

文章编号:1671-6833(2004)02-0084-03

四位置刚体导引曲柄滑块机构的设计

熊滨生, 张明成, 李秀明

(郑州大学机械工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:通过作出布尔梅斯特圆心曲线、圆点曲线后,根据动力学要求 $\gamma_{\min} > 40^\circ \sim 50^\circ$,对曲柄滑块机构进行了设计,求出拐点圆,并得出滑点、导路倾角、拐点圆之间的关系.滑块铰接点 B_1 的位置与滑块导路倾角 β 有关,而拐点圆 K_1 与滑块导路倾角 β 无关;设计时可适当调整滑块导路倾角 β 而拐点圆不变,则点 B_1 位置在拐点圆 K_1 上作出相应变化,以满足设计要求.对于计算实例,当 A 取值 < -17 时,不能得到圆心曲线上的点,与布尔梅斯特圆心曲线的理论相符合,即对于任意给定连杆平面四个相关位置,连杆运动平面上只能找到一些与之相应的圆心点.

关键词:曲柄滑块机构; 四位置刚体导引; 圆心曲线; 圆点曲线; 相关点

中图分类号: TH 112.1

文献标识码: A

0 引言

平面连杆机构各种型式中^[1],曲柄滑块机构的综合,是工程上常遇到的一类问题,刚体导引法是解决这类问题的一种方法.前人已对三位置刚体导引曲柄滑块机构的设计进行了详细的研究^[2].本文针对四位置刚体导引曲柄滑块机构设计的算法,对布尔梅斯特圆心曲线、圆点曲线及滑点、导路倾角、拐点圆之间的关系进行了探讨.四位置刚体导引问题是一个复杂的机构综合问题.一般来说,先根据给定连杆平面的四个相关位置,求出布尔梅斯特圆心曲线 M_{1234} 和圆点曲线 $A_{1234}^1, A_{1234}^2, A_{1234}^3, A_{1234}^4$.在圆心曲线 M_{1234} 上给出一个固定铰链点 A_0 ,然后由圆点曲线 A_{1234}^1 得出相应圆点 A_1 ,再求出 A_1 的相关点 A_2, A_3, A_4 .此类问题的传统求法是图解法^[3],其缺点是精度低,作图量大,但比较直观,而解析法可以克服这些缺点,因此本文利用解析法,根据动力学条件 $\gamma_{\min} > 40^\circ \sim 50^\circ$ ^[4],对四位置刚体导引曲柄滑块机构进行设计,并给出计算实例.

1 四位置刚体导引机构曲柄滑块机构的计算

可将要设计的曲柄滑块机构分为曲柄、连杆部分;连杆、滑块部分.曲柄连杆部分的设计条件为:已知导引刚体的 4 个相关位置 P_1, P_2, P_3, P_4 及相应转角 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$,求圆点 $A(i=1, 2, 3, 4)$

及圆心点 A_0 ,有

$$\begin{bmatrix} A_{ix} \\ A_{iy} \\ 1 \end{bmatrix} = [D_i] \begin{bmatrix} A_{ix} \\ A_{iy} \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中 $i=2, 3, 4$; $[D_i]$ 为被导引刚体由位置 1 到位置 i 的位移矩阵.

由于曲柄长度不变,有

$$(A_i - A_0)^T (A_i - A_0) = (A_1 - A_0)^T (A_1 - A_0) \quad (2)$$

式中 $i=2, 3, 4$.

将式(1)、(2)进行变量置换,逐步消元,可得

$$\sum_{j=0}^4 f_{ij} S_j + F_i = 0 \quad (3)$$

式中 $i=2, 3, 4$; $j=0, 1, 2, 3, 4$; S_j 为对 $A_{ix}, A_{iy} (i=0, 1, 2, 3, 4)$ 进行变换后的新的变量.式(3)为线性方程组,上式中未知数个数 5,多于方程数 3.

将式(3)再进行变化后可得

$$\begin{bmatrix} S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1 & V_1 & W_1 \\ U_2 & V_2 & W_2 \\ U_3 & V_3 & W_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_0 \\ S_1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

因此补充相关方程式

$$S_3 = S_0 S_1, S_4 = S_0 S_2 \quad (5)$$

联立式(4)、(5),可得 S_0, S_1 的表达式.其中

$$S_0 = \frac{V_2 S_1 + W_2}{S_1 - U_2} \quad (6)$$

$$k_1 S_1^3 + k_2 S_1^2 + k_3 S_1 + k_4 = 0 \quad (7)$$

式中 $k_i (i=1, 2, 3, 4)$ 是 $U_i, V_i, W_i (i=1, 2, 3)$ 的

收稿日期:2004-01-28;修订日期:2004-03-25

作者简介:熊滨生(1941-),男,河南省郑州市人,郑州大学副教授,主要从事机械设计及机械传动理论的研究.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在本文算例中,当 A_{0k} 取值 <-17 时,不能得到圆心曲线上的点,与布尔梅斯特圆心曲线的理论相符合,即对于任意给定连杆平面四个相关位置,连杆运动平面上只能找到一些与之相应的圆心点.

3 结果与结论

由上述分析及计算实例,可得如下结论:

(1) 四位置刚体导引曲柄滑块机构的设计,可直接算出圆心曲线 M_{1234} 圆点曲线 A_{1234} 上各点,描成曲线后,供设计者在考虑机构设计的其它条件(如压力角 α 、传动角 γ 及杆长条件)时,在上述曲线上直接选固定铰接点 A_0 和活动铰接点 A_1 . 本文按照动力学条件 $\gamma_{min} > 40^\circ \sim 50^\circ$ 进行了四位置刚体导引曲柄滑块机构的设计.

(2) 滑块铰接点 B_1 的位置与滑块导路倾角 β 有关,而拐点圆 K_1 与滑块导路倾角 β 无关;设计时可适当调整滑块导路倾角 β 而拐点圆不变,则点 B_1 位置在拐点圆 K_1 上作出相应变化,以满足设计要求.

参考文献:

[1] 熊滨生.平面连杆机构的动态静力分析[J].郑州工学院学报,1994,(3):51~56.
[2] 梁崇高.平面连杆机构的计算设计[M].北京:高等教育出版社,1983,(8):38~63.
[3] 张世民.平面连杆机构设计[M].北京:高等教育出版社,1983:27~45.
[4] 孙 桓.机械原理[M].北京:高等教育出版社,2001.188~237.

Design Method for Crank - slider Mechanism with Four Position Rigid Body Guidance

XIONG Bin - sheng , ZHANG Meng - cheng , LI Xiu - ning

(College of Mechanical Engineering , Zhengzhou University , Zhengzhou 450002,China)

Abstract : The design method for crank - slider mechanism with four position rigid body guidance is given in this paper ; After calculating center of a circle curve ; dot curve for L . Burmester the crank - slider mechanism is designed according to the dynamics $\gamma_{min} > 40^\circ \sim 50^\circ$; what obtained turns out the relations of sliding points , inclination angle of guidance function and turning point circle . There exist relations for hinge join point B of the slider and inclination angle β of guidance direction , but there exist no relations for turning point circle K and inclination angle β of guidance direction with slider . When designed the inclination angle β of guidance direction with slider may be adjusted and the position for point B on the turning point circle K is changed , but the turning point circle K isn't changed . So it is contented for designing requirement . For example in this article , points on the center of a circle can't be obtained when value $A < -1.7$. This agrees with center of a circle curve theories for L . Burmester . Only some points can be found on link bar moving planes , for four related positions on link bar moving planes are given arbitrarily .

Key words : crank - slider mechanism ; four position rigid body guidance ; center of a circle curve ; dot curve ; related point