

图书在版编目(CIP)数据

机械零件与典型机构 / 王继梅, 贺东辉主编. —2 版.
—上海: 华东师范大学出版社, 2014. 7
十二五创新机电一体化系列教材
ISBN 978-7-5675-2435-4

I. ①机… II. ①王… ②贺… III. ①机械元件—高等职业教育—教材②机构学—高等职业教育—教材 IV. ①TH13②TH112

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 179617 号

机械零件与典型机构(第二版)

总 主 编 吕景泉
主 编 王继梅 贺东辉
项目编辑 吴 余
装帧设计 创图文化

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
网 址 www.ecnupress.com.cn
电 话 021-60821616 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com>

印 刷 者 成都市海翔印务有限公司
开 本 787×1092 16 开
印 张 19.5
字 数 480 千字
版 次 2014 年 8 月第 2 版
印 次 2014 年 8 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5675-2435-4/TB·086
定 价 48.00 元

出 版 人 王 焰

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

目 录



绪论 项目引导——教学设计	1
---------------------	---

第一篇 常用机构的认知与设计

项目一 平面机构的认知	7
任务 1.1 平面机构运动简图的绘制	8
任务 1.2 平面机构自由度的计算	13
项目二 平面连杆机构的认知与设计	20
任务 2.1 平面连杆机构的基本形式认知	21
任务 2.2 平面连杆机构的设计	37
项目三 凸轮机构的认知与设计	42
任务 3.1 凸轮机构的类型及从动件的运动规律	43
任务 3.2 盘形凸轮机构的设计	53
项目四 其他常用机构的认知与设计	65
任务 4.1 螺旋机构的认知	66
任务 4.2 棘轮机构的认知	77

第二篇 常用传动的认知与设计

项目五 带传动和链传动的认知与设计	87
任务 5.1 带传动的认知与设计	88
任务 5.2 链传动的认知与设计	110



项目六 齿轮传动的认知与设计	127
任务 6.1 渐开线直齿圆柱齿轮传动的认知与设计	128
任务 6.2 斜齿圆柱齿轮的认知与设计	155
任务 6.3 直齿圆锥齿轮的认知	163
项目七 蜗杆传动的认知与设计	169
任务 7.1 蜗杆传动的认知与设计	170
项目八 轮系的认知与传动比的计算	189
任务 8.1 轮系的认知与定轴轮系传动比计算	190
 第三篇 常用联接和轴系零部件认知与设计	
项目九 常用联接的认知与设计	205
任务 9.1 螺纹联接的认知与设计	206
任务 9.2 轴毂联接的认知与设计	226
任务 9.3 两轴间联接的认知与设计	236
项目十 轴的设计	245
任务 10.1 轴的认知与设计	246
任务 10.2 轴的工作能力计算	259
项目十一 轴承的认知与选择	267
任务 11.1 轴承的认知与选择	268
任务 11.2 滚动轴承的工作能力计算与组合设计	284
参考文献	301

绪论 项目引导——教学设计

一、指导思想

课程“机械零件与典型机构”是多个工程类专业的核心基础课程。学生通过本课程的学习，可为专业课程的学习打下基础，为以后的职业岗位如机械设计工程师、机电产品安装与调试等打下基础。本课程的内容包括常用机械机构与传动，通用零部件的基本知识、基本理论和常用传动的设计方法。本课程具有很强的理论性和实践性，最终的目标是培养学生的实际动手能力，能够设计真实的机械或机器。

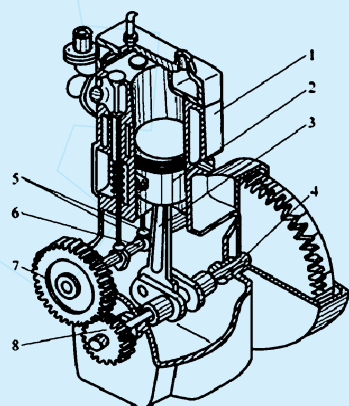
二、教学设计

1. 了解本课程研究对象及基本概念

(1) 认识机器的组成、特征

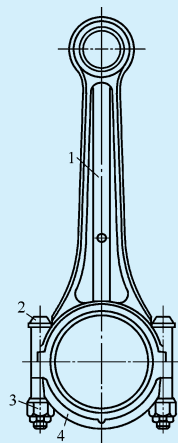
人类通过长期生产实践创造了机器，在现代社会，人们在生产和生活中广泛使用着各种机器，以改善劳动条件，提高生活质量。

图绪-1所示的内燃机中燃气推动活塞做往复移动，经连杆转变为曲轴的连续转动，将燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。



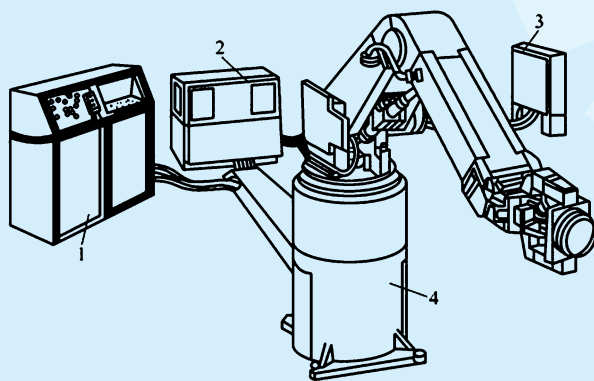
1—气缸体 2—活塞 3—连杆
4—曲轴 5—排气阀推杆
6—凸轮轴 7—大齿轮 8—小齿轮

图绪-1 内燃机



1—连杆体 2—螺栓
3—螺母 4—连杆盖

图绪-2 连杆



1—计算机控制器 2—液压装置 3—电力装置 4—铰接臂机械手

图绪-3 工业机器人

图绪-3 所示的工业机器人，当机械手接到指令时即可完成预定的抓拿、运送货物等动作。机械手部分是传递运动和执行任务的装置，是机器的主体部分，电力和液压装置提供动力，计算机部分实施控制。

从各实物在机器中所起的作用看，每一种机器基本都有五部分组成：动力部分、传动部分、执行部分、控制部分和辅助部分。

从以上两例可以看出，各种机器虽然结构形式、功能、工作原理不同，但都具有以下特征：

- ①它们都是人为的实物组合；
- ②各部分之间具有确定的相对运动关系；
- ③能够代替或减轻人的劳动，实现能量转换或完成有用的机械功。

(2) 认识机器与机构

具有前两部分特征的称为机构，只用于传递运动和动力，具备三个特征的称为机器。机器不仅可以传递运动和动力，还可以实现能量、物料和信息的转换与传递。当只从运动的观点来看，机构和机器并无区别，工程上习惯将机器与机构统称为机械。

(3) 认识构件与零件

构件是机构中的运动单元，它可以是单一的整体，也可以是由几个零件组成的刚性结构。如图绪-2 所示的连杆，它是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 及螺母 3 等几个零件组成。

零件是组成机械的不可拆的基本单元，如螺钉、齿轮轴和弹簧等。

对于机械中的零件，按功能和结构特点又可分为通用零件和专用零件。各种机械中普遍使用的零件称为通用零件，如齿轮、螺栓、螺母、弹簧等。仅在某些专门行业中才用到的零件称为专门零件，如汽轮机的叶片、机床的床身和内燃机的活塞等。

2. 本书的结构设计

本书主要讲解机械中常用的典型机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本的设计理论和计算方法。

本书分三篇：常用机构的认知与设计、常用传动的认知与设计、常用连接和轴系零部件认知与设计。其中，第一篇包括平面机构的认知、平面连杆机构的认知与设计、凸轮机构的认知与设计、其他常用机构的认知；第二篇包括带传动和链传动的认知与设计、齿轮传动的认知与设计、蜗杆传动的认知与设计、轮系的认知与传动比的计算；第三篇包括常用连接的认知与设计、轴的设计、轴承的认知与选择。

以项目为单元，任务为载体，通过实施任务构建学习过程，循序渐进，由浅入深，逐步掌握常用典型机构和典型零件的在工程中的应用和基本设计思路和方法。

三、了解机械设计的基本要求和一般过程

1. 机械设计的基本要求

机械的类型很多，但其设计的基本要求大致相同，主要是在满足预定功能的前提下，具备好性能、高效率、低成本，在预定使用期限内安全可靠、操作方便、维修简单和造型美观等。

2. 机械设计的一般过程

机械设计的过程通常可分为以下几个阶段：

①市场调研，提出和制定产品设计任务书

经过市场调研分析，发现市场需求，通过可行性分析后确定产品设计任务书，其中包括产品的预期功能、有关指标和限制条件等。

②总体方案设计

在满足设计任务书要求的前提下，由设计人员提出各种设计方案并进行分析比较，从中选择最佳方案。

③技术设计

在总体方案的基础上，进行产品的机械与电气设计，机械设计包括总装设计、部件设计和零件设计等，设计结果以工程图及计算书等技术文件的形式表达出来。

④样机的试制

根据技术设计提供的图样和技术文件进行样机试制并经过试运行，检测样机是否达到设计要求。把发现的问题反馈给设计人员，经过修改完善，最后通过鉴定。

⑤产品的正式投产

根据鉴定结论，使样机定型。然后，再由生产条件和市场状况确定生产数量。

3. 机械零件设计的一般步骤

当机械的总体方案已经确定，运动学和动力学计算完成后，就要进行主要零部件的设计。机械零件设计的一般步骤如下：

- (1) 根据机器的具体工作情况和计算公式确定零件的载荷；
- (2) 根据零件工作情况的分析，判定零件的失效形式，从而确定其计算准则；
- (3) 进行主要参数的选择和设计，选择合适的材料，根据计算公式确定零件的主要尺寸，考虑热处理及结构工艺性等要求；
- (4) 参照标准要求，进行零件结构设计；
- (5) 绘制零件工程图，明确技术要求，编写计算说明书及有关技术文件。

四、了解机械零件的工艺性及标准化

机械零件的结构，主要由它在机械中的作用与其他相关零件的关系及制造工艺所决定。零件良好的工艺性就是在具体生产条件下，能高效、低成本地制造和装配出来，主要表现在：毛坯选择合理，结构简单和便于机械加工，加工精度及表面粗糙度选得合适。

随着工业的发展，我国颁布了许多标准，其中有国家标准（GB）、专业标准和企业标准等，在机械设计过程中，优先采用这些标准。标准件因为可以组织专门化生产，既有利于保证产品质量，又可降低成本，在设计中应尽可能采用。在国际上，为了促进世界各国在技术上的统一，成立了国际标准化组织（简称 ISO）和国际电工委员会（简称 IEC），由这两个组织负责制定和颁发国际标准。我国于 1978 年恢复参加 ISO 组织后，陆续修订了自己的标准，在立足我国生产实际的基础上向 ISO 靠拢，以利于加强我国在国际上的技术和产品交流。



第一篇

常用机构的认知与设计

项目一 平面机构的认知

项目目标

本项目包括平面机构的组成、平面机构在什么条件下才具有确定的运动。另外，为了分析旧机器以及设计新机器，都需要将具体的机械抽象成简单的运动学模型，绘制出机构的运动简图。

知识目标	技能目标
了解运动副的概念； 了解平面机构的概念及组成； 熟悉平面机构运动简图绘制的一般步骤； 掌握平面机构自由度计算公式； 掌握自由度计算中应注意的问题； 掌握平面机构具有确定运动的条件。	具有绘制简单机械的机构运动简图的能力； 能熟练计算平面机构的自由度； 具有识别复合铰链、局部自由度和常见虚约束的能力； 具备判定机构具有确定相对运动的能力。



任务 1.1 平面机构运动简图的绘制

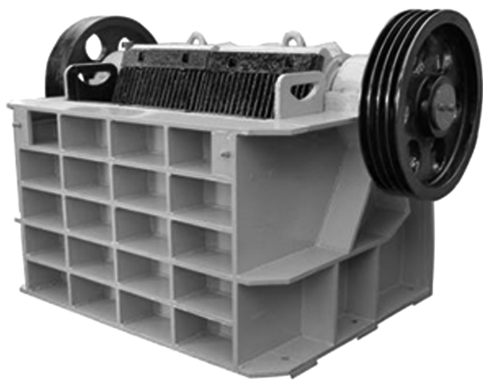
任务目标

- 了解运动副的概念与分类；
- 了解平面机构的概念与组成；
- 熟悉构件与运动副的表示方法；
- 掌握平面机构运动简图绘制的一般方法；
- 能熟练绘制简单机械的机构运动简图。

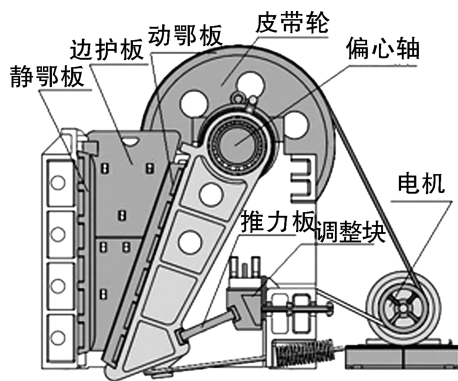
任务描述

● 任务内容

图 1.1 所示为颚式破碎机的实物图及结构示意图。试分析颚式破碎机的结构组成，并对其进行运动分析。



(a) 实物外形图



1-2

(b) 结构示意图

图 1.1 颚式破碎机及其结构示意图

● 实施条件

了解颚式破碎机的工作原理；了解机构的组成；了解构件及运动副的表示方法；掌握绘制机构运动简图的基本步骤；能（使用手册）进行有关资源的查询。



任务实施

步骤一 准备工作

一、了解平面机构及其组成

机构是机器的重要组成部分。

机构是由许多构件以一定的方式连接而成，若组成机构的所有构件均在同一平面或平行平面内运动，该机构称为平面机构，否则称为空间机构。

二、熟悉运动副及其分类

组成机构的每个构件都是以一定的方式与其他构件相互连接，通过连接，各构件之间并没有被固定，而是仍有一定的相对运动。机构中使两构件直接接触并产生一定相对运动的连接，称为运动副。例如单缸四冲程内燃机中的活塞与气缸体的连接，自行车车轮与轴的连接等，都构成运动副。平面机构中，构成运动副的各构件的运动均为平面运动，故称平面运动副。

两构件组成运动副，均是通过点、线、面（称为运动副元素）的接触来实现。根据运动副接触形式的不同，将运动副分为两类：高副和低副。

1. 高副

两构件以点或线接触所组成的运动副称为高副。常见的平面高副有凸轮副和齿轮副，如图 1.2 所示。

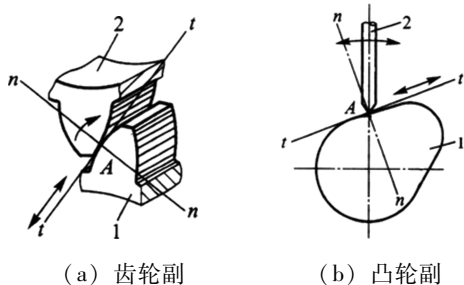


图 1.2 平面高副

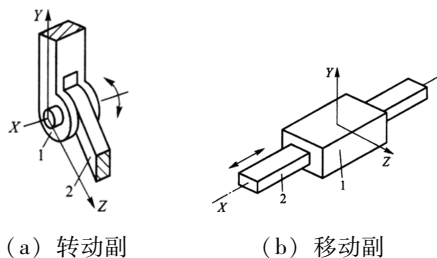


图 1.3 平面低副

2. 低副

两构件通过面接触所组成的运动副称为低副。根据他们之间的相对运动形式的不同，又将低副分为转动副和移动副。

(1) 转动副

两构件组成只能绕同一轴线作相对转动的运动副称为转动副，又称铰链。如图 1.3 (a) 所示，构件 1 相对于构件 2 只能绕 x 轴转动，形成转动副。

(2) 移动副



两构件组成只能沿某一轴线方向作相对移动的运动副称为移动副。如图 1.3 (b) 所示, 构件 1 和构件 2 只能沿 x 轴方向做相对移动, 形成移动副。

步骤二 绘制平面机构运动简图

在研究或设计机构时, 为了减少和避免机构复杂的结构和外形对运动分析带来的不便和混乱, 我们可以不考虑机构中与运动无关的因素, 用简单的线条和符号来表示构件和运动副, 并按一定比例定出各运动副的相对位置。这种用规定的线条和符号来表示机构各构件间的相对运动关系的图形, 称为机构运动简图。

机构运动简图所表示的主要内容有: 机构类型、构件数目、运动副的类型和数目以及运动尺寸等。

一、构件及运动副的表示方法

1. 构件

构件均用线段或小方块等来表示 (如图 1.4 所示)。组成机构的构件按运动性质可分为原动件、从动件和机架三类, 画有箭头的表示原动件, 画有斜线的表示机架。

2. 运动副

(1) 转动副

转动副用小圆圈表示, 小圆圈的圆心表示回转轴线, 如图 1.5 (a) 所示。表示一个构件参与多个转动副时, 则应在两条线交接处涂黑或在构件内画上斜线, 如图 1.5 (b) 所示。

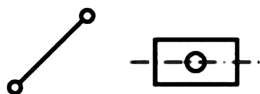


图 1.4 构件的表示方法

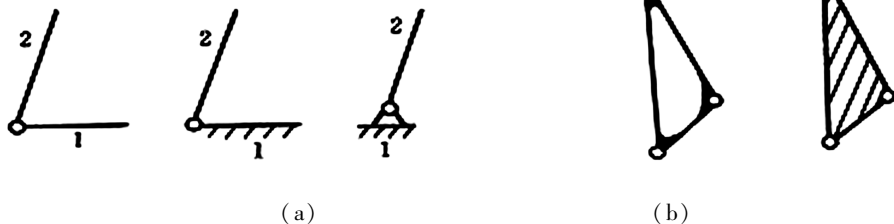


图 1.5 转动副的表示方法

(2) 移动副

常用移动副的表示方法如图 1.6 所示, 注意移动副的导路必须与相对移动方向一致。

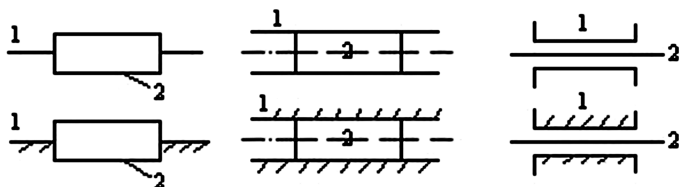


图 1.6 移动副的表示方法



(3) 平面高副

平面高副直接用接触处的曲线轮廓表示。对于凸轮、滚子，习惯画出其全部轮廓；对于齿轮，常用点划线画出其节圆，如图 1.7 所示。

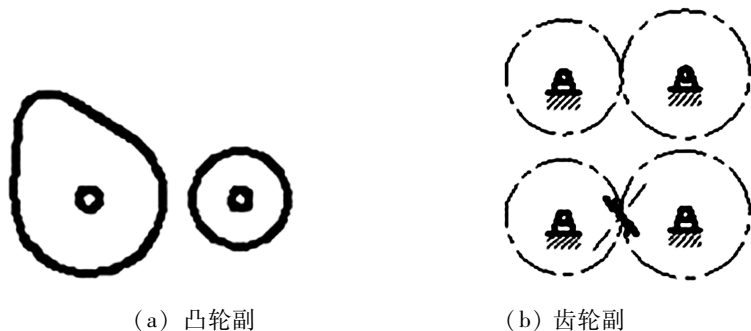


图 1.7 平面高副的表示方法

其他机构运动简图的常用符号参见 GB 4460 - 1984。

二、绘制平面机构运动简图的步骤

绘制平面机构运动简图一般按下列步骤进行：

- (1) 分析机构的组成，明确机架、原动件和从动件。
- (2) 分析机构运动情况。明确机架、原动件以及构件间相对运动关系，如从主动件开始（按运动传递的顺序依次进行），确定构件和运动副的种类及数目，构件可用数字编号，运动副可用字母代表。

(3) 选择视图平面。一般选择与各构件运动平面相互平行的平面作为绘制机构简图的视图平面。

(4) 绘制机构运动简图。选择适当的比例尺，确定好各运动副之间的相对位置，从主动件开始依次用规定的线条和符号表示构件和运动副，绘出机构运动简图。

选择的比例尺为：

$$\mu_L = \frac{\text{构件的实际长度}}{\text{构件的图示长度}}$$

三、绘制颚式破碎机的机构运动简图

(1) 颚式破碎机主体机构由机架 1、偏心轮 2、动颚板 3 和推力板 4 四个构件组成。颚式破碎机的工作是靠其右侧的带轮 5 驱动偏心轮，使得动颚板往复摆动，完成挤碎石料的，故惯性轮与机构运动无关，不作考虑。

(2) 当偏心轮绕轴线转动时，与机架在 A 点形成转动副，偏心轮与动颚板组成转动副 B，肋板与动颚板组成转动副 C，肋板与机架组成转动副 D（如图 1.8 所示）。

(3) 图 1.8 中已清楚地表达出各构件之间的运动关系，故选择此平面为视图平面，同时选定转动副 A 的位置。

(4) 按适当的比例，根据各转动副之间的尺寸和位置关系，画出转动副 B、C、D 的位置，再用线段符号将各运动副连接起来，标出原动件与机架，如图 1.8 所示。

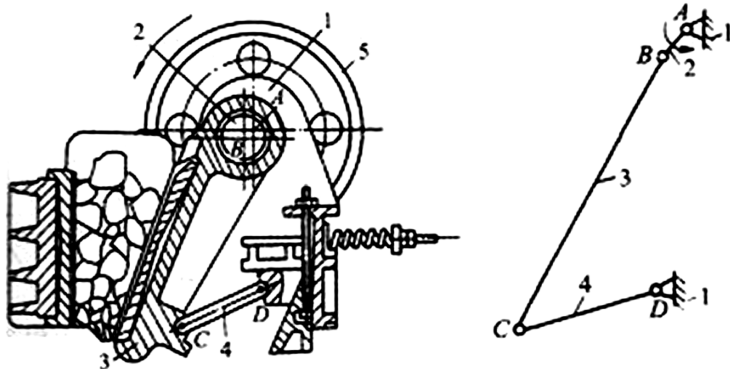


图 1.8 颚式破碎机机构运动简图

任务检查与评价

1. 学生是否严格遵守课程设计纪律，按照规定时间完成设计任务（占 30%）。
2. 机构运动简图绘制的质量与规范（占 70%）：
 - (1) 独立完成颚式破碎机的运动分析；
 - (2) 各构件和运动副表示正确；
 - (3) 选择比例合理。
3. 机构运动简图说明书的质量与规范（占 30%）。

习题自测

1. 选择题

- (1) 两构件组成运动副的必备条件是（ ）。
 - A. 直接接触且有相对运动
 - B. 直接接触但无相对运动
 - C. 不接触且有相对运动
- (2) 两构件的接触形式是面接触，其运动副类型是（ ）。
 - A. 凸轮副 B. 低副 C. 齿轮副
- (3) 若两构件组成高副，则其接触形式是（ ）。
 - A. 面接触 B. 线接触 C. 点接触

2. 判断题

- （ ）(1) 构件与构件之间直接接触且有一定相对运动的连接称为运动副。
- （ ）(2) 高副的主要特点是两构件之间以面的形式接触。
- （ ）(3) 机构运动简图既表示机构的真实组成，又可以表示机构各构件之间的运动关系。

4. 简答题

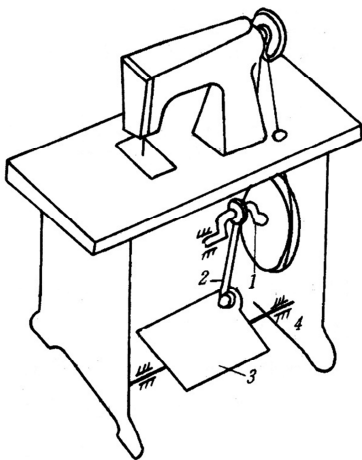
- (1) 试说明绘制机构运动简图的一般步骤。



(2) 运动副可以分为哪几类？各有什么特点？

5. 综合题

题图 1.1 所示为缝纫机的结构示意图，试绘制其机架主体工作部分的机构运动简图。



题图 1.1 缝纫机结构示意图

任务 1.2 平面机构自由度的计算



任务目标

- 了解平面机构自由度的概念；
- 掌握平面机构自由度的计算方法；
- 能识别复合铰链、局部自由度和常见虚约束；
- 掌握平面机构具有确定运动的条件。

任务描述

● 任务内容

分析任务 1.1 中颚式破碎机的机构运动简图（如图 1.8 所示），计算其自由度，并确定需满足什么条件，机构具有确定的运动。

● 实施条件

熟悉颚式破碎机的工作原理及其工作时的驱动元件；掌握平面机构自由度的计算方法及机构具有确定运动的条件。



任务实施

步骤一 计算平面机构的自由度

一、构件的自由度

在平面运动中,一个独立的构件具有三个独立的运动,如图 1.9 所示,即沿 x 轴和 y 轴的移动及在 xOy 平面内的转动。构件的位置,可以用其上任意一点 A 的 x 坐标、 y 坐标及其任意直线 AB 的倾角 α 来决定, x 、 y 及 α 为三个独立的参数。人们把构件相对于参考系具有的独立运动参数的数目称为构件的自由度。

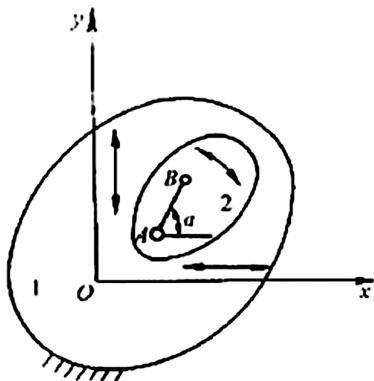


图 1.9 构件的自由度

二、运动副对构件的约束

当两构件通过运动副连接以后,构件的相对运动受到限制,从而使其自由度减少,这种限制就称为约束。每引入一个约束,构件的自由度就减少一个。运动副的类型不同,引入的约束数目也不同。如图 1.3 (a) 所示转动副,构件沿 z 轴和 y 轴两个方向的移动都受到限制,而只能在坐标平面 yOz 内转动,引入两个约束,自由度减少两个。同理,如图 1.3 (b) 所示移动副也引入两个约束。如图 1.2 (c) 所示平面机构的高副,构件 2 相对于构件 1 在切线 $t-t$ 方向可移动,绕垂直于平面的轴可以转动,但在其接触点法线 $n-n$ 方向的运动受到约束,构件的自由度减少一个。

总之,引入一个平面低副就引入两个约束,自由度减少两个;引入一个平面高副就引入一个约束,自由度减少一个。

三、平面机构的自由度

1. 平面机构自由度的计算

机构具有确定的独立运动的数目称为机构的自由度。设一个平面机构由 N 个构件组成,其中必有一个机架,因机架为固定件,其自由度为零,故活动构件数 $n = N - 1$ 。这 n 个活动构件在没有通过运动副连接时,应该共有 $3n$ 个自由度,当用运动副将构件连接起来组成机构之后,自由度随之减少。如果上述机构中引入了 P_L 个低副, P_H 个高副,自由度减少的总数就为 $2P_L + P_H$ 个,则该机构的自由度为:

$$F = 3n - 2P_L - P_H \quad (1.1)$$

用式 1.1 计算图 1.8 所示的颚式破碎机的机构自由度,则 $F = 3 \times 3 - 2 \times 4 = 1$ 。

2. 计算自由度的注意事项

在进行机构自由度的计算时,应注意以下几个问题:



(1) 复合铰链

两个以上的构件在一处共用同一转动轴线所构成的转动副称为复合铰链。如图 1.10 (a) 所示是三个构件组成的复合铰链, 从侧视图 1.10 (b) 中可以看出, 构件 3 分别与构件 1、构件 2 构成两个转动副。以此类推, 如果有 m 个构件同时在一处以转动副相连, 必然构成 $m-1$ 个转动副。

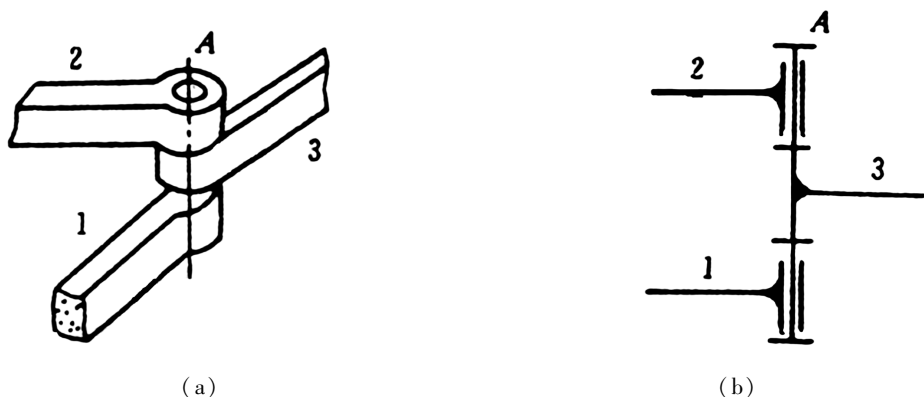


图 1.10 复合铰链

(2) 局部自由度

机构中某些构件所具有的与机构的输出运动无关的自由度称为局部自由度, 在计算机构自由度时应予以消除。如图 1.11 (a) 所示的凸轮机构, 滚子绕自身轴线的转动不影响其它构件的运动, 只是为了减少从动件与凸轮间的磨损, 构成局部自由度。计算机构自由度时应将滚子和从动件焊接在一起, 如图 1.11 (b) 所示, 消除局部自由度。则该机构活动构件数 $n=2$, 低副数 $P_L=2$, 高副数 $P_H=1$, 由式 (1.1) 得:

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 2 - 2 \times 2 - 1 \times 1 = 1$$

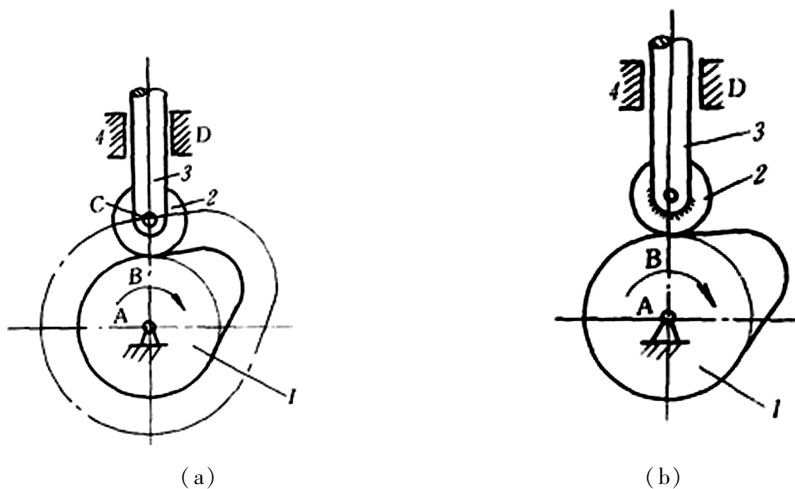


图 1.11 凸轮机构的局部自由度



(3) 虚约束

在某些机构中会存在引入的约束相重复的运动副，这些重复的约束实际上对机构的运动并不起独立的限制作用，所以称为虚约束。在计算自由度时应先将虚约束去掉。

常见的虚约束有以下几种：

1) 运动轨迹重合。机构中两构件相连，连接前被连接件上连接点的轨迹和连接件上连接点的轨迹重合，则该运动副引入的约束为虚约束，如图 1.12 所示 EF 杆引进的 E 、 F 处的约束。

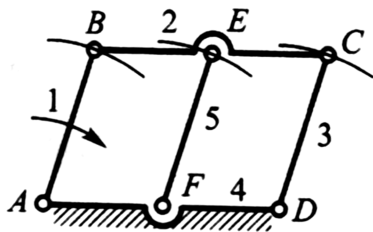


图 1.12 运动轨迹重合引入虚约束

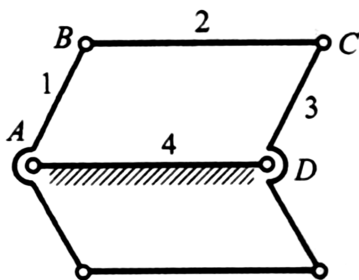


图 1.13 两点间距离不变引入虚约束

2) 两点间保持距离不变。若机构中两构件上两点间的距离始终保持不变，将此两点用构件和运动副连接时，则将引入虚约束，如图 1.13 所示。

3) 重复移动副。两构件同时在几处接触并构成几个移动副，且各移动副的导路互相平行或重合。如图 1.14 所示，只算一个移动副，其余是虚约束。

4) 重复转动副。两构件间在几处构成转动副且各转动副轴线重合时，只算一个转动副，其余为虚约束，如图 1.15 所示。

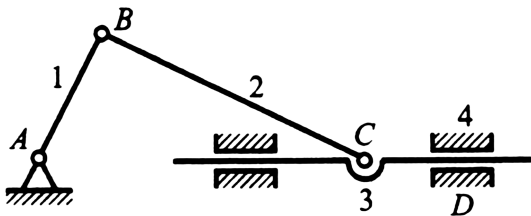


图 1.14 重复移动副引入虚约束

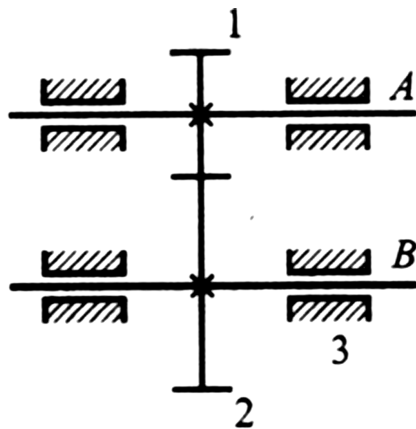


图 1.15 重复转动副引入虚约束

5) 重复高副。机构中对传递运动不起独立限制作用的对称部分。例如图 1.16 所示轮系，中心轮 1 经过 3 个对称布置的小齿轮 2、2' 和 2'' 驱动内齿轮 3，其中有两个小齿轮对传递运动不起独立作用。这是为了改善受力情况而装设的，实际上只需要一个小齿轮就能满



足运动要求。

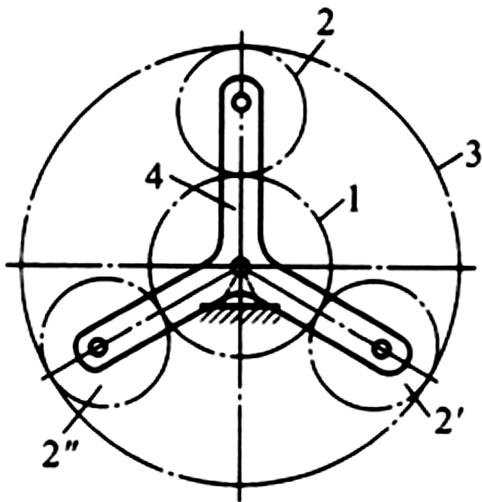


图 1.16 差动齿轮系

因为虚约束可以改善机构的受力情况，所以在机构的设计中是常见的。在计算机构的自由度时，应先除去机构中存在的局部自由度和虚约束，然后用式（1.1）计算机构的自由度。

步骤二 确定机构具有确定运动的条件

机构是由构件和运动副组成的，机构要实现预期的运动传递和变换，必须使其运动具有可能性和确定性。

一、机构运动的可能性

如果机构的自由度等于零，如图 1.17 所示，则构件组合在一起形成刚性结构，各构件之间没有相对运动，故不能构成机构。

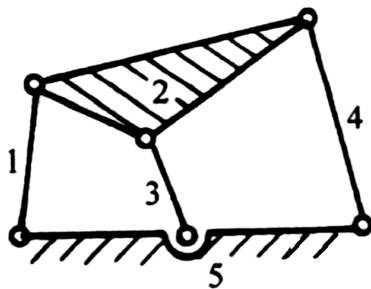


图 1.17 自由度 $F=0$

二、机构运动的确定性

图 1.18 所示的五杆机构的自由度 $F=2$ ，图 1.19 所示四杆机构的自由度 $F=1$ ，自由度均大于零，机构具有运动的可能行。从动件本身不能独立运动，要靠原动件带动，所以



低副数 $P_L=9$ (7 个转动副和 2 个移动副), 高副数 $P_H=1$, 由式 (1.1) 得:

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 7 - 2 \times 9 - 1 \times 1 = 2$$

此机构的自由度等于2，且等于原动件的个数，所以机构具有确定的相对运动。

习题自测

1. 选择题

- (1) 当机构中主动件数目 () 机构自由度数目时, 该机构具有确定的相对运动。
A. 小于 B. 等于 C. 大于 D. 大于或等于
- (2) 平面运动构件最多具有 ()。
A. 一个自由度 B. 两个自由度 C. 3 个自由度 D. 4 个自由度
- (3) 一个高副可以对构件限制 ()。
A. 一个自由度 B. 两个自由度 C. 3 个自由度 D. 4 个自由度
- (4) 一个低副可以对构件限制 ()。
A. 一个自由度 B. 两个自由度 C. 3 个自由度 D. 4 个自由度

2. 判断题

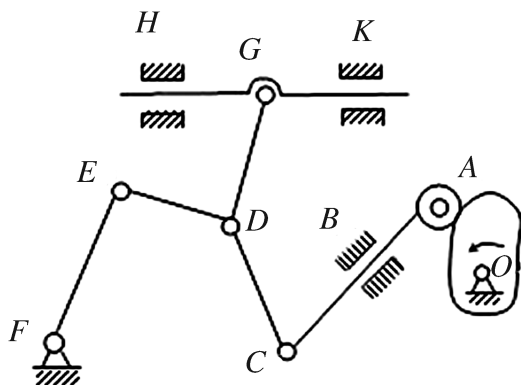
- () (1) 平面低副具有两个约束，而高副具有一个约束。
- () (2) 计算机构自由度时不需要考虑复合铰链。
- () (3) 齿轮与齿轮的接触属于低副。

3. 简答题

- (1) 机构具有确定运动的条件是什么?
- (2) 计算机构的自由度时需要注意哪些问题?

4. 计算题

计算题图 1.2 所示机构的自由度（若有复合铰链、局部自由度或虚约束，须明确指出）。



题图 1.2

项目二 平面连杆机构的认知与设计

项目目标

知识目标	技能目标
了解铰链四杆机构的基本类型及应用场合；	能根据运动特点选择合适的四杆机构；
了解带移动副的四杆机构的类型及应用场合；	能正确判断铰链四杆机构的基本类型；
掌握铰链四杆机构曲柄存在的条件；	能正确识别带移动副的四杆机构；
熟悉四杆机构的基本特性；	具有识别四杆机构基本特性的能力；
掌握平面连杆机构的设计方法。	能用作图法设计简单的平面连杆机构。