

职业技能培训教材 岗位培训教材

# 机械基础

JIXIE JICHU

JIXIE JICHU

JIXIE JICHU

JIXIE JICHU

JIXIE JICHU

JIXIE JICHU

JIXIE JICHU



## 机械基础



中国劳动社会保障出版社

职业技能培训教材  
岗位培训教材

# 机械基础

中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

机械基础/周蓉主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007  
职业技能培训教材 岗位培训教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 5446 - 8

I. 机… II. 周… III. 机械学 - 技术培训 - 教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 053605 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

\*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销  
850 毫米×1168 毫米 32 开本 6.125 印张 150 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

定价: 10.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64911344

# 前 言

《中华人民共和国劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”国家对相应的职业制定《国家职业标准》，实行职业技能培训。

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。在社会主义市场经济条件下，劳动者竞争上岗、以贡献定报酬，这种新型的劳动、分配制度，正成为千千万万劳动者努力提高职业技能的动力。

实施职业技能培训，教材建设是重要的一环。为适应职业技能培训的迫切需要，推动职业培训教学改革，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社会同劳动和社会保障部有关司局，组织有关专家、技术人员和职业培训教学人员编写了职业技能培训系列教材。

职业技能培训教材贯彻“求知重能”的原则，在保证知识连贯性的基础上，着眼于技能操作，力求内容浓缩、精练，突出教材的针对性、典型性、实用性。

职业技能培训教材供各级培训机构的学员参加培训、考核使用，亦可作为就业培训、再就业培训、企业培训、劳动预备制培训用书，对于各类职业技术学校师生、相关行业技术人员也有较高的参考价值。

百年大计，质量第一。编写职业技能培训教材是一项艰巨的探索性工作，不足之处在所难免，恳切欢迎各使用单位和读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部教材办公室

## 内 容 简 介

本书内容包括：公差和表面粗糙度；金属材料与热处理；机械传动（带、链、齿轮、螺旋传动、轮系）；常用机构（铰链四杆、凸轮、变速变向、间歇运动等机构）；联接零件（键、销、轴、螺纹和轴承）以及液压传动。

本书是职业技能培训教材，适合于企业岗位培训以及社会机构培训使用。

本书主编周蓉，参编王建民、范继彤；主审勾明。

# 目 录

|               |         |
|---------------|---------|
| 第一章 绪论        | ( 1 )   |
| § 1—1 机器及其组成  | ( 2 )   |
| § 1—2 机构示意图   | ( 6 )   |
| 第二章 公差和表面粗糙度  | ( 11 )  |
| § 2—1 极限与配合概述 | ( 11 )  |
| § 2—2 形位公差    | ( 36 )  |
| § 2—3 表面粗糙度   | ( 46 )  |
| 第三章 金属材料与热处理  | ( 54 )  |
| § 3—1 常用金属材料  | ( 54 )  |
| § 3—2 热处理基础知识 | ( 59 )  |
| 第四章 机械传动      | ( 62 )  |
| § 4—1 带传动和链传动 | ( 62 )  |
| § 4—2 齿轮传动    | ( 74 )  |
| § 4—3 轮系      | ( 89 )  |
| § 4—4 螺旋传动    | ( 95 )  |
| 第五章 常用机构      | ( 101 ) |
| § 5—1 铰链四杆机构  | ( 101 ) |

|               |                |       |
|---------------|----------------|-------|
| § 5—2         | 凸轮机构·····      | (110) |
| § 5—3         | 间歇运动机构·····    | (113) |
| § 5—4         | 变速机构与变向机构····· | (118) |
| § 5—5         | 安全保险机构·····    | (122) |
| 第六章 联接零件····· |                | (126) |
| § 6—1         | 键、销及其联接·····   | (126) |
| § 6—2         | 轴·····         | (133) |
| § 6—3         | 螺纹联接·····      | (139) |
| § 6—4         | 轴承·····        | (150) |
| 第七章 液压传动····· |                | (169) |
| § 7—1         | 液压传动的基本概念····· | (169) |
| § 7—2         | 液压元件及应用·····   | (175) |

## 第一章 绪 论

### 本章学习要点:

1. 通过学习明确学习本课程的目的意义;
2. 掌握机器、机构、运动副和机器组成的概念;
3. 了解机械传动的分类。

机械是由具有一定强度（比较结实耐用）的物体所构成的一个整体，这些物体之间能做相对运动并且在动力作用下能够做有用功。机械的应用无处不在，生活中的机械如自行车、洗衣机、机械式钟表等，生产中的机械如起重机、汽车、各种机床和流水线机械等，军事中的机械如各种枪械、飞机、坦克、军舰等。总之机械是人类用以减轻繁重体力劳动和提高劳动生产率的主要工具。随着计算机的发展和应用，机械的定义也进一步发展为“能改变或传递物理量的，对人类有用的物体组合”。机械化水平也是一个国家社会生产力发展的重要标志之一。

中国是一个文明古国，在漫长的历史长河中，勤劳的古代人民就发明了许多机械装置。远在古代，人们就已经开始利用杠杆、滚子、绞盘等简单机械从事建筑和运输；公元前 30 年左右，人们便已采用水流推动水轮带动风扇转动输送空气为冶炼之用；在三国时代就已有应用木制的齿轮使指南车上的木人指向南方。但机械的迅速发展和广泛应用却是在 18 世纪 60 年代的欧洲工业革命时期，从瓦特发明的蒸汽机作为动力源开始，纺织和冶金采矿等工业部门以大机器生产取代了工厂手工业，并随之出现了一

系列的新机器、新技术。在工业革命的过程中，机械的应用既促进了生产的发展，又推动了社会的进步。

时至今日，各行各业的发展都离不开机械的应用，机械工业又迎来了新的高速发展。因此，对机械工人的技术水平也提出更高的要求，学好《机械基础》这门课，才能够掌握各种机械设备的构造和原理，以便更合理地使用和维护这些设备。

## § 1—1 机器及其组成

### 一、机器和机构

#### 1. 机器

随着生产的不断发展，机械越来越多地进入社会的各个领域，减轻了人们的劳动强度，提高了生产效率。

如图 1—1 所示的搅面机，当曲柄转动时，搅面棒  $E$  点便能模仿人手搅面，同时容器绕  $z$  轴转动，把面粉搅拌均匀。这种搅面机动作是由曲柄、搅面棒、摇杆、机架组成的曲柄摇杆机构来实现的。

如图 1—2 所示为装配机器人的机械手部分。手腕的升降、回转和手爪的松、夹均由电动机控制。这种机器人的动作是由四杆机构、齿轮和减速器等实现。

在日常生活中我们还可以见到各种各样的机器，如起重机、汽车、拖拉机、缝纫机、洗衣机以及各种机床等。虽然机器的种类繁多，其构造、性能和用途也都各不相同，但是从机器的组成部分与运动的确定性和机器的功能关系来分析，所有机器都具有下列三个共同特征：

(1) 由许多构件组合而成。如图 1—3 所示的单缸内燃机是由气缸体、活塞、连杆、曲轴等构件组合而成的。

(2) 各构件之间都具有确定的相对运动。如图 1—3 所示，

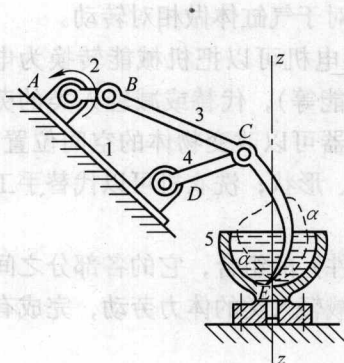


图 1—1 搅面机

1—机架 2—曲柄 3—搅面棒  
4—摇杆 5—容器

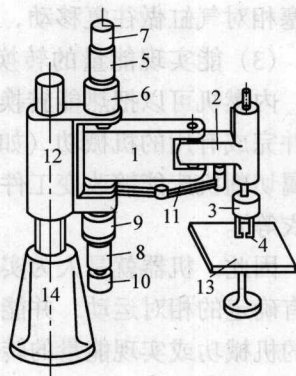
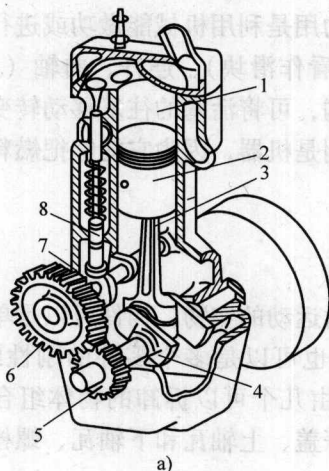
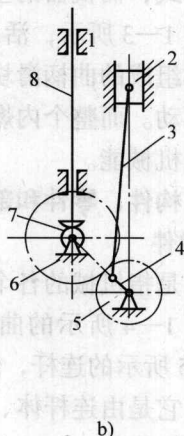


图 1—2 机械手结构图

1—大臂 2—小臂 3—手腕 4—手爪  
5、8—步进电动机 6、9—谐波减速器  
7、10—位置反应用光电编码器  
11—平行四杆机构 12—支架和立柱  
13—工作台 14—基座



a)



b)

图 1—3 单缸内燃机

a) 结构图 b) 机构示意图

1—气缸 2—活塞 3—连杆 4—曲轴 5、6—齿轮 7—凸轮 8—顶杆

活塞相对气缸做往复移动，曲轴相对于气缸体做相对转动。

(3) 能实现能量的转换（如发电机可以把机械能转换为电能；内燃机可以把热能转换为机械能等），代替或减轻人类的劳动并完成有用的机械功（如运输机器可以改变物体的空间位置；金属切削机床能够改变工件的尺寸、形状；洗衣机可以代替手工洗衣等）。

因此，机器就是人为实体（构件）的组合，它的各部分之间具有确定的相对运动，并能代替或减轻人类的体力劳动，完成有用的机械功或实现能量的转换。

## 2. 机构

机构是用来传递运动和力的构件系统。就其功能和用途而言，它是用来传递与变换运动和力的可动装置。而就其组成而言，它是具有固定构件的运动链。如带传动、链传动、连杆机构、凸轮机构及齿轮机构等。

机器和机构的主要区别在于：机构的主要功用是传递或转变运动的形式；而机器的主要功用是利用机械能做功或进行能量转换。如图 1—3 所示，活塞（看作滑块）、连杆、曲轴（及曲柄）和气缸体组成的曲柄滑块机构，可将活塞的往复移动转变为曲柄的连续转动。而整个内燃机则是机器，因为它能够把燃料的化学能转换成机械能。

## 二、构件、零件和部件

### 1. 构件

构件是指机械的各个相对运动的实物。构件可以是单一的零件，如图 1—4 所示的曲轴；也可以是多个零件的刚性组合体。如图 1—5 所示的连杆，便是由几个可以拆卸的物体组合而成的刚性体。它是由连杆体、连杆盖、上轴瓦和下轴瓦、螺栓和螺母等零件所组成的。

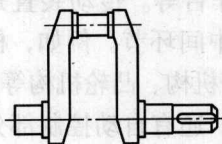


图 1—4 曲轴

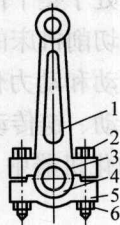


图 1—5 连杆

- 1—连杆体 2—螺栓 3—上轴瓦  
4—下轴瓦 5—连杆盖 6—螺母

## 2. 零件

组成机器和机构的基本单元称之为机械零件，简称零件。机械零件按其应用的范围可分为两大类，即通用零件和专用零件。

通用零件是指各种机械中都能用到，而且具有同一功能的零件。如齿轮、螺栓、螺母、带、链等。

专用零件是指仅适用于一定类型机械上，并能表示此种机械特点的零件。如内燃机上的曲轴、汽轮机上的叶片、农业机械上的犁铧、纺织机械上的纺锭等。

零件与构件的区别在于：零件是制造的单元，是从加工制造角度确定的概念；而构件是运动单元，是从运动角度确定的概念。

## 3. 部件

为了制造、装配和运输以及使用上的方便，常把机械中为完成同一功能的很多零件组合在一起形成一个协同工作的整体，如减速器、离合器等。这种为完成同一功能，在结构上组合在一起的协同工作的零件总体称为部件。

## 三、机器的组成

机器的种类繁多，其结构形式和用途也各不相同。然而，每部完整的机器都可归纳为是由动力部分、工作部分和传动部分组成。动力部分是机器动力的来源。常用的发动机（原动机）有电动机、内燃机和空气压缩机等。工作部分是直接完成机器工作任

务的部分，处于整个传动的终端，其结构形式取决于机器的用途。例如，金属切削机床的主轴、拖板、工作台等。传动装置是将动力部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节。例如，机器中常用的带传动、链传动、齿轮传动、四杆机构、凸轮机构等。

在自动化机器中，除上述三部分外，还有自动控制部分。

## § 1—2 机构示意图

### 一、机构示意图概述

如图 1—6a 所示的牛头刨床，由于其结构很复杂，所以在研究机构各构件运动时，为使问题简化，有必要抛开那些与运动无关的因素（如构件的形状、组成构件的零件数目和运动副的构造等），仅用简单的线条和符号表示机构中的构件和运动副。这种能说明机构各构件间相对运动关系的简单图形，称为机构的示意图。如图 1—6b 所示为牛头刨床机构示意图，它可清楚表达各构件的相对运动关系。当齿轮（主动件）在电动机带动下转动时，

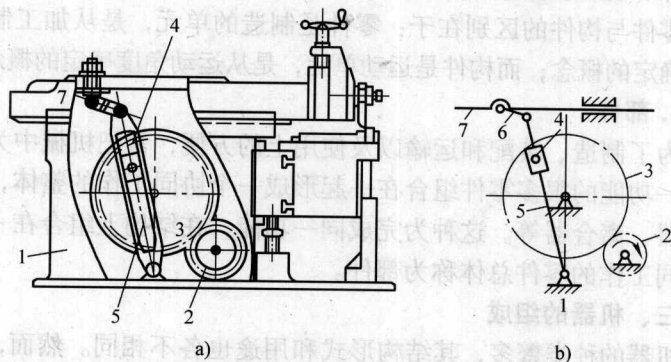


图 1—6 牛头刨床

a) 结构图 b) 机构示意图

1—床身 2、3—齿轮 4—滑块 5—摆杆 6—连杆 7—刨头（滑枕）

通过齿轮、滑块、摆杆、连杆使刨头运动。

## 二、机构运动副

### 1. 运动副的表示方法

机构的重要特征是构件之间具有确定的相对运动，因此必须对各构件的运动加以必要的限制。在机构中，每个构件都以一定的方式与其他构件相互接触，二者之间形成一种可动的联接，从而使两个相互接触构件之间的相对运动受到限制。我们把由两个构件组成的具有一定相对运动的可动联接称为运动副。如图 1—7 所示的机构中，活塞与连杆、活塞与汽缸体、曲柄（曲轴）与连杆、曲轴与汽缸体等联接都是运动副。

两构件组成的运动副，是通过点、线或面三种形式的接触来实现的。根据运动副中两构件接触形式的不同，一般将运动副分为低副和高副。

(1) 低副。是指两构件通过面接触组成的运动副。按两构件的相对运动形式，低副可分为以下三种：

1) 转动副。组成运动副的两构件只能绕某一轴线作相对转动的运动副称为转动副，如图 1—8 所示的铰链连接就是转动副

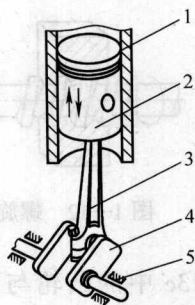


图 1—7 单缸内燃机

1—汽缸 2—活塞 3—连杆

4—曲轴 5—轴承

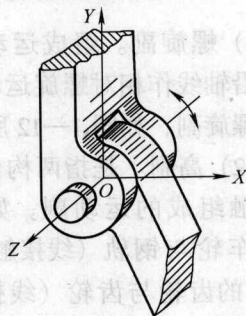


图 1—8 铰链连接

的一种形式。转动副的表示方法如图 1—9 所示。

2) 移动副。组成运动副的两构件只能作相对直线运动的运动副称为移动副, 如图 1—10 所示。移动副的表示方法如图 1—11 所示。

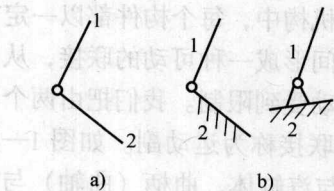


图 1—9 转动副的表示方法

- a) 两活动构件组成的转动副  
b) 活动构件与机架组成的转动副

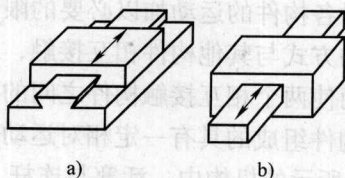


图 1—10 移动副

- a) 燕尾滑板 b) 滑块与导轨

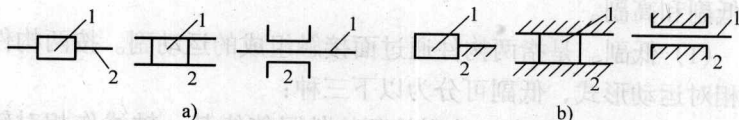


图 1—11 移动副的表示方法

- a) 两活动构件组成的移动副 b) 活动构件与机架组成的移动副

3) 螺旋副。组成运动的两构件只能沿轴线作相对螺旋运动的运动副称为螺旋副, 如图 1—12 所示。

(2) 高副。是指两构件通过点或线接触组成的运动副。如图 1—13a 中的车轮与钢轨 (线接触), 图 1—13b 中的齿轮与齿轮 (线接触), 图 1—13c 中的凸轮与从动件 (点接触), 分别在接触处组成高副。高副表示法如图 1—14 所示。

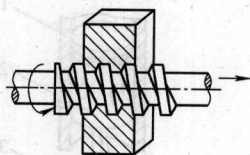


图 1—12 螺旋副

由于低副和高副的两构件直接接触部分的几何特征不同, 因此在使用上也具有不同的特点。

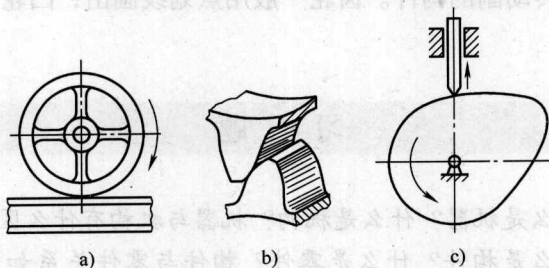


图 1—13 高副

a) 线接触 b) 线接触 c) 点接触

由于低副是面接触，故承载能力强，而且一般为平面或圆柱面，所以比较容易制造。但是低副为滑动摩擦，摩擦损失大，因而效率较低；此外，低副不能传递较复杂的运动。

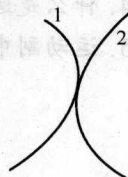


图 1—14 高副表示法

由于高副是点或线接触，承受载荷时单位面积压力较高，两构件接触处容易磨损，使用寿命短，制造和维修也较困难。但是高副能够传递较复杂的运动，传递运动准确可靠。

## 2. 构件的表示方法

如图 1—15a 所示为带有两个转动副的构件；如图 1—15b 所示为带有一个转动副和一个移动副的构件；如图 1—15c 所示为

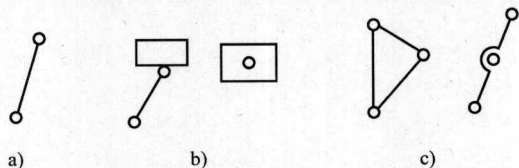


图 1—15 构件的表示方法

a) 带有两个转动副的构件 b) 带有一个转动副和一个移动副的构件  
c) 带有三个转动副的构件

带有三个转动副的构件。齿轮一般用点划线画出；凸轮一般画出轮廓曲线。

## 习 题

1. 什么是机器？什么是机构？机器与机构有什么区别？
2. 什么是构件？什么是零件？构件与零件关系如何？试举例说明。
3. 机器通常是由哪几部分组成？各部分起什么作用？
4. 什么是运动副？运动副如何分类？
5. 运动副中的高副与低副如何区分？各有什么特点？



图 1-15 运动副的表示方法

图 1-15 运动副的表示方法 (a) 转动副 (b) 转动副 (c) 转动副

图 1-15 运动副的表示方法 (d) 转动副 (e) 转动副