



普通高等学校机械基础课程规划教材

机械设计基础学习指导与习题集

● 主 编 孙 瑛 李公法 尹 强
● 副主编 秦 丽 郭永兴 李 贵



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等学校机械基础课程规划教材

机械设计基础 学习指导与习题集

主 编 孙 瑛 李公法 尹 强
副主编 秦 丽 郭永兴 李 贵

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书是《机械设计基础》(陶平主编,华中科技大学出版社出版)的配套辅导教材,由资深教师根据教学大纲要求,结合丰富教学经验编写而成。

全书共计 15 章。书中针对学生平时学习和考研的需要,总结了各章节的主要内容和基本概念,给出了各章节的重难点要求和学习要点,针对教材中较难理解的知识点,配合相关习题进行了分析和讲解,根据各章知识点及大纲要求设置了相应习题并提供了参考答案,以帮助学生巩固和加强对知识点的理解和掌握。

该书可供高等学校讲授机械原理、机械设计等课程的教师参考,也可供机械类或近机械类本、专科各专业学生在学习“机械设计基础”课程时使用,还可以供学生考研复习时使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础学习指导与习题集/孙瑛,李公法,尹强主编. —武汉:华中科技大学出版社,2016.6
普通高等学校机械基础课程规划教材
ISBN 978-7-5680-1816-6

I. ①机… II. ①孙… ②李… ③尹… III. ①机械设计-高等学校-教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 103140 号

机械设计基础学习指导与习题集

孙 瑛 李公法 尹 强 主 编

Jixie Sheji Jichu Xuexi Zhidao Yu Xitiji

策划编辑:万亚军

责任编辑:姚同梅

封面设计:原色设计

责任校对:张 琳

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:12.25

字 数:317千字

版 次:2016年6月第1版第1次印刷

定 价:25.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

本书是高等学校机械类课程规划教材之一。本书根据普通高等学校机械基础课程规划教材《机械设计基础》(陶平主编,华中科技大学出版社出版)编写,属于其配套辅导教材。全书根据配套教材分为15章,每一章中包括学习指导、典型例题及习题,书末附有各章习题的参考答案。

本书的主要特点是:

(1)在内容方面突破了传统习题集的模式,将机械原理和机械设计等有关课程的学习指导与习题有机结合在一起,注重基础知识的培养,并按照知识点结构和要求进行优化重组,以满足相关课程教学需要。

(2)针对机械设计基础课程教学中的重要章节的主要内容、重点与难点及学习要点进行分析指导,可加深学生对机械设计基本概念、基本理论的理解。

(3)针对《机械设计基础》教材中重点章节的典型习题的解题思路、解题方法等进行了详细分析和解答,有利于学生熟悉基本公式的应用、加深对基本理论的理解,进一步培养和提高利用基本方法、技巧解决问题以及综合分析问题的能力。

本书可供高等学校机械原理、机械设计课程任课教师参考,也可供机械类或近机械类专业的学生在学习“机械设计基础”课程时使用,还可作为研究生入学考试复习参考书。对于设计类题目,本书中的相关内容仅供参考,并非唯一解答。

本书主要由武汉科技大学机械自动化学院组织编写,参加编写的有:武汉轻工大学尹强(第1章、第10章、第14章)、武汉科技大学李公法(第2章、第4章、第7章)、孙瑛(第3章、第8章、第13章)、秦丽(第5章、第6章)、李贵(第9章、第15章)、郭永兴(第11章、第12章)。本书由孙瑛、李公法、尹强担任主编。

在本书编写过程中,得到了武汉科技大学机械自动化学院许多老师的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足甚至错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2016年3月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 重点、难点.....	(1)
1.2 学习要点.....	(1)
第 2 章 平面机构的自由度和速度分析	(2)
2.1 重点、难点.....	(2)
2.2 学习要点.....	(2)
2.3 典型例题.....	(4)
2.4 习题.....	(5)
第 3 章 平面连杆机构	(8)
3.1 重点、难点.....	(8)
3.2 学习要点.....	(8)
3.3 典型例题.....	(11)
3.4 习题.....	(12)
第 4 章 凸轮机构	(15)
4.1 重点、难点.....	(15)
4.2 学习要点.....	(15)
4.3 典型例题.....	(23)
4.4 习题.....	(24)
第 5 章 齿轮机构	(26)
5.1 重点、难点.....	(26)
5.2 学习要点.....	(26)
5.3 典型例题.....	(35)
5.4 习题.....	(36)
第 6 章 轮系	(38)
6.1 重点、难点.....	(38)
6.2 学习要点.....	(38)
6.3 典型例题.....	(42)
6.4 习题.....	(43)
第 7 章 间歇运动机构	(46)
7.1 重点、难点.....	(46)
7.2 学习要点.....	(46)
7.3 典型例题.....	(46)
7.4 习题.....	(47)
第 8 章 机械零件设计概论	(48)
8.1 重点、难点.....	(48)
8.2 学习要点.....	(48)
8.3 典型例题.....	(52)

8.4	习题	(52)
第9章	连接	(54)
9.1	重点、难点	(54)
9.2	学习要点	(54)
9.3	典型例题	(64)
9.4	习题	(64)
第10章	齿轮传动	(66)
10.1	重点、难点	(66)
10.2	学习要点	(66)
10.3	典型例题	(75)
10.4	习题	(77)
第11章	蜗杆传动	(80)
11.1	重点、难点	(80)
11.2	学习要点	(80)
11.3	典型例题	(86)
11.4	习题	(86)
第12章	带传动和链传动	(89)
12.1	重点、难点	(89)
12.2	学习要点	(89)
12.3	典型例题	(102)
12.4	习题	(103)
第13章	轴承	(105)
13.1	重点、难点	(105)
13.2	学习要点	(105)
13.3	典型例题	(113)
13.4	习题	(114)
第14章	轴	(117)
14.1	重点、难点	(117)
14.2	学习要点	(117)
14.3	典型例题	(121)
14.4	习题	(125)
第15章	联轴器和离合器	(127)
15.1	重点、难点	(127)
15.2	学习要点	(127)
15.3	典型例题	(128)
15.4	习题	(128)
附录A	《机械设计基础》课程测试试卷	(129)
	试卷(一)	(129)
	试卷(二)	(132)
附录B	参考答案	(136)
	参考文献	(188)

第 1 章 绪 论

1.1 重点、难点

重点:零件、构件、机械、机构、机器等名词概念,机械设计的基本要求。

难点:机械设计的基本要求及一般过程。

1.2 学习要点

机械:机器和机构的总称。

机构:用来传递与变换运动和力的可动的装置。

机器:一种可用来变换或传递能量、物料与信息的机构组合。

构件:组成机构的基本要素之一。从运动的观点来看,也可以说任何机器都是由若干构件组合而成的。

零件:不能拆分的单个组件。

机械设计通常应满足如下基本要求:① 使用功能的要求;② 寿命和可靠性要求;③ 经济性要求;④ 安全与环保的要求。

机械设计的一般过程:开始→提出设计任务→分析对机器的要求→确定任务要求→机器功能分析→提出子功能可行方案→进行可行方案的组合→方案评价→方案决策→明确构型要求→结构化→选择材料,决定尺寸→评价→确定结构形状和尺寸→零件设计→部件设计→总体设计→编制技术文件→结束。

第2章 平面机构的自由度和速度分析

2.1 重点、难点

重点:运动副的概念和分类,复合铰链、局部自由度和虚约束的概念,机构自由度的计算。

难点:复合铰链、局部自由度和虚约束的概念,机构运动简图的绘制。

2.2 学习要点

1. 运动副及其分类

1) 运动副的概念

运动副:通常把由两个构件组成的、能产生某些相对运动的连接称为运动副。

运动副元素:两构件由直接接触而构成运动副的部分,包括点、线、面。

构件的自由度:构件具有的独立运动的数目。

约束:运动副对构件具有的独立运动所加的限制。运动副每引入一个约束,构件就失去一个自由度。

2) 运动副的分类

按照接触性质,通常将运动副分为两大类:低副和高副。

(1) 低副:两构件为面接触的运动副称为低副。低副又分为移动副和转动副。

① 移动副:如两运动副只允许两构件作相对移动,则称为移动副。

② 转动副:若运动副只允许两构件作相对转动,则称为转动副或回转副,又称铰链。

(2) 高副:两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副。

2. 机构自由度的计算及机构具有确定运动的条件

1) 自由度的概念与计算公式

机构自由度:机构具有确定运动时所必须给定的独立运动参数的数目。

在平面机构中,两构件构成的运动副有低副和高副。设一平面机构共有 n 个活动构件,当各构件尚未构成运动副时有 $3n$ 个自由度,若该机构中各构件间共构成了 p_L 个低副和 p_H 个高副,那么它将引入 $2p_L + p_H$ 个约束,因此该机构的自由度为

$$F = 3n - 2p_L - p_H$$

2) 计算自由度的注意事项

(1) 复合铰链:两个以上构件构成同轴线的转动副时,就构成了所谓的复合铰链,如图 2-1(a)所示。若有 k 个构件在同一处组成复合铰链,则其构成的转动副数目应为 $k - 1$ 个,如图 2-1(b)所示。

(2) 局部自由度:若机构中的某些构件所产生的局部运动并不影响其他构件的运动,就把这种不影响机构整体运动的自由度称为局部自由度,如图 2-2 所示。局部自由度常发生在滑动摩擦变滚动摩擦时添加的滚子和轴承中的滚珠上。计算时应将局部自由度除去不计。局部自由度虽然不影响整个机构的运动,但滚子可使高副接触处的滑动摩擦变为滚动摩擦,减少磨损,所以在实际机械中常有局部自由度出现。

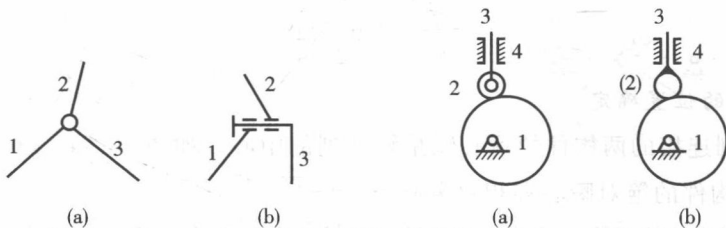


图 2-1 复合铰链

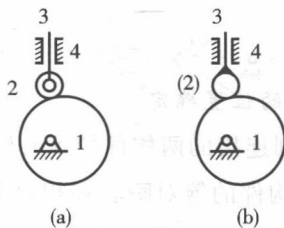


图 2-2 局部自由度

(3) 虚约束:对机构运动实际上不起限制作用的约束称为虚约束。在计算机构的自由度时,应将机构中构成虚约束的构件连同其所附带的运动副全都除去不计。机构中引入虚约束,主要是为了改善机构的受力情况或增加机构的刚度。

机构中的虚约束常发生在以下场合。

① 若构件上某点的轨迹与在该点引入运动副后的轨迹完全相同,则构成虚约束,如图 2-3(a)所示,点 C 处构成虚约束。

② 若两个构件之间组成多个导路平行的移动副,则只有一个移动副起作用,其余均为虚约束,如图 2-3(b)所示。

③ 若两构件之间组成多个轴线重合的回转副,则只有一个回转副起作用,其余都是虚约束,如图 2-3(c)所示。

④ 若在机构的运动过程中,某两构件上的两动点之间的距离始终保持不变,则将此两点以构件相连,也会引入虚约束,如图 2-3(d)所示。

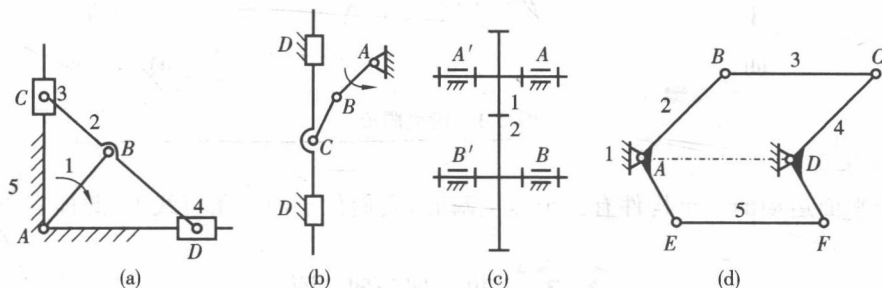


图 2-3 虚约束

3) 机构具有确定运动的条件

- (1) 自由度 $F \geq 1$;
- (2) 机构的自由度数目等于原动件数目。

3. 速度瞬心及三心定理

1) 速度瞬心及其数目

速度瞬心:相对作一般平面运动的两构件上的瞬时等速重合点或瞬时相对速度为零的重

合点,又可称为瞬时同速重合点。

瞬心可分为绝对瞬心和相对瞬心。若该等速重合点的绝对速度为零,称为绝对瞬心;若该等速重合点的绝对速度不为零,称为相对瞬心。

因为每两个构件就有一个瞬心,所以根据排列组合的知识可知,由 n 个构件组成的机构,其总的瞬心数为

$$N = \frac{n(n-1)}{2}$$

2) 速度瞬心的位置确定

(1) 以转动副连接的两构件的瞬心就是转动副的中心。如图 2-4(a)、(b) 中 P_{12} 分别为以转动副连接的两构件的绝对瞬心和相对瞬心。

(2) 以移动副连接的两构件的瞬心位于移动副导路方向垂线上的无穷远处。如图 2-4(c)、(d) 中 P_{12} 分别为以移动副连接的两构件的绝对瞬心和相对瞬心。

(3) 以平面高副连接的两构件:如果高副元素之间作纯滚动,则接触点即为瞬心(见图 2-4(e));如果高副元素之间既有相对滚动,又有相对滑动,则两构件的瞬心必位于高副元素在接触点处的公法线上(见图 2-4(f))。

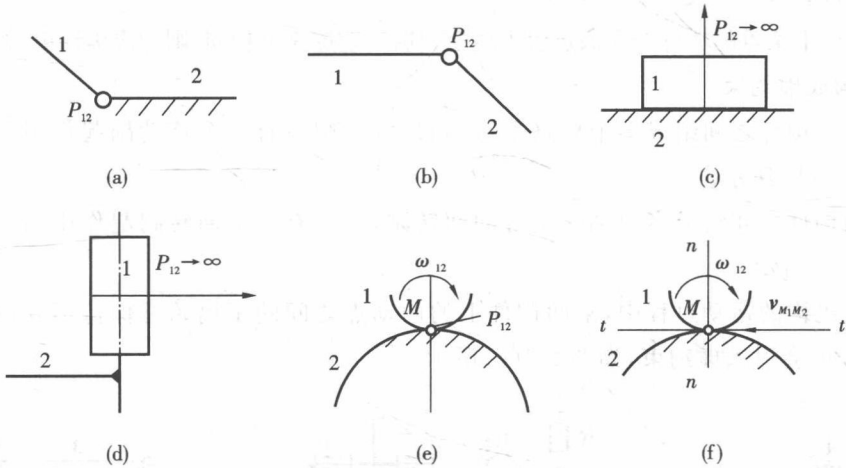


图 2-4 速度瞬心

3) 三心定理

相对作平面运动的三个构件有三个速度瞬心,它们位于同一条直线上,此即三心定理。

2.3 典型例题

例 2-1 计算图 2-5 所示直线机构的自由度。

解 在本机构中, A、B、C、D 四处都是由三个构件组成的复合铰链,它们各具有两个运动副,所以在本机构中的 $n=7$, $p_L=10$, $p_H=0$, 由公式得

$$F = 3n - 2p_L - p_H = 3 \times 7 - 2 \times 10 - 0 = 1$$

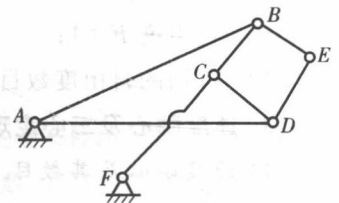


图 2-5 直线机构

此机构的自由度为1。

例 2-2 计算图 2-6(a)所示的大筛机构的自由度,判断该机构有无确定的运动。

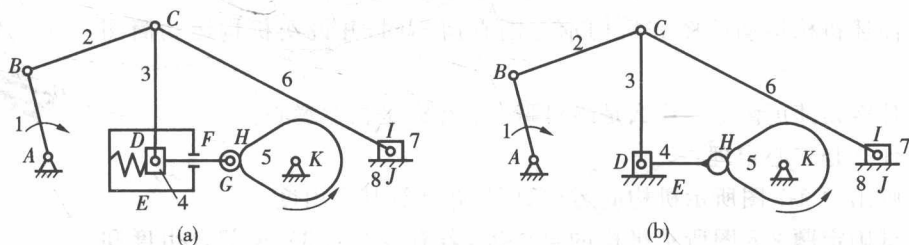


图 2-6 大筛机构

解 由图可知,活动构件数 $n=8$, A, B, C, D, G, K, I 处为转动副, E, F, J 处为移动副, H 处为高副。 G 处滚子绕自身轴线的转动为局部自由度, E, F 处的活塞和活塞杆与气缸组成两个平行移动副,其中有一个是虚约束,计算运动副时应减去。去掉虚约束 F 和 G 处的局部自由度后,活动构件数为 7,可按图 2-6(b)进行分析,则 C 处复合铰链转动副应为 $3-1=2$ 个。由 $n=7, p_L=9, p_H=1$,得

$$F=3n-2p_L-p_H=3\times 7-2\times 9-1=2$$

根据以上结果可知,主动件有 2 个,自由度为 2,因此该机构具有确定的运动。

例 2-3 在图 2-7 所示的平面四杆机构中,已知各个构件的尺寸和主动件 2 的角速度 ω_2 。试求:

- (1) 机构在图示位置时,该机构的瞬心及瞬心数目;
- (2) ω_2 与 ω_4 的比值 ω_2/ω_4 。

解 (1) 该机构的瞬心数目 N ,按公式计算为

$$N=\frac{n(n-1)}{2}=\frac{4\times(4-1)}{2}=6$$

由图可知, A, B, C, D 分别为瞬心 $P_{12}, P_{23}, P_{34}, P_{14}$ 。由三心定理知,构件 1、2 的瞬心 P_{12} ,构件 2、3 的瞬心 P_{23} ,构件 1、3 的瞬心 P_{13} 应位于同一条直线上,构件 1、3 的瞬心 P_{13} ,构件 3、4 的瞬心 P_{34} ,构件 1、4 的瞬心 P_{14} 也应位于同一条直线上,这两条直线的交点就是瞬心 P_{13} 。同理,直线 $P_{14}P_{12}$ 和直线 $P_{34}P_{23}$ 的交点就是瞬心 P_{24} 。

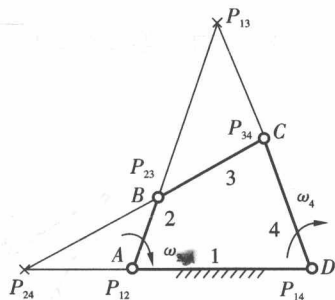


图 2-7 平面四杆机构

(2) 构件 1 为机架,所以 P_{12}, P_{14}, P_{13} 是绝对瞬心,而 P_{34}, P_{24}, P_{23} 是相对瞬心。因为 P_{24} 为速度瞬心,所以构件 2 和构件 4 在此点具有相同的绝对速度,其速度为

$$v_{P_{24}}=\omega_2 L_{P_{12}P_{24}}=\omega_4 L_{P_{14}P_{24}}$$

所以

$$\omega_2/\omega_4=L_{P_{14}P_{24}}/L_{P_{12}P_{24}}=P_{14}P_{24}/P_{12}P_{24}$$

2.4 习 题

2-1 运动副按接触性质可分为哪两类?在平面中,它们与自由度和约束存在的关系是什么?

2-2 机构具有确定运动的条件是什么？当机构的原动件数不等于机构的自由度时，机构的运动将会如何？

2-3 在计算机构的自由度数时，应注意哪些事项？

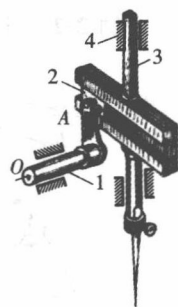
2-4 简述机构运动简图和机构示意图有何不同，并说明机构运动简图的作用。

2-5 什么是速度瞬心？什么是绝对瞬心？什么是相对瞬心？

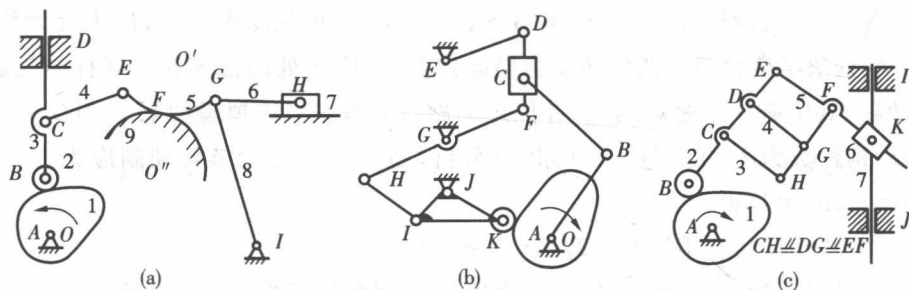
2-6 什么是三心定理？

2-7 画出题 2-7 图所示机构的运动简图，并计算其自由度。

2-8 试确定题 2-8 图所示机构的自由度，若有复合铰链、局部自由度和虚约束，请指出，并判断该机构有无确定的运动。

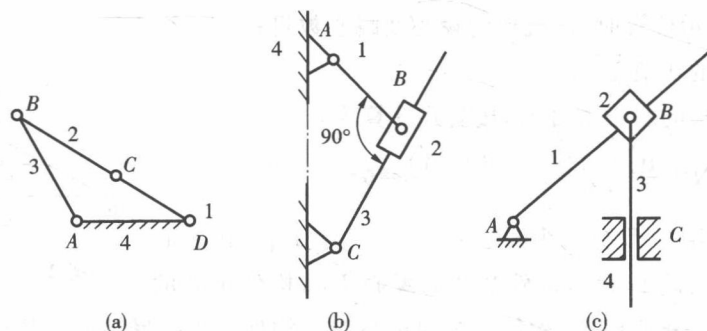


题 2-7 图



题 2-8 图

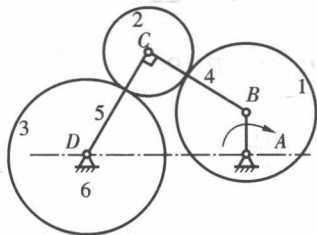
2-9 画出题 2-9 图所示机构在图示位置时全部瞬心的位置。



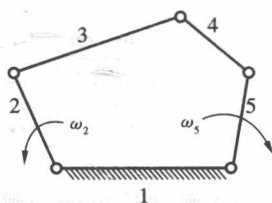
题 2-9 图

2-10 在题 2-10 图所示的齿轮-连杆组合机构中，试用瞬心法求齿轮 1 与齿轮 3 的传动比 ω_1/ω_3 。

2-11 在题 2-11 图所示的铰链五杆机构中，已知构件 2 的角速度 ω_2 与构件 5 的角速度 ω_5 的大小相等、方向相反。请在图上标出瞬心 P_{25} 、 P_{24} 及 P_{41} 的位置。



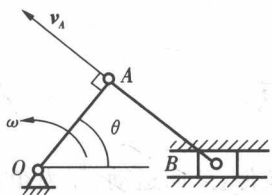
题 2-10 图



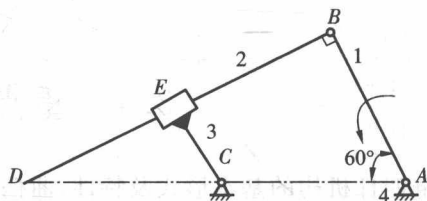
题 2-11 图

2-12 在题 2-12 图所示的曲柄滑块机构中,已知 $OA=100\text{ mm}$,曲柄 OA 以匀角速度 $\omega=10\text{ rad/s}$ 绕 O 轴转动,连杆长 $AB=\sqrt{3}OA$,求当曲柄 OA 与水平线夹角为 60° 时,滑块 B 的速度与连杆 AB 的角速度。

2-13 已知机构的尺寸和位置如题 2-13 图所示, $l_{AB}=120\text{ mm}$, ω_1 为常数, $l_{AB}=l_{CD}$ 。试求出全部瞬心,以及 D 点的速度、加速度。



题 2-12 图



题 2-13 图

第3章 平面连杆机构

3.1 重点、难点

重点: 铰链四杆机构的基本形式及特性, 曲柄存在的条件, 急回运动、压力角、传动角、死点的概念。

难点: 平面四杆机构的演化, 用图解法设计平面四杆机构。

3.2 学习要点

1. 平面连杆机构

平面连杆机构的类型很多, 从组成机构的杆件数来看有四杆机构、五杆机构和六杆机构等, 一般将由五个或五个以上的构件组成的连杆机构称为多杆机构。

构件之间都是用转动副连接的四杆机构, 称为铰链四杆机构。其中, 固定不动的杆称为机架, 与机架相连的两根杆称为连架杆, 而连接两连架杆同时与机架相对的杆称为连杆。连杆一般作平面运动, 而连架杆则绕各自的回转中心转动。能作整周回转运动的连架杆称为曲柄, 仅能在小于 360° 的某一角度范围内往复摆动的连架杆称为摇杆。如果以转动副相连的两构件能作整周相对转动, 则称此转动副为整转副, 不能作整周相对转动的转动副称为摆动副。

2. 铰链四杆机构的类型

按照连架杆是曲柄还是摇杆, 铰链四杆机构可分为三种基本形式: 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, 若两个连架杆中有一个为曲柄, 另一个为摇杆, 则该铰链四杆机构称为曲柄摇杆机构。

(2) 双曲柄机构: 在铰链四杆机构中, 若两个连架杆均为曲柄, 则该铰链四杆机构称为双曲柄机构。若双曲柄机构相对两杆平行且长度相等, 则称之为平行四边形机构, 它的特点是两曲柄可以以相同的角速度同向转动, 而连杆作平移运动。

(3) 双摇杆机构: 若铰链四杆机构的两连架杆均为摇杆, 则称之为双摇杆机构。

3. 平面四杆机构的基本特性

1) 曲柄存在的条件

(1) 连架杆或机架为最短杆;

(2) 最短杆与最长杆长度之和小于或等于其他两杆长度之和。

在有整转副即曲柄存在的铰链四杆机构中, 最短杆两端的转动副均为整转副, 因此: 若取最短杆为机架, 则得双曲柄机构; 若取最短杆的任一相邻的构件为机架, 则得曲柄摇杆机构; 若取最短杆对边为机架, 则得双摇杆机构。

若铰链四杆机构最短杆与最长杆长度之和大于其他两杆长度之和,则无曲柄存在,两连架杆均为摇杆。但此时这种情况下形成的双摇杆机构与上述双摇杆机构不同,它不存在整转副。平面四杆机构形式判断见表 3-1。

表 3-1 平面四杆机构形式判断

杆长关系	机架条件	机构形式
最短杆+最长杆 ≤ 其余两杆之和	最短杆为连架杆	曲柄摇杆机构
	最短杆为机架	双曲柄机构
	最短杆为连杆	双摇杆机构
最短杆+最长杆 ≥ 其余两杆之和	任一杆为机架	双摇杆机构

2) 急回运动特性与行程速比系数

当曲柄等速转动时,摇杆来回摆动的平均速度不同且回程速度更快,摇杆的这种运动称为急回运动。

极位夹角是摇杆位于两极限位置时曲柄两位置所夹的锐角,如图 3-1 所示的角 θ 。

为了反映从动件急回运动特性的明显程度,引入行程速比系数 K ,即

$$K = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta} \quad (3-1)$$

机构具有急回特性,必有 $K > 1$,则极位夹角

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1} \quad (3-2)$$

由式(3-1)可以看出, K 值的大小取决于极位夹角 θ 的大小。 θ 越大, K 值越大,机构的急回运动特性越明显;反之, K 值越小,机构的急回运动特性越不明显,若极位夹角为零,则机构没有急回运动特性。

3) 压力角与传动角

压力角:如图 3-2 所示,从动件上由连杆传递的驱动力 F 与从动件上受力点的速度 v_c 之间所夹的锐角称为压力角。

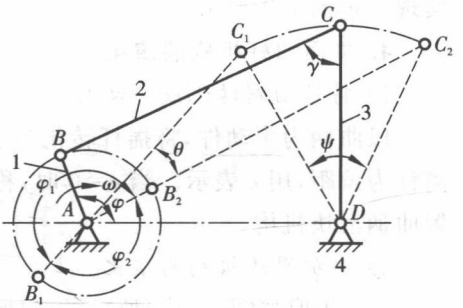


图 3-1 曲柄摇杆机构的急回特性

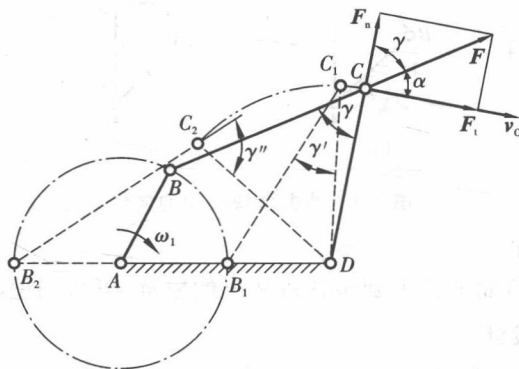


图 3-2 曲柄摇杆机构的压力角和传动角

传动角:如图 3-2 所示,压力角的余角称为传动角,它等于连杆与摇杆所夹的锐角。

因此,压力角 α 愈小,传动角 γ 愈大,则对机构工作愈有利。当机构运转时,其传动角的大小是变化的,为了保证机构传动良好,设计时通常应使最小传动角 $\gamma_{\min} \geq 40^\circ$,对于高速和大功率的传动机械应使 $\gamma_{\min} \geq 50^\circ$ 。

4) 死点位置

在曲柄摇杆机构中,当连杆与从动件曲柄两次共线时,传动角 $\gamma = 0^\circ$,驱动力 F 的方向与从动曲柄的运动方向垂直,其有效分力为零,机构的这种位置称为死点位置。

对于传动机构,应避免或设法闯过死点位置,常用的方法如下。

(1) 在从动曲柄上加装飞轮,利用飞轮惯性使机构顺利通过死点位置;

(2) 多组机构交错排列,使机构不同时处于死点位置。

另外,机构的死点位置并非总是起消极作用的。在实际中,也可以利用机构的死点位置来实现一定的工作要求。

4. 平面四杆机构的演化

1) 将转动副转化成移动副

以曲柄为主动件,将摇杆转化为滑块,得到曲柄滑块机构。曲柄回转中心到滑块导路的距离称为偏距,用 e 表示。当 $e = 0$ 时,称该机构为对心曲柄滑块机构;当 $e \neq 0$ 时,称该机构为偏置曲柄滑块机构。

2) 曲柄滑块机构的演化

(1) 当取如图 3-3(a)所示的曲柄滑块机构中的曲柄作机架时,曲柄滑块机构演变为转动导杆机构(见图 3-3(b))。

(2) 当取如图 3-3(a)所示的曲柄滑块机构中的连杆为机架时,曲柄滑块机构演变为摇块机构(见图 3-3(c))。

(3) 当取如图 3-3(a)所示的曲柄滑块机构中的滑块作机架时,曲柄滑块机构演变为定块机构(见图 3-3(d))。

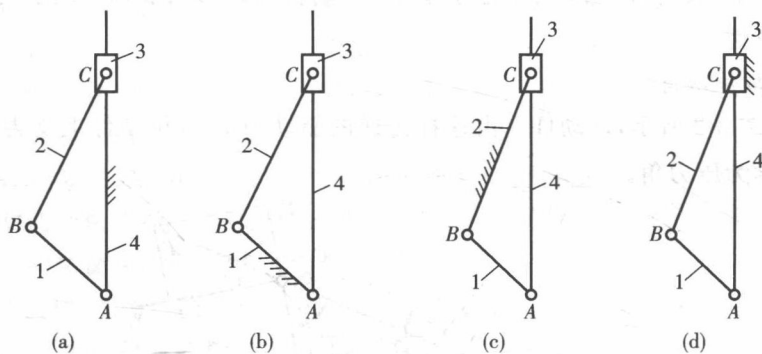


图 3-3 曲柄滑块机构的演化

3) 扩大转动副的尺寸

在铰链四杆机构中,将曲柄扩大到包含机架上的铰链,可得到偏心轮机构。

5. 平面连杆机构的设计

连杆机构的设计问题通常可归纳为以下两个问题。

(1) 根据从动件的运动规律设计四杆机构;

(2) 根据给定的轨迹设计四杆机构。

3.3 典型例题

例 3-1 设计一砂箱翻转机构。如图 3-4 所示,翻台在实线位置造型,在虚线位置起模,机架设在水平线 XX 上。

解 翻台的运动是平面运动,可以将翻台看成连杆,这样按翻台的两个给定位置设计四杆机构的问题,也就成了按照给定的连杆的两个位置设计四杆机构的问题。

如图 3-5 所示,在翻台上选定 B_1C_1 作为连杆长度,按照翻台的两个给定位置绘制 B_1B_2 及 C_1C_2 的中垂线 b_{12} 和 c_{12} ,则 b_{12} 和 c_{12} 分别与 XX 线的交点 A 、 D 即为固定铰链中心, AB_1C_1D 即为所要求的铰链四杆机构。

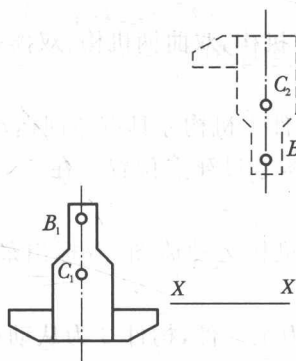


图 3-4 例 3-1 图(一)

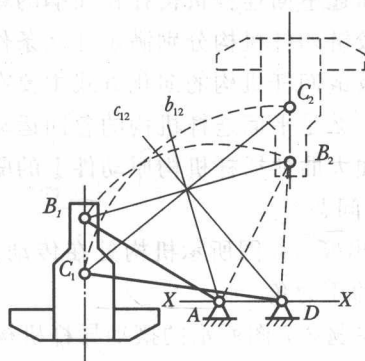


图 3-5 例 3-1 图(二)

例 3-2 铰链四杆机构各杆长如图 3-6 所示,分别以构件 1、2、3 为机架时,该铰链四杆机构将演化成何种机构?

解 依题意计算,有 $100+300 < 250+200$,因此该铰链四杆机构满足曲柄存在条件。

当以构件 1 为机架时,最短杆为机架,得到双曲柄机构;

当以构件 2 为机架时,最短杆的邻杆为机架,得到曲柄摇杆机构;

当以构件 3 为机架时,最短杆的对边为机架,得到双摇杆机构。

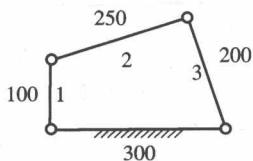


图 3-6 例 3-2 图

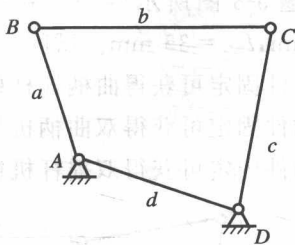


图 3-7 例 3-3 图

例 3-3 如图 3-7 所示的铰链四杆机构中, AD 为机架,杆 AB 长 $a=35$ mm,杆 CD 长 $c=50$ mm,杆 AD 长 $d=30$ mm,问:杆 BC 的长度 b 在什么范围内时该机构为双摇杆机构? 该机构是否有可能成为双曲柄机构?

解 (1) 若该机构为双摇杆机构,则:

① 当该机构存在曲柄时,杆 BC 应为最短杆,且根据曲柄存在条件应有 $c+b \leq a+d$,得 b