

基于作图法和解析法的铰链四杆机构瞬心线研究

王晓光

(厦门大学航空系 福建厦门 361005)

摘要:针对机械原理中平面铰链四杆机构的瞬心线问题,采用作图法和解析法进行研究,清楚地展示了动瞬心线和定瞬心线的作图过程,并以解析的方式给出了两条瞬心线的轨迹方程,

同时还解释了动瞬心线沿定瞬心线做无滑动的滚动,有利于学生加深理解,为瞬心线机构的分析设计提供帮助。

关键词:动瞬心线 定瞬心线 瞬心线机构

Abstract: In view of the centrode problem of planar hinge four-bar linkage in the course of mechanical principle, method of graphic and analytic is applied to clearly show the drawing process of moving centrode and fixed centrode, as well as the trajectory equation of centrode in an analytic mode. The reason of moving centrode rolling without sliding along the fixed centrode is also explained in order to help student understand the theory, and design the centrode mechanism.

Key Words: moving centrode ; fixed centrode ; centrode mechanism

中图分类号: TH112

文献标识码: A

文章编号: 1674-098X(2015)07(b)-0213-01

1 问题的提出

针对机械原理课程教学过程中,学生对某些原理性的概念普遍感觉抽象难以理解的特点,通过合理安排课程学习内容,创新教学方法,启发创造性思维,可采用课后小组讨论、鼓励多查找专业文献等方式,加强对学生综合分析问题能力和创新能力的培养。本文以瞬心线为例,采用作图法和解析法进行研究,帮助学生加深对概念的理解,以更好地分析和设计相关瞬心线机构。

2 瞬心线概念

由基本理论可知,瞬心的位置是随两构件的运动而变动的,它将在各自构件上形成一条轨迹,即为瞬心线。对于平面铰链四杆机构ABCD,以AD为机架,两个连架杆的瞬心以A/D为起始/终止点的为定瞬心线,以B/C为起始/终止点的为动瞬心线,而且动瞬心线沿着定瞬心线作无滑动的纯滚动。

上述的描述晦涩难懂,给学生的理解带来很大问题。下面将采用两种方法,详细阐述:

2.1 作图法分析

根据已知条件,机架AD杆固定不动,连杆BC转动,可以确定一条瞬心线即定瞬心线。同理采用机构倒置方法,将连杆BC作为机架,构件AD相对于新的机架的瞬心构成另一条瞬心线,即动瞬心线。作图过程如图1和图2所示。

由于机架AD杆固定不动,2、3、4杆长度确定,并做相对转动,因此定瞬心线与动瞬心线形状不变。在画动瞬心线时,无论1、3杆相对位置如何,2、4杆延长线的交点,即为两条瞬心线重合点。同时在转动过程中,1、3杆相对位置不同,所以其重合点的位置会发生变化。根据瞬心的定义可知,无论是动瞬心线还是定瞬心线,都表示1、3两个杆件相对速度为零的轨迹,由于分析时机架选择的不同,两条瞬心线的转动角速度不同,因此动瞬心线相对于定瞬心线做滚动。

2.2 解析法分析

假定在定瞬心线上任意取一点E,连线AE、DE,分别减去AB、CD,以B为圆心,B'E为半径,以C为圆心,C'E为半径分别作圆,交于点E',于是根据静瞬心线便可确定动瞬心线。即:

$$AE=AB+BE'$$

$$DE=DC+CE'$$

只要确定了静瞬心线,就可以确定动瞬心线

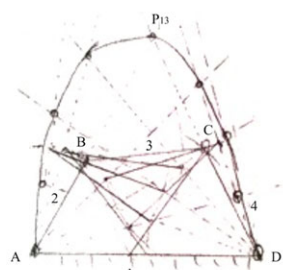


图1 定瞬心线画法

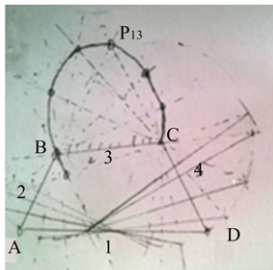
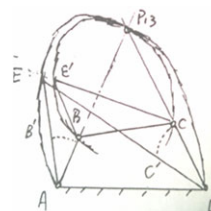


图2 动瞬心线画法



下面确定定瞬心线的轨迹。以A为原点,AD为X轴,AD向上为Y轴,则B点轨迹为: $x^2+y^2=r_{AB}^2$;C点轨迹为: $(x-x_D)^2+y^2=r_{CD}^2$,则直线AB'方程: $y=\frac{y_{B'}}{x_{B'}}x$

$$\text{直线C'D方程: } y=\frac{y_{C'}}{x_{C'}-x_D}x-\frac{y_{C'}x_D}{x_{C'}-x_D}$$

$$\text{直线AB',C'D交于E,坐标为 } y_E=\frac{y_{B'}}{x_{B'}}x_E \text{ 与 } y_E=\frac{y_{C'}}{x_{C'}-x_D}x_E-\frac{y_{C'}x_D}{x_{C'}-x_D}$$

$$\text{所以可得, } x_E=\frac{x_D}{1-\frac{y_{B'}}{x_{B'}}\frac{x_{C'}-x_D}{y_{C'}}} \quad y_E=\frac{x_D}{\frac{x_{B'}}{y_{B'}}-\frac{x_{C'}-x_D}{y_{C'}}}$$

又因为 $y_B^2+x_B^2=r_{AB}^2$, $(x_C-x_D)^2+y_C^2=r_{CD}^2$, $(x_B-x_C)^2+(y_B-y_C)^2=l_{BC}^2$ 可得:

$$\left[\frac{x_E}{y_E} \sqrt{\frac{r_{AB}^2}{x_E^2+y_E^2}} - \left(\frac{x_E-x_D}{y_E} \sqrt{\frac{r_{CD}^2}{(x_E-x_D)^2+y_E^2}} + x_D \right) \right] + \left(\sqrt{\frac{r_{AB}^2}{x_E^2+y_E^2}} - \sqrt{\frac{r_{CD}^2}{(x_E-x_D)^2+y_E^2}} \right) = l_{BC}^2 \text{ 化简}$$

$$\left[x_E \sqrt{\frac{r_{AB}^2}{x_E^2+y_E^2}} - (x_E-x_D) \sqrt{\frac{r_{CD}^2}{(x_E-x_D)^2+y_E^2}} - x_D \right]^2 + \left(y_E \sqrt{\frac{r_{AB}^2}{x_E^2+y_E^2}} - y_E \sqrt{\frac{r_{CD}^2}{(x_E-x_D)^2+y_E^2}} \right)^2 = l_{BC}^2 \text{ 或}$$

$$\left[r_{AB} \sqrt{\frac{x_E^2}{x_E^2+y_E^2}} - r_{CD} \sqrt{\frac{(x_E-x_D)^2}{(x_E-x_D)^2+y_E^2}} - x_D \right]^2 + \left(r_{AB} \sqrt{\frac{y_E^2}{x_E^2+y_E^2}} - r_{CD} \sqrt{\frac{y_E^2}{(x_E-x_D)^2+y_E^2}} \right)^2 = l_{BC}^2$$

因此,当已知 l_{AB} 、 l_{BC} 、 l_{CD} 、 l_{AD} 时,可进一步化简或利用计算机做出定瞬心线的轨迹曲线。

3 结语

本文通过采用作图和解析两种方法,详细分析了平面铰链四杆机构的瞬心线问题,有利于加强学生对瞬心线这一抽象定义的理解,并进一步为瞬心线机构的创新设计打好基础。

参考文献

- [1] 朱孙科,罗天洪,钟厉,等.机械原理课程教学方法探索与实践[J].科技视界,2013(17).
- [2] 黄小龙,刘相权.机械原理课程设计改革的研究与实践[J].中国科技信息,2011(24).
- [3] 楼进,范广洲.平面铰链四杆机构连杆平面上的运动瞬心线[J].机械科学与技术1995(4).
- [4] 谭维奇,谢鸿满.关于曲柄滑块机构连杆运动瞬心线特征的研究.安徽理工大学学报,2012(3).