

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

机械原理及 机械零件

(非机械类专业用书)

洪孟仁 汪信远 编著



同济大学出版社

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

机械原理及机械零件

(非机械类专业用书)

洪孟仁 汪信远 编著

同济大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了一般机械中常用机构和通用零件的基本知识以及简单的设计和计算方法,并简单介绍了起重机械零件的基本知识,内容的深广度与非机械类专业机械原理及机械零件函授教学大纲(草案)规定的基本一致。

为了便于自学及有助于掌握课程内容,每章均编写有内容提要及要求、课程内容、自学指导、复习题和习题,有些章还附有测验作业题。

本书可作为高等工业学校非机械类专业的机械原理及机械零件课程函授教材,亦可作为自学用书和供全日制学校师生参考。

责任编辑 陈全明 顾敏健

封面设计 王肖生

机械原理及机械零件

洪孟仁 汪信远 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路1239号)

新华书店上海发行所发行

上海中行印刷厂常熟分厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 15 字数: 360千字

1990年2月第1版 1990年2月第1次印刷

印数: 1—5,000 定价: 3.05元

ISBN 7-5608-0510-8/TH·9

前 言

本书为非机械类专业的机械原理及机械零件课程的函授教材，书中内容的深广度与非机械类专业的机械原理及机械零件函授教学大纲(草案)规定的基本一致，本书亦可作为学习机械原理及机械零件方面基本知识的自学用书和全日制非机械类专业的机械原理及机械零件课程教学用书。

为了便于自学及有助于掌握课程内容，书中各章均编写有内容提要及要求、课程内容、自学指导、复习题和习题，在某些章的最后还附有测验作业题。在课程内容中，叙述上力求讲清基本概念，突出重点，突破难点。在自学指导中，概括小结重点内容，介绍学习方法，必要时还对难点作进一步说明，帮助自学者掌握重点，解决难点。复习题和习题部分，涉及相应各章绝大部分内容，通过对这些题目的求解，帮助自学者复习和加深理解所学内容。测验作业题部分，涉及课程重点内容，包含带有综合性的、具有一定难度的题目，希望自学者在求解复习题和习题后再做，借以检测学习效果。

书中标有“*”号的内容为选学内容，根据学时数情况和不同专业的需要选学，也可供自学者按具体情况选学。“*”号标在标题前，标题下的全部内容为选学内容；“*”号标在内容间，两个“*”号范围内的内容为选学内容。与选学内容有关的自学指导、复习题、习题、测验作业题亦标有“*”。

本书第八、十、十一、十二、十三、十五章由汪信远编写，其余由洪孟仁编写。

限于编者水平，加上编写时间比较仓促，书中难免存在缺点和错误，恳切希望读者提出宝贵的意见。

编 者 1988 年 3 月

一般学习方法指导

机械原理及机械零件是一门机械方面的技术基础课程，它主要研究和讨论一般机械中的常用机构和一般参数的通用零件。

对于常用机构(例如平面连杆机构、凸轮机构等)，讨论其组成、运动特性以及一些简单的设计方法。学习常用机构，着眼点主要放在了解机构能实现的运动及其规律。研究机构的运动常要涉及几何关系，所以学习中要注意几何关系。按已知条件设计机构的尺寸参数，本课程采用图解法。图解法比较简明直观，且能满足工程上的一般要求。用图解法设计机构尺寸参数时，解答或数据由图直接确定。所以，用图解法求解时一定要按比例作图，且尽可能将图画得正确些。同时，为了表明解题的思路，要简要地写出作图步骤。

对于通用零件(例如螺钉、轴、齿轮等)，讨论它们的基本知识(诸如主要类型、工作原理、特点、应用、结构、标准、失效、维护等)以及简单的设计和计算方法。通过学习，要求了解有关通用零件的基本知识，并能确定它们的基本尺寸。

确定零件尺寸的方法主要有二种，一为经验法，一为计算法。经验法是根据经验用与已有的同类型的零件作类比的办法或按推荐的经验数据和经验关系式来确定尺寸。计算法是通过计算来确定尺寸。本课程中主要采用计算法及按推荐的经验数据和经验关系式确定零件的尺寸。

谈到计算，必然会牵涉到公式。本课程中的公式，很多来自材料力学、理论力学，有的还来自弹性理论。对于公式，着眼点在于应用，即要知道公式中的各个符号代表什么，如何确定，它

们的变化对结果有何影响,公式的适用条件和范围,公式推导的假定等。至于公式的推导,不必过多地注意,不一定要详细了解具体的推导过程。因为很多公式来自材料力学、理论力学等先修课程,只要这些课程的有关部分掌握了,理解这些公式是不困难的。如果先修课程的有关部分没有掌握或已忘了,则理解本课程中的一些公式会有一定困难,此时应再复习一下先修课程的有关部分。至于象齿轮接触应力的计算公式,其原始公式来自弹性理论,要搞清它的推导还需要化一定的功夫;就本课程学习来说,无此要求,只需知道齿轮接触应力计算公式是怎样建立起来的,也就是采用了怎样的假定,才把弹性理论中的接触应力公式引入用于计算齿轮。但是理论推导的、常用的、简短的公式应该记住,复杂的、长的公式和经验公式可以不记。

了解零部件的结构,亦是本课程要求的一个方面。就函授学习来说,学习零部件结构,主要通过阅读教材上的结构图。这就要求同学们具备阅读机械图的能力。若缺乏这方面的能力,则在学习本课程前须适当学习一下《机械制图》。另外,在学习过程中,希望有意识地注意所遇到的一些机械,对它们进行仔细观察,向熟悉机械的同志请教,以增加对机械的感性认识。这样有利于提高学习效果。

标准问题,也是需要注意的一个问题。这在以往学习中可能尚未遇到过。凡是有标准的参数或零件均应按标准选取。

为便于记忆、掌握和复习,在学习过程中最好做些笔记。笔记的内容、详简的程度以及写法可以因人而异。一般说来,笔记的内容可以有:重要的概念,分析问题的方法和步骤,重要的公式及相应的适用条件,重要的结论,心得和体会,尚有疑问的问题(以便向教师请求答疑)。

在本课程学习过程中,随着研究对象(机构和零件)的不断

变换,对初学者来说,常有杂、散之感。确实,本课程是机械方面的一门技术基础课,其各部分内容没有象一些基础课那样联系得较紧密。但本课程讨论问题时还是遵循一定规律的。对于常用机构,主要讨论它们的组成和运动特性;对于通用零件,讨论其常用类型、特点、应用、结构、标准、工作原理、失效形式以及相应的设计和计算方法。所以,在学习中只要按照上述规律进行小结、整理,就会感到有头绪。

各章中的复习题,涉及各章大部分内容,在阅读各章教材内容后要认真地进行解答(不必写下来)。若有些题目解答不出,则再反过来学习有关的教材,如此反复,有助于掌握课程内容。

由于内容较多,因此一定要抓紧平时的学习,认真对待平时的习题和测验作业,力求把它们涉及的一些基本问题弄懂。如果平时不抓紧,单纯想通过考试前的集中复习来突击掌握课程内容,则难以得到良好的效果。

下面列出本课程内容的重点和难点,供查阅。

第一章 绪论

重点:本课程的内容、性质和任务,机器、机构、构件和零件的概念。

第二章 平面机构的运动简图及其自由度

重点:平面机构运动简图的绘制。

第三章 平面连杆机构

重点:曲柄摇杆机构的基本性质(行程速比系数、压力角和传动角、死点),铰链四杆机构的曲柄存在条件及其演化型式。

第四章 凸轮机构和其他常用机构

重点:按给定运动规律绘制直动滚子从动件盘形凸轮轮廓。

第五章 螺纹联接和螺旋传动

重点:螺旋副的受力分析、效率和自锁,紧螺栓联接的计算。

难点:牙型斜角不等于零的螺纹的当量摩擦系数,受轴向载荷的紧螺栓联接的计算。

第六章 带传动

重点:带传动中的力及应力,三角带传动的参数选择及计算。

第七章 链传动

重点:套筒滚子链传动的特点、应用和失效形式。

第八章 齿轮传动

重点:渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合特点(定传动比、可分性)、几何尺寸计算、正确啮合条件、受力和强度计算。

难点:直齿圆柱齿轮的强度计算,斜齿圆柱齿轮的端、法面参数间的关系和受力分析。

第九章 蜗杆传动

重点:蜗杆传动的特点、应用、正确啮合条件、传动比计算以及蜗杆或蜗轮转向的判定。

第十章 轮系和减速器

重点:定轴轮系的传动比计算和各轴转矩间的关系。

第十一章 轴及轴毂联接

重点:轴的结构和按扭矩计算轴的直径。

难点:轴的结构。

第十二章 轴承

重点:常见的向心滑动轴承的结构,非液体摩擦滑动轴承的计算,滚动轴承的主要类型、特点和选用以及滚动轴承组合的设计。

难点:滚动轴承组合的设计。

第十三章 联轴器和离合器

重点:常用联轴器的结构、特点、应用及选用方法。

第十四章 起重机械零件

供选学

第十五章 机械的调速和平衡

重点：有关调速和平衡的基本概念——机械速度波动形成的原因、两种速度波动的调节方法、回转件不平衡的不良影响、回转件静平衡和动平衡的方法。

目 录

一般学习方法指导

第一章 绪论 (1)

- § 1-1 机械原理及机械零件课程研究的对象和任务 (1)
- § 1-2 机械及机械零件设计的基本要求 (4)
- § 1-3 许用应力 (6)
- § 1-4 机械制造中常用材料及其选择 (12)
- 自学指导 (19)
- 复习题和习题 (20)

第二章 平面机构的运动简图及其自由度 (23)

- § 2-1 运动副及其分类 (23)
- § 2-2 平面机构的运动简图 (27)
- * § 2-3 平面机构的自由度 (28)
- 自学指导 (36)
- 复习题和习题 (36)
- 测验作业题 (39)

第三章 平面连杆机构 (40)

- § 3-1 铰链四杆机构的基本型式和性质 (41)
- § 3-2 铰链四杆机构的曲柄存在条件及其演化型式 (49)

* § 3-3 平面四杆机构的设计概述	(56)
自学指导	(61)
复习题和习题	(62)
测验作业题	(64)

第四章 凸轮机构和其他常用机构 (66)

§ 4-1 凸轮机构的应用和分类	(66)
§ 4-2 从动件常用的运动规律	(68)
§ 4-3 盘形凸轮轮廓曲线的设计	(71)
§ 4-4 棘轮机构	(78)
§ 4-5 槽轮机构	(80)
自学指导	(81)
复习题和习题	(83)
测验作业题	(85)

第五章 螺纹联接和螺旋传动 (87)

§ 5-1 螺纹的形成、主要参数和常用类型	(87)
§ 5-2 螺旋副的受力分析、效率和自锁	(95)
§ 5-3 螺纹联接和螺纹联接件	(102)
§ 5-4 螺栓联接的计算	(106)
§ 5-5 设计螺纹联接时应注意的几个问题	(118)
§ 5-6 螺旋传动的应用、类型、特点和结构	(122)
* § 5-7 滑动螺旋传动的计算	(126)
自学指导	(137)
复习题和习题	(141)
测验作业题	(145)

第六章 带传动 (150)

§ 6-1	概述	(150)
§ 6-2	带传动中的力及应力	(154)
§ 6-3	三角带传动的设计计算	(157)
§ 6-4	三角带轮	(169)
§ 6-5	带传动的张紧及维护	(172)
* § 6-3	同步齿形带传动简介	(174)
	自学指导	(174)
	复习题和习题	(176)
	测验作业题	(178)

第七章 链传动 (180)

§ 7-1	概述	(180)
§ 7-2	套筒滚子链及链轮	(181)
§ 7-3	套筒滚子链传动的设计计算	(186)
§ 7-4	链传动的布置、张紧和润滑	(195)
	自学指导	(196)
	复习题和习题	(196)

第八章 齿轮传动 (198)

§ 8-1	概述	(198)
§ 8-2	齿廓啮合基本定律	(199)
§ 8-3	渐开线及渐开线齿廓的啮合	(202)
§ 8-4	直齿圆柱齿轮各部名称及标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸	(206)
§ 8-5	渐开线齿轮的正确啮合和连续传动	(216)
§ 8-6	轮齿的失效和齿轮材料	(218)
§ 8-7	直齿圆柱齿轮的强度计算	(224)

§ 8-8 斜齿圆柱齿轮传动	(243)
* § 8-9 圆锥齿轮传动	(252)
§ 8-10 齿轮结构	(259)
自学指导	(261)
复习题和习题	(265)
测验作业题	(268)

第九章 蜗杆传动 (270)

§ 9-1 概述	(270)
§ 9-2 蜗杆传动的主要失效形式、材料和结构	(274)
* § 9-3 蜗杆传动的受力分析	(278)
自学指导	(279)
复习题和习题	(280)

第十章 轮系和减速器 (282)

§ 10-1 概述	(282)
§ 10-2 定轴轮系	(286)
* § 10-3 行星轮系	(294)
* § 10-4 少齿差行星齿轮传动	(299)
§ 10-5 减速器	(302)
* § 10-6 机械无级变速器	(307)
自学指导	(308)
复习题和习题	(311)
测验作业题	(315)

第十一章 轴及轴毂联接 (316)

§ 11-1 概述	(316)
-----------	---------

§ 11-2 轴的结构·····	(319)
§ 11-3 轴的强度计算·····	(324)
§ 11-4 轴毂联接·····	(333)
自学指导·····	(341)
复习题和习题·····	(343)
测验作业题·····	(345)

第十二章 轴承·····(347)

§ 12-1 概述·····	(347)
§ 12-2 滑动轴承的类型和结构·····	(348)
§ 12-3 轴瓦的结构和材料·····	(353)
§ 12-4 非液体摩擦滑动轴承的计算·····	(357)
§ 12-5 润滑剂和润滑装置·····	(360)
§ 12-6 滚动轴承的结构、类型和代号·····	(364)
§ 12-7 滚动轴承类型的选择·····	(371)
· § 12-8 滚动轴承的计算·····	(373)
§ 12-9 滚动轴承组合的设计·····	(387)
§ 12-10 滚动轴承与滑动轴承的比较·····	(395)
自学指导·····	(396)
复习题和习题·····	(399)
测验作业题·····	(401)

第十三章 联轴器和离合器·····(402)

§ 13-1 联轴器·····	(402)
§ 13-2 离合器·····	(414)
自学指导·····	(422)
复习题和习题·····	(423)

*第十四章 起重机械零件	(424)
§ 14-1 钢丝绳	(425)
§ 14-2 滑轮及滑轮组	(429)
§ 14-3 卷筒	(433)
§ 14-4 吊钩	(437)
自学指导	(439)
复习题和习题	(440)
第十五章 机械的调速和平衡	(441)
§ 15-1 机械速度波动及调节	(441)
§ 15-2 回转件的平衡	(444)
自学指导	(450)
复习题	(450)
附录 机构运动简图符号	(451)
主要参考文献	(460)

第一章 绪 论

内容提要及要求

本章叙述机器、机构、构件、零件的基本概念,本课程的性质和研究对象,机械设计和机械零件设计的基本要求,许用应力和机械制造中常用材料及其选择。后两部分内容是考虑有些专业缺乏有关变应力下强度及材料的基本知识而编写的。通过学习,要求对机器、机构等有清晰的概念,对其余的内容有概括的了解。

§ 1-1 机械原理及机械零件课程研究的对象和任务

人类在与自然界长期斗争中,为了减轻体力劳动、提高生产率,创造和发展了多种多样的机器。

图 1-1 示出了一单缸内燃机,它主要由气缸体(即机体)1、活塞 2、连杆 3、曲柄 4、齿轮 5 和 6、凸轮 7、进气阀推杆 8(排气阀部分图上未画出)等组成。燃气推动活塞 2 沿气缸直线移动,通过连杆 3 使曲轴 4 转动。阀门的启闭由齿轮和凸轮等控制,使之与活塞的运动相配合,以协同完成燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。图 1-2 所示为颚式破碎机,它主要由机座 1、偏心轴 2、动颚板 3、肘板 4 等组成。偏心轴 2 转动时(偏心轴 2 与三角带轮 7 固联,由电动机通过三角带驱动,电动机和三角带图上未画出),带动动颚板 3 作平面运动,肘板 4 作往复摆动,置于动颚板 3 与定颚板 5(与机座 1 固联)之间的物料得到破碎,完成有效的机械功。