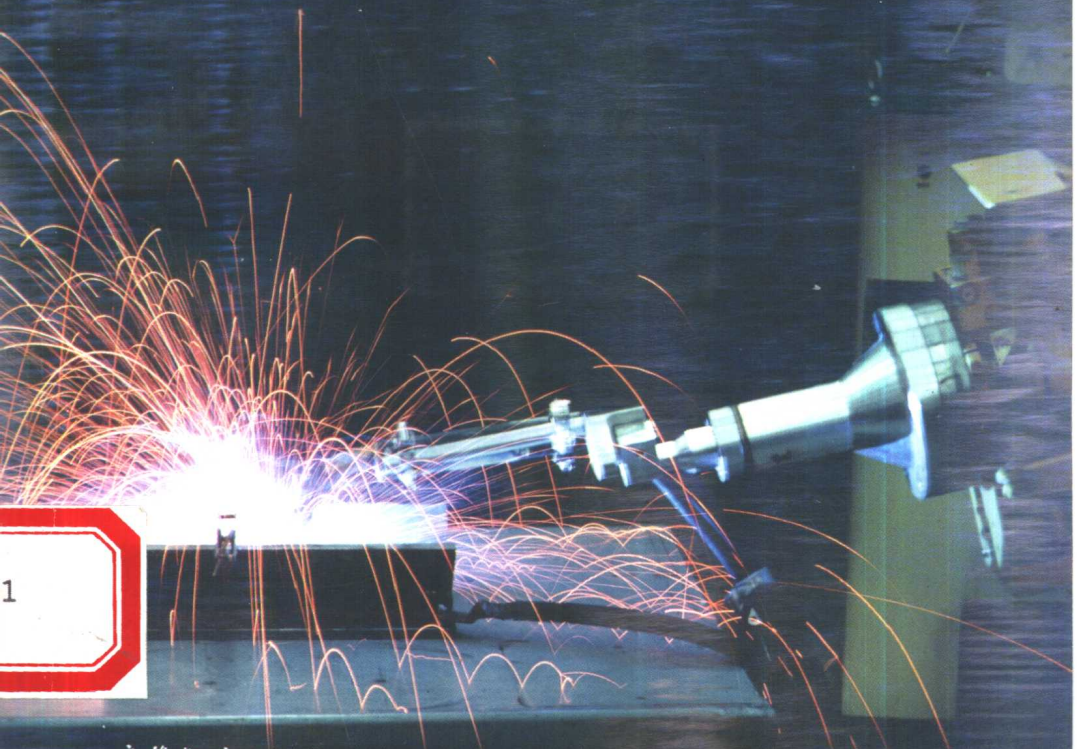


高等学校教材

# 机械原理

## 学习指南 (第三版)

孙 桓 李继庆 陈作模 编



1

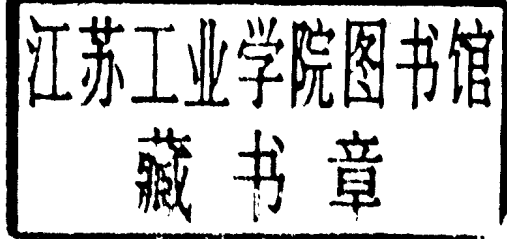
高等教育出版社

高等学校教材

# 机械原理学习指南

(第三版)

孙桓 李继庄 陈作楹 编



高等教育出版社

(京) 112 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

机械原理学习指南/孙桓等编. —3 版. —北京: 高等教育出版社, 1998. 6 (1999 重印)  
高等学校教材  
ISBN 7-04-006449-9

I. 机… II. 孙… III. 机械学-高等学校-教材 IV. TH1  
11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 03792 号

---

出版发行	高等教育出版社		
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	邮政编码	100009
电 话	010—64054588	传 真	010—64014048
网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>		
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	中国科学院印刷厂	版 次	1987 年 2 月第 1 版
开 本	850×1168 1/32		1998 年 6 月第 3 版
印 张	4	印 次	1999 年 6 月第 2 次印刷
字 数	100 000	定 价	4.40 元

---

凡购买高等教育出版社图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请在所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

# 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。通过本课程的学习,不仅将为学习有关的继修课程和掌握专业知识打好必要的基础,而且还将为更好地掌握新的科学技术成就为祖国四化建设服务创造条件。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。为了帮助大家学好本课程,我们编写了《机械原理学习指南》一书,现又根据我室孙桓、陈作模主编《机械原理》(第五版)进行了修订,作为该书的第三版出版。

本书除了对本课程的学习方法进行了一般性的指导外,对各部分内容的学习要求、重点难点、学习方法和注意事项都作了简要的说明。此外,我们还结合各部分的主要内容选取了部分较为典型的例题及问题进行了分析求解,并给出了一些供复习思考的题目,以及最后用于自我检验复习效果的题目。

在此次修编中,我们还针对学生在考试、作业、答疑中较常出现的一些问题,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说明,以期对读者学好本课程有更大的帮助。

本书可作为机械类专业(不论是普通高校,还是函授大学、电视大学、普通高等专科学校或职工大学)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。

编 者

1998年

## 内 容 简 介

本书是为配合学习孙桓、陈作模主编的《机械原理》(第五版)而编写的。

本书除了对学习方法进行一般性的指导外,对各部分内容的学习要求、重点难点、学习方法和注意事项作了简要说明,并对部分较为典型的例题和问题进行了较详细的分析求解,对某些重要问题作了适当延伸。

本书可作为高等工业学校工科机械类专业学生学习机械原理课程的辅助教材,也可供机械工程技术人员和自学机械原理的同志参考,对学生考研和青年教师备课也有帮助。

# 目 录

<b>一、关于机械原理课程的说明</b> .....	1
<b>二、机械原理课程的教学目标</b> .....	3
<b>三、机械原理课程学习方法的一般指导</b> .....	4
(一) 自学 .....	5
(二) 听课 .....	6
(三) 实验课和习题课 .....	7
(四) 复习及答疑 .....	8
(五) 课程设计 .....	10
<b>四、各章内容学习的具体指导</b> .....	11
(一) 绪论 .....	12
(二) 平面机构的结构分析 .....	13
(三) 平面机构的运动分析 .....	23
(四) 平面机构的力分析 .....	32
(五) 机械中的摩擦和机械效率 .....	36
(六) 平面连杆机构及其设计 .....	49
(七) 凸轮机构及其设计 .....	61
(八) 齿轮机构及其设计 .....	70
(九) 齿轮系及其设计 .....	82
(十) 其他常用机构、组合机构及其设计 .....	88
(十一) 机械的运转及其速度波动的调节 .....	94
(十二) 机械的平衡 .....	104
(十三) 机构的选型、组合及机械传动系统方案的设计 .....	109
<b>五、学习效果的自我检验</b> .....	111
<b>附：自我检验题目的部分答案</b> .....	120

## 一、关于机械原理课程的说明

机械原理课程是高等工业学校机械类各专业普遍开设的一门重要的技术基础课程。其任务是使学生掌握有关机构学和机械动力学的基本理论、基本知识和基本技能，并初步具有拟定机械运动方案、分析和设计机构的能力。它在培养机械类高级工程技术人才的全局中，具有增强学生对机械技术工作的适应能力和开发创造能力的作用。

它研究的内容可以概括为两个方面：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。此外应当指出，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，对机构各部分的尺度关系进行综合，而不涉及各个零件的强度计算、材料选择，以及其具体结构形状和工艺要求等问题。它完成的任务只是机械设计总过程的第一步——传动方案（即机构运动简图）的设计。因此，在本课程中，我们又常用“综合”两字来代替“设计”。于是，本课程研究的内容可以概括为机构的分析和机构的综合两个方面。

在本课程的学习过程中，将要用到较多的物理、数学、理论力学、机械制图和工程材料及机械制造基础等课程的知识，特别是理论力学中关于约束及约束反力、力的简化和平衡、摩擦、相对运动原理、哥氏加速度、速度瞬心、动能定理、惯性力、转动惯量、达朗伯尔原理及虚位移原理等方面的知识。

根据技术基础课的性质，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，即机构的分析与综合的基本理论和基本方法，然而这些基本理论和基本方法又必须是为工程实

践服务的。所以在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的严密性和逻辑性；另一方面也要注意这些理论和方法在工程实践中适用的条件和范围。此外，在学习本课程的过程中，还应随时注意在日常生活和生产中所遇到的各种机械，并根据所学的理论和方法加以观察和分析，做到理论联系实际，以加深对这些理论和方法的理解和掌握。

此外，在本课程的学习过程中，将要接触到有关机械的许多名词、概念、标准、几何参数、运动参数和动力参数，以及有关机械研究的一些专用的简化方法（如倒置、转化、当量、等效、代换等）。在机构的分析和设计计算中，除了运用大家比较习惯的解析法外，还将介绍一些图解、作图、实验、试凑等方法。这些方法，一般说来虽然精确度较差，但概念比较清晰，而且比较直观，易于掌握，可用以解决某些工程上精度要求不高的问题，也可用于检查解析法中的错误，或提供解析法的初始值。上述内容在以往理论基础课程的学习中是很少遇到的。为此，在学习过程中要特别注意本课程的这些新的特点，逐步树立一定的工程观点，使自己的学习方法和习惯尽快适应这种新的情况。



## 二、机械原理课程的教学目标

根据国家教委颁发的《高等工业学校机械原理课程教学基本要求》，学生在学完本课程之后，应达到下列几项主要教学目标：

1) 对本课程研究的对象和内容有明确的了解。对机械原理学科的发展趋势有所了解。

2) 能绘制常用机构的机构运动简图，计算其自由度，并判定其具有确定运动的条件。了解平面机构组成的基本原理。

3) 能对Ⅱ级机构进行运动分析，并能用瞬心法对简单高、低副机构进行速度分析。

4) 了解作用于机械中的力的分类，能对Ⅱ级机构进行力分析。掌握运动副中摩擦力的计算方法，能确定机械效率和机构自锁条件。

5) 掌握几种主要机构（平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等）的运动特性，具有按已知的几何条件和运动条件对这几种主要机构进行运动设计的基本知识和能力。

6) 了解其他各种常用机构的性能、特点及适用场合。

7) 掌握机械平衡和飞轮设计的基本方法，并具有按已知动力学条件分析和设计机械的某些基本知识和能力。

8) 初步具有拟定简单机械运动方案的能力。

9) 具有与本课程有关的解题、运算、作图和使用技术资料等方面的基本技能。

10) 了解一些与本课程有关的最基本的机械实验方法和运用实验方法研究机械的技术。

以上这些基本要求，要通过各个教学环节，经过本课程学习的全过程来达到。

### 三、机械原理课程学习方法的一般指导

本课程全部教学工作的完成，需要通过自学、听课、习题课、实验课、课后作业及课程设计、复习及答疑、测验及考试等教学环节。要学好这门课程，必须对各个教学环节予以充分重视。下面结合各个主要教学环节，对本课程的学习提供一般性的指导。

## (一) 自 学

自学是学好本课程，也是培养独立思考能力的重要环节。以往，我们比较习惯于教师讲学生听的教学方式。但是，如果一切内容都依赖于教师讲授，显然对于培养独立思考和独立工作能力是不利的。尤其是随着当代科学技术的迅速发展，需要学习的东西越来越多，而由于高校总的学时有限，故各门课程的课内学时越来越少。因此应该积极提倡自学，不但对于函授生和自修者是如此，即使对于全日制学校的学生也是如此。

在开始自学时，最好先看一看本指南的有关部分，对所学部分的主要内容、基本要求、重点及难点有一个初步的印象，然后再开始阅读教材。阅读时第一遍可先比较粗略地浏览，以求对教材有一个概括的了解，并记下某些难懂的地方和存疑的问题，作为精读的主攻方向或听课时要特别注意解决的问题。

## (二) 听 课

教师讲课是教学的主要环节。一门课程的主要内容，特别是重点和难点内容，一般都要通过讲课由教师系统地传授给学生，所以提高听课效率是学好一门课程的重要环节。为此：

1) 在每次听课前最好翻阅一下自学过的有关内容和上次课讲过的内容，为听好新课作好准备。

2) 听课时必须聚精会神，积极地进行思考。要特别注意教师分析问题的思路和解决问题的方法，以及最后得出的结论。

3) 通过思维用自己的语言把教师讲授的主要内容记录下来。特别是一些重要的概念和结论，要弄清其理论根据、主要内容及应用场合。没有听懂的地方应作出记号，以便复习和答疑时加以解决。

4) 本课程在讲课过程中，常有较大量的作图内容，学生在听课时应尽量练习用徒手作图，把一些重要的图示绘制下来。因为作图的过程同样也是思维和理解的过程。

总之，听课时要作到眼到、耳到、心到、手到，要专心致志、精力集中，这样才能收到好的效果。

### (三) 实验课和习题课

实验课是机械原理课程中重要的实践环节,其目的在于验证、巩固和加深理解课堂讲授的基本理论和知识。通过实验,要使学生能绘制实际机器的机构运动简图,对简单机械进行运动和动力参数测试,以培养学生运用实验方法研究机械的初步能力。

在实验课之前,学生要先把有关的讲课内容复习一下,认真阅读实验指导书,搞清实验的目的、内容、要求和注意事项,并大致了解所用设备的工作原理。在进行实验时,学生要自己动手,仔细认真地完成实验,注意把实验的内容和所学的有关理论知识联系起来。实验后,应对实验结果进行分析,并及时完成实验报告。

习题课的主要任务是学习如何运用已学到的理论和方法去解决实际问题。在上习题课前,一定要把已学过的有关内容复习一遍。在上习题课时,教师一般都要对讲课的内容进行小结,并对如何运用所学的理论和方法进行解题加以提示,所以要特别注意教师的讲授及所举的例题,要注意教师对题目的分析,解题的思路、步骤和方法,遇到疑问要立即提出。对教师的提问及其他同学提出的问题要注意思考,并拟出自己的答案,然后注意其正确与否。学生在习题课上自己做题的目的,也主要是为了深入理解和巩固所学的理论知识,所以解题必须首先把理论和方法搞懂,绝不能死套公式或比照例题照猫画虎。总之,在习题课上必须多动脑筋,多做以所学理论去解决实际问题的尝试。

#### (四) 复习及答疑

听课以后必须及时复习。复习时可先不看教材和笔记，而在课堂上所讲的内容进行几分钟的回忆，想想课堂上讲授的中心内容是什么？哪些内容听懂了，哪些内容还不太懂，然后再以笔记为纲进行复习，并参阅教材和必要的参考书。

复习时应抓住中心内容反复钻研，对于在课堂上没有听懂的地方应更加注意研究。有些内容（如运动分析、力分析的图解法，以及齿轮的几何参数和啮合参数等）一定要自己动手画一画，以加深印象，掌握关键。有些内容（如轮系传动比的计算等）则需结合例题进行练习。复习时若要用到前面已学过的内容，则应再温习一下，以起到联系和巩固的作用。

课后练习是复习的重要一环。本课程的课外习题一般是紧密结合课堂讲授内容而留给学生课后独立进行练习的题目，其目的在于促进学生消化巩固所学的理论知识和方法，培养学生运用所学知识独立分析和解决有关本课程各部分内容的实际问题的能力。学生应在充分复习的基础上及时完成课外练习，千万不要未经好好复习就急于完成作业，更不能为了赶完习题去抄袭别人的作业。

复习后再看一看教材及本指南所给出的复习思考题，看看自己是否能够解答，检查一下还有哪些概念没有搞透彻。

对于在复习过程中及做题过程中，经过自己反复思考仍未解决的问题，可与同学进行讨论，或在答疑时向老师请教。

答疑是师生交流的良好方式，除了请老师解答疑难问题外，也可反映教学中的意见，讨论学术问题，密切师生关系。

复习时得到的心得和答疑后所解决的问题，应及时补记在笔记本上。在每章学完后最好自己作一小结。小结应力求简明扼要，把中心问题和学习心得写出来。

此外，本课程在讲课过程中，特别是在讲解各种机构时，为了帮助学生理解，常常使用模型、实物和电视教学片。同学在复习时，在可能的条件下，也要争取多看一些模型、实物和电教片，把理性知识和感性知识结合起来。同时，如前所述，在日常生活和生产实习中也要随时注意观察和分析各种机械，作到理论联系实际，以加深对所学内容的理解和巩固。

## (五) 课程 设计

课程设计是使学生全面系统地加深理解和掌握本课程的基本原理和方法的重要环节。课程设计的题目一般要求结合一个简单的机械系统，综合运用所学的理论和方法，使学生能受到拟定机械运动方案的初步训练，并能对方案中某些机构进行分析和设计。

在课程设计前，应对有关内容进行比较系统的复习，认真学习课程设计指导书，搞清设计的题目和要求，并根据已知的条件和要求，仔细推敲设计的方案和步骤，必要时可与同学和老师进行讨论，修正自己的设计方案，然后再开始进行计算和绘图。在设计过程中要注意充分利用计算机进行计算和分析的能力。计算与绘图要求准确仔细，步骤清晰，书写端正，图面整洁，符合规范，并且要按时独立完成设计任务，完成规定的图纸工作量及计算说明书。



## 四、各章内容学习的具体指导

根据教学基本要求，机械原理课程的教学内容一般分为下列十三章。现将各章的学习要求、重点、难点及学习方法等介绍如下。