



21世纪高校机电类规划教材

机械设计

Machinery Design

陆凤仪 钟守炎 主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书根据机械设计课程教学关于加强素质教育和能力培养的基本要求,并结合拓宽专业面后教学改革的需要而编写。全书共17章,分别介绍机械零件的强度计算,摩擦、磨损及润滑,螺纹联接和螺旋传动,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,滑动轴承,滚动轴承轴及减速器等内容。在教材编写中,注意精选教学内容,突出实用性,减少数理论证,处理好与先修课程的衔接。除第一章外,每章均附有适量的思考题及习题。

本书可作为普通高等院校机械类各专业的教材,也可供近机类、非机类各专业本科师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/陆凤仪,钟守炎主编. —北京:机械工业出版社,2007.7

21世纪高校机电类规划教材

ISBN 978-7-111-21423-6

I. 机… II. ①陆…②钟… 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(2007)第063307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:倪少秋 版式设计:冉晓华 责任校对:姚培新

封面设计:陈沛 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007年8月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·23 25印张·501千字

标准书号:ISBN 978-7-111-21423-6

定价:34.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高校机电类规划教材

编 审 委 员 会

顾 问：李培根 华中科技大学

主 任：左健民 南京工程学院

副主任：童幸生 江汉大学

徐格宁 太原科技大学

党新安 陕西科技大学

刘全良 浙江海洋学院

张世亮 广东海洋大学

高文龙 机械工业出版社

郑 堤 宁波大学

陈 明 北华航天工业学院

胡 琳 深圳大学

马 光 温州大学

方庆瑄 安徽工业大学

邓海平 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)

王卫平 东莞理工学院

仝基斌 安徽工业大学

刘小慧 机械工业出版社

刘镇昌 山东大学

李子琼 厦门理工学院

李洪智 黑龙江工程学院

赵先仲 北华航天工业学院

顾晓勤 电子科技大学(中山)

王 华 长春工程学院

朱志宏 福建工程学院

刘申全 华北工学院分院

张 茂 西南石油学院

李建华 中原工学院

陈廉清 宁波工程学院

夏凤芳 上海电机技术高等专科学校

倪少秋 机械工业出版社

序

为了适应我国制造业的迅速发展的需要,培养大批素质高、应用能力与实践能力强
的应用综合型人才已成为当务之急。这同时对高等教育的办学理念、体制、模式、机制
和人才培养等方面提出了全新的要求。

为了打通新形势下高等教育和社会需求之间的瓶颈,中国机械工业教育协会机电类
学科教学委员会和机械工业出版社联合成立了“21 世纪高校机电类规划教材”编审委
员会,本着“重基本理论、基本概念、淡化过程推导,突出工程应用”的原则,组织
教材编写工作,并力求使本套教材突出以下特点:

(1) 科学定位。本套教材主要面向应用的综合型人才的培养,既不同于培养研究
型人才的教材,也不同于一般应用型本科的教材;在保持高学术水准的基础上,突出工
程应用,强调创新思维。

(2) 品种齐全。这套教材设有“力学”、“制图”、“设计”、“数控”、“控制”、
“实训”、“材料”、“双语”等模块,方便学校选用。

(3) 立体化程度高。教材均要求配备 CAI 课件和相关的教辅材料,并在网站上为
本套教材开设研讨专栏。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,是国家级优秀出版
社,是国家高等教育的教材出版基地之一,在机电类教材出版领域具有很高的地位。相
信这套教材在中国机械工业教育协会机电类学科委员会和机械工业出版社的精心组织
下,通过全国几十所学校的老师的仔细认真的编写,一定能够为我国高等教育应用综合
型人才的培养提供更好用、更实用的教材。

教育部·机械工程及自动化专业分数学指导委员会·主任
中国机械工业教育协会·高等学校机械工程及自动化学科教学委员会·主任

李培根 院士
于华中科技大学

前 言

本书是根据教育部颁发的机械设计课程的“教学基本要求”，并结合多年的教学改革和教学实践经验编写的。在编写过程中，力求体现普通高等院校培养高级应用型工程技术人才的特点，在内容阐述方面，注重基本理论、基本概念，淡化公式的推导；突出工程应用，重视结论的分析；突出对学生设计能力、解决问题的能力与创新能力的培养。同时在编写过程中注意采用新规范、新标准。

参加本书编写的有太原科技大学陆凤仪（第一章、第三章、第七章、第九章、第十四章）、朱建儒（第二章第一节~第六节、第八章、第十一章），东莞理工学院钟守炎（第四章、第六章），陕西科技大学魏引焕（第五章、第十二章），宁波工程学院赵伟敏（第十三章、第十五章、第十六章、第十七章），中北大学分校黄璟（第十章），山西大学吉晓梅（第二章第七节），全书由陆凤仪、钟守炎担任主编。

本书由王科社教授担任主审。王教授对本书进行了认真细致的审阅，并提出了宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

在本书教材编写过程中，得到了机械工业出版社和本书责任编辑的大力支持与热情关注，在此也表示衷心的感谢。

尽管全体编者尽心尽力，但由于编者水平和时间所限，书中的不当和错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序 前言

第一章 绪论	1
第一节 机器的基本组成要素	1
第二节 本课程的研究对象、内容、性质和任务	1
第三节 本课程的特点和学习方法	2
第二章 机械及机械零件设计概述	4
第一节 机器的组成	4
第二节 机械设计的基本要求、一般程序和方法	5
第三节 机械零件设计的基本要求、一般步骤和设计计算方法	7
第四节 机械零件的主要失效形式及设计计算准则	8
第五节 机械零件的常用材料及其选择原则	10
第六节 机械零件设计中的工艺性及标准化	13
第七节 现代机械设计方法简介	14
第三章 机械零件的强度	17
第一节 载荷与应力的分类	17
第二节 机械零件的静应力强度计算	19
第三节 机械零件的疲劳强度计算	20
第四节 机械零件的接触强度	31
思考题与习题	32
第四章 螺纹联接和螺旋传动	33
第一节 螺纹概述	33
第二节 螺纹联接的主要类型、特点及应用	36
第三节 螺纹联接的预紧与防松	41
第四节 单个螺栓联接的强度计算	45
第五节 螺栓组联接的受力分析与设计	54
第六节 提高螺栓联接强度的措施	61
第七节 螺旋传动	66
思考题与习题	72

第五章 轴毂联接	74
第一节 键联接	74
第二节 花键联接	79
第三节 销联接	81
第四节 过盈联接简介	83
思考题与习题	84
第六章 带传动	86
第一节 概述	86
第二节 带传动的受力分析及运动特性	90
第三节 普通 V 带传动的设计计算	95
第四节 普通 V 带轮设计	103
第五节 带传动的张紧、使用与维修	107
第六节 其他带传动简介	109
思考题与习题	110
第七章 链传动	112
第一节 概述	112
第二节 传动链的结构特点	113
第三节 滚子链链轮的结构设计	115
第四节 链传动的运动特性	118
第五节 链传动的受力分析	120
第六节 滚子链传动的设计计算	122
第七节 链传动的布置、张紧与润滑	127
思考题与习题	130
第八章 齿轮传动	132
第一节 概述	132
第二节 齿轮传动的失效形式及设计准则	132
第三节 齿轮的材料及其选择原则	136
第四节 齿轮传动的计算载荷	138
第五节 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	143
第六节 齿轮传动的许用应力	149
第七节 齿轮传动强度计算概要和主要参数与精度的选择	154
第八节 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	159
第九节 直齿锥齿轮传动的强度计算	166
第十节 齿轮的结构设计	171
第十一节 齿轮传动的效率和润滑	174
思考题与习题	177

第九章 蜗杆传动	179
第一节 概述	179
第二节 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算	182
第三节 普通圆柱蜗杆传动承载能力计算	188
第四节 蜗杆传动的润滑及热平衡计算	196
第五节 普通圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	198
第六节 圆弧圆柱蜗杆传动	201
思考题与习题	202
第十章 摩擦、磨损及润滑概论	204
第一节 摩擦及润滑机理	204
第二节 磨损	212
第三节 润滑剂、添加剂和润滑方法	216
思考题与习题	224
第十一章 滑动轴承	226
第一节 概述	226
第二节 滑动轴承的结构形式及轴瓦结构	226
第三节 滑动轴承的失效形式和常用材料	232
第四节 滑动轴承的润滑剂和润滑方法	235
第五节 不完全液体润滑滑动轴承设计计算	237
第六节 液体动压润滑径向滑动轴承设计计算	240
第七节 其他形式滑动轴承简介	252
思考题与习题	256
第十二章 滚动轴承	257
第一节 概述	257
第二节 滚动轴承的类型及选择	258
第三节 滚动轴承的载荷、应力分析及失效形式和设计准则	265
第四节 滚动轴承的寿命计算	268
第五节 滚动轴承的静载荷计算	275
第六节 滚动轴承的组合设计	275
第七节 滚动轴承的润滑和密封	283
思考题与习题	291
第十三章 联轴器和离合器	293
第一节 概述	293
第二节 联轴器	294
第三节 离合器	300

思考题与习题	304
第十四章 轴	305
第一节 概述	305
第二节 轴的结构设计	308
第三节 轴的强度计算	315
第四节 轴的刚度计算	321
第五节 轴的振动简介	322
思考题与习题	332
第十五章 弹簧	334
第一节 弹簧的功用和类型	334
第二节 圆柱形螺旋弹簧的结构、材料和制造	335
第三节 圆柱形螺旋压缩（拉伸）弹簧的设计计算	339
思考题与习题	347
第十六章 机座和箱体简介	348
第一节 机座及箱体的类型及制造方法	348
第二节 机座及箱体的断面形状及肋板布置	349
第三节 机座及箱体设计概要	351
思考题与习题	352
第十七章 减速器	353
第一节 概述	353
第二节 常用减速器的主要类型、特点和应用	353
参考文献	358

第一章 绪 论

第一节 机器的基本组成要素

机器是人类进行生产以减轻体力劳动和提高劳动效率的主要工具，也是完成人类难以承担的各种复杂和危险劳动的重要工具。机器在现代社会中的应用随处可见，如起重机、汽车、车床、洗衣机、电动机、内燃机等，使用机器进行生产的水平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。使用机器生产有利于实现产品的标准化、系列化和通用化，有利于实现广泛意义的机械化、电气化和自动化。

一台现代化的机器，常包含机械、电器、液压、气动、润滑、控制、监测等系统的部分和全部，但是一台机器的主体仍然是它的机械系统，这些机械系统都由一个或一些机构组成，而机构是由相应的零件组成，所以机器的基本组成要素就是机器的零件。

机械零件通常可分为两大类：一类是在各种机器中普遍使用的零件，称为通用零件（如螺母、齿轮、直轴等）；另一类是只在特定类型的机器中才会用到的零件，称为专用零件（如曲轴、螺旋桨、起重机的吊钩等）。另外把由一组协同工作的零件所组成的独立制造或独立装配的组合物称为部件（如减速器、离合器、滚动轴承等）。机械零件常用来泛指零件和部件。

第二节 本课程的研究对象、内容、性质和任务

一、本课程的研究对象和内容

“机械设计”是一门研究机械设计基本理论和设计技术的课程，研究对象是一般参数条件下的通用零件和部件。一般参数是指载荷、速度、尺寸、精度及环境等条件属于一般工况范围。课程的主要内容有以下几个方面。

1. 机械设计的基本理论

机械设计基本理论主要是研究机械设计的一般过程和要求，机器及零件设计的基本原则，机械零件的强度理论，材料的选用，及摩擦、磨损和润滑等方面的基本学科内容。

2. 机械传动件设计

机械传动件设计主要研究带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动的受力分析、失效分析、设计准则及承载能力设计计算，传动零件的结构设计、材料选择及润滑等。

3. 联接件设计

联接件设计主要研究螺纹联接, 键联结, 销联接与各种联接件的联接方式。

4. 轴系零部件设计

轴系零部件设计主要研究滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器的类型、特点、工作原理, 轴系零部件的工作能力设计、结构设计以及标准零部件选用等。

5. 其他零部件设计

其他零部件设计主要研究弹簧、机座和减速器等。

机械零件的设计计算是本课程的基本教学内容, 但本课程学习的最终目的在于能综合运用各种机械零件、各种机构的知识以及先修课的知识, 来设计机械传动装置和简单机械。

专用零件不属于本课程讨论的内容, 在以后有关的专业课中再作研究。

二、本课程的性质和任务

机械设计是以一般通用零件的设计计算为主要内容的设计性课程, 是培养学生具有机械设计能力的一门技术基础课程, 也是以后学习专业课程和从事机械产品设计的必备基础课程。

本课程的主要任务是:

- 1) 树立正确的设计思想和创新意识, 培养机械设计的创新能力。
- 2) 通过通用机械零件的设计原理、方法和机械设计一般规律的学习, 能进行一般机械传动部件和简单机械装置的设计。
- 3) 具备运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。
- 4) 掌握典型机械零件的实验方法, 获得基本的实验技能。
- 5) 了解机械设计的最新动态。

第三节 本课程的特点和学习方法

一、本课程的特点

本课程是高等工业院校机械专业的主干技术基础课, 是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桥梁。本课程既与基础课程有显著的不同, 又与后续专业课程有区别。因此由其研究对象和性质决定了它的主要特点。

1) 与各门先修课程关系多。本课程是建立在多门先修课的基础上, 如机械制图、金属工艺学、材料力学、机械原理、互换性与技术测量及工程材料等, 而且要运用先修课的理论解决实际问题。

2) 同一功能的零件门类多。本课程主要分章论述典型的通用零(部)件, 而各种零(部)件本身均包含着很多种类。

3) 机器对零件的要求多。设计一个零件除要满足强度、刚度、工艺性、体积、质量等一系列的要求外, 根据使用场合不同还会提出更多的要求。

4) 与零件设计相关的公式多。本课程是设计性的课程, 设计包含多方面的内容,

如强度、刚度、寿命、热平衡计算等，从而形成公式多的特点。

5) 表达课程相关内容的图形多。

6) 设计所需资料的表格多。

二、本课程的学习方法

由于本课程是一门综合性、实践性很强的课程，因此学习中要注意培养和提高自己综合应用各门课程的相关知识、解决实际问题的能力。

零件的门类虽然繁多，但并非无规律可循。学习时要多对比——从各类零件的工作性能和适用场合进行对比；多分析——从零件在机器中的功能、相互影响、装配关系方面进行分析；找规律——机械零件设计时，从分析问题的思路和设计程序上找出相同的规律，即：

概述（类型、构造、材料、标准、特点和应用）→工作原理→受力分析→应力状态→失效形式→设计准则→设计方法→结构设计。

影响机械零（部）件寿命的因素是多方面的，故学习时对各类零件的工作能力设计，要注意设计原理和设计公式的适用条件；应根据零件的实际工作条件“具体问题具体分析”；重点掌握设计公式中各参数的物理意义、各参数之间关系及分析方法。

学会在零件设计时首先初选参数或由结构设计初定尺寸，然后再进行校核的设计方法。在本课程的学习中，必须明确，设计决非计算，计算固然重要，但它仅仅是为结构设计提供一个基础，而零（部）件和机器的最终尺寸和形状，常由结构设计确定，计算所得的数据，最后往往会被结构设计所修改。

本课程具有鲜明的工程性。在设计机械零（部）件时要进行方案选择、零件选型、材料选择及结构形式的选择，要用到大量的数据、图表、标准等相关资料，并要对计算结果进行分析（有的需圆整或标准化）。所有这些工程问题处理能力的培养是通过综合本课程的各个教学环节实现的，因此不但要努力学好教材上的内容，而且要认真掌握各个实践教学环节的内容。

第二章 机械及机械零件设计概述

第一节 机器的组成

图 2-1 概括地说明一台完整机器的组成。

在图 2-1 中，粗线框表示一部机器的基本组成部分，细线框表示附加组成部分。这里的着眼点在于它们的功能，并不涉及它们的复杂性。

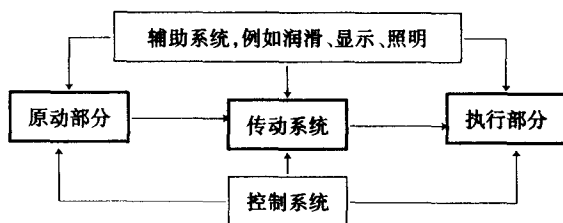


图 2-1 机器的组成

原动部分是驱动整部机器以完成预定功能的动力源。通常一部机器只用一个动力源，复杂的机器也可能有好几个动力源。一般地说，它们都是把其他形式的能量转换为可以利用的机械能。现代机器中使用的原动机大多数是以各式各样的电动机和热力机为主。原动机绝大多数以旋转运动的形式输出一定的转矩，在少数情况下也有用直线运动电动机或液压缸以直线运动的形式输出一定的推力或拉力。

执行部分是用来完成机器预定功能的组成部分。一台机器可以只有一个执行部分（例如压路机的压辊）；也可以根据机器的功能分解成好几个执行部分（例如桥式起重机的卷筒、吊钩部分执行上下吊放重物的功能，小车行走部分执行横向运送重物的功能，大车行走部分执行纵向运送重物的功能）。

传动系统是完成从原动机到执行部分的运动形式、运动及动力参数转变的任务。例如把旋转运动变为直线运动、高转速变为低转速、小转矩变为大转矩等。机器的传动系统多数使用机械传动系统。有时也可使用气、液压或电力传动系统。机械传动是绝大多数机器不可缺少的重要组成部分。

简单的机器就只由上述三个基本部分组成。随着机器的功能越来越复杂，对机器的精确度要求也就越来越高。所以机器除了以上三个部分外，还会不同程度地增加其他部分，例如控制系统和辅助系统等。

第二节 机械设计的基本要求、一般程序和方法

一、机械设计的基本要求

1. 功能要求

机器应满足在预定工作期限内和预定环境条件下可靠地工作, 有效地实现预期的功能。

2. 经济性要求

经济性是一项综合性指标。它要求设计和制造机器的周期短、成本低, 使用机器时生产率高, 能源和材料消耗少, 维护管理费用低。

3. 操作方便、符合劳动保护要求

要使所设计的机器符合劳动保护法规的要求, 为操作者提供方便和安全的生产条件。机器的操作应轻便省力, 符合人机工程学(Ergonomics)要求。要保证操作安全, 对可能危及操作者安全的机器部位, 应设有各种防护装置及安全措施。对容易误操作的部位, 应有联锁报警装置和保险装置。

4. 造型美观和减少环境污染

机器的外观造型和色彩应协调、大方, 符合工业美学要求, 以美化工作环境。要尽可能减少机器振动, 降低噪声, 减轻对环境的污染。

5. 其他要求

对不同的机器, 还有一些为该机器所特有的要求。如大型机器应便于起重、运输, 食品机器应能保持产品清洁等。

二、机械设计的一般程序

机械设计是指规划和设计实现预期功能的新机械或改进原有性能的机械。

机械设计过程是一个创造性的工作过程, 同时也是一个尽可能多地利用已有的成功经验的过程。要很好地把继承与创新结合起来, 才能设计出高质量的机器。作为一部完整的机器, 它是一个复杂的系统。要提高设计质量, 必须有一个科学的设计方法和程序。机械设计没有一成不变的程序, 须视具体情况而定, 设计的一般程序如下所述。

1. 计划阶段——研究和确定设计任务

根据生产和生活的需要, 确定机械的功能范围和工作指标, 并为以后的决策提出由环境、经济、加工以及时限等各方面所确定的约束条件。在此基础上, 明确地写出设计任务的全面要求及细节, 最后形成设计任务书。设计任务书大体应包括: 机器的功能、经济性、环保性的估计, 制造要求方面的大致估计、基本使用要求以及完成设计任务的预计期限等。

2. 方案设计阶段——拟定总体设计方案

根据设计任务, 进行调研, 对机器进行功能、工作原理和机构组成等分析, 在此基础上拟定出多个可行的设计方案, 最后通过技术经济指标的评价, 确定合理的总体设计

方案, 绘制机构运动简图。

3. 技术设计阶段——计算和结构设计

首先对机械进行运动分析和动力分析, 计算作用在各构件上的载荷, 利用强度和刚度等条件进行零部件工作能力计算, 以确定主要参数和尺寸, 并绘制必要的草图。然后利用初步设计的结果, 充分考虑满足零件的工作能力和结构工艺性等要求, 确定零件的形状和全部尺寸, 完成装配图设计, 进而绘制零件的工作图。

4. 技术文件编制阶段

编制各种技术文件, 包含有设计计算说明书、使用说明书、标准件明细表等。

编制设计计算说明书时, 应包括方案选择及技术设计的全部结论性的内容。

编制供用户使用的机器使用说明书时, 应向用户介绍机器的性能参数范围、使用操作方法、日常保养及简单的维修方法、备用件的目录等。

以上只是简要地介绍了狭义的技术性的机械设计程序。广义地讲, 机械设计应涉及机器的设计、制造、使用、维修的全过程。在机器的制造过程中, 随时都有可能出现由于工艺原因而修改设计的情况。如需修改时, 则应遵循一定的审批程序。机器出厂后, 应该有计划地进行跟踪调查; 另外, 用户在使用过程中也会给制造或设计部门反馈出现的问题。设计部门根据这些信息, 经过分析, 也有可能对原设计进行修改, 甚至改型。作为设计工作者, 应当有强烈的社会责任感, 要把自己工作的视野延伸到制造、使用乃至报废利用的全过程中去, 反复不断地改进设计, 才能使机器的质量不断地提高, 更好地满足生产及生活的需要。

三、设计方法

机械设计的方法大体上有以下几种。

1. 内插式设计

在两个现有设计方案中作内插式设计是一般机械设计常用的方法。这种方法有成功的经验可以借鉴, 只要设计时精心对待, 认真作一些技术改进工作, 通过少量试验研究, 就能有把握地设计出成功的产品。通常所谓的类比设计、相似设计都属于内插式设计范畴。

2. 外推式设计

和内插式设计不同, 虽也有部分经验可以借鉴, 但外推部分处于未知领域, 若某些运行参数超过通用设计方法所许用的范围, 就有可能产生意想不到的结果。因此, 外推式设计必须慎重对待, 对外推领域要做好技术开发研究、理论探讨和科学实验工作。

3. 开发性设计

应用新原理、新技术设计新型技术装备的工作称为开发性设计。功能设计和结构设计是开发性设计的核心。功能设计时要运用物理学、理论力学、机械原理、流体力学、热力学、摩擦学等基础理论知识; 结构设计时要应用机械零件、金属材料及热处理、机械制造工艺、公差配合等知识和生产实践的经验。

第三节 机械零件设计的基本要求、 一般步骤和设计计算方法

一、机械零件设计的基本要求

机械零件的基本要求是可靠性和经济性要求。

可靠性是指机械零件在预定的期间内能安全可靠地工作。需要根据可能发生的主要失效形式确定零件在强度、刚度、耐磨性、耐热性和振动稳定性等方面必须满足的条件。这些条件是判断零件工作能力的准则。

经济性是指零件的成本应低廉。这要从设计和制造两方面入手，应正确选择材料和热处理工艺、结构尺寸、公差精度等级，使之具有良好的结构工艺性；合理制定技术条件和有关的制造方法等；尽可能选用标准零件。

二、机械零件设计的一般步骤

1) 根据机器的整体设计方案和零件在整机中所起的作用，选择零件的类型和结构。

2) 根据零件的工作情况，建立力学模型，进行受力分析，确定名义载荷和计算载荷。

根据额定功率或生产阻力用力学公式计算出作用在零件上的载荷，称为名义载荷（如力 F 、功率 P 、转矩 T ）。名义载荷是机械在平稳工作条件下作用在零件上的载荷，它没有反映原动机和工作机间的实际载荷随时间作用的不均匀性、载荷在零件上分布的不均匀性及其他影响零件受力情况等因素。这些因素的综合影响，常用载荷系数（或工作情况系数） K 来做概略估计。载荷系数 K 与名义载荷的乘积称为计算载荷（如 $F_{ca} = KF$, $P_{ca} = KP$, $T_{ca} = KT$ ），机械零件常按计算载荷进行设计。

3) 分析零件可能出现的失效形式，确定相应的工作能力计算准则。

4) 根据零件的失效形式和材料的力学性能、物理性质、经济因素及供应情况等选用合适的材料、热处理工艺或其他处理工艺。

5) 进行零件的应力和变形计算，按零件的工作能力计算准则确定零件的主要尺寸，并对该尺寸加以标准化或圆整。

6) 根据零件的主要尺寸和结构、工艺要求等绘制零件工作图和编写计算说明书。

三、设计计算方法

机械零件的计算可分为设计计算和校核计算两种。

设计计算是先根据零件的工作情况和选定的工作能力设计准则用计算方法求出零件危险截面的尺寸，然后根据结构与工艺要求和尺寸协调的原则，使结构进一步优化。

校核计算是先参照已有实物、图样和经验数据初步拟定零件的结构布局和有关尺寸，然后根据工作能力设计准则检验危险截面是否安全。采用校核计算时，因为已知零件的有关尺寸，所以有可能计入影响强度的结构因素和尺寸因素，计算结果比较精确。

充分考虑了各有关因素的校核计算常称为精确校核计算。并不是所有的校核计算都能算作精确校核计算。由于试验数据还不够充分,目前只有形状和受载都较简单的零件才能进行精确校核。

应当指出,不论是设计计算还是校核计算,在计算方案上通常要对某些较复杂的现象作出适当的简化,例如,以集中力代替实际上的分布力、以点支承代替实际上的面支承等。所以机械零件的计算和一般的工程计算一样,总是带有或多或少的条件性(假定性)。条件性计算实质上是合理的简化计算。当计算所涉及的问题过于复杂,或当它们的内在规律还不能完全掌握时,根据充分的试验数据作些合理的假设和简化时常是必要的。条件性计算虽然不够精确,但若注意到公式的适用范围,计算结果也具有一定的可靠性。为了使计算的结果更符合实际情况,应该多方面参考过去成功的设计和在使用过程中积累起来的统计资料。

必须指出,在实际设计中,除计算外,还需要综合考虑结构、制造、安装、维修等因素,所以选用尺寸往往比计算值大些。有时也会遇到不可能用计算方法来确定零件尺寸,这时就需要由生产经验和设计经验来确定。

此外还应指出,设计工作常需多次修改方案,改变设计参数,使之逐步趋于完善和合理,力求做到承载能力较大,摩擦功耗较少,工作温度较低,结构尺寸紧凑。这个过程实际上也是逐步优化的过程。

第四节 机械零件的主要失效形式及设计计算准则

一、机械零件的主要失效形式

机械零件由于某些原因而不能正常工作,称为失效。常见的失效形式有以下几种。

1. 断裂

断裂分为脆性断裂、韧性断裂和疲劳断裂;脆性断裂多发生于脆性材料;韧性断裂多发生于塑性材料。当零件剖面上的应力超过零件的强度极限时,即发生这两类断裂。疲劳断裂是零件在重复的循环变应力作用下,工作较长时间后发生的断裂。大多数机械零件的断裂均属于疲劳断裂。

2. 过量变形

机械零件在工作过程中,受外力载荷作用发生弹性变形。当弹性变形量太大时,零件或机器将不能正常工作,严重时还能损坏机器。在严重过载的情况下,零件还会发生塑性变形。塑性变形将影响零件的形状和尺寸,致使零件或机器丧失工作能力。

3. 表面失效

表面失效是一种常见的失效形式,常发生在零件的接触表面上。表面失效包括:疲劳点蚀、磨损、胶合、塑性变形、压溃及腐蚀等。

表面失效具有时间性,即随工作时间的延续而逐渐发生,致使零件表面形状和尺寸逐渐发生变化,最终导致零件报废。所以机械零件具有一定的工作寿命。