

图解法设计四杆机构的新方法

高虹霓, 杨增选, 曹泽阳

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:为满足四杆机构的设计需要,丰富设计理论,对图解法设计四杆机构的方法进行了扩充,提出了在已知曲柄摇杆机构的摇杆、曲柄、连杆这三构件之一的长度及机架长度、摇杆摆角的条件下用图解法设计曲柄摇杆机构的新方法,并给出了设计方法的全过程。该方法具有较好的理论和实用价值。

关键词:图解法;四杆机构;设计

中图分类号:TH122 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)04-0071-03

在图解法设计四杆机构时,一般只给出了四种情况下的设计方法,即给定行程速比系数,或给定连杆位置,或给定两连架杆对应位置,或给定某点的运动轨迹进行四杆机构的设计。而在实际运用中,用图解法设计四杆机构的已知条件不仅仅局限于这四种情况,以曲柄摇杆机构为例,若已知曲柄摇杆机构的摇杆长度、曲柄长度、连杆长度这三构件之一的长度及机架的长度、摇杆的摆角均可设计曲柄摇杆机构。

1 已知机架长度 d 、摇杆摆角 ϕ 及摇杆长度 c 设计曲柄摇杆机构

已知 d 、 ϕ 、 c 设计曲柄摇杆机构的任务就是确定曲柄的长度 a 和连杆的长度 b 。利用机构在极限位置时的几何关系可作图设计。

首先作一线段 \overline{AD} 等于机架长度 d ,并以 D 为顶点,以摇杆长度 c 为半径作圆弧 $\widehat{C_1C_2}$,使 $\angle C_1DC_2 = \phi$,如图 1 所示。

由于 $\overline{AC_2} = b + a$,

$\overline{AC_1} = b - a$,

故:
$$a = \frac{\overline{AC_2} - \overline{AC_1}}{2}$$

于是以 A 为圆心,以 $\overline{AC_1}$ 为半径作弧交 $\overline{AC_2}$ 于 E ,则

$$a = \overline{EC_2}/2$$
$$b = \overline{AC_2} - \overline{EC_2}/2$$

以 A 为圆心, a 为半径作圆,交 $\overline{C_1A}$ 的延长线和 $\overline{C_2A}$ 于 B_1, B_2 ,则 AB_1C_1D 和 AB_2C_2D 为曲柄摇杆机构的两个极限位置。因为 C_1, C_2 是在以 D 为圆心, c 为半径的圆弧上任意取的两点仅满足 $\angle C_1DC_2 = \phi$,所以满足要求的曲柄摇杆机构不是唯一的。

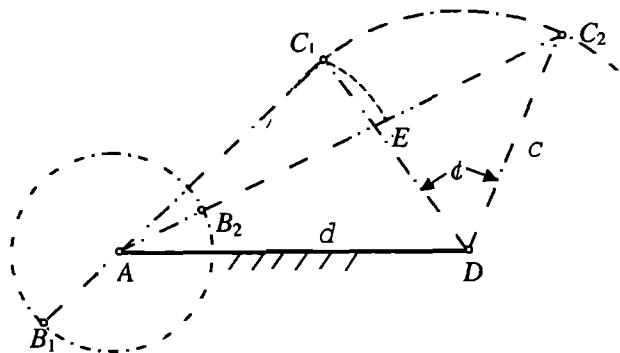


图1 已知 d 、 ϕ 、 c 设计曲柄摇杆机构

2 已知机架长度 d 、摇杆摆角 ϕ 及曲柄长度 a 设计曲柄摇杆机构

已知 d 、 ϕ 、 a 设计曲柄摇杆机构实际就是确定连杆的长度 b 和摇杆的长度 c 。只要确定出连杆与摇杆相联的转动副 C 的一个极限位置 C_2 (或 C_1) 就确定了摇杆的长度,于是设计转化为已知 d 、 ϕ 、 c 设计曲柄摇杆机构,就可用上述方法 1 进行设计。

由图 1 知,给定曲柄长度 a 时,固定铰链 A 至活动铰链 C 的两极限位置 C_2 、 C_1 的距离之差为一定值 $2a$ ($\overline{AC_2} - \overline{AC_1} = 2a$)。如果 C_2 、 C_1 为两固定点, A 为一动点,则动点 A 到两定点 C_2 、 C_1 的距离之差为一定值 $2a$,说明 A 点的轨迹是一双曲线。实际上曲柄摇杆机构的铰链 A 是固定不动的,而铰链 C 是活动铰链,所以只要将定点 A 至两动点 C_2 、 C_1 的距离之差为一定值 $2a$ 转化为一动点 C_2 至两定点 A 、 K 的距离之差为一定值 $2a$,就得出动点 C_2 点的轨迹为一双曲线,于是可确定出转动副 C 的一个极限位置 C_2 。具体作法如下:

如图 2 所示,首先作直线 \overline{DN} 与机架 \overline{AD} 的夹角为 ϕ ,并在直线 \overline{DN} 上截取 \overline{DK} 使其长度为 d ,然后从点 D 作 \overline{AK} 的中垂线 \overline{DM} ,交 \overline{AK} 于 O ;其次以 O 为中心,以 A 、 K 为焦点,以 $2a$ 为实轴作双曲线。在此双曲线被 \overline{DN} 切取的实线部分任取一点为摇杆上 C 点的一个极限位置 C_2 ,若 $\overline{C_2A} = a + b$,则由双曲线特性可知 $\overline{C_2K} = b - a$ 。 C 点的另一极限位置 C_1 点由 ϕ 角得到,因为 $\triangle AC_1D \cong \triangle KC_2D$,则 $\overline{AC_1} = \overline{KC_2} = b - a$ 。所以 $\overline{AB_1C_1D}$ 和 $\overline{AB_2C_2D}$ 为曲柄摇杆机构的两个极限位置。由于 C_2 是在双曲线被直线 \overline{DN} 所切取的实线部分任取的点,所以满足设计要求的曲柄摇杆机构不唯一。

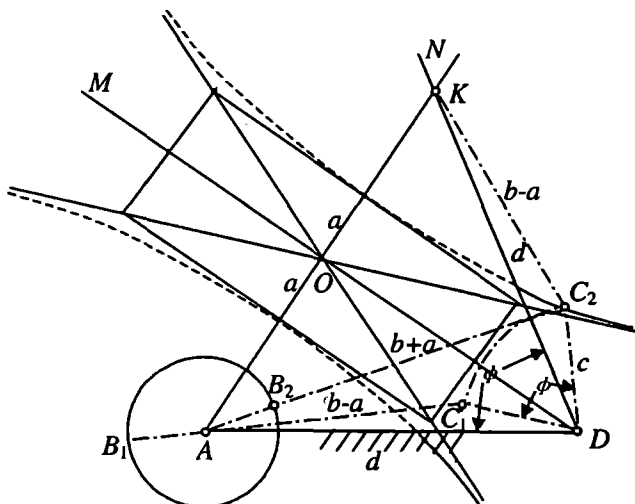


图 2 已知 d 、 ϕ 、 a 设计曲柄摇杆机构

3 已知机架长度 d 、摇杆摆角 ϕ 及连杆长度 b 设计曲柄摇杆机构

已知 d 、 ϕ 、 b 设计曲柄摇杆机构的实质是确定曲柄长度 a 和摇杆长度 c 。同设计方法 2 类似,只要找出连杆与摇杆相联的转动副 C 的一个极限位置 C_2 (或 C_1) 就可将设计转化为已知 d 、 ϕ 、 c ,设计曲柄摇杆机构,同样可用设计方法 1 设计。

由图 1 可知,当给定连杆长度 b 时:

$$\overline{AC_2} = b + a \quad (1)$$

$$\overline{AC_1} = b - a \quad (2)$$

若式(1)加式(2),则其和为一定值 $2b$ 。说明定点 A 至两动点 C_2 、 C_1 的距离之和为一定值。如果将定点 A 至两动点 C_2 、 C_1 的距离之和为一定值 $2b$ 转化为一动点 C_2 至两定点 A 、 K 的距离之和为一定值 $2b$,就得出动点 C_2 的轨迹为一椭圆。具体作法如图 3 所示。

首先做出机架长度 \overline{AD} 为 d ,过点 D 做直线 \overline{DN} 使 $\angle LND = \phi$,并在直线 \overline{DN} 上截取 \overline{DK} 使其长度为 d ;其次以点 A 、 K 为焦点,以 $2b$ 为长轴,

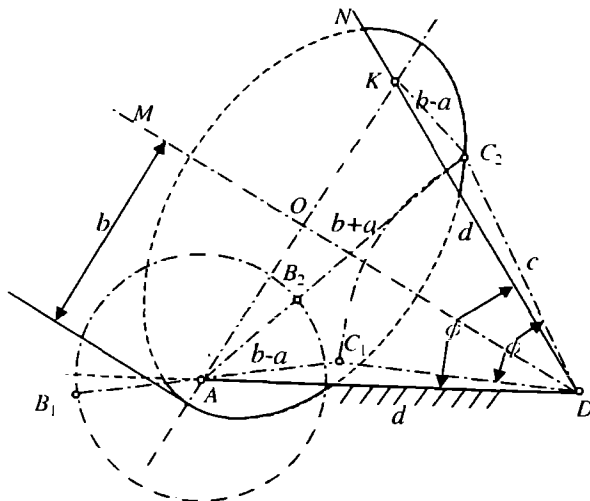


图 3 已知 d 、 ϕ 、 b 设计曲柄摇杆机构

以 \overline{AK} 的中点 O 为中心做椭圆, 则 C_2 点的轨迹就是此椭圆被直线 \overline{DN} 所切取的实线部分。在 C_2 点的轨迹上任取一点做为摇杆上 C 点的一个极限位置 C_2 , 若 $\overline{C_2A} = b + a$, 则 $\overline{C_2K} = b - a$ 。由 φ 角可找出 C 点的另一极限位置 C_1 。因 $\triangle AC_1D \cong \triangle KC_2D$, 故 $\overline{C_1A} = \overline{C_2K} = b - a$ 。则 AB_1C_1D 和 AB_2C_2D 为曲柄摇杆机构的两个极限位置。由于 C_2 是在其轨迹上任选的一点, 所以满足设计要求的曲柄摇杆机构同样不唯一。

4 结论

本文提出的四杆机构设计的新方法, 在理论教学中, 丰富了教学内容, 开阔了学生的视野, 培养了学生对机构设计的兴趣和设计能力; 在工程实际中, 为在各种不同的已知条件下设计四杆机构提供了有效的方法, 具有较好的实用价值。

参考文献:

- [1] (日) 盐崎义弘·日根, 夫·末永腾彦. 新机构学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983.
- [2] 杨可桢, 程光蕴. 机械设计基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [3] 刘惟信, 孟嗣宗. 机械最优化设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1986.
- [4] 施格利 J E, 尤克 J J. 机械与结构的设计原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 1985.
- [5] 陶全心, 李著景. 结构优化设计方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 1985.
- [6] 机械设计师手册编写组. 机械设计师手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.

(编辑: 田新华)

New Methods of Designing Four – Bar Mechanism by Illustrating

GAO Hong – ni, YANG Zeng – xuan, CAO Ze – yang

(The missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan, Shaanxi 713800, China)

Abstract: To meet the needs of designing four – bar mechanism and enrich the theory in design, this paper expands the method of designing four – bar mechanism by illustrating, and also presents some new methods and the whole process of each designing method on condition that the length of one of the three components (i. e. rocking lever, crank and link) in the crank – rocker mechanism, the length of the mechanism frame and the angle of the rocking lever are given. The methods are of some value in theory and practice.

Key words: graphic method; four – bar mechanism; design