



机械学科平台课程系列教材

机械设计

—— 基础篇 (第二版)

● 张卫国 饶 芳 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



机械学科平台课程体系教材

机 械 设 计

——基础篇(第二版)

张卫国 饶 芳 主 编

吴昌林 姜柳林 王彦伟 编



华中科技大学出版社

内 容 简 介

本书是根据高等学校工科“机械原理与设计”课程教学指导小组修订的《“机械设计”课程教学基本要求》及机械大类专业人才的培养要求编写的。

本书重点讨论了通用机械零部件设计中的一些基本知识、基本原理和基本方法。全书共分10章。第1章简述了机械设计的基础知识;第2章~第4章介绍了机械传动零件设计;第5章介绍了连接件设计;第6章~第9章介绍了轴系支承等零部件设计;第10章介绍了弹簧设计。每章末皆配有习题供教学使用。

本书主要作为高等工科大学机械大类各专业(含机械、能源动力、材料、交通、船海、环境等)的教材,也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——基础篇(第二版)/张卫国 饶 芳 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.6
ISBN 978-7-5609-8813-9

I. 机… II. ①张… ②饶… 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(2013)第 081079 号

机械设计——基础篇(第二版)

张卫国 饶 芳 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:刘 勤

责任校对:朱 霞

封面设计:刘 卉

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:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北通山金地印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:15.75

字 数:348千字

版 次:2013年6月第2版第1次印刷

定 价:28.00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

机械学科平台课程系列教材

编 委 会

顾 问 杨叔子
主任委员 李培根

副主任委员 吴昌林 陈立亮 叶恒奎 蔡兆麟
许晓东 范华汉 刘太林 韦 敏

委 员 夏巨谌 樊自田 金建新 姜柳林 程远胜
吕庭豪 高 伟 黄荣华 黎秋萍

秘 书 姜柳林 徐正达 钟小珉

代序(节选)

高度重视知识 认真打好基础

——兼谈构建专业教育平台

华中科技大学 杨叔子 张福润 吴昌林

高等教育是专门教育。教育所涉及的知识大致可以分为五个层次。第一层,作为高等教育所必需传授的基础知识:人文学科的,如文、史、哲;社会学科的,如经济、法律、政治;技术学科的,如信息、计算机;自然学科的,如数、理、化、生;还有艺术、体育、外语等。第二层,大门类专业教育所必需传授的基础知识。现今分为文科、理科、工科、医科、农科、军事科等等若干大门类。工科是面向工业生产与工程实际的学科,其必需传授的基础知识,如作为工程语言的工程图学,作为现代技术手段的计算机技术,作为工业与工程所需的机电基础知识等。第三层,在大门类学科中,又分为若干所谓的一级学科,如机械工程、船舶工程、土木工程、电气工程等。在这些一级学科中,有一些彼此密切相关且基础知识相近的学科,如机械工程、仪器仪表、能源动力、工程力学等所需的基础知识都与机械密切相关,大致为:力学(包括热力学、流体力学等)、设计、制造、控制、材料等。这些学科又可类聚在一起。第四层,是一般所谓的专业即二级学科,如上述的机械工程等一级学科中,根据实际情况,又划分成若干二级学科。我国根据科技发展、经济发展与社会进步的需要,1998年对本科专业目录做了大的调整,机械工程类专业即二级学科,从17个缩成4个,仪器仪表类专业从9个缩成为1个,能源动力类专业从4个缩成为2个,工程力学类专业从2个缩成为1个。这一层次的知识就是所谓的专业方向课程。机械工程类所包含的4个二级学科为机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备及控制、工业设计。第五层,就是这些二级学科所分设的若干方向,或所谓的“专门化”。显然,这些方向或专门化所设置的课程或所讲的内容,基本上就是直接同生产实际或工程实际相联系的,甚至就是当前发展中的非常现实的问题,实质上是讲座。需要说明的是:第一,前一层次的课程固然要为以后的课程打基础,做准备,然而更为本质的是任何一层次的课程都应受教育者一生的做人做事打基础;不然就是急功近利,背离了育人、提高素质这一根本宗旨。第二,由于专业不同,有的课程不一定是某一层次专有,例如,工科的数学,可以延至第三层,有的内容还可开设专门讲座。第三,还应规定必须选修1~3门与本专业关系不大甚至完全无关的其他专业的课程,以便扩大知识视野,启迪思维。第四,即使开设的专门化课程或讲座,也不能只就事论事,而应通过这一专门化课程作为具体事例,阐述

寓于此事例中更为一般性的问题。总之,安排课程、选择内容,当然是从知识本身出发来考虑,但绝对不只是为了知识,而是还应重视知识所承载的思维、方法、精神等。高等教育为适应社会发展的需要,在上述各知识层次上进行了学科知识平台的调整与重构。从专门人才培养的角度出发,近十年来特别在第五层次至第三层次上对教学内容进行了深入的改革:在第四层次上类聚一些划分得过细、过窄的专业,将原有的 500 多个专业并为 240 多个专业;今年来如上所述,又在大门类学科(第三层)中类聚一级学科,按学科大类构建更为宽阔的知识平台。这样做,就是为了普通高等本科教育适应当前科技进步与市场经济发展的需要,谋求学生有所需的较宽的知识基础,有适应当今形势需要的较宽口径,从而能经一定实际工作锻炼后,不仅可适应目前工作需要,而且可以有创意地去发展,而不会被过窄的专业知识束缚手脚。这就要求精心去构建专业教育的知识大平台。构建知识大平台,就是恰当地选择知识的量、知识的质、知识的类型、知识的组分,恰当地组成知识的体系,以及决定相应的教与学的方式,就是构建与此平台相应的学、思、行的措施系统。毫无疑问,在传授知识时,要着力抓好课堂教育,还要对设计、实习、调查研究、试验、社会活动、校园文化等高度重视,即必须高度重视领悟人生,启迪思维,因材施教,锻炼能力,提高素质。因此,必须安排有足够的时间与空间,形成良好的学习氛围,在学生“学”时,能促进其“思”与其“行”。如同岳麓书院的传统一样:“博于问学,明于睿思,笃于务实,志于成人”,以培养数以千万计的专门人才,而且便于进一步造就一大批拔尖创新人才。

显然,不同层次、不同类型的高等教育,上述五个层次的知识所占的比重、知识体系以及知识教与学的方式是不同的,因为所培养的人才所起的作用各不相同。但是,决没有谁贵谁贱,谁高谁低,谁优谁劣,相反,在经济建设与社会发展中,均不可少。一花独放,决非春天,万紫千红,才是春天。有差异,才有世界;无差异,没有世界。各层次各类型高等教育应明确自己的定位,安其位,谋其事,努其力,尽其智,上其水平,显其特色,创其一流,实现历史赋予的重大责任。

知识是文化的载体。必须在教育中,高度重视知识,切实打好基础;也必须更加高度重视通过知识来培育情感,启迪思维,提升精神境界,以能与时俱进,弘扬民族精神,深情爱国,焕发时代精神,勇于创新。

杨叔子:中国科学院院士、原全国高校机械学科教学指导委员会主任委员、原华中科技大学学术委员会主任、华中科技大学教授、博导

张福润:原全国高校机械学科教学指导委员会秘书长、华中科技大学教授

吴昌林:教育部高等学校机械基础课程教学指导委员会副主任委员、第二届国家级教学名师奖获得者、华中科技大学教授、博导

再版前言

本书第一版自 2006 年投入使用以来,经过了 6 年多的教学实践,得到了广大教师和学生们的热情关注。第二版是在总结了前期使用经验的基础上,根据教育部《高等工业学校“机械设计”课程教学基本要求》的主要精神,结合当前课程改革的需要及广大师生的使用意见修订而成的。本次修订的具体内容如下。

1. 在重点章节中增加了一些设计实例,以便学生对设计方法的全面掌握与应用。
2. 对涉及国家标准的内容,全部按最新国家标准执行,以适应新形势的发展需要。
3. 增加了一些较新型零部件的设计方法(如圆弧圆柱蜗杆传动设计等),以开阔学生的视野。
4. 尽可能使主要零部件的设计计算方法与华中科技大学吴昌林主编的机械类多学时《机械设计》教材相一致,以形成一套系列教材。
5. 一方面对不太常用的知识及内容进行了精简,另一方面对部分必须掌握的重点内容进行了完善和补充。
6. 对第一版中的某些图、表、公式、文字及表述中的一些错漏之处进行了修正和补充。

本书由张卫国、饶芳任主编。参加本次修订工作的有张卫国(第 1、2、6、7 章)、饶芳(第 5、8 章)、姜柳林(第 4、9 章)、王彦伟(第 3、10 章)及吴昌林(第 3 章)等教师。在本书的修订过程中,编者得到了华中科技大学“机械设计”课程教学团队的各位同仁的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中谬误之处难免,殷切希望广大读者批评、指正。

编 者

2013 年 1 月于华中科技大学

初 版 前 言

自 2003 年开始,华中科技大学机械学院、材料学院、能源与动力学院及交通学院等 4 个学院的机械设计制造及其自动化、材料成形及控制工程、热能与动力工程、过程装备及其自动化、轮机工程、船舶与海洋工程等 6 个本科专业,已按照机械大类新的教学大纲实施教学。

“机械设计”课程是机械大类平台课程之一,是学生今后从事机械设计的重要理论与实践基础。为了适应新的教学大纲,满足不同类型学生的需求,我们编写了《机械设计——基础篇》和《机械设计——专题篇》这两本教材。前者是所有机械大类的学生必须掌握的基本知识,而后者则提供给期望深入学习机械设计有关知识的同学选用。这两本教材在内容上相互衔接,组成了一个有机的整体。

编写这套教材时,我们力求在满足教学基本要求的前提下精选内容、适当拓展知识面、反映本学科的新进展。《机械设计——基础篇》重点介绍常用机械零部件的基本设计计算方法,初步培养学生解决工程实际问题的能力,篇幅不大,难度适中,简明扼要,可满足机械大类各专业学习机械设计知识的需要。在此基础上,《机械设计——专题篇》对一些理论和应用问题进行了专题介绍,如机械零件的疲劳强度、流体动压润滑、较新型的传动装置设计、机械零部件结构设计、机械系统总体方案设计等,从而使学生更深入地了解机械设计的理论基础及新方法、新技术,拓宽视野。

参加本书编写工作的有:张卫国(第 1 章、第 2 章、第 6 章、第 7 章)、戴同(第 3 章)、姜柳林(第 4 章、第 9 章)、饶芳(第 5 章、第 8 章)、吴昌林(第 10 章),由张卫国、饶芳担任主编。

本书的编写及出版,得到了华中科技大学出版社领导和编辑的大力支持与帮助,他们付出了辛勤的劳动;华中科技大学机械学院的同仁对本书的编写提出了很多宝贵的意见和建议,编者一并在此表示真挚的谢意。

由于编者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编者

2006 年 6 月

目 录

第 1 章 机械设计概论	(1)
1.1 “机械设计”课程的性质及主要内容	(1)
1.2 机器的组成及其功能结构	(2)
1.3 机械设计中的一般性问题	(4)
习题	(16)
第 2 章 挠性传动设计	(17)
2.1 带传动概述	(17)
2.2 带传动的受力分析及运动分析	(19)
2.3 普通 V 带传动的设计	(23)
2.4 链传动概述	(33)
2.5 滚子链传动的设计计算	(37)
2.6 带轮及链轮的结构设计	(43)
习题	(46)
第 3 章 齿轮传动设计	(47)
3.1 齿轮传动的失效形式和设计准则	(47)
3.2 齿轮的常用材料和许用应力	(50)
3.3 齿轮传动的精度	(55)
3.4 直齿圆柱齿轮传动的受力分析及强度计算	(56)
3.5 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析及强度计算	(66)
3.6 直齿锥齿轮传动的受力分析及强度计算	(69)
3.7 齿轮传动的参数选择及设计方法	(71)
3.8 齿轮的结构设计及齿轮传动的润滑	(75)
习题	(79)
第 4 章 蜗杆传动设计	(82)
4.1 蜗杆传动的类型及特点	(82)
4.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸	(85)
4.3 蜗杆传动的失效形式、材料及其结构	(90)
4.4 普通圆柱蜗杆传动的受力分析及强度计算	(94)
4.5 蜗杆传动的效率及热平衡计算	(96)
4.6 普通圆柱蜗杆传动的设计方法和实例	(98)

4.7 轴向圆弧圆柱蜗杆传动	(102)
习题	(105)
第5章 连接设计	(107)
5.1 键和花键连接设计	(107)
5.2 销连接及无键连接设计	(113)
5.3 螺纹连接设计	(115)
5.4 铆接、焊接及胶接简介	(136)
5.5 螺旋传动简介	(140)
习题	(141)
第6章 轴设计	(144)
6.1 概述	(144)
6.2 轴的结构设计	(147)
6.3 轴的强度计算	(152)
6.4 轴的刚度及临界转速简介	(155)
6.5 轴的设计方法及综合示例	(156)
习题	(161)
第7章 滚动轴承的选择与校核	(163)
7.1 概述	(163)
7.2 滚动轴承的主要类型及代号	(164)
7.3 滚动轴承的选择	(169)
7.4 滚动轴承的寿命计算	(171)
7.5 滚动轴承的静强度计算	(183)
7.6 滚动轴承支承部件的组合设计	(184)
习题	(191)
第8章 滑动轴承设计	(193)
8.1 概述	(193)
8.2 轴瓦的材料和结构	(195)
8.3 润滑剂及其选择	(198)
8.4 非液体摩擦滑动轴承的设计	(201)
8.5 液体摩擦动压向心滑动轴承简介	(205)
习题	(207)
第9章 联轴器、离合器和制动器	(208)
9.1 联轴器	(208)
9.2 离合器	(214)
9.3 制动器	(218)

习题.....	(220)
第 10 章 弹簧设计	(221)
10.1 弹簧的功用和类型	(221)
10.2 弹簧的制造方法、材料及许用应力	(222)
10.3 圆柱螺旋拉、压弹簧的设计	(225)
10.4 其他弹簧简介	(233)
习题.....	(237)
参考文献	(238)

第 1 章 机械设计概论

1.1 “机械设计”课程的性质及主要内容

1.1.1 “机械设计”课程在经济建设中的作用

机械设计是为了满足机器的某些特定功能要求而进行的创造过程,即应用新的原理和方法开发创造出新的机械产品,或对已有的机械设备进行技术改进。因此,机械设计是影响机械产品性能、质量、成本和企业经济效益的一项重要工作。机械产品能不能满足用户要求,很大程度上取决于设计工作。随着科学技术的进步,市场竞争日趋激烈,企业为了获得自身的生存和发展,必须不断地推出具有市场竞争力的新产品。因此,机械产品更新换代的周期日益缩短,人们对机械产品在质量、功能和品种上的要求将不断提高,这就对机械设计人员提出了更高的要求。

目前,我国机械产品的设计水平与国际先进水平相比还有相当大的差距,特别是设计方法比较落后,许多先进的设计理论、方法和技术还没有得到很好的掌握。设计水平的落后必然导致机械产品的性能和质量的落后,这样,机械产品不但难以进入国际市场,而且国内市场也将难以维持。为了从根本上扭转这种局面,必须大力加强机械产品的设计工作,大力推行现代设计方法,而其中的关键是大量地培养高素质的机械设计人才。“机械设计”课程担负着培养机械设计科技人才的任务。

1.1.2 “机械设计”课程的性质及任务

本课程是高等学校工科机械大类各专业必修的一门设计性质的技术基础课程,是学习许多后续课程和从事机械设备设计的基础,在从基础理论课学习逐步进入专业课学习的过程中,它起着承上启下的作用。“机械设计”课程综合性很强,涉及力学、摩擦学、机械原理、工程材料、机械制图、制造工艺、系统工程学、计算机辅助设计、优化设计、设计方法学等学科,因此,对机械设计人员来说,只有理论扎实、知识广博,才能充分考虑、理解并正确处理机械设计中的各种问题,才能进行创造性的设计工作,才能获得最佳的设计结果。

本课程的主要任务是:逐步培养学生正确的设计思想和创造性思维能力,了解国家的技术经济政策和国民经济发展对工程技术人员的要求;使学生掌握机械设计所必需的基本知识、基本理论和基本方法,具备设计机械传动装置和简单机械的能力;培养学生综合

运用各种知识和技术资料(如标准、规范及手册等),以及处理机械设计中各种问题的能力;使学生获得实验技能的基本训练;使学生对机械设计的最新发展及现代设计方法在机械设计中的应用有所了解。

1.1.3 “机械设计”课程的主要内容和学习方法

“机械设计”课程主要研究在各种机器中普遍使用的通用机械零部件,如齿轮、螺纹连接、轴承等,研究这些通用零部件的工作原理、结构特点、选用原则以及参数设计和结构设计方法,在此基础上,研究机械及其传动系统的总体方案设计。

本课程涉及的内容广泛,与工程实际联系紧密。许多机械设计问题的解不是唯一的,往往有多种可行方案供选择和判断,而且机械设计过程具有反复性。在初学本课程时,学生常常难以适应这一变化。因此,在学习时应注意以下几点:①着重基本概念的理解和基本设计方法的掌握,强调分析问题和解决问题能力的培养;②着重理解公式建立的前提、意义、应用以及公式中各参数的物理意义和对设计结果的影响,不强调对理论公式的具体推导;③注意密切联系生产实际,努力培养解决工程实际问题的能力;④机械零部件的参数设计是本课程的主要内容之一,学习这一部分时,应根据零部件的工作状况,进行受力和失效分析,并根据功能要求和设计条件,建立设计计算公式,并学会应用设计计算公式进行具体的设计计算;⑤特别要重视公式的应用和具体设计方法的掌握,不要把主要精力放在公式的数学推导和记忆上。

1.2 机器的组成及其功能结构

图 1-1 所示的为加热炉工件输送机结构简图,其主要功能是传送物料。从结构上看,它由电动机 1、联轴器 2、蜗杆减速器 3、齿轮传动 4、连杆机构 5、执行构件 6、输送辊道 7 和机架 8 等部分组成。电动机(动力源,能量转换装置)输出的能量,通过联轴器、减速器、齿轮传动、连杆机构等(机器的传动装置,用于能量的传递和分配)带动执行构件(机器的工作装置)实现物料的传送。机架对上述零部件起支承作用,保证它们能正常工作。工件输送机的启、停由人工或自动控制。从功能上看,它具有能量转换、能量传递、工作、控制、支承与连接、辅助(如照明等)等功能部件,其功能结构如图 1-2 所示。

自行车也是一种简单的机器,它的动力源是人力,通过踏板、链传动装置带动前、后车轮旋转,实现代步功能。其移动方向和制动由双手控制车把和车闸来实现,车架对车轮等零部件起支承和连接的作用。此外,车灯用于照明,货架用于携带少量货物等。从功能结构上看,自行车视为由驱动(能量转换)、传动(能量传递)、行走(工作)、转向或制动(控制)、照明及载货(辅助)、支承和连接等功能部件组成。

从上面的实例可以看出以下几点。

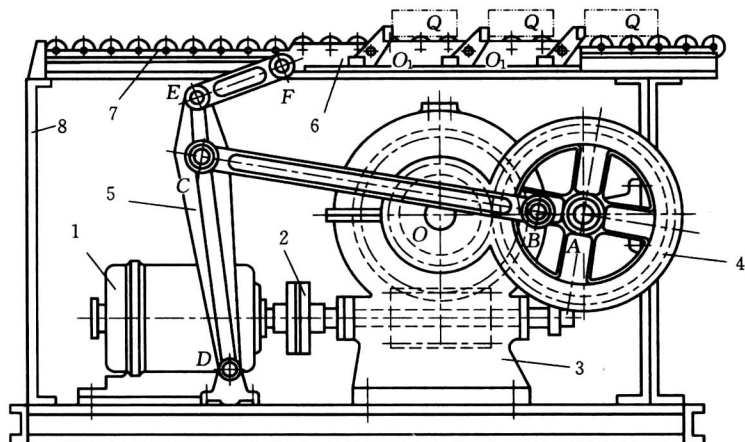


图 1-1 加热炉工件输送机结构简图

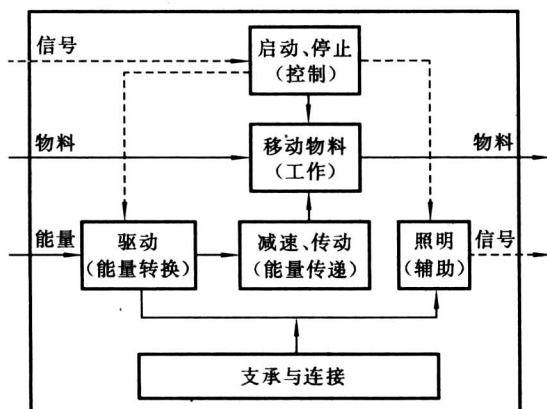


图 1-2 加热炉工件输送机功能结构图

(1) 机器主要由原动机、传动装置、工作机构、控制系统、支承与连接、辅助装置等部分组成。

(2) 功能分析是机械设计的基本出发点,进行机械产品的设计,首先必须进行功能分析,明确功能要求,设计出机器的功能结构图,然后再进行各个阶段的设计。只有这样,才能不受现有结构的束缚,形成新的设计构思,提出创造性的设计方案。

(3) 不同机器的功能结构图是不同的,即使总功能要求相同,也可以设计出不同的方案。因此,设计者应能从多种可行方案中选出较优的,并据此进行机械系统各个阶段的设计。

1.3 机械设计中的一般性问题

1.3.1 机械设计的要求和步骤

根据用途不同,机械的种类繁多,但设计的基本要求相同。

1. 功能要求

机械设计的目的就是要实现预期的功能,为此,设计者必须正确地选择机械的工作原理,合理地设计出满足功能要求的机械传动方案,确定合适的机构和零部件的类型,使其满足待设计机械在运动特性和动力特性等诸方面的要求。

2. 可靠性要求

在满足功能要求的前提下,机械应能在预定的使用期限内安全可靠地工作,即机械在使用中不发生破坏、不致因零件的过度磨损或变形而导致失效、不能产生强烈的振动和冲击而影响机器的工作性能,更不能因某些零部件的破坏而引起人身和财产安全事故。为满足可靠性要求,必须正确地进行机械的整体设计及零部件的强度计算。

3. 经济性要求

机械产品的经济性体现在设计、制造、销售和使用的全过程中,产品的成本在很大程度上取决于设计。所以,设计人员进行机械设计时,应在保证质量的前提下采用简单实用的设计方案,尽可能地降低原材料消耗,在满足要求的前提下选用价格低廉的材料,尽量采用标准零部件,充分考虑零部件的结构工艺性以减少加工装配成本。

4. 标准化要求

标准化程度是衡量一个国家生产技术水平和管理水平的尺度之一。标准化工作是我国现行的很重要的一项技术政策,设计工作中的全部行为都要满足标准化的要求。因此,从事机械设计时,除应尽量采用标准件外,自制件的某些尺寸、参数也应参照相关标准、规范正确选取。

机械设计的过程是一个复杂、细致的工作过程,不可能有固定不变的程序,设计步骤须视具体情况而定,大致上可分为三个主要阶段(见图 1-3):产品规划阶段、方案设计阶段和技术设计阶段。产品规划阶段包括:进行市场调查、研究市场需求,提出开发计划并确定设计任务书。方案设计阶段包括:确定机械的功能、寻求合适的解决方法、初步拟订总体布局、提出原理方案。技术设计阶段包括:选择材料、计算关键零部件的主要参数、进行总体结构设计、零部件结构设计,得出装配图、零件图和其他一些技术文档。值得注意的是:机械设计的过程是一个从抽象概念到具体产品的演化过程,设计者在设计过程中不断丰富和完善产品的设计信息,直至完成整个产品的设计;设计过程是一个逐步求精和细化的过程,设计初期,设计者对设计对象的结构关系和参数表达往往是模糊的,许多细节在一开始并不是很清楚,随着设计过程的深入,这些关系才逐渐清晰起来;机械设计过程

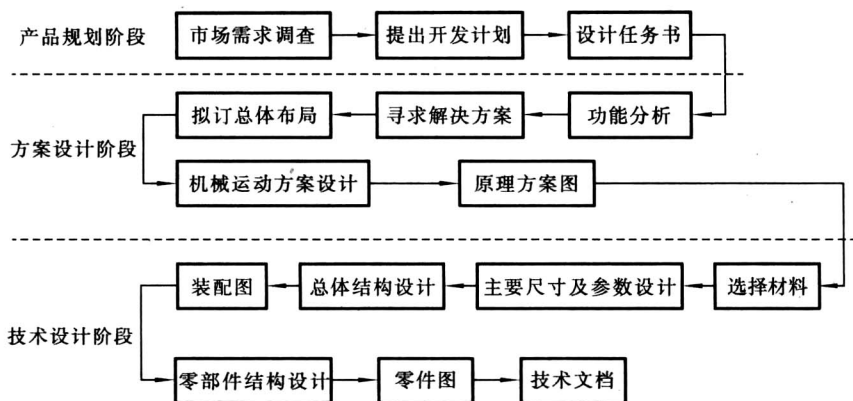


图 1-3 机械设计的主要过程

是一个不断完善的过程,各个设计阶段并非简单地按顺序进行,为了改进设计结果,经常需要在各步骤之间反复、交叉进行,直至获得满意的结果为止。

1.3.2 机械零件的常用材料及选择原则

机械零件的材料是多种多样的,常用的有各种钢和铸铁,其次是非铁金属和非金属材料。各种通用零件常用材料的品种和牌号将在以后各章节分别介绍,这里仅就材料的力学性能、基本特性、选用原则等作一般性说明。

1. 机械零件的常用材料

1) 铸铁

常用铸铁有灰铸铁和球墨铸铁。灰铸铁是机械制造中的主要铸造材料,其性脆、抗拉强度低,但有良好的铸造性能,且减振性、耐磨性、切削性均较好,成本低,常用于制造形状复杂或大型零件,如大型齿轮、机座、箱体等。球墨铸铁的强度较高,接近普通碳素钢,耐冲击性较好,其用途越来越广泛。

2) 碳素结构钢

碳素结构钢分为普通碳素钢(如 Q235)和优质碳素钢(如 45 钢)。对于碳的质量分数低于 0.25% 的低碳钢,其抗拉强度和屈服强度较低,但塑性较好、韧度较高,可通过表面渗碳淬火的办法提高零件的表面硬度和耐磨性,同时芯部具有较高的韧度以提高抗冲击能力。对于碳的质量分数在 0.3%~0.5% 之间的中碳钢,其综合力学性能较好,既有较高的强度,又有一定的塑性和韧度,常用来制造受力较大的螺栓、螺母、齿轮和轴等。

3) 合金结构钢

合金结构钢与普通碳素钢的主要区别就在于合金结构钢中添加了某些合金元素,以改善钢的性能,满足不同需求。如:添加镍元素(Ni)能提高钢的强度但不降低韧度;添加锰元素(Mn)能提高钢的耐磨性和强度;添加铬元素(Cr)能提高钢的硬度、高温性能等。

合金钢的价格比碳素结构钢的高,一般用于零件受载很大、要求强度高、结构紧凑、热处理要求较高等场合。

4) 铸钢

铸钢的液态流动性比铸铁的差,其铸件的收缩率比铸铁材料的大,所以铸钢件的壁厚及过渡圆角半径均应比铸铁件的大一些。铸钢的强度略低于锻钢的强度,常用于制造尺寸较大的零件。

5) 非铁金属

通常都是用有色金属制造机械零件,如铝合金、铜合金、轴承合金(也称巴氏合金)等。铜合金又分为青铜合金和黄铜合金,青铜合金有含锡和无锡的两种,黄铜合金含有锌元素。轴承合金主要用于制作滑动轴承。非铁金属合金的价格高、强度低,但减摩性、耐磨性、耐蚀性均较好,常用于有减摩要求的场合,以提高传动效率。

6) 非金属材料

常用的非金属材料有橡胶、塑料等。橡胶具有较大弹性,能吸收冲击能量,并具有较大摩擦因数,故常用于制作吸振、减震的弹性元件以及靠摩擦力来传递运动的零件。塑料易于制造形状复杂的零件,塑料的种类非常多,各有特点,其用途日益广泛。

2. 选择材料的基本原则

机械设计时材料的选择是一项复杂而且重要的工作,它受多方面因素的制约,与设计者的知识程度及实践经验密切相关。在以后的有关章节中,将根据使用经验推荐适用的材料,这里只介绍选择材料的一些基本原则。

1) 满足使用要求

选择材料时要考虑零件所受载荷或应力的性质、机器的工作环境、尺寸及质量的限制、零件的重要程度等。

脆性材料原则上只宜用于承受静载荷作用的零件,承受冲击载荷作用的零件应以塑性材料为主。为提高接触强度和耐磨性,可对零件表面进行强化处理,如表面淬火、渗碳淬火等。在湿热环境下工作的零件,其材料应具有良好的防锈和耐蚀能力,可选用不锈钢、铜合金等。零件尺寸及质量的大小关系到材料的种类及毛坯的制造方法,一般来说,尺寸较小的零件,采用锻造材料和铸造材料均可,而尺寸较大的零件,其毛坯若采用锻造材料,应特别注意锻压设备的加工能力,尺寸过大不便锻造时,应采用可锻性材料。如果对零件的尺寸及质量有限制,则应选择强度高的材料。对于重要零件,为保证人身及设备安全,应选用综合力学性能好的材料,如合金钢。

2) 满足工艺性要求

选择材料时要注意冷加工、热加工的工艺性。工艺性要求主要考虑零件及其毛坯制造的可能性及难易程度,如切削加工性能、铸造性能、锻造性能、热处理性能及焊接性能等。对于结构复杂的零件,宜采用铸造毛坯或用板材焊接而成。铸造时,应选用铸造性能较好的铸铁或铸钢材料,焊接时应选用焊接性能较好的低碳钢。结构简单的零件可采用