

机械工人培训教材

机械基础

(初、中级工适用)

王 康 郑洁明 编

JISHU
GONGREN
PEIXUN
YONGSHU



内 容 简 介

本书内容包括：常用机构（平面连杆、凸轮和间歇运动等机构），联接（螺纹、键、销及其它联接），机械传动（带和链，齿轮，蜗杆及螺旋，轮系），轴系零部件（轴、轴承、联轴器和离合器），附篇（力学基础）。

全书图文并茂，通俗易懂，贯彻了理论与实践相结合，少而精的原则。本教材可作为技术工人的技术培训教材和自学用书，以及供技工学校、中专校教师参考。

机 械 基 础

（初、中级工适用）

张 翔 梁达明 编

*

责任编辑：吉文 版式设计：朱淑珍

封面设计：王伦 责任校对：杨淑惠

*

兵器工业出版社出版

（北京市海淀区东道沟10号）

各地新华书店经售

北京市密云县印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/32·印张7 10/16 ·字数 171 千字

1991年7月北京第一版·1991年7月北京第一次印刷

印数 00,001—8,000 ·定价：3.95 元

*

ISBN 7-80038-348-2/TH·20

前 言

为贯彻落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》和国家教委《关于改革和发展成人教育的决定》，机械行业广泛开展了技术工人的技术培训，这是提高职工素质的一项重要措施。根据我国机械工人技术现状以及目前技术培训工作的需要，参照机械工业部、航天工业部、冶金工业部和船舶系统等工人技术等级标准，我们编写了这本《机械基础》技术工人培训教材。

本教材是以研究机构和机器为对象的入门学科，是机械类各工种的一门技术基础课。通过学习本教材，使学员能够初步了解和掌握一般机械中的常用机构和通用零件的结构、性能、工作原理和简单的分析计算，从中接受必要的基本技能训练，为后续的专业课学习和掌握有关机械装备提供必要的基础知识。编写本书时，在内容上力求少而精，以基本概念和原理为主，着重讲授基本知识，注重能力的培养，努力做到理论联系实际，文字通俗易懂，既考虑各种机械行业的特点和要求，也注意到目前工厂的实际情况，具有工人培训的特色。因此，本书可做为机械行业技术工人培训的基础课教材。另外，为了使学能更好地理解 and 掌握机械基础知识，本教材还在附篇中增加了力学基础知识，供教学和自学时选择使用。

本书在编写过程中，曾得到机械电子工业部机械信息交流中心福建分中心、福建农学院农业工程系和姚振甫同志的

大力支持和帮助，高级工程师汪建国同志为本书的立题和定稿做了大量的工作，在此一并表示由衷的感谢。

恳请同志们在教和学的过程中，对本教材的不足之处，及时提出批评和指正，以便再版时补充、修订，使其日趋完善，更好地为我国现代化建设服务。

编 者

一九九〇年十一月

目 录

绪论.....	(1)
习题.....	(7)

第一篇 常用机构

第一章 平面连杆机构.....	(9)
第一节 铰链四杆机构的基本形式和应用.....	(9)
第二节 铰链四杆机构的分析.....	(14)
第三节 铰链四杆机构的演化形式.....	(20)
习题	(24)
第二章 凸轮机构.....	(25)
第一节 凸轮机构的应用与分类.....	(25)
第二节 凸轮机构参数和从动件运动规律.....	(28)
第三节 盘形凸轮轮廓的绘制.....	(31)
习题	(33)
第三章 间歇运动机构.....	(34)
第一节 棘轮机构.....	(34)
第二节 槽轮机构.....	(37)
第三节 不完全齿轮机构.....	(39)
习题.....	(40)

第二篇 联 接

第四章 螺纹联接.....	(42)
第一节 螺纹及其主要参数.....	(42)

第二节	螺纹联接和螺纹联接件	(47)
第三节	使用螺纹联接应注意的问题	(50)
	习题	(55)
第五章	键、销及其它联接	(57)
第一节	键联接	(57)
第二节	销联接	(64)
第三节	成形联接和过盈配合联接	(66)
	习题	(67)

第三篇 机械传动

第六章	带传动和链传动	(72)
第一节	带传动概述	(72)
第二节	三角带传动	(78)
第三节	链传动	(91)
	习题	(101)
第七章	齿轮传动	(103)
第一节	齿轮传动的分类和特点	(103)
第二节	渐开线齿廓及其特性	(106)
第三节	渐开线直齿圆柱齿轮传动	(107)
第四节	斜齿圆柱齿轮传动	(117)
第五节	齿厚测量	(120)
第六节	轮齿的失效和齿轮材料	(123)
	习题	(129)
第八章	蜗杆传动和螺旋传动	(131)
第一节	蜗杆传动的类型和特点	(131)
第二节	蜗杆传动的主要参数和尺寸计算	(134)
第三节	蜗杆传动的效率、失效形式、材料和结构	(142)
第四节	螺旋传动	(144)
	习题	(146)

第九章 轮系.....	(148)
第一节 轮系的功用与分类.....	(148)
第二节 定轴轮系.....	(151)
第三节 周转轮系简介.....	(158)
习题	(160)

第四篇 轴系零、部件

第十章 轴.....	(163)
第一节 轴的功用与分类.....	(163)
第二节 轴的材料及其选择.....	(165)
第三节 轴的结构.....	(167)
习题	(173)
第十一章 轴承.....	(175)
第一节 轴承的分类.....	(175)
第二节 滑动轴承.....	(176)
第三节 滚动轴承的结构与类型.....	(181)
第四节 滚动轴承的代号与选用.....	(182)
第五节 滚动轴承的组合应用.....	(190)
习题.....	(195)
第十二章 联轴器和离合器.....	(197)
第一节 联轴器.....	(197)
第二节 离合器.....	(202)
习题	(205)
附篇 力学基础.....	(206)
§ 1 力学基本概念.....	(206)
§ 2 力的几个性质.....	(208)
§ 3 力矩和力偶.....	(212)
§ 4 摩擦力及自锁.....	(214)
§ 5 运动与速度.....	(216)

§ 6	功率、转矩和机械效率.....	(218)
§ 7	金属材料机械性能简介.....	(221)
§ 8	强度计算简介.....	(223)
习题		(232)

绪 论

一、引言

人类在长期的生产实践中，为了减轻体力劳动和提高生产率，曾创造出各种各样的机械。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，并促进了生产的发展。

机械的发展程度是衡量一个国家工业水平的重要标志之一。新中国成立以来，我国的机械工业有了较快的发展，取得了巨大的成就。在机械制造方面，由过去只能做少量的修理和装配工作，一跃而成能自行制造飞机、轮船、汽车、内燃机、各类机床以及大型、精密、尖端技术的机械产品等等，而且不少机械产品已打入国际市场。这样，相应地对机械工人的技术水平也提出了更高的要求，即不但要有丰富的生产经验，还必须掌握机械的基础知识和有关理论，以便科学地研制、使用、维护和改造各种机械设备，促进我国机械工业的发展。

二、本课程的性质、目的和学习内容

《机械基础》是以机械为研究对象的入门学科，是机械类工种的技术基础课。通过学习，能够掌握和了解一般机械中的常用机构和通用零件的结构、性能、工作原理和简单的分析计算，从中接受必要的基本技能训练，为学习专业课、新技术，开展技术革新奠定基础。

本课程的内容，是介绍机械中常用的机构（平面连杆机

构、凸轮机构、间歇运动机构），常用的联接零件（螺纹联接、键联接、销联接），主要的机械传动（齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动、轮系、带传动、链传动），常用的轴系零、部件（轴、轴承、联轴器、离合器）。

三、机械概述

机械是机器与机构的总称，下面介绍一些有关的概念。

1. 机器

在生产以及日常生活中，我们可以看到各式各样的机器，如机床、汽车、电动机、缝纫机、洗衣机等。尽管机器的种类繁多，构造、性能和用途也各不相同，但是任何机器都有以下三个共同的特征：

（1）机器是由许多构件组合而成的；（2）各构件之间具有确定的运动；（3）能完成有效的机械功或变换机械能。

图0-1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、

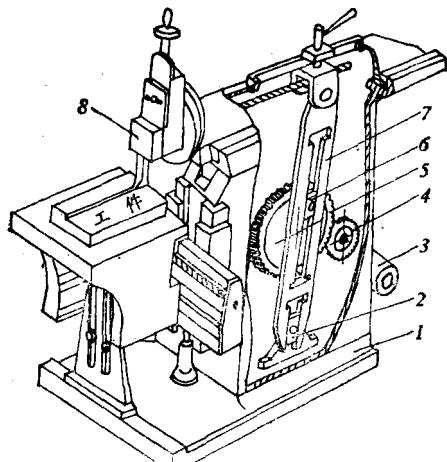


图0-1 牛头刨床

电机 3 以及其他一些辅助部分（图中未画出）组成。当电动机 3 经过皮带传动并通过小齿轮 4 使曲柄 5 回转时，导杆 7 便随之运动。此时刨头 8 便带着刨刀来回运动，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，使电能转换为旋转的机械能。

2. 机构

机构与机器的区别在于：机构只具有机器的前两个特征，而没有最后一个特征，因此它的主要功用是传递或转变运动形式。例如图 0-1 中曲柄 5、滑块 2 和 6，刨头 8 以及床身 1，组成了一个把旋转运动转变成往复直线运动的机构。

3. 构件与零件

机器或机构中的构件，是指那些相互之间存在着相对运动的整体。如图 0-1 中的滑块 2 和 6 能在导杆的槽中滑动，导杆相对床身 1 也有运动，所以它们都叫做构件，同理曲柄 5、刨头 8、小齿轮 4 也是构件。习惯上把固定不动的构件叫做机架（如图 0-1 中的床身），驱动力所作用的构件叫做主动件，被主动件带动的构件叫做从动件。构件可以是单一的元件，也可以是几个元件的组合。如上述的齿轮，一般是用键与轴固定联接在一起（图 0-2）。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；组成该构件的三个元件则称为零件。由此可知，构件是运动的单元，是从机构的运动角度提出的概念，而零件是制造的单元，它是从

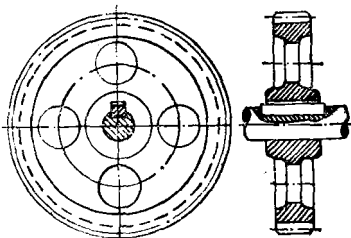


图 0-2 构件的组成

机器的制造角度提出的概念。

零件又可分为两大类，一类是在各种机器中经常都能用到的零件，叫做通用零件，如螺钉、齿轮、链轮等；另一类则是在特定类型的机器中才能用的零件，叫做专用零件，如刨床上的导杆和刨头，飞机上的螺旋桨，往复式活塞内燃机的活塞等。另外，还常把由一些协同工作的零件所组成的独立制造或独立装配的组合物叫做部件，如减速器、离合器等。

4. 机器的组成

从完成的功用角度来看，机器一般是由原动部分、传动部分、工作部分组成，而从机器的设计、制造、装配的角度来看，机器是由机构组成，机构是由构件组成，构件又是由零件组成。

由零件组成构件需要采用固定不动的联接，如键联接、焊接、铆接等，这种固定不动的联接又叫做静联接。由构件组成机构，由机构组成机器都要采用可以活动的联接，如两个齿轮之间的联接，图0-1中导杆与滑块的联接，小齿轮与机架的联接，这种可以活动的联接又叫做动联接。在研究机械的学科中一般都把静联接叫做联接，而把动联接叫做运动副。

四、运动副

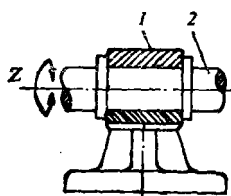
两个构件组成运动副的方式，不外乎是通过点、线、面的直接接触联接而成。根据接触的不同形式，运动副可分为低副和高副两类。

(1) 低副

两个构件通过面接触形成的运动副称为低副。根据它们之间的相对运动是转动或移动，又可分为回转副和移动副。

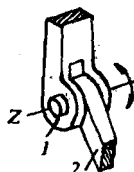
1) 回转副 如图0-3所示, 两个构件之间只能绕同一轴线作相对转动, 这两个构件所组成的运动副称为回转副, 或称为活动铰链。图0-1中小齿轮4与床身1的联接便是固定铰链, 导杆7与刨头8的联接是活动铰链。

2) 移动副 如图0-4所示, 两个构件组成只能沿某一直线作相对移动的运动副称为移动副。图0-1中滑块2与导杆7的联接即为移动副。



a)

图0-3 回转副



b)

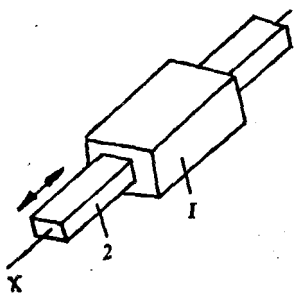
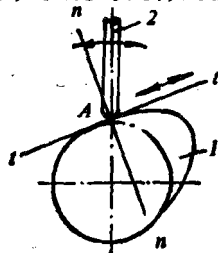


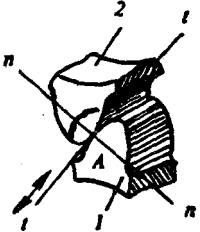
图0-4 移动副

(2) 高副

两个构件通过点或线接触而组成的运动副称为高副。如图0-5所示, 凸轮与挺杆的接触是点接触, 一对齿轮的两



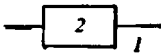
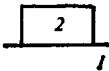
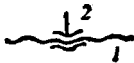
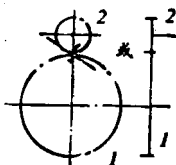
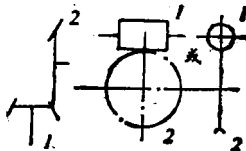
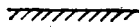
a)



b)

图0-5 高副

表0-1 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	 			
构件	素的活动构件 带有运动副元	   			
		  			
件	机架	 			

个相啮合轮齿的接触是线接触，它们都在接触处组成高副。

低副和高副由于接触部分的几何特点不相同，因此在使用上也具有不同的特点。

低副的接触表面一般是平面或圆柱面，比较容易制造和维修，承受载荷的能力强，但由于是滑动摩擦，摩擦力较大，效率较低。

高副由于是点或线接触，承载能力较弱，制造和维修较困难，但能够传递较复杂的运动。

五、机构运动简图

图0-1所示的牛头刨床，结构很复杂，在研究，讨论机构中各构件的运动情况时，为了简化问题，便于分析，可暂时撇开构件的复杂外形和运动副的具体构造，采用简单的线条和符号来表示机构中的构件和运动副。图0-6即为采用简单的线条和符号表示的牛头刨床机构示意图，这种代表整个

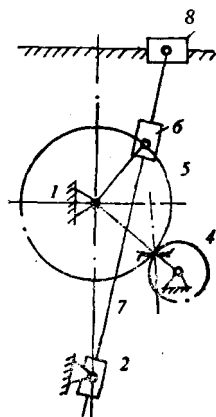


图0-6 牛头刨床机构
运动简图

机构的简单图形称为机构运动简图。图0-6中所采用的线条与符号即为机构简略符号，表0-1列出了常用的机构简略符号见上页。

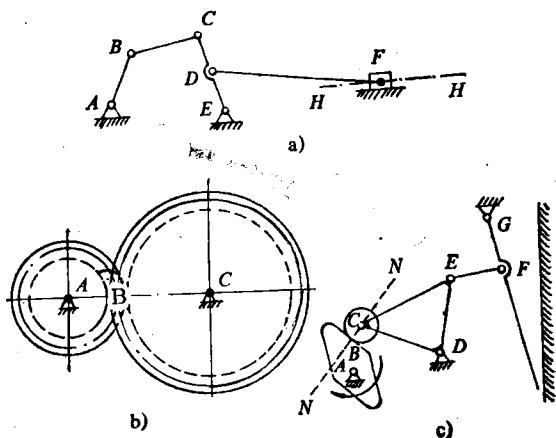
习 题

0-1. 试说明机械、机构、构件和零件的概念，并各举一例。

0-2. 什么叫运动副？常见的几种运动副之间有什么区别？

0-3. 为什么要绘制机构运动简图？

0-4. 试说明图a、b、c所示机构的构件数，指出机架，并说明共有多少运动副？其中高副多少？低副多少？低副中回转副和移动副各有多少？



题 0-4

a) 摇筛机机构

b) 齿轮机构

c) 碎石机机构

第一篇 常用机构

由绪论可知，各种机械的主要部分都是由一些机构所组成。因此常用机构的工作原理、运动规律、应用场合等，是本篇的学习内容。常用机构有平面连杆机构、凸轮机构和间歇运动机构。

第一章 平面连杆机构

平面连杆机构是由一些构件用低副联结而成，这些构件都在同一平面或相互平行的平面内运动。这类机构广泛应用于各种原动机、工作机和仪器中。本章所讨论的仅属于用四个构件所组成的平面连杆机构，又称为平面四杆机构。它是连杆机构中最基本、最简单并且应用最多的一种。

第一节 铰链四杆机构的基本形式和应用

如图1-1所示，当平面四杆机构中的运动副都是回转副时，称为铰链四杆机构。在该机构中，固定不动的杆1称为机架；用回转副与机架相铰接的杆2和4称为连架杆；不与机架直接联接的杆3称为连杆，平面连杆机构的名称由此而来。如果连架杆能作整周转动，则称为曲柄；若仅在小于 360° 的角度范围内作摆动，则称为摇杆。

铰链四杆机构中机架和连杆总是存在的，因此按两连架