

高等学校教材

专业基础系列

机械设计基础

陈立德 罗卫平 主编

学习指南与题解



Design



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

九江学院图书馆



1800729

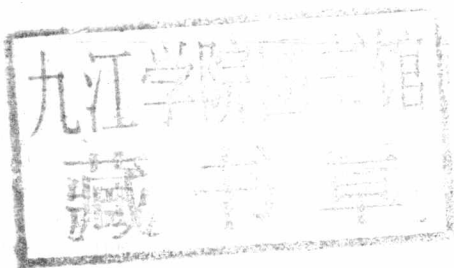
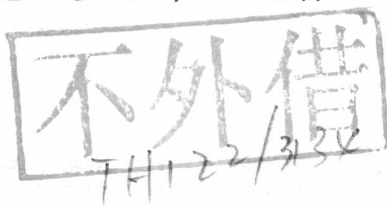
1498672

高等学校教材

机械设计基础 学习指南与题解

Jixie Sheji Jichu Xuexi Zhinan yu Tijie

陈立德 罗卫平 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

质检

85708P31

内容提要

本书是陈立德主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材——《机械设计基础》(第三版)的配套教学辅导书。本书内容为主教材学习的指导和复习题题解。各章具体内容为:主要内容与学习要求;重点、难点及学习注意事项;典型解题指导。

本书可供高等职业院校、高等专科学校、成人高校及高等本科院校的二级职业技术学院的学生及广大自学者学习“机械设计基础”课程时参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础学习指南与题解/陈立德,罗卫平主编. —北京:高等教育出版社, 2011.8

ISBN 978-7-04-032944-5

I. ①机… II. ①陈…②罗… III. ①机械设计-高等学校-教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 124305 号

策划编辑 沈 忠	责任编辑 沈 忠	封面设计 张雨薇	版式设计 马敬茹
插图绘制 尹 莉	责任校对 胡晓琪	责任印制 朱学忠	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 河北鹏盛贤印刷有限公司
开 本 850mm × 1168mm 1/32
印 张 6.5
字 数 160 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 2011 年 8 月第 1 版
印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷
定 价 12.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 32944-00

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材——《机械设计基础》(第三版)*的配套教学辅导书,它是一本学习指导性质的教学辅导书。

本书的章节顺序与主教材完全相同,所引用的图号、表号、公式号及其他有关符号均与主教材相对应,以便于学生对照学习。新增加的图号、表号、公式号等则用“ $\times - \times$ ”表示,以便于与主教材中的“ $\times. \times$ ”相区分。

本书基本上由参加主教材编写的人员编写,主要有:姜小菁、罗卫平、李晓晖、杜洪香、赵海霞、卞咏梅、陈立德等,全书由陈立德、罗卫平任主编。

在编写过程中,参阅了为第一版配套的习题解答资料,得到了沈冰、牛玉丽等老师的支持与帮助,在此表示衷心感谢。

本书也可作为在“十二五”期间即将出版的《机械设计基础》(第四版)的配套教学辅导书。

由于编者水平有限,时间紧迫,缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2011年4月

* 本书第一版2002年被评为全国普通高等学校优秀教材一等奖。

目 录

绪论	1
第1章 机械设计概述	4
第2章 摩擦、磨损及润滑概述	7
第3章 平面机构的结构分析	11
第4章 平面连杆机构	20
第5章 凸轮机构	42
第6章 间歇运动机构	57
第7章 螺纹连接与螺旋传动	60
第8章 带传动	77
第9章 链传动	95
第10章 齿轮传动	102
第11章 蜗杆传动	132
第12章 齿轮系	142
第13章 机械传动设计	150
第14章 轴和轴毂连接	153
第15章 轴承	164
第16章 其他常用零部件	178
第17章 机械的平衡与调速	183
第18章 机械设计 CAD 简介	193
附录 机械设计基础课程教学基本要求 (机械类专业适用)	196
参考文献	201

绪 论

0.1 本课程在专业教学计划中的地位与作用

“机械设计基础”是近机类、机械类专业教学计划中的主干课程,也是介于基础课和专业课之间的一门技术基础课,因而它不仅要求学生在学习本课程前学完、学好机械制图、工程力学、公差配合等课程,而且要求学生结合本课程的学习,能够综合地运用所学的基础理论和技术知识,联系生产实际和机器的具体工作条件,去使用常用机构和通用零部件以及设计简单的机械,以便为顺利地过渡到专业课程的学习及进行专业产品与装备的设计打下初步的基础。因此,本课程具有从理论性课程过渡到结合工程实际的设计性课程、从基础课程过渡到专业课程的承前启后的桥梁作用。

0.2 本课程的内容、性质和任务

本课程是一门培养学生机械设计能力的技术基础课,属于设计性的课程,其研究对象为机械中的常用机构和一般工作条件下常用参数范围内的通用零部件,研究其工作原理、结构特点、运动特性、使用和维护、标准和规范以及设计计算的基本理论和方法。

本课程的主要任务为:

- 1) 使学生了解常用机构及通用零部件的工作原理、类型、特点及应用等基本知识。

- 2) 掌握通用零件的工作原理、结构特点、基本的设计理论和设计计算方法,并具有设计简单机械及传动装置的基本技能。

2 绪论

3) 具有运用标准、规范、手册、图册、查阅有关技术资料的能力。

4) 获得实验技术的基本训练。

0.3 本课程的教学环节

本书只是针对如何学好教材内容而编写的,但是本课程的教学环节除了讲课外,还有习题课、课堂讨论课、实验课、现场教学、答疑、课程设计等,它们在培养高等职业教育人才上也应占有相当重要的地位。这一点每一位学生都必须充分认识,加以重视。所以,学习本课程时必须明确,书本知识固然重要,但在工程实际中,很少是靠单独运用书本知识就能正确解决问题的,而是需要掌握一定的经验资料和具备较强的工程判断能力。所以一定要善于全面分析、综合协调、灵活处理,并富有想象力、观察力、探索精神和创新勇气,从而对各式各样的设计问题作出机敏的工程判断。而这些能力是要靠一系列课程的各个教学环节来综合培养的。

0.4 学习方法

前已指出,本课程要起到“从理论性课程过渡到结合工程实际的设计性课程、从基础课程过渡到专业课程”的作用,因而必须认清“过渡”二字。学习本课程时学生在学习方法上有所转变和适应,应注意以下几个特点:

1) 本课程将多门先修课程的基本理论应用到实际中去,解决有关工程实际问题。因此,先修课程的掌握程度直接影响到本课程的学习。

2) 学生可能一接触到本课程就会产生“没有系统性”、“逻辑

性差”等错觉。这是由于学生习惯了基础课的系统性所造成的。本课程中,虽然不同研究对象所涉及的理论基础不相同,且相互之间无多大关系,但最终的研究目的只有一个,即设计出能用的机构、零件等。本课程的各部分内容都是按照工作原理、结构、强度计算、使用维护的顺序介绍的,有着自身的系统性,学习时应注意这一特点。

3) 由于实践中所发生的问题很复杂,很难用纯理论的方法来解决,因此常常采用很多经验公式、参数以及简化计算(条件性计算)等,这样往往会给学生造成“不讲道理”、“没有理论”等错觉,这点必须在学习过程中逐步适应;

4) 因为是联系实际的设计性的课程,所以计算步骤和计算结果不像数学课那样具有唯一性。

5) 计算对解决设计问题虽然很重要,但并不是唯一所要求的能力。学生应逐步注意培养把理论计算与结构设计、工艺等结合起来解决工程设计的能力。

学习本课程,主要是靠学生结合自己的具体情况,创造性建立起自己的一套最有效的学习方法。以上内容为针对本课程的特点,向学生作必要的介绍与引导,仅供学生参考。

最后指出一点:对于先修课程的补缺问题,应采取缺什么,就补什么,不必系统地去补。

第 1 章

机械设计概述

1.1 主要内容与学习要求

机械设计概述主要是论述机械设计的基本知识和一些共性问题,如机械设计的基本要求,内容与步骤以及设计计算准则等。

1. 主要内容

本章概括地说可分为两大部分。第一部分是关于机械的设计概述,包括教材中 1.1、1.2 节;第 2 部分是关于机械零件的设计概述,包括教材中 1.3、1.4 节。

2. 学习要求

本章学习的内容为一些机械设计方面的基本知识和共性问题。学习时,由于学生还没有接触到各个具体机构和通用零件的设计内容,所以不太容易较为深刻地掌握本章的内容,也无法和以后各章建立起联系。因此,初学时容易感到抽象,不知如何去应用,现只要求作大体上了解,在以后学习过程中,才能不断地结合各章的具体内容分析,逐步加深理解。

具体的学习要求如下:

- 1) 初步理解机械设计和设计机械零件应满足的基本要求。
- 2) 了解机械设计和零件设计的步骤。
- 3) 理解机械零件工作能力的判定方法和设计准则。
- 4) 了解机械设计的标准化、系列化及通用化。

1.2 重点、难点及学习注意事项

1. 重点、难点

重点:机械设计的基本要求、内容、步骤及设计计算准则。

难点:从整体上建立起机械设计,尤其是机械零件设计的整体概念。

2. 学习注意事项

(1) 1.1、1.2 机械设计的基本要求及内容与步骤

这两节内容属于机械(零件)设计中的全局性问题。这里,只能勾画一下概貌,起到开阔视野的作用。

(2) 1.3 机械零件的失效形式及设计计算准则

本节内容与先修的力学课程有着密切的联系,是在力学课程基础之上,结合工程实际所形成的,故比较容易理解。学生仅对可靠性准则这一概念感觉较为生疏。

(3) 1.4 机械零件设计的标准化、系列化及通用化

要了解标准化、系列化、通用化的重要意义,应提高到是否遵守法律的高度来认识。这点学生是不易理解的。

1.3 典型解题指导

1. 解题方法示例

(略)。

2. 复习题题解

1.1 机械设计过程通常分为哪几个阶段? 各阶段的主要内容是什么?

答:机械设计过程通常可分为以下几个阶段:

1) 产品规划 主要工作是提出设计任务和明确设计要求。

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、结构设计可靠、结构设计可行、成本低廉的方案。

3) 技术设计 完成总体设计、部件设计、零件设计等。

4) 制造及试验 制造出样机、试用、修改、鉴定。

1.2 常见的失效形式有哪几种?

答:断裂,过量变形,表面失效,破坏正常工作条件引起的失效等几种。

1.3 什么叫工作能力? 计算准则是如何得出的?

答:工作能力为指零件在一定的工作条件下抵抗可能出现的失效的能力。对于载荷而言称为承载能力。

计算准则是根据不同的失效原因建立起来的工作能力的判定条件。

1.4 标准化的重要意义是什么?

答:标准化的重要意义是可使零件、部件的种类减少,简化生产管理过程,降低成本,保证产品的质量,缩短生产周期。

第 2 章

摩擦、磨损及润滑概述

2.1 主要内容与学习要求

摩擦、磨损和润滑统称为摩擦学,它是研究相对运动表面摩擦行为的一门学科。在过去的教材中,这部分内容是分散在各章之中,现为了加强系统性和对共性问题的认识,现将这部分内容集中在这一章之中,而针对某个零件的某些具体内容则仍分散于各章之中。本章也是机械设计中的共性问题。

1. 主要内容

本章主要内容为对摩擦、磨损、润滑、密封的基本问题作简单扼要地介绍。

2. 学习要求

- 1) 了解摩擦、磨损、润滑、密封的基本概念和四者之间的联系。
- 2) 了解干摩擦、流体摩擦、边界摩擦、混合摩擦的特点与区别。

3) 初步了解磨损的一般规律及各种磨损的机理、物理特征和影响因素。

4) 了解润滑的作用及润滑剂的主要质量指标。

5) 了解密封的作用及密封装置。

2.2 重点、难点及学习注意事项

1. 重点、难点

重点:1) 各类摩擦的机理、物理特征及其影响因素。

2) 各类磨损的机理、物理特征及其影响因素。

3) 润滑与密封的作用与装置。

难点:如何根据工作情况,选择合适的润滑剂和密封装置。

2. 学习注意事项

(1) 2.1 摩擦与磨损

1) 本节所讨论的摩擦不是先修课程内容的简单重复,而是着重于摩擦机理和物理特征,分析摩擦副表面间的四种摩擦状态的物理特征。

2) 对于磨损过程有所了解,目的在于如何采取措施使跑合期缩短,延长稳定磨损期,推迟剧烈磨损阶段。

3) 磨损分类中粘着磨损、磨粒磨损、表面疲劳磨损是学习重点,同时应了解这些形式可随工作条件的变化而转化的。

(2) 2.2 润滑

1) 对润滑、润滑剂的种类有一个初步了解。

2) 对于润滑油、润滑脂的主要物理性能指标有所了解。重点在润滑油,对于润滑脂只作一般了解即可。

3) 了解采用不同的润滑方法时应如何选择润滑装置。

(3) 2.3 密封方法及装置

重点为了解密封的作用与重要性。密封也是目前亟待解决的

工程技术问题之一。

2.3 典型解题指导

1. 解题方法示例

(略)。

2. 复习题题解

2.1 按摩擦副表面间的润滑状态,摩擦可分为哪几类?各有何特点?

答:摩擦副可分为四类:干摩擦、液体摩擦、边界摩擦和混合摩擦。

干摩擦的特点是两物体间无任何润滑剂和保护膜,摩擦系数及摩擦阻力最大,磨损最严重,在接触区内出现了粘着和犁刨现象。液体摩擦的特点是两摩擦表面不直接接触,被液体油膜完全隔开,摩擦系数极小,摩擦是在液体的分子间进行的,称为液体润滑。边界摩擦的特点是两摩擦表面被吸附在表面的边界膜隔开,但由于边界膜较薄,不能完全避免金属的直接接触,摩擦系数较大,仍有局部磨损产生。混合摩擦的特点是同时存在边界润滑和液体润滑,摩擦系数比边界润滑小,但会有磨损发生。

2.2 磨损过程分几个阶段?各阶段的特点是什么?

答:磨损过程分三个阶段,即跑合(磨合)磨损阶段、稳定磨损阶段、剧烈磨损阶段。各阶段的特点是:跑合磨损阶段磨损速度由快变慢;稳定磨损阶段磨损缓慢,磨损率稳定;剧烈磨损阶段,磨损速度及磨损率都急剧增大。

2.3 按磨损机理的不同,磨损有哪几种类型?

答:磨损的分类有磨粒磨损、粘着磨损、疲劳磨损点蚀、腐蚀磨损。

2.4 哪种磨损对传动件来说是有益的?为什么?

10 第2章 摩擦、磨损及润滑概述

答:跑合磨损是有益的磨损,因为经跑合磨损后,磨损速度减慢,可改善工作表面的性质,提高摩擦副的使用寿命。

2.5 如何选择适当的润滑剂?

答:选润滑剂时应根据工作载荷、运动速度、工作温度及其他工作条件选择。

当载荷大时,选粘度大的润滑油,如有较大的冲击时选润滑脂或固体润滑剂。高速时选粘度小的润滑油,高速高温时可选气体润滑剂;低速时选粘度小的润滑油,低速重载时可选润滑脂;多尘条件选润滑脂,多水时选耐水润滑脂。

2.6 油润滑的润滑方法有哪些?

答:油润滑的润滑方法有分散润滑法和集中润滑法。集中润滑法是连续润滑,可实现压力润滑。分散润滑法可以是间断的或连续的。间断润滑有人工定时润滑、手动油杯润滑、油芯油杯润滑、针阀油杯润滑、带油润滑、油浴及飞溅润滑、喷油润滑、油零润滑等几种。

2.7 接触式密封中常用的密封件有哪些?

答:接触式密封常用的密封件有O形、J形、U形、V形、Y形、L形密封圈,以及毡圈。

2.8 非接触式密封是如何实现密封的?

答:非接触式密封有曲路密封和隙缝密封,它是靠隙缝中的润滑脂实现密封的。



第 3 章

平面机构的结构分析

3.1 主要内容与学习要求

本章内容为学习机构设计的基础,为各类机构的运动分析和设计打下必要的基础。

1. 主要内容

有关机构组成中的构件、运动副、运动链及机构等概念;机构具有确定运动的条件,机构运动简图的绘制和平面机构自由度的计算等。

2. 学习要求

- 1) 掌握组成机构的零件、构件、运动副、运动链及机构的基本概念。
- 2) 掌握平面机构运动简图的绘制方法。
- 3) 熟练掌握机构自由度的意义和机构具有确定运动的条件;掌握平面机构自由度的计算,能正确识别出机构中存在的复合铰链、局部自由度和虚约束,并做出正确处理。

3.2 重点、难点及学习注意事项

1. 重点、难点

重点:1) 有关机构组成的概念及机构具有确定运动的条件。

2) 机构运动简图及其绘制。

3) 机构的自由度计算。

难点:1) 机构运动简图的绘制。

2) 机构中虚约束的正确判别。

2. 学习注意事项

(1) 3.1 机构的组成

主要应掌握:

运动副是由两构件组成的相对可动的连接,是组成机构的又一基本要素。运动副的基本特征是:具有一定的接触形式,能产生一定形式的相对运动。因此,运动副可按其接触形式分为低副、高副;又可按所能产生相对运动的形式将平面运动副分为移动副、转动副。两构件构成运动副至少要引入一个约束,也至少要保留一个自由度。从而又可得出运动链和机构的概念。

(2) 3.2 平面机构的运动简图

主要应掌握:

平面机构运动简图是能正确地表达机构的组成和机构的运动情况。因此,与运动无关的内容应抛开,如构件的外形、运动副的具体构造等。

按绘制机构运动简图的步骤进行作图,并应注意以下几点:

1) 恰当地选择投影面。选择时应以能简单、清楚地把机构的运动情况表示出来为原则,一般选择垂直于机构中的多数构件的运动平面为投影方向。

2) 选取适当的比例尺。根据机构的运动尺寸,先确定各运动