

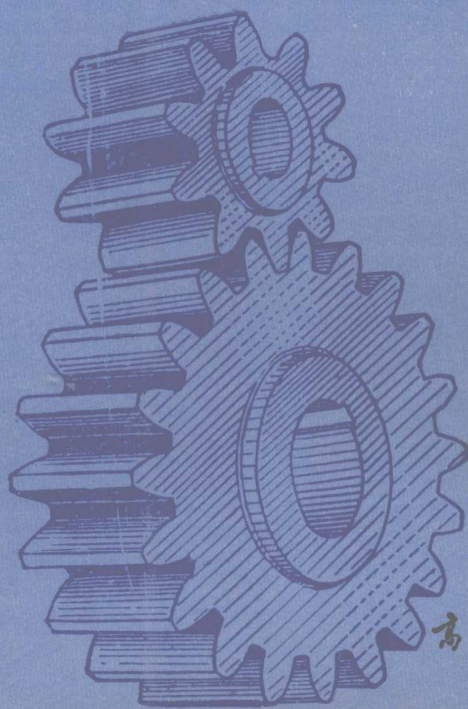
中等专业学校教材

机械原理 与机械零件

(非机械类专业)

王应星 田秀贞 编

王应星 主编



高等教育出版社

中国工业出版社

机械原理 与机械零件

(课程教材丛书)

吴成德 傅维成 编

李成德 校编



中国工业出版社

中等专业学校教材

机械原理与机械零件

(非机械类专业用)

王应星 田秀贞 编

王应星 主编

号511(京)

高等教育出版社

元03.8 价定

内 容 简 介

本书系根据 1987 年 3 月国家教委批准印发的中等专业学校工科非机械类少学时《机械原理与机械零件数学大纲》编写的。

本书内容除绪论外,共十章,包括:平面连杆机构;凸轮机构、棘轮机构、槽轮机构;螺纹联接;带传动和链传动;齿轮传动;轮系;轴与轴毂联接;轴承;联轴器 and 离合器;减速器。每章之末都有一定数量的习题。

本书中所涉及到的名词术语、标准等均采用最新国家标准。

本书可作为中等专业学校工科非机械类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

(京)112号

中等专业学校教材
机械原理与机械零件
(非机械类专业用)
王应星 主编

高等教育出版社出版
新华书店上海发行所发行
商务印书馆上海印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 7.25 字数 170,000

1991 年 4 月第 1 版 1993 年 3 月第 2 次印刷

印数 12,091—18,090

ISBN 7-04-003273-2/TH·253

定价 2.50 元

序 言

本书是根据 1987 年 3 月国家教委批准印发的中等专业学校工科非机械类少学时《机械原理与机械零件教学大纲》编写的。

本书在编写时力求对教学大纲规定的基本内容既阐述清楚又简明扼要，重点醒目。在讲述各内容时，注意它们之间的内在联系，尽量作到问题的提出自然、明确，分析问题的思路清楚。同时，考虑到工科非机械类各专业对本课程的要求不尽相同，对大纲中的选修内容标以“*”号，供不同专业教学选用。

本书由空军航空工程部第二航空工程学校王应星、株洲铁路机械学校田秀贞编写，王应星任主编。

本书承福建机电学校高鸿钦同志、重庆钢铁专科学校张善溥同志审阅，他们提出了很多宝贵的修改意见，对提高本书质量给了很大的帮助，编者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，经验不足，加之时间仓促，难免有遗漏和错误之处，殷切期望各位教师和读者给予批评指正。

编 者

1990年2月

目 录

绪论	1
第一章 平面连杆机构	9
§1-1 铰链四杆机构的基本类型及应用	9
§1-2 平面四杆机构中曲柄存在的条件和几个基本概念	14
§1-3 其它平面四杆机构	19
习题	22
第二章 凸轮机构、棘轮机构和槽轮机构	23
§2-1 凸轮机构	23
§2-2 棘轮机构	31
§2-3 槽轮机构	33
习题	34
第三章 螺纹联接	36
§3-1 螺纹的主要参数	36
§3-2 螺纹的种类及其应用	38
§3-3 螺纹联接的基本形式及螺纹联接件	39
§3-4 螺纹联接的预紧及防松	44
§3-5 *螺旋副的受力分析、自锁条件和效率	48
习题	51
第四章 带传动和链传动	52
§4-1 带传动	52
*§4-2 链传动	76
习题	84
第五章 齿轮传动	86
§5-1 齿轮传动的特点和分类	87

§5-2	渐开线及渐开线齿廓	90
§5-3	标准直齿圆柱齿轮的主要参数和几何尺寸计算	92
§5-4	一对渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	98
§5-5	渐开线轮齿切削加工简介	102
§5-6	渐开线齿廓的根切现象与最少齿数	105
*§5-7	变位齿轮简介	107
§5-8	齿轮的失效形式、常用材料及热处理	110
§5-9	标准直齿圆柱齿轮的强度计算	116
§5-10	斜齿圆柱齿轮传动简介	123
§5-11	圆柱齿轮的结构	129
§5-12	直齿圆锥齿轮传动简介	131
§5-13	蜗杆传动	135
习题		145
第六章	轮系	147
§6-1	轮系的分类及应用	147
§6-2	定轴轮系中主、从动轮转向的确定	150
§6-3	定轴轮系传动比的计算	151
§6-4	行星轮系传动比的计算	153
习题		155
第七章	轴、轴毂联接	157
§7-1	轴的分类、常用材料及热处理	157
§7-2	轴的结构设计	160
*§7-3	轴的强度校核	167
§7-4	键联接	171
习题		178
第八章	轴承	180
§8-1	概述	180
§8-2	滑动轴承	180
§8-3	滚动轴承	190

§8-4 滑动轴承与滚动轴承的比较	202
习题	203
第九章 联轴器和离合器	204
§9-1 概述	204
§9-2 联轴器	204
§9-3 离合器	209
§9-4 安全离合器与安全联轴器	212
习题	213
第十章 减速器	214
§10-1 减速器的功用及分类	214
§10-2 常用减速器的主要型式及特点	214
§10-3 单级直齿圆柱齿轮减速器的结构与润滑	218
习题	220
主要参考资料	221

绪 论

人们在日常生活和生产劳动中，为了减轻体力劳动、提高生产效率和产品质量，广泛使用各种机器，如起重运输机械、农业机械和各种金属切削加工机床等。随着我国社会主义现代化建设的日益发展，在一切能够使用机器操作的部门和地方，必都使用机器操作，机器的种类和数量将不断增加。因此，机械工业对发展工农业生产，实现社会主义现代化具有重大作用。

我国人民在机械方面曾有过许多杰出的发明和创造。远在五千年前就使用了简单的纺织机械。在夏朝以前发明了车子。晋朝时的连机碓和水碾运用了凸轮原理。西汉时的指南车和记里鼓车应用了轮系传动。现代机械中应用的青铜轴瓦和金属的人字齿轮，在我国东汉年代的文物中都可找到它们的原始形态。但是，由于我国经历了漫长的封建社会，加之帝国主义的入侵，因此，在新中国成立以前，机械工业处于非常落后的状态。

新中国成立后，在中国共产党领导下，我国的机械工业和科学技术有了较快的发展。目前不仅能制造而且能设计大型、精密和尖端的机械产品，还建立了门类齐全的机械产品的设计和研究部门。

一、本课程的内容、性质和任务

机器的种类虽多，但是，不同的机器可具有一种或多种运动特性相同的机构。如在图 0-1 所示的单缸内燃机中有活塞 1、连杆 2、曲轴 3 和气缸体 4 组成的曲柄滑块机构，齿轮 5、6 组成的齿轮机构和凸轮 7、推杆 8 组成的凸轮机构。同样，在冲床中也有曲柄

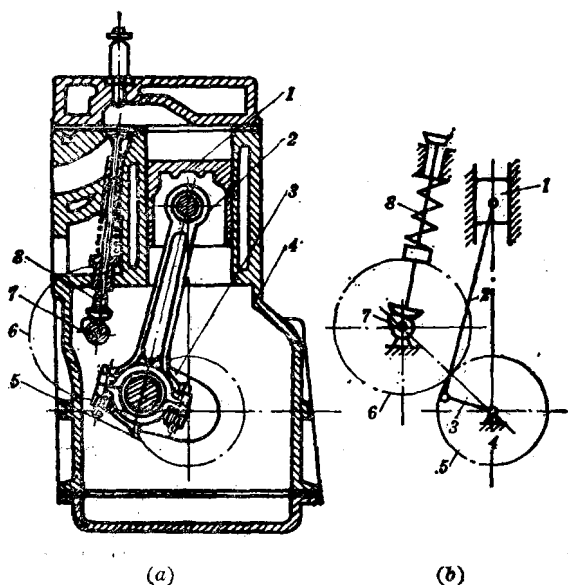


图 0-1

滑块机构,自动机床中有凸轮机构,差不多在各类机器中都有齿轮机构。这些在机器中普遍采用的机构,称为常用机构。在各类机器中经常用到的一些零件,如齿轮、凸轮、轴、轴承、键、螺栓和螺母等,称为通用机械零件。此外还有专用零件,但它只在某些机器中使用,如内燃机中的曲轴、飞机的螺旋桨、涡轮机的叶片。可以说,各类机器实际上就是一些常用机构、通用机械零件和专用零件的不同组合体。

本课程就是介绍各种常用机构和通用机械零件的工作原理、结构特点和基本的设计方法的技术基础课。

本课程的任务是:使学生熟悉常用机构和通用机械零件的基本知识,为今后学习有关专业课及科学技术和解决生产实际中一般机械的使用、保养、维护、管理等问题打下基础。

二、机械的基本知识

1. 构件、零件和部件

机构中作为一个整体参与运动的单元体，称为构件。如图 0-1 中的活塞 1、连杆 2、曲轴 3 等。而每一个加工制造的单元体，则称为零件。

构件有的是单一的零件，有的则因为结构和工艺上的需要由若干个零件刚性联接而成，如图 0-2 所示的连杆，它是由连杆体 1、连杆盖 2、螺母 3 和螺栓 4 等零件组成的构件。因此，构件是运动的单元，而零件则是制造的单元。

在机器中，有时为了设计、制造、运输、安装及维修的方便，还常把为了完成同一职能的一组协同工作的零件组成独立制造或独立装配的组合体，这种组合体称为部件，如减速器、离合器等。

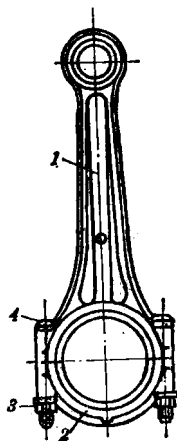


图 0-2

2. 机器

尽管不同的机器具有不同的形状、结构和用途，但它们却具有以下共同特征：

(1) 机器都是人为的两个以上构件的组合物。例如图 0-1 所示的单缸内燃机就是由活塞、连杆、曲轴和气缸等许多构件组合而成。

(2) 机器中各构件之间具有确定的相对运动。例如图 0-1 所示活塞相对气缸往复运动，曲轴相对两端轴承连续转动。

(3) 机器能代替人类的劳动以完成有用的机械功或实现能量转换。例如内燃机能够将燃料的热能转换为机械能；发电机可以

把机械能转换为电能；金属切削加工机床能改变被加工工件的尺寸和形状等。

所以，机器是具有确定相对运动并能用来完成有用机械功或实现能量转换的构件组合体。

3. 机构

机构与机器有所不同，机构仅具有机器的前两个特征，而没有最后一个特征。具有确定相对运动的构件组合体称为机构。

如前所述，任何机器可以分解为一个或多个机构。机构在机器中的作用是传递运动和动力、改变运动形式、转变运动和动力参数。如在图 0-1 所示单缸内燃机中，活塞 1、连杆 2、曲轴 3 和气缸体 4 组成的曲柄滑块机构将活塞的往复移动变换为曲轴的连续转动；凸轮 7、推杆 8 和气缸体 4 组成的凸轮机构将凸轮的连续转动变换成推杆的按预定规律动作的往复运动；而齿轮 5、6 与气缸体 4 组成的齿轮机构则可将转动速度加快或减慢。

由上述可知，从结构和运动来分析，机器与机构两者之间并没有区别，所以，在工程上把机器和机构统称为机械。

4. 运动副

机构由若干个构件组成，各构件之间应具有完全确定的相对运动，这就要求通过某种形式把各构件可动地联接起来。凡是两构件直接接触而又能产生一定形式的相对运动的可动联接，称为运动副。运动副的作用在于通过构件间的不同接触，除去构件不需要的运动，留下所期望的运动。

两构件之间的接触不外乎点、线、面三种情形。通常把面接触的运动副称为低副，而把点、线接触的运动副统称为高副。

(1) 低副

按两构件的相对运动情况，常见的低副有：

① 转动副（又称回转副或铰链） 两构件接触处只允许作相

对转动。例如图 0-3a 所示构件 1 和 2 间的联接就是转动副。如果两构件之一是固定不动的,则该转动副称为固定铰链,其代表符号如图 0-3b 所示。若转动副的两构件都是可动的,则称为活动铰链,其代表符号如图 0-3c 所示。

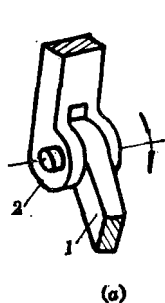


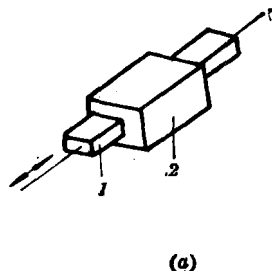
图 0-3



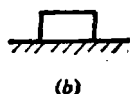
(b)



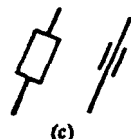
(c)



(a)



(b)



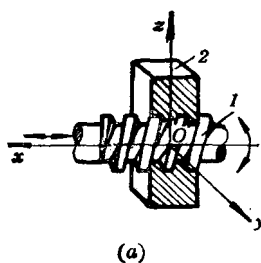
(c)

图 0-4

② 移动副 两构件接触处只允许作相对移动。图 0-4a 所示滑块 1 与导槽 2 组成的运动副就是移动副,其代表符号如图 0-4b、c 所示。

③ 螺旋副 两构件接触处只允许作一定关系的相对转动和移动的复合运动。如图 0-5a 所示的丝杆 1 与螺母 2 组成的运动副就是螺旋副,其代表符号如图 0-5b 所示。

(2) 高副



(a)



(b)

图 0-5

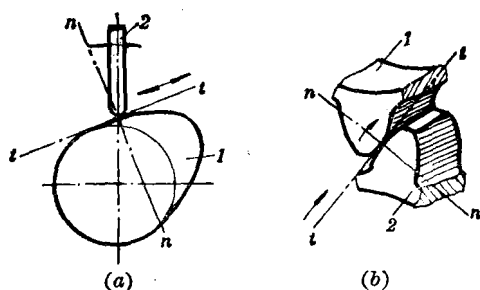


图 0-6

常见的几种高副接触形式有：图 0-6a 所示的凸轮 1 与尖顶推杆 2 之间的联接是点接触；图 0-6b 所示的轮齿 1 与轮齿 2 之间的联接是线接触。

由于低副和高副接触部分的几何特点不同，它们在使用上也具有不同特点。

低副的接触表面一般是平面和圆柱面，比较容易制造和维修，承受载荷时单位面积上的压力较小，但低副是滑动摩擦，摩擦系数较大，效率较低。

高副由于是点或线接触，承受载荷时单位面积上的压力较大，构件在接触处容易磨损，又因高副的接触面多为曲面，制造和维修比较困难，但高副可因接触部分的几何形状不同而能传递比较复杂的运动。

三、机构运动简图

在对现有机构或新设计的机构进行结构、运动或受力等问题的分析时，都要事先画出能够表明该机构运动情况的图形。

由于机构中各部分的运动情况完全取决于机构中运动副的类型、数目和构件的长度，而与构件的外形和运动副的具体结构无关。因此，可以用简单的符号来表示运动副，如图 0-3 至图 0-6 所

示。用直线或曲线按一定比例将同一构件上的运动副连接起来表示构件，如图 0-7 所示。这种用构件和运动副符号表示机构的组成及各构件之间相对运动关系的图形，称为机构运动简图。

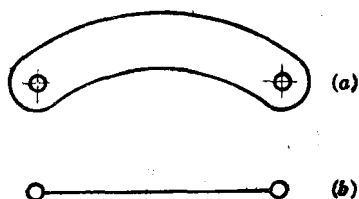


图 0-7

绘制机构运动简图时，一般按下列步骤进行：

(1) 从原动件开始，按运动传递的顺序，依次了解机构的组成关系、运动情况及运动副的性质。

(2) 选定一个与各构件运动平面相平行的平面作为绘制简图的平面。

(3) 测量尺寸，选择适当的比例，定出各运动副之间的相对位置（转动副的中心及移动副的中心线）及机架的位置。

(4) 用运动副及构件的符号绘制机构运动简图。

图 0—8b 即为按上述步骤绘制而成的牛头刨床(图 0—8a)主体

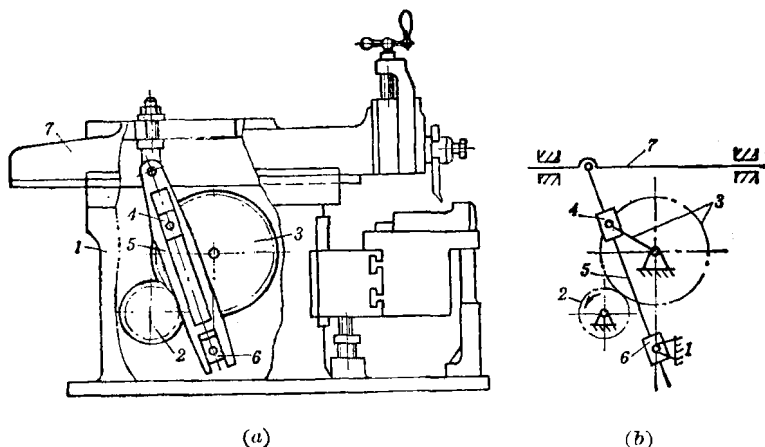


图 0-8

机构运动简图。

习 题

- 0-1 解释名词:零件、构件、机器和机构,并说明它们之间的联系。
- 0-2 什么叫运动副?运动副中高副和低副如何区分?它们在使用中有何特点?
- 0-3 什么叫机构运动简图?如何绘制机构运动简图?

第一章 平面连杆机构

连杆机构是由一些刚性构件用低副联接而成的机构，它又称低副机构。例如图 1-1 所示缝纫机踏板机构，图 0-1 所示的单缸内燃机中的曲柄滑块机构等，都是连杆机构。连杆机构中原动件的运动都是经过一个不直接与机架相联的中间构件(图 1-1a 中的构件 BC)才传到从动件。这个中间构件称为连杆。

连杆机构有较显著的优点，在机械化和自动化中起着重要的作用。在一般机械中用得最多的是平面连杆机构（机构中各构件在同一平面或平行平面内运动），特别是平面四杆机构，它的结构最简单，而且是多杆机构的基础。本章着重介绍平面四杆机构。

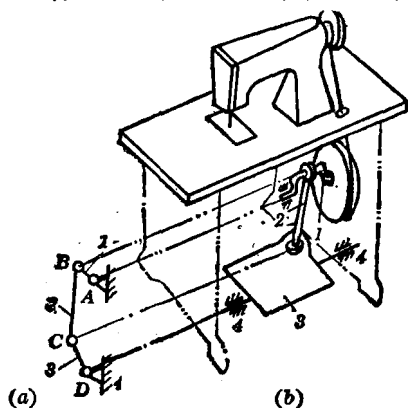


图 1-1

§1-1 铰链四杆机构的基本类型及应用

四个构件全部用铰链联接而成的连杆机构，称铰链四杆机构。