

根据国家教育委员会制订的《复习考试大纲》编写

专升本(非师范类)入学考试参考丛书

机械设计基础考试 参考书

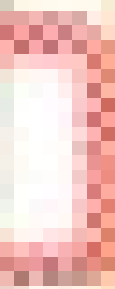
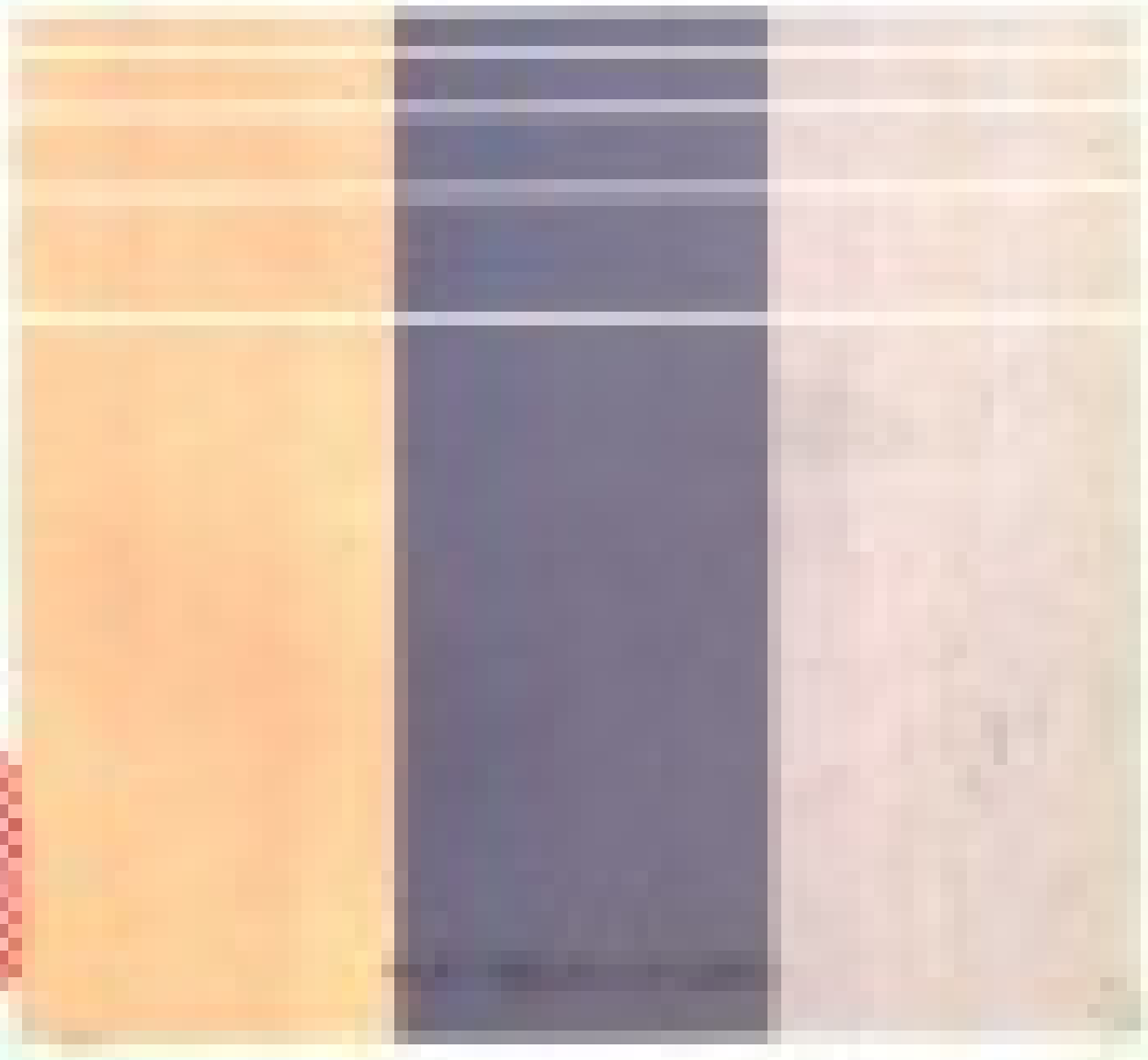
《机械设计基础考试参考书》编写组

中央广播电视大学出版社

机械工业出版社
地址：北京市西城区百万庄大街24号
电话：(010) 68993823

机械设计基础考试 参考书

机械工业出版社



根据国家教育委员会制订的《复习考试大纲》编写
专升本（非师范类）入学考试参考丛书

机械设计基础考试 参考书

《机械设计基础考试参考书》编写组

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础考试参考书/《机械设计基础考试参考书》编写组编. —北京:中央广播电视大学出版社,1994.10

(根据国家教育委员会制订的《复习考试大纲》编写专升本(非师范类)入学考试参考丛书)

ISBN 7-304-01123-8

I. 机… II. 机… III. 机械设计-高等教育-自学参考资料
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 13797 号

机械设计基础考试

参考书

《机械设计基础考试参考书》编写组

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京西城区大木仓 39 号北门 邮编:100032

北京密云胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 17 千字 421

1994 年 10 月第 1 版 1994 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—7000

定价 10.00 元

ISBN 7-304-01123-8/G·133

目 录

机械原理部分

第一章	平面机构运动简图及自由度	(1)
第二章	平面连杆机构	(6)
第三章	凸轮机构	(16)
第四章	齿轮机构	(27)
第五章	轮系	(47)
第六章	间歇运动机构	(55)
第七章	机械运转速度波动的调节	(58)
第八章	回转件的平衡	(61)

机械零件部分

第九章	机械零件设计概论	(67)
第十章	螺纹联接	(76)
第十一章	键联接和花键联接	(97)
第十二章	齿轮传动	(103)
第十三章	蜗杆传动	(135)
第十四章	带传动	(152)
第十五章	链传动	(175)
第十六章	轴	(191)
第十七章	滚动轴承	(204)
第十八章	滑动轴承	(230)
第十九章	联轴器和离合器	(244)
第二十章	弹簧	(254)

机械原理部分

第一章 平面机构运动简图及自由度

复习考试大纲要求

1. 掌握构件、零件、运动副和运动链的概念，其中特别是平面运动副的分类、表示符号、接触状态、自由度和约束。
2. 能够绘制较简单的机构运动简图。
3. 掌握机构具有确定运动的条件。
4. 掌握平面机构自由度的计算公式及其应用。
5. 掌握计算平面机构自由度时所应注意的事项（包括复合铰链、局部自由度和常见虚约束的判断及具体处理方法）。

基本内容

一、名词和概念

（一）机器和机构

在现代生产和日常生活中，经常见到的电动机、内燃机、起重机、各种机床以及缝纫机、洗衣机等都是机器。

机器的类型很多，用途不一，但它们却具有下列共同的特征：（1）它们是人造的实物的组合；（2）它们各部分之间具有确定的相对运动；（3）它们用来代替或减轻人类的劳动去完成有用的机械功或转换机械能。

机构也是人为的实物组合，其各部分之间具有确定的相对运动。所以机构只具有机器的前两个特征。

“机械”一词，则是机构和机器的总称。

（二）零件和构件

零件是制造的单元；而构件是运动的单元。一个构件可以包括一个或若干个零件。

机械原理部分以构件为研究对象；机械零件部分以零件为研究对象。

（三）运动副

两个构件直接接触并能产生一定相对运动的联接称为运动副。

按着接触特性，运动副分为低副和高副两类。

1. 低副 两构件通过面接触组成的运动副称为低副。平面机构中的低副有回转副和移动

副两种。

(1) 回转副 若组成运动副的两构件只能在一个平面内相对转动, 这种运动副称为回转副, 或称铰链。

(2) 移动副 若组成运动副的两个构件只能沿某一轴线相对移动, 这种运动副称为移动副。

2. 高副 两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副。

(四) 运动链

若干构件以运动副的方式联接而成的链状系统称为运动链。首尾相接构成一个封闭形的称为闭式运动链; 首尾不相接的称为开式运动链。本课程只讨论闭式运动链。

二、平面机构运动简图

机构运动简图是用简单线条和符号来表示构件和运动副, 并按比例定出各运动副的位置。这种说明机构各构件间相对运动关系的简单图形, 称为机构运动简图。它能表明机构的种类、各构件相互传动的路线、运动副的种类和数目以及构件的数目等。

机构运动简图中, 运动副和构件的表示方法读者可参阅有关教材。

在绘制机构运动简图时, 应注意以下几点:

(一) 熟记常用运动副的符号和表示方法。不要把机械制图图中的一些表达零件结构的画法照搬到机构运动简图中来。

(二) 在机构运动简图中, 主要标出各运动副的位置及与运动有关的尺寸。

(三) 正确地选取和应用比例尺是非常重要的。机构原理部分所用的比例尺与机械制图图中的“比例”不尽相同, 需要特别注意。

机构中的构件可分为三类:

1. 固定件 (机架) 是用来支承活动构件的构件。

2. 原动件 是运动规律已知的活动构件。在机构运动简图中, 通常要用箭头标明原动件的运动方向。

3. 从动件 是机构中随着原动件的运动而运动的其余活动构件。

三、平面机构的自由度

机构能产生的独立运动的数目称为机构的自由度。要使机构具有确定运动的条件是: 原动件的数目等于机构的自由度数目。

对于平面运动的机构, 它们的自由度计算公式为

$$F = 3n - 2P_L - P_H \quad (1-1)$$

式中 n ——机构活动构件的数目;

P_L ——低副的数目; P_H ——高副的数目。

正确地运用上述公式计算机构自由度 F , 是本章重点内容, 必须熟练掌握。当机构中含有复合铰链、局部自由度和虚约束时, 如何准确地识别它们并予以适当处理, 则又是自由度计算中的难点。

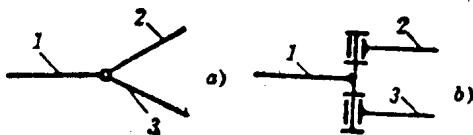


图 1-1

(一) 复合铰链

每两个构件构成一个运动副。当两个以上的构件同时在一处用回转副相联接就构成复合铰链。如图 1-1a 所示是三个构件汇交成的复合铰链, 图 b, 是它的俯视图。由图 b 可以看出,

这三个构件共组成两个回转副。依此类推， K 个构件汇交而成的复合铰链应具有 $(K-1)$ 个回转副。所谓复合铰链，显然是指“重合在一起的多个回转副”而言，它与移动副无关。

(二) 局部自由度

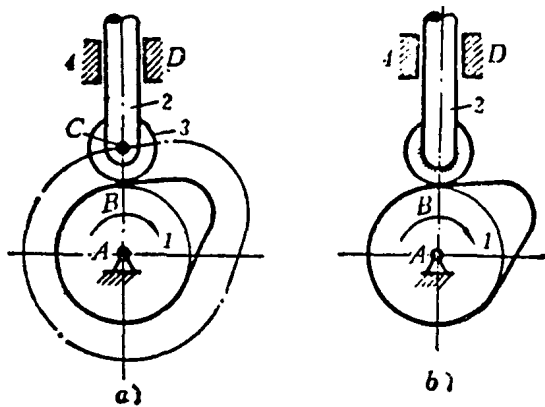


图 1-2

机构中某一构件的自由运动不影响输出构件的运动，称为局部自由度或多余自由度。常见于凸轮机构的滚子从动件及类似的将滑动摩擦变为滚动摩擦的情况中。如图 1-2a 中的构件 2 和 3 在 C 处构成一个回转副，滚子 3 绕 C 点的转动即为一个局部自由度。在计算机机构自由度之前，应先将其中含有的局部自由度除去。其处理方法是把滚子 3 和从动件 2 固结成一个构件，它们之间原来在 C 处所构成的回转副即自行消失。于是，机构运动简图变成图 1-2b 所示的样子，其中： $n=2$ 、 $P_L=2$ 、 $P_H=1$ ，则

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

(三) 虚约束

在机构中不产生实际约束效果的重复约束称为虚约束。在计算机机构自由度时应当除去不计。

存在虚约束的机构，必须满足一定的几何条件；而当必要的几何条件不能满足时，虚约束将变成实际约束。这一点可以作为鉴别机构中是否存在虚约束的一个依据。由于虚约束在实际机构中应用较为广泛，其具体的表现形式各不相同。在各类教材中，已有较详细的论述，这里就不重复了。

典型例题

例 1-1 图 1-3a 所示为一颚式破碎机。电动机通过带轮 6 驱动偏心轴 1 运动时，带动连杆 2（即动颚板）摆动，从而将落入动颚板及定颚板 5 工作空间内的矿石轧碎。试绘制此破碎机的机构运动简图。

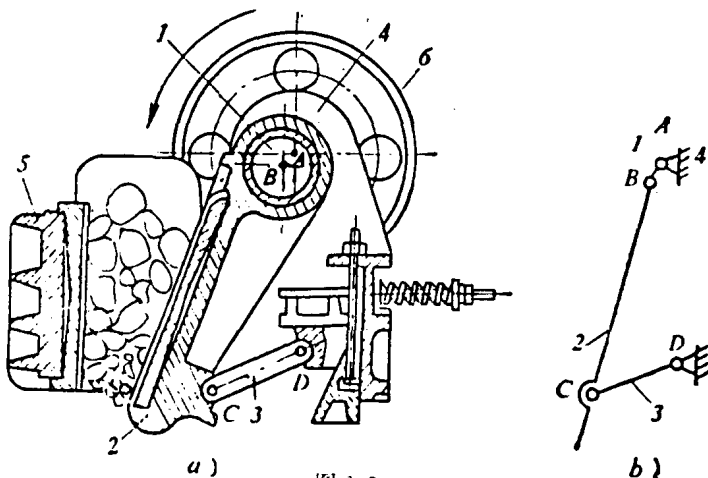


图 1-3

解 根据绘制机构运动简图的步骤，先找出破碎机的原动件为偏心轴 1，执行部分为动颚板

2。然后循着运动传递的路线可以看出，它是由偏心轴 1，动颚板 2，摇杆 3 和机架 4 四个构件组成的。其中偏心轴 1 和机架 4 在 A 点构成回转副；偏心轴 1 与动颚板 2 在 B 点构成回转

第二章 平面连杆机构

复习考试大纲要求

1. 了解铰链四杆机构和含有一个移动副的平面四杆机构的基本类型。
2. 掌握平面四杆机构存在曲柄的必要条件, 以及在该条件下, 取不同构件为机架时, 各为何种机构的判断知识。
3. 掌握平面四杆机构的急回特性及行程速度变化(行程速比)系数 K 、极位夹角 θ 的概念及其意义。当运动学尺寸已知时, 能作图确定 θ 。记住 θ 和 K 的关系式。
4. 掌握平面四杆机构压力角 α (或传动角 γ) 及死点的概念(能给出它们的示意图)及其意义。当机构的运动学尺寸已知时, 能作图确定最大压力角 α_{\max} (或最小传动角 γ_{\min}) 以及机构死点的可能位置。
5. 会按给定连杆(其长度已知)的 2~3 个位置, 设计平面四杆机构。
6. 会按给定的行程速度变化系数 K 等条件, 设计平面四杆机构。

基本内容

一、四杆机构的基本型式

(一) 名词、概念

- 平面四杆机构, 由两个构件用两个副连接而成的平面机构*
1. 铰链四杆机构: 全部用回转副组成的平面四杆机构称为铰链四杆机构。
 2. 机架: 机构的固定件称为机架。
 3. 连架杆: 与机架用回转副连接的构件, 称为连架杆。
 4. 连杆: 不与机架直接连接的构件称为连杆。
 5. 曲柄: 与机架用回转副连接, 并绕回转副中心作整周转动的连架杆, 称为曲柄。
 6. 摇杆: 若仅能在小于 360° 的某一角度内摆动的连架杆, 称为摇杆。

(二) 四杆机构的几种型式

1. 铰链四杆机构。

铰链四杆机构按其两连架杆运动形式的不同分为三种基本形式:

- (1) 曲柄摇杆机构; *一个连架杆为曲柄, 一个为摇杆*
- (2) 双曲柄机构;
- (3) 双摇杆机构。

2. 含有一个移动副的四杆机构。

当取不同的构件为机架时, 可分别获得:

- (1) 曲柄滑块机构;
- (2) 回转导杆机构和摆动导杆机构;

21.11

曲柄滑块机构、导杆机构、手标机构、
摇杆机构和定块机构
以及双滑块机构
偏心曲柄机构

(3) 曲柄滑块机构;

(4) 移动导杆机构 (又称定块机构);

二、有关平面四杆机构的一些基本知识

(一) 铰链四杆机构的曲柄存在条件

铰链四杆机构中是否存在曲柄，取决于机构各杆的相对长度和机架的选择。

铰链四杆机构存在曲柄的必要条件为：

(1) 曲柄是最短杆；

(2) 最短杆与最长杆长度之和 小于或等于 其余两杆长之和。

在符合上述条件的前提下，取不同杆为机架时，可以得到不同类型的铰链四杆机构。如

(1) 取与最短杆相邻的杆为机架时，为曲柄摇杆机构。最短杆为曲柄

(2) 取最短杆为机架时，为双曲柄机构。

(3) 取最短杆的对边为机架时，为双摇杆机构。

如不符合上述条件，即铰链四杆机构中的最短杆与最长杆长度之和大于其余两杆长度之和，则该机构中不可能存在曲柄，无论取哪个构件作为机架，都只能得到双摇杆机构。

(二) 急回运动和行程速比系数

在一定的几何条件下，当机构的原动件作连续匀速转动，而从动件作往复运动（摆动或移动）时，从动件在正行程和反行程中的平均线速度 v_m 不相等，即存在急回运动特性。把正、反行程的平均速度之比称为行程速比系数，用 K 来表示，即

$$K = \frac{v_{m反}}{v_{m正}} > 1 \quad (2-1)$$

显然，行程速比系数 K 只适用于曲柄为原动件的四杆机构，如：曲柄摇杆机构、曲柄滑块机构以及导杆机构等。

机构之所以存在急回运动特性 ($K > 1$)，是由于曲柄的极位夹角 $\theta > 0$ 。极位夹角的定义是：当从动件（摇杆或滑块）位于两个极限位置时，相应的曲柄位置之间所夹的锐角。

根据 θ 和 K 的定义，可求得它们之间的关系为：

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

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

给定了机构的有关尺寸，就可以根据定义求出极位夹角 θ 。这时需注意到下述几何关系：当从动件处于两个极限位置时，其曲柄和连杆共线（重合为一直线和延长为一直线）。

图 2-1a 是按长度比例尺 μ_l 画出的曲柄摇杆机构的一般位置图。欲求其从动摇杆的行程速比系数 K ，应先求极位夹角 θ 。因为两连架杆均为绕定轴转动的构件，所以 B 点的轨迹是以 A 为圆心，以 a 为半径的圆； C 点的轨迹是以 D 为圆心、以 c 为半径的圆弧。而且当摇杆 CD 处于右极限位置 C_1D 时相应的曲柄 AB_1 和连杆 B_1C_1 延长为一直线；当 CD 处于左极限位置 C_2D 时， AB_2 和 B_2C_2 重合为一直线。因而图上的线段长度存在下述关系：

$$\begin{cases} AC_1 = b + a \\ AC_2 = b - a \end{cases}$$

根据上述分析，可得求极位夹角 θ 的步骤如下：

(1) 以 A 为圆心、 a 为半径画 B 点的轨迹圆，以 D 为圆心、 c 为半径画 C 点的轨迹圆弧。

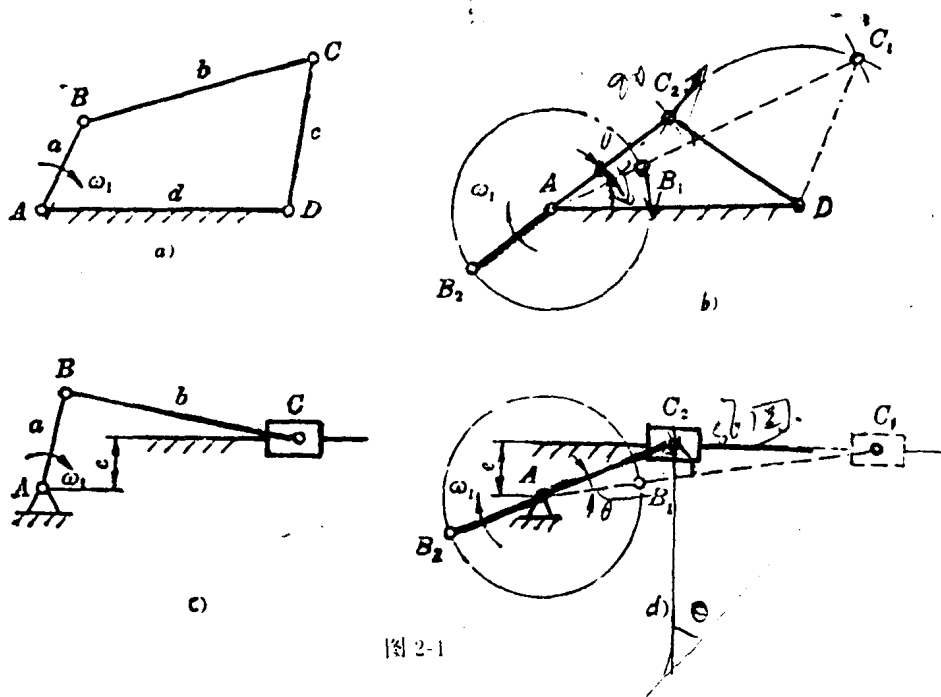


图 2-1

(2) 以 A 为圆心，以 $(b+a)$ 和 $(b-a)$ 长度为半径，分别画圆弧交 C 点的轨迹圆弧于 C_1 和 C_2 点。

(3) 连 C_1A 、连 C_2A 并延长，分别与 B 点的轨迹圆交于 B_1 、 B_2 点，得出机构的两个极限位置。量出曲柄两个极限位置 AB_1 和 AB_2 之间所夹的锐角 θ ，即为极位夹角。如图 2-1b，所示。

求曲柄滑块机构极位夹角的步骤与曲柄摇杆机构类似，不复赘述。图 2-1c、d 画出了它的极位夹角，供读者自行练习时参考。

根据求得的 θ ，即可按照前述公式计算出机构的 K 值。

应该注意，上述图解步骤是就图示线段而言的，它们与机构各构件的实际长度均差一个长度比例尺 μ_l ，即：

$$\begin{aligned} l_{AB} &= a \cdot \mu_l \\ l_{BC} &= b \cdot \mu_l \\ l_{AC_1} &= \overline{AC_1} \cdot \mu_l \\ l_{AC_2} &= \overline{AC_2} \cdot \mu_l \end{aligned}$$

用图解法求机构极位夹角 θ 的方法，是按给定的 K 值设计平面四机机构的基础，必须熟练掌握。

(三) 压力角 α 和传动角 γ

在不计摩擦的情况下，作用在从动件上的驱动力与该力作用点处从动件的绝对速度之间所夹的锐角，称为压力角 α 。压力角的余角，称为传动角 γ 。

上述压力角的定义不仅适用于连杆机构，对于其它机构（凸轮机构、齿轮机构）也同样适用。传动角没有独立的定义，它与压力角互为余角（对于连杆机构，即为连杆和从动摇杆

不相信奇迹只在率远面前留步
寻找个欢笑中有相梦里有爱的支持天地

之间所夹的锐角)。在连杆设计中,用传动角度量较方便。因 $\gamma=90^\circ-\alpha$,所以 α 越小, γ 越大,传动省力,机构传力性能越好,效率较高;反之, α 越大, γ 越小,传动费力,机构传力性能越差,传动效率较低。

传动角在机构运转过程中是不断变化的,为了保证机构正常工作,必须规定最小传动角 γ_{min} 的下限。通常取 $\gamma_{min} \geq 40^\circ$ 或者 $\gamma_{min} \geq 50^\circ$ 。

为保证所设计的连杆机构最小传动角大于下限值,就需要知道出现 γ_{min} 时的机构位置和 γ_{min} 值。对于曲柄摇杆机构,当曲柄 AB 转到与机架 AD 重合的两个位置 AB_1 和 AB_2 时,传动角将出现两次极小值 γ' γ'' ,其中较小者,即为最小传动角 γ_{min} ,如图2-2所示。

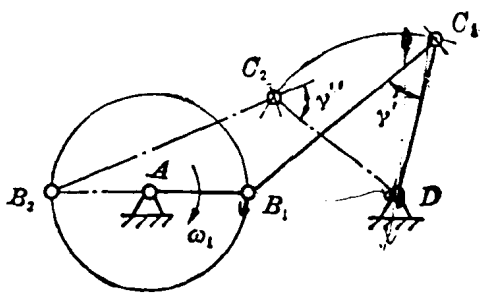


图 2-2

(四) 机构死点位置

当机构从动件上的传动角 $\gamma=0$ ($\alpha=90^\circ$)时,驱动力与从动件受力点的运动方向垂直,其有效分力(力矩)为零,这时的机构位置称为死点位置。

对于曲柄摇杆机构和曲柄滑块机构,当曲柄为原动件时,显然不存在死点位置;只有当曲柄为从动件、摇杆或滑块为原动件时,才存在死点位置,而且机构的两个极限位置就是机构的两个死点位置,因为这时连杆与从动曲柄成一直线,连杆对曲柄的驱动力通过曲柄的转动中心,驱动力矩等于零。因而,求取机构死点位置的方法与求极位夹角 θ 的方法相同,见图2-1。

消除死点位置: ① 对从动曲柄施加外力 ② 利用飞轮及机构自身惯性 利用对质点力学,克服 阻碍了机构

三、平面四杆机构的设计

(一) 按连杆的两个或三个给定位置设计铰链四杆机构

如图2-3所示,设已知连杆2的长度 b 和它的三个位置 B_1C_1 、 B_2C_2 、 B_3C_3 ,试设计该铰链四杆机构。

由于在四杆机构中,连架杆1和3分别绕两个固定铰链A和D转动,所以连杆上点B的三个位置 B_1 、 B_2 、 B_3 应位于同一圆周上,其圆心即为连架杆1的固定铰链A的位置。因此,分别连接

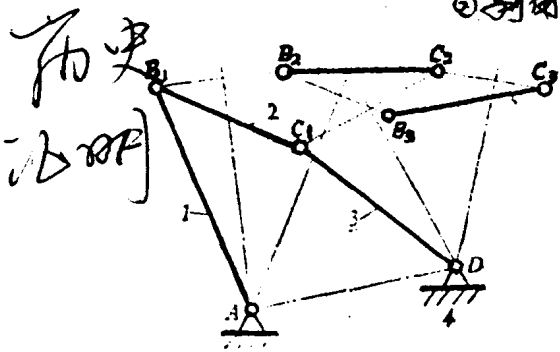


图 2-3

B_1 、 B_2 及 B_2 、 B_3 ,并作两连线各自的中垂线,其交点即为固定铰链A。同理,可求得连架杆3的固定铰链D。连线AD即为机架的长度。这样,构件1、2、3、4即组成所要求的四杆机构。

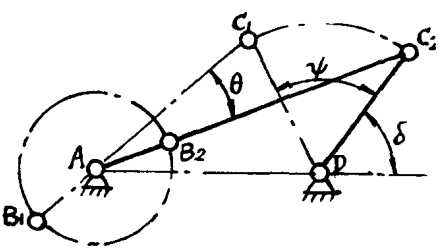


图 2-4

如果只给定连杆的两个位置,则点A和点D可分别在 B_1B_2 和 C_1C_2 各自的中垂线上任意选择。因此,有无穷多解。为了得到确定的解,可根据具体情况添加辅助条件,例如给定最小传动角或提出其他结构上的要求等。

(二) 按从动摇杆的两个位置设计铰链四杆机构

如图2-4所示,已知摇杆摆角 ψ 和初始角 δ ,设计一曲柄摇杆机构。

设计时,先根据结构确定机架 AD 的长度 d ,并在纸上画出 AD 长。然后根据已知条件,过 D 点画出摇杆两个位置,并选取摇杆长 c 而得到 C_1 和 C_2 两点,连接 AC_1 和 AC_2 ,根据结构在极限位置时曲柄和连杆共线的道理,于是得

$$\begin{cases} AC_1 = b - a \\ AC_2 = b + a \end{cases}$$

式中 a 和 b 分别为曲柄和连杆的长度。

联解上式就可以求出曲柄 a 和连杆 b 的长度,得

$$a = \frac{AC_2 - AC_1}{2}$$

$$b = \frac{AC_2 + AC_1}{2}$$

这样确定的曲柄摇杆机构,即可满足两个位置的要求,且具有急回特性。如果要求无急回特性。则只要把回转副 A 点取在 C_1C_2 延长线上,并以 A 为圆心,以 $C_1C_2/2$ 为半径(曲柄长)画图,就可在 C_1C_2 延长线上得 B_1 、 B_2 两点,则得到所设计机构。

(三) 按照给定的行程速比系数 K 设计四杆机构

这种设计方法的依据是: K 与极位夹角 θ 存在确定的关系;且当从动件处于两个极限位置时,连杆与曲柄共线。

1. 曲柄摇杆机构

已知条件: 摇杆长度 l_3 , 摆角 ψ 和行程速比系数 K 。

设计的实质是确定铰链中心 A 点的位置,定出其他三杆的尺寸 l_1 (曲柄)、 l_2 (连杆) 和 l_4 (机架)。其设计步骤如下:

(1) 由给定的行程速比系数 K , 可求得极位夹角 θ

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$$

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$$

(2) 如图 2-5 所示,任选固定铰链中心 D 的位置,由摇杆长度 l_3 和摆角 ψ ,作出摇杆两个极限位置 C_1D 和 C_2D 。

(3) 连接 C_1 和 C_2 , 并作 C_1M 垂直于 C_1C_2 。

(4) 作 $\angle C_1C_2N = 90^\circ - \theta$, C_2N 与 C_1M 相交于 P 点,由图可见, $\angle C_1PC_2 = \theta$ 。

(5) 作 $\triangle PC_1C_2$ 的外接圆,此圆上任取一点 A 作为曲柄的固定铰链中心。连 AC_1 和 AC_2 ,因同一圆弧上的圆周角相等,故 $\angle C_1AC_2 = \angle C_1PC_2 = \theta$ 。

(6) 因极限位置处曲柄与连杆共线,故 $AC_1 = l_2 - l_1$, $AC_2 = l_2 + l_1$,从而得曲柄长度 $l_1 = \frac{1}{2} (AC_2 - AC_1)$ 。再以 A 为圆心和 l_1 为半径作圆,交 C_1A 的延线于 B_1 ,交 C_2A 于 B_2 ,即得 $B_1C_1 = B_2C_2 = l_2$ 。并且 $AD = l_4$ 。

由于 A 点是 $\triangle C_1PC_2$ 外接圆上任选的点,所以若仅按行程速比系数 K 设计,可得无穷多解。 A 点位置不同,机构传动角的大小也不同。如欲获得良好的传动质量,可按照最小传动角要求或其他辅助条件来确定 A 点的位置。

2. 导杆机构

已知条件: 机架长度 l_4 , 行程速比系数 K 。

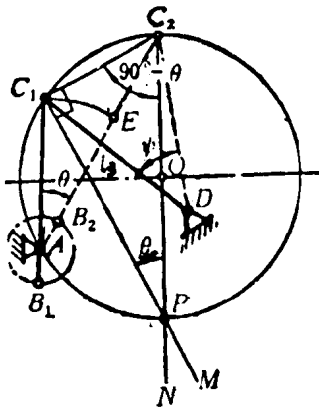


图 2-5

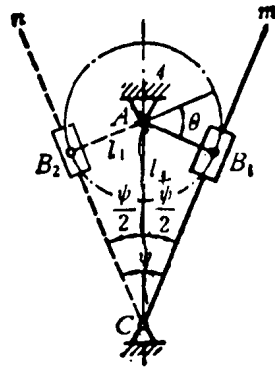


图 2-6

由图 2-6 可知, 导杆机构的极位夹角 θ 等于导杆的摆角 ψ , 所需确定的尺寸是曲柄长度 l_1 。其设计步骤如下:

- (1) 由已知行程速比系数 K , 按公式求得极位夹角 θ (也即是导杆摆角 ψ)

$$\psi = \theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$$

- (2) 任选固定铰链中心 C , 以夹角 ψ 作出导杆两极限位置 C_m 和 C_n 。
 (3) 作摆角 ψ 的角平分线 AC , 并在线上取 $AC = l_1$, 得固定铰链中心 A 的位置。
 (4) 过 A 点作导杆极限位置的垂线 AB_1 (或 AB_2), 即得曲柄长度 $l_1 = AB_1$ 。

3. 曲柄滑块机构

已知条件: 曲柄滑块机构的行程速比系数 K 、冲程 H 和偏距 e

设计的实质是确定铰链中心 A 点的位置; 定出曲柄长度 r 及连杆的长度 l 。其设计步骤如下:

- (1) 由给定的行程速比系数 K , 可求得极位夹角 θ

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1} \checkmark$$

- (2) 如图 2-7 所示, 作一直线 $C_1C_2 = H$ 。

- (3) 过 C_1 点作一直线与 C_1C_2 成 $90^\circ - \theta$ 的夹角。过 C_2 点作 C_1C_2 的垂直线, 此两直线相交于点 P 。

- (4) 过 P, C_1 及 C_2 三点作圆。则此圆上任一点 A 与 C_1, C_2 两点联线的夹角 $\angle C_1AC_2$ 都等于极位夹角 θ , 所以曲柄与机架的回转中心 A 应在此圆上。

- (5) 作一直线与 C_1C_2 平行, 并使其与 C_1C_2 的距离等于给定的偏距 e , 则此直线与上述圆弧的交点即为曲柄的铰链中心 A 的位置。

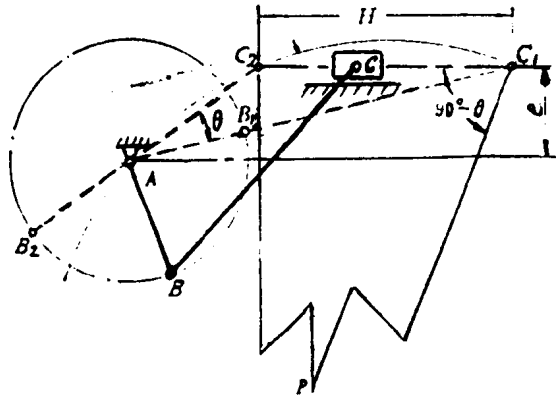


图 2-7

当 A 点确定后，如前所述，根据机构在极限位置时曲柄与连杆共线的特点，即可求出曲柄的长度 r 及连杆的长度 l 。

典型例题

例 2-1 如图 2-8 所示，设已知四杆机构各构件的长度为： $a=240\text{mm}$ ， $b=600\text{mm}$ ， $c=400\text{mm}$ ， $d=500\text{mm}$ 。试问：

(1) 当取构件 4 为机架时，是否存在曲柄？如果存在，哪一构件为曲柄？

(2) 如选取别的构件为机架时，能否获得双曲柄或双摇杆机构？如果可以，应如何得到？

解

(1) 铰链四杆机构曲柄存在的必要条件是：最短杆与最长杆长度之和小于或等于其他两杆长度之和。现在 $a+b=840\text{mm} < c+d=900\text{mm}$ ，条件成立。取构件 4 为机架时，最短杆 a 为曲柄。

(2) 当取最短杆 a 为机架时，得双曲柄机构；若选最短杆的对杆 C 为机架时，则得双摇杆机构。

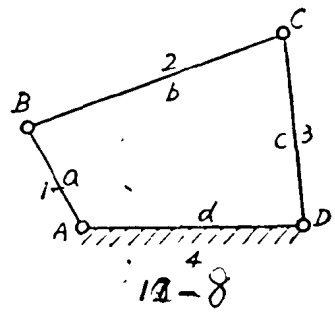


图 2-8

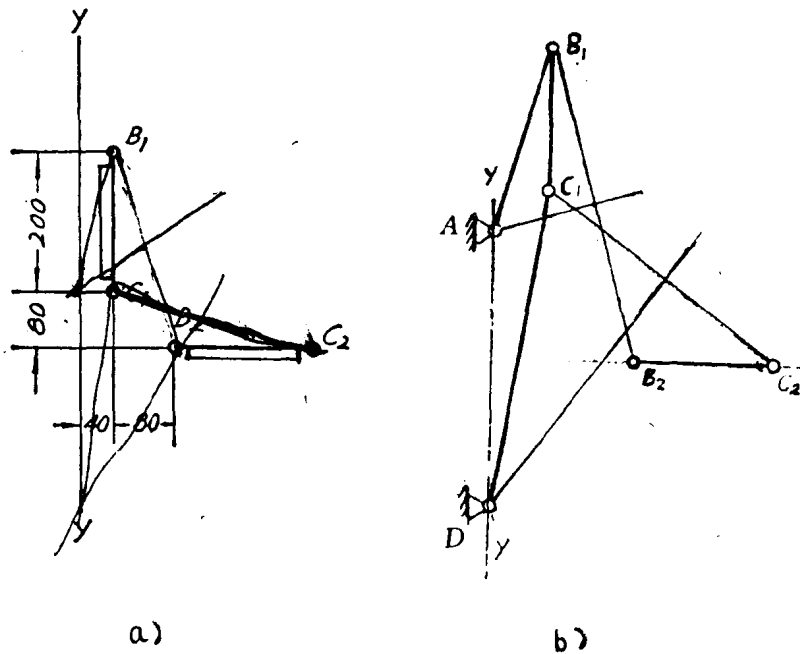


图 2-9

例 2-2 设计一铰链四杆机构作为加热炉炉门的启闭机构（图 2-9a）。已知炉门上两活动铰链的中心距 B_1C_1 为 50mm ，炉门打开后成水平位置时，要求炉门温度较低的一面朝上（如图中 B_2C_2 所示），设固定铰链安装在 $y-y$ 轴线上，其相关尺寸如图所示，求此铰链四杆机构其余三杆的长度。