

电脑刺绣机压脚驱动机构的改进设计

李晓涛¹,袁嫣红¹,张涛²

(1. 浙江理工大学浙江省现代纺织装备技术重点实验室,杭州 310018;2. 中捷缝纫机股份有限公司,浙江台州 317600)

摘要:为解决现有电脑刺绣机机头压脚在工作时会与其他零件产生碰撞的问题,对现有电脑刺绣机压脚的工作原理进行分析,找出碰撞产生的原因,运用复数矢量法和 Matlab 联合求解压脚运行规律。在保持压脚运行规律不变的情况下提出了盘式凹槽凸轮和摇杆滑块机构配合驱动压脚的改进设计,利用反转原理用解析法求解凸轮轮廓曲线。改进的压脚驱动机构设计消除了机头压脚与其他零件的碰撞,降低了机架振动满足高速化的技术要求。

关键词: 电脑刺绣机;机头;压脚;驱动机构;改进设计;凸轮

中图分类号: TH112.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3851(2016)02-0232-06 **引用页码:** 030501

0 引言

电脑刺绣机工作时,机架的振动是影响刺绣机刺绣精度以及限制刺绣机高速化的主要因素,而刺绣机机头是刺绣机机架振动的主要激振源。电脑刺绣机机头在工作时,完成的动作分别是:挑线杆的挑线、针杆的刺布、压脚的上下,其中压脚的上下动作起到防止绣针抬起时布料被带起的作用。目前常用机头在实现压脚上下动作时,由于压脚驱动方式设计上的缺陷,压脚在一个运行周期内会与针杆以及针杆箱各产生一次碰撞。两次碰撞对机架以及驱动转轴形成了冲击载荷,多个机头冲击载荷的叠加加剧了机架的振动,同时也造成驱动转轴载荷的周期性波动,影响刺绣机工作的稳定性,降低刺绣精度,对驱动电机和机器寿命都造成了不利影响。同时,两次碰撞也是电脑刺绣机工作中噪声的主要来源之一。对压脚的驱动方式加以改进,以消除冲击载荷、降低噪音,这对提高机器性能非常重要。

目前,国内针对电脑刺绣机的研究工作主要围绕提高刺绣机生产效率和提高刺绣机刺绣产品精度两方面主题展开,研究内容包括:对刺绣机机架的振

动分析及机架的改进设计^[1-7],对电脑刺绣机机头刺布机构的运动学分析及优化设计^[8-10],对刺绣机机头挑线机构的运动学分析及创新设计^[11-15],但缺乏针对压脚驱动方式的分析研究工作。压脚作为机架冲击载荷的产生源之一,它的研究及改进设计对实现刺绣机高速化以及提高产品精度有着不可或缺的作用。

本文通过对电脑刺绣机机头工作原理的分析,分析现有电脑刺绣机压脚驱动方式的工作原理以及碰撞形成原因,并运用复数矢量法和 Matlab 相结合的方法,对压脚所需的运动规律进行分析计算,在此基础上提出了压脚驱动方式的改进设计,并对改进的机构进行了参数化设计。

1 电脑刺绣机机头结构组成与压脚工作原理分析

1.1 电脑刺绣机机头结构组成

电脑刺绣机的机架结构是大跨距横梁结构。图1为中捷大宇机械有限公司某型号40头平绣机模型图,刺绣机机头安装在横梁的一侧,并且由同一根驱动轴驱动。

收稿日期:2015-04-17

基金项目:现代纺织设备技术创新团队(2009R50018)

作者简介:李晓涛(1989-),男,河南林州人,硕士研究生,主要从事现代纺织设备方面的研究。

通信作者:袁嫣红,E-mail:yyh@zstu.edu.cn

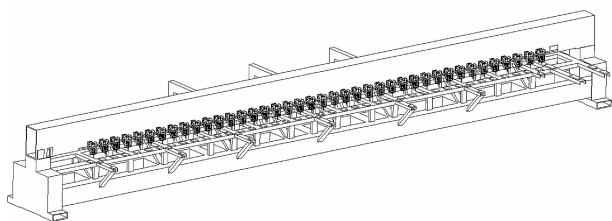
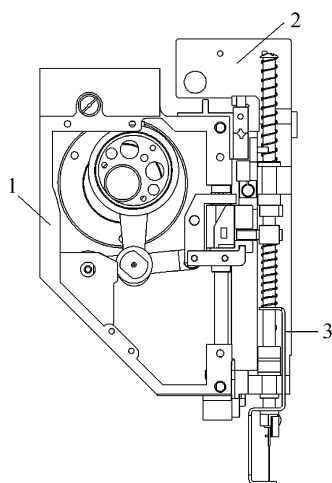


图1 40头平绣机模型

电脑刺绣机机头是刺绣机刺绣动作的主要执行部件,也是刺绣机大梁的激振载荷的主要产生源,它主要由机头驱动机构和针杆箱两部分组成。图2为中捷大宇机械有限公司六针平绣机机头模型的左视图。机头驱动机构用于驱动挑线杆挑线以及针杆的刺布,压脚上下动作由针杆和针杆箱以及针杆箱中的弹簧配合实现。



1. 机头驱动机构 2. 针杆箱 3. 压脚

图2 六针平绣机机头模型左视图

1.2 电脑刺绣机机头压脚工作原理

在工作中,电脑刺绣机压脚随着针杆升起和下降,在压脚上升时布料移动,压脚下降时刺绣,保护线迹防止针杆抬起时布料被带起。因此,电脑刺绣

机压脚是实现刺绣工作、提高刺绣品质不可缺少的部件。刺绣机机头内部机构组成模型如图3所示。压脚和针杆一起安装针杆箱内,在机头驱动机构中偏心轮1、偏心连2杆以及三眼连杆3形成曲柄摇杆机构,三眼连杆3、小连杆4以及在滑轴6上滑动的滑块5组成摇杆滑块机构,两机构配合实现对针杆刺布动作的驱动。上弹簧8和下弹簧9对针杆7和压脚10进行初始定位,下弹簧9与针杆7相互配合形成刺绣时压脚的运动。

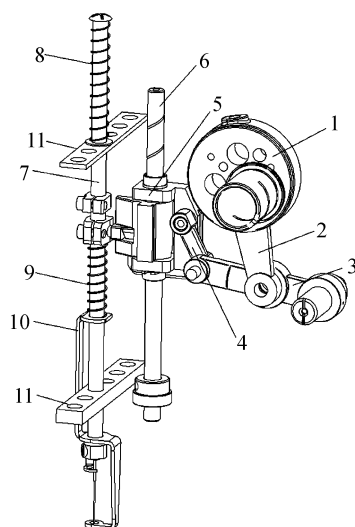
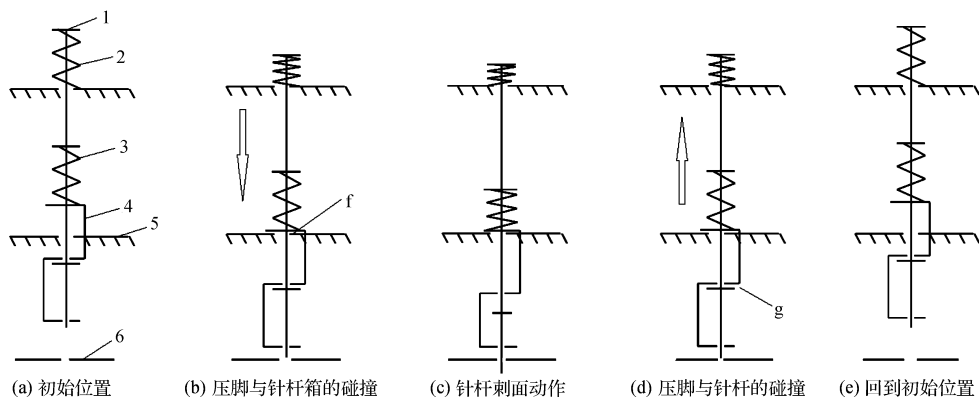
1. 偏心轮 2. 偏心轮连杆 3. 三眼连杆 4. 小连杆 5. 滑块
6. 滑轴 7. 针杆 8. 上弹簧 9. 下弹簧 10. 压脚 11. 针杆箱

图3 电脑刺绣机机头内部结构

在电脑刺绣机的一个工作周期内,针杆7从初始位置开始向下运动,同时下弹簧9推动压脚10向下运动,压脚在向下运动的过程中与针杆箱11发生碰撞,然后停止不再移动,针杆7继续向下完成刺布动作。针杆7回位时,针杆7与压脚10发生碰撞,带动压脚10向上运动回到初始位置。针杆运动过程的机构简图如图4所示,f点和g点为两次碰撞发生位置,箭头代表针杆运动方向。



1. 针杆 2. 上弹簧 3. 下弹簧 4. 压脚 5. 针杆箱 6. 台板

图4 压脚运动示意

运用 Matlab 软件对压脚位移曲线进行编程求解,其中 φ_1 的变化范围为 $-210.65^\circ \sim 149.35^\circ$, $l_1 = 9 \text{ mm}$, $l_2 = 51 \text{ mm}$, $l_3 = 25 \text{ mm}$, $l_4 = 49.04 \text{ mm}$, $l_5 = 56.33 \text{ mm}$, $l_6 = 21 \text{ mm}$, $a = 54.5 \text{ mm}$, $\alpha = 20.28^\circ$, $H_1 = 43.78 \text{ mm}$ 。坐标系选取 x_2y_2 坐标,如图 5 所示,求解得到的压脚位移随 φ_1 变化的曲线如图 6 所示。

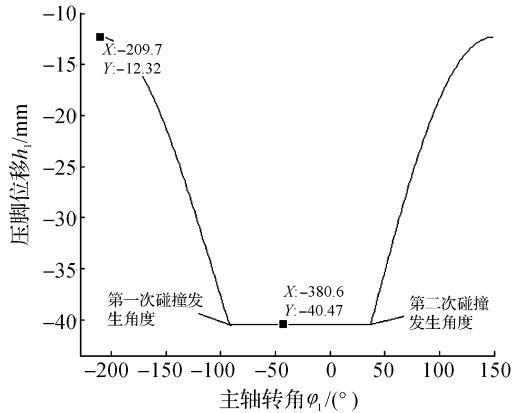


图 6 基于 Matlab 求解的压脚位移曲线

3 压脚驱动机构的改进设计

通过对成本以及空间位置的综合分析,采用了盘式凹槽凸轮机构和摇杆滑块机构配合,以改进压脚驱动机构设计。盘式凹槽凸轮轮廓线限制了压脚的位移,避免两次碰撞的发生,其中盘式凸轮与驱动转轴同轴,画出盘式凸轮驱动压脚运动的机构简图如图 7 所示, O_1 、 O_2 点位置与图 5 相同。

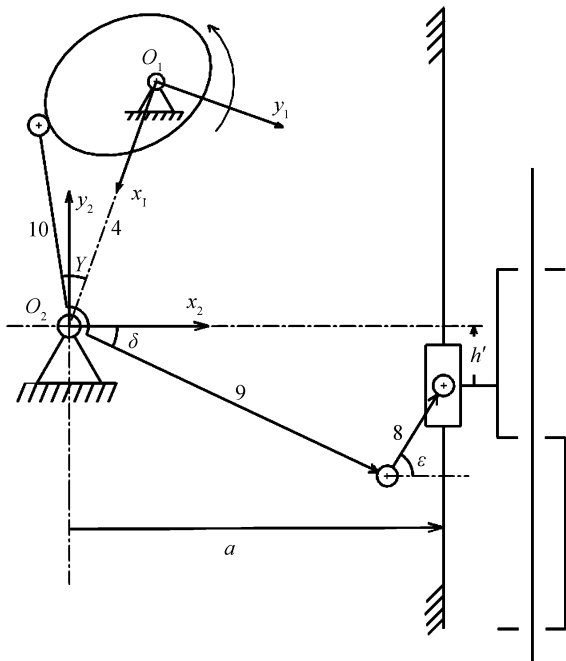


图 7 新型压脚驱动机构机构简图

改进设计采用滚子摆动从动件,摆动从动件在绕 O_2 点转动,摆动从动件 10 的另一端 9 又作为摇杆和连杆 8 以及压脚滑块形成摇杆滑块机构,压脚滑块带动压脚形成压脚的运动。压脚的运动规律已经得出,在根据压脚运动规律求解凸轮轮廓线的过程中,为防止尖点带的速度突变造成冲击,用多项式对原始压脚运动规律进行修正,得到的压脚位移修正曲线如图 8 所示。

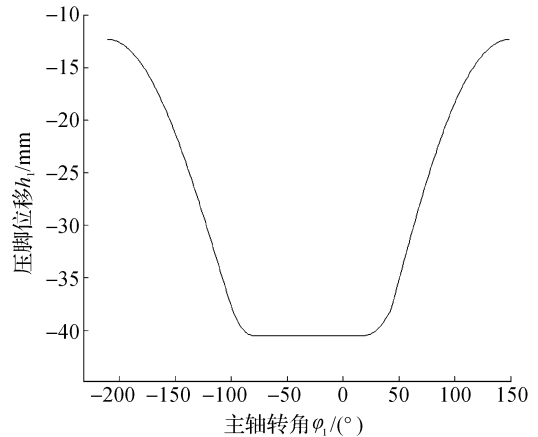


图 8 修正压脚位移曲线

在图 7 中建立与图 5 相同的坐标系 x_1y_1 , x_2y_2 , 规定以 x 轴的正方向逆时针方向为正。 l_8 与 x_2 轴正方向形成的角度为 ϵ , l_9 与 x_2 轴正方向形成的角度为 δ , 摆动从动件与 x_1 的夹角为 γ 。可以得到复数向量方程为:

$$l_9 + l_8 = a + h'.$$

根据欧拉公式可得出:

$$\begin{cases} l_9 \cos \delta + l_8 \cos \epsilon = a \\ l_9 \sin \delta + l_8 \sin \epsilon = h' \end{cases}$$

得到 δ 与 h' 的函数关系式为:

$$\delta = -\arcsin \sqrt{\frac{a}{h' - a} - \frac{a^2 + l_9^2 + h'^2 - l_8^2}{2l_9(h' - a)}},$$

$$\Delta \delta = \Delta \gamma.$$

在以 O_1 为坐标原点的坐标系内,设当压脚处在最高位置时为初始状态,此时 $\varphi_1 = -210.65^\circ$ 。如图 5 所示,从动件滚子与凸轮最大半径点接触,此时 γ 角度为 γ_0 ,转轴转过的角度为 $\varphi = \varphi_1 + 210.65$,转过 φ 角度后 γ 角的变化量为 $\Delta \gamma$,凸轮基圆半径和滚子半径之和为 r_0 ,根据反转原理求解凸轮轮廓线,则从动件滚子中心形成的凸轮轨迹线上的点在坐标系内的坐标为:

$$\begin{cases} x = l_4 \cos \varphi - l_{10} \cos(\varphi + \gamma_0 + \Delta\gamma) \\ y = l_4 \sin \varphi - l_{10} \sin(\varphi + \gamma_0 + \Delta\gamma) \end{cases}$$

从动件初始角度 γ_0 为:

$$\gamma_0 = \arccos \sqrt{(l_4^2 + l_{10}^2 - r_0^2) / 2l_4 l_{10}}.$$

根据机壳内部空间的大小,取一组机构尺寸,运用 Matlab 进行求解,取 $r_0 = 12 \text{ mm}$, $l_8 = 20 \text{ mm}$, $l_9 = 50 \text{ mm}$, $l_{10} = 40 \text{ mm}$ 得出凸轮轮廓曲线如图 9 所示, O 为旋转中心。

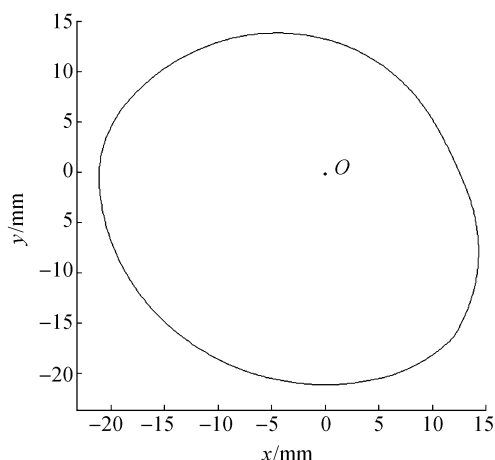


图 9 压脚凸轮轮廓曲线

4 结 论

本文对原来电脑刺绣机压脚进行了运动分析,运用复数向量法和 Matlab 结合分析求解压脚的运动规律。结合可行性成本,提出了利用盘式凹槽凸轮和摇杆滑块机构配合驱动压脚的改进设计方式。为了去除利用原始压脚运行规律求解凸轮曲线存在的尖点,对原始压脚运行规律进行了修正,采取了参数化的设计方法,提出了改进设计,该设计能够满足不同型号不同机构尺寸的机头的设计要求,最后利用 Matlab 软件分析求解出了凸轮轮廓线。

压脚驱动的改进设计较原来的驱动机构相比,消除了两次冲击载荷的产生,减小了激振力引发的机架的振动,使得驱动转轴的转矩更加平稳,提高了电脑刺绣机工作的稳定性。同时降低了机器工作的噪声,改善了机器工作的性能。该设计为电脑刺绣机高速、高精度、低噪声的技术发展提供了新的思路。

参考文献:

- [1] 崔卫国,周俊荣,李志飞. 高速绣花机不同工况振动特性研究[J]. 机床与液压,2014,17(42):102-104.
- [2] 林建龙,王小北,赵丽萍. 电脑刺绣机的横梁减振实验探讨[J]. 纺织学报,2007,28(12):121-123.
- [3] 孟春玲,傅程,张媛. 电脑刺绣机横梁的有限元动态分析[J]. 现代制造工程,2004,10:47-49.
- [4] 崔卫国,周俊荣,李志飞. 高速电脑绣花机横梁的动态分析与优化设计[J]. 制造业自动化,2013,9(35):144-146.
- [5] 白晶,赵罟,林建龙,等. 刺绣机横梁的模态分析及优化设计[J]. 机械设计与研究,2010,26(1):111-116.
- [6] 傅程,林建龙. 电脑刺绣机横梁弯曲振动固有频率研究[J]. 机械设计与制造,2004,6:71-72.
- [7] 潘丹丹. 某电脑绣花机动力学仿真分析与减振研究[D]. 南京:南京理工大学,2012.
- [8] 刘良宝,王新,赵罟,等. 电脑刺绣机刺布机构结构优化设计[J]. 纺织学报,2011,5(32):126-129.
- [9] 林建龙,赵罟,朱小平,等. 电脑刺绣机针杆机构位移仿真方法的研究[J]. 计算机仿真,2004,06(21):68-69.
- [10] 林建龙,王小北,吕东燕. 电脑刺绣机针杆机构运动分析[J]. 机械科学与技术,2003(22):140-142.
- [11] 林建龙,王小北,赵罟. 电脑刺绣机针杆及挑线机构设计[J]. 西安工程大学学报,2008,5(22):538-541.
- [12] 林建龙,王小北,门桂香,等. 电脑刺绣机新型挑线机构的位移分析和比较[J]. 纺织机械,2004(3):37-40.
- [13] 彭远东,华演,张丽萍,等. 电脑刺绣机挑线凸轮设计与优化[J]. 机械工程师,2007(3):104-106.
- [14] 林建龙,王小北,张力. 新型电脑刺绣机挑线机构圆柱螺旋弹簧设计[J]. 纺织学报,2009,2(30):121-124.
- [15] 刘秀玲. 电脑绣花机刺布机构和挑线机构运动的简要分析[J]. 纺织科学研究,2014(7):94-96.
- [16] 郑文纬,吴克坚. 机械原理[M]. 北京:高等教育出版社,2000:54-58.

Design Improvements for Driving Mechanism of Presser Foot of Computerized Embroidery Machine

LI Xiaotao¹, YUAN Yanhong¹, ZHANG Tao²

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Modern Textile Machinery and Technology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;
2. ZOJE Sewing Machine Co., Ltd., Taizhou 317600, China)

Abstract: The presser foot of existing computerized embroidery machine collides with other parts when working. To solve the problem, firstly we analyzed the working principle of the presser foot of computer embroidery machine, and found the reason for collision. Then, based on complex-number vector method and the software of Matlab, operating law of the presser foot was obtained. The design improvements of drive presser foot by using disc groove cam and swinging block mechanism was put forward on the premise of keeping the operating law of presser foot unchanged. Then we got the profile curve of the cam by using analytical method based on the principle of reverse. The improved design of drive presser foot eliminates the collision of head presser foot and other parts, reduces the rack vibration, and satisfies the high-speed technical requirements.

Key words: computerized embroidery machine; heads of computerized embroidery machine; presser foot; driving mechanism; design improvements; cam

(责任编辑: 康 锋)