

# 剑杆引纬机构的传动规律研究

李克让

陈明

(宁波服装职业技术学院, 宁波, 315100) (东华大学机械学院)

摘要:通过对典型的正置空间曲柄摇杆引纬机构的动力学分析,研究了在摇杆最大摆角为  $30^\circ$  时,输出杆长度取不同的值时输出杆的结构压力角变化规律,选出了能满足传动性能要求的较佳机构参数。同时指出机构尚存在的有待进一步研究的问题。

关键词:剑杆织机 引纬机构 传动性能 研究

中图分类号:TS 103.33.3 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2004)01-0044-02

剑杆引纬机构是剑杆织机的一大关键机构,其动力学和运动学特性在很大程度上决定了整台织机的性能与档次。文献[1,2]指出理想的引纬机构传动系统应具备以下主要特点:在前心位置附近的位移曲线要比较平缓,以减小剑头的空行程;剑头加速度的最大绝对峰值应小,尤其在纬纱交接时加速度绝对值尽可能要小些;机构传动角应小,以提高传动效率。

为此,笔者引用文献[3]中典型正置空间曲柄摇杆引纬机构为例,从运动学方面对该机构进行了分析,找出了较佳的机构参数组合,以期可以提高织机的运动性能,满足剑杆织机的织造工艺要求。而剑杆引纬机构的动力学特性也是剑杆织机织造性能的一项重要指标,本文在该剑杆织机引纬机构运动学分析的基础上对其动力学进行分析研究,以获得较好的机构参数组合,达到减小引纬机构传动角、提高传动效率的目的。

## 1 剑杆织机的传动机构

剑杆织机采用正置空间曲柄摇杆引纬传动机

构,其传动机构正视及侧视图如图 1 所示,  $AB$ 、 $CD$  为实长,  $A'B'$ 、 $C'D'$  为投影。

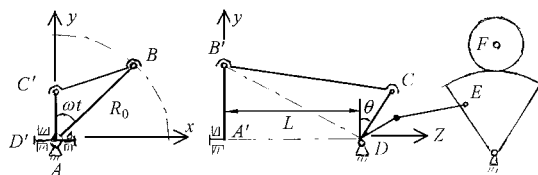


图 1 正置空间曲柄摇杆剑杆引纬机构示意图

轴 A 以  $\omega$  速度转动,由曲柄  $AB$  通过连杆  $BC$  带动摇杆  $CD$  摆动,再通过四连杆机构将运动传给一扇形齿轮  $E$ ,带动剑轮  $F$  转动完成引剑过程。在空间机构  $ABCD$  中,转轴  $A$  与摆轴  $D$  呈正置,即垂直相交, $D$  点在轴  $A$  的轴线上。取  $AB = R_0$ ,  $AD = L$ , 则  $R_0/L (= \tan \theta_0)$  比值将决定空间机构的传动性能。如图所示建立  $A-XYZ$  直角坐标系并设  $CD$  离垂线的偏角为  $\theta$ 、 $CD = r$ 。

## 2 传动机构动力学分析

压力角是衡量结构受力条件好坏的一个重要标

志,如图2所示,连杆BC(作用力方向)与摇杆CD端点C的速度方向之间夹角即为压力角 $\alpha$ (不考虑质量、惯性力及有关摩擦力的条件下)。其中 $B'D \perp CD$ ,即 $B'D$ 为C的速度方向。又因为 $BD' \parallel B'D$ ,所以压力角 $\alpha$ 的大小等于BC与 $BD'$ 的夹角 $\angle CBD'$ 。

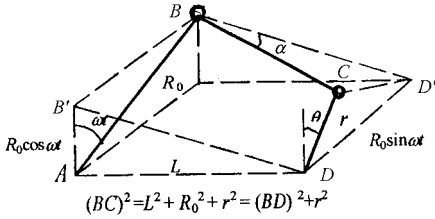


图2 压力角示意图

$B'D \perp DD'$ ,  $B'D \perp CD (\perp DD')$ ,  $BD' \parallel B'D \perp CD'$ 。

$$\cos^2 \alpha = \left| \frac{BD'}{BC} \right|^2 = \frac{(B'D)^2}{(BD)^2 + r^2} = \frac{L^2 + R_0^2 \cos^2 \omega t}{L^2 + R_0^2 + r^2}$$

$$= \frac{1 + k^2 \cos^2 \omega t}{1 + k^2 + r^2/L^2} \quad (1)$$

故知当 $k (= R_0/L)$ 值一定时, $\alpha$ 值随着 $\omega t$ 与 $r$ 值的变化而变化,其峰值由 $r$ 的大小决定。在设计时应保证最大压力角 $\alpha_{\max} \leq [\alpha]$ , $[\alpha]$ 为许用压力角,通常取 $[\alpha] < 50^\circ$ 左右<sup>[4,5]</sup>。当 $\theta_0$ 取 $30^\circ$ , $r/L$ 的值分别取0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1时,通过式(1)得出相应的 $\alpha$ 与 $\omega t$ 的关系曲线如图3中的各曲线。 $\alpha_{\max}$ 均小于许用压力角 $50^\circ$ ,满足机构传动的要求,但随着 $r/L$ 比值的增大,压力角相应增大。

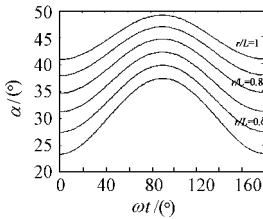


图3 不同 $r$ 值下的压力角 $\alpha$ 与 $\omega t$ 的关系曲线

由式(1)分析可知:

当 $\omega t = 0$ 时得

$$\cos^2 \alpha_{\min} = \frac{1 + k^2}{1 + k^2 + r^2/L^2}$$

$$= \frac{\sec^2 \theta_0}{\sec^2 \theta_0 + r^2/L^2} \quad (k = \tan \theta_0)$$

$$\tan^2 \alpha_{\min} = \frac{1}{\cos^2 \alpha_{\min}} - 1 = \frac{r^2}{L^2} \cos^2 \theta_0$$

$$\alpha_{\min} = \arctan \left| \frac{r}{L} \cos \theta_0 \right| \quad (2)$$

当 $\omega t = \pi/2$ 时得

$$\cos^2 \alpha_{\max} = \frac{1}{1 + k^2 + r^2/L^2}$$

$$\tan^2 \alpha_{\max} = k^2 + \frac{r^2}{L^2} = \tan^2 \theta_0 + \frac{r^2}{L^2}$$

$$\alpha_{\max} = \arctan(\sqrt{\tan^2 \theta_0 + r^2/L^2}) \quad (3)$$

根据式(2)、式(3),以 $\theta_0$ 为横坐标,对应于不同的 $r/L$ 值(0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1)画出相应的 $\alpha_{\min}$ 和 $\alpha_{\max}$ 变化曲线如图4、图5所示。

从图4、图5可以看出,当 $\theta_0$ 取 $30^\circ$ 时能够避免

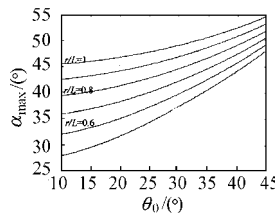


图4 不同 $r/L$ 值下的 $\theta_0$ 和 $\alpha_{\max}$ 的关系曲线

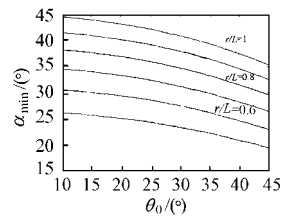


图5 不同 $r/L$ 值下的 $\theta_0$ 和 $\alpha_{\min}$ 的关系曲线

$\alpha_{\min}$ 和 $\alpha_{\max}$ 的值过大,这样也能够保证该正置空间曲柄摇杆引纬机构的运动规律满足优化条件<sup>[3]</sup>。降低 $r/L$ 的值可以有效地减少 $\alpha_{\min}$ 和 $\alpha_{\max}$ 的极大值,提高引纬机构的传动效率。

### 3 结束语

通过对典型的正置空间曲柄摇杆机构进行动力学分析,指出了能使其获得最佳传动性能的参数组合。当 $\theta_0$ 取 $30^\circ$ 时降低 $r/L$ 的值可以有效地减小 $\alpha_{\min}$ 和 $\alpha_{\max}$ 的极大值,提高引纬机构的传动效率。更理想的设计方案还有待于进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 王生泽等. 剑杆引纬连杆机构的创新分析与设计研究. 中国纺织大学学报, 1997, 23(4): 16 ~ 20.
- 2 章建庆等. 剑杆织机两种引剑机构的研究. 中国纺织大学学报, 1992, 18(6): 72 ~ 77.
- 3 黄晨等. 正置空间曲柄摇杆引纬机构的运动规律研究. 纺织学报, 2001, 22(2): 7 ~ 9.
- 4 华大年等. 连杆机构设计. 上海: 上海科学技术出版社, 1995: 258 ~ 259.
- 5 刘裕璋等. 纺织机械设计原理(下册). 北京: 纺织工业出版社, 1981: 139 ~ 141.