

普通高等院校“十三五”规划教材

普通高等院校“十二五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材



顾 问 杨叔子 李培根

机械设计

JIXIE SHEJI

(第三版)

王 为 汪建晓 主编

吴昌林 主审



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



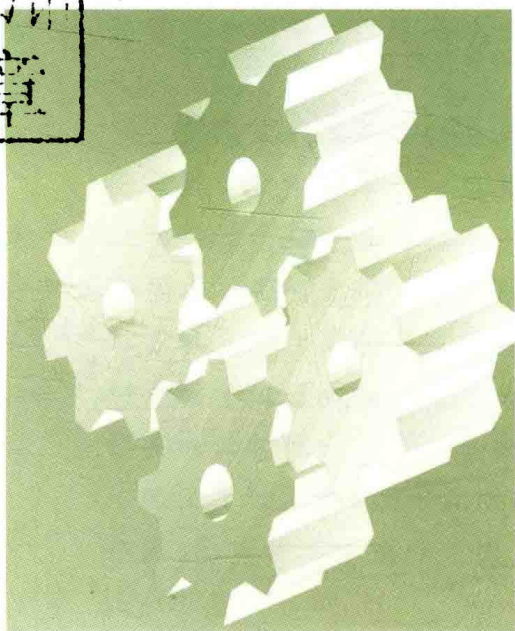
普通高等院校“十三五”规划教材
普通高等院校“十二五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根

机械设计

(第三版)

主 编	王 为	汪建晓	
副主编	吴景华	魏 兵	
编 委	魏春梅	左惟炜	王震国
	邓援超	李玉清	王静平
	陈 玉		
主 审	吴昌林		



图书
名章

华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国 武汉

内 容 提 要

本教材是根据教育部高教司印发的高等学校《机械设计课程教学基本要求(1995年修订版)》和《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》有关文件的精神,为了适应当前教学改革的发展趋势和培养宽口径机械类专业人才的需要而编写的。

全书共分4篇12章:第1篇为机械设计总论(第1章、第2章);第2篇为连接件设计(第3章、第4章);第3篇为机械传动设计(第5章至第7章);第4篇为轴系零部件及弹簧设计(第8章至第12章)。各章后均备有“本章重点、难点和知识拓展”,以及“思考题与习题”。

本教材可作为高等学校机械类各专业的教学用书,也可供近机械类专业的学生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/王为,汪建晓主编. —3版. —武汉:华中科技大学出版社,2017.3
全国高等院校机械类“十三五”规划系列教材
ISBN 978-7-5680-2683-3

I. ①机… II. ①王… ②汪… III. ①机械设计-高等学校-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第055414号

机械设计(第三版)

Jixie Sheji(Di-san Ban)

王 为 汪建晓 主编

责任编辑:张少奇

责任校对:张琳

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913

邮编:430223

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:武汉鑫昶文化有限公司

开本:787mm×960mm 1/16

印张:22.25 插页:2

字数:475千字

版次:2017年3月第3版第1次印刷

定价:45.00元

封面设计:原色设计

责任监印:朱玢



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

普通高等院校“十三五”规划教材
普通高等院校“十二五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

编审委员会

顾问：杨叔子 华中科技大学

李培根 华中科技大学

总主编：吴昌林 华中科技大学

委员：（按姓氏拼音顺序排列）

崔洪斌 河北科技大学

冯浩 景德镇陶瓷大学

高为国 湖南工程学院

郭钟宁 广东工业大学

韩建海 河南科技大学

孔建益 武汉科技大学

李光布 上海师范大学

李军 重庆交通大学

黎秋萍 华中科技大学出版社

刘成俊 重庆科技学院

柳舟通 湖北理工学院

卢道华 江苏科技大学

鲁屏宇 江南大学

梅顺齐 武汉纺织大学

孟远 河南工业大学

芮执元 兰州理工大学

汪建新 内蒙古科技大学

王生泽 东华大学

杨振中 华北水利水电大学

易际明 湖南工程学院

尹明富 天津工业大学

张华 南昌大学

张建钢 武汉纺织大学

赵大兴 湖北工业大学

赵天婵 江汉大学

赵雪松 安徽工程大学

郑清春 天津理工大学

周广林 黑龙江科技大学

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来，已有许多普通院校采用规划教材，就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循，有规可依，有鉴可借，有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内

容不在深浅,能切合学生培养目标,能抓住学生应掌握的要言,能做到彼此呼应、相互配套,就行,此即教材要精、课程要精,能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家,联合了全国几十个应用型机械专业,在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下,保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向,交流了各校的教改经验与教材建设计划,确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的,教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设、特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

前 言

承蒙广大读者的厚爱,本书第二版自问世以来,历经9次重印,已经成为许多院校机械设计课程的首选教材或教学参考书。但因出版时间已久,考虑到国家对培养创新人才的需求,同时为适应和实施国家制定的“十三五”规划,加强应用型本科教育教学质量及教学改革,有必要再作修订。

本次修订在保持原书风格不变的情况下,参照新的国家标准对常用标准作了更新,对部分章节的内容进行了充实,细致严谨地对全书中存在的问题作了更正。

本书的特点是内容全面、精炼,语言阐述准确,由浅入深,易学易懂,实践性强。

参加本书修订的有:王为、汪建晓、魏兵、魏春梅、邓援超、左惟炜。由王为、汪建晓担任主编,吴景华、魏兵担任副主编。

由于编者的水平和时间有限,书中难免存在疏漏之处,敬请同行专家和广大读者给予批评和指正。

编 者

2016年9月

第二版前言

本书是根据教育部新制定的高等学校《机械类专业机械设计课程教学基本要求》、《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知(教高[2003]1号文)》、《教育部关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见(教高[2007]5号文)》等有关文件精神,在总结第一版使用经验的基础上修订而成的。

本书第一版于2007年2月出版,考虑到国家对21世纪培养创新人才的需求,以及适应和实施国家制定的“十二五”规划,加强本科教育教学质量和教学改革,培养自主创新人才的需要,在总结使用该书第一版经验的基础上进行了如下修订工作。

(1) 精选“三基”内容,注重“少而精”的原则,淡化公式的演绎和推导,尽量避免重复,以适应学时减少的需要。

(2) 将部分章节的思考题与习题进行了分类,分设了问答题、设计计算题、实践题等,以突出机械设计在实践中的应用。

(3) 认真负责、细致严谨地对全书进行了勘误,与时俱进地更新了设计标准和规范。

(4) 适当增加了例题和设计实践题。

参加本次修订工作的有:湖北工业大学王为(绪论、第1章、第5章),魏兵(第2章),邓援超(第4章、第11章),魏春梅(第8章),左惟炜(第10章);武汉纺织大学王震国(第3章);佛山科学技术学院汪建晓(第6章);黄石理工学院吴景华(第7章、第12章);安徽工程大学王静平(第9章);黑龙江八一农垦大学李玉清、安徽工程大学陈玉也参加了有关章节的编写及修订工作。

全书由王为、汪建晓担任主编,吴景华、魏兵担任副主编。

由于编者的水平和时间有限,书中难免存在疏漏之处,敬请同行专家及广大读者指正。

编者

2011年7月

第一版前言

本教材是根据国家教育部高教司印发的高等学校《机械设计课程教学基本要求(1995年修订版)》和《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》有关文件的精神,为培养普通应用型大学机械类宽口径专业学生的综合设计能力与创新能力,以适应当前教学改革的需要而编写的。

为了适应普通应用型大学“机械设计制造及自动化”宽口径专业人才培养的需要,适应加强基础、降低重心、减少学时的机械设计教学发展趋势,本书内容以机械设计的基本理论、基本知识、基本技能为基础,注重学生实际应用能力和创新能力的培养,体现了少而精的原则,为了突出重点、强调难点,在每一章之后增加了“重点、难点和知识拓展”小栏目,以加强学习的针对性、避免盲目性,且对必要的知识进行了适当的拓展。

本教材采用最新国家标准及规范。

全书由王为、汪建晓担任主编,吴景华、姚桂玲、魏兵担任副主编。参加编写的有:湖北工业大学王为(绪论、第1章、第5章),湖北教育学院姚桂玲(第2章、第9章),武汉科技学院王震国(第3章),湖北工业大学邓援超(第4章、第11章),佛山科技学院汪建晓(第6章),黄石理工学院吴景华(第7章、第12章),湖北工业大学魏春梅(第8章),北方工业大学王侃(第10章),黑龙江八一农垦大学李玉清也参加了有关编写工作。湖北工业大学王为、魏兵负责全书的统稿工作,华中科技大学吴昌林负责全书主审工作。

在本书的编写过程中,参阅了其他版本的同类教材、相关的技术标准和文献资料等,在此对其编著者表示衷心的感谢!

由于编者的水平和时间所限,误漏之处在所难免。殷切希望广大读者对本书提出批评和改进意见。

编者

2006年8月

目 录

绪论	(1)
思考题与习题	(4)
第 1 篇 机械设计总论	(5)
第 1 章 机械设计概述	(5)
1.1 机械设计的基本要求	(6)
1.2 机械设计的一般程序	(8)
1.3 机械零件的主要失效形式与设计准则	(10)
1.4 机械零件的设计方法与基本原则	(13)
思考题与习题	(17)
第 2 章 机械零件的强度及耐磨性	(18)
2.1 机械零部件设计中的载荷和应力	(19)
2.2 机械零件的疲劳强度	(21)
2.3 机械零件的接触疲劳强度	(28)
2.4 机械零件中的摩擦、磨损和润滑	(30)
本章参考文献	(42)
思考题与习题	(43)
第 2 篇 连接件设计	(44)
第 3 章 螺纹连接和螺旋传动	(44)
3.1 螺纹	(44)
3.2 螺纹连接	(46)
3.3 单个螺栓连接的强度计算	(53)
3.4 螺栓组连接的设计计算	(59)
3.5 螺纹连接件的材料及许用应力	(65)
3.6 提高螺纹连接件强度的措施	(66)
3.7 螺旋传动	(74)
本章参考文献	(78)

思考题与习题	(79)
第4章 键连接及其他连接	(82)
4.1 键连接	(82)
4.2 花键连接	(86)
4.3 销连接	(88)
4.4 无键连接	(89)
本章参考文献	(91)
思考题与习题	(91)
第3篇 机械传动设计	(93)
第5章 带传动与链传动设计	(93)
5.1 概述	(93)
5.2 带传动的理论基础	(98)
5.3 V带传动的设计	(103)
5.4 滚子链链条与链轮	(116)
本章参考文献	(132)
思考题与习题	(132)
第6章 齿轮传动设计	(134)
6.1 概述	(134)
6.2 齿轮传动的失效形式和设计准则	(134)
6.3 齿轮传动的计算载荷	(137)
6.4 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	(141)
6.5 齿轮材料和许用应力	(146)
6.6 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	(155)
6.7 直齿锥齿轮传动的强度计算	(158)
6.8 齿轮传动的设计方法	(162)
6.9 齿轮的结构设计	(173)
6.10 齿轮传动的润滑	(176)
本章参考文献	(178)
思考题与习题	(178)
第7章 蜗杆传动设计	(181)
7.1 概述	(181)
7.2 圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	(185)

7.3 蜗杆传动的失效形式和材料选择	(191)
7.4 圆柱蜗杆传动的强度计算	(193)
7.5 蜗杆传动的效率、润滑及热平衡计算	(199)
7.6 圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	(204)
7.7 圆弧圆柱蜗杆传动简介	(208)
本章参考文献	(211)
思考题与习题	(211)
第 4 篇 轴系零部件及弹簧设计	(214)
第 8 章 轴的设计	(214)
8.1 概述	(214)
8.2 轴的结构设计	(218)
8.3 轴的强度和刚度计算	(225)
8.4 轴的设计举例	(234)
本章参考文献	(242)
思考题与习题	(243)
第 9 章 滑动轴承	(246)
9.1 概述	(246)
9.2 滑动轴承的结构形式	(247)
9.3 轴瓦结构和轴承材料	(251)
9.4 滑动轴承的润滑	(257)
9.5 非液体摩擦滑动轴承的设计计算	(260)
9.6 液体动力润滑径向滑动轴承设计计算	(263)
9.7 其他形式滑动轴承简介	(276)
本章参考文献	(278)
思考题与习题	(279)
第 10 章 滚动轴承	(280)
10.1 概述	(280)
10.2 滚动轴承的类型、代号及其选择	(281)
10.3 滚动轴承的工作情况及计算准则	(286)
10.4 滚动轴承的计算	(288)
10.5 滚动轴承的组合设计	(297)
本章参考文献	(305)

思考题与习题	(305)
第 11 章 联轴器、离合器和制动器	(307)
11.1 联轴器	(307)
11.2 离合器	(314)
11.3 制动器简介	(318)
本章参考文献	(321)
思考题与习题	(322)
第 12 章 弹簧	(323)
12.1 概述	(323)
12.2 圆柱螺旋弹簧的材料、结构及制造	(325)
12.3 圆柱拉、压螺旋弹簧的设计	(331)
本章参考文献	(345)
思考题与习题	(345)

绪 论

引入案例 学习绪论的目的在于了解本课程的特点,在学习中处于主动地位。机械设计是一门具有浓厚的工程设计特色的技术基础课程,它的内容、体系及其学习方法与学生过去所学的课程有明显的区别。通过本课程的学习,读者能较好地掌握机械设计的一般方法和步骤。

机械设计是为了满足机器的某些特定功能要求而进行的创造过程,即应用新的原理或新的概念,开发创造出新的产品,或对现有机器的局部进行创造性的改革。设计能满足人们生产、生活的需要和具有市场竞争力的产品是机械设计的核心任务。

机器是生产与生活中不可缺少的产品,人类已设计、制造出多种多样的机器,如金属切削机床、运输机、电动机、打字机、包装机、轧钢机、汽车、缝纫机、自行车等。从功能和结构上看,这些机器的差异显著,但从机械设计的角度上看,它们却有许多共同的特点。

从功能上看,机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料和信息。凡将其他形式的能量变换成机械能的机器统称为动力机器,如电动机是将电能转变为机械能。凡利用机械能实现能量、物料、信息的变化或传递的机器统称为工作机,如金属切削机床可改变物料外形,运输机可用来传递物料,打字机可变换或传递信息。显然,这些机器完成各自功能依靠的结构是不同的,但从机械设计的角度考虑,这些不同的结构都可以被看作是机器的工作部分或工作机构。不同的机器,功能不同,工作结构也不同。

这些机器在完成它们的功能时,必须通过某种方式给工作机构提供动力,如金属切削机床是利用电动机,汽车是利用发动机,内燃机是利用燃料的燃烧,自行车是利用人的两脚的蹬踏运动。在机械设计中,把机器上为工作机构提供动力的部分称为原动机。

由于机器功能的多种多样,对工作机构的运动与动力的要求也不尽相同。如金属切削机床要求的是转动与直线运动,汽车、自行车要求的是回转运动,起重机要求的是直线运动。原动机主要是提供回转运动。即使工作机构要求的是回转运动,但是在要求的转速范围或扭矩大小方面也可能与原动机提供的不同。这就要求机器中必须具有传动机构,它的功能是改变原动机输出的运动和动力,从运动形式与动力参数上完全满足机器工作机构的要求。传动机构是绝大多数机器中不可缺少的一部分,如金属切削机床的主轴箱、汽车的变速箱和差速器、自行车的链传动等都是机器的传动部分,它们在机器中的

功能是相同的。由此可知,机器的传动部分在组成与结构等方面具有某些共同的特点。

上述的工作机构、原动机和传动机构构成了机器的核心。但若要使机器能正常地工作还需要一些辅助系统,如显示系统、检测系统、润滑系统和控制系统等。计算机技术和数控技术的广泛应用,显著地提高了机器的性能。如数控车床中主轴的回转运动和刀架的直线运动的数字控制,实现了加工自动化,提高了加工质量和生产效率。现代机械产品实现了机、电、液、检测、控制等的有机结合。

通过分析、观察机器的机械系统会发现,它们都是由一些机构组成的,如自行车是由前后轮、车架、脚踏板和链传动装置等组成,而机构又是由一些机械零件组成的,如自行车的链传动装置是由两个链轮和链条组成。因此,构成机器的基本要素是机械零件。

从运动的角度看,机构中的构件是实现运动的基本单元,它是由一个或多个无相对运动的零件固结而成的。从制造的角度看,机器的基本组成要素是零件,零件是制造单元,如单个的齿轮、凸轮、连杆等。通常,把由一组零件组合起来为实现某一功能而形成的独立装配体称为部件,部件是装配单元,如联轴器、滚动轴承、减速器等。

概括地说,机器中的零件或部件可分为两大类:一类是通用零部件,在各种机器中经常会用到,如螺钉、直轴、齿轮、轴承、联轴器、弹簧等;另一类是专用零部件,只是在特定类型的机器中用到,如直升机的螺旋桨、水泵的叶轮、内燃机的曲轴和活塞等。

可以看到机器与零件是密切联系的。机器的性能不但取决于零件的性能,而且取决于各零件之间的配合。机器性能指标的确定必须建立在其零件性能可以实现的基础之上,而零件的设计不能脱离机器的要求独立进行。没有一个全局的设计观念,是不可能正确地设计出或选择出任何机构和零部件的。

机械设计课程的性质与任务如下。

性质—机械设计课程是高等工科学校机械工程类专业必修的一门设计性质的重要技术基础课,是学习许多专业课程和从事机械设备设计的基础。

任务—主要体现在以下几个方面:①培养学生逐步树立正确的设计思想,了解国家当前的有关技术经济政策,使学生掌握设计机械所必备的基本知识、基本理论和基本技能,具有初步设计机械传动装置和简单机械的能力;②培养学生运用标准、规范、手册、图册查阅有关技术资料的能力,使学生掌握典型机械零件及机械系统的实验方法,获得实验技能的进一步训练;③使学生对机械设计的新发展、机械系统方案设计、现代机械设计理论与方法有所了解,在条件允许时应尽可能在设计中加以应用。

机械设计课程的主要内容是在简要介绍关于整部机器设计的基本知识的基础上,重点讨论一般尺寸和参数的通用零件,包括它们的基本设计理论和方法,以及有关技术资料的应用等。

本书讲述的具体内容如下。

(1) 机械设计总论。包括:机械设计的基本要求,机械设计的一般程序,机械零件的主要失效形式和设计准则,机械零件的设计方法与基本原则,机械设计中的强度问题,机械设计中的摩擦、磨损和润滑问题。

(2) 连接件设计。包括:螺纹连接的设计,螺旋传动的设计,键连接的设计,花键连接的设计,销连接的设计,其他连接的设计。

(3) 机械传动设计。包括:带传动和链传动的设计,齿轮传动的设计,蜗杆传动的设计。

(4) 轴系零部件及弹簧设计。包括:轴的设计,滑动轴承的设计,滚动轴承的设计,联轴器、离合器和制动器的设计,弹簧的设计。

机械设计课程的学习方法如下。

在从基础理论课学习逐步进入到专业课学习的过程中,本课程起着承上启下的作用。本课程涉及的内容广泛,而且所涉及问题的答案不是唯一的,可能有多种方案可供选择和判断决策。因此,有的学生在学习本课程时往往难以适应这一变化。为使学生尽快适应本课程的特点,特推荐本课程的学习方法为:①着重基本概念的理解和基本设计方法的掌握,不强调系统的理论分析;②着重理解公式建立的前提、意义和应用,不强调对理论公式的具体推导;③密切联系生产实际,努力培养解决工程实际问题的能力;④机械零部件的参数设计中,其分析问题的大致思路是根据零部件的工作状况、运动特点进行受力分析→确定该零部件工作时可能出现的主要失效形式→建立该工况下零部件不产生失效的设计准则→导出设计(或校核)公式→计算(或校核)该零部件的主要几何尺寸(或许用应力)→进行结构设计并绘制零部件工作图;⑤重视公式的应用和具体设计方法的掌握,不能把主要精力放在公式的数学推导和公式的记忆上。

本章重点、难点和知识拓展

了解本课程的目的、内容、学习方法、学习要求,体会机械设计提出问题的思路,什么是社会需求,如何满足社会需求,解决问题的方法和学习要求,从而体会本课程的特点。

对于初学本课程的学生,除认真阅读教材外,可以阅读一些其他教材和杂志,如《机械设计》《机械工程学报》《中国机械工程》《汽车工程》等,了解所学内容在实际中的应用及当前的发展。

思考题与习题

- 绪-1 试比较电梯和自动扶梯的特点,它们各适用于什么场合?
- 绪-2 公共汽车站牌常被破坏,你能否设法改进设计?
- 绪-3 试调查 3 个不同结构的立体车库,画出其简图,并评论其优缺点,提出改进措施。