

机械基础

中级技术理论教育用书

严龙祥 编

中国铁道出版社

中级技术理论教育用书

机 械 基 础

严龙祥 编

赵 祥 主审

中 国 铁 道 出 版 社

1989年·北京

内 容 简 介

本书为中级技术理论教材。全书共分七章，在简述有关机械基础的常用机构及力学知识后，分别介绍了带传动；齿轮传动；蜗杆传动；轴、联轴器、离合器、轴承等，最后介绍了液压传动基础知识。

中级技术理论教育用书

机 械 基 础

严龙祥 编

赵 祥 主审

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 张贵珍 封面设计 安宏

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9.875 字数：22.5 千

1989年12月 第1版 第1次印刷

印数：1—6000册 定价：3.60 元

ISBN7-113-00567-5/U·172

说 明

为适应全路开展岗位职务培训的需要，我局在1984年颁布“铁路工人中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）”之后，于1986年发出“关于组编中级技工培训教材的通知”，决定组织编写一套相应的教材。现将其中《数学》、《机械制图》、《机械基础》、《电工基础》、《电子技术基础》、《工程力学》等六种教学用书予以公开出版，作为有关工种中级技术培训通用的基础课、技术基础课统一教材。各工种的专业课教材，有关学校在试用之中，待总结试用经验、修订补充后将陆续编辑出版。

铁道部教育局

1987.10.30

前 言

本书是根据铁道部颁发的《工人技术等级标准》和中级机械钳工教学大纲编写的，作为电力机车机械钳工、车辆钳工、制动钳工、乘务检车员钳工、蒸汽机车钳工、起重机司机、机械钳工等工种的中级技术理论教材。

全书共七章。第一章常用机构；第二章力学基础；第三章带传动；第四章齿轮传动、蜗杆传动；第五章轴、联轴器和离合器，第六章轴承；第七章液压传动基础。全书由上海铁路局职工中等专业学校严龙祥编写，并由郑州铁路机械学校赵祥、福州铁路分局职工学校蔡俊豪、上海铁路分局职工学校蔡晓达审稿，赵祥主审。

本书的内容是按100学时要求编写的。各工种可根据各自专业的要求和学时安排，对书中有关章节作适当的调整和增删。

由于编者的教学经验有局限性、学术水平有限，书中的缺点和错误，望各单位和广大读者在使用过程中批评、指正。

编 者

目 录

绪 论.....	1
第一章 常用机构.....	4
第一节 概 述.....	4
第二节 铰链四杆机构.....	6
第三节 螺旋机构.....	17
第四节 凸轮机构.....	20
第五节 间歇运动机构.....	29
第六节 机构的运动.....	30
第二章 力学基础.....	39
第一节 力、力矩和力偶.....	39
第二节 受力图.....	51
第三节 平面力系.....	58
第四节 摩擦与摩擦力.....	65
第五节 功、功率和效率.....	68
第六节 零构件的强度、刚度及基本变形.....	72
第七节 内力与应力.....	75
第八节 强度计算方法.....	78
第三章 带传动.....	101
第一节 概 述.....	101
第二节 三角胶带传动的参数选择与计算.....	104
第三节 胶带轮的材料与结构.....	118
第四节 带传动装置的维护.....	123
第五节 平型带传动的选择与计算.....	124

第四章 齿轮传动、蜗杆传动	128
第一节 概 述	128
第二节 渐开线及其性质	130
第三节 直齿圆柱齿轮的各部名称和尺寸计算	132
第四节 渐开线圆柱齿轮的啮合特点	138
第五节 渐开线圆柱齿轮的加工原理及变位 齿轮简介	144
第六节 渐开线圆柱齿轮加工精度	154
第七节 齿轮轮齿常见的失效形式	158
第八节 直齿圆柱齿轮的强度计算	160
第九节 齿轮常用材料、许用应力	168
第十节 渐开线斜齿轮传动计算	169
第十一节 直齿圆锥齿轮传动计算	173
第十二节 普通蜗杆传动的概述	177
第十三节 普通圆柱蜗杆传动基本参数和几何 尺寸的计算	183
第十四节 蜗杆传动的失效形式及材料	188
第十五节 定轴轮系的传动计算	189
第五章 轴、联轴器和离合器	198
第一节 轴的概述	198
第二节 按扭转强度估算轴径	204
第三节 轴弯曲变形的强度计算	208
第四节 轴的设计方法和步骤	210
第五节 联轴器和离合器	214
第六章 轴 承	228
第一节 轴承的分类	228
第二节 滑动轴承	229
第三节 滚动轴承	240

第七章 液压传动基础	253
第一节 概 述	253
第二节 液压传动的基本概念	257
第三节 液压泵	264
第四节 液压执行元件	269
第五节 液压控制元件	271
第六节 辅助装置	291
第七节 M7120A型平面磨床的液压系统	296
第八节 液压系统常见故障及排除方法	303

绪 论

机械是人类在利用和转变机械能进行生产时，借以减轻体力劳动，提高生产力的主要工具。它的发展程度是衡量国家工业水平的重要标志之一。

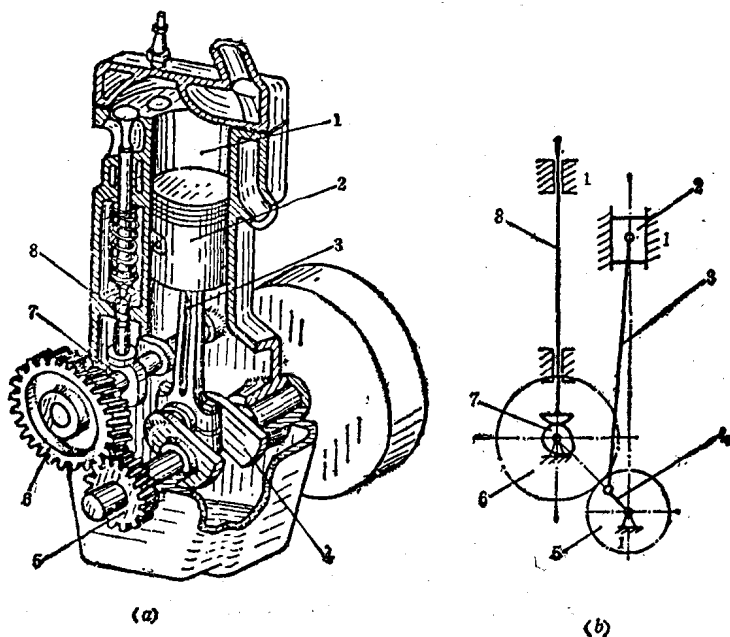


图 0—1 内燃机

机械的种类很多。图 0—1 所示为内燃机，它主要由汽缸体 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、齿轮 5 和 6、凸轮 7、进汽阀推杆 8（排气阀部分在图中未画出）等组成。其工作

原理是，燃气推动活塞 2 在汽缸体 1 中作往复直线移动，通过连杆 3 使曲轴 4 作连续转动，从而将燃气的热能转换为机械能。

图 0—2 所示为颚式破碎机，它主要由机架 1、偏心轴 2、动颚 3、肘板 4 等组成。其工作原理是，电动机通过三角皮带（图中未画出）驱动带轮 7（与偏心轴的一端固联，偏心轴的另一端与飞轮固联），使偏心轴随之转动，将置于动颚 3 与定颚板（与机架固联）5 之间的物料破碎，从而完成有效的机械功。

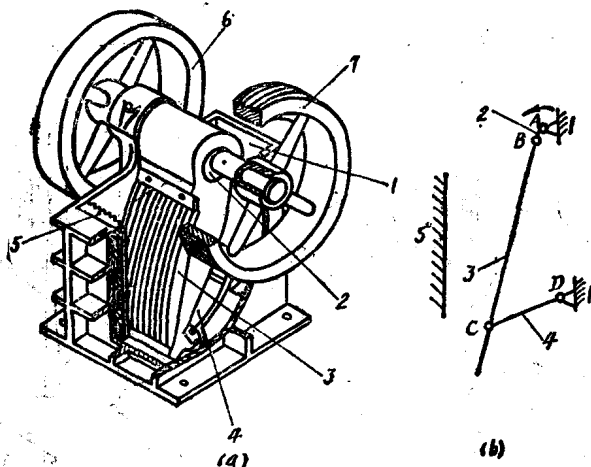


图 0—2 颚式破碎机

由上述可知，尽管机械的形式、构造和用途不同，但都具有以下共同特征：

- (1) 它们是由许多构件组合而成的；
- (2) 各构件之间具有确定的相对运动；
- (3) 在工作时能转换机械能（如内燃机、发电机等）

或做有效的机械功（如颚式破碎机、起重机、金属切削机床

等)。

凡同时具有上述三个特征的机械称为机器；仅有前两个特征的机械称为机构。但就其构件的组合和运动来说，两者之间并无区别。所以，通常以机械作为机构和机器的通称。

任何一种机械都是由原动、工作和传动三部分组成。

原动部分是机械动力的来源。最常见的原动机有电动机、内燃机和空气压缩机等。

工作部分处于整个传动路线的终点，完成机械预定的动作，其结构形式完全取决于机械本身的用途。如牛头刨床的滑枕、工作台等。

传动部分是一部机械中把原动机的运动和功率传递给工作部分的中间环节，如齿轮机构、凸轮机构等。

本课程的内容是讲述常用机构和零件以及简易计算；液压传动等知识。

机械基础是一门很重要的技术基础课程。通过学习，可懂得分析现有机器的基本方法；熟悉常用机构工作原理、结构、特点及其应用，并能做简单计算；了解液压传动的知识，从中受到某些必要的基本技能训练，为学习专业课和新技术打下基础。

第一章 常用机构

第一节 概 述

由前面绪论中可知，机器是由一些机构和零件组成的，而机构是由两个以上的构件按一定的形式联接起来的，并且相互之间具有确定的相对运动，因此构件是机构运动的基本单元，而零件只是加工制造的基本单元。

一、运 动 副

在机构中，每个构件都与其它构件相联接，并且彼此之间有一定的相对运动（如车床的拖板与导轨）。所谓运动副就是构件之间直接接触而又能产生一定形式相对运动的可动联接。根据运动副中两构件接触形式的不同，运动副可分为低副和高副：

1. 低副 低副是指两构件之间作面接触的运动副。按两构件的相对运动情况可分为：

（1）转动副 转动副又叫旋转副或铰链。它是指两构件之间可以相对转动或摆动，例如轴和滑动轴承之间的联接就是转动副。门窗的铰链也是转动副。

（2）移动副 移动副是指两构件之间可以相对移动。例如活塞在气缸体中的直线往复运动就是移动副。缝纫机中针杆在孔中作上下运动，也是移动副。

（3）螺旋副 螺旋副是指两构件之间可作螺旋运动，即转动和移动的合成运动。例如丝杠与螺母组成的运动副。

2. 高副 高副是指两构件之间作点或线接触的运动

副。生活中所见的火车车轮和钢轨接触面之间的运动就是高副。此外，齿轮机构中轮齿和轮齿之间的接触表面以及凸轮和从动件之间的接触表面都是高副。

二、机构运动简图

为了研究机构的运动，常把各种机构和它们之间的运动副形式用简图表示。这样的简图可以不画机构的外形和结构，只画与运动有关的简单图线。

简图上经常出现的运动副符号见表 1—1。

常用的运动副符号

表 1—1

	机 架	构 件	旋 转 副	移 动 副
图 形				
简图符号				

以活塞式发动机为例，图 1—1(a)为构造图；图 1—1(b)为机构运动简图。

在绘制运动简图时，应该了解机构中各构件的作用。一般可以分为三类构件：

1. 固定件或机架是支承活动构件的固定构件，在简图上可以分散地在各支承点上画出。如图 1—1(b)中件号 4 即表示机架。

2. 主动件是已知运动规律的构件，它的运动规律由外界给定。如图 1—1(b)中的件号 3 活塞，就是发动机中的主动构件。它的运动规律是往复的直线运动，是已知的。

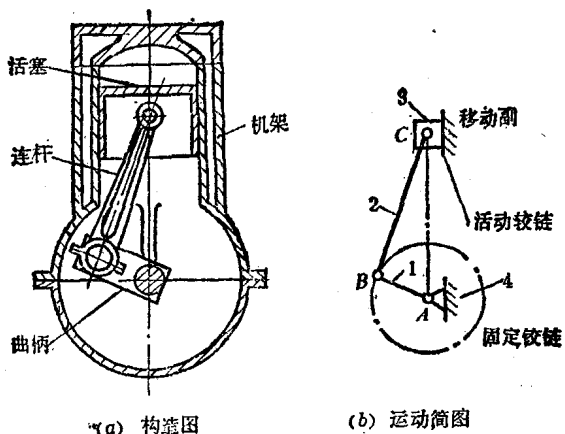


图 1-1 活塞式发动机运动简图

3. 从动件是被主动件的运动带动的活动构件。如图 1—1(b) 中的件号 2 连杆和件号 1 曲柄就是发动机中的从动件，它被活塞 3 带动。

只要分析清楚这几类构件，就能较易画出和看懂一般机构运动简图。

第二节 铰链四杆机构

当组成机构的所有构件都在同一平面内运动时，这种机构称为平面机构。工程上大量应用平面机构。

组成平面机构的构件大多数是形状简单的杆状件，而最常用的是由四根杆状件组成的平面四杆机构，简称四杆机构。

四杆机构的结构简单，制造方便，且能实现比较复杂的运动，因此被广泛应用。例如机床、工程机械、矿山机械、农业机械、缝纫机等各种机器和计量仪表都大量使用这种机构。

平面四杆机构的种类较多，其中最基本的是四个杆全部用铰链联接而成的，称为铰链四杆机构。

在图 1—2 铰链四杆机构中，包括一个固定不动的“杆”，就是机架（也叫静件，固定件），在运动简图上用 d 表示；两个杆件 a 和 c 与机架用转动副联接，称为连架杆；不与机架直接联接的杆 b 称为连杆。其中连架杆 a 能围绕一旋转中心 A 作整周旋转，故称为曲柄；若仅能在某一角度内摆动，如构件 c ，则称为摇杆。在图 1—2 中因为连架杆 a 是曲柄， c 是摇杆，所以这种机构又称为曲柄摇杆机构。除此之外，还有双曲柄机构（两个连架杆都整周旋转）和双摇杆机构（两个连架杆都摆动）。这三种基本形式现分述如下：

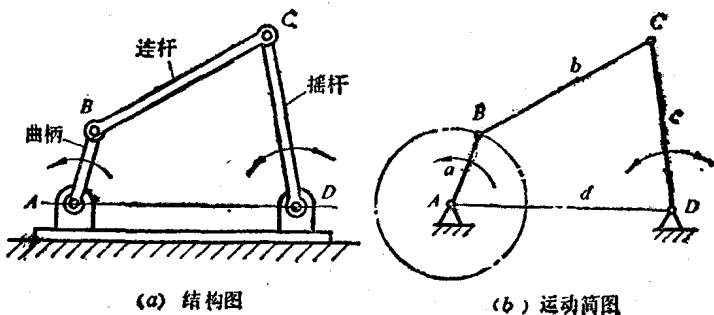


图 1—2 曲柄摇杆机构

一、曲柄摇杆机构

在曲柄摇杆机构中，当曲柄为主动件时，可将曲柄的转动变换成摇杆的往复摆动。以图 1—3(a) 所示的牛头刨床横向往进给机构为例，当齿轮 1 带动齿轮 2（相当于曲柄）转动时，通过齿轮 2 上的偏心铰链的连杆使摇杆摆动，在摇杆上装有棘爪，棘爪拨动棘轮，使丝杆转动，并带动螺母连同工

作台和工件作横向进给运动。图 1—3(b)是曲柄摇杆机构的运动简图。

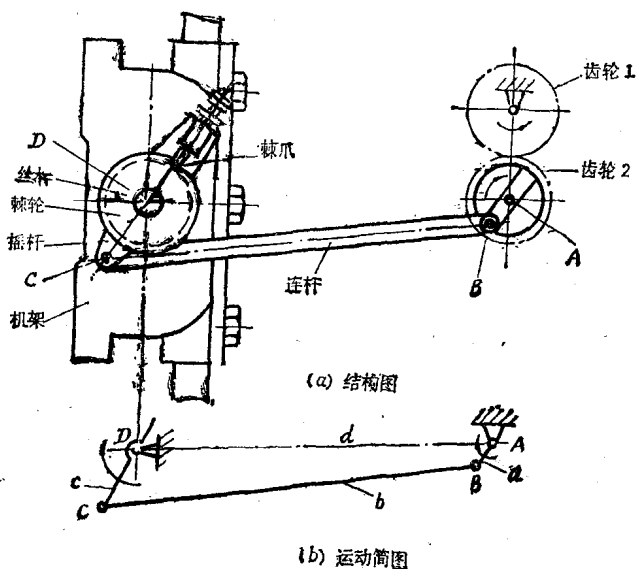


图 1—3 牛头刨床横向进给机构

在曲柄摇杆机构中，作往复摆动的摇杆。其往复摆动的速度不等，即往（向右）的速度小于返的速度，这可从图 1—4 中看出： C_1O_1 和 C_2O_1 两个位置分别代表摇杆 3 摆动的极限位置。当曲柄 1 作等速回转运动时，摇杆 3 就从 C_1O_1 摆至 C_2O_1 ，取其平均速度为 v_1 ，对应曲柄从 B_1 转至 B_2 所转过的角度 $\varphi_1 = 180^\circ + \theta$ ，经过时间为 t_1 。而当摇杆从 C_2O_1 返回至 C_1O_1 时，取其平均速度为 v_2 ，这时曲柄从 B_2 转至 B_1 ，转角 $\varphi_2 = 180^\circ - \theta$ ，经过时间为 t_2 。因为曲柄是作等速回转，故转角的大小与时间成比例，而摇杆所摆动的弧长同样是 $\widehat{C_1C_2}$ ，这样

$$v_1 = \frac{\widehat{C_1 C_2}}{t_1}$$

$$v_2 = \frac{\widehat{C_1 C_2}}{t_2}$$

因为 $\varphi_1 = 180^\circ + \theta$, $\varphi_2 = 180^\circ - \theta$, $\varphi_1 > \varphi_2$, 显然 $t_1 > t_2$, 所以 $v_2 > v_1$, 即摇杆的返速度大于往速度, 这就是曲柄摇杆机构的“急回”特性。

如果把曲柄摇杆机构中的摇杆作为主动件, 则摇杆的摆动将使曲柄作回转运动, 家用脚踏缝纫机(图 1—5)就是其中一例。但必须注意, 当连杆与曲柄成一条直线时, 由于这时力矩为零, 不能使曲柄转动, 即所谓产生“死点”。初踏缝纫机的人往往会发生带轮倒转现象就是这个道理。为了克服

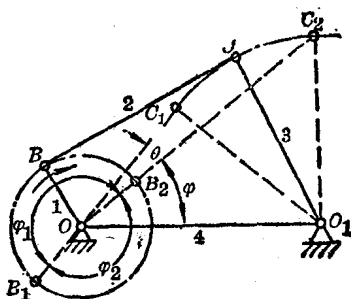


图 1—4 曲柄摇杆机构的运动分析

这个死点, 就在带轮旁装一个飞轮(经过抛光的轮子), 以利用飞轮的惯性通过“死点”。飞轮在其它机器上也有应用, 如内燃机等。

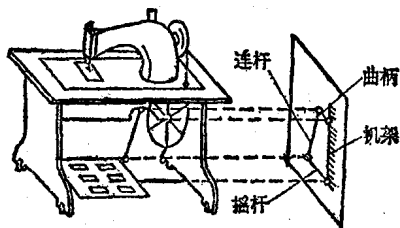


图 1—5 缝纫机上的曲柄摇杆机构