



华腾教育
HUA TENG EDUCATION

高等学校教材经典同步辅导丛书力学类

配高教社《机械原理》(第六版) 孙桓 陈作模 主编

机械原理

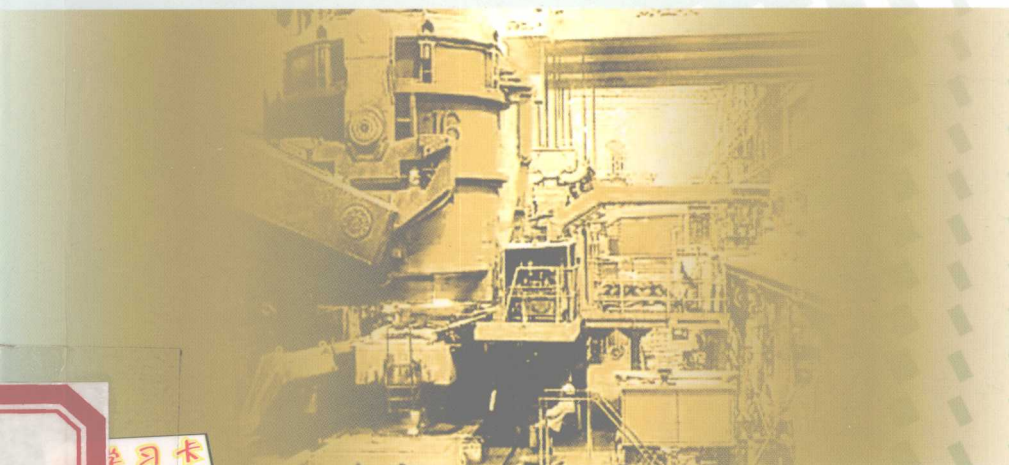
(第六版)

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 李 丰

本书主编 清华大学 唐亚楠



学习卡
考试宝典



- ◆ 紧贴教材: 精讲重点 点拨方法 联系考研
- ◆ 考试宝典: 教材精华 经典试卷 常考试题
- ◆ 学习卡: 资料下载 信息交流 互动论坛
- ◆ 课后习题: 三级突破 分析要点 总结难点

中国矿业大学出版社

高等学校教材经典同步辅导丛书

机械原理

(第六版)

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 李 丰

本书主编 清华大学 唐亚楠

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械原理同步辅导及习题全解/唐亚楠主编. —徐州:
中国矿业大学出版社, 2006. 8

(高等学校教材经典同步辅导丛书)

ISBN 7 - 81107 - 397 - 8

I. 机… II. 唐… III. 机构学—高等学校—教学

参考资料 IV. TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 086947 号

书 名 机械原理同步辅导及习题全解

主 编 唐亚楠

责任编辑 罗 浩

出版发行 中国矿业大学出版社

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail cumtpvip@cumtp.com

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 本册印张 15.5 本册字数 342 千字

版次印次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

总 定 价 117.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

本套丛书四大特色

本书在编写时充

分考虑到您在学习过程中的需求,史无前例地把课后习题按照难易程度分成了三个等级,分别用○代表“简单”习题,◎代表“中等难度”习题,●代表“较高难度”习题,这是目前所有辅导书都没有的创新!针对不同的等级我们给出了不同程度的讲解,对于简单习题我们提供了详尽的解题过程,对于中等难度习题我们在简单习题的基础上,添加对该题的详尽分析;对于较高难度习题,我们在中等难度解答的基础上,更是对该题进行总结,以便举一反三,使您能够掌握重点、巩固所学。

特色二

赠送考试宝典
考试学习无忧



特色一

课后习题分等级,开差异化习题全解之先河。



本书

附赠的考试宝典,它包

括以下丰富内容:

1. 知识卡片:这部分集中了教材中的精华部分,我们精选教材的重要公式、定理、定义,把教材中的重点难点知识进行总结,使您在最短的时间掌握最多的知识;
2. 为了让大家更零距离的接触考试,我们还特意整理了名校考研真题、名校期末真题、期末模拟试题各一套让您提前预热,掌握所学;
3. 期末考试常考50道试题索引,这是我们对全国100多所知名高校期中、期末考试题的研究总结出的常考易考的经典题目,对于那些重要的题,我们在正文中将对该题用加灰底的方式特别标注出来,如○1.9。有了这些常考题型,相信大家考试时一定会胸有成竹。

本套丛书四大特色

特色三

网络学习卡
开拓学习新天地



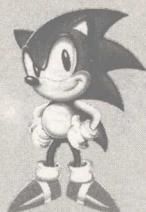
现在是网络时代，我们的服务因此也是全方位的。通过随书赠送的学习卡，只要登陆华腾教育网(www.huatengedu.com.cn)，您就可以获得在线学习、在线下载、论坛交流、信息浏览、各种课程课件下载、各种考研真题、课后习题全解下载等精彩服务内容。

本书

全部由专家执笔，编写严谨，具有较强的针对性、指导性和补充性等特点。内文结构安排合理，栏目设置系统实用（我们有内容提要、典型例题与解题技巧、历年考研真题评析等精彩设置），可以使您事半功倍地掌握更多知识。

特色四

内容合理
结构科学



高等学校教材

经典同步辅导丛书编委会

主任：清华大学 王 飞

副主任：清华大学 夏应龙

中国矿业大学 李瑞华

编 委(按姓氏笔画排序):

于志慧	王 焯	甘 露	师文玉
吕现杰	朱凤琴	刘胜志	刘淑红
严奇荣	李 丰	李凤军	李 冰
李 波	李炳颖	李 娜	李晓光
李晓炜	李雅平	李燕平	何联毅
邹绍荣	宋 波	张旭东	张守臣
张国良	张鹏林	张 慧	陈晓东
范亮宇	孟庆芬	唐亚楠	韩国生
韩艳美	曾 捷		

前言

PREFACE

《机械原理》是机械专业重要的课程之一,也是报考机械类专业硕士研究生的专业基础考试课程。西北工业大学机械原理及机械零件教研室编、孙恒、陈作模主编的《机械原理》(第六版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。为了帮助读者更好地学好这门课程,掌握更多知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《机械原理同步辅导及习题全解》。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,提高应试能力。本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性的特点。考虑到读者的不同情况,我们在内容上做了以下安排:

1. 内容提要:串讲概念,总结性质和定理,使知识全面系统,便于掌握。

2. 典型例题与解题技巧:精选各类题型,涵盖本章所有重要知识点,对题目进行深入、详细的讨论与分析,并引导学生思考问题、能够举一反三,拓展思路。

3. 历年考研真题评析:精选历年考研真题进行深入的讲解。

4. 课后习题全解:本书给出了西北工业大学机械原理及机械零件教研室编、孙恒、陈作模主编的《机械原理》(第六版)各章习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程,而且我们还依照难易程度给题目划分了三个等级,并根据等级的不同分别对题目进行了不同程

度的讲解。

编写本书时,依据大学本科现行教材及教学大纲的要求,参考了清华大学、北京大学、同济大学、浙江大学、人民大学、复旦大学等高等院校的教材,并结合教学大纲的要求进行编写。

我们衷心希望本书提供的内容能够对读者在掌握课程内容、提高解题能力上有所帮助。同时,由于编者的水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

华腾教育教学与研究中心

目 录

CONTENTS

第一章 绪 论	1
内容提要	1
第二章 机构的结构分析	4
内容提要	4
典型例题与解题技巧	8
历年考研真题评析	11
课后习题全解	15
第三章 平面机构的运动分析	37
内容提要	37
典型例题与解题技巧	41
历年考研真题评析	46
课后习题全解	55
第四章 平面机构的力分析	86
内容提要	86
典型例题与解题技巧	89
历年考研真题评析	94
课后习题全解	99

第五章 机械的效率和自锁	125
内容提要	125
典型例题与解题技巧	129
历年考研真题评析	138
课后习题全解	143
第六章 机械的平衡	157
内容提要	157
典型例题与解题技巧	161
历年考研真题评析	167
课后习题全解	176
第七章 机械的运转及其速度波动的调节	195
内容提要	195
典型例题与解题技巧	198
历年考研真题评析	204
课后习题全解	212
第八章 平面连杆机构及其设计	224
内容提要	224
典型例题与解题技巧	226
历年考研真题评析	233
课后习题全解	239
第九章 凸轮机构及其设计	271
内容提要	271
典型例题与解题技巧	275
历年考研真题评析	281
课后习题全解	288

第十章 齿轮机构及其设计	305
内容提要	305
典型例题与解题技巧	312
历年考研真题评析	316
课后习题全解	322
第十一章 齿轮系及其设计	351
内容提要	351
典型例题与解题技巧	353
历年考研真题评析	355
课后习题全解	358
第十二章 其他常用机构	382
内容提要	382
典型例题与解题技巧	385
历年考研真题评析	387
课后习题全解	389
第十三章 工业机器人机构及其设计	399
内容提要	399
课后习题全解	402
第十四章 机械传动系统的方案设计	419
内容提要	419
典型例题与解题技巧	420
课后习题全解	422



第一章

绪 论



内容提要

一、本课程研究的对象及内容

1. 机构结构分析的基本知识

各种机构是本课程研究的主要对象。首先我们将要研究机构是怎样组成的,机构的组成情况对其运动的影响,以及机构具有确定运动的条件;其次要研究机构的组成原理及机构的结构分类;最后我们还要研究如何用简单的图形把机构的结构状况表示出来,即如何绘制机构运动简图的问题,以便据此对机构进行运动及动力分析。

2. 机构的运动分析

对机构进行运动分析,是了解现有机机械运动性能的必要手段,也是设计新机械的重要步骤。本课程将介绍对机构进行运动分析的基本原理和方法。

3. 机器动力学

机器动力学研究的内容主要是两类基本问题:其一是分析机器



在运转过程中其各构件的受力情况,以及这些力的做功情况;其二是研究机器在已知外力作用下的运动。一般情况下机器的运动速度是不均匀的,而过大的速度波动,将直接影响到机器的工作质量;再者,机器在运转中各构件所产生的不平衡惯性力,对机器的工作也十分不利。所以对机器速度波动的调节和不平衡惯性力的平衡问题,都是机器动力学中要研究的重要问题。

4. 常用机构的分析与设计

5. 机械传动系统运动方案的设计

二、学习本课程的目的

机械原理作为一门课程来说,属于技术基础课,在教学计划中起着承上启下的作用,在培养机械类高级技术人才中担负着重要的任务。

从研究内容来看,学生通过这一门课程学习之后应该具备两方面的能力:一是具备对已有的机械进行结构、运动和动力分析的能力;二是具备能根据运动和动力性能的要求初步设计新机械的能力。作为一个工程技术人员,在实际的工作中总难免碰到使用机械、设计新机械以及技术改造和技术革新等问题,所以具备这两方面的能力,对于一个工程技术人员来说是非常必要的。

三、学习本课程的注意事项

1. 把握本课程的性质和特点

首先,应当注意机械原理课程是一门技术基础课程。它一方面较物理、理论力学等理论课程更加结合工程实际;而另一方面,它又与专业机械的课程有所不同。由于专业机械的种类繁多,机械原理课程不可能,而且也不必要对各种各样的具体机械进行研究。它只是对各种机械的一些共性问题 and 各种机器中常用的一些机构进行较为深入的探讨。为了学好本课程,在学习



过程中,就要着重注意搞清基本概念,理解基本原理,掌握机构分析和综合的基本方法。

2. 了解机械原理学科发展现状和趋势

要学好本课程也应了解机械原理学科发展现状和趋势有所了解,这既有助于对机械原理课程的深入学习,也有助于让我们坚信用所学的知识能够推动机械工业日新月异地发展。

第二章

机构的结构分析

内容提要

一、机构的组成

1. 零件

任何机器都是由零件组成的,零件是制造的最小单元体。

2. 构件

构件是组成机构的基本要素,是由刚性地联接在一起的零件共同组成的,独立运动的最小单元体。

3. 运动副及分类

运动副是两个构件组成的可动联接,是组成机构的又一基本要素。两构件上能够参加接触而构成运动副的表面称为运动副元素。运动副是约束运动的,因而一个运动副至少引入一个约束,也至少保留一个自由度。至于两构件组成运动副后还能产生哪些相对运动,则与运动副的类型有关。运动副按其接触方式分为高副(点线接触)和低副(面接触),也可按相对运动形式分为转动副、移动副、螺旋副和球面副等,根据运动副所引入约



束的数目由 1 到 5 可分为 I 级副、II 级副、III 级副、IV 级副和 V 级副。

4. 运动链及其分类

运动链是两个或两个以上的构件通过运动副联接而构成的相对可动的系统。运动链有首末封闭的闭链,也有未封闭的开链。运动链还有平面运动链和空间运动链之分。

5. 机构

从机构的特征看,机构是具有确定相对运动的构件组合体。而从机构组成来看,机构是具有固定构件的运动链。机构中的固定构件称为机架,按给定已知运动规律独立运动的构件称为原动件,而其余活动构件则称为从动件。从动件的运动规律取决于原动件的运动规律和机构的结构。

二、机构自由度计算

要保证机构具有确定的相对运动,必须使机构的原动件(一般原动件与机架组成转动副或移动副)数等于机构的自由度数。对于平面机构,其自由度为

$$F = 3n - 2p_1 - p_h$$

式中: n ——机构中活动构件数;

p_1 ——低副数目;

p_h ——高副数目。

上式称为平面机构自由度的计算公式,又称平面机构的结构公式。在应用该式计算自由度时,必须注意下列事项:

1. 复合铰链

两个以上的构件在同一处以转动副相联接,该处就构成复合铰链。当有 m 个构件(包括固定构件)以复合铰链相连接时,其转动副的数目应为 $(m-1)$ 个。

2. 局部自由度

机构中某些构件所能产生的运动,并不影响其他构件的运动,



则这些构件所能产生的这种局部运动的自由度称为局部自由度。在计算机构自由度时,应将局部自由度除去。

3. 虚约束

对机构运动只起重复限制作用的约束称为虚约束。

虚约束一般发生于:

- (1) 轨迹重合。机构中有两个构件用转动副相连接,而两构件上联接点的轨迹相重合,产生一个虚约束。
- (2) 转动副轴线重合。两构件组成多个转动副且其轴线相重合时,只有一个转动副起约束作用,其余转动副都是虚约束。
- (3) 移动副导路平行。两个构件组成多个移动副且其导路互相平行或重合时,只有一个移动副起约束作用,其余移动副都是虚约束。
- (4) 机构运动过程中,两构件上两点之间的距离始终保持不变,用一个构件和两个转动副将此两点相连,产生一个虚约束。
- (5) 机构中某些不影响机构运动传递的重复部分所带入的约束。

对于虚约束,在计算机构自由度时,应将虚约束去掉。

三、机构运动简图

根据机构的运动尺寸,按一定的比例尺定出各运动副的位置,再用规定的符号和简单的线条或几何图形将机构的运动情况表示出来,即为机构运动简图。由于机构的运动仅与运动副的类型和机构的运动尺寸(确定各运动副相对位置的尺寸)有关,而与构件的外形尺寸等无关,因而机构运动简图可以表示机构的组成和运动情况,进行运动分析,而且有时也可用来进行动力分析。

绘制机构运动简图的注意事项:

首先搞清机械的实际构造和运动情况,找出机架、原动件和从动件,顺着运动传递的路线,看看运动是怎么从原动件传到从动件的,从而搞清该机械由多少个构件组成,各构件之间构成何种运动副。