



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



北京高等教育精品教材

BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

机械设计综合课程设计

王之栋 王大康 主编

第2版



附光盘



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
北京高等教育精品教材

机械设计综合课程设计

第2版

组编 北京市高等教育学会机械设计研究分会

主编	王之栎	王大康		
电子版主编	高志			
参编	高志	李威	杨梦辰	
	陈心颐	马纲	李艳	
	刘莹			
主审	卢颂峰	吴瑞祥		



机械工业出版社

本书按教育部高等教育教学内容和课程体系改革精神,从机械设计系列课程体系改革总体需求出发,为突出和加强学生综合设计能力和创新能力培养,总结多年相关课程教学改革经验编写而成。本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是北京市高等教育精品教材。

本书强调机械设计中总体设计能力的培养,整合机械原理课程设计和机械设计课程设计内容,建立了较完善的机械设计综合课程设计体系,适应机械设计系列课程综合设计实践的教学要求,注重培养学生发现问题、分析问题和解决问题的综合创新能力。教材对机械设计综合课程设计的基本内容和步骤作了较详细的阐述。全书第一部分为机械设计综合课程设计指导,第二部分为设计资料,第三部分为设计任务书,第四部分为机械CAD平台和设计指导等。教材的选材和组织注意兼顾不同专业、不同学时和不同课程设置的教学要求,适用于机械原理和机械设计课程设计整合后的综合课程设计,也可用于独立安排的机械原理或机械设计课程设计教学。

本书适用于高等工科院校机械类、近机械类各专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计综合课程设计/王之栋,王大康主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2007.8 (2011.5重印)
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 北京高等教育精品教材
ISBN 978-7-111-12040-7

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第089408号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:刘小慧 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟
封面设计:张静 责任印制:李妍
北京诚信伟业印刷有限公司印刷
2011年5月第2版·第6次印刷
184mm×260mm·16.75印张·409千字
标准书号:ISBN 978-7-111-12040-7
ISBN 978-7-900136-63-3(光盘)
定价:32.00元(含1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页、由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

高等院校现代机械设计系列教材

编 委 会

主 任 委 员	清华大学	吴宗泽
副主任委员	北京工业大学	王大康
	北京科技大学	罗圣国

委 员 （按姓氏笔画为序）

北京理工大学	万小利
北京航空航天大学	王之栌
北京信息科技大学	王科社
清华大学	刘 莹
机械工业出版社	刘小慧
北京化工大学	张有忱
中国农业大学	张淑敏
北京科技大学	李 威
装甲兵工程学院	崔玉莲

序 言

为了满足 21 世纪我国社会主义现代化建设和科学发展的需要,培养具有较宽知识结构和扎实理论基础的复合型人才,高等机械工程教育需要按照“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”的方针,在教育思想、教学内容和教学方法等方面进行全方位的改革。

机械设计系列课程在机械工程学科中占有重要地位,它是面向工科相关专业课程改革的重要组成部分,而教材建设又是教学改革的核心。为此,北京市高等教育学会机械设计研究分会组织北京市和外省市部分院校有丰富教学经验的教师,采取老、中、青相结合的方式,编写了这套现代机械设计系列教材。该系列教材按照教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神组织实施,充分反映了高等工业院校机械工程学科的发展和机械设计系列课程改革的成果,其主要特点为:

1. 本系列教材总结了各院校近年来机械设计系列课程教学改革的经验和方法,教材内容编排合理,注重理论联系实际、便于教师教学和学生学学习。
2. 本系列教材在体系上作了科学的分工,注重教材内容的创新性和系列教材的整体性,既体现了传统的教学内容,又立足于创新,增加了反映本学科发展的部分新内容。
3. 本系列教材是一套较为完整的系统教学用书,通过学习可以达到整体优化学生的知识、能力和素质的目的,可供不同专业、不同办学方式的学校选用。
4. 本系列教材注重拓宽基础知识,加强工程背景和培养学生的工程实践能力,以期形成一个适应 21 世纪我国现代化建设和市场经济发展的教材体系。
5. 为了配合各校开展 CAI 教学,便于指导学学习,在多数教材中配备了光盘。

本系列教材自问世以来,已有四本教材被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,四本教材被评为北京高等教育精品教材。我们殷切希望这套系列教材能够得到各校师生的关心和帮助,在实际使用中不断进行修订和完善,为我国高等工程教育和机械类人才的培养作出积极的贡献。

北京市高等教育学会机械设计研究分会
高等院校现代机械设计系列教材编委会

第 2 版前言

本书第 1 版于 2003 年按照教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”精神,从机械设计系列课程体系改革总体需求出发,为突出和加强学生综合设计能力和创新能力培养,总结多年相关课程教学改革经验编写出版。本书由首批北京市高等教育精品教材(重点)立项支持,出版后通过评审获北京市高等教育精品教材称号,2006 年获国家教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材立项支持。

本书的编写指导思想是:①强调机械设计中总体设计能力的培养,将原机械原理课程设计和机械设计课程设计内容整合为一个新的综合课程设计体系,将学生在机械设计系列课程中所学的有关机构原理方案设计、运动和动力学分析、机械零部件设计理论、方法、结构及工艺设计等内容有机地结合,进行综合设计实践训练,使课程设计与机械设计工程实际的联系更为紧密。②加强学生对机械系统创新设计能力的培养,增加了机械总体构思和创新设计等内容,对学生的总体方案设计内容和质量要求有所加强,以利于增强学生的总体设计与创新能力培养和竞争意识。③兼顾不同专业、不同学时的教学要求。本书的基本内容和设计资料,在保留传统选材精华的基础上,增加了具有创新特点和不同难度的设计题目,选题范围广,既可用于不同专业的机械设计综合课程设计,也可用于独立安排的机械原理或机械设计课程设计。④提倡学生使用现代化设计手段。本书所附光盘内装 AutoCAD 环境下运行的计算机辅助设计平台,有利于强化学生的综合素质培养和训练。

全书分为四个部分:第一部分为机械设计综合课程设计指导,包括绪论、机械装置总体设计、传动装置的结构设计、装配和零件图样设计、编写设计计算说明书和准备答辩;第二部分为设计资料,内容为与机械设计相关的标准、规范和参考图例;第三部分为设计任务书;第四部分以光盘形式提供,内容包括部分设计任务书,电子版设计指导和机械 CAD 平台等。根据截止到 2006 年发布的国家标准,对书中相关内容及引用的国家标准做了相应修改和调整,对部分设计任务提供的技术数据和光盘内容做了增补和充实。

参加本书编写的有北京航空航天大学王之栋,北京工业大学王大康,清华大学高志、刘莹,北京科技大学李威,北京理工大学杨梦辰,北京航空航天大学陈心颐、马纲,北京印刷学院李艳。北京机械工程学院王科社,北京航空航天大学郭卫东、李建平为本书提供了部分图、表和资料。全书由王之栋统稿并与王大康担任主编,由高志担任电子版主编。

本书由清华大学卢颂峰教授和北京航空航天大学吴瑞祥教授担任主审,他们对本书提出了许多宝贵的修改意见和建议,对提高本书质量起到很大作用。

诚借本书出版之机,对为本书编写和出版提供了各种帮助的各位同行,表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中如有不妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

第 1 版前言

《机械设计综合课程设计》是按照教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”精神，从机械设计系列课程体系改革总体目标出发，为突出和加强培养学生的综合设计能力和创新能力，总结近年来的相关课程教学改革经验而编写的。

本书的编写指导思想是：①强调机械设计中总体设计能力的培养，将原机械原理课程设计和机械设计课程设计内容整合为一个新的综合课程设计体系，将学生在机械设计系列课程中所学的有关机构原理方案设计，运动和动力学分析，机械零部件设计理论、方法，结构及工艺设计等内容有机地结合，进行综合设计实践训练，使课程设计与机械设计实际的联系更为紧密。②加强学生对机械系统创新设计能力的培养，增加了机械构思设计和创新设计等内容，对学生的方案设计内容和要求有所加强，以利于增强学生的创新能力和竞争意识。③兼顾不同专业、不同学时的教学要求。本书的基本内容和设计资料，在保留传统选材精华的基础上，增加了具有创新特点和不同难度的设计题目，选题范围广，既可用于不同专业的机械设计综合课程设计，也可用于分开进行的机械原理或机械设计课程设计。④提倡学生使用现代化设计手段。本书所附光盘内装 AutoCAD 环境下运行的计算机辅助设计平台，有利于提高学生的综合素质。

全书分为四个部分：第一部分为机械设计综合课程设计指导，包括绪论、机械装置总体设计、传动装置的结构设计、装配图样和零件图样设计、编写设计计算说明书和准备答辩；第二部分为设计资料，内容包括机械设计相关标准、规范和参考图例；第三部分为设计任务书；第四部分以光盘形式提供，内容包括部分设计任务书、电子版设计指导和机械 CAD 平台等。

参加本书编写的有北京航空航天大学王之栋，北京工业大学王大康，清华大学高志、刘莹，北京科技大学李威，北京理工大学杨梦辰，北京航空航天大学陈心颐、马纲，北京印刷学院李艳。北京机械工程学院王科社，北京航空航天大学郭卫东、李建平为本书提供了部分图、表和资料。全书由王之栋统稿并和王大康共同担任主编，高志担任电子版主编。

全书由清华大学卢颂峰教授担任主审，他对本书提出了许多宝贵的修改意见和建议，对提高本书质量起到很大作用。

借本书出版之机，对为本书提供了各种指导和帮助的各位同行，表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中如有不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

序

第2版前言

第1版前言

第一部分 机械设计综合课程设计 指导

第一章 绪论 3

- 第一节 机械设计综合课程设计的
目的、内容和一般步骤 3
 - 一、课程设计的目的 3
 - 二、课程设计的内容和一般
步骤 3
 - 三、设计中需要注意的几个
问题 5

- 第二节 机械设计的基本原则、过程
和方法 5
 - 一、机械设计的基本原则 5
 - 二、机械设计的基本过程 6
 - 三、机械设计常用理论与方法 6

第二章 机械装置总体设计 9

- 第一节 机械装置总体设计方案的
确定 9
- 第二节 原动机的选择 9
- 第三节 执行机构的选型和设计 10
 - 一、常用机构的类型及特点 10
 - 二、执行机构的选型与设计 13
- 第四节 传动装置的类型、特点
及选型 17
 - 一、传动装置的类型和特点 17
 - 二、传动方案的合理选择 19
- 第五节 电动机选择和运动、动力
参数计算 21
 - 一、电动机的选择 21
 - 二、传动比分配 22
 - 三、机械装置的运动和动力
参数计算 23

第三章 传动装置的结构

设计 27

- 第一节 常用减速器结构 27
- 第二节 传动零件的设计计算 29
 - 一、减速器外传动及传动零件设计 30
 - 二、减速器内传动零件设计 31
- 第三节 传动装置装配草图和零部件
结构设计 32
 - 一、装配草图设计准备 32
 - 二、绘制装配草图的步骤 32
 - 三、初绘装配草图 32
 - 四、轴系零件的计算 33
 - 五、轴系结构设计 33
 - 六、箱体及轴承盖的结构 43
 - 七、减速器附件 49
 - 八、其他常用零部件设计 52
 - 九、检查装配草图与修改完善 54
- 第四节 装配图样设计 56
 - 一、装配图样的设计要求 56
 - 二、装配图的绘制 56
 - 三、装配图的尺寸标注 56
 - 四、标题栏和明细表 57
 - 五、装配图中的技术特性和
技术要求 59

第四章 零件图样设计 61

- 第一节 零件图样的设计要求 61
 - 一、零件图的设计要求 61
 - 二、零件图的设计要点 61
- 第二节 轴类零件图样 62
 - 一、视图选择 62
 - 二、尺寸标注 62
 - 三、技术要求 64
- 第三节 齿轮类零件图样 64
 - 一、视图选择 64
 - 二、尺寸标注 65
 - 三、啮合特性表 65
 - 四、技术要求 66

第四节 箱体类零件图样	66	五、通气器	140
一、视图选择	66	六、轴承端盖	141
二、尺寸标注	66	第六节 联轴器	142
三、技术要求	67	第七节 极限与配合、形位公差 和表面粗糙度	149
第五章 编写设计计算说明书和 准备答辩	68	一、极限与配合	149
第一节 编写设计计算说明书	68	二、形状和位置公差 (GB/T 1184 —1996 摘录)	160
一、设计计算说明书的内容	68	三、表面粗糙度	163
二、设计计算说明书的要求 和注意事项	68	第八节 渐开线圆柱齿轮精度、锥齿轮精度 和圆柱蜗杆、蜗轮精度	166
第二节 准备答辩	70	一、渐开线圆柱齿轮精度 (GB/T 10095—2001 和 GB/Z18620—2002 摘录)	166
一、整理设计资料	70	二、锥齿轮精度 (GB/T 11365 —1989 摘录)	184
二、准备答辩	70	三、圆柱蜗杆、蜗轮精度 (GB/T 10089—1988 摘录)	193
三、思考题	70	第九节 电动机	200
第二部分 机械设计常用标准规范 和参考图例		一、Y 系列三相异步电动机 (JB/T 5271—1991、JB/T 5272—1991、 JB/T 5274—1991 摘录)	200
第六章 机械设计常用标准和 规范	75	二、Y 系列电动机的安装及 外形尺寸	202
第一节 一般标准	75	第七章 参考图例	204
第二节 常用材料	81	第一节 常用减速器装配 图例	204
一、黑色金属材料	81	一、一级圆柱齿轮减速器	204
二、有色金属材料	87	二、二级圆柱齿轮减速器	206
三、型钢	88	三、二级同轴式焊接箱体圆柱 齿轮减速器	208
四、非金属材料	90	四、二级圆锥-圆柱齿轮减 速器	210
第三节 联接与紧固	91	五、一级蜗杆减速器 (蜗杆下置)	212
一、螺纹	91	六、一级蜗杆减速器 (蜗杆上置)	214
二、螺栓、螺柱、螺钉	93	七、一级大端盖结构蜗杆减速器	216
三、螺母、垫圈	99	八、二级齿轮-蜗杆减速器	218
四、挡圈	102	九、二级行星圆柱齿轮减速器	220
五、螺纹零件的结构要素	105	十、PT6A—27 发动机减速器	221
六、键、花键	108	第二节 常用减速器零件图例	222
七、销	110	一、箱盖	222
第四节 滚动轴承	113	二、箱座	224
一、常用滚动轴承	113	三、齿轮轴	226
二、滚动轴承的配合 (GB/T 275 —1993 摘录)	130		
第五节 润滑与密封	132		
一、润滑剂	132		
二、油杯、油标、油塞	133		
三、螺塞和封油圈	136		
四、密封件	137		

四、大齿轮	227
五、轴	228
六、小锥齿轮轴	229
七、大锥齿轮	230
八、蜗杆	231
九、蜗轮	232
十、轮芯和轮缘	233

第三部分 设计任务书

一、高架灯提升装置设计	237
二、自动包装机设计	237
三、电梯机械部分相关系统的 原理及结构设计	239
四、飞剪机传动装置设计	240
五、加热炉装料机设计	241

六、搓丝机传动装置设计	243
七、简易专用半自动三轴钻 床传动装置设计	243
八、卷扬机传动装置设计	244
九、带式运输机传动装置设计 I	245
十、带式运输机传动装置设计 II	246
十一、带式运输机传动装置设计 III	246
十二、棒槽成形半自动切削机 机械系统设计	247
十三、薄壁零件冲床机构设计	249
十四、带式运输机两级闭式齿轮 传动装置设计(4组)	250

附录 光盘内容简介	253
-----------------	-----

参考文献	254
------------	-----

读者信息反馈表	
---------	--

第一部分

机械设计综合课程设计指导

第一节 机械设计综合课程设计的 目的、内容和一般步骤

机械设计综合课程设计是针对机械设计系列课程的要求,由原机械原理课程设计和机械设计课程设计综合而成的一门设计实践性课程;是继机械原理与机械设计课程后,理论与实践紧密结合,培养工科学生机械工程设计能力的课程。

课程内容主要涉及机械设计、机械原理、机械制图、机械制造基础、材料学、力学等基础知识。教学内容主要为:针对机械工程中常用传动装置和执行机构的分析选型,零部件运动学、动力学和结构的分析计算与设计,绘制机械系统图、部件装配图和零件图,编写计算说明书,最终完成设计任务。

一、课程设计的目的

课程设计的目的主要体现在三个方面:

- 1) 培养学生综合运用所学的理论知识与实践技能,树立正确的设计思想,掌握机械设计的一般方法和规律,提高机械设计能力;
- 2) 通过设计实践,熟悉设计过程,学会准确使用资料、设计计算、分析设计结果及绘制图样,在机械设计基本技能的运用上得到训练;
- 3) 在教学过程中,为学生提供一个较为充分的设计空间,使其在巩固所学知识的同时,强化创新意识,让学生在设计实践中深刻领会机械工程设计内涵,提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

二、课程设计的内容和一般步骤

1. 设计内容

课程设计一般以简单机械装置或系统作为设计对象,如图 1-1、图 1-2 分别为带式运输机和搓丝机简图。设计任务中可只给出工作机的原始运动、动力参数和工作要求,如图 a 所示;也可给出该机械装置的布置图(图 b)或系统简图(图 c),作为设计参考。

设计内容主要包括:设计任务分析;总体方案论证,绘制总体系统图;选择原动机,确定传动装置和执行机构的类型,分配传动比;计算各设计零部件的运动和动力参数,如各轴的受力、转矩、转速、功率等;设计传动件、轴系零件、箱体、机构构件和为保证机械装置正常运转所必需的附件,绘制装配图样和零件图样;整理和编写设计计算说明书;最后进行考核和答辩等。

课程设计应完成的作业有:

- 1) 机械系统总体方案图 1 张;

- 2) 传动装置装配图 1 张;
- 3) 零件图 2~3 张;
- 4) 设计计算说明书 1 份。

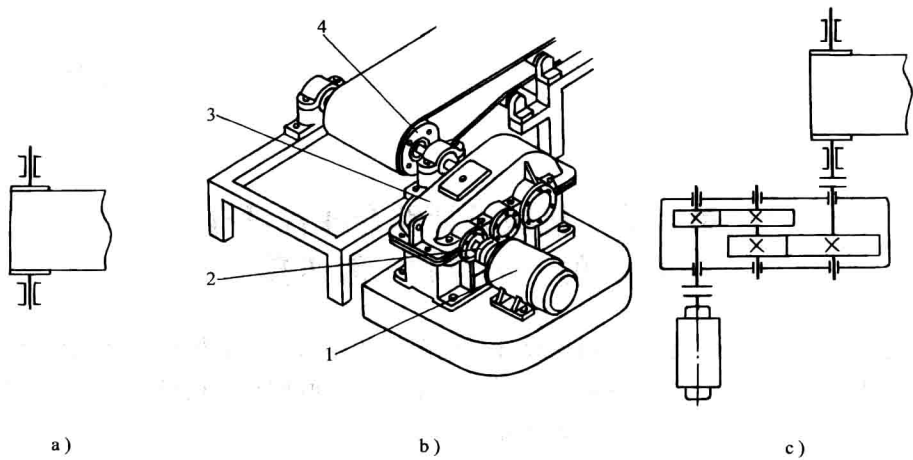


图 1-1 带式输送机简图

1—电动机 2—联轴器 3—减速器 4—驱动滚筒

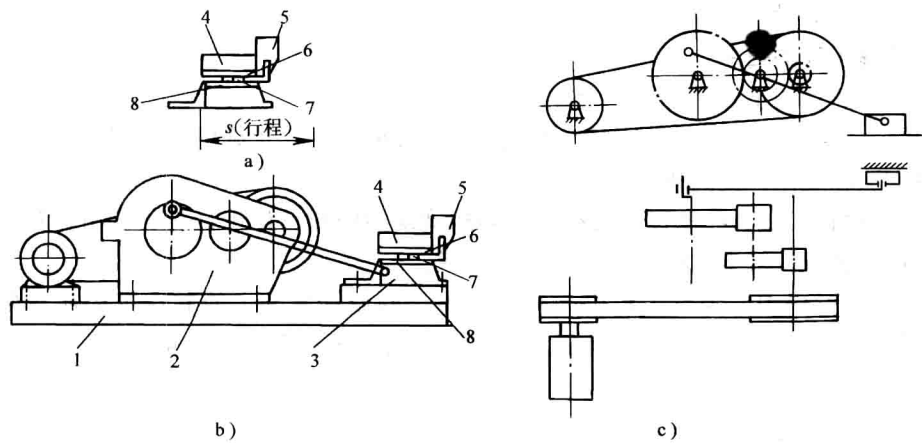


图 1-2 搓丝机简图

1—床身 2—传动系统 3—滑块 4—机头 5—送料装置
6—上搓丝板 7—工件 8—下搓丝板

2. 设计步骤

- (1) 设计准备 首先应明确设计任务、设计要求及其工作条件，针对设计任务和要求进行分析调研，查阅有关资料，有条件的可参观有相似机械装置的现场或实物；
- (2) 方案设计 根据分析调研结果，选择原动机、传动装置和执行机构及它们之间的联接方式，拟定若干可行的总体设计方案；
- (3) 总体设计 对所拟定的设计方案进行必要的计算，如总传动比和各级传动比、各轴的受力、转矩、转速、功率等，并对执行机构和传动机构进行初步设计，进行分析比较，

择优确定一个正确合理的设计方案,绘制传动装置和执行机构的总体方案简图;

(4) 结构设计 针对整机或某一部件,如部分传动装置或执行机构等,进行详细设计,根据各个零部件的强度、刚度、寿命和结构要求,确定其结构尺寸和装配关系,并根据整机运转要求,进行箱体和附件设计,完成装配图样设计和零件图样设计;

(5) 整理文档 整理设计图样,编写设计计算说明书。

三、设计中需要注意的几个问题

(1) 循序渐进,逐步完善和提高 在设计过程中,应特别注意理论与实践的结合。设计者应充分认识到,设计过程是一项复杂的系统工程,要从机械系统整体需要考虑问题;成功的设计必须经过反复的推敲和认真的思考才能获得,设计过程不会是一帆风顺的,要注意循序渐进。设计和计算、绘图和修改、完善和提高,常需要交叉结合进行。

(2) 巩固机械设计基本技能,注重设计能力的培养和训练 机械设计的内容繁多,而所有的设计内容都要求设计者将其明确无误地表达为图样或文字,包括软件形式文档,并经过制造、装配方能成为产品。机构设计,强度、刚度计算和结构设计,图样表达等能力都是在设计中必备的知识和技能。学生应自觉加强理论与工程实践的结合,掌握认识、分析、解决问题的基本方法,提高综合设计能力。

(3) 汲取传统经验,发挥主观能动性,勇于创新 机械设计综合课程设计题目多选自工程实际中的常见问题,设计中有很多前人的设计经验可供借鉴。学生在学习过程中应注意了解、学习和继承前人的经验,同时又要善于发现问题,经过分析研究,寻找可行的解决方案。

(4) 从整体着眼,提高综合设计素质 在设计过程中,应自觉加强自主设计意识,注意先总体设计,后零部件设计;先概要设计,后详细设计。遇到设计难点时,要从设计目标出发,在满足工作能力和工作环境要求的前提下,首先解决主要矛盾,逐渐化解其他矛盾;提倡使用成熟的软件和计算机,提高运用现代设计手段的能力。

设计时,要正确处理传统设计与创新设计的关系,要注意合理选择精加工表面的位置和大小,优先选用标准化、系列化产品,力求做到技术先进、可靠安全、经济合理、使用维护方便。适当采用新技术、新工艺和新方法,以提高产品的技术经济性和市场竞争能力。

第二节 机械设计的基本原则、过程和方法

一、机械设计的基本原则

机械的设计、生产和使用水平是工业技术水平及其现代化程度的标志之一,现代机械产品常具有机电一体化特征,而设计是决定产品技术经济性能的重要环节。

机械产品的成本、生产周期、产品质量、技术经济性能、工作性能及其安全性和可靠性等指标,在很大程度上是由设计阶段决定的。统计表明,50%的质量事故是设计失误造成的,60%~70%的产品成本取决于设计本身,机械设计在产品的全生命周期中起着十分重要的作用。

机械设计应遵循以下基本原则:

(1) 创新原则 设计是对人们为达到某种目的所做创造性工作的描述,因而创新是设计的主要特征。现代机械设计,首先应是创新的设计,其特点常表现为理论和实践经验与直

觉的结合。现代设计的综合性内涵已越来越突出地显现于产品的设计之中,产品的系统性,多目标、短周期、多品种的设计要求,使多领域跨学科交叉共同设计更为普遍,这虽然使设计的复杂性增加,但也给产品创新提供了更好的机遇。新的构思和创新设计,常使产品更具有生命力。

(2) 安全原则 产品能安全可靠地工作是对设计的基本要求。设计中,为了保证机械装备的安全运行,必须在结构设计、材料性能、零部件强度和刚度、摩擦学性能、运动学和动力学性能、及其可靠性和稳定性等方面依据相应的设计理论,按照相关的设计标准来完成设计。产品的安全性通常是指在某种工况条件及可靠度水平上的安全性,是设计中必须满足的指标。

(3) 技术经济原则 产品的技术经济性常用产品本身的技术含量与价格成本之比来衡量,产品技术含量越高、价格成本越低,其技术经济性越好。由于市场竞争激烈,现代工业产品的设计周期、技术指标将直接影响产品的成本消耗和经济效益。设计对技术经济指标的影响,必须引起设计者的充分重视。

(4) 工艺性原则 产品完成图样设计后,进入生产或试生产阶段,产品零部件的生产和装配工艺性,应是设计者在设计过程中要解决的问题。设计时应力求使零部件的结构工艺性合理,生产过程最简单,周期最短,成本最低。除传统机械加工外,现代工艺技术的发展为我们提供了多种先进的制造加工手段,如高精度组合加工、光加工和电加工等。合理的设计可以使产品的加工、装配易于实现,同时又具有良好的经济性。

(5) 维护性原则 产品经流通领域到达最终用户后,其实用性、维护性就显得十分重要。平均无故障时间、最大检修时间通常是用户的基本维护指标,而这些指标显然取决于设计过程。良好的维护性和实用性,可以使产品较好地适应使用环境和生产节奏,在高效工作的同时,节省维护费用。事实上产品的维护性好、可靠性高,可以更充分地发挥其潜在的社会效益和经济效益。

二、机械设计的基本过程

机械产品设计的过程是:经过产品的市场调查和需求分析,以及生产条件和成本效益分析,完成总体设计报告;经评价审定程序,确定实施方案,再进行详细设计。

在产品的设计过程中,应认真做好以下工作:

- 1) 通过分析设计任务要求,找出设计技术关键问题;
- 2) 确定针对技术难点的解决方法及技术路线;
- 3) 根据功能结构分析,确定机械总体方案;
- 4) 进行设计方案评审,根据评价结果完善方案,完成设计任务。

总体设计报告,应包括原理方案设计和结构方案的初步设计,设计者要针对设计任务要求进行全面分析,通过比较选择,确定总体方案,形成总体设计报告,并进行评审。在实施方案确定以后,要进行详细的设计计算和结构设计,并用设计计算说明书和规定的图样来表达设计结果,然后交付制造。最终形成的设计文件要详尽,且要满足工艺和维护要求。

三、机械设计常用理论与方法

设计工作应充分体现设计目标的社会性、设计方案的多样性、工程设计的综合性、设计条件的约束性、设计过程的完整性、设计结果的创新性和设计手段的先进性。科学技术的进步,为设计者提供了越来越丰富的技术手段和方法,机械工程设计也有它自己的特点和必须

遵循的科学规律,只有掌握设计规律和先进的设计方法,充分发挥聪明才智,才能圆满地完成设计任务。下面简要介绍几种常用的设计方法。

1. 机械系统设计

机械系统设计是研究组成系统的各部分及其内在联系,从整体系统出发,建立基本设计原则,辩证解决设计问题的一种设计方法。系统设计方法的主要思想是在设计过程中强调系统内部和外部环境的关系,强调整体系统和分系统的关系,并以之贯穿于整个设计过程。在分解与综合中,要考虑各分系统联络关系的强弱及其与整体系统关联的完整性。

2. 优化设计

优化设计是应用数学最优化原理解决实际问题的设计方法。针对某一设计任务,以结构最合理、工作性能最佳、成本最低等为设计要求,在多种方案、多组参数、多个设计变量中确定主要设计变量的取值,使之满足最优设计要求。在机械设计中,优化设计体现为最佳设计方案的确定和最佳设计参数的确定。

进行优化设计时,首先需要对具体的工程问题进行比较深入的了解,选择优化计算方法,构造合适的数学模型,寻找最优设计结果,找出最佳设计参数。如在减速器设计中,可以将材料最省和结构最紧凑作为设计目标。这样,在传动装置的设计计算中,应该注意合理选择热处理工艺,参数选择时尽量使各部分的强度裕量合理。使用优化设计方法,可以加速设计过程、缩短设计周期,达到事半功倍的效果。

3. 可靠性设计

可靠性是指系统在规定时间内,在给定条件下完成规定功能的能力。产品的可靠性需有一个定量的表述,但可靠性的定量表述具有随机性,对任何产品来讲,在其可靠工作与失效之间,都具有时间上的不确定性。因此,对于不同类型的可靠性问题,就需要有不同的表述方式,常见的有:可靠度、无故障率、失效率、平均无故障时间等。合理规划分配各部分的可靠性指标,可以最大限度地发挥各部分的设计优势,保证产品在工作品质、技术标准和安全使用等方面达到高效、高质。

机械设计中常用到可靠性的概念,如齿轮设计中,计算许用应力时所用安全系数与其设计可靠度有关;滚动轴承的寿命,一般取为可靠度是90%时的工作次数或时间等。

对于系统而言,其总体可靠性是由各部分零部件的可靠性保证的,采用标准件、通用件,简化零件结构,减少零部件数量等都是提高可靠性的途径。

4. 摩擦学设计

摩擦学是研究摩擦、磨损和润滑的科学,涉及材料、化学及流体力学等多个学科,依据摩擦学原理和方法进行设计称为摩擦学设计。统计表明,全球生产能源的 $1/3 \sim 1/2$ 消耗于摩擦,80%的机械零件失效与摩擦学问题有关。因此摩擦学设计在工业生产中具有重要地位。

机械系统中有利用摩擦和尽量减小摩擦、降低磨损的两类设计。前者如摩擦式离合器、制动器和带传动等,后者的典型应用有滑动轴承等。

5. 反求设计

反求设计是在已有设计经验的基础上,设计更新产品品质的设计方法。反求设计可以分成两个阶段,即使用、消化、吸收同类产品和运用新技术创新、设计出适合具体工况的新产品。反求设计在有些国家的技术进步中起到了十分重要的作用。如二战后,某国经济状况近