

普通高校“十一五”规划教材

机械设计基础

案例教程

主 编 王 云 黄国兵
副主编 朱保利 李国臣

(下册)



北京航空航天大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械设计基础

案例教程

主 编 王 强 副主编
副主编 张树刚 李树刚

(下册)



中国机械工业出版社

TH122

569

:2

2006

普通高校“十一五”规划教材

机械设计基础 案例教程(下册)

主 编 王 云 黄国兵
副主编 朱保利 李国臣

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本教程是为适应现代机械设计的发展需要,立足于学生的知识、能力与素质的协调培养,密切结合机械设计工程实践而编写的。

为方便案例教学,本教程在教学内容的选取和编排上进行了改革,共分两册,本书为下册,主要以机构设计与分析为主,包括常用机构工作原理与设计分析、机电产品总体方案设计、创新与分析、工业自动化与工业机器人简介、计算机辅助机械分析。

本教程可以作为机械类和近机类专业的本科生教材,也可供有关工程设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础案例教程.下册/王云,黄国兵主编.

北京:北京航空航天大学出版社,2006.12

ISBN 7-81077-935-4

I. 机… II. ①王…②黄… III. 机械设计—案例—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 125405 号

机械设计基础案例教程(下册)

主 编 王 云 黄国兵

副主编 朱保利 李国臣

责任编辑:韩文礼

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-935-4 定价:26.00 元

前 言

创新源自设计。

建设创新型国家,离不开创新设计;发展现代工业,必须首先提高现代机械设计水平。

现代机械设计与传统机械设计在设计方法和设计内容上已有相当的变化;在设计方法上广泛采用计算机辅助设计、虚拟仿真设计等现代设计分析方法;在设计内容上已不再是纯机械设计,而是日趋光机电一体。而当前在机械设计类课程的教学普遍存在课程门类多、课程内容条块分割严重、教学学时紧、教学内容与工程实际结合不紧、学生工程应用与创新能力培养手段欠缺、难以建立机械总体设计概念、总体教学效果不佳的现状。

针对上述问题与要求,编者结合在机械、机电设计类课程的长期教学实践,从学生的学习认知规律、特点出发,对教学内容、教学方法、教学安排等方面进行了全面的积极改革;在教学内容上,从培养学生机电工程设计开发能力和综合专业素质的需要出发,根据机械设计的发展需要,结合现代机电工程设计要求,对机械设计类课程群的教学内容进行优化整合,避免出现内容交叉重复和知识盲区;在教学方法上,采用案例教学、理论教学与课程设计训练同步进行的的教学组织方式,有利于把学习、模仿练习、借鉴创新有机地结合起来,有利于学生的工程实践和创新能力培养。

案例教学可以适应不同层次的学生,进行因材施教:基础好、学习能力强的学生可以根据案例举一反三,拓展知识,培养锻炼自主学习能力;基础欠缺的学生可以集中精力学懂案例,掌握基本知识和基本技能,可以模仿进行一般的机电产品设计分析,达到基本的教学要求,从而保证每个人都有机会得到发展提高。

本教材分上下两册,涵盖现有的“机械原理”、“机械设计”和“机电传动控制”、“计算机辅助机械设计”课程的部分内容,以培养学生具备一般中等程度的机电产品设计能力为目标,重点进行机电产品及设备的设计与创新能力的培养与训练。

本书为下册,主要以介绍机构设计与分析为主,包括机电产品综合创新设计的基本理论知识和技法,常用机构工作原理与设计分析,机构组合及机电产品总体方案设计与分析,工业自动化与工业机器人简介、计算机辅助机械分析。

应用本案例教程,可以比较方便的围绕工程实例组织课程教学,指导学生采用学练结合的方式,学习机电产品与设备的一般设计方法步骤、掌握应用计算机辅助设计手段进行常用机电产品设计的理论与方法,进行中等复杂程度机电产品与设备的设计,并拓展相关知识,提高解决机电产品设计工程实际问题的能力。

参加本节教程编写的单位和人员有南昌航空工业学院的王云、朱保利、许瑛、刘文光、封立耀,新余高等专科学校的黄国兵,井冈山学院的李国臣,全书由王云、黄国兵统稿。

由于编者经验水平有限,书中错误、疏漏和不妥之处恳请读者予以批评指正。

编 者

2006年9月

目 录

(上册)

第1章 绪 论	1
1.1 机械的概念	1
1.2 机械设计要求、设计过程及设计内容	6
1.3 机械零件的常用材料	9
1.4 本课程教学任务与教学要求	12
1.5 现代机械设计方法简介	13
第2章 机械动力与传动系统	18
2.1 机械动力概述	18
2.2 电动机基本类型、结构及应用	19
2.3 电动机选择	27
2.4 电动机选择的案例分析	32
2.5 机械传动系统设计简介	34
第3章 带传动与链传动	38
3.1 引 言	38
3.2 带传动	39
3.3 带传动案例设计与分析	50
3.4 链传动	57
3.5 链传动案例设计与分析	67
习 题	71
第4章 齿轮传动	74
4.1 概 述	74
4.2 渐开线齿轮基本参数与尺寸计算	75
4.3 渐开线齿轮啮合传动	90
4.4 渐开线齿轮的加工原理	92
4.5 齿轮传动强度计算	95
4.6 齿轮传动设计计算案例分析	113
4.7 齿轮的结构设计与润滑	121
4.8 减速器	126
4.9 轮 系	128
4.10 变位齿轮与其他齿轮传动简介	136
习 题	144

第 5 章 机械连接	154
5.1 概 述	154
5.2 螺纹连接与螺旋传动	154
5.3 螺栓连接选择与设计	159
5.4 键连接与其他连接	172
5.5 机械连接案例设计与分析	178
5.6 重要螺栓连接设计简介	182
习 题.....	185
第 6 章 轴系零、部件	189
6.1 引 言	189
6.2 轴的设计与校核	190
6.3 轴承类型与选择	196
6.4 滚动轴承的校核计算	205
6.5 滚动轴承装置设计	208
6.6 滑动轴承的结构设计	215
6.7 滑动轴承校核计算	219
6.8 联轴器与离合器	221
6.9 案例设计与分析	229
6.10 轴的疲劳强度计算简介.....	237
习 题.....	249
第 7 章 机械结构设计	253
7.1 提高机械性能的结构设计	253
7.2 机械零件的结构设计	256
7.3 考虑装配和维修的机械结构设计	262
7.4 箱体的结构设计	264
7.5 导轨的结构设计	267
第 8 章 计算机辅助机械设计简介	273
8.1 概 述	273
8.2 SolidWorks 软件简介	274
8.3 机械三维 CAD 应用实例	279
参考文献	295

(下册)

第 9 章 机构设计与分析基础	1
9.1 机构的结构分析	1
9.2 机构的运动分析.....	10
9.3 机构分析案例.....	16

9.4 机构受力分析简介	21
习 题	29
第 10 章 连杆机构设计与分析	36
10.1 连杆机构的类型和应用	36
10.2 平面连杆机构运动和动力特性	40
10.3 平面连杆机构常见设计问题与设计方法	45
10.4 案例设计与分析	57
10.5 空间连杆机构	61
习 题	63
第 11 章 凸轮机构设计与分析	66
11.1 凸轮机构的应用与分类	66
11.2 凸轮机构运动和动力特性	68
11.3 凸轮机构常见设计问题与设计方法	73
11.4 案例设计与分析	79
习 题	83
第 12 章 其他常用机构设计与分析	87
12.1 其他常用机构简介	87
12.2 常用执行与变换机构应用实例	98
12.3 案例设计与分析	100
12.4 机构变异、创新与组合简介	101
第 13 章 机械动力学分析	107
13.1 概 述	107
13.2 机械的等效动力学模型	108
13.3 机械速度波动及其调节	113
13.4 飞轮设计	117
13.5 转子平衡	120
13.6 案例设计与分析	128
13.7 高速机械转子动力学与机构平衡简介	130
习 题	134
第 14 章 机械总体方案设计与分析	138
14.1 概 述	138
14.2 产品功能设计与分析	139
14.3 执行机构运动协调设计	141
14.4 机构运动方案设计与评价	149
14.5 案例设计与分析	155
14.6 机械创新设计简介	160
第 15 章 机械控制系统设计简介	172
15.1 概 述	172

15.2 常用电气控制元件.....	172
15.3 继电器-接触器控制系统设计	184
15.4 可编程控制器应用基础.....	192
15.5 案例设计与分析.....	215
习 题.....	217
第 16 章 工业机器人简介	219
16.1 概 述.....	219
16.2 工业机器人及机械手应用举例.....	222
第 17 章 计算机辅助机械分析简介	225
17.1 SolidWorks 的分析插件简介	225
17.2 计算机辅助机械分析应用实例.....	229
参考文献.....	244

第9章 机构设计与分析基础

【教学目的和任务】熟练掌握机构的组成分析、机构自由度的计算、机构具有确定的运动条件的判定,具有识读和绘制机构运动简图的能力;熟练掌握应用瞬心法进行机构的运动分析,了解机构运动分析的解析法,掌握考虑摩擦影响的机构受力分析方法。

就其组成部分而言,机器乃是一种可用来变换或传递能量、物料和信息的机构的组合体,而机构就是用来传递与变换运动和力的可动装置,如带传动、链传动、连杆机构、凸轮机构及齿轮机构等。因此要设计出一台实用方便的机器,首先需要设计出合适的机构,各种机构按一定规律关联互动就构成我们所需要的机器。机器性能的好坏,首先取决于机构性能的好坏,因此对机构进行分析是进行机构设计的基础。为了更好地设计各种需要的机构,或对现有机构进行深入分析,本章将介绍机构设计与分析共性的基础知识,重点介绍机构的结构分析、运动分析和受力分析。

9.1 机构的结构分析

本节主要研究机构的组成、机构运动简图的画法、机构自由度的计算以及机构具有确定运动的条件。通过学习,掌握进行机构的结构分析的方法。

9.1.1 机构的组成

机构有各种各样的形式和结构,但所有机构都是具有相对运动的构件按一定方式连接而成的组合体。总的来说,机构是具有确定运动的运动链,由构件和运动副两个要素组成。下面具体介绍这几个概念。

1. 构 件

机构中每一个独立的运动单元体称为一个构件(link)。构件可以由一个零件组成,也可以是由多个零件刚性的连接在一起。构件与零件的区别在于:构件是运动的单元,零件是加工制造的单元。

2. 运动副

两个构件之间直接接触所形成的可动连接称为运动副(kinematics pairs)。

两构件组成运动副,不外乎通过点、线或面的接触来实现。按照接触形式,通常把运动副分为低副和高副两类。

(1) 低 副

两构件通过面接触而构成的运动副称为低副(lower pair)。平面机构中的低副有转动副和移动副两种。若组成运动副的两构件之间只能做平面转动,这种运动副称为转动副(revolute pair)或回转副,也称铰链,如图 9.1 所示。若组成运动副的两构件之间只能沿某直线相对移动,这种运动副称为转动副(sliding pair or prismatic pair),如图 9.2 所示。

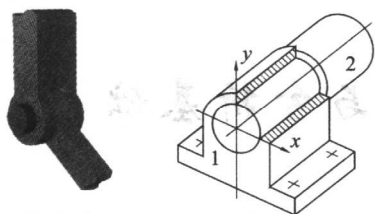


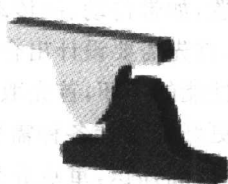
图 9.1 转动副



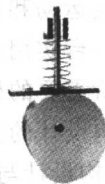
图 9.2 移动副

(2) 高 副

两构件通过点或线接触而构成的运动副称为高副(higher pair)。如图 9.3 所示,凸轮与推杆、轮齿 1 与轮齿 2 之间组成的运动副是常见的平面高副。



轮齿与轮齿



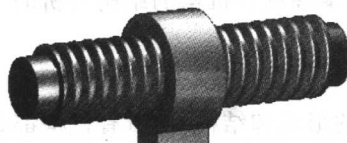
凸轮与推杆

图 9.3 高 副

除上述平面运动副之外,机械中还经常用到一些空间运动副(如图 9.4 所示),如球面副、球销副、螺旋副、圆柱副等。



球面副

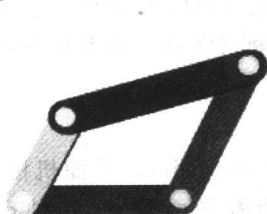


螺旋副

图 9.4 空间副

3. 运动链

若干个构件通过运动副连接构成的系统称为运动链(kinematics chain)。如果运动链中的各构件构成首末封闭的系统则称为闭式链(closed chain),如图 9.5(a)所示;否则称为开式链(open chain),如图 9.5(b)所示。在一般的机械中,大多数采用闭式链,而在机器人机构中大多数采用开式链。



(a) 闭式链



(b) 开式链

图 9.5 运动链

4. 机 构

在运动链中,固定一个构件称为机架(frame),指定独立运动构件称为原动件(driving links),其余构件称为从动件(driven links),若从动构件有确定的相对运动,则该运动链便成为机构(mechanism)。

从运动的观点来看,任何一个机器都是由若干个机构组成。图 9.6 所示的内燃机由三大机构组成:

① 连杆机构——由活塞 2、连杆 5、曲轴 6 和机架(气缸体 1)组成;

② 齿轮机构——由小齿轮 10、大齿轮 9(9') 和机架组成;

③ 凸轮机构——由凸轮轴 7、推杆 8 和机架组成。

其中齿轮机构和连杆机构通过曲轴 6(与小齿轮 10 固结)相关联;和凸轮机构通过凸轮轴 7(与大齿轮 9 固结)相关联;这样,三个执行机构相互协调配合,组成了内燃机的机械执行系统。

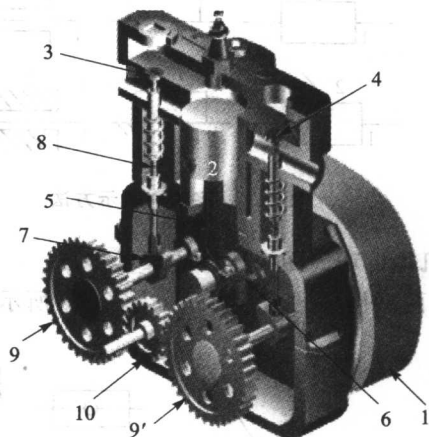


图 9.6 内燃机结构图

9.1.2 机构的运动简图

实际机构的外形和结构一般很复杂,但各构件的运动仅决定于运动副的类型和机构的运动尺寸(运动副相对位置尺寸),而与构件的外形、断面尺寸、组成构件的零件数目及固联方式等无关。因此,根据机构的运动尺寸,按一定的比例尺定出各运动副的位置,并用国标规定的简单线条和符号代表构件和运动副,绘制出表示机构运动关系的简明图形称为机构运动简图(kinematics diagram of a mechanism)。该图可以很方便地用于现有机件或新机械原理方案的设计、分析与讨论。

有时,如果只是为了表明机械的结构状态,而不按比例来绘制简图,通常把这种简图称为机构示意图(schematic diagram of a mechanism)。

1. 机构运动简图中运动副的表示方法

两构件组成转动副的表示方法,如图 9.7 所示。用圆圈表示转动副,其圆心代表相对转动轴线。若组成转动副的两构件都是活动件,则用图 9.7(a)表示;若其中有一个为机架,则用图 9.7(b)表示,机架上加阴影线(以下相同)。

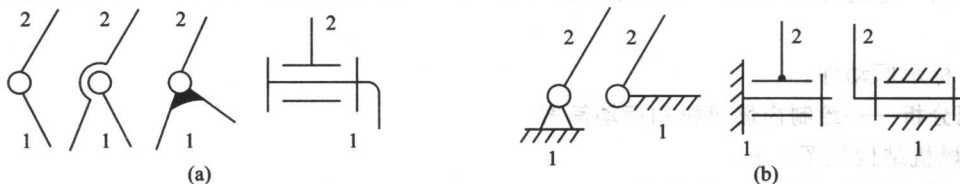


图 9.7 转动副表示方法

两构件组成移动副的表示方法,如图 9.8 所示。移动副的导路必须与相对运动方向一致,运动副表示的特点是可选择任一构件画成长方形。

两构件组成高副的表示方法,如图 9.9 所示。应当画出两构件的轮廓曲线。

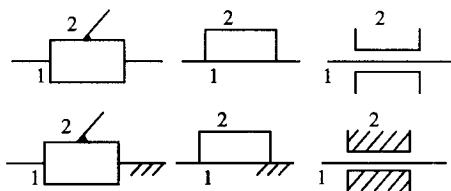


图 9.8 移动副表示方法

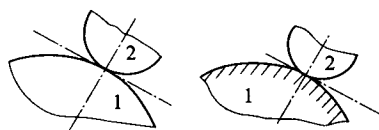


图 9.9 高副表示方法

2. 机构运动简图中构件的表示方法

两副构件的表示方法如图 9.10 所示;三副构件的表示方法如图 9.11 所示。

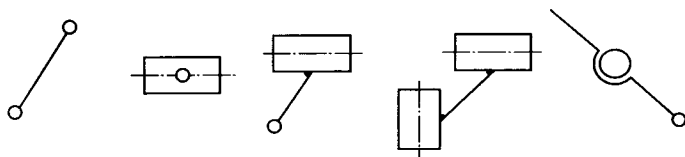


图 9.10 两副构件表示方法

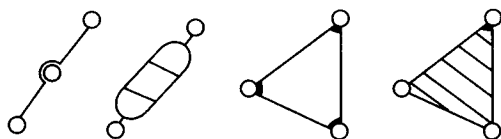


图 9.11 三副构件表示方法

3. 机构运动简图中常用机构的表示方法

为了便于交流理解,国家标准对一些常用机构在机构运动简图中的表示方法进行了规定,如表 9.1 所列。

4. 机构运动简图的绘制步骤

- ① 研究机构的工作原理:确定构件数和运动副类型;
- ② 选定视图平面:一般选择多数构件的运动平面为视图平面,必要时还要选择另外局部视图绘制;
- ③ 按一定的比例绘图:一般从原动件开始,逐一确定运动副的位置,按要求画出运动副和构件;
- ④ 标示原动件。

5. 实例分析——绘制内燃机机构运动简图

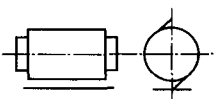
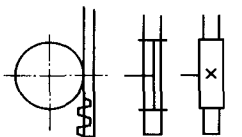
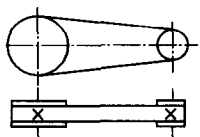
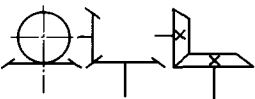
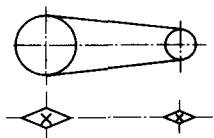
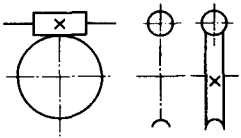
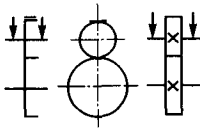
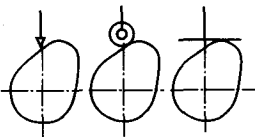
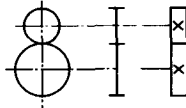
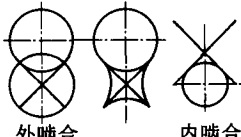
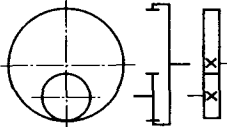
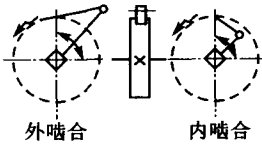
内燃机结构见图 9.6。

(1) 分析整个机构的工作原理

分析内燃机的工作原理:原动件为活塞 2,通过连杆 5 使曲柄 6(小齿轮 10)旋转,然后将运动分成两路:一路由齿轮机构带动齿轮 9(凸轮 7 转动),再由凸轮机构带动推杆 8(进气阀 3)

做往复运动;另一路由齿轮机构带动齿轮 9'(凸轮 7'转动),再由凸轮机构带动推杆 8'(排气阀 3)做往复运动。通过以上的分析,不难确定内燃机的构件数(8 个构件)及运动副的类型(3 个移动副、5 个转动副、4 个高副)。

表 9.1 机构运动简图中常用机构的表示方法

在支架上的电动机		齿轮齿条传动	
带传动		圆锥齿轮传动	
链传动		圆柱蜗杆传动	
摩擦轮传动		凸轮传动	
外啮合圆柱齿轮传动		槽轮机构	
内啮合圆柱齿轮传动		棘轮机构	

对机构中的各构件编号:注意区分位置重叠的不同构件和同轴刚性连接的多个零件(如曲轴 6 与小齿轮 10 固结)。前者分别编号,后者采用一个编号,加'以示区别。

(2) 选择适当的视图平面

选择原则:清楚表达机构的主体部分;尽可能反映机构的全面运动;可以选择其他视图平面作为补充。

(3) 绘图(见图 9.12)

具体步骤如下:

- ① 选择机架;
- ② 提取构件的运动尺寸,确定比例尺;

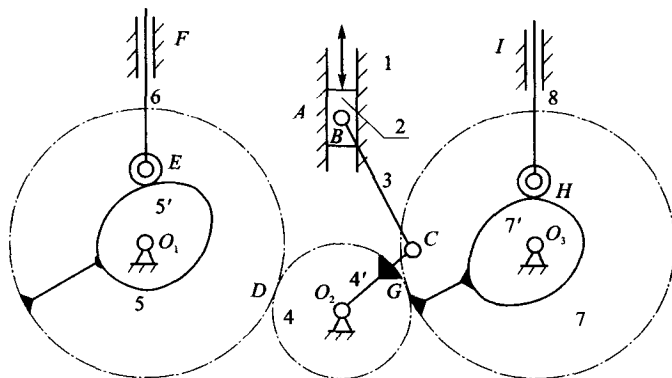


图 9.12 内燃机机构运动简图

- ③ 选择机构运动中的一个状态;
- ④ 确定各运动副位置,从原动件开始,按传动路线用简单的线条和规定的符号画出运动副、构件;
- ⑤ 编号 $A, B, C, \dots$ 表示运动副; $1, 2, 3, \dots$ 表示构件; $O_1, O_2, \dots$ 表示固定转轴,同一构件用焊接符号固联,机架加阴影线;
- ⑥ 用箭头标示原动件的运动方向。

9.1.3 机构的自由度

为了按一定的要求进行运动的传递及变换,当机构的原动件按给定的运动规律运动时,该机构的其余构件的运动也都应是完全确定的。显然,不能产生相对运动或无规则运动的构件难以用来传递运动。为了使组合起来的机构能产生确定的相对运动,有必要研究机构自由度和机构具有确定运动的条件。

1. 平面机构自由度的计算

在平面机构中,各构件只做平面运动。一个做平面运动的自由构件具有三个自由度(Degree Of Freedom, DOF),即沿 x 轴和 y 轴的移动,以及在 xOy 平面内的转动。当两构件组成运动副之后,他们的相对运动就受到约束(constraint),自由度随之减少。

平面低副引入两个约束,保留一个自由度。如转动副约束了两个构件的相对移动,保留两构件间的相对转动;移动副约束了滑块垂直于导路方向的移动和相对转动,保留了沿导路方向的移动。平面高副引入一个约束(沿接触处公法线方向的移动),保留两个自由度(沿接触处公切线方向的移动和转动)。

设平面机构中共有 K 个构件,则机构中有 $n = K - 1$ 个活动构件(除去机架),在各构件尚未组成运动副时,共有 $3n$ 个自由度。当各构件间组成运动副后,设共有 p_l 个低副和 p_h 个高副,则所有运动副所引入的约束总数为 $2p_l + p_h$,故平面机构的自由度为

$$F = 3n - (2p_l + p_h) \quad (9.1)$$

由公式可知,机构自由度 F 取决于活动构件数及运动副的类型和个数。

2. 机构具有确定运动的条件

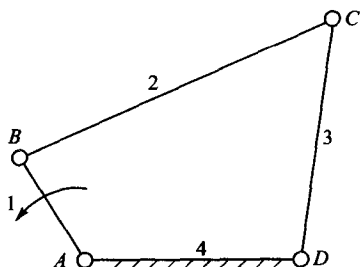
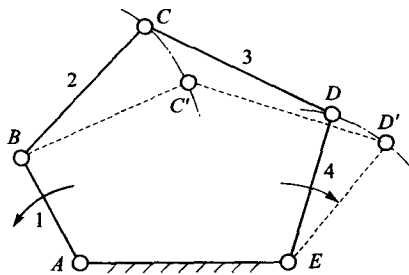
机构的自由度是一个机械系统具有的独立运动数目。从动件不能独立运动,只有原动件才能独立运动。通常每个原动件只有一个独立运动,如电动机只有一个转子的独立转动、内燃

机只有一个活塞的独立移动等。因此,机构的自由度必须与原动件数相等,整个机构才会有确定的运动。

如图 9.13 和图 9.14 所示,很容易求得两机构的自由度 F 分别为 1 和 2。当两机构的原动件数分别为 1 和 2 时,两机构有确定的相对运动。如果不满足该条件:

(1) 若原动件数 $> F$, 如图 9.13 所示,有两个原动件 1 和 3,势必将机构薄弱处拉断或不能运动;

(2) 若原动件数 $< F$, 如图 9.14 所示,只有一个原动件 1,则从动件 2、3、4 的位置不能确定,机构没有确定的相对运动。

图 9.13 $F=1$ 图 9.14 $F=2$

综上所述,机构具有确定运动的条件是 $F > 0$, 且 F 等于原动件数。 $F=0$ 的机构称为桁架。

3. 计算平面机构自由度的注意事项

在计算机构自由度时,应注意以下事项,否则会出现计算错误。

(1) 复合铰链

两个以上的构件汇集在同一处构成转动副称为复合铰链。如图 9.15 所示,图 9.15(a)由三个构件在圆圈处组成转动副,但它实际的结构如图 9.15(b)所示,因而有 2 个转动副。一般情况, m 个构件汇集而成的复合铰链应包含 $(m-1)$ 个转动副。

例如,图 9.16 所示的直线锯切机构中,活动构件 $n=7$,在 B 、 C 、 D 、 F 处为复合铰链,因此机构的低副数 $p_1=10$,所以机构的自由度 $F=3n-(2p_1+p_h)=3 \times 7-(2 \times 10+0)=1$ 。

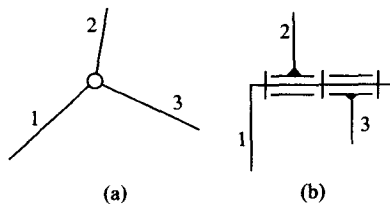


图 9.15 复合铰链

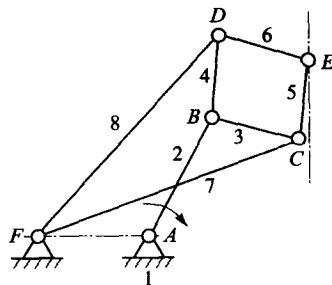


图 9.16 锯切机构

(2) 局部自由度

在有些机构中,某些构件所产生的局部运动,并不影响其他构件的运动。我们把这些构件所能产生的这种局部运动的自由度称为局部自由度,其数目用 F' 表示。局部自由度经常发生在将滑动摩擦变为滚动摩擦的场合。

例如在图 9.17(a)所示的滚子推杆凸轮机构中,为了减少高副元素的磨损,在推杆 3 和凸轮 1 之间装了一个滚子 2。此时在该机构中 $n=3$, $p_l=3$, $p_h=1$, 其自由度为 $F=3n-(2p_l+p_h)=3\times 3-(2\times 3+1\times 1)=2$ 。

但是,滚子 2 绕其自身轴线的转动,并不影响其他构件的运动,因而它只是一种局部自由度。所以计算机构自由度时,应假想滚子和安装滚子的构件固结为一个整体(如图 9.17(b)所示);或在计算结果中去除局部自由度 F' ,即 $F=3n-(2p_l+p_h)-F'$ 。按前一种方式,机构 $n=2$, $p_l=2$, $p_h=1$, 自由度 $F=3n-(2p_l+p_h)=3\times 2-2\times 2-1\times 1=1$;按后一种方式, $n=3$, $p_l=3$, $p_h=1$, $F'=1$, 因此 $F=3n-(2p_l+p_h)-F'=3\times 3-(2\times 3+1)-1=1$ 。

滚珠轴承中圆珠滚子的自转也属于典型的局部自由度,如图 9.18 所示。

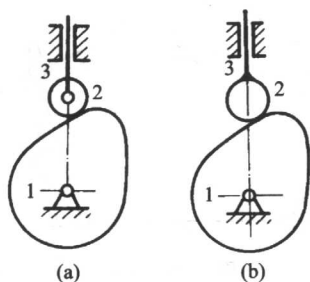


图 9.17 局部自由度

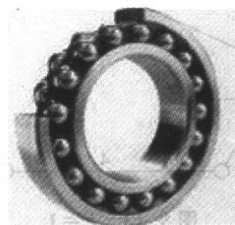


图 9.18 轴承

(3) 虚约束

在特定的几何条件或结构条件下,某些运动副所引入的约束可能与其他运动副所起的限制作用是一致的。这种不起独立限制作用的重复约束称为虚约束。

例如在图 9.19(a)所示的平行四边形机构中,连杆 3 做平移运动,BC 线上各点的轨迹,均为圆心在 AD 线上而半径等于 AB 的圆周。该机构的自由度为

$$F=3n-(2p_l+p_h)=3\times 3-2\times 4=1$$

如图 9.19(b)所示,设在连杆 3 的 BC 线上的任一点 E 处再铰接一构件 5,而该构件的另一端则铰接于 E 点轨迹的圆心——AD 线上的 F 点处,使构件 5 与构件 2、4 项互平行且长度相等。显然这对该机构的运动并不产生任何影响。但此时该机构的自由度却变为

$$F=3n-(2p_l+p_h)=3\times 4-2\times 6=0$$

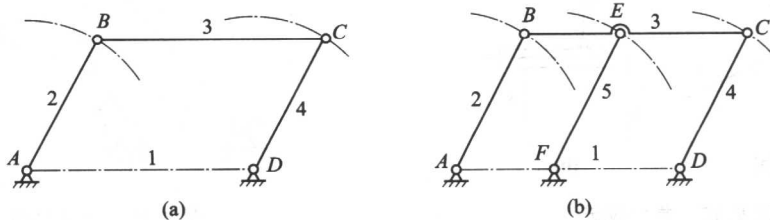


图 9.19 平行四边形机构中的虚约束

这是因为加入了一个构件 5,虽然引入了三个自由度,但却因增加了两个转动副而引入四个约束,即多引入了一个约束的缘故。不过,这个约束对机构的运动是不起约束作用的,因而它是一个虚约束。在计算机构自由度时,应将虚约束除去不计。如果错误地将虚约束当作一