



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械基础

(机电设备安装与维修专业)

浦如强 主编



中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

机 械 基 础

(机电设备安装与维修专业)

主 编	浦如强		
副 主 编	贺建明		
参 编	居耀成	姚 宏	黄国雄
责任主审	罗圣国		
审 稿	廉以智		



机 械 工 业 出 版 社

本教材是根据教育部审定的中等职业教育“机电设备安装与维修”专业《机械基础教学大纲》编写的。

“机械基础”课程是将机械原理与机械零件、公差配合与技术测量课程统筹安排、有机结合而成的一门主干专业课程。主要阐述了常用机构和通用零件的组成、特点、选用及一般的设计计算方法，以及相关的公差配合及技术测量方面的基本知识。

本教材是面向 21 世纪中等职业教育国家规划教材，具有综合性强、配套性好、体系新颖、内容少而精、风格一致以及国家标准新等一系列特点。

本教材为中等职业学校机电设备安装与维修专业教材，也适合其他机械类专业使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础/浦如强主编. —北京: 机械工业出版社, 2002.4

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-111-10150-2

I. 机… II. 浦… III. 机械学—专业学校—教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 020839 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 季顺利 版式设计: 冉晓华 责任校对: 樊钟英

封面设计: 姚毅 责任印制: 路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·15.25 印张·378 千字

0 001—4 000 册

定价: 19.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部审定的中等职业学校机电设备安装与维修专业《机械基础教学大纲》组织编写的。

“机械基础”课程是将机械原理与机械零件、公差配合与技术测量课程统筹安排、有机结合而成的一门主干专业课程。本教材注重教学内容的综合化，按照职业教育的特点，以常用机构和机械零件为主线，融合公差配合与技术测量的相关内容，具有综合性、实用性强，内容少而精以及国家标准新等一系列特点。

参加本书编写的有浦如强（第一、八章）、贺建明（第四、七章）、居耀成（第二、三、十章）、姚宏（第五、六、九章）、黄国雄（第十一、十二、十三章）。本书由浦如强担任主编。

本书由机械设备维修与管理专业指导委员会曹根基主任担任主审。参加本书审稿的专家有江苏理工大学李锦飞，常州机械学校吉梅、陈泰兴、段来根，张家界航空工业学校刘坚、夏罗生，镇江职教中心徐冬元，他们对教材提出了不少宝贵意见，在定稿过程中已经采纳，在此致以深切的谢意。

最后真诚希望同行和广大读者对本书提出宝贵意见，以便不断改进提高。

编者
2001年8月

目 录

前言

第一章 机械设计概论	1
第一节 机械的组成	1
第二节 本课程的内容、性质与任务	2
第三节 机械设计概述	3
第四节 平面机构运动简图	4
思考题与习题	7
第二章 平面连杆机构	9
第一节 铰链四杆机构的基本形式	9
第二节 铰链四杆机构的演化	11
第三节 铰链四杆机构的基本性质	14
第四节 图解法设计四杆机构	17
思考题与习题	18
第三章 凸轮机构与间歇运动机构	20
第一节 凸轮机构的组成与类型	20
第二节 凸轮机构中从动件的常见运动规律	22
第三节 图解法设计凸轮轮廓	26
第四节 凸轮机构设计中的几个问题	27
第五节 凸轮机构的结构设计	29
第六节 间歇运动机构	32
思考题与习题	34
第四章 公差配合与技术测量基础	36
第一节 极限与配合的基本术语及定义	36
第二节 极限与配合制	42
第三节 形状和位置公差	50
第四节 形状与位置公差带	54
第五节 表面粗糙度	63
第六节 技术测量基础	66
思考题与习题	71
第五章 销、键联接	74
第一节 销联接	74
第二节 键联接	75
第三节 花键联接	79
第四节 键联接的配合与形位公差	80
思考题与习题	81
第六章 螺纹联接与螺旋传动	84

第一节 常用螺纹的类型和应用	84
第二节 普通螺纹的公差与配合	85
第三节 螺栓联接的强度计算	90
第四节 螺纹联接的预紧和防松	99
第五节 螺旋传动	101
思考题与习题	102
第七章 带传动	104
第一节 传动概述	104
第二节 带传动的类型与特点	105
第三节 带传动的受力与运动特点	108
第四节 V带传动的设计计算	110
第五节 带传动的结构设计	115
思考题与习题	119
第八章 齿轮传动	120
第一节 齿轮机构的特点与分类	120
第二节 齿廓啮合基本定律	121
第三节 渐开线齿廓的形成及啮合特性	122
第四节 渐开线标准直齿圆柱齿轮基本参数和几何尺寸	123
第五节 渐开线齿轮的啮合传动	128
第六节 渐开线齿轮的加工方法与根切现象	130
第七节 斜齿圆柱齿轮传动	132
第八节 直齿锥齿轮传动	136
第九节 齿轮传动的失效形式和材料	138
第十节 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	141
第十一节 齿轮传动的精度	148
第十二节 齿轮的结构设计	157
思考题与习题	162
第九章 蜗杆传动	164
第一节 蜗杆传动的类型和特点	164
第二节 蜗杆传动的主要参数与几何尺寸计算	166
第三节 蜗杆传动的失效形式、材料与结构	170
第四节 常见传动形式的性能与特点	171

思考题与习题	172	第三节 滑动轴承材料与轴瓦结构	202
第十章 轮系	174	第四节 滚动轴承的结构类型与特性	204
第一节 定轴轮系的传动比计算	174	第五节 滚动轴承的代号	207
第二节 周转轮系的传动比计算	176	第六节 滚动轴承的寿命计算	209
第三节 轮系的功用	178	第七节 滚动轴承的精度等级与配合 选择	215
思考题与习题	180	第八节 轴承部件的结构设计	218
第十一章 轴	182	思考题与习题	223
第一节 轴的分类与材料	182	第十三章 联轴器与离合器	224
第二节 轴的直径估算	184	第一节 联轴器	224
第三节 轴的强度计算	185	第二节 离合器	230
第四节 轴的结构设计	187	思考题与习题	233
第五节 轴类零件的精度	193	附录	234
思考题与习题	196	附录 A 轴的基本偏差数值表	234
第十二章 轴承	198	附录 B 孔的基本偏差数值表	236
第一节 滑动轴承的类型与结构	198	参考文献	238
第二节 滑动轴承的摩擦状态与失效	200		

第一章 机械设计概论

人类在长期的日常生活和生产实践中，为了减轻劳动强度，提高生产效率，创造出了各种各样的机械设备，机械工业在整个国民经济中担负着为各个部门提供技术装备的重要任务。随着生产的发展，有关机械方面的知识日趋完善，机械产品正面临着更新换代的局面，要求上质量、上水平和上品种，这一切都对机械工业提出了更新更高的要求。作为新一代高素质劳动者和中初级专门人才，学习并掌握机械基础知识和基本技能，显然是十分必要的。

第一节 机械的组成

一、机械的组成

机械的种类繁多，形式各不相同，但却有一些共同的特征，就其组成而言，一部完整的机械主要有以下四个部分：

(1) 动力部分 是机械的动力来源，其作用是把其他形式的能转变为机械能以驱动机械运动并作功，如电动机、内燃机。

(2) 执行部分 是直接完成机械预定功能的部分，如机床的主轴和刀架、起重机的吊钩等。

(3) 传动部分 是将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节，它可以改变运动速度、转换运动形式，以满足工作部分的各种要求，如减速器将高速转动变为低速转动，螺旋机构将旋转运动转换成直线运动。

(4) 控制部分 是用来控制机械的其他部分，使操作者能随时实现或停止各项功能，如机器的开停、运动速度和方向的改变等，这一部分通常包括机械和电子控制系统。

机械的组成不是一成不变的，有些简单机械不一定完整具有上述四个部分，有的甚至只有动力部分和执行部分，如水泵、砂轮机等，而对于较复杂的机械，除具有上述四个部分，还有润滑、照明装置等。

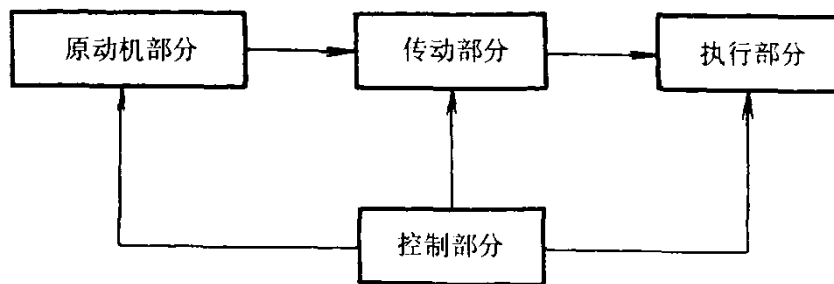


图 1-1 机械的组成

二、机器和机构

在现代机械中，传动部分有机械的、电力的、液压和气压的，其中以机械传动应用最广，从制造和装配方面来分析，任何机械设备都是由许多机械零、部件组成的。如图 1-2 所示为单缸四冲程内燃机，它由齿轮 1 和 2、凸轮 3、排气阀 4、进气阀 5、气缸体 6、活塞 7、连杆 8、曲轴 9 组成。当燃气推动活塞作直线往复运动时，经连杆使曲轴作连续转动。凸轮和顶杆是用来开启和关闭进气阀和排气阀的。在曲轴和凸轮轴之间两个齿轮的齿数比为 1:2，使其曲轴转两周时，进排气阀各启闭一次。这样就把活塞的运动转变为曲轴的转动，将燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。这里包含了气缸、活塞、连杆、曲轴组成的曲柄滑

块机构，凸轮、顶杆、机架组成凸轮机构，齿轮和机架组成的齿轮机构。

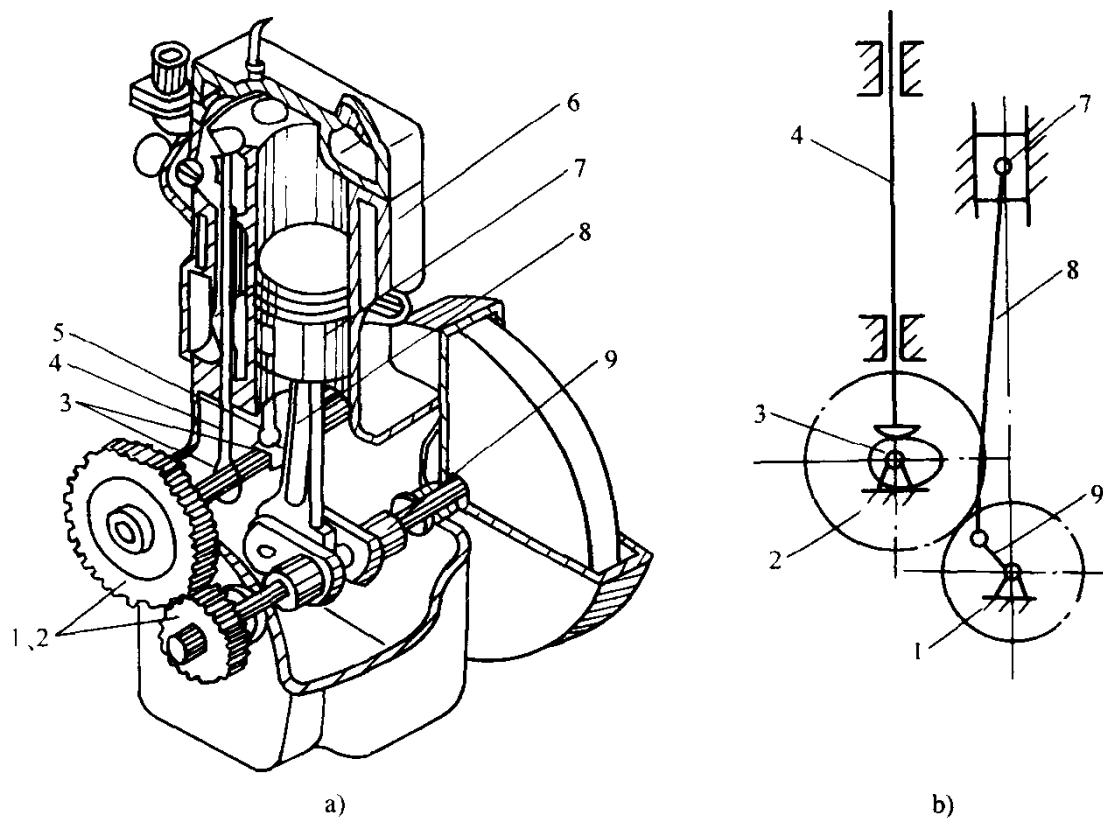


图 1-2 单缸四冲程内燃机

a) 结构简图 b) 机构运动简图

1、2—齿轮 3—凸轮 4—排气阀 5—进气阀 6—气缸体 7—活塞 8—连杆 9—曲轴

各种机器尽管有着不同的形式、构造和用途，然而都具有下列三个共同特征：①机器是人为的多种实体的组合；②各部分之间具有确定的相对运动；③能完成有效的机械功或变换机械能。

机器是由一个或几个机构组成的，机构仅具有备机器的前两个特征，它被用来传递运动或变换运动形式。若单纯从结构和运动的观点看，机器和机构并无区别，因此，通常把机器和机构统称为机械。

三、构件和零件

组成机构的各个相对运动部分称为构件。构件可以是单一的整体（如活塞），也可以是多个零件组成的刚性结构。如曲轴 9 和齿轮 1 作为一个整体作转动，它们构成一个构件，但在加工时是两个不同的零件。由此可知，构件是运动的基本单元，而零件是制造的基本单元。

第二节 本课程的内容、性质与任务

本课程主要讲授常用机构和通用机械零件的结构特点、运动特性和设计计算的一般方法，相关的公差配合与技术测量的基本知识与基本方法。本课程涵盖并融合了机械原理与通用零件、公差配合与技术测量的内容，综合运用机械制图、工程力学、工程材料与金属热加工等先修课程的基础理论和实践知识，是从理论性、系统性较强的基础课向实践性、综合性较强的专业课程过渡的一门课程。

学习本课程应达到的基本要求是：

- 1) 掌握常用机构和通用零部件的工作原理、结构参数与设计计算方法。
- 2) 掌握公差与配合的基本概念, 有关公差标准的主要内容和基本规定。
- 3) 具有运用有关标准、规范及查阅手册、图册等相关技术资料的能力。
- 4) 能正确解释图样上标注的公差与配合, 合理选用公差与配合。
- 5) 能分析、选用和设计一般机械零部件, 并为继续学习打下一定的基础。

第三节 机械设计概述

设计是机械产品研制的第一步, 设计的好坏直接关系到产品的质量、性能和经济效益, 机械设计就是从使用要求出发, 对机械的工作原理、结构、运动形式、力和能量的传递方式, 以至各个零件的材料、尺寸和形状, 以及使用维护等问题进行构思、分析和决策的创造性过程。本课程主要讨论常用机械传动装置和通用零部件的设计。

一、机械零件的主要失效形式和设计准则

机械零件不能正常工作或达不到设计要求时, 称该零件为失效。零件失效与破坏是两个概念, 失效并不一定意味着破坏, 如塑性材料制造的零件, 工作时虽未断裂, 但由于其过度变形而影响其他零件的正常工作也是失效; 齿轮由于齿面发生点蚀丧失了工作精度; 带传动由于摩擦力不足而发生打滑等等都是失效。

机械零件的常见失效形式有: 断裂或过大的塑性变形; 过大的弹性变形; 工作表面失效(如磨损、疲劳点蚀、表面压溃、胶合等); 发生强烈的振动以及破坏正常工作条件引起的失效(如联接松动、摩擦表面打滑等)。

同一种零件可能有多种失效形式, 究竟什么是主要的失效形式, 取决于零件的材料、受载情况、结构特点和工作条件。例如: 对于轴, 它可能发生疲劳断裂, 也可能发生过大的弹性变形, 也可能发生共振等。对于一般载荷稳定的转轴, 疲劳断裂是其主要失效形式。对于精密主轴, 过量的弹性变形是其主要失效形式。对于高速转动的轴, 发生共振、失去稳定性是其失效形式。

机械零件虽然有多种可能的失效形式, 但归纳起来主要是强度、刚度、耐磨性和振动稳定性几方面的问题。设计机械零件时, 保证零件在规定期限内不产生失效所依据的原则, 称为设计计算准则。主要有: 强度准则、刚度准则、寿命准则、振动稳定性准则和可靠性准则。其中强度准则是设计机械零件首先要满足的一个基本要求。为保证零件工作时有足够的强度, 设计计算时应使其危险截面或工作表面的工作应力不超过零件的许用应力, 即:

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (1-1)$$

$$\tau \leq [\tau] \quad (1-2)$$

二、机械设计应满足的基本要求

机械的性能和质量在很大程度上取决于设计的质量, 而机械的制造过程实质上就是要实现设计所规定的性能和质量。机械设计是作为机械产品开发研制的一个重要环节, 不仅决定着产品的性能好坏, 而且还决定着产品质量的高低。设计和选用机械零件时, 必须满足从机械整体出发对其提出的基本要求:

- (1) 功能性要求 设计的机械零件应在规定条件下, 规定的寿命期限内, 有效地实现预

期的全部职能。

(2) 经济性要求 在市场经济环境下, 经济性要求贯穿于机械设计全过程, 应当合理选用原材料, 确定适当的精度要求, 减少设计和制造的周期。

(3) 工艺性要求 指在一定的生产条件下, 采用合理的结构, 便于制造、装配和维护, 尽可能采用标准零部件。

(4) 其他方面的要求 如安全、环保、舒适、美学等方面的要求, 也是设计者所必须考虑的因素。

三、机械零件设计的一般步骤

机械设计没有一成不变的固定程序, 常因具体条件不同而异, 但一般设计步骤如下:

1) 根据零件在机械中的地位和作用, 选择零件的类型和结构。

2) 分析零件的载荷性质, 拟定零件的计算简图, 计算作用在零件上的载荷。

3) 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求, 选择适当的材料。

4) 分析零件可能出现的失效形式, 决定计算准则和许用应力。

5) 确定零件的主要几何尺寸, 综合考虑零件的材料、受载以及加工、装配工艺和经济性等因素, 参照有关标准、技术规范以及经验公式, 确定全部结构尺寸。

6) 绘制零件工作图并确定公差和技术要求。

上述设计过程和内容并不是一成不变的, 随具体任务和条件的不同而改变。在一般机械中, 只有部分主要零件是通过计算确定其尺寸, 而许多零件则根据结构工艺上的要求, 采用经验数据或参照规范进行设计, 或使用标准件。

第四节 平面机构运动简图

一、平面运动副及其分类

构件和运动副是机构最基本的组成部分, 其运动性质和结构形式会直接影响机构的运动。构件和构件之间既相互联接、又存在一定的相对运动。我们把两构件之间直接接触, 又能作一定相对运动的联接, 称为运动副。

平面机构中的运动副称为平面运动副, 平面运动副中, 两构件之间的直接接触可分为点接触、线接触和面接触。运动副通常可以按构件间的接触特性分为低副和高副两大类。

1. 低副

两构件之间以面接触构成的运动副称为低副。根据构件间的相对运动形式, 又分为移动副和转动副。

若组成运动副的两构件只沿某一轴线相对移动, 这种运动副称为移动副。如图 1-3 所示构件 1 和构件 2 只能沿 x 轴方向移动, 而不能沿 y 轴方向移动和绕任何轴转动, 因此组成的运动副是移动副。如内燃机中活塞和气缸所组成的运动副就是移动副。

若组成运动副的两构件之间的相对运动为转动, 则称为转动副, 又称铰链, 如图 1-4 所示。构件 1 和 2 沿 x 轴和 y 轴的相对移动都受到约束, 只能在 xOy 平面内转动, 所以组成的

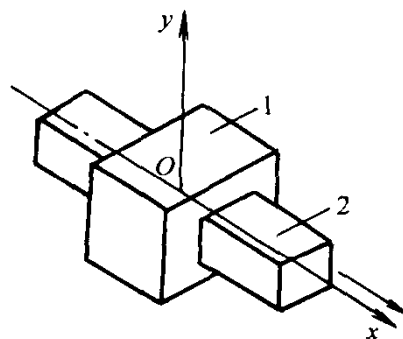


图 1-3 移动副

运动副是转动副。如内燃机中连杆和曲轴组成的运动副为转动副。

2. 高副

两构件之间以点或线接触组成的运动副称为高副。如图 1-5a 所示的凸轮 1 与从动件 2 的点接触构成的高副，图 1-5b 所示为齿轮 1 和齿轮 2 的线接触构成的高副。

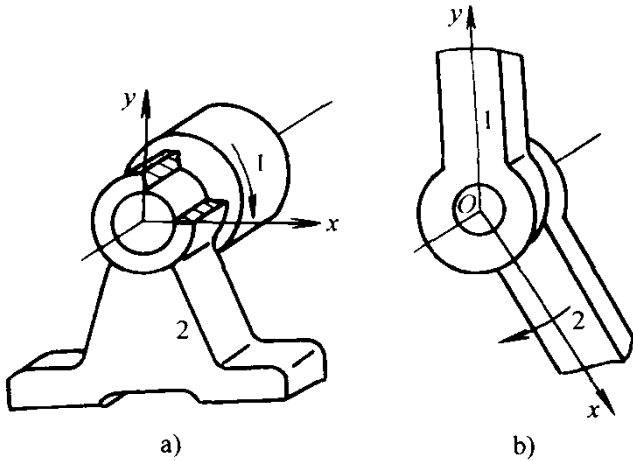


图 1-4 转动副

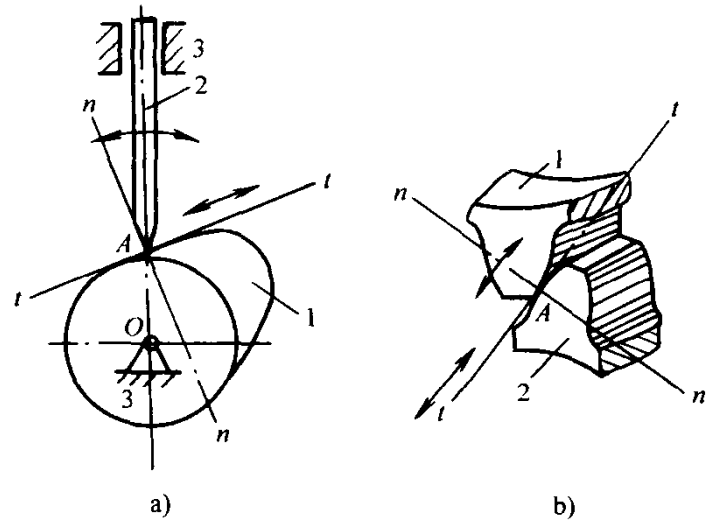


图 1-5 高副

低副的两构件接触处压强小，故承载能力大、耐磨损、寿命长，且形状简单，容易制造，高副则相反。但低副的两构件之间只能作相对滑动，而高副的两构件之间即作相对滑动又作相对滚动。

二、机构运动简图

在对机构进行运动分析或作运动设计时，由于不涉及构件的结构与强度，相对运动的性质仅与其直接接触部分的几何形状有关。为了直观、简洁地表示机构的运动关系，往往撇开复杂的具体构造，用简单的线条和规定符号表示构件和运动副，并按一定的比例表示运动副的位置。这种用来说明机构各构件间相对运动关系的图形，称为机构运动简图。

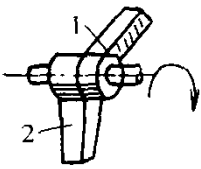
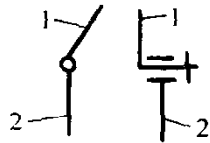
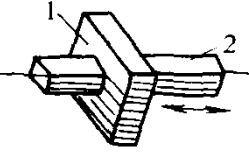
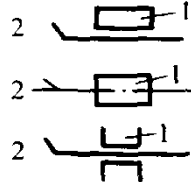
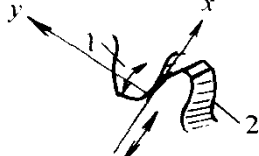
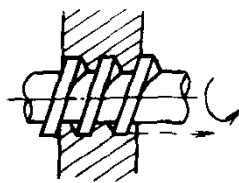
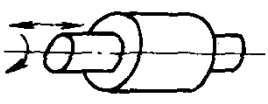
1. 运动副与构件的表示

在表达构件和运动副时，只需将构件上的所有运动副按它们在构件上的位置用规定符号表示出来，再用简单的线条联成一体。机械构件与零件表示方法可参看 GB/T4460—1984 “机构运动简图符号”。表 1-1 和表 1-2 分别列出了常用构件和运动副的表示方法。

表 1-1 常用构件的简图表示法

	构件图	简图		构件图	简图
机架			齿轮		
杆状构件			曲柄		
转轴			凸轮		

表 1-2 运动副简图符号

	运动副类型	简图符号	相对运动
转动副			转动
移动副			移动
齿轮副			转动 移动
螺旋副			转动 (或移动)
圆柱副			转动 移动

2. 机构运动简图的绘制

机构运动简图必须与原机构具有完全相同的运动特性，它不仅可以用来表示机构的运动情况，而且还可以根据机构简图对机构进行运动分析和受力分析。

绘制机构运动简图的一般步骤如下：

- 1) 分析机构的组成和运动情况，找出机架、原动件与从动件。
- 2) 从原动件开始，沿运动的传递顺序，分析构件间的相对运动性质，确定构件、运动副的类型和数目。
- 3) 合理选择视图，通常选择平行于构件运动的平面作为视图平面。
- 4) 选择适当的长度比例 μ_l (m/mm)。定出各运动副之间的相对位置，用构件和运动副的规定符号绘制机构运动简图。

下面举例说明机构运动简图的绘制方法。

例 1-1 试绘制图 1-6a 所示抽水唧筒的机构运动简图。

1. 分析机构运动，判别构件类型与数目

图示抽水唧筒由手柄、杆件、活塞杆和抽水筒等构件组成，其中抽水筒是固定件（机架），手柄是原动件，其余为从动件。

2. 分析运动副的类型与数目

手柄绕固定件的 A 点转动形成转动副，同理，手柄和杆件在 B 点以及杆件和活塞杆在 C 点形成转动副，活塞杆和抽水筒构成移动副。

3. 选择视图

图 1-6a 位置已清楚地表达出各构件的运动关系，即以该平面作为视图平面。

4. 按比例绘制机构运动简图

选择适当的比例，从固定件抽水筒开始，依次确定转动副 A、B、C 和移动副的位置。最后绘出如图 1-6b 所示的机构运动简图。

5. 标出各构件和转动副 A、B、C 以及原动件的运动方向（见图 1-6b）。

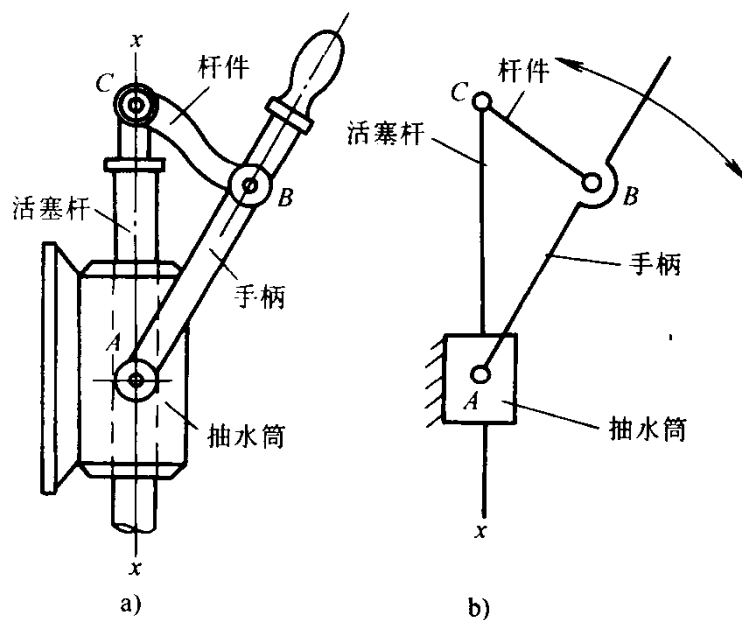


图 1-6 抽水唧筒及其运动简图

a) 抽水唧筒 b) 运动简图

思考题与习题

- 1-1 一般机械有哪几个组成部分？机器、机构和机械有什么异同？
- 1-2 零件和构件有什么区别？试举例说明。
- 1-3 何谓失效？机械零件的主要失效形式是什么？
- 1-4 机械设计应满足哪些基本要求？设计机械零件的基本准则有哪些？
- 1-5 何谓运动副？常见的有哪几类？试以雨伞为例，分析其包含有几个运动副？属于何种类型？
- 1-6 何谓机构运动简图？绘制机构运动简图的一般步骤是怎样的？
- 1-7 绘出图 1-7 所示机构的运动简图。

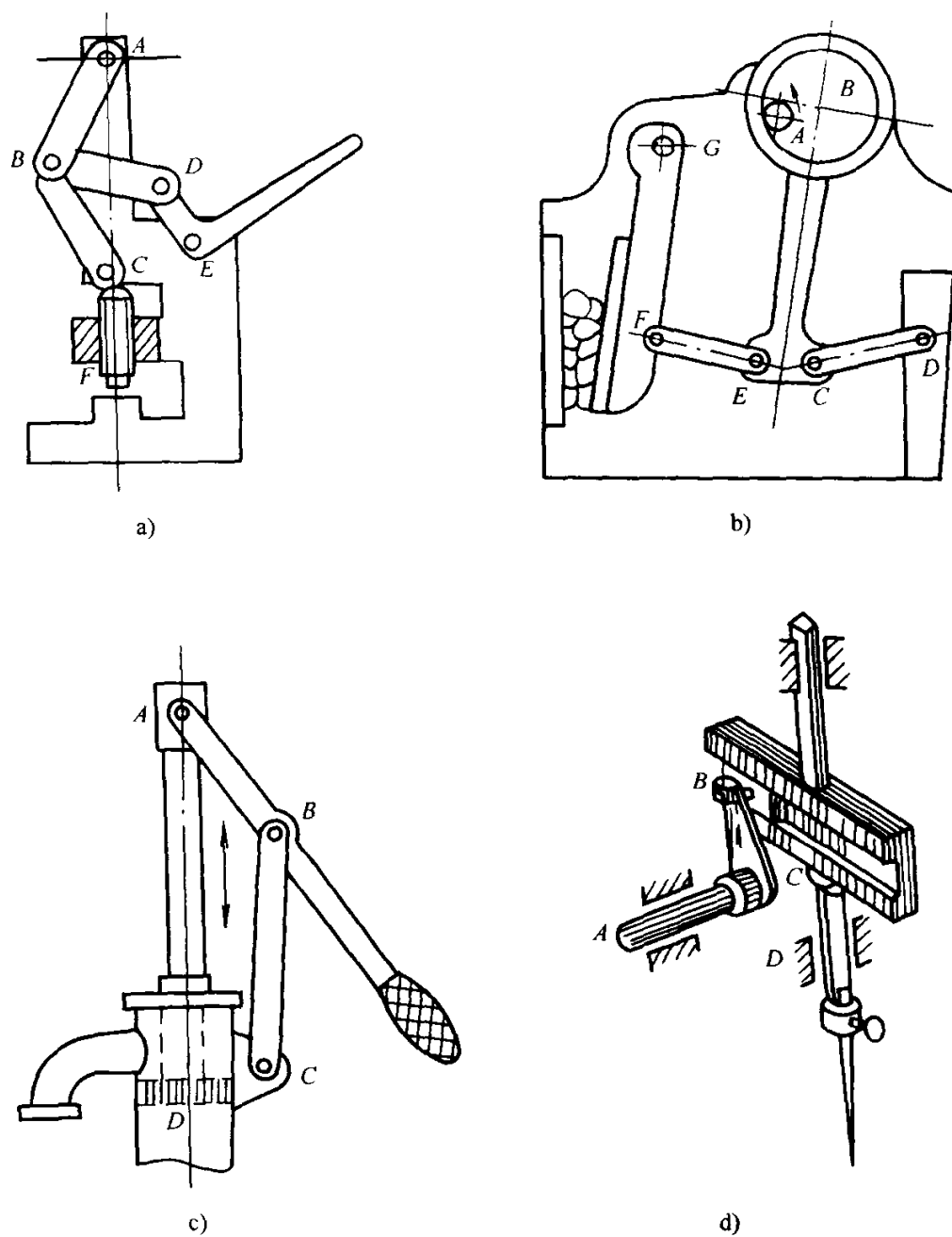


图 1-7

a) 压力机 b) 颚式破碎机 c) 抽水唧筒 d) 缝纫机引线机构

第二章 平面连杆机构

平面连杆机构是由若干刚性构件用低副联接组成的平面机构，故又称为平面低副机构。平面连杆机构能实现多种复杂的运动规律。由于是低副联接，构件之间是面接触，单位接触面上的压力较小，便于润滑，所以磨损较轻；又由于两构件的接触表面为圆柱面或平面，制造比较简便。因此，平面连杆机构广泛应用于各种机械和仪器设备中，例如：动力机械、机床、纺织机械、农业机械、机械手、自动控制设备和仪器仪表等。

平面连杆机构在具体应用中的缺点是：所能实现的运动规律有一定的局限性，即难以精确地实现较复杂的运动规律。这是因为若要求的运动规律较复杂，往往使得构件和运动副的数目随之增加，因制造不精确所产生的累积误差相应加大，影响机构的运动精度。

平面连杆机构中构件形状大多为杆状，因此常称为杆。最基本的是由四根杆组成的四杆机构。它不仅得到广泛的应用，并且是多杆机构的基础。

本章主要讨论四杆机构的基本类型、性质及其常用设计方法。

第一节 铰链四杆机构的基本形式

当四杆机构中的运动副都是回转副时，称为铰链四杆机构，如图 2-1 所示。在该机构中，固定不动的杆称为机架，与机架用回转副相联接的杆 1 和杆 3，称为连架杆，连接两连架杆的杆 2，称为连杆。如果杆 1 和杆 3 能绕其回转副中心 A 或 D 作整周转动，则称为曲柄，若仅能在某一角度内摆动，则称为摇杆。

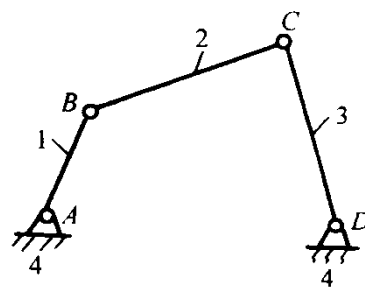


图 2-1 铰链四杆机构

铰链四杆机构可按曲柄、摇杆的存在情况分为三种基本形式：曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构。

1. 曲柄摇杆机构

在铰链四杆机构中，若两连架杆中一个为曲柄另一个为摇杆，则此四杆机构称为曲柄摇杆机构。

通常曲柄为主动件，摇杆为从动件，当曲柄以等速转动时，摇杆作变速往复摆动。如图 2-2 所示的牛头刨床的水平进刀机构，当齿轮 1 转动时，带动齿轮 2（相当于曲柄）转动，再通过连杆 3 使摇杆 4 上的棘爪作往复摆动，从而带动棘轮 5 连同丝杆 6 产生单向间歇运动。

若以摇杆为主动件，曲柄为从动件时，该机构是把摇杆的往复摆动转换成曲柄的连续转动。如图 2-3 所示家用缝纫机的踏板机构，当踏板 1（相当于摇杆）作往复摆动时，连杆 2 便带动曲柄 3 作整周转动，从而使带轮产生连续转动。

2. 双曲柄机构

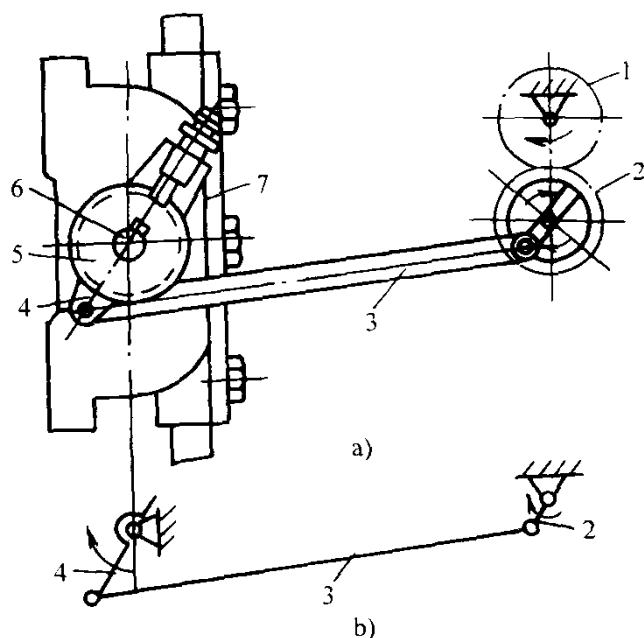


图 2-2 牛头刨床水平进刀机构

1、2—齿轮 3—连杆 4—摇杆 5—棘轮 6—丝杆 7—机架

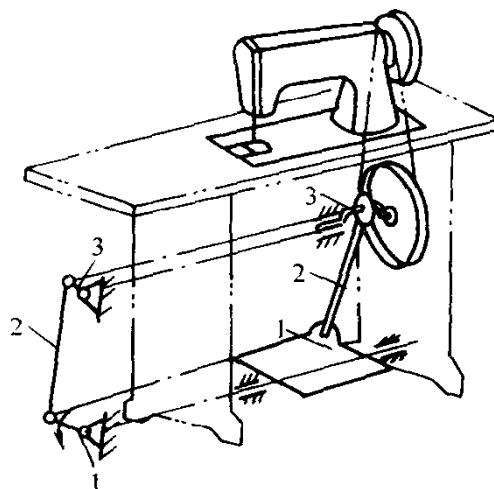


图 2-3 缝纫机踏板机构

1—踏板 2—连杆 3—曲柄

在铰链四杆机构中，若两连架杆均为曲柄，则此四杆机构称为双曲柄机构。

一般双曲柄机构，把主动曲柄的等速转动转换成从动曲柄的变速转动。如图 2-4 所示的惯性筛，当曲柄 1 等速回转时，另一从动曲柄 3 以变速回转，并通过杆 4 带动筛子 5 产生所需加速度，使筛中材料因惯性而达到筛分的目的。

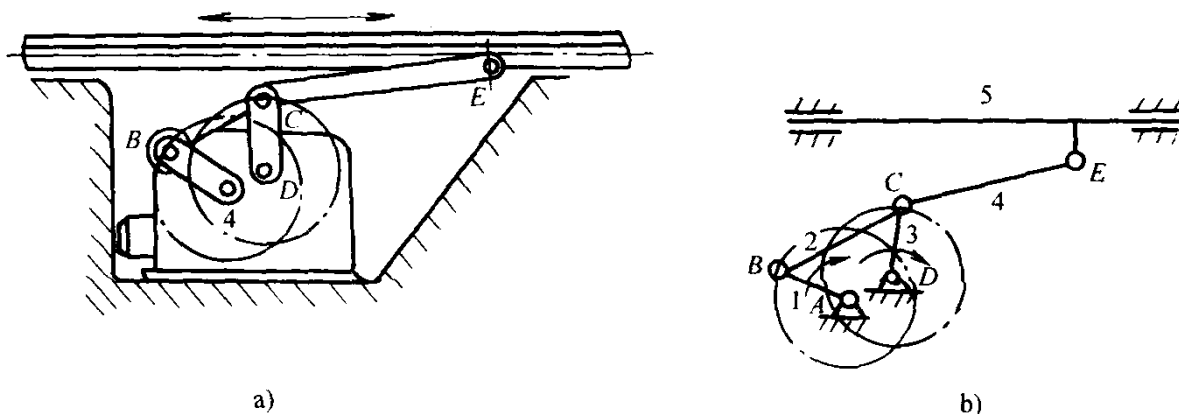


图 2-4 惯性筛机构

1、3—曲柄 2、4—连杆 5—筛子

在双曲柄机构中，当对边两杆的长度分别相等时，此机构称为平行双曲柄机构。

在平行双曲柄机构中，四杆形成平行四边形，称为正平行四边形机构。如图 2-5 所示的机车车轮联动机构，当主动轮 1 以等速转动时，通过连杆 2 使从动轮 3 (4) 得到与主动轮相同的运动。

另一种双曲柄机构，虽然对边两杆长度分别相等，但不平行，此机构称为反平行四边形机构。如图 2-6 所示的汽车车门启闭机构，当主动曲柄 1 转动时，两车门能同时开启或关闭。

3. 双摇杆机构

在铰链四杆机构中，若两连架杆均为摇杆，则此四杆机构称为双摇杆机构。

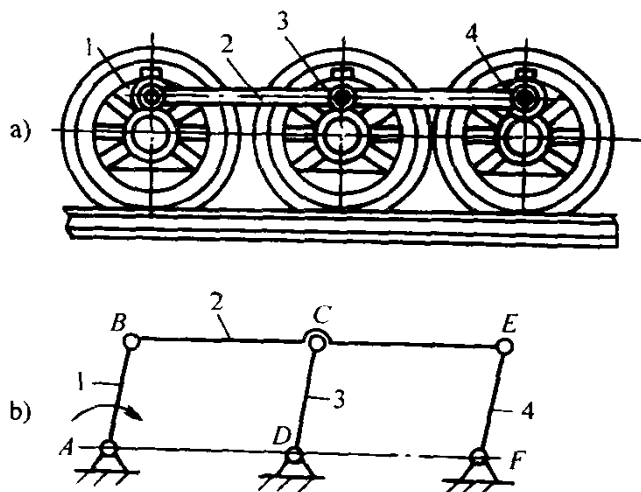


图 2-5 机车车轮联动机构

1—主动轮 2—连杆 3、4—从动轮

图 2-7 所示为飞机起落架机构，当飞机将要着落时，其着落轮 1 需要从机翼 4 中推放出来；起飞后又需要收入机翼中，这些动作是由主动摇杆 3，通过连杆 2，带动从动摇杆 5 实现的。

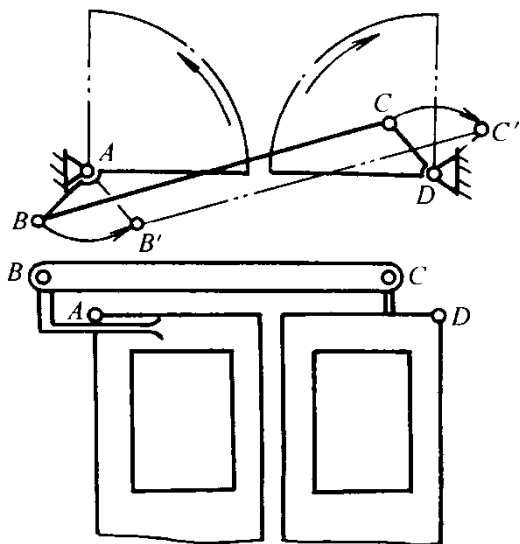


图 2-6 车门启闭机构

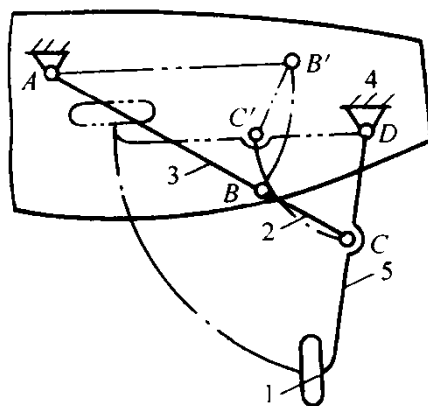


图 2-7 飞机起落架机构

1—落轮 2—连杆 3—主动摇杆 4—机翼 5—从动摇杆

如图 2-8 所示的鹤式起重机机构，当主动摇杆由 AB 摆动到 AB_1 位置时，从动摇杆由 CD 随之摆动到 C_1D 位置，实现对起吊货物的移动。

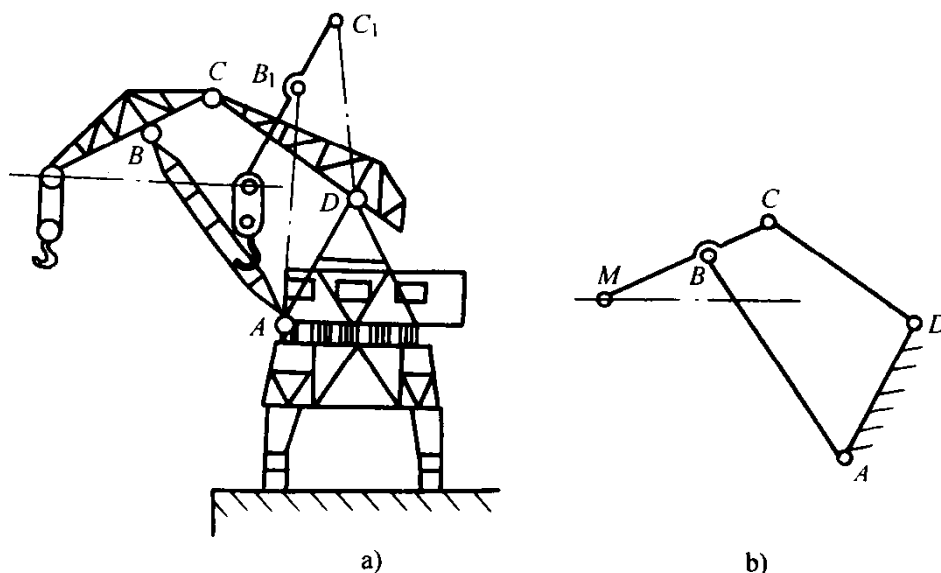


图 2-8 鹤式起重机机构

第二节 铰链四杆机构的演化

各种不同类型的平面四杆机构，在一定条件下可以相互转化。本节将以铰链四杆机构为基础，按其不同的转化途径，分别介绍其他四杆机构，由此进一步认识它们之间的内在联系及其主要区别。

一、转动副转化为移动副

在图 2-9a 所示的曲柄摇杆机构中，构件 1 为曲柄，构件 3 为摇杆，则摇杆 3 上点 C 的运动轨迹是以转动副 D 为中心，摇杆 3 的长度为半径的圆弧。若在机架 4 上制成一环形槽，