

文章编号 :0253-9721(2006)12-0105-04

新型电脑刺绣机挑线机构设计分析

林建龙,王小北,顾翔

(北京工商大学 机械自动化学院,北京 100037)

摘要 电脑刺绣机针杆机构和挑线机构是形成刺绣轨迹的重要机构,对形成高质量的刺绣轨迹十分重要。以电脑刺绣机原始挑线机构为研究对象,在保持挑线规律不变的基础上,设计了平底推杆盘形凸轮挑线机构,推导了设计理论方程,确定了凸轮的轮廓曲线,研制了新型电脑刺绣机挑线机构,在电脑刺绣机上进行了装机实验,实验结果表明新型电脑刺绣机挑线机构具有良好的挑线功能。

关键词 电脑刺绣机;挑线机构;设计;分析

中图分类号:TH112 文献标识码:A

Analysis and design of new model thread taking up mechanism of the computerized embroidery machine

LIN Jian-long, WANG Xiao-bei, GU Xiang

(College of Mechanical Automation, Beijing Technology and Business University, Beijing 100037, China)

Abstract The needle bar and the thread-taking-up are main mechanism to form the thread trace of the embroidery in computerized embroidery machine, exerting great impact on the forming of high quality thread trace of the embroidery. This paper deals with the study of the original thread-taking-up mechanism and sets out a new design of periphery cam with flat-bottomed pusher style thread-taking-up mechanism while maintaining the movement regularity of the original thread-taking-up mechanism. It deduces the theoretic design equation, gets the contour curve of the periphery cam, and manufactures the new model thread-taking-up mechanism for computerized embroidery machine. Experiments of the new mechanism prove that it possesses excellent working performance.

Key words computerized embroidery machine; thread-taking-up mechanism; design; analysis

电脑刺绣机是一种全自动控制的多功能刺绣机械,它通过电脑控制系统与刺绣机械的结合,刺绣出各种美丽的图案,其机械上的旋梭、针杆、挑线杆是形成针迹的三要素。因此正确地选择挑线杆机构的结构形式和运动特性,有利于解决主轴转速超过 750 r/min 时断线率增加的问题。本文设计出一种新型的电脑刺绣机换线机构,并进行了新机构的相关计算、分析和结构尺寸设计。

1 电脑刺绣机挑线机构

1.1 原始挑线机构

图 1 为原始电脑刺绣机的挑线机构简图。

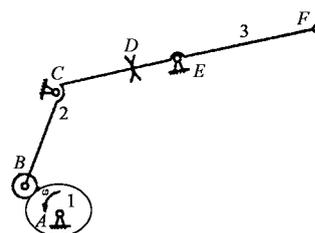


图 1 电脑刺绣机挑线机构

电脑刺绣机挑线机构是一个单自由度凸轮-摆杆-齿轮机构,主要由驱动凸轮 1,挑线驱动杆 2,挑线杆 3 组成,其中挑线杆 3 是执行构件,F 是挑线孔,杆 2 和杆 3 通过一对扇形齿轮相连,这对扇形齿轮主要起换线和联结作用。原挑线机构在美国、德

国、意大利等国属专利产品,这使得国产电脑刺绣机进入国际市场遇到了困难,因此有必要对挑线机构进行创新设计。

1.2 新型挑线机构

图 2 为对心平底推杆盘形凸轮挑线机构。它主要由驱动凸轮 1、弹簧 2、推杆 3、齿条 4、扇形齿轮 5 和挑线杆 6 组成。弹簧套进推杆后,以一定的预压缩保证驱动凸轮始终与推杆紧密接触。推杆与齿条通过铆钉联结,而与挑线杆相固连的扇形齿轮通过和齿条的啮合,实现挑线杆的挑线运动。

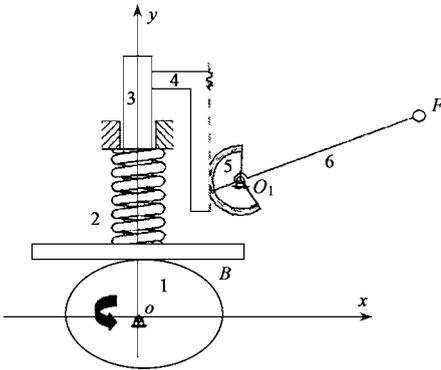


图 2 新型挑线机构简图

2 新型挑线机构凸轮轮廓的确定

2.1 原始挑线规律

图 3 为挑线孔 F 到主轴 O 的垂直距离 y 的变化规律。从挑线孔运动曲线可知,凸轮随着主轴逆时针转过 66° 时,挑线杆处于最高位置,而此时推杆处于最低位置,推杆平底与凸轮基圆相接触;当凸轮随主轴转过 285° 时,挑线孔处于最低位置,推杆处于最高位置,推杆平底与凸轮最大向径处相接触。

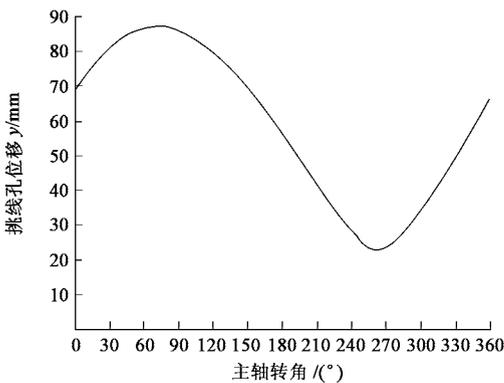


图 3 挑线孔运动曲线

2.2 凸轮轮廓的确定

设 B 点为凸轮轮廓线上的点,坐标系建立如图 4 所示,其中主轴 O 与扇形齿轮中心 O₁ 的相对位置不变,即水平距离 A₁ 和垂直距离 B₁ 不变,分别为 40.2 mm 和 53.3 mm;扇形齿轮半径 r 不变,为 15.0 mm;挑线杆长度 L₁ 不变,为 80.3 mm;以上尺寸可通过测量原始挑线机构得出。挑线孔的运动规律不变。

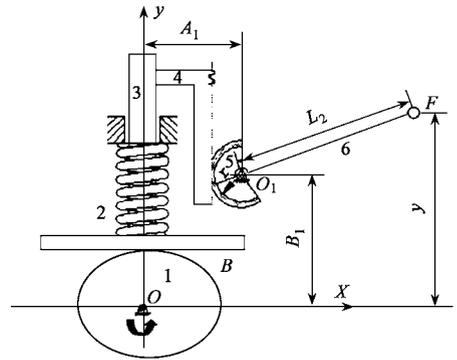


图 4 凸轮机构计算简图

根据凸轮反转设计法可知,对心平底推杆盘形凸轮机构凸轮轮廓线上 B 点的坐标:

$$x = (r_0 + s) \sin \delta + (ds/d\delta) \cos \delta$$

$$y = (r_0 + s) \cos \delta - (ds/d\delta) \sin \delta$$

此即为凸轮工作廓线的理论方程式,其中 r₀ 为基圆半径;s 为推杆的位移;δ 为凸轮转角。

理论方程式中各参数确定如下:Δs 为凸轮每转动 1° 时推杆位移的变化量,凸轮每转动 1° 时,挑线孔 F 高度将由 y_n 变为 y_{n+1},相应挑线杆 6 与水平线夹角由 φ_n 变为 φ_{n+1},如图 5 所示。

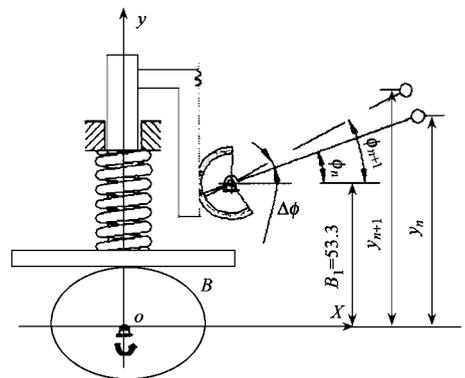


图 5 凸轮机构计算简图

$$\text{由于 } \phi_n = \arcsin \frac{y_n - B_1}{L_1} = \arcsin \frac{y_n - 53.3}{80.3}$$

$$\phi_{n+1} = \arcsin \frac{y_{n+1} - B_1}{L_1} = \arcsin \frac{y_{n+1} - 53.3}{80.3}$$

$$\Delta \phi_n = \phi_{n+1} - \phi_n = \arcsin \frac{y_{n+1} - 53.3}{80.3} -$$

$$\arcsin \frac{y_n - 53.3}{80.3}$$

根据齿轮齿条运动规律,其啮合点线速度相等,故

$$v = rw$$

$$\frac{\Delta s_n}{\Delta t} = r \frac{\Delta \phi_n (\pi/180^\circ)}{\Delta t}$$

$$\Delta s_n = r \cdot \Delta \phi_n \cdot \pi/180^\circ$$

当间隔为 1° 时,可以认为 $ds_n \approx \Delta s_n$,此时 $d\delta = \pi/180^\circ$ 。推杆的位移 s 由下式确定,即

$$s_1 = \Delta s_1;$$

$$s_2 = \Delta s_1 + \Delta s_2;$$

...

$$s_n = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \dots + \Delta s_n。$$

表 1 修正后的挑线凸轮轮廓坐标值

$\theta(^{\circ})$	0	60	120	180	240	300	360	66	285
r /mm	25.104	20.030	21.067	25.783	31.041	31.905	25.104	20.011	32.123

2.3 平底推杆尺寸的确定

凸轮廓线确定后,即可确定出平底与凸轮廓线最远接触到 γ 轴的距离 l_{\max} ,则平底长度

$$l = 2l_{\max} + (5 \sim 7) \text{ mm}$$

所以

$$l = 2 \left| \frac{ds}{d\delta} \right|_{\max} + (5 \sim 7) \text{ mm} =$$

$$2 \times 8.556 + (5 \sim 7) \text{ mm} =$$

$$(22.112 \sim 24.112) \text{ mm}$$

实际结构上取 l 为 24 mm。

对心平底推杆盘形凸轮机构采用弹簧力锁合方式,根据电脑刺绣机主轴转速 750 r/min 工作时推杆加速度的大小来确定推杆的惯性力,确保在特殊转折点时平底推杆与凸轮始终保持接触为设计条件,确定弹簧基本参数:弹簧簧条直径为 1.6 mm;弹簧中径 20 mm;弹簧工作极限载荷 65.33 N,根据弹簧基本参数可确定弹簧的其它相关尺寸,弹簧基本参数如表 2 所示。

表 2 弹簧基本参数

钢丝直径 d /mm	弹簧中径 D /mm	节距 p /mm	有效圈数 n	总圈数 n_1	旋向
1.6	20	9.71	9	11	右旋

凸轮基圆半径 r_0 和推杆位移最大值 s_{\max} 之和原则上不应该超过原有挑线机构凸轮向径的最大值 27.512 2 mm;根据计算所得的推杆位移 s 可知,推杆位移最大值为 $s_{\max} = 12.099 8 \text{ mm}$;因此有:

$$r_0 + s_{\max} \leq 27.512 2$$

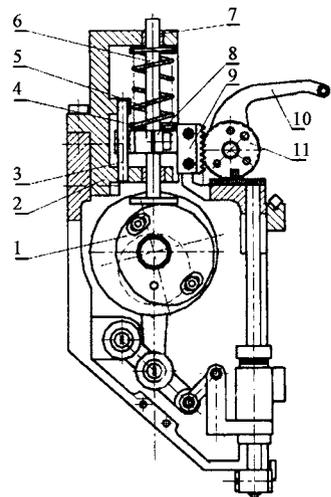
$$r_0 \leq 15.412 4$$

根据挑线机构设计空间的实际情况,从改善凸轮受力情况和减少压力角 α 的角度,可适当增大凸轮基圆半径,实际加工时取 $r_0 = 20 \text{ mm}$ 。

基于上述数据和凸轮工作廓线的理论方程式,可求得一组对心平底挑线机构凸轮廓线的坐标值;为保证运动中不会产生太大的振动,确保凸轮廓线尽可能光滑,用最小二乘法拟合原则对凸轮廓线的坐标值进行了 2 次拟合,在此基础上对个别不够光滑的凸轮廓线处进行了单独参数平均值修正,最终获得修正后的凸轮轮廓线坐标值,如表 1 所示。

3 新型电脑刺绣机挑线机构装机实验

在原挑线机构的基础上,根据计算与分析结果设计了具体的新型电脑刺绣机挑线机构机械结构装配图和零件图,其装配示意图见图 6。



1—凸轮;2—支架;3—导杆;4—垫片;5—弹簧;
6—滑动顶杆;7—套;8—夹头;9—齿条

图 6 挑线机构装配示意图

新型挑线机构在电脑刺绣机上进行了装机实验,以测试挑线功能完成情况及比较刺绣结果,具体

实验时,电脑刺绣机转速为 700 r/min ,刺绣某一花样,期间断线 1 次,花样刺绣品质良好,与原机头刺绣花样品质相当。

4 结 论

新型挑线机构能够很好地完成挑线功能,顺利实现换针功能;新型挑线机构应用后,绣品质量与原挑线机构的绣品质量一致;新型挑线机构采用对心平底推杆盘形凸轮机构,凸轮与推杆采用弹簧力进行锁合,实现了原有挑线机构的运动规律;弹簧力锁合的方式在高速运转时,凸轮行程拐点过渡平滑,消

除了间隙影响,挑线功能较好。

FZXB

参考文献:

- [1] 孙桓,陈作模.机械原理[M]. 6 版.北京:高等教育出版社,2000.224.
- [2] 曹惟庆,徐曾荫.机构设计[M]. 北京:机械工业出版社,1999.107.
- [3] 濮良贵,纪名刚.机械设计[M]. 7 版.北京:高等教育出版社,2001.370.
- [4] Homer D Eckhardt. Kinematic Design of Machines and Mechanism[M]. 北京:机械工业出版社,2002.110.
- [5] 林建龙,孟春玲,傅程,等.电脑刺绣机针杆机构质心轨迹研究[J].纺织学报,2005,26(1):70-72.