



全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

丛书顾问 ▶ 李培根 林萍华

机械设计

辛绍杰 蔡业彬 王君玲 ▶ 主编
刘树林 ▶ 主审



JIXIE SHEJI



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

014062179

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

TH122
1305

机械设计

主 编 辛绍杰 蔡业彬 王君玲
副主编 解占新 周瑞强
参 编 王冬梅 闫石林 刘 刚 赵 爽
主 审 刘树林



华中科技大学出版社



北航

C1749219

TH122/1305

871520210

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

内 容 简 介

本书根据《高等学校工科本科机械设计课程教学基本要求》，以培养学生综合机械设计能力为主线，以机械设计的基本概念、基本知识和基本设计计算方法为主要内容，具有突出设计性、实践性和综合性的特点。

本书共 18 章，内容包括绪论，机械设计的基础知识，机械零件的强度，摩擦、磨损与润滑，带传动，链传动，齿轮传动，蜗杆传动，螺旋传动，轴，滚动轴承，滑动轴承，联轴器和离合器，螺纹连接设计，轴毂连接，弹簧，平面连杆机构的结构设计及机械传动系统方案设计等。

本书可作为高等工科院校机械类、近机类专业机械设计课程的教材，也可供相关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/辛绍杰,蔡业彬,王君玲主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.6

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

ISBN 978-7-5680-0173-1

I. ①机… II. ①辛… ②蔡… ③王… 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(2014)第 135687 号

机械设计

辛绍杰 蔡业彬 王君玲 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:刘 勤

封面设计:范翠璇

责任校对:李 琴

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:21.75

字 数:564 千字

版 次:2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.80 元



华中出版

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

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

编审委员会

顾问：李培根 华中科技大学

林萍华 华中科技大学

主任：吴昌林 华中科技大学

副主任：(按姓氏笔画顺序排列)

王生武 邓效忠 轧 钢 庄哲峰 杨家军 杨 萍

吴 波 何岭松 陈 炜 竺志超 高中庸 谢 军

委员：(排名不分先后)

许良元 程荣龙 曹建国 郭克希 朱贤华 贾卫平

丁晓非 张生芳 董 欣 庄哲峰 蔡业彬 许泽银

许德璋 叶大鹏 李耀刚 耿 铁 邓效忠 宫爱红

成经平 刘 政 王连弟 张庐陵 张建国 郭润兰

张永贵 胡世军 汪建新 李 岚 杨术明 杨树川

李长河 马晓丽 刘小健 汤学华 孙恒五 聂秋根

赵 坚 马 光 梅顺齐 蔡安江 刘俊卿 龚曙光

吴凤和 李 忠 罗国富 张 鹏 张鬲君 柴保明

孙 未 何 庆 李 理 孙文磊 李文星 杨咸启

秘 书：俞道凯 万亚军

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

序

“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期,也是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的关键五年。教育改革与发展面临着前所未有的机遇和挑战。以加快转变经济发展方式为主线,推进经济结构战略性调整、建立现代产业体系,推进资源节约型、环境友好型社会建设,迫切需要进一步提高劳动者素质,调整人才培养结构,增加应用型、技能型、复合型人才的供给。同时,当今世界处在大发展、大调整、大变革时期,为了迎接日益加剧的全球人才、科技和教育竞争,迫切需要全面提高教育质量,加快拔尖创新人才的培养,提高高等学校的自主创新能力,推动“中国制造”向“中国创造”转变。

为此,近年来教育部先后印发了《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高〔2011〕1号)、《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高〔2011〕5号)、《关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》(教高〔2011〕6号)、《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高〔2012〕4号)等指导性意见,对全国高校本科教学改革和发展方向提出了明确的要求。在上述大背景下,教育部高等学校机械学科教学指导委员会根据教育部高教司的统一部署,先后起草了《普通高等学校本科专业目录机械类专业教学规范》、《高等学校本科机械基础课程教学基本要求》,加强教学内容和课程体系改革的研究,对高校机械类专业和课程教学进行指导。

为了贯彻落实教育规划纲要和教育部文件精神,满足各高校高素质应用型高级专门人才培养要求,根据《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件精神,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,联合一批机械学科办学实力强的高等学校、部分机械特色专业突出的学校和教学指导委员会委员、国家级教学团队负责人、国家级教学名师组成编委

会,邀请来自全国高校机械学科教学一线的教师组织编写全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材,将为提高高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。

当前经济社会的发展,对高校的人才培养质量提出了更高的要求。该套教材在编写中,应着力构建满足机械工程师后备人才培养要求的教材体系,以机械工程知识和能力的培养为根本,与企业对机械工程师的能力目标紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求,在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性,把握行业人才要求,突出工程教育特色。同时注意吸收教学指导委员会教学内容和课程体系改革的研究成果,根据教学指导委员会颁布的各课程教学专业规范要求编写,开发教材配套资源(习题、课程设计和实践教材及数字化学习资源),适应新时期教学需要。

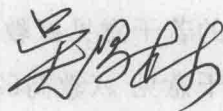
教材建设是高校教学中的基础性工作,是一项长期的工作,需要不断吸取人才培养模式和教学改革成果,吸取学科和行业的新知识、新技术、新成果。本套教材的编写出版只是近年来各参与学校教学改革的初步总结,还需要各位专家、同行提出宝贵意见,以进一步修订、完善,不断提高教材质量。

谨为之序。

国家级教学名师

华中科技大学教授、博导

2012年8月



前 言

本书是根据《高等学校工科本科机械设计课程教学基本要求》及教育部组织实施的《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》的要求,并在吸取了近几年应用型本科学校机械设计课程建设和改革实践经验的基础上编写而成的。

本书主要特点如下。

(1) 强调机械整体结构的分析、设计和创新能力的培养,为后续专业课程、毕业设计和今后的工作打下基础。机械设计的教学重点:一是通过零件工作能力的计算,能够正确设计或选择机械零件;二是对机械结构进行设计。应该来说,前一个问题现有教材的教学内容可以解决,而后一个问题主要围绕减速器进行。而对于实际机械中常用的平面连杆机构,现有的教材未能全面阐述。为此增加了第 17 章和第 18 章。

(2) 尽量采用较新版本的标准、规范和资料,既要保证内容的新颖性,又要提高学生的工程意识。

(3) 适用于应用型本科人才的培养,满足一般工科院校机械类专业的实际要求,适当兼顾了教材的系统性和完整性。

(4) 强调理论联系实际,并反映时代要求,如增加了滚动导轨等新结构的介绍。

(5) 难度适中,知识面宽,内容少而精,重在应用,务求实效。

(6) 设计了适量习题,便于学生复习、巩固相关的教学内容。

参加本书编写的人员有:上海电机学院辛绍杰(第 1、17、18 章),广东石油化工学院蔡业彬、周瑞强(第 2、7、8 章),沈阳农业大学王君玲(第 3、4、10、13 章),晋中学院解占新(第 5、14、15 章)、闫石林(第 6、9 章),上海电机学院王冬梅(第 11 章)、赵爽(第 12 章),晋中学院刘刚(第 16 章)。全书由辛绍杰、蔡业彬、王君玲任主编,由解占新、周瑞强任副主编。

本书由上海大学博士生导师刘树林教授主审,他对本书进行了仔细的审阅,提出了许多宝贵的意见和建议,编者表示衷心的感谢!上海电机学院、广东石油化工学院、沈阳农业大学及晋中学院从事机械设计教学的许多老师也提出了许多宝贵的意见和建议,他们的工作都为提高本书质量起了很大作用,在此一并表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中,查阅、参考并借鉴了国内外若干同类教材及各种文献,在此对所有相关作者表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者给予指正。

编 者

2014 年 8 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 机械设计课程的研究对象和内容	(1)
1.2 机械设计课程的学习目的和学习方法	(2)
1.3 机械的设计与创新	(3)
习题	(4)
第 2 章 机械设计的基础知识	(5)
2.1 机器应满足的基本要求	(5)
2.2 机械设计的一般程序和方法	(6)
2.3 机械零件设计	(11)
2.4 机械零件的材料及选择	(15)
2.5 机械零件的标准化	(16)
2.6 机械零件的结构设计	(16)
习题	(17)
第 3 章 机械零件的强度	(19)
3.1 概述	(19)
3.2 材料的疲劳特性	(20)
3.3 机械零件的疲劳强度计算	(24)
3.4 机械零件的接触强度	(39)
习题	(41)
第 4 章 摩擦、磨损与润滑	(43)
4.1 摩擦	(43)
4.2 磨损	(45)
4.3 润滑	(48)
4.4 流体润滑原理简介	(58)
习题	(60)
第 5 章 带传动	(61)
5.1 概述	(61)
5.2 V 带和带轮	(63)
5.3 带传动的受力分析及运动特性	(67)
5.4 普通 V 带传动的设计计算	(71)
5.5 带传动的张紧、使用与维修	(78)

习题	(80)
第 6 章 链传动	(81)
6.1 链传动的类型、特点及应用	(81)
6.2 链传动的运动分析和力分析	(85)
6.3 套筒滚子链传动的设计计算	(88)
6.4 链传动的布置与张紧	(93)
习题	(95)
第 7 章 齿轮传动	(96)
7.1 齿轮传动的失效分析、常用材料及选择	(96)
7.2 齿轮传动的计算载荷	(100)
7.3 标准直齿圆柱齿轮的强度计算	(103)
7.4 齿轮传动设计参数的选择和许用应力	(108)
7.5 斜齿圆柱齿轮的强度计算	(113)
7.6 直齿圆锥齿轮的强度计算	(115)
7.7 齿轮的结构	(118)
7.8 齿轮传动的润滑及效率	(121)
习题	(122)
第 8 章 蜗杆传动	(124)
8.1 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸	(124)
8.2 普通圆柱蜗杆传动的失效形式、设计准则和材料选择	(128)
8.3 普通圆柱蜗杆传动的设计	(129)
8.4 蜗杆传动的效率和热平衡计算	(134)
8.5 普通圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	(136)
习题	(139)
第 9 章 螺旋传动	(141)
9.1 螺旋传动类型、特点及应用	(141)
9.2 滑动螺旋传动的结构、材料	(142)
9.3 滑动螺旋传动的设计	(143)
9.4 滚动螺旋传动简介	(147)
习题	(148)
第 10 章 轴	(149)
10.1 概述	(149)
10.2 轴的设计计算	(152)
10.3 轴的结构设计	(156)
10.4 轴的振动稳定性计算简介	(167)
习题	(167)

第 11 章 滚动轴承	(170)
11.1 概述	(170)
11.2 滚动轴承的类型与选择	(171)
11.3 滚动轴承的载荷分析、失效形式及计算准则	(176)
11.4 滚动轴承的动载荷和寿命计算	(179)
11.5 滚动轴承的静载荷与极限转速	(184)
11.6 滚动轴承的组合结构设计	(186)
习题	(198)
第 12 章 滑动轴承	(200)
12.1 概述	(200)
12.2 滑动轴承的主要结构形式	(200)
12.3 轴瓦结构及材料	(202)
12.4 滑动轴承的润滑	(208)
12.5 不完全液体摩擦滑动轴承的设计计算	(210)
12.6 液体动力润滑径向滑动轴承设计计算	(212)
12.7 其他形式滑动轴承简介	(223)
习题	(226)
第 13 章 联轴器和离合器	(227)
13.1 联轴器的结构形式	(227)
13.2 联轴器的选择与计算	(234)
13.3 离合器的主要结构形式	(236)
13.4 自动离合器的主要结构形式	(240)
第 14 章 螺纹连接设计	(243)
14.1 螺纹	(243)
14.2 螺纹连接	(245)
14.3 螺纹连接的预紧与防松	(248)
14.4 单个螺栓连接的强度计算	(253)
14.5 螺栓组连接的结构设计与受力分析	(260)
14.6 提高螺栓连接强度的措施	(267)
习题	(272)
第 15 章 轴毂连接	(275)
15.1 键连接	(275)
15.2 花键连接	(280)
15.3 销连接	(282)
15.4 过盈连接	(284)
15.5 型面连接	(285)

15.6 胀套连接.....	(286)
习题.....	(287)
第 16 章 弹簧	(289)
16.1 概述.....	(289)
16.2 弹簧的材料与制造.....	(290)
16.3 弹簧的参数、特性曲线与刚度	(293)
16.4 圆柱螺旋拉伸弹簧的设计计算.....	(299)
16.5 圆柱螺旋扭转弹簧.....	(304)
习题.....	(307)
第 17 章 平面连杆机构的结构设计	(309)
17.1 连杆机构结构设计的特点和步骤.....	(309)
17.2 平面连杆机构的构件结构.....	(310)
17.3 转动副和移动副的结构.....	(313)
17.4 构件长度及支座位置的调节.....	(317)
17.5 机架的结构设计.....	(319)
习题.....	(321)
第 18 章 机械传动系统方案设计	(322)
18.1 常用机械传动的主要性能、特点和选择	(322)
18.2 机械传动系统方案的设计与设计示例.....	(324)
习题.....	(332)
参考文献	(333)

第1章 绪 论

人类在生产劳动中创造并使用了各种各样的机器,小到葡萄酒启瓶器,大到航空母舰。机器既能承担人力所不能或不便进行的工作,又比人工生产大大提高了劳动生产率和产品质量,同时还便于实现产品的标准化、系列化和通用化,尤其便于实现高度的机械化、电气化和自动化生产。大量地设计、制造和广泛采用各种先进的机器,对于促进国民经济发展和加速我国的现代化建设具有重要的意义。

1.1 机械设计课程的研究对象和内容

机器是人们改造世界和现代化生活的重要工具,其质量基本上取决于设计质量。而制造过程对机器质量所起的作用,本质上就在于实现设计时所规定的质量,设计阶段是决定机器好坏的关键。机械设计是为了实现机器的某些特定功能要求而进行的创造性工作。一部完整的机器由五部分组成,如图 1-1 所示。

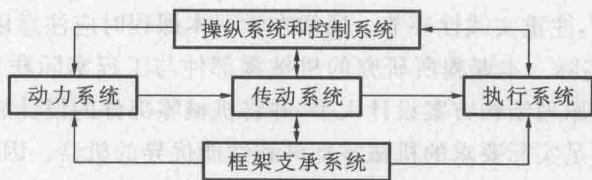


图 1-1 机器的组成

机械结构是机器的主体,机械运动大都是通过机构来实现的。一部机器的机械结构通常由一个或几个机构组成。机构则是由构件通过运动副连接而成的。从制造和装配的观点看,机器是由许多独立加工、独立装配不可拆分的最小单元体所组成的,这些单元体称为零件。一个构件可以是一个零件,如内燃机曲轴。也可能由于结构、工艺等方面的原因,构件可由几个零件所组成,如内燃机连杆就是由单独加工的连杆体、连杆头、轴瓦、轴套、螺栓、螺母、开口销等零件组成的一个刚性构件。工作时,构件各个零件之间没有相对运动,作为刚性体参与运动。有些零件是各种机器中常用的,称为通用零件,如齿轮、蜗杆、蜗轮、传动带、传动链、轴、螺栓、键、销、弹簧、丝杠、滚动轴承、滑动轴承、机架等;有些零件只在特定的机器中才用到,称为专用零件,如离心泵的叶片、军械中的枪栓等。在工程中,常常把组成机器的某一部分的零件组合体称为部件。部件用于完成特定的工作,企业往往把它们独立加工装配。各类机器中常用的部件称为通用部件,如减速器、联轴器、离合器等;而只在特定的机器中用到的部件称为专用部件,如工业机器人的末端执行器、飞机起落架等。

机械设计课程是一门设计性的技术基础课。主要从研究一般机械装置的设计出发,研究一般工作条件和常用参数的机械零部件的工作原理、结构特点、基本设计理论和常用设计计算方法。

本课程的主要内容是:机械系统设计的基础知识;一般尺寸和参数的通用零部件设计方法;机械的结构设计方法。

1.2 机械设计课程的学习目的和学习方法

机械设计工作要根据社会需要,设计出满足要求的机械装置,才能满足社会的需要。本课程综合运用工程图学、理论力学、材料力学、金属工艺学、工程材料、公差与技术测量和机械原理等先修课程的知识及生产实践经验,解决机械设计问题,使学生得到通用零件及机械装置设计的初步训练,初步掌握机械设计的理论和方法,具备一般机械的设计能力,为学生后续专业课的学习和今后从事机械设计工作打下基础。因此,本课程是机械类或近机械类专业的培养计划中的主干课程,起到承上启下的重要作用。

本课程的主要任务是培养学生:

(1) 树立正确的设计思想;

(2) 掌握通用机械零部件的设计原理、方法和一般规律,了解机械设计的一般规律,具有设计一般传动装置和一般机械的能力,具有一定的工程意识和创新能力;

(3) 具有计算、分析、绘图、查阅与运用文献、标准、规范等有关技术资料的能力;

(4) 掌握课程实验的基本知识,并获得实验技能的基本训练;

(5) 了解机械设计领域的最新动态。

机械设计课程是一门涉及面广,且综合性、实践性都很强的设计型课程,仅读懂书是不够的,要多联系生产实际,注重实践性环节。通常在学习本课程时应注意以下几点。

(1) 要理论联系实际 本课程所研究的机械零部件与工程实际联系紧密,只有从机器的整体功能要求出发,从原理结构方案设计入手,并将机械零部件的设计放到整个机械系统中加以考虑,才能设计出满足实际要求的机械零部件和性能优异的机器。因此,在学习时应利用各种机会深入生产现场、工业产品展览会和实验室,注意观察实物和模型,增强对机械及通用零部件的感性认识,提高提出、分析与解决工程实际问题的能力,才能设计出方案合理、参数及结构正确的机械零部件或整台机器。

(2) 要抓住“设计”这条主线,掌握常用机械零部件和一般机械装置的设计规律 本课程的内容丰富,不同的机械零部件各有特点,设计方法各异,但在设计时都遵循相同的设计规律,只要抓住“设计”这条主线,就能把本课程的各章节内容贯穿起来。因此,学习时一定要抓住“设计”这条主线,熟练掌握设计机械零部件和一般机械装置的一般规律。机械零部件的设计是指机械零部件的设计与选择,设计绝非只是计算,还包括零部件及机械装置的结构设计。

(3) 要注重解决工程实际问题能力的培养和工程素质的提高 影响一台机器设计质量的因素很多,既包括满足设计参数的原理方案选择、设计公式或经验数据的选用,还包括结构设计,这些都是在解决工程实际问题中经常会遇到的问题,也是学生学习本课程的难点。因此,学习本课程应按照解决工程实际问题的思维方法,努力培养自己的机械设计能力,尤其是要注重结构设计能力培养,特别是要学会不断修改、逐步完善的设计方法。

(4) 要综合运用先修课程的知识,解决机械设计问题 本课程所涉及的各种机械零部件的设计,从分析研究到设计计算,直到完成部件装配图和零件工作图,要用到多门先修课程的知识,因此在学习本课程时必须及时复习先修课程的有关内容,做到融会贯通、综合应用。

1.3 机械的设计与创新

“设计是在正式做某项工作之前,根据一定的目的要求,预先制定方法、图样等的工作”。设计的本质是革新和创造。设计是人类社会最基本的一种生产实践活动,是创造精神财富和物质文明的重要环节。设计的发展与人类历史的发展一样,是逐步进化、逐步发展的。由满足人类生存的需要,发展到提高人类的生活质量,并满足人们精神的某种需要,尤其是现代设计,使得产品更新换代的时间逐步缩短。创新设计属于技术创新范畴,对创新设计的要求要比对常规设计的要求高得多。创新设计是涉及多种学科的复合性工作,不仅是注重新颖、独创的创造性活动,还是一种具有经济性、时效性的活动,其最终目的在于应用。同时,创新设计还要受到意识、制度、管理及市场的影响与制约。强调创新设计是要求在设计中更充分地发挥设计者的创造力,利用最新科技成果,在现代设计理论和方法的指导下,设计出更具有竞争力的新颖产品。

机械创新设计是相对常规机械设计而言的,它特别强调人在设计过程,尤其是总体方案、结构设计中的主导性及创造性作用。一般来说,在进行机械创新设计时很难找出固定的创新方法。创新成果是知识、智慧、勤奋和灵感的结合,现有的机械创新设计方法大都是根据对大量机械装置的组成、工作原理以及设计过程进行分析后,进一步归纳整理,找出形成新机械的方法,再用于指导新机械的设计。机械创新设计主要包括机械系统方案的创新设计、机构的创新设计和机械结构的创新设计等三部分。第一部分围绕既定的机械设计目标,综合运用机、光、电、磁、热等各种物理效应,搜寻实现机械运动的各种可能的工作原理,并从运动产生的最基本原理入手,利用创造原理和创新技法确定机械的原理方案,通过评价筛选出可行的最优原理方案。第二部分则通过机构的变异、组合及再生设计与创新获得能够实现原理方案所提出来的运动要求的最合理的机构构型。第三部分将原理方案结构化,即确定结构中构件的材料、形状、尺寸、加工方法、装配方法等,包括实现零部件功能的结构创新、适应材料结构性能的创新和方便制造与操作的结构创新等。

机械设计课程将为完成机械创新设计准备必要的知识和能力。结合课程的学习,要努力培养以下几个方面的能力。

(1) 培养观察事物、发现问题的能力 在复杂的情况下,提高对周围环境事物的敏感性,能够首先发现社会的潜在需求,并设计出满足这一需求的合格机械产品。

(2) 善于联想,激发灵感 由高楼想到了电梯;由材料的热处理装置想到了材料的冷处理装置等。

(3) 获取和应用新技术信息 将最新的技术、工艺、材料和结构或物理、化学、生物学的研究成果用于机械产品,往往会提高产品的性能或开发出新产品。

(4) 注意培养良好的创造心理 创造性设计能力不仅受观察力、想象力、思考力等智力的影响,还要受信念、情感、兴趣、意志、性格等非智力因素的影响,二者不可偏废。同时,还要掌握一些创新思维的方法和创新的技术与技法。

培养机械创新设计能力是一个十分重要且难度较大的课题,只有通过努力学习和不断实践才能取得成功。

习 题

1.1 分析下列机器的组成:汽车、工业机器人和全自动洗衣机。

1.2 本课程的性质和任务是什么?

1.3 本课程有何特点?学习时应注意哪些问题?

1.4 为减少垃圾处理站各种废塑料瓶或易拉罐的占用空间,试设计一种压缩塑料瓶或易拉罐用小型机械装置。

1.5 为提高山楂脱核效率,试设计一种小型山楂脱核装置。

1.6 试设计一种娱乐用自行车的原理方案。

第2章 机械设计的基础知识

学习目标

机械设计是指开发新的机器设备或改进现有的机器设备的活动,包括机器设计和机构设计两大部分内容。本课程只讨论机器设计,所以,本课程中机械设计与机器设计同义。零件是组成机器的基本单元,是机械设计和制造的最小单元,本书重点介绍机械零部件设计。

机械设计是一项极富创造性的工作,其最终目的是为市场提供优质高效、价廉物美的机械产品,在市场竞争中取得优势,赢得用户,取得良好的经济效益。学好本课程,掌握机械设计的基本知识、基本理论和基本方法,首先必须对机器的基本要求、设计程序和内容、设计方法等有一定的了解和掌握。

2.1 机器应满足的基本要求

设计机器时,一般应满足以下几个方面要求。

1. 使用功能要求

人们为了满足生产和生活上的需要才设计和制造各式各样的机器,因此,机器必须具有预定的使用功能,能满足人们某方面的需要。这是机械设计的基本出发点。主要靠正确选择机器的工作原理,正确地设计或选用原动机、传动机构和执行机构,以及合理地配置控制系统及辅助系统来保证。

2. 经济性要求

机器的经济性是一个综合性指标,体现在机器的设计、制造和使用的全过程中,包括设计制造经济性和使用经济性。设计制造经济性表现为机器的成本低;使用经济性表现为生产过程中的高生产率、高效率和较低的能源与原材料消耗,以及低的管理和维护费用等。设计机器时应最大限度地考虑其经济性。

提高机器设计制造经济性的主要途径有:① 制定机械的合理总体方案,并运用现代设计理论和方法,力求参数最优化;② 合理地组织设计和制造全过程;③ 最大限度地采用标准化、系列化及通用化的零部件;④ 合理地选用材料,改善零件的结构工艺性,尽可能采用新材料、新结构、新工艺和新技术,使其用料少、质量小、加工费用低、易于装配;⑤ 尽力改善机器的造型设计,扩大销售量。

提高机器使用经济性的主要途径有:① 提高机器的机械化、自动化水平,以提高机器的生产率和生产产品的质量;② 选用高效率的传动系统和支承装置,降低能源消耗和生产成本;③ 注意采用适当的防护、润滑和密封装置,以延长机器的使用寿命,并避免环境污染。

3. 寿命与可靠性要求

机器在其工作期限内必须具有一定的可靠性。机器可靠性的可用可靠度 R 来表示。机器的可靠度是指机器在规定的工作期限内和规定的工作条件下,无故障地完成规定功能的概率。机器在规定的工作期限和条件下丧失规定功能的概率称为不可靠度,或称破坏概率,用 F 表示。显然,机器的可靠度与破坏概率应满足

$$R=1-F$$

提高机器可靠度的关键是提高其组成零部件的可靠度。此外,从机器设计的角度考虑,确定适当的可靠性水平,力求结构简单,减少零件数目,尽可能选用标准件及高可靠度零件,合理设计机器的组件和部件,以及必要时选取较大的安全系数等,对提高机器可靠度也是十分有效的。

4. 社会要求

设计机器时应应对劳动保护要求和环境保护要求给予高度重视,一般可以从以下两个方面着手。

(1) 注意操作者的操作安全,减轻操作时的劳动强度 具体措施有:对外露的运动件加设防护罩;减少操作动作单元,缩短动作距离;设置完善的保险、报警装置以消除和避免不正确操作等引起的危害;操作应简便省力,简单而重复的劳动要利用机器本身中的机构来完成。

(2) 改善操作者及机器的环境 具体措施有:降低机器工作时的振动与噪声;防止有毒、有害介质渗漏;进行废水、废气和废液的治理;美化机器的外形及外部颜色。

总之,所设计的机器应符合国家的劳动保护法规要求和环境保护要求。

5. 其他专门要求

对不同的机器,还有一些该机器所特有的要求,例如,对食品机械有保持清洁、不能污染产品的要求;对机床有长期保持精度的要求;对飞机有质量小、飞行阻力小等要求。设计机器时,不仅要满足前述共同的基本要求,还要满足其特殊要求。

此外,随着社会的不断进步和经济的高速增长,在许多国家,机器的广泛使用使自然资源被大量的消耗和浪费,对环境造成了严重的破坏。这一切使人类自身的生存和发展受到了严重的威胁,人们对此已有了较为深刻的认识,并提出了可持续发展的观念和战略,即人类的进步必须建立在经济增长与环境保护相协调的基础之上。因此,设计机器时除了要满足以上基本要求和某些特殊要求外,还应该考虑满足可持续发展战略的要求,采取必要的措施,尽量减少机器对环境和资源的不良影响。具体措施包括:① 使用清洁的能源,如太阳能、水力、风力以及现有燃料的清洁燃烧;② 采用清洁的材料,即采用低污染、无毒、易分解、可回收的材料;③ 采用清洁的制造过程,不消耗对环境产生污染的资源,无“废气、废水、废料”排放;④ 使用清洁的产品,即使用机器过程中不污染环境,机器报废后易回收。

2.2 机械设计的一般程序和方法

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,在预期使用期限内安全可靠、操作方便、维修简单和造型美观等。

2.2.1 机械设计的内容和一般程序

机器的质量基本上是由设计质量所决定的,而制造过程主要实现设计时所规定的质量。机器的设计是一项复杂的工作,必须按照科学的程序来进行。一般过程如图 2-1 所示。

1. 产品规划阶段

产品规划阶段是机械设计整个过程中的准备阶段。在产品规划阶段,应对所设计的机器的需求情况和市场预测进行充分的调查研究和分析。通过分析,进一步明确新机器应具有的功能和性能参数,并根据现有的技术、资料、研究成果、环境、经济、加工能力及时限等方面提出约束条件,分析其实现的可能性,明确设计中的关键问题,拟定设计任务书。