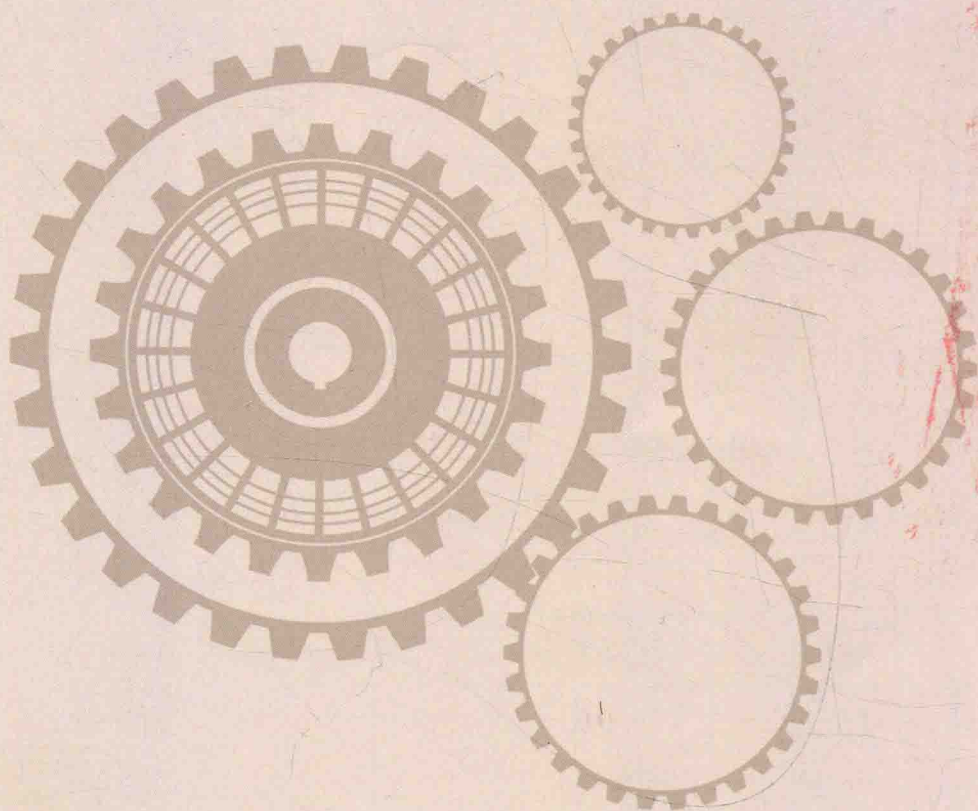




全国高职高专机械设计制造类工学结合“十三五”规划系列教材
QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN JIXIESHEJIZHIZHAOLEI GONGXUEJIEHE SHISANWU GUIHUAXILIEJIAOCAI

机械**设计**基础

高 慧 邹哲维 张红利 ●主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

全国高职高专机械类“工学结合-双证制”人才培养“十二五”规划教材

机械设计基础

主 编 高 慧 邹哲维 张红利
副主编 王文娟 刘 平 刘培锋 于 辉

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书按照高职高专院校机械设计基础课程教学的要求,采用最新的国家标准,结合高职高专院校近年来教学改革的经验与成果,并在参考了大量有关文献和资料的基础上编写而成。本书以简化理论推导,注重实际应用,突出高职高专教育为特点。全书共分4个项目,10个任务,内容涵盖机构的结构分析、平面连杆机构的分析及设计、其他机构的分析及设计、螺纹连接、其他连接、带、链传动、齿轮传动、轮系传动、轴承及轴等内容。每一任务都按照学习目标、任务引入、相关知识、知识拓展、自我评估的结构编写。

本书既可作为高职高专院校机械类专业和近机类专业机械设计基础课程教材,也可供其他有关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/高慧,邹哲维,张红利主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.1
全国高职高专机械设计制造类工学结合“十三五”规划系列教材
ISBN 978-7-5680-2517-1

I. ①机… II. ①高… III. ①机械设计-高等职业教育-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 001328 号

机械设计基础

高 慧 邹哲维 张红利 主编

策划编辑:汪 富
责任编辑:刘 勤
封面设计:范翠璇
责任校对:何 欢
责任监印:周治超

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:武汉市籍缘印刷厂
开 本:787mm×1092mm 1/16
印 张:21.5
字 数:544千字
版 次:2017年1月第1版第1次印刷
定 价:48.90元



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

编委会

丛书顾问:

陈吉红(华中科技大学)

委 员(以姓氏笔画为序):

万金宝(深圳职业技术学院)

王 平(广东工贸职业技术学院)

王兴平(常州轻工职业技术学院)

王连弟(华中科技大学出版社)

王怀奥(浙江工商职业技术学院)

王晓东(长春职业技术学院)

王凌云(上海工程技术大学)

王逸群(贵州航天职业技术学院)

王道宏(嘉兴职业技术学院)

牛小铁(北京工业职业技术学院)

文申柳(四川化工职业技术学院)

毛友新(安徽工业经济职业技术学院)

尹 霞(湖南化工职业技术学院)

田 鸣(大连职业技术学院)

吕修海(黑龙江农业工程职业技术学院)

朱江峰(江西工业工程职业技术学院)

刘 敏(烟台职业学院)

刘小芹(武汉职业技术学院)

刘小群(江西工业工程职业技术学院)

刘战术(广东轻工职业技术学院)

刘昭琴(重庆航天职业技术学院)

闫瑞涛(黑龙江农业经济职业学院)

杜红文(浙江机电职业技术学院)

李 茹(天津职业大学)

李 权(滨州职业学院)

李传军(承德石油高等专科学校)

何时剑(淮安信息职业技术学院)

秘 书:季 华 万亚军

何晓凤(安徽机电职业技术学院)

宋放之(北京航空航天大学)

张 勃(漯河职业技术学院)

张 健(湖北工业职业技术学院)

张 焕(河南牧业经济学校)

张云龙(青岛职业技术学院)

张录鹤(安徽国防科技职业学院)

张俊玲(贵州工业职业技术学院)

陈泽宇(广州铁路职业技术学院)

陈子珍(宁波职业技术学院)

陈天凡(福州职业技术学院)

金 濯(江苏农牧科技职业学院)

郑 卫(上海工程技术大学)

周 敏(中山职业技术学院)

胡翔云(湖北职业技术学院)

荣 标(宁夏工商职业技术学院)

贾晓枫(合肥通用职业学院)

黄红兵(六安职业技术学院)

黄定明(武汉电力职业技术学院)

黄晓东(九江职业技术学院)

崔西武(武汉船舶职业技术学院)

葛建中(芜湖职业技术学院)

董建国(湖南工业职业技术学院)

解顺兴(武汉华中数控股份有限公司)

窦 凯(广州番禺职业技术学院)

颜惠康(常州工程职业技术学院)

序

目前我国正处在改革发展的关键阶段,深入贯彻落实科学发展观,全面建设小康社会,实现中华民族伟大复兴,必须大力提高国民素质,在继续发挥我国人力资源优势的同时,加快形成我国人才竞争比较优势,逐步实现由人力资源大国向人才强国的转变。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出:发展职业教育是推动经济发展、促进就业、改善民生、解决“三农”问题的重要途径,是缓解劳动力供求结构矛盾的关键环节,必须摆在更加突出的位置。职业教育要面向人人、面向社会,着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。

高等职业教育是我国高等教育和职业教育的重要组成部分,在建设人力资源强国和高等教育强国的伟大进程中肩负着重要使命并具有不可替代的作用。自从1999年党中央、国务院提出大力发展高等职业教育以来,高等职业教育培养了大量高素质技能型专门人才,为加快我国工业化进程提供了重要的人力资源保障,为加快发展先进制造业、现代服务业和现代农业做出了积极贡献;高等职业教育紧密联系经济社会,积极推进校企合作、工学结合人才培养模式改革,办学水平不断提高。

“十一五”期间,在教育部的指导下,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会根据《高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会章程》,积极开展国家级精品课程评审推荐、机械设计与制造类专业规范(草案)和专业教学基本要求的制定等工作,积极参与了教育部全国职业技能大赛工作,先后承担了“产品部件的数控编程、加工与装配”“数控机床装配、调试与维修”“复杂部件造型、多轴联动编程与加工”“机械部件创新设计与制造”等赛项的策划和组织工作,推进了双师队伍建设和课程改革,同时为工学结合的人才培养模式的探索和教学改革积累了经验。2010年,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会数控分委会起草了《高等职业教育数控专业核心课程设置及教学计划指导书(草案)》,并面向部分高职高专院校进行了调研。2011年,根据各院校反馈的意见,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会委托华中科技大学出版社联合国家示范(骨干)高职院校、部分重点高职院校、武汉华中数控股份有限公司和部分国家精品课程负责人、一批层次较高的高职院校教师组成编委会,组织编写全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材,选用此系列教材的学校师生反映教材效果好。在此基础上,响应一些友好院校、老师的要求,以及教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中提出的要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”的理念。2012年,我们组织全国职教领域精英编写全国高职高专机械类“工学结合-双证制”人才培养“十二五”规划教材。

本套全国高职高专机械类“工学结合-双证制”人才培养“十二五”规划教材是各参与院校“十一五”期间国家级示范院校的建设经验以及校企结合的办学模式、工学结合及工学结合-双证制的人才培养模式改革成果的总结,也是各院校任务驱动、项目导向等教学做一体的教学模

式改革的探索成果。

具体来说,本套规划教材力图达到以下特点。

(1) 反映教改成果,接轨职业岗位要求 紧跟任务驱动、项目导向等教学做一体的教学改革步伐,反映高职机械设计制造类专业教改成果,注意满足企业岗位任职知识要求。

(2) 紧跟教改,接轨“双证书”制度 紧跟教育部教学改革步伐,引领职业教育教材发展趋势,注重学业证书和职业资格证书相结合,提升学生的就业竞争力。

(3) 紧扣技能考试大纲、直通认证考试 紧扣高等职业教育教学大纲和执业资格考试大纲和标准,随章节配套习题,全面覆盖知识点与考点,有效提高认证考试通过率。

(4) 创新模式,理念先进 创新教材编写体例和内容编写模式,针对高职学生思维活跃的特点,体现“双证书”特色。

(5) 突出技能,引导就业 注重实用性,以就业为导向,专业课围绕技术应用型人才的培养目标,强调突出技能、注重整体的原则,构建以技能培养为主线、相对独立的实践教学体系。充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合。

当前,工学结合的人才培养模式和项目导向的教学模式改革还需要继续深化,体现工学结合特色的项目化教材的建设还是一个新生事物,处于探索之中。“工学结合-双证制”人才培养模式更处于探索阶段。随着本套教材投入教学使用和经过教学实践的检验,它将不断得到改进、完善和提高,为我国现代职业教育体系的建设和高素质技能型人才的培养作出积极贡献。

谨为之序。

全国机械职业教育教学指导委员会副主任委员
国家数控系统技术工程研究中心主任
华中科技大学教授、博士生导师

陈吉红

2013年2月

前 言

本书是高职高专机械设计制造类“工学结合-双证书”人才培养“十二五”规划教材。

本书根据高等职业教育培养生产、建设、管理和服务第一线的高等技术应用型专门人才的目标,力求适应大力发展职业教育和加快振兴机械制造业的需要,适应目前高等职业教育的生源状况和以就业教育为主的教育模式、以达到培养高素质、高技能创新型人才,提高学生科学素养和工程技术素质并举的目的。本书在内容的编排上按照从机械认识到机械设计认识的规律,由浅入深,由简单到综合,拓宽基础。以应用为目的,以“必需、够用”为度,精选教学内容,简化了设计公式,加强与生产实践的联系,突出了应用性,着重培养学生工程实践能力和开拓创新能力,充分体现了高等职业教育的特点。

在本书的编写过程中,参考教育部制定的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》,在借鉴相关教材的基础上,编者总结了多年从事“机械设计基础”这门课程的教学实践经验,充分汲取了高等职业院校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学改革成果,针对高职教学特点,以培养学生的应用能力为主线,以对学生进行通用机械设计能力的训练为目标,在教学体系上大胆进行改革创新,对机械设计原有知识体系进行合理分解,按照工学结合的教学要求重构项目化教学体系,将机械设计所涉及的基本理论知识高度整合,形成以任务驱动为主线,以工程实际中的设备、机构、零件为载体,通过知识点详细地讲解机械设计基本方法和基本技能。对一些新内容主要以介绍为主,并注意篇幅适当,既体现了内容的新颖性,又避免由于过多的赘述而增加教学学时数和师生的负担。本书采用了最新国家标准和法定计量单位,以期得到一本简明实用的、反映新时代特色的教材。

全书共分导论和四个项目,每个项目下包括若干任务,主要内容包括:机构的分析与设计、机械连接零部件的分析与设计、机械传动零件的分析与设计及轴系零部件分析与设计等内容,各任务基本上按照工作原理、典型结构、强度概念、使用维护的顺序安排内容,体现了职业教育的技术应用性,以达到提高全面素质,培养综合职业能力的目的。

每一任务都按照学习目标、任务引入、相关知识、知识拓展、任务实施、自我评估的结构编写。书中【知识拓展】部分的内容为选学和延伸,可根据专业要求和学时情况酌情取舍,或供学有余力的学生自学。因篇幅所限,本书没有附录部分、所涉及的国家标准等内容,读者可查阅其他相关资料。

本书主要作为高等职业学校机械类、近机类专业“机械设计基础”、“机械基础”课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。建议课程学时为 60~80 学时。

本书由北京工业职业技术学院高慧(导论、项目 1)、乌兰察布职业学院刘培锋(项目 2)、长江工程职业技术学院邹哲维(项目 3 任务 1)、随州职业技术学院张红利、(项目 3 任务 2)、乌兰察布职业学院王文娟(项目 3 任务 3)、西昌学院刘平(项目 4)等编著。高慧、邹哲维、张红利等担任主编,其中高慧还对全书进行了统稿,王文娟、刘平、刘培锋、于辉担任副主编。



本书由全国机械设计教学研究会名誉理事长、华中科技大学彭文生教授精心审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。在本书的编写过程中,参考和借鉴了国内同行的相关文献,在此也表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,敬请广大读者给予批评指正。

编 者

2016 年 6 月

目 录

0 导论	(1)
0.1 课程的性质、任务和内容	(1)
0.2 机器的基本组成及分类	(2)
0.3 课程实践环节	(8)
0.4 机械设计在国民经济中的地位	(9)
0.5 机械设计基础课程的教学方法、手段及学习方法	(9)
项目 1 机构的分析与设计	(11)
任务 1 机构的结构分析	(11)
任务 2 平面连杆机构的分析及设计	(35)
任务 3 其他机构的分析及设计	(53)
项目 2 机械连接零部件的分析与设计	(84)
任务 1 螺纹连接	(84)
任务 2 其他连接	(115)
项目 3 机械传动零件的分析与设计	(140)
任务 1 带、链传动	(140)
任务 2 齿轮传动	(188)
任务 3 轮系传动	(236)
项目 4 轴系零部件的分析与设计	(251)
任务 1 轴承	(251)
任务 2 轴	(291)
任务 3 联轴器、离合器和制动器	(311)
参考文献	(332)

0 导 论

0.1 课程的性质、任务和内容

本课程研究的对象是一般工作条件下的常用机构和通用机械的零部件。

本课程是机械类和近机类各专业的一门具有工程特色的、极为重要的技术基础课,是连接基础课和专业课的桥梁课程,具有承上启下的作用,它比基础课更接近工程实际,又比专业课具有更宽的研究面和更广的适应性。本课程注重对学生综合设计能力的培养;强调培养学生表达设计对象的能力;突出培养学生综合运用传统和现代设计手段去发现、分析和解决问题的能力;使学生掌握工程技术人员职业岗位所需的通用机械零件和常用机构的基本知识、基本理论和基本技能,使之具有分析、运用和维护机械传动和机械零件的能力,从而提高学生创造性构思和总体把握设计方案的水平,并为今后解决生产实际问题及学习有关新的科学技术打下必要的基础。

本课程将工程力学、机械原理、机械零件等课程的主要内容进行精选,优化组合成为一门综合型课程。主要内容包括机械设计导论;常用传动机构(如平面连杆机构、凸轮机构、齿轮传动、带传动与链传动、间歇运动机构、轮系传动等)设计基础;通用机械零件(如螺纹连接、键和销连接、支承、滚动轴承、联轴器和离合器、轴、弹簧等)设计基础;机械传动系统方案设计与创新设计等。

本课程的主要任务是通过课程教学,使学生达到下列基本要求:

- (1) 熟悉常用机构和通用机械零件的结构、工作原理、特点和应用;
- (2) 掌握通用零件机构和设计的基本方法,初步具有设计简单机械传动装置的能力;
- (3) 具有与本课程有关的解题、计算、绘图、执行国家标准和较熟练使用有关技术资料的能力;
- (4) 基本具有测绘、装拆、调整、检测一般机械装置的技能;
- (5) 了解一些最基本的机械实验方法,基本具有使用、维护机械传动装置的能力;
- (6) 学生在机械零件设计方面得到必要的基础理论训练;包括重要零件的工作情况分析、失效形式研究、工作能力准则判定以及主要计算公式的推导等;
- (7) 了解有关技术经济政策和法规,掌握科学的工作方法和思想,具有严谨的工作作风、刻苦钻研精神和创新精神。
- (8) 具有一定的实践能力和严谨的科学态度及良好的职业道德。

与本课程相关的课程如下。

本课程安排在高等数学、工程力学、机械制图、金属工艺学课程之后。高等数学应为本课程提供下列基础知识:曲率半径、曲率中心的求法、渐开线、摆线、抛物线等的方程和性质。工



程力学应为本课程提供下列基础知识:摩擦力、摩擦角与自锁现象、滚动摩擦、刚体平面运动的速度和加速度、绝对瞬心、动能定理、惯性力的主矢和主矩、自由度等的定义及计算方法。机械制图是机械设计的工程语言,是表达机械设计的必要手段。金属工艺学为本课程建立金属材料基本知识及机械零件的材料所选用。

0.2 机器的基本组成及分类

1. 常用专业术语及其含义

既能实现确定的机械运动,又能做有用的机械功或完成能量、物料与信息转换和传递的装置,称为机器。若只能用来传递运动或以改变运动形式的机械传动装置,则称为机构,如连杆机构、齿轮机构等。

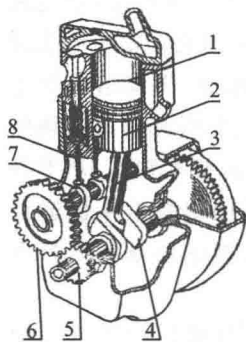


图 0-1 内燃机

- 1—气缸;2—活塞;
3—连杆;4—曲轴;
5、6—齿轮;7—凸轮;
8—推杆

很显然,机器和机构最明显的区别是:机器能做有用功,而机构不能,机构仅能实现预期的机械运动,对机器来说主要是研究其做功或能量转化及其运转的过程;而对机构来说则主要是研究其运动及受力的情况。两者之间也有联系,机器是由几个机构组成的系统,最简单的机器只有一个机构。但从运动的观点来看,机器与机构之间并无区别,所以通常也将机器和机构统称为机械。

组成机器的各个相对运动的单元体称为构件。如组成内燃机的气缸、活塞、连杆、曲轴、齿轮、凸轮、推杆等。构件可以是一个单一的零件,如曲轴(见图 0-1 中的 4),也可以是几个零件组成的刚性结构,如内燃机的连杆(见图 0-1 中的 3)。

构件是最小的运动单元,零件是最小的制造单元。

通常,把为协同完成某一功能而装配在一起的若干个零件的装配体称为部件,部件是装配的单元。如联轴器、轴承、减速器等。

机械零件常用来泛指零件和部件。

通用零件是指各种机器中普遍使用的零件,如螺钉、齿轮、轴等;

专用零件是指只在某些特定类型的机器中才使用的零件,如发动机中的曲轴和活塞、汽轮机的叶片、纺织机的织梭等。

2. 机器中的常用机构

机器中常用的机构有:带传动机构、齿轮机构、连杆机构、凸轮机构、螺旋机构和间歇(如棘轮、槽轮)机构等,另外还有组合机构如万向节等,如图 0-2 所示。

一部机器,特别是自动化机器,要实现较为复杂的工艺动作过程,往往需要多种类型的机构。例如,内燃机中的机构有:连杆机构(含气缸、活塞、连杆、曲轴等)、齿轮机构(齿轮)、凸轮机构(含气缸、凸轮、推杆等),其中传动部分由曲柄滑块机构、齿轮机构和凸轮机构组成(见图 0-1)。

牛头刨床含有带传动机构、齿轮机构、连杆机构、间歇机构和螺旋机构等五种机构。

3. 机器的分类

按照用途的不同,可把机器分为动力机器、工作机器和信息机器三类。

动力机器用来实现其他形式的能量与机械能间的转换,如内燃机、蜗轮机、电动机、发电机

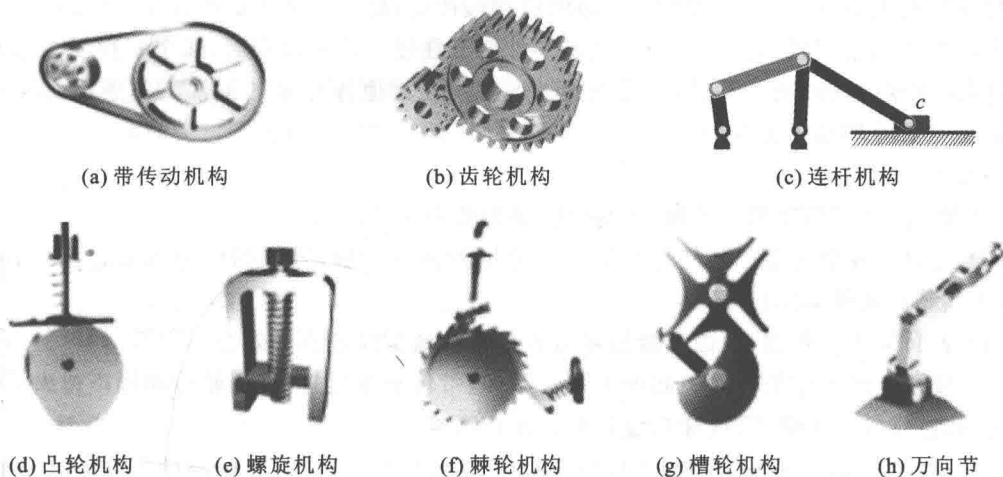


图 0-2 机器中常用的机构

等。

工作机器用来做机械功或搬动物品,即变换物料。如金属切削机床、轧钢机、织布机、收割机、汽车、机车、飞机、起重机、输送机等。

信息机器用来获取或变换信息。如照相机、打字机、复印机等。

4. 机器的组成

现代机器一般由动力装置、传动装置、执行装置和操纵控制装置四个部分组成。此外,还有必要的辅助装置。前三种装置为机器的基本组成部分。

1) 动力装置

动力装置是机器的动力来源,也称原动部分。有电动机、内燃机、燃气轮机、液压马达、气动马达等。现代机器大多采用电动机,而内燃机主要用于运输机械、工程机械和农业机械等。

2) 传动装置

传动装置用来将动力装置的运动和动力变换成执行装置所需的运动形式、运动和动力参数,并传递到执行部分。机器中的传动有机械传动、液压传动、气压传动和电力传动。机械传动的应用最多。

3) 执行装置

执行装置是直接完成机器预定功能的工作部分,如车床的卡盘和刀架、汽车的车轮、船舶的螺旋桨、带式输送机的输送带等。

4) 操纵、控制及辅助装置

操纵和控制装置用以控制机器的启动、停车,正、反转,运动和动力参数改变及各执行装置间的动作协调等。自动化机器的控制系统能使机器进行自动检测、自动数据处理和显示、自动控制 and 调节、故障诊断和自动保护等。辅助装置则有照明、润滑和冷却装置等。

5. 机器的失效和失效形式

机械、机构、零件等由于某种原因丧失正常工作能力的现象称为失效;而上述“某种原因”的具体内容称为失效形式。

失效与损坏概念不同。以自行车为例,作为零件的车轮辐条损坏了几根,并不影响乘骑,

即自行车作为机器并未失效;如果其链条因磨损而掉链,此时自然不能乘骑了,即失效了。

失效形式与断裂破坏概念不同。机械零件由于强度不够造成断裂,属于一种失效形式;除此之外,如机床主轴的刚度不足,零件表面过度磨损及其他各种破坏正常工作条件的因素,又如带传动打滑等均属于失效形式。

主要失效形式如下。

(1) 断裂 例如,齿轮轮齿根部的折断、螺栓的断裂等。

(2) 过大的残余变形 零件受载后产生过量的弹性变形;零件的应力如果超过材料的屈服点,零件将产生残余塑性变形。

(3) 表面失效 磨损、腐蚀和接触疲劳等都会导致零件表面失效。

(4) 破坏正常工作条件而引起的失效 例如,带传动发生打滑、齿轮传动噪声过大等。

6. 机器应满足的要求、设计制造过程和设计准则

一般情况下,机械设计可划分为以下三种不同的类型:一是开发性设计,这种设计的创新性很强,机械所实现的功能,机械的工作原理,机械的主体结构——这三者中至少应该有一项是首创的,开发性设计的过程最复杂;二是适应性设计,是对现有的机械进行局部的修改或增补的设计;三是参数化设计,这种设计不改变机械的基本结构、只改变功能的范围、机械的尺度和参数的设计。适应性设计和参数化设计是较为常见的设计过程。

1) 机器应满足的要求

一般来说,机器应满足下列要求。

(1) 使用要求 机器应在规定的使用期限内保证实现预定的功能,达到规定的性能。这项要求主要靠合理地选择机器的工作原理,正确地设计传动方案,合理配置辅助系统等来实现。

(2) 经济性要求 机器的经济性应体现并贯穿在设计、制造和使用的全过程中,以求获得最高的经济效益。这是一个综合性指标,表现在设计制造和使用两个方面。提高设计制造的经济性的途径有三条:使产品系列化、标准化、通用化;运用现代化设计制造方法,使设计参数精确并最优化,采用先进的现代设计方法;科学管理。提高使用经济性的途径有四条:提高机械化、自动化水平;提高机械效率;延长使用寿命;防止无意义的损耗。

其中,材料的选择,对机器的经济性起着关键性的影响。在机械的成本中,材料费用占30%以上,有的甚至达到50%,可见,选用廉价材料有重大的意义。选用廉价材料,节约原材料,特别是节约贵重材料,是机械设计的一个基本原则。为了使零件能最经济地制造出来,不仅要考虑原材料的价格,还要考虑零件制造费用,也就是要考虑材料的易加工性,包括零件热处理后的易加工性能。比如,一般应采用铸造性能好的材料;若采用焊接毛坯,则应选用焊接性能好的低碳钢,因为含碳量超过0.3%的钢难以焊接;对于尺寸较小、外形简单、大量生产的零件,适合冲压或模锻,应选用延展性较好的材料;需要热处理的零件,所选材料应有良好的热处理性能。

为此,可采取如下具体措施:

① 尽量采用高强度铸铁(如球墨铸铁)来代替钢材,用工程塑料或粉末冶金材料来代替有色金属材料。

② 采用热处理(包括化学热处理)或表面强化(如喷丸、滚压等)工艺,充分发挥和利用材料潜在的力学性能。



③合理采用表面镀层等方法(如镀铬、镀铜、喷涂减摩层、发黑等),以减少和延缓腐蚀或磨损的速度,延长零件的使用寿命。

④采用组合式零件结构,在零件的工作部分使用贵重材料,其他非直接工作部分则可采用廉价的材料。例如大直径的蜗轮,常采用青铜齿圈和铸铁轮芯的组合式结构,以节约大量的有色金属。

⑤改善工艺方法,提高材料利用率,降低成本。例如采用冷锻锥齿轮代替齿形刨削加工,实现无切削加工。

⑥用我国富有元素(如锰、硅、硼、钼、钒、钛等)合金钢代替稀有元素(如铬、镍等)合金钢。在选用材料时,还应注意本国、本地区、本企业的材料供应情况,尽可能就地取材,减少采购、运输和管理费用。

(3) 社会要求 对机器的社会要求有以下几个方面:满足人机工程学要求、满足美学要求、符合环保要求等。

(4) 可靠性要求 要求机械系统在预定的环境条件下和寿命期限内,具有保持正常工作状态的性能,这就称为可靠性。机器的设计、制造、管理、使用环节等都会影响到机器的可靠性,而起决定性作用的则是设计阶段。

(5) 工艺性要求 这包含两个方面:一是装配工艺性,二是零件加工工艺性。

(6) 安全性要求 这包含两个方面:①设备本身不因过载、失电以及其他偶然因素而损坏;②切实保障操作者的人身安全(劳动保护性)。

(7) 其他特殊要求 在满足以上基本要求的前提下,不同机械还有其特殊要求,如机床有长期保持精度的要求;食品机械的有防止污染的要求;大型设备有便于安装和运输的要求等。

2) 机器设计、制造的一般程序

新产品从设计到投放市场,一般要经过五个阶段。

(1) 可行性研究阶段 包括以下阶段。

①根据市场需求,或受用户委托,或由主管部门下达,提出设计任务。

②进行可行性研究,重大问题应召开有关方面专家参加的论证会。

③编制设计任务书。

④提出可行性论证报告。

⑤提出设计任务书,任务书应尽可能详细具体,应包括主要的功能指标,它是以后设计、评审、验收的依据。

⑥签订技术经济合同。

(2) 方案设计阶段 包括以下阶段。

①根据设计任务书,通过调查研究和必要的分析(还可能需要进行原理性的试验),提出机械的工作原理。

②进行必要的运动学设计(一般是初步的、粗略的),提出几种机械系统运动方案。

③经过分析、对比和评价,做出决策,确定出最佳总体方案。提出方案的原理图和机构运动简图,图中应有必要的最基本的参数。

(3) 技术设计阶段 包括以下阶段。

①运动学分析与设计。

②工作能力分析与设计。

③动力学分析与设计。

④结构设计。

⑤装配图和零件图的绘制。

完成机械产品的全套技术资料,包括:标注齐全的全套完整的图样,包括外购件明细表;设计计算说明书;使用维护说明书。

(4) 样机试制阶段 通过试制和试验,发现问题,加以改进,一般是回到技术设计阶段,修改某一部分设计结果。

①提出试制和试验报告。

②提出改进措施,修改部分图样和设计计算说明书。

(5) 投产销售阶段 包括以下阶段。

①收集用户反馈意见,研究使用中发现问题,进行改进。

②收集市场变化的情况。

③对原机型提出改进措施,修改部分图样和相关的说明书。

④根据用户反馈意见和市场变化情况,提出设计新型号的建议。

现以减速器的设计流程为例大致如图 0-3 所示。

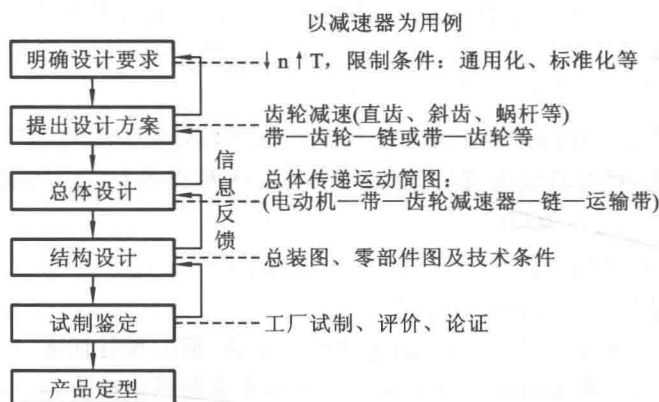


图 0-3 减速器的设计流程

在设计过程中,这些步骤是相互交错、反复进行的。设计者要从实际出发,注重调查研究,善于学习,在实践中不断积累设计经验,以期取得最佳成果。当然,不同类型的设计,其过程也不尽相同,并没有一个通用的、一成不变的程序。对开发性设计,其过程最复杂和完整。适应性设计和参数化设计的过程则视具体情况的要求而定,不一定会这样完整。

3) 机械零件的设计准则

根据零件的失效分析,设计时为防止零件失效,保证其工作能力所依据的基本原则称为设计准则。主要有强度准则和刚度准则等。

(1) 强度准则 零件在外载荷作用下所产生的最大应力 σ 不超过零件的许用应力 $[\sigma]$ 。其表达式为

工作应力 $\leq$ 许用应力,即 $\sigma \leq [\sigma]$

许用应力 = 材料极限应力 / 安全系数,即 $[\sigma] = \sigma_{\text{lim}} / S$

材料的极限应力应根据工作应力类型的不同来选择。工作应力为静应力时,极限应力对

于脆性材料为强度极限,对于塑性材料为屈服极限;工作应力为变应力时,极限应力为其相应应力循环状态的疲劳极限。

计算载荷与名义载荷之间的关系为:计算载荷等于名义载荷乘以载荷系数。

根据材料力学中的非对称循环应力、脉动循环应力和对称循环应力的分类及特征,可绘出应力-时间曲线,并写出最大应力、最小应力、平均应力、应力幅和循环特性的计算公式。

(2) 刚度准则 零件在载荷作用下将产生弹性变形。限制零件受载后产生的弹性变形量不超过机器正常工作所允许的弹性变形量。其表达式为

弯曲刚度:挠度 $y \leq [y]$, 偏转角 $\theta \leq [\theta]$

扭转刚度:扭转角 $\varphi \leq [\varphi]$

弹性变形量可按理论计算或实验方法确定,而许用变形量则应随不同的使用场合,按理论或经验确定其合理数值。

为遵循这一准则,要了解刚度对零件工作能力的影响和提高刚度的措施等有关知识。

(3) 其他设计准则 简介如下。

振动稳定性准则:了解机器产生振动的主要原因和避免共振的方法。

寿命准则:影响零件使用寿命的主要因素是磨损、腐蚀和疲劳。

热平衡准则:在工作中发生摩擦的零件会产生热量,故应对发热较大的零件进行热平衡计算。

可靠性准则:产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的概率称为可靠度,机器的可靠度取决于零部件的可靠度及它们的组合关系。了解设计时提高系统可靠度的措施。

同一种零件可能有几种不同的失效形式,对应于各种失效形式就有不同的工作能力,设计时,应对满足上述零件准则的各种工作能力进行比较,取其较小者作为设计依据。

4) 机械零件材料的选用原则

机械零件常用的材料有钢、铸铁、有色金属和非金属等,常用材料的牌号、性能及热处理知识可查阅机械设计手册。

在机械设计中选择材料是重要问题。设计者在选择材料时,应充分了解材料的性能和适用条件,并考虑零件的使用要求、工艺要求和经济性要求等。

5) 机械零件的制造工艺性及标准化

(1) 机械零件的工艺性 零件的工艺性是指在既定的生产条件和规模下,能用较少的劳动和较低的成本把零件制造和装配出来。为此,设计者必须了解零件的制造工艺,能从材料选择、毛坯制造、机械加工、装配以及维修等环节考虑有关的工艺问题。

(2) 机械设计中的标准化 零件的标准化、部件的通用化和产品的系列化是我国实行的一项重要技术经济政策。

标准化的意义在于:减轻设计工作量,有利于把主要精力用于关键零部件的创新设计;可安排专门工厂集中生产标准零部件,有利于降低成本,提高互换性;有利于改进和提高产品质量,扩大和开发新产品,便于修理和更换。

我国现行标准分为国家标准(GB)、部颁标准(如 JB、YB 等)和企业标准三级。出口产品应采用国际标准(ISO)。



0.3 课程实践环节

1. 实验

1) 平面机构简图测绘

要求:掌握一般平面机构的测绘技能,验证机构运动是否确定,巩固和扩展对机构结构的认识。

内容:选择一至两种实际机械模型,顺序测量各运动副间的相对位置,绘制机构运动简图,另选二至三种实际机构或模型,徒手绘制机构示意图。计算上述实物或模型的机构自由度,并验证其运动是否确定。

2) 带传动实验

要求:观察带传动过程,掌握带传动的基本知识与基本技能。

内容:观察带传动中弹性滑动和打滑现象;了解带传动在不同的张紧力、不同转速下对滑差率和效率的影响;V带传动通过软件对滑动曲线和效率曲线的测试绘制;了解带传动实验台的设计原理与扭矩、转速的测量方法。

3) 齿轮范成实验

要求:观察用范成法形成渐开线齿廓的过程,齿廓根切现象及变位修正后获得的齿形,理解范成原理,分析和验证根切原因和修正后齿轮的尺寸变化。

内容:用渐开线范成仪模拟范成加工过程,先后“切制”(绘制)出标准齿轮齿廓和变位齿轮齿廓,在图纸上要绘制2~3个完整的齿形,按要求分析和比较这两种齿廓。

4) 齿轮参数的测定

要求:掌握游标卡尺的使用,掌握奇数齿轮和偶数齿轮相关参数的测量方法和计算方法。要求实验方法准确,数据准确,量具的使用和维护准确。

内容:在不同部位多次测量奇数齿轮和偶数齿轮在实验报告单中要求的尺寸参数,求出平均值,并根据不同齿轮的特点,利用相关公式求出要求的参数,需要标准值的应选择合适的标准值。

5) 轮系实验

要求:观察轮系的运动特点,掌握轮系各参数的计算方法。

内容:了解轮系的分类;理解轮系的应用特点、定轴轮系中各轮转向的判断;掌握传动比、任意从动齿轮转速计算、轮系末端是螺旋传动的计算、轮系末端是齿条传动的计算。

6) 轴系结构的分析与测绘

要求:通过轴系结构的观察分析,理解轴、轴承、轴上零件的结构特点,掌握轴系结构设计要求。

内容:通过对减速箱中典型轮系结构的观察,绘制轴系结构草图,测定和标注各部分尺寸,分析轴头、轴颈等各部分结构特点,并提出自己的见解和评价。

7) 减速器拆装实验

要求:了解减速器的结构,熟悉其装配和拆卸方法。

内容:通过对减速器的拆卸和装配,了解和掌握减速器轴系部件的布置、定位、固定及结构,了解减速器各个附件的名称、结构、安装位置和作用,并绘制减速器的装配示意图。