱体结构主要参数设计	342	16.3.2 铰链设计基本要求	354
16.1.5 典型箱体结构	345	16.3.3 铰链常见结构	355
16.2 导轨	345	小结	357
16.2.1 导轨的功能	345	习题	357
		参考文献	358

第1篇 机械设计总论

本篇(第1~2章)论述了机械设计课程的教学内容总纲,机械设计的基本知识和一些共性问题。学习以后各章时,将会经常用到它们。所以切实学好本篇内容,对学好这门课程有着十分重要的意义。

第1章 绪 论

教学提示:机械设计课程是一门综合运用各种先修课程(如数学、物理学、材料力学、理论力学、金属工艺、机械制图、机械原理等)的基础理论和实践性质的设计性技术基础理论,进行机械设计的主干课程。学生刚接触到这门课程时,可能会感到与以往学习的理论性课程有很大的差别,主要体现在本课程的结构体系没有一般理论性课程那么严密,内容多、杂、散,理论性不强;加上许多问题的解答不唯一,不同的新理论、新技术、新材料、新工艺以及新的市场信息都将使答案发生变化。所以学习本课程时,让学生及时明确这门课程的性质和特点,掌握一定的学习方法,以尽快适应本课程的学习,将显得特别重要。本章是机械设计课程的序言,又是本课程的总纲。因而它的内容要贯穿全课程的始末,并涉及本课程的前后关联。所以学好本章内容,对于了解和把握全部课程内容及作好学习思想准备等,是至关重要的。

教学要求:了解本课程的性质、任务及学习方法,机器的构成及其功能结构,机械设计的一般程序,方案设计、技术设计的主要内容,机器设计的基本原则,标准化等。

1.1 机械设计课程的性质、研究对象和任务

1.1.1 机械设计课程的性质

随着机械化生产规模的日益扩大,除机械制造部门外,动力、采矿、冶金、石油、化工、土建、轻纺、食品工业等各部门的工程技术人员,都会经常接触到各种类型的通用和专用机械,他们应当了解和掌握一定的机械基础知识。

机械是人类在长期的生产实践中创造出来的重要生产工具。它用来减轻人的劳动强度,改善劳动条件,提高产品质量,提高劳动生产率,帮助人们创造更多的社会财富。尤其现在,在现代化生产中根本离不开机械。机械必将随着生产的不断发展而发展。

机械工业的生产水平是一个国家现代化建设水平的重要标志。因为机器是代替人们体力和部分脑力劳动的工具,机器既能承担人力所不能或不便进行的工作,又能较人工生产改进产品质量,特别是能够大大提高劳动生产率和改善劳动条件。只有使用机器,才能便

于实现产品的标准化、系列化和通用化,尤其是便于实现高度的机械化、电气化和自动化。因此,机械工业肩负着为国民经济各个部门提供装备和促进技术改造的重任。大量地设计制造和广泛采用各种先进的机器,可大大加强促进国民经济发展的力度加速我国的现代化建设。

现代教育的目标是素质教育,而素质教育的核心应该是创新素质教育。作为集中了人们关于机械及装备创新智慧的机械设计的理论与方法,应该是同学们学习创新的理想内容。

机械设计课程是一门综合应用各先修课程(如数学、物理学、材料力学、理论力学、金属工艺、机械制图、机械原理等)的基础理论和实践性质的设计性技术基础课,是机械工程的一门主干课程。是以一般通用零件的设计计算为核心的设计性课程,是一门设计性、综合性和实践性都很强的技术基础课。

关于机械设计的理论与方法是博大精深的,而作为大学本科阶段的一门课程,机械设计课程的主要任务是讲述通用机械零部件的设计以及机械系统设计的基础知识。为了帮助读者对机械设计要考虑的问题有一个综合性的了解,特安排第2章机械设计中的综合约束问题。

1.1.2 机械设计课程的研究对象

人们为了满足生产和生活的需要,设计和制造了类型繁多、功能各异的机器。一个机械系统包含着机械结构系统、驱动动力系统、检测与控制系统,一台完整的机器的组成大致可包括图1.1所示的内容:

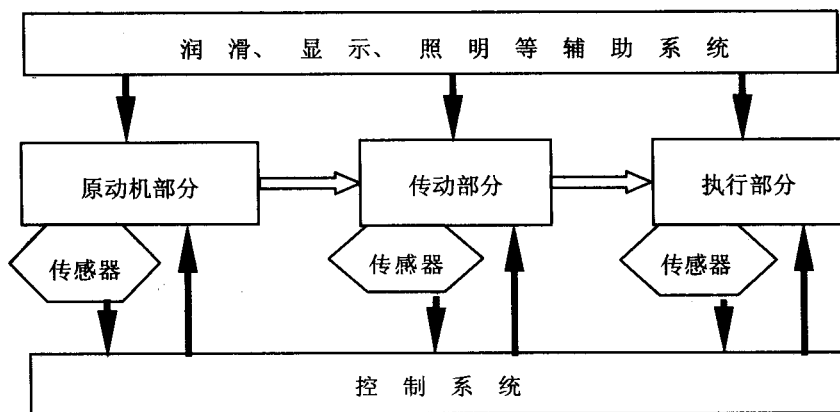


图 1.1 机器的组成

一台机器的机械结构总是由一些机构组成的,每个机构又是由若干零件组成的。有些零件是在各种机器中常用的,称之为通用零件;有些零件只有在特定的机器中才用到,称之为专用零件。

通用零件包括如下几种:

- (1) 传动件: 齿轮、链传动、带传动、蜗杆传动、螺旋传动;
- (2) 轴系零部件: 轴、联轴器、离合器; 滚动轴承、滑动轴承;
- (3) 联接件: 螺栓、键、花键、销; 铆、焊、胶结构件;