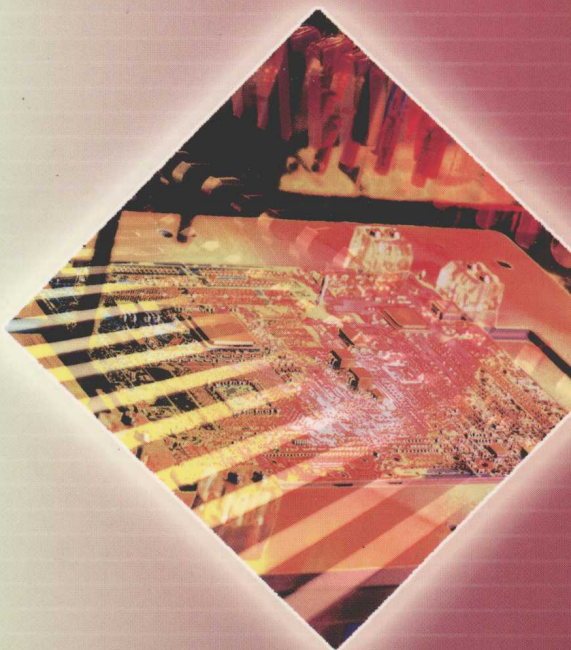




教育科学“十五”国家规划课题研究成果

机械设计

徐锦康 主编

 高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

机 械 设 计

主 编 徐锦康

副主编 向敬忠 姚必强 曹晓明

参 编 陈辽军 郁 倩 贺永祥



高等教育出版社

内容简介

本书是教育科学“十五”国家规划课题之一——“21 世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题的研究成果。全书是在基本满足高等学校机械类专业机械设计课程教学基本要求的前提下,以课题提出的“构建适应社会需要、特色鲜明的机械类应用型人才培养体系”、“培养应用型人才”思想为指导,同时认真吸取了全国高等学校应用型机械类专业及其机械设计课程近几年教育教学改革与创新的经验,经精心组织教学内容、精心编排、精心写作而成的。全书内容重点突出、重在应用,叙述深入浅出,并在保证主要内容的同时,依据“浅而广”的原则,增加知识点、扩大知识面,增加对新技术、新结构、新零部件的介绍。全书较好地体现了应用型特色。

全书除绪论外共 16 章,包括:机械设计概论,机械零件的强度,摩擦、磨损及润滑,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,滚动轴承,滑动轴承,联轴器、离合器、制动器,轴,轴毂连接,螺纹连接和螺旋传动,铆接、焊接、粘接,弹簧,机架和滚动导轨。各章备有一定数量的思考题和习题。

本书可作为高等学校机械类专业机械设计课程的教材,也可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校相关专业的教材,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/徐锦康主编. —北京:高等教育出版社,
2004.4

ISBN 7-04-014512-X

I. 机... II. 徐... 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(2004)第 008236 号

策划编辑 龙琳琳 责任编辑 陈大力 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 史新薇 责任校对 朱惠芳 责任印制 杨明

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京机工印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2004 年 4 月第 1 版
印 张	27.75	印 次	2004 年 4 月第 1 次印刷
字 数	510 000	定 价	31.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所以培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和 in 研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容

和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

前 言

本书是教育科学“十五”国家规划课题之一——“21 世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题的研究成果。全书是在基本满足高等学校机械类专业机械设计课程教学基本要求的前提下,以课题提出的“构建适应社会需要、特色鲜明的机械类应用型人才”培养体系”、“培养应用型人才”思想为指导,同时认真吸取了全国高等学校应用型机械类专业及其机械设计课程近几年教育教学改革与创新的经验,经精心组织教学内容、精心编排、精心编写而成的。

本书可作为高等学校机械类专业机械设计课程的教材,也可作为高等职业学校、高等专科学校,成人高校相关专业的教材,还可供有关工程技术人员参考。

本书主要特点有:

(1) 从高等学校机械类专业培养应用型人才的目标出发,突出机械零部件的材料选择、失效形式、设计准则、结构设计及工作能力计算等最基本的内容;降低对强度设计理论的要求;对基本理论及有关公式的论证与推导尽量予以简化乃至略去,着重于它们在设计中的应用。全书强调“能设计”,并注意培养学生的应用型创新能力。

(2) 增加新技术、新结构及新颖零部件等方面内容,如滚动导轨、新型滚动轴承、滚动螺旋、滚珠花键、窄 V 带传动及圆弧圆柱蜗杆传动等的介绍。

(3) 在突出重点、保证主要内容的同时,依据“浅而广”的原则,增加知识点、扩大知识面,如其他带传动简介、其他齿轮传动简介、其他形式滑动轴承简介及其他类型弹簧简介等。

(4) 全书力求概念把握准确,叙述深入浅出,主次分明,详略得当,层次清晰,文句流畅;力求体现较好的“可教性”和“可读性”。

(5) 全书采用国家标准规定的名词术语和符号,尽量引用最新的标准、规范和资料。

参加本书编写的人员有:徐锦康(绪论及第 7、14、16 章)、曹晓明(第 1、9、10 章)、向敬忠(第 3、11、12 章)、姚必强(第 2、13 章)、陈辽军(第 4、5 章)、郁倩(第 6 章)、贺永祥(第 8、15 章)。全书由徐锦康任主编,向敬忠、姚必强、曹晓明任副主编。

本书承东南大学卢玉明教授审阅,提出了很多宝贵的意见和建议,编者谨此表示衷心的感谢。

限于编者水平和时间仓促,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者不吝批评指正。

编 者

2003 年 11 月于南京

目 录

绪论	1
0.1 本课程的研究对象	1
0.2 本课程的性质和地位	2
0.3 本课程的内容和任务	2
0.4 本课程的特点和学习方法	3
第 1 章 机械设计概论	5
1.1 机器应满足的基本要求	5
1.2 机器设计的一般程序及主要内容	7
1.3 机械零件设计的基本要求及一般步骤	9
1.4 机械零件的主要失效形式及计算准则	11
1.5 机械零件的材料选择	13
1.6 机械零件的结构工艺性及标准化	15
1.7 机械设计方法及其新发展	17
思考题	21
第 2 章 机械零件的强度	22
2.1 载荷和应力的分类	22
2.2 静应力下机械零件的整体强度	23
2.3 变应力下机械零件的整体强度	25
2.4 机械零件的表面接触疲劳强度	36
2.5 断裂力学在机械设计中的应用	37
思考题	38
第 3 章 摩擦、磨损及润滑	39
3.1 摩擦	39
3.2 磨损	42
3.3 润滑剂	45
3.4 润滑状态	52
3.5 流体润滑原理简介	54
思考题	56
第 4 章 带传动	57
4.1 概述	57
4.2 V 带和 V 带带轮	59
4.3 带传动工作情况分析	63

4.4 V带传动的设计计算	67
4.5 带传动的张紧与维护	78
4.6 其他带传动简介	79
思考题	80
习题	81
第5章 链传动	82
5.1 概述	82
5.2 滚子链和链轮	83
5.3 链传动工作情况分析	88
5.4 滚子链传动的设计计算	90
5.5 链传动的布置、张紧和润滑	97
思考题	99
习题	99
第6章 齿轮传动	101
6.1 概述	101
6.2 齿轮传动的失效形式和设计准则	102
6.3 齿轮常用材料和许用应力	105
6.4 齿轮传动的计算载荷和载荷系数	112
6.5 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	116
6.6 标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	124
6.7 标准直齿锥齿轮传动的强度计算	131
6.8 变位齿轮传动强度计算简介	134
6.9 齿轮的结构	134
6.10 齿轮传动的润滑	137
6.11 其他齿轮传动简介	140
思考题	142
习题	142
第7章 蜗杆传动	144
7.1 概述	144
7.2 普通圆柱蜗杆传动的基本参数和几何尺寸计算	148
7.3 普通圆柱蜗杆传动的滑动速度和传动效率	153
7.4 普通圆柱蜗杆传动的失效形式、设计准则、材料选择	155
7.5 普通圆柱蜗杆传动的精度选择、侧隙规定、蜗杆和蜗轮的结构	156
7.6 蜗杆传动的受力分析	158
7.7 普通圆柱蜗杆传动的强度计算和蜗杆的刚度校核	159
7.8 普通圆柱蜗杆传动的热平衡计算、润滑	164
7.9 圆弧圆柱蜗杆传动的设计计算	171
思考题	177

习题	178
第 8 章 滚动轴承	180
8.1 概述	180
8.2 滚动轴承的主要类型、特点和代号	181
8.3 滚动轴承的类型选择	188
8.4 滚动轴承的工作情况分析	189
8.5 滚动轴承的寿命计算	192
8.6 滚动轴承的静强度计算	201
8.7 滚动轴承的组合设计	202
8.8 新型结构滚动轴承简介	213
思考题	214
习题	215
第 9 章 滑动轴承	216
9.1 概述	216
9.2 滑动轴承的典型结构	217
9.3 滑动轴承材料和轴瓦结构	219
9.4 滑动轴承的润滑	229
9.5 不完全油膜滑动轴承的设计计算	233
9.6 液体动压径向滑动轴承的设计计算	236
9.7 其他形式滑动轴承简介	252
思考题	258
习题	259
第 10 章 联轴器、离合器、制动器	261
10.1 联轴器	261
10.2 离合器	274
10.3 制动器	280
思考题	283
习题	283
第 11 章 轴	285
11.1 概述	285
11.2 轴的材料及其选择	287
11.3 轴的结构设计	290
11.4 轴的强度计算	304
11.5 轴的刚度计算和轴的振动稳定性概念	315
思考题	317
习题	318
第 12 章 轴毂连接	320
12.1 键连接	320

12.2 花键连接	325
12.3 销连接	329
12.4 其他轴毂连接简介	331
思考题	333
习题	333
第 13 章 螺纹连接与螺旋传动	335
13.1 概述	335
13.2 螺纹连接的主要类型、特点及应用	336
13.3 螺纹连接的预紧与防松	337
13.4 螺栓组连接的设计	341
13.5 螺纹连接的强度计算	346
13.6 提高螺纹连接强度的措施	353
13.7 螺旋传动	360
思考题	368
习题	368
第 14 章 铆接、焊接、粘接	371
14.1 铆接	371
14.2 焊接	374
14.3 粘接	380
思考题	384
习题	384
第 15 章 弹簧	385
15.1 概述	385
15.2 圆柱螺旋弹簧的结构、材料及制造	388
15.3 圆柱压缩(拉伸)螺旋弹簧的设计计算	392
15.4 其他类型弹簧简介	402
思考题	407
习题	408
第 16 章 机架和滚动导轨	409
16.1 机架	409
16.2 滚动导轨	416
思考题	423
附表	424
参考文献	429
后记	431

绪 论

0.1 本课程的研究对象

本课程的研究对象是机器及组成机器的机械零部件。

机器是人类在生产和生活中用以代替或减轻人的体力劳动和辅助人的脑力劳动、提高生产效率和产品质量的主要工具,更是完成人类无法从事或难以从事的各种复杂、艰难、危险劳动的重要工具。在现代社会中,机器的应用随处可见,如电动机、内燃机、车床、铣床、机器人、汽车、洗衣机、计算机等。机器的设计制造水平是体现一个国家的技术力量乃至综合国力的重要方面,而机器的应用水平则是衡量一个国家的技术水平和现代化程度的重要标志之一。

机器是人们根据某种使用要求而设计和制造的一种执行机械运动的装置,可用来变换或传递能量、物料和信息。如电动机、发电机用来变换能量,起重运输机用来传递物料,车床、铣床、冲床等用来变换物料的状态,计算机、录音机用来变换信息等。

机构也是一种执行机械运动的装置。因此,从运动的观点来看,机器是由机构组成的,但机构不具备变换或传递能量、物料和信息的功能。机器和机构总称为机械。同时人们又将某一类机器统称为机械,如农业机械、轻工机械、纺织机械、交通机械等。这种分类的范围可大可小,如冶炼机械、轧钢机械又可合称为冶金机械。

机器的种类极多,其构造、性能及用途也各异。但就其功能组成而言,机器是由原动机、传动机构及执行机构所组成的机械系统。虽然一台完整的现代化机器还包括电器、控制、润滑和监测等部分,但机器的主体是机械系统。

从制造和装配的角度来看,任何机器的机械系统,又都是由一定数量的基本单元(又称基本组成要素)所组成,此基本单元就是机械零件,简称零件,它们是机器中最小的独立制造单元。由一组协同工作的零件所组成的独立制造或独立装配的合体,称为部件。零件与部件合称为零部件(但在有些场合,零件即指零部件),可概括地分为两类:一类是各种机器中经常都能用到的零部件,称为通用零部件,如螺钉、齿轮、带轮等零件,离合器、减速器、滚动轴承等部件;另一类是特定类型机器中才能用到的零部件,称为专用零部件,如内燃机中的曲轴、连杆(部件),纺织机中的织梭、纺锭,离心分离机中的转鼓(部件)等。本课程研究

对象中所讲的机械零部件,是指普通条件下工作的一般尺寸与参数的通用零部件,专用零部件和巨型、微型及高温、高压等条件下工作的通用零部件不在其中。

设计就是创意、创新和创造。机械设计是人们根据某种使用要求,应用相关的,特别是新的科学原理与概念以及当代先进的技术成果,开发创造新机器的创新思维过程,但也可以是在已有机器的基础上,进行创新或局部改革而推出新一代产品的创新思维过程。机械设计是创新或改造机械产品的第一步,是决定机械产品性能、质量、成本等的最主要也是最重要的环节。据统计,机械产品 70% 的生产成本决定于设计阶段。这是因为,包括零件材料选择,标准通用零部件选用,零件、部件、整机的结构设计与优化,工艺流程设计及成本估算等工作,在设计阶段均已完成和基本确定。因此,机械工程类专业的学生修学本课程,无疑是十分必要和非常重要的。

0.2 本课程的性质和地位

本课程是一门以一般通用零部件设计为核心,论述它们的基本设计理论与方法,用以培养学生具有一般机械的设计能力的设计性课程,是机械工程类专业的一门技术基础课程。本课程的课程教学,应在学生学习和掌握了机械制图、理论力学、材料力学、互换性与技术测量、机械原理、工程材料及金属工艺学等课程的基础理论和基本知识并积累一定生产实践知识后进行,它将为以后学习有关专业课程和掌握新的机械科学技术成就奠定必要的基础。因此,在专业教学计划中,它是一门介于基础课程与专业课程之间,具有承上启下作用的主干课程。

0.3 本课程的内容和任务

本课程的内容概括地包括以下 3 个方面:

- (1) 机械设计的基本知识、基本理论和基本方法(绪论及第 1~3 章)。
- (2) 机械零部件设计(第 4~15 章)。具体包括:
 - 1) 传动件 带传动、链传动、齿轮传动、螺杆传动及螺旋传动。
 - 2) 轴系零部件 滚动轴承、滑动轴承、轴及联轴器、离合器、制动器。
 - 3) 连接件 轴毂连接、螺纹连接及铆接、焊接、粘接。
 - 4) 其他零部件 弹簧、机架及滚动导轨。
- (3) 总体构思与设计。结合课外大作业及课程设计进行。

本课程的主要任务是通过理论教学和实践环节训练,使学生:

- (1) 树立理论联系实际的正确设计思想,提高创新思维和创新设计的能力。

(2) 掌握通用机械零部件的设计原理、设计方法和机械设计的一般规律,具有设计通用机械传动装置和简单机械的能力。

(3) 具有运用机械设计手册、图册及标准、规范和查阅有关技术资料的能力;掌握典型机械零件的实验方法,获得实验技能的基本训练。

(4) 对机械设计的新发展及现代设计方法有所了解。

通过本课程的教学,将增强学生对机械技术工作的适应性和提高学生进行机械产品开发创新设计的能力,为培养机械类高级应用型工程技术人才打下重要的基础。

0.4 本课程的特点和学习方法

由前文知,本课程是机械类专业的一门设计性主干技术基础课程,起到从理论性课程过渡到设计性课程、从基础课程过渡到专业课程的作用。因此,本课程有着既不同于一般公共基础课程,又区别于后续专业课程的显著特点。了解和掌握本课程的特点,在学习中不断探求与之相适应的一些学习方法,并随时注意总结提高,是学好本课程的重要条件。现结合本课程的特点,将学习中应注意的几个问题概述如下,供学习者参考。

(1) 本课程的内容涉及多门先修课程和同修课程的知识,如机械制图、材料力学、金属工艺学、机械原理、工程材料及公差配合与技术测量等。所以,本课程是一门知识面宽、综合性强的课程,学习中要随时复习和巩固有关先修课程,学好同修课程,并注意训练和提高自己综合应用各门课程知识的能力。

(2) 本课程以培养学生机械零部件及简单机械设计能力为根本目标,因而是一门实践性很强的课程。学习中一定要抓住“设计”这一环节,在学好设计基本知识、基本理论的同时,重视设计的实际训练,尤其是要重视本课程的课程设计环节。通过实际的设计训练,进一步加深对本课程内容的理解和掌握,培养和提高机械设计的能力,尤其是要重视提高机械零部件结构设计的能力和熟练查阅、使用设计手册及各种技术资料的技能,真正实现“能设计”的教学目标。

(3) 影响机械零部件寿命的因素很多且错综复杂。正是由于这一原因,本课程许多零部件的设计原理和设计公式是带有条件的,不少零部件的设计公式中涉及多个参数与系数,使设计表现出某种不确定性,设计结果亦往往不是惟一的。学习时一要注意原理与公式的适用条件;二要准确把握设计公式中各参数间的关系和系数的意义与取值;三要正确对待设计结果,尤其是要正确对待理论计算的结果。通常理论计算结果要服从结构设计和加工工艺的要求。此外,不少零部件的尺寸并不是由理论计算一次确定的,而是先由结构设计或凭经验初定尺寸,再经过校核、修改(若校核不满足)后确定的;有些零部件设计公式中的

有些参数或系数,在设计开始时是不能确定的,同样需要经过“先初选再校核最后确定”的设计过程。这种“先初选再校核最后确定”零部件尺寸或设计参数的设计方法,是机械零部件设计中常用的方法,学习中要逐步适应和很好地掌握。

(4) 本课程的主要内容是关于通用零部件的设计问题,涉及的零部件较多,学习时既要注意区分不同零部件在材料、结构、功效、应用、载荷、应力、失效形式、设计准则及计算公式等方面的差别,又要把握不同机械零部件设计所遵循的一些共同的规律,如基本相同的设计步骤及零部件分析、设计思路等。一般来说,零部件设计时分析问题的思路及程序为:类型、特点、应用→工作原理→载荷特点→材料选择→失效形式→设计准则→计算方法→结构设计。

(5) 本课程介绍的机械设计方法主要是理论设计方法。但工程实际中的许多现象目前还难以用理论解释清楚,有些问题还难以进行精确的定量计算,有些数据还不能完全由纯理论计算获得。所以,实际设计工作中往往要借助类比、实验等经验性的设计手段,或者使用经验公式和由实验提供的设计数据,更需要借助设计人员长期积累的设计经验。这就是说,既要认真学习和掌握机械理论设计的方法,也要重视对经验设计方法的了解和学习,切不可轻视经验设计。经验设计虽无详细的理论分析,但有实践基础和依据,有一定实用价值。

(6) 机械零部件是机器的基本组成部分。在不同的机器中,同样的零部件在受力情况、设计要求及设计特点等许多方面将会有所不同,所以,机械零部件的设计总是和具体机械或机电产品的开发设计联系在一起的。要真正学好本课程,真正掌握机械零部件设计本领,必须注意培养和建立整机设计的概念,从产品开发设计的高度来对待机械零部件设计问题。要结合产品的制造与装配工艺、市场前景及产品的经济性来考虑机械零部件设计问题。此外,在市场竞争日趋激烈的今天,产品的开发设计离不开改进、改革与创新、创造,学生应努力增强创新意识、培养创新设计能力,以积极创新的精神对待本课程的学习,对待机械零部件设计问题,还要增强市场意识和工程意识,从市场与工程的角度来考虑机械零部件设计问题。

第1章 机械设计概论

机械是机器和机构的总称,零件是组成机器的基本单元,可见机械设计包括机器和机构设计两大部分内容。本课程只讨论机器的设计,所以,在本课程中机械设计与机器设计同义,其中包括机械零部件设计,并且重点介绍机械零部件设计。

机械设计是指设计开发新的机器设备或改进现有的机器设备。机械设计是一项极富创造性的工作,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。

1.1 机器应满足的基本要求

设计机器时,一般应满足以下几方面要求:

1. 预定功能要求

人们为了生产和生活上的需要才设计和制造各式各样的机器,因此,所设计和制造的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;使用经济性表现为高生产率、高效率、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。

提高设计制造经济性的主要途径有:①尽量采用先进的现代设计理论和方法,力求参数最优化,以及应用 CAD 技术,加快设计进度,降低设计成本;②合理地组织设计和制造过程;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、质量轻、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,从而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. 可靠性要求

机器在预定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

$$R = 1 - F \quad (1.1)$$

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可靠零件,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. 劳动保护要求和环境保护要求

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,一般可从以下两方面着手:

(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;操纵应简便省力,简单而重复的劳动要利用机械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色彩。

总之,应使所设计的机器符合国家的劳动保护法规要求和环境保护要求。

5. 其他特殊要求

对不同的机器,还有一些为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,还应满足其特殊要求。

此外要指出,随着社会的不断进步和经济的高速增长,在许多国家和地区,机器的广泛使用使自然资源被大量的消耗和浪费,环境质量受到严重的破坏。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