

100
示范

国家示范性高职院校建设项目成果

高等职业教育教学改革系列规划教材·机械类

机械设计 (上册)

金桂霞 主 编
陈龙发 张雪筠 副主编
栾景坤 主 审

-  任务驱动
-  行动导向
-  工学结合
-  学生主体
-  过程考核

本教材提供配套的电子课件, **免费下载**

请登录 www.hxedu.com.cn



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育教学改革系列规划教材·机械类

机械设计

(上册)

金桂霞 主编

陈龙发 张雪筠 副主编

栾景坤 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材根据高等职业教育的实际需求,将传统的《机械制图》、《AutoCAD》、《公差与配合》、《工程力学》、《机械设计基础》课程知识体系进行解构,以工作任务为导向设置课程体系。全书共分4个模块,分别为绘图的基本技能训练模块、常用设备的机构设计模块、挠性件传动设计模块和减速器设计模块,下设21个工作情境,分别为手柄平面图形的绘制、三棱锥三视图的绘制、连杆头视图的绘制、三通接头的绘制、轴承支座平面图形绘制、轴承支座轴测图绘制、支架视图的绘制、起重机等设备的平面连杆机构设计、起重机等设备的凸轮机构设计、牛头刨床等设备的间歇机构设计、牛头刨床等设备的螺旋机构设计、带传动设计、链传动设计、螺纹连接设计、齿轮传动设计、蜗杆传动设计、轴的设计、键连接及其他常用连接设计、轴承的设计与选择、联轴器、离合器和制动器选择、减速器设计。

本教材可作为高等职业技术学院、高等专科学校等机械类和近机类专业教材,也可作为相关技术人员的参考资料。

同时出版的《机械设计训练题集》与本教材配套使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计.上册/金桂霞主编. —北京:电子工业出版社,2009.9

(高等职业教育教学改革系列规划教材.机械类)

ISBN 978-7-121-09471-2

I. 机… II. 金… III. 机械设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第154894号

策划编辑:田领红

责任编辑:田领红

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:23.25 字数:372千字

印 次:2009年9月第1次印刷

印 数:4000册 定价:35.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

出版说明

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有重要地位。随着我国新型工业化道路步伐加快，职业教育也迎来了蓬勃发展的黄金时期。尤其是近几年的示范性高职院校建设，对于整个中国的高职队伍来说，无疑是一次大机遇。

“国家示范性高等职业院校建设计划”项目于 2006 年启动，分三批在全国 1168 所独立设置的高职高专院校中遴选了 100 所立项建设院校，旨在遴选出一批在国内真正具有引领和示范作用的高职高专院校，以推动我国高等职业教育的改革和发展，进一步提高职业教育整体水平和人才培养质量。启动之初，周济部长就提出了对示范性高职院校的期望：改革的示范、发展的示范、管理的示范。截至目前，示范性院校建设已经初现成果，无论在办学实力、管理水平还是校企合作、辐射能力方面都有大幅度提高，尤其是教学改革方面，更是形成了大批的优秀教改成果和教学资源库。

电子工业出版社作为我国出版职业教育教材较早的出版社之一，一直在教材领域为战斗在职业教育一线的广大职业院校教育工作者贡献着自己的力量，积累了丰富的职业教材出版经验。今天，我们一如继往地秉承“诚信、创新、合作、共享”的企业价值观，联手国家示范性高职院校为推动职业教育发展再添绵力，结合各示范校比较成熟的建设成果和课改经验，着重推出这套“高等职业教育教学改革系列规划教材”。

本套教材具有以下特点：

1. 教材以行动为导向，以工学结合人才培养模式改革与实践为基础，按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性原则，遵循认知规律与能力形成规律，设计教学载体，梳理理论知识，明确学习内容，使学生在职业情境中“学中做、做中学”。

2. 打破传统教材按章节划分理论知识的方法，将理论知识按照相应教学载体进行重构，并对知识内容以不同方式进行层面划分，如相关知识、拓展知识等。通过任务的完成使学生学有所用，学以致用，与传统的理论灌输有着本质的区别。

3. 教材体现了以学生为主，老师为辅的教学思路。通过专业教室与多媒体教学设备的运用，引导学生自学、资料查阅、相互交流，老师只起引导和指导作用。

4. 教材体现了以学习过程进行教学评价，强调学生的过程成绩，彻底打破了期末笔试定成绩的传统。

5. 教材内容充分体现新知识、新技术、新工艺和新方法，突出工艺要领和操作技能的培养，具有超前性和先进性。

6. 根据每门课程的内容和实际教学情况，我们为本系列教材配备了相应的教学资料包，具体包括电子课件、习题答案与指导、程序源代码、教学网站支持等。欢迎各位老师登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费下载。

本套教材力图引领职业教材新方向，开辟和实践课改新思路，全面打造职业教育新理念、新体例。相信本套教材的出版会对高等职业教育的教学改革和人才培养起到积极的推动作用。对于教材中所存在的一些不尽如人意之处，将通过今后的教学实践不断修订、完善和充实，以便更好地服务于高等职业教育。

高等职业教育离不开广大教育工作者的支持，我们诚挚地邀请全国各地的专家、学者加

入到我们的教材编写中来。同时,也欢迎各位高职院校的专家和老师提出宝贵意见和建议(邮箱: tianlh@phei.com.cn, 电话: 010-88254474)。

汇聚天下教育精英,共同打造系列精品高职教材,电子工业出版社高职教育分社愿与大家一道,为我国高职教育的发展作出贡献。

电子工业出版社
高等职业教育分社
2009.6

前 言

教高〔2006〕16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》文件指出：“全面提高教学质量是实施科教兴国战略的必然要求，也是高等职业教育自身发展的客观要求。课程建设与改革是提高教学质量的核心，也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程，根据技术领域和职业岗位（群）的任职要求，参照相关的职业资格标准，改革课程体系和教学内容”。以上述文件精神为指导，我们对课程体系与教学内容进行了改革。在保证知识总量不变的前提下对课程体系进行了重构，按照工作过程将知识内容和能力训练结合到一起，构建了完全不同于原有学科体系的学习领域，使我们的教学过程更加贴近实践工作，使能力培养真正成为教学过程中的主要任务和目标。在课程体系的制定过程中，有多名来自企业的专家参与其中，为该课程体系进行了论证，提出了很多有价值的意见和建议。

高等职业教育作为高等教育的一个类型，是职业教育的重要组成部分，是以培养具有一定理论知识和较强实践能力，面向基层、面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业教育。它的课程要在必需、够用的理论知识基础上进行知识的学习和技能的训练。

本教材的编写特点：

1. 本教材在编写过程中进行了学生的职业岗位调研、工作任务分析，并聘请行业、企业专家进行了充分论证。
2. 将教材中所涉及的理论知识高度融合，形成以设计任务为主线的课程体系。对原有的知识体系进行大胆地解构，按照学习情境重构教学体系，将所需知识融入各个学习情境中，做到“用什么，学什么”，能够满足“做中学”的教学要求。
3. 本教材以机械设计为目的，以工程实际中的设备、机构、零件为载体，规划课程内容。
4. 知识的总量没有改变，依托实践体系构成了完整的知识系统。
5. 各情境下设任务，每个任务后设有一定量的思考题，便于学生及时消化学习内容，每个情境后设有课堂实训和一定量的实训演练题，对学生的设计技能进行训练。并附有必要的图表可供查阅。
6. 教材中采用了最新的设计标准。

本书由黑龙江建筑职业技术学院的金桂霞主编，陈龙发、张雪筠副主编，参加本书编写的还有陈宝军、曹井新、温红真、姚瑞珊等。

本教材是在全国示范性高职院校建设课程体系改革的思路下编写的，由于编者水平有限，编写中一定还存在许多不足之处，请使用本书的教师和读者给予批评指正。

编 者

2009年6月

目 录

机械设计总论	(1)
任务一 熟悉机械设计的基本概念	(1)
任务二 了解机械设计的基本准则及一般步骤	(3)
任务三 机械零件常用材料的认识与选择	(6)
任务四 认识摩擦、磨损现象及润滑方案确定	(10)

模块一 绘图的基本技能训练

情境一 手柄平面图形的绘制	(21)
任务一 绘图基本练习	(21)
任务二 手柄平面图形绘制	(33)
任务三 用 AutoCAD 绘制简单图形	(39)
任务四 用 AutoCAD 进行图形修改和编辑	(63)
任务五 用 AutoCAD 进行尺寸标注	(78)
任务六 用 AutoCAD 绘制 4 号图纸边框和标题栏	(88)
任务七 用 AutoCAD 绘制手柄平面图形	(90)
情境二 三棱锥三视图的绘制	(95)
任务一 投影法及三视图的形成分析	(95)
任务二 点的投影训练	(101)
任务三 直线的投影训练	(104)
任务四 平面的投影训练	(108)
任务五 基本体的投影训练	(113)
情境三 连杆头视图的绘制	(123)
任务一 基本体表面取点	(123)
任务二 绘制截交线	(127)
任务三 用 AutoCAD 画截交线	(136)
情境四 三通接头的绘制	(139)
任务一 绘制相贯线	(139)
任务二 用 AutoCAD 绘制相贯线	(145)
情境五 轴承支座视图的绘制	(149)
任务一 绘制组合体的视图	(149)
任务二 组合体三视图的尺寸标注	(156)
任务三 读组合体视图	(160)
任务四 用 AutoCAD 绘制组合体的三视图	(168)

情境六 轴承支座轴测图绘制	(172)
任务一 正等轴测图的绘制	(172)
任务二 斜二轴测图的绘制	(179)
任务三 用 AutoCAD 绘制正等轴测图	(182)
任务四 用 AutoCAD 进行实体造型	(185)
情境七 支架视图的绘制	(197)
任务一 视图的绘制	(197)
任务二 剖视图的绘制	(201)
任务三 断面图和其他表达方法视图的绘制	(208)
任务四 支架视图绘制	(216)
任务五 用 AutoCAD 绘制机件	(217)

模块二 常用设备的机构设计

情境八 起重机等设备的平面连杆机构设计	(223)
任务一 平面机构的结构分析	(223)
任务二 常用设备的平面连杆机构形式分析	(232)
任务三 平面机构的静力分析	(238)
任务四 平面四杆机构设计的图解法设计	(262)
课堂实训——平面连杆机构分析	(268)
实训演练	(268)
情境九 起重机等设备的凸轮机构设计	(275)
任务一 常用设备的凸轮机构分析	(275)
任务二 凸轮从动件常用的运动规律分析	(279)
任务三 图解法设计凸轮轮廓	(283)
任务四 凸轮机构设计中的问题分析	(286)
任务五 凸轮常用材料和结构选择	(289)
课堂实训——图解法设计凸轮轮廓	(291)
实训演练	(291)
情境十 牛头刨床等设备的间歇机构设计	(293)
任务一 棘轮机构的工作分析	(293)
任务二 槽轮机构的工作分析	(297)
任务三 不完全齿轮机构的工作分析	(299)
课堂实训——间歇机构	(300)
实训演练	(301)
情境十一 机床等设备的螺旋机构设计	(302)
任务一 螺旋机构的应用分析	(302)
任务二 螺旋机构的受力分析	(307)
任务三 螺旋机构的机械效率计算	(314)
课堂实训——螺旋机构设计	(315)
实训演练	(316)

模块三 挠性件传动设计

情境十二 带式输送机等设备的带传动设计	(321)
任务一 带传动应用分析	(321)
任务二 普通 V 带和 V 带轮的结构与常用材料选择	(323)
任务三 带传动工作分析	(329)
任务四 V 带传动设计计算	(333)
任务五 带传动的张紧、安装与维护	(341)
课堂实训——带传动设计	(343)
实训演练	(344)
情境十三 输送机等设备的链传动设计	(345)
任务一 链传动应用分析	(345)
任务二 滚子链传动分析	(349)
任务三 滚子链传动的设计计算	(353)
任务四 链传动张紧与润滑	(359)
课堂实训——链传动设计	(361)
实训演练	(361)
参考文献	(362)

机械设计总论

机械是人类在长期生产实践中创造出来的重要生产工具。它用来减轻人的劳动强度，改善劳动条件，提高产品质量，提高劳动生产率，帮助人们创造更多的社会财富，在现代化生产中尤其离不开机械。机械工业的生产水平是一个国家现代化建设水平的重要标志。因为机器是代替人们体力和部分脑力劳动的工具，机器既能承担人力所不能或不便进行的工作，又能较人工生产改进产品质量，特别是能够大大提高劳动生产率和改善劳动条件。只有使用机器，才能便于实现产品的标准化、系列化和通用化，尤其是便于实现高度的机械化、电气化和自动化。因此，机械工业肩负着为国民经济各个部门提供装备和促进技术改造的重任。大量地设计制造和广泛采用各种先进的机器，可大大加强促进国民经济发展的力度，加速我国的现代化建设。

任务一 熟悉机械设计的基本概念

机械是机器和机构的统称。随着社会生产力和科学技术水平的不断提高，各种机器不断得到发展和完善。一部完整的机器就其功能组成来讲，一般都有下列三个主要部分：原动机、工作机和传动装置。

（1）原动机

原动机是驱动整个机器完成预定功能的动力源。常用的有电动机（交流和直流）、内燃机等。

（2）工作机

工作机是机器中具体完成工作任务的部分。其运动形式及运动和动力参数依据机器的用途不同而不同，执行构件有的做直线运动，有的做回转运动或间歇运动等。

（3）传动装置

传动装置是机器中介于原动机和工作机之间，用来实现减速、增速、调速、改变运动形式或方位，从而使原动机传递过来的运动和动力满足工作机的各种要求。

机器种类极其繁多，其构造、工作原理和用途各不相同。如图 0-1 所示的单缸内燃机，它由机架（汽缸体）1、曲柄 2、连杆 3、活塞 4、进气阀 5、排气阀 6、推杆 7、凸轮 8、齿轮 9 和 10 组成。当燃气推动活塞 4 做往复移动时，通过连杆 3 使曲柄 2 做连续转动，从而将燃气的压力能转换为曲柄的机械能。齿轮、凸轮和推杆

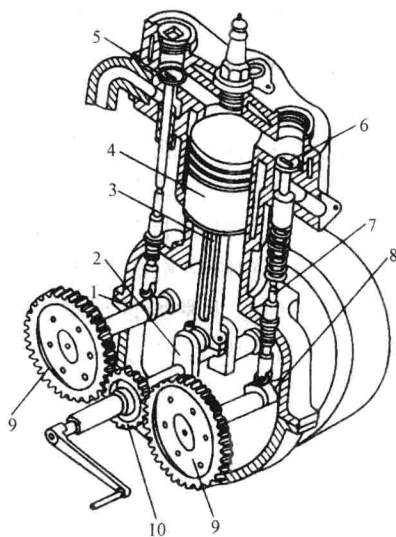


图 0-1 单缸内燃机图



的作用是按一定的运动规律按时开闭阀门,以吸入燃气和排出废气。又如,电动机由定子和转子组成,是使电能转为机械能的一种机器。

通过上述两个例子可以看出,尽管它们的构造、工作原理和用途等不相同,但作为机器,它们又有下列三个共同的特征:(1)由若干个构件组成;(2)各构件之间有确定的相对运动;(3)能完成有用的机械功或实现能量的转换。同时具备这三个特征的称为机器,仅具备前两个特征的称为机构。图 0-1 所示的内燃机可视为下列三种机构的组合:(1)曲柄滑块机构,由活塞 4、连杆 3、曲柄 2 和机架 1 构成,其作用是将活塞的往复移动转换为曲柄的连续转动;(2)齿轮机构,由齿轮 9、10 和机架 1 构成,作用是改变转速的大小和转动的方向;(3)凸轮机构,由凸轮 8、推杆 7 和机架 1 构成,作用是将凸轮的连续转动转换为推杆的往复移动。机构在机器中的作用是传递运动和动力,实现运动形式或速度的变化。

构件是组成机构或机器的一个运动的整体,它可以是单一的零件,也可以是几个零件连接而形成的一个刚性整体,例如,齿轮用键和轴刚性地连在一起,键、轴、齿轮之间没有相对运动,成为一个运动的整体。由此可知,构件是运动的单元,而零件是制造的单元。

各种机械中经常使用的机构称为常用机构。常用机构有连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、齿轮机构等。零件可分为通用零件和专用零件两类。通用零件是在各种机器中都经常使用的零件,如带、带轮、链轮、螺栓、键、轴、齿轮等;专用零件是仅在特定类型机器中使用的零件,如内燃机中的活塞、曲轴等。

“机械设计”课程综合数学、物理学、力学、机械制图、公差与配合和机械原理等知识,培养学生具有一定机械设计能力。它以一般通用零件的设计计算为核心,是一门设计性、综合性和实践性都很强的技术基础课。“机械设计”课程的研究对象为机械中的常用机构及一般工作条件下和常用参数范围内的通用零、部件。研究其工作原理、结构特点、运动和动力性能、基本设计理论、计算方法以及一些零、部件的选用和维护。

本课程中“设计”的含义是指机械装置的实体设计,涉及零件的应力、强度的分析计算,材料的选择、结构设计,考虑加工工艺性、标准化,以及经济性、环境保护等。机械设计结果的表现形式为机械工程图、说明书和计算机程序。

本课程的任务为:

- (1) 树立正确的设计思想,培养理论联系实际、调查研究、刻意创新的作风,以及解决机械设计问题的能力,了解国家当前的有关技术经济政策。
- (2) 培养学生具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。
- (3) 使学生掌握通用机械零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,具有设计机械传动装置和简单机械的能力。
- (4) 使学生掌握轴系结构与传动件的设计及组合方法,并获得典型零件的实验技能,培养学生工程实践能力。

学习本课程的注意事项:

- (1) 理论联系实际,将机械零件的设计放到整个机械系统中综合全面考虑。具体问题具体分析,不死搬教条,要学会综合性分析与科学判断。
- (2) 掌握各情境基本理论、基本概念和基本公式,不强调系统地理论分析。
- (3) 掌握机械零部件设计的一般思路,从零部件的工作原理、失效形式、常用材料、承载能力、参数选择和结构设计等几方面有重点地学习各情境内容。



(4) 密切联系生产实际, 多从日常生活中观察思考, 培养发现问题、分析问题和解决问题的能力。

思考题

1. 机器由哪几部分组成?
2. 机器和机构有何区别?
3. 构件和零件有何区别?
4. 本课程的任务是什么?

任务二 了解机械设计的基本准则及一般步骤

一、机械零件的失效形式及设计计算准则

机械零件丧失预定功能或预定功能指标降低到许用值以下的现象, 称为机械零件的失效。由于强度不够引起的破坏是最常见的失效形式, 但并不是零件失效的唯一形式。进行机械零件设计时必须根据零件的失效形式分析失效的原因, 提出防止或减轻失效的措施, 根据不同的失效形式提出不同的设计准则。

(一) 失效形式

机械零件最常见的失效形式大致有以下几种。

1. 断裂

机械零件的断裂通常有以下两种情况:(1) 零件在外载荷的作用下, 某一危险截面上的应力超过零件的疲劳强度极限时将发生断裂;(2) 零件在循环变应力的作用下, 危险截面上的应力超过零件的疲劳强度而发生疲劳断裂。

2. 过量变形

当零件上的应力超过材料的屈服极限时, 零件将发生塑性变形。当零件的弹性变形量过大时也会使机器的工作不正常。

3. 表面失效

表面失效主要有疲劳点蚀、磨损、压溃和腐蚀等形式。表面失效后通常会增加零件的摩擦, 使零件尺寸发生变化, 最终造成零件的报废。

4. 破坏正常工作条件引起的失效

有些零件只有在一定的工作条件下才能正常工作, 否则就会引起失效, 如带传动因过载发生打滑, 使传动不能正常地工作。

(二) 设计计算准则

同一零件对于不同失效形式的承载能力也各不相同。根据不同的失效原因建立起来的工作能力判定条件, 称为设计计算准则, 主要包括以下几种。



1. 强度准则

强度是零件应满足的基本要求。强度是指零件在载荷作用下抵抗断裂、塑性变形及表面失效(摩擦磨损、腐蚀除外)的能力。

整体强度的判定准则为:零件在危险截面处的最大应力 σ 、 τ 不应超过材料的许用应力 $[\sigma]$ 、 $[\tau]$,即

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$\tau \leq [\tau]$$

或使危险截面上的安全因数 S 不小于许用的安全因数 $[S]$,即

$$S \geq [S]$$

对于受挤压的表面,挤压应力不应过大,否则会发生表面塑性变形、表面压溃等。挤压强度的判定准则为:挤压应力 σ_p 不应超过许用挤压应力 $[\sigma_p]$,即

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

2. 刚度准则

刚度是指零件受载后抵抗弹性变形的能力,其设计准则为:零件在载荷作用下产生的弹性变形量不应大于机器工作性能所允许的极限值,即

$$y \leq [y] \quad \theta \leq [\theta] \quad \varphi \leq [\varphi]$$

3. 耐磨性准则

耐磨性是在载荷作用下相对运动的两零件表面抵抗磨损的能力。零件过度磨损会使形状和尺寸改变,配合间隙增大,精度降低,产生冲击振动从而失效,设计时应使零件在预期的寿命内的磨损量不超过允许范围。由于磨损机理比较复杂,通常采用条件性的计算准则,即零件的压强 P 不应大于零件的许用压强 $[P]$,即

$$P \leq [P]$$

4. 散热性准则

零件工作时如果温度过高将导致润滑剂失去作用,材料的强度极限下降,引起热变形及附加热应力等,从而使零件不能正常工作。散热性准则为:根据热平衡条件,工作温度 t 不应超过许用工作温度 $[t]$,即

$$t \leq [t]$$

5. 可靠性准则

可靠性用可靠度表示,对那些大量生产而又无法逐渐试验或检测的产品,更应计算其可靠度。零件的可靠度用零件在规定的使用条件下、规定的时间内能正常工作的概率来表示,即用规定的寿命时间内能连续工作的件数占总件数的百分比表示。如有 N_t 个零件,在预期寿命内只有 N_s 个零件能连续正常工作,则其系统的可靠度为

$$R = N_s / N_t$$

二、机械设计的一般步骤

机械设计是一项复杂、细致和科学性很强的工作。随着科学技术的发展,对设计的理解在不断地深化,设计方法也在不断地发展。近年来发展起来的“优化设计”、“可靠性设计



计”、“有限元设计”、“模块设计”、“计算机辅助设计”等现代方法已在机械设计中得到了推广与应用。即使如此,常规设计方法仍然是工程技术人员进行机械设计的重要基础,必须很好地掌握。

1. 机械设计过程的几个阶段

(1) 产品规划

产品规划的主要工作是提出设计任务和明确设计要求,这是机械产品设计首先需要解决的问题。通常是人们根据市场需求提出设计任务,通过可行性分析后才能进行产品规划。

(2) 方案设计

在满足设计任务书中设计具体要求的前提下,由设计人员构思出多种可行方案并进行分析比较,从中优选出一种功能满足要求、工作性能可靠、结构设计可行、成本低廉的方案。

(3) 技术设计

在既定设计方案的基础上,完成设计产品的总体设计、部件设计、零件设计等,设计结果以工程图及计算书的形式表达出来。

(4) 制造及实验

经过加工、安装及调试制造出样机,对样机进行试运行或在生产现场试用,将实验过程中发现的问题反馈给设计人员,经过修改完善,最后通过鉴定。

2. 设计机械零件的一般步骤

与设计机器时一样,设计机械零件也常需拟订出几种不同方案,经过认真比较选用其中最好的一种。设计机械零件的一般步骤如下:

(1) 根据机器的具体运转情况和简化的计算方案确定零件的载荷。

(2) 根据零件工作情况的分析,判定零件的失效形式,从而确定计算准则。

(3) 进行主要参数选择,选定材料,根据计算准则求出零件的主要尺寸,考虑热处理及结构工艺性要求等。

(4) 进行结构设计。

(5) 绘制零件工作图,制订技术要求,编写计算说明书及有关技术文件。

对于不同的零件和工作条件,以上这些设计步骤可以有所不同。此外,在设计过程中,这些步骤又是互相交错、反复进行的。

应当指出,在设计机械零件时往往是将较复杂的实际工作情况进行一定的简化,才能应用力学等理论解决机械零件的设计计算问题,因此,这种计算或多或少带有一定的条件性,成为条件性计算。机械零件设计基本上是按条件性计算进行的,如注意到公式的适用范围,一般计算结果具有一定的可靠性,并充分考虑了机械零件的安全性。为了使计算结果更符合实际情况,有必要时可进行模型实验或事物实验。

思考题

1. 机械零件常见的失效形式有哪些?
2. 机械设计准则是什么?
3. 机械设计的一般步骤有哪些?



任务三 机械零件常用材料的认识与选择

一、机械零件的常用材料

机械零件常用的材料有黑色金属、有色金属、非金属材料及各种复合材料。其中，黑色金属和有色金属应用最为广泛。目前，非金属材料 and 复合材料以其特有的制造性能和使用性能，在机械零件制造业中日益得到广泛应用。

（一）黑色金属

黑色金属，主要成分为铁元素和碳元素，所以也称为铁碳合金。其中包括各种牌号的钢、铸钢和铸铁。一般具有较高的强度，以及良好的塑性、韧性和可加工性，并且可以通过热处理改善其力学性能，因而得到广泛应用。

黑色金属的分类和应用见表 0-1。

表 0-1 黑色金属材料的分类和应用

材 料 分 类			应用举例或说明
钢	碳素钢	低碳钢（含碳量 $\leq 0.25\%$ ）	力学性能较差，但有较好的塑性和焊接性。适用于制造冲压件和焊接件，如铆钉、螺钉、连杆、渗碳零件等
		中碳钢（含碳量 $>0.25\% \sim 0.60\%$ ）	力学性能较高，有一定的塑性和韧性，可用于受载较大的零件，如齿轮、轴、蜗杆、丝杠、连接件等
		高碳钢（含碳量 $>0.60\%$ ）	力学性能高，多用于制造强度要求较高的零件，如弹簧、工具、模具等
	合金钢	低合金钢（合金元素总含量 $\leq 5\%$ ）	较重要的钢结构和钢构件、渗碳零件、压力容器等
		中合金钢（合金元素总含量 $>5\% \sim 10\%$ ）	飞机结构件、热锻模具、冲头等
		高合金钢（合金总含量 $>10\%$ ）	航空行业设备蜂窝结构、液体火箭壳体、核动力装置、弹簧等
铸钢	一般铸钢	普通碳素铸钢	焊接性能较好。主要用于工作温度低于 450°C 的管路附件、机座、箱壳、间体、曲轴、大齿轮、棘轮、链轮、连杆等
		低合金铸钢	主要用于受磨损件，锻造和模锻件，冷冲压件，如容器、水轮机叶片、水压机工作缸体、齿轮、曲轴、联轴器、无缝钢管等
		特殊用途铸钢	分别用于要求耐蚀、耐热、耐磨、抗磁、抗冲击、高强度、高硬度等的机械零件，如电工零件、模具等



续表

材 料 分 类			应用举例或说明
铸铁	灰铸铁	低牌号 (HT100、HT150)	对机械性能无一定要求的零件, 如端盖、底座、手轮、机床床身等
		高牌号 (HT200-HT350)	承受中等静载荷 (8MPa 以下) 的液压缸、液压泵的壳体、机身、底座、泵壳、法兰齿轮、联轴器、飞轮、带轮等
铸铁	可锻铸铁	铁素体型 (KTH300-06-KTH370-12)	承受低、中、高动载荷和静载荷的零件, 如差速器壳、犁刀、扳手、支座、弯头等
		珠光体型 (KTZ450-06-KTZ700-02)	要求强度和耐磨性较高的零件, 如曲轴、凸轮轴、齿轮、活塞环、轴套、犁刀等
	球墨铸铁	铁素体型, 珠光体型 (QT400-18-QT900-2)	与可锻铸铁基本相同
	特殊性能铸铁		分别用于零件有耐热、耐蚀、耐磨等要求的场合

(二) 有色金属合金

有色金属合金具有黑色金属所没有的某些特殊性能, 如耐磨性、耐蚀性、韧性、延展性、导电性、导热性等。有的有色金属合金密度小、强度高 (如铝合金), 有的有色金属合金具有良好的减磨性、跑合性 (如轴承合金), 故在机械零件中的应用也相当广泛。但是有色金属的地矿含量少, 产量较低, 所以价格较高, 过多使用将使零件造价增高。有色金属的种类和应用见表 0-2。

表 0-2 有色金属的分类和应用

材 料 分 类			应用举例或说明
铜合金	铸造铜合金	铸造黄铜 (ZH)	分别用于轴瓦、衬套、阀体、船舶零件、耐蚀零件、管接头等
		铸造青铜 (ZQ)	分别用于轴瓦、蜗轮、丝杠螺母、叶轮、管配件等
	变形铜合金	黄铜 (H)	分别用于管、销、螺钉、螺母、垫圈、小弹簧、电气零件、耐蚀零件、减摩零件等
		青铜 (Q)	分别用于弹簧、轴瓦、蜗轮、螺母、耐磨零件等
轴承合金 (巴氏合金)	锡基轴承合金 (ZSnSb)		摩擦系数低, 减磨性、抗烧伤性、磨合性、耐蚀性、韧性、导热性均良好, 用于轴承衬
	铅基轴承合金 (ZPbSb)		强度、韧性和耐蚀性稍差, 价格较低, 其他性能同上
铝合金	硬铝 (LY)		具有良好的塑性, 可以强化, 适于轧制和锻造, 用于制造中、高等强度的承载零件和构件、线材等
	铸铝合金 (ZL)		塑性差, 液态流动性好, 溶化工艺简单, 适于铸造形状复杂、负荷不大且耐蚀的薄壁零件或形状复杂零件、受冲击零件



（三）非金属材料

目前，常用的非金属材料包括塑料和橡胶。塑料具有重量轻、耐磨、耐蚀、易于加工成形的特点，加入填充剂后可获得较高的机械强度，是非金属材料中发展最快、应用最广的材料。橡胶重量轻，弹性好，能吸收较多冲击能量，具有较高的绝缘性、耐磨性和抗冲击性能，应用也十分广泛。目前，随着材料科学的新发展，各种新型复合材料及陶瓷材料等也日益广泛地用于制造机械零件。常用的非金属材料的种类和应用见表 0-3。

表 0-3 常用非金属材料的分类和应用

材料分类		应用举例或说明
塑料	热塑性塑料（聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、有机玻璃、尼龙等）	用于一般结构零件、减磨和耐磨零件、传动件、耐腐蚀件、绝缘材料、密封件、透明件等，如某些齿轮、蜗轮、滚动轴承的保持架、常温工作的滑动轴承的轴承衬等
	热固型塑料（酚醛塑料、氨基塑料等）	
橡胶	普通橡胶	用于密封件、减震件、防震器、传动带、运输带和软管、绝缘材料、轮胎、胶辊、化工衬里、用水润滑的轴承衬等
	特种橡胶	

二、材料选用的基本原则

机械零件所用材料与零件的工作可靠性和经济性关系十分密切。因此，设计时必须从零件的使用要求、制造工艺要求 and 经济要求等几方面予以慎重考虑。

（一）保证使用性能要求

零件的使用条件是指零件受力状况，即指零件所受载荷的类型、大小、形式及特点；零件工作环境状况是指零件工作时所处的环境温度、环境介质；对零件的特殊要求是指零件所应具备的特殊性能，如导电性、导热性、导磁性等性能。一般要求如下。

（1）根据零件所受载荷和应力情况，确保零件满足强度和刚度的要求，使零件在预期寿命内不失效。

（2）对零件尺寸和质量的限制。对严格要求尺寸和重量的零件，应选用高强度钢、铝合金等；对要求刚度大、重量轻的零件，可选用铝或钛的合金。减轻重量是设计零件的主要要求之一。

（3）根据零件工作的重要程度，确保零件所用材料性能的可靠。对关系到设备及人身安全的零件，必须选用性能可靠的材料，如合金钢等。

（4）满足零件的工作条件要求。要满足零件工作的繁重性、摩擦磨损程度、工作环境及温度等条件要求，应选用适当性能的材料。

（二）符合工艺性能要求

工艺要求主要考虑零件及其毛坯制造的可能性和难易程度。对形状复杂、尺寸较大的零件，可优先选用铸造材料或焊接材料；对尺寸较小、外形简单、批量大的零件，可选用适