



普通高等教育“十五”国家级规划教材配套参考书

机械原理学习指南

第五版

西北工业大学机械原理
及机械零件教研室 编

● 主 编 陈作模



高等教育出版社

TH111/25=3C2

2008

普通高等教育“十五”国家级规划教材
配套参考书

机械原理学习指南

(第五版)

西北工业大学机械原理及机械零件教研室 编

主编 陈作模

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械原理学习指南/陈作模主编. —5版. —北京:高等教育出版社, 2008.5

ISBN 978-7-04-023116-8

I. 机… II. 陈… III. 机构学-高等学校-教材
参考资料 IV. TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 022446 号

策划编辑	卢 广	责任编辑	杜惠萍	封面设计	张 志
责任绘图	尹文军	版式设计	陆瑞红	责任校对	张 颖
责任印制	陈伟光				

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京市白帆印务有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
		版 次	1987 年 2 月第 1 版
开 本	850 × 1168 1/32		2008 年 5 月第 5 版
印 张	7.375	印 次	2008 年 5 月第 1 次印刷
字 数	180 000	定 价	9.00 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 23116-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

内 容 简 介

本书是配合西北工业大学机械原理及机械零件教研室编《机械原理》(第七版,普通高等教育“十五”国家级规划教材)的辅助教材。

本书对各章内容的学习要求、重点难点、知识脉络、学习方法和注意事项作了简要说明,并对一些较为典型的例题和问题进行了较为详细的分析和求解,对课程中某些重要问题作了适当拓展延伸。在编写中注意了内容的启发性、科学性、实践性和趣味性。

本书有助于机械类专业学生对机械原理课程的学习与理解,也可供机械工程技术人员和自学机械原理课程的人员参考,对学生考研和青年教师备课也有帮助。

第五版前言

机械原理课程是高等工业学校机械类专业普遍开设的一门重要的技术基础课程。机械工业是一个国家,尤其是一个大国必不可少的基础工业。信息技术、传感技术和计算技术等的发展只能给机械工业锦上添花,如虎添翼,而不可能取代机械工业。要真正自主创新,要避免受制于人,要各行各业都能获得实实在在的高速发展,离开机械工业的支持是万难实现的。机械工业永远不会衰落,从事机械工业的人员任重道远。当今世界衣食住行任何一件都离不开机械。所以,努力学好本课程,对机械类高级工程技术人员来说是十分必要的。为了培养具有工程实践能力的、具有开拓创新精神的创造性人才,为了让学生更好的学习掌握本课程,我们编写了与西北工业大学机械原理及机械零件教研室编的《机械原理》(第七版,普通高等教育“十五”国家级规划教材)配套的《机械原理学习指南》(第五版)一书。

本书对各章内容的学习要求、重点难点、知识脉络、学习方法和注意事项都作了简要说明;结合各章的主要内容选取了一些较为典型的例题及问题进行了分析求解;还针对学生在考试、作业、答疑中较常出错的部分,作了较为详细具体的解说;对课程中的某些重要问题作了适当的延伸和补充;各章都列出了复习思考题,并在全书末列出了学习效果的自我检测题,以及部分复习思考题和自我检测题的答案。

在本书的编写中,我们特别注意理论与实践的结合,注重培养

学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,关注内容的启发性、科学性和趣味性,使学生能从中获得较大的教益和有助于工程实践能力的培养,以期对读者学好本课程有更多的帮助。

本书可作为各类院校机械类专业学生学习机械原理课程的辅助教材,也可供近机类、非机类各专业的学生及自学者在学习机械原理课程时参考。本书对学生考研、青年教师备课也有一定的帮助。

参加本书修订工作的有陈作模、葛文杰、苏华、张永红、王三民、董海军、李树军,并由陈作模担任主编。

书中难免有欠妥或遗漏之处,欢迎读者指正。

编 者

2007 年 8 月

目 录

一、关于机械原理课程的说明	1
二、各章内容学习方法指导	5
(一) 绪论	6
(二) 机构的结构分析	8
(三) 平面机构的运动分析	26
(四) 平面机构的力分析	43
(五) 机械的效率和自锁	58
(六) 机械的平衡	67
(七) 机械的运转及其速度波动的调节	76
(八) 平面连杆机构及其设计	89
(九) 凸轮机构及其设计	114
(十) 齿轮机构及其设计	131
(十一) 齿轮系及其设计	158
(十二) 其他常用机构	179
(十三) 工业机器人机构及其设计	190
(十四) 机械系统的方案设计	198
三、学习效果的自我检测	211
附:部分复习思考题和自我检测题的答案	225

一、关于机械原理课程的说明

机械原理课程是研究机械基础理论的一门学科,是高等工业院校机械类各专业普遍开设的一门主干技术基础课程,在培养具有创造性设计新机械能力人才所需的知识结构中占有核心地位。其任务是使学生掌握机构学和机器动力学的基本理论、基本知识和基本技能,学会各种常用基本机构的分析和综合方法,并初步具有按照机械的使用要求拟定机械系统方案的能力。本课程在培养高级技术人才的全局中,不仅为学生学习相关技术基础和专业课程起到承前启后的作用,而且为今后从事机械设计和研究工作起到增强适应能力和开发创新能力的作用。

本课程研究的内容可以概括分为两个方面:第一,介绍对已有机械进行结构分析、运动分析和动力分析的方法;第二,探索根据运动和动力性能方面的要求,设计新机械的途径和方法。此处应

当指出,在本课程中对机械设计的研究,只限于根据运动和动力性能方面的要求,对机构各部分的运动尺度(直接影响到机构运动的尺度)进行综合,而不涉及各零件的强度计算、材料选择、零件的结构形状和工艺性等问题。它所完成的只是机械设计总过程中的第一步——方案(即机构运动简图)的设计。因此,为了强调这一特点,在许多文献中常用“综合”两字来代替“设计”。故本课程研究的内容可以概括为机械的分析和机械的综合两个方面。

本课程要用到许多先修课程中的知识,尤其与理论力学的关系密切。但本课程的内容不是先修课中知识的简单重复或堆砌,而是要引导学生如何应用所学的知识去解决工程实际中所遇到的问题,本课程具有很强的工程实践性。

本课程并不研究某种具体的机械,而是着重研究一般机械的共性问题,即机械的分析与综合的基本理论和基本方法,这些基本理论和方法是紧密为工程实践服务的。所以在对本课程的学习过程中,一方面要注意这些理论和方法在理论上建立和推演的严密性和逻辑性;另一方面更要注意这些理论和方法如何在工程实践中应用。此外,在学习本课程的过程中,应随时留意在日常生活和生产中所遇到的各种机械,以丰富自己的感性认识;并用所学得的理论和方法去认识分析这些机械,以加深理解,使得理论和实践相互促进。

在本课程中要用到许多名词、符号、公式、标准和各种参数等。对名词应正确理解其含义,对公式则应着重于应用,一般不要求强记。为了简化对机械的研究,在本课程中采用了许多为机械工程所常用的简化方法,如倒置、反转、转化、当量、等效、代换等。除此之外,在机械的分析和综合中,除了运用大家都较为习惯的解析法外,还介绍了图解法、实验法、试凑法等。前者可利用计算机获得一系列的精确解,而后者则比较直观,

易于掌握,其解的精度一般已能满足工程问题的需要,而且我们还常常要利用它来为解析法提供初值,并用它来检验计算机所获解的真伪性。到底采用什么方法为好,要因不同的场合而异。如凸轮机构轮廓曲线的设计,若用作图法,一般都难以满足凸轮机构精度的要求,故应该用解析法;而对连杆机构的设计则不同,作图设计的结果,一般已能满足工作的需要,故其作图设计仍是一种有效的方法。

在对本课程的学习过程中,要逐步树立起工程观点。实际工程问题都是涉及多方面因素的问题,其求解可采用多种方法,其解一般也不是唯一的。这就需要设计者具有分析、判断、决策的能力,这种能力的培养无疑是重要的。同时应养成综合分析、全面考虑问题的习惯和科学严谨、一丝不苟的工作作风。

二、各章内容学习方法指导

机械原理教材共计十四章,现将各章的学习要求、重点、难点、知识脉络及学习方法等介绍如下。

(一) 绪 论

1. 学习要求

- 1) 明确本课程研究的对象和内容,及其在培养机械类高级工程技术人才全局中的地位、任务和作用。
- 2) 对机械原理学科的发展现状有所了解。

2. 学习的重点及注意事项

本章学习的重点是本课程研究的对象及内容。本章介绍了机器、机构、机械等名词,并通过实例说明各种机器的主要组成部分是各种机构,从而明确了机构是本课程研究的主要对象。在对本章的学习中,要把注意力集中在了解本课程研究的对象及内容上。当然,由于此时尚未具体学习这些内容,故只能是一个概括的了解。

此外,对本课程的性质和特点也应有所了解,以便采取适当的方法把本课程学好。要学好本课程,首先必须对机械在一个国家中的重要作用有明确的认识,机械现在是、将来仍是人类利用和改造自然界的直接执行工具,没有机械的支持,一切现代工程(宇航工程、深海工程、生物工程、通信工程、跨江大桥、过海隧道、摩天大楼……)都将无法实现。

了解机械原理学科发展现状和趋势,既有助于对机械原理课程的深入学习,也有助于让我们深信机械工业将永不停歇地、日新月异地迅猛发展。

尽管由于电控、电气元件和计算技术等飞速发展,在一些局

部的地方,用电气装置代替了机械装置,如汽车的电子点火装置、电喷燃油器和电子绣花机等。但无论如何电气装置不可能完全取代机械装置,在更多的场合,由于机电一体化的发展,它只是使机械的性能更趋完善,对机械的要求也更加严格。机械工业为适应时代发展的需要,生产了各种各样的机器来装备各行各业和满足广大群众生活上的需求。所以,从事机械设计、制造、操作、维护的人员都重任在肩。学习机械专业的同学应深信自己未来的前途永远是光明灿烂的。

3. 复习思考题

- 1) 何谓机构? 何谓机器? 何谓机械?
- 2) 本课程研究的内容主要包括哪几个方面的问题?
- 3) 何谓机构分析及机构综合? 它们研究哪些主要内容?
- 4) 为什么要学习本课程? 通过对本课程的概括了解,为了学好本课程,你认为在学习过程中应注意哪些问题?
- 5) 试设想一个国家没有机械工业将会成为什么样子?

(二) 机构的结构分析

1. 学习要求

1) 搞清构件、运动副、约束、自由度、运动链及机构等重要概念。

2) 能绘制比较简单的机械的机构运动简图。

3) 能正确计算平面机构的自由度并能判断其是否具有确定的运动;对空间机构自由度的计算有所了解。

4) 对平面机构的组成原理、结构分类及分析方法有所了解。

5) 对机构型综合和虚约束对机构工作性能的影响及机构结构合理设计问题的重要性有所认识。

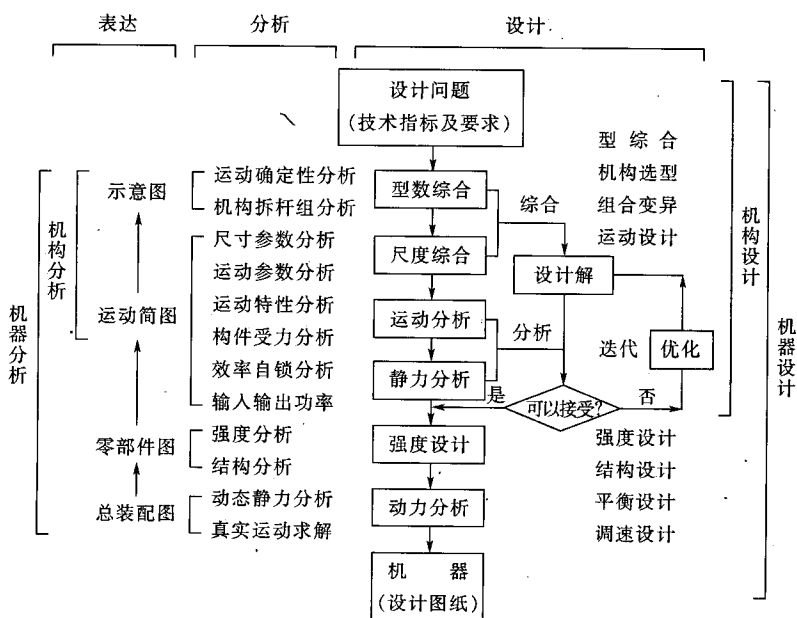
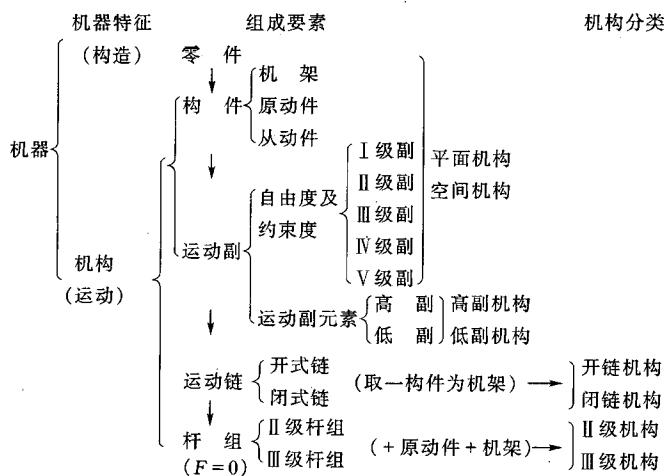
2. 学习的重点及难点

本章的学习重点是:构件、运动副、运动链及机构等的概念,机构运动简图的绘制,机构具有确定运动的条件及机构自由度的计算。至于平面机构中的高副低代、机构型综合及机构的结构合理设计等则属于拓宽知识面性质的内容。学习难点是:机构中虚约束的判定问题。

3. 知识脉络

本章有关机器与机构组成要素的知识脉络关系如知识脉络图(见9页)上半部分。

关于机器和机构的分析与设计及其表达之间的脉络关系如知识脉络图(见9页)下半部分。



知识脉络图