

TH111-43

012112

高等学校教材

机械原理及机械零件

(修订第四版)

南京工学院机械原理及机械零件教研组编

余长庚 卢玉明 主编

人民教育出版社

本书是在1964年第三版基础上,根据1980年5月教育部审订的四年制非机械类65学时《机械原理及机械零件教学大纲》(草案)进行修订的。

全书共十六章,内容编排基本上是先叙述“机械原理”后叙述“机械零件”,但齿轮传动及蜗杆传动则将啮合原理、几何关系和强度计算合并成章。本书对问题的研究着重于基本知识、基本理论及基本方法。此外,对齿轮传动、带传动、链传动及滚动轴承等的设计计算均作了更新,书后附有公差与配合及各章习题。

本书采用国际单位制(SI)。

本书可作为高等工业学校非机械类65学时的“机械原理及机械零件”课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

高等学校教材

机械原理及机械零件

(修订第四版)

南京工学院机械原理及机械零件教研组编

余长庚 卢玉明 主编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

湖南省新华印刷二厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 10.5 字数 250,000

1960年9月第1版

1981年5月第4版 1982年2月第15次印刷

印数 204,501—222,500

书号 15012·0328 定价 1.10 元

第四版序

这一版是根据1980年5月教育部审订的四年制非机类65学时《机械原理及机械零件教学大纲》(草案)修订的。

本书内容是按机构学、机器动力学、机械零件顺序编排,但齿轮传动及蜗杆传动则将啮合原理、几何关系和强度计算合并成章,这样系统性好,便于教学。此外,对齿轮传动、带传动、链传动以及滚动轴承等的设计计算均作了更新。

本书突出基本知识、基础理论及基本计算方法,每一章都附有必要的例题,书后有一定数量的习题。本书可作为高等工业学校非机械专业“机械原理及机械零件”课程的教材。

书中有*号的节次以及附录中的公差与配合,可根据各专业的需要选用。

全书使用国际单位制(SI),为了适应工程中使用习惯,所有应力单位均用 N/mm^2 。

参加本书修订的有汝元功(第一章、第六章、第七章);郑文纬(第一章、第二章、第五章);程光蕴(第三章、第四章);朱刚恒(第五章);龚善康(第八章、第十一章);程燮时(第八章、第十六章);郭务仁(第七章、附录I),卢玉明(第九章、第十章);余长庚(第十二章、第十三章、第十四章、第十五章、附录II);并由余长庚、卢玉明主编。

本书经天津大学邱宣怀教授细心审阅,提出了不少宝贵意见,在此致以谢意。

限于编者水平,书中不免存在缺点与错误,希望读者能提出宝贵意见,特先致以谢意。

编 者

1981年5月

第三版序

本书系以我组编写的“机械零件”(1960年人民教育出版社出版)为基础,根据1962年5月审订的非机械类65学时“机械原理及机械零件教学大纲(参考草案)”进行改写的。改写时注意吸取了多年来各兄弟院校的教学经验。主要体现在:

1. 本书编排基本上采用先叙述机械原理后叙述机械零件的顺序,而对齿轮和摩擦两部分则合并在一起叙述。

2. 本书力求将基本知识、基本理论及基本方法阐述清楚。对于问题的研究一般从分析开始,提出结构,然后再简要地介绍设计理论和方法。这样更符合认识规律,更能启发学生思考并培养解决问题的能力。

3. 本书在保证讲透基本知识的前提下,尽量减少篇幅,力求贯彻“少而精”原则。

4. 本书在重要章节中均附有例题,书后并附有习题,以便于巩固所学的内容。习题数目较多,可由教师选用。

5. 本书中的标准、规范等,均采用最新国家标准及有关部颁标准;符号基本上均采用国际通用符号,少数用汉语拼音字母;符号的下标除国际通用及我国国家标准规定者外一律改用汉语拼音字母。

本书正文中的小号字内容为非主要内容,教师在使用时可以根据具体情况斟酌处理。

本书曾经天津大学邱宣怀同志审阅,提出了很多宝贵意见,编者特此表示衷心感谢。

本书曾经高等工业学校机械零件课程教材编审小组1964年

4月开会复审通过。参加复审的同志对本书也提出了不少宝贵意见,在修改过程中,又得到北京许多兄弟院校的不少帮助,编者在此一并表示感谢。

本书虽然经过集体讨论,但是限于我们的理论水平和业务能力,谬误欠妥之处在所难免,深望各兄弟院校及读者不吝指正,并将宝贵意见迳寄南京工学院机械原理及机械零件教研组为感。

南京工学院机械原理及机械零件教研组

1964年7月

主要符号表

a	中心距
A	面积, 功
B, b	宽度
C, c	系数
D, d	直径
d_a	齿顶圆直径
d_f	齿根圆直径
E	拉压弹性模量
e	偏心距
F	力
F_n	法向力
F_r	径向力
F_t	切向力, 圆周力
F_a	轴向力
f	摩擦系数
G	剪切弹性模量
H, h	高度, 厚度
I	剖面轴惯性矩
i	传动比
J	剖面极惯性矩
K, k	系数
L, l	长度
M	力矩, 弯矩
m	质量, 模数, 指数
N	循环次数
n	转速, 数目
P	功率
p	压强, 节距

Q	载荷, 流量
R, r	半径
S	安全系数
s	位移
T	转矩, 扭矩
t	时间, 温度
U	能量
V	体积
v	速度
W	抗弯剖面模量
W_T	抗扭剖面模量
X	系数, 坐标
Y	系数, 坐标
Z	坐标
α, β, γ	角度
ϵ	应变, 重合度
η	效率
ν	泊桑比
ρ	摩擦角, 曲率半径
σ	法向应力, 拉应力
τ	切向应力, 剪应力
σ_B	抗拉强度极限
σ_b	弯曲应力
σ_p	挤压应力
σ_s	屈服极限
σ_a	应力幅
σ_m	平均应力
σ_{lim}	极限应力
θ	角度
φ	扭转角
ψ	系数, 角度
ω	角速度

常用单位

长度	mm, cm, m
面积	mm ² , cm ² , m ²
体积	mm ³ , cm ³ , m ³
速度	m/s
转速	min ⁻¹
角速度	rad/s
力	N, kN
应力, 压强, 弹性模量	N/mm ² , Pa, MPa
功率	kW
粘度	Pa·s $\left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{s}\right)$

目 录

第三版序	vii
第四版序	ix
主要符号表	x
常用单位	xii
第一章 绪论	1
§ 1-1 引言	1
§ 1-2 机械原理及机械零件课程研究的对象和内容	1
§ 1-3 机械原理及机械零件课程在教学计划中的地位	6
第二章 平面连杆机构	8
§ 2-1 平面四杆机构的基本类型和应用	8
§ 2-2 平面四杆机构的演化	13
第三章 凸轮机构	17
§ 3-1 凸轮机构的应用和分类	17
§ 3-2 从动件的常用运动规律	20
§ 3-3 按给定从动件运动规律绘制凸轮轮廓	23
第四章 间歇运动机构	28
§ 4-1 槽轮机构	28
§ 4-2 棘轮机构	30
* § 4-3 不完全齿轮机构	31
第五章 机械的调速和平衡	33
§ 5-1 机器速度波动的调节	33
§ 5-2 机械的平衡	41
第六章 机械零件设计和计算概论	51
§ 6-1 机械零件的工作能力准则	51
§ 6-2 机械制造中常用材料及其选择	54
§ 6-3 许用应力和安全系数	58
§ 6-4 机械零件的工艺性和标准化	61

第七章 联接	63
§ 7-1 螺纹联接	63
§ 7-2 键联接	89
* § 7-3 铆钉联接	96
§ 7-4 焊联接	98
第八章 带传动和链传动	106
§ 8-1 带传动	106
§ 8-2 链传动	129
第九章 齿轮传动	142
§ 9-1 齿轮传动的应用和种类	142
§ 9-2 齿廓啮合的基本定律	144
§ 9-3 渐开线及渐开线齿轮	146
§ 9-4 渐开线标准齿轮的各部分名称及其基本尺寸	148
§ 9-5 一对渐开线齿轮的啮合	152
§ 9-6 轮齿切削加工方法的原理	154
§ 9-7 根切现象、最少齿数及变位齿轮的概念	158
§ 9-8 齿轮的材料	159
§ 9-9 轮齿的失效形式	161
§ 9-10 直齿圆柱齿轮轮齿表面的接触强度计算	162
§ 9-11 直齿圆柱齿轮轮齿的弯曲强度计算	167
§ 9-12 斜齿圆柱齿轮传动	172
§ 9-13 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	176
§ 9-14 圆锥齿轮传动	178
§ 9-15 直齿圆锥齿轮传动的强度计算	182
§ 9-16 齿轮的构造	184
第十章 蜗杆传动	188
§ 10-1 概述	188
§ 10-2 蜗杆传动的几何尺寸计算	189
§ 10-3 蜗杆传动的运动学及效率	192
§ 10-4 蜗杆、蜗轮的材料及结构	194
§ 10-5 蜗杆传动的强度计算	196

§ 10-6	蜗杆传动的热平衡计算	199
第十一章	轮系、减速器和无级变速传动	203
§ 11-1	定轴轮系及其传动比	203
* § 11-2	周转轮系的传动比	206
* § 11-3	少齿差行星齿轮传动简介	209
§ 11-4	减速器	210
§ 11-5	机械无级变速传动简介	214
§ 11-6	各种机械传动的比较	216
第十二章	轴	219
§ 12-1	概述	219
§ 12-2	轴的结构和材料	220
§ 12-3	轴的计算	224
第十三章	轴承	233
§ 13-1	概述	233
§ 13-2	滑动轴承的构造	233
§ 13-3	滑动轴承的材料	236
§ 13-4	润滑剂和润滑装置	238
§ 13-5	非液体摩擦滑动轴承的计算	242
§ 13-6	滚动轴承的结构	245
§ 13-7	滚动轴承的主要类型、特点及其计算	248
§ 13-8	滚动轴承组合设计	254
§ 13-9	滚动轴承和滑动轴承的比较	258
第十四章	联轴器、离合器和制动器	260
§ 14-1	概述	260
§ 14-2	固定式联轴器	261
§ 14-3	可移式联轴器	263
§ 14-4	牙嵌离合器	267
§ 14-5	摩擦离合器	269
§ 14-6	制动器	271
§ 14-7	离合器和制动器的操纵装置	272
第十五章	弹簧	274

§ 15-1	概述	274
§ 15-2	弹簧的制造、材料和许用应力	275
§ 15-3	圆柱形拉伸、压缩螺旋弹簧的设计计算	278
第十六章	起重机械零件	285
§ 16-1	钢丝绳	285
§ 16-2	滑轮和卷筒	288
§ 16-3	吊钩	295
附录 I	公差与配合	298
附录 II	习题	306
主要参考书		323

第一章 绪 论

§ 1-1 引 言

人类为了适应生产和生活上的需要，曾创造出各种各样的机械以达到减轻人的体力劳动和提高生产效率的目的。数千年来随着生产的发展，研究机械的知识也逐渐完善起来，并形成了一门学科。到十九世纪中叶，有关机械设计和制造的理论已自成系统。最近数十年来在机械设计方面出现了机械原理及机械零件等独立课程。科学理论的提高也进一步促进了生产的发展。

新中国成立以来，我国工业和农业的生产有了飞速的发展，为在我国建立一个独立的、完整的、现代化的经济体系打下了初步基础。与其他建设事业一样，三十年来，我国机械工业也取得了巨大的成就。在机械制造业方面，由过去只能做少量修理和装配工作，一跃而能自行制造飞机、轮船、汽车、大型水轮机及发电机、各种类型的机床等。在机械设计方面，我国也已经从仿造、模仿设计逐步进入自行设计的阶段。相应的高等工业学校也都开设了机械原理及机械零件课程，这对更好地培养人材、发展生产、实现四个现代化是十分重要的。通过全国人民的努力，我国机械工业的水平一定会有更大的提高。

§ 1-2 机械原理及机械零件课程 研究的对象和内容

(一) 机械原理

机械原理是研究机械的组成原理、运动学和动力学的学科。其

目的在于分析已有的机械和根据生产上的需要研究创造新的机械。

机械是机器和机构的总称。日常所见到的机器有电动机、各种机床及其他各行业的生产机具等。机器具有下列特征：(1)它是多种实物的组合；(2)各实物间具有确定的相对运动；(3)能完成有效的机械功或者变换机械能。

图 1-1 所示的牛头刨床是由曲柄 5 (和大齿轮固定在一起)、滑块 2 和 6、导杆 7、刨头 8、床身 1、小齿轮 4、电动机 3 以及其他一些辅助部分(图中未画出)所组成。当电动机 3 经带传动并通过小齿轮 4 使曲柄 5 回转时，导杆 7 作平面复杂运动。此时，刨头 8

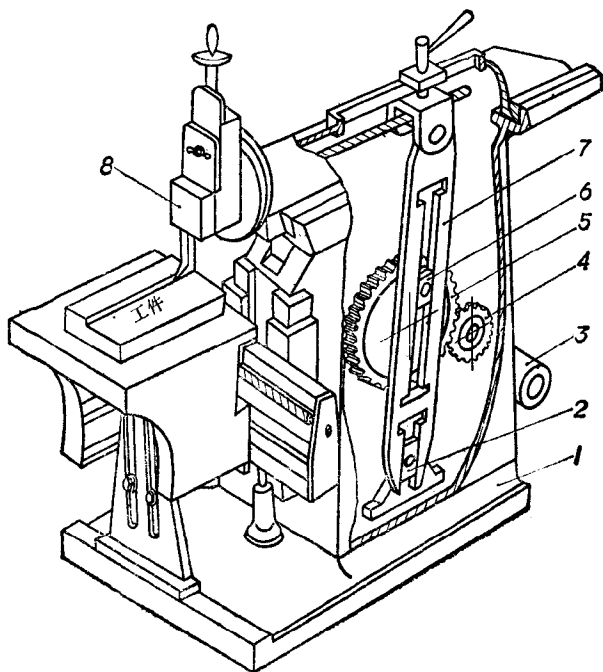


图 1-1

便带着刨刀作往复直线移动,从而产生刨削动作(完成有效的机械功)。又如电动机是由一个转子(电枢)和一个定子所组成。当定子输入电流后,转子便能作回转运动(使电能转换为机械能)。

机构仅具有机器的前两个特征,即机构也是许多实物的组合,并且各实物间具有确定的相对运动。由一种或多种机构组成机器。如图 1-1 所示的牛头刨床便是由齿轮机构、连杆机构等所组成。而电动机只由一个简单的二杆机构所组成。

上述组成机构或机器的实物是一个具有确定运动的整体,称为构件。机构中相对固定不动的构件称为机架;驱动力所作用的构件称为原动构件,其他的构件称为从动构件。构件可以是单一的整体,也可以是几个元件的刚性组合。如上述的齿轮一般是用键与轴刚性地联接在一起的(图 1-2)。这样键、轴和齿轮之间便无相对运动,而成为一个运动的整体,也就是一个构件;组成这个构件的三个元件则称为零件。由此可知,构件是运动的单元,而零件是制造的单元,它们之间有所不同。

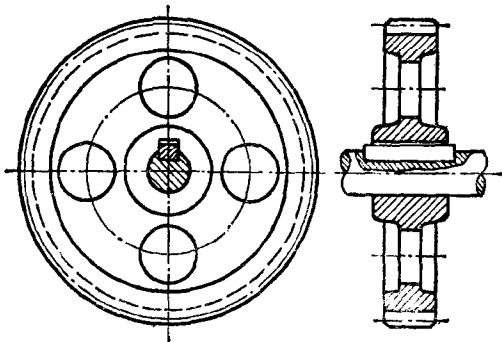
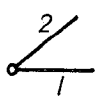
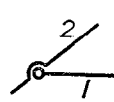
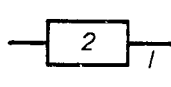
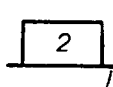




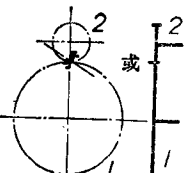

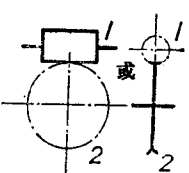









图 1-2

构件之间直接接触且具有确定的相对运动的联接称为运动副。如图 1-1 中小齿轮 4 与机架 1 的联接,小齿轮 4 与大齿轮 5 的联接,导杆 7 与滑块 2 和 6 的联接等都是。运动副中构件与构件

表 1-1 机构简略符号

名称		符	号		
低副	回转副				
	移动副				
	螺旋副				
高副	凸轮副				
	齿轮副		或 		或 
构件	带有活动副元				
	机架				

的接触型式不外乎是点、线及面。我们把两构件间作点或线接触的运动副称为高副，而把两构件之间作面接触的运动副称为低副。如滚动轴承中球与内外圈之间的接触为点接触、齿轮与齿轮之间的接触为线接触，因此所组成的运动副便是高副。又如导杆与滑块为平面接触，滑动轴承与轴之间为圆柱面接触，因此所组成的运动副便是低副。在低副中，如导杆与滑块仅能作相对直移运动，故又称为移动副；而轴与滑动轴承仅能作相对回转运动，故又称为回转副。

由于机构的运动仅与机构中所有构件的数目和构件所组成的运动副的数目、种类、相对位置有关，因此对于实际机构的运动特征的描述，可以撇开构件的复杂外形和运动副的具体构造，而用简略的符号来代表，如表 1-1 所示。在作图时应按一定的比例表示各运动副间的相对位置，这种代表整个机构的简单图形称为机构运动简图。后面有关各种机构的运动特性的阐述，将普遍采用这种形式。图 1-3 便是牛头刨床中的齿轮机构和连杆机构在图 1-1 中所示位置的机构运动简图，各构件的标号与图 1-1 相对应（5 和 6 固结在一起，实际上是一个构件）。

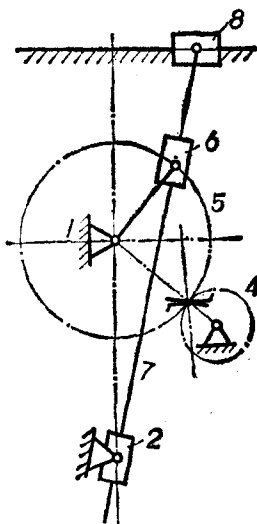


图 1-3

上面只是介绍有关机械原理的一些概念和定义。在本书中将阐述几种最常用的机构(平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构)的组成型式和运动特性(齿轮机构并入齿轮传动一章内阐述)。此