

# 新型 Z 轴全动绗缝刺绣机的设计

陈桢铭<sup>1</sup>, 许 明<sup>2\*</sup>

(1. 浙江盛名机电制造有限公司, 浙江 诸暨 311800; 2. 杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**针对传统的绗绣机 X 轴传动机构惯量大而造成的刺绣速度不高、易产生振动而影响绣品质量的问题,提出了将 X 轴传动机构集成到 Z 轴的方案。新型传动方案使得绗绣机整机结构紧凑、合理,与传统绗绣机相比较,传动部件总质量减少了 50%,大大降低了运动惯量,减小了机器振动,刺绣速度可提高 25% 以上。与此同时,还对绗绣机多轴联动的同步驱动精度、罗拉及控制软件的优化等关键技术问题进行了深入研究,以此来进一步提高绗绣速度和质量。所研制产品经试验和实际使用表明,其主要性能指标先进。

**关键词:**绗绣机; Z 轴全动; X 轴; 罗拉

**中图分类号:** TH39; TH69; TP273

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-4551(2011)05-0574-03

## Research on quilting machine of Z-axis full-motion

CHEN Zhen-ming<sup>1</sup>, XU Ming<sup>2\*</sup>

(1. Zhejiang Sheen Electromechanic Manufacturing Co., Ltd., Zhuji 311800, China;

2. College of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Aiming at the disadvantages of low-speed quilting and vibration, which caused by the big inertia of the X-axis drive mechanism in the traditional quilting machine, affects the quality of embroidery, an innovative solution was presented. It integrates the X-axis drive mechanism to the Z-axis. The improved drive scheme makes the composition of quilting machine more compact and reasonable. Compared with the traditional quilting machine, the total mass of X-axis mechanism decreases 50%. It reduces the vibration and improves the embroidery speed at least 25%. Meanwhile, the key problems, which are the synchronous drive precision and the optimization of the roller and control software, were studied to enhance the quilting speed and embroidery quality. The developed quilting machine has a good performance, which is demonstrated by the results of a large number of experiments and applications.

**Key words:** quilting machine; Z-axis full-motion; X-axis; roller

## 0 引 言

我国缝纫、刺绣设备已经从手工平缝发展到凸轮绗缝、电脑数控绗绣,现在已是全球最大的缝纫设备生产国和消费国,缝制设备占全球总量的 70% 以上<sup>[1-2]</sup>。随着电脑刺绣在家纺产品、服装和饰品市场的广泛应用,刺绣市场日益成熟,客户的个性化需求和对绣品质量的要求也越来越高<sup>[3-7]</sup>;同时,刺绣行业的用工短缺,造成人工成本日益增加。因此迫切需要研究开发一种多功能、低耗能、高可靠性、高效率、灵活机动的刺绣机,以满足市场的不断变化需求。

目前电脑刺绣机主要有两大类产品,针对花边刺绣的飞梭绣花机,以及针对床上用品和窗帘刺绣的绗绣机。飞梭绣花虽然人力成本少,但投资太大,单台飞梭绣花机的成本在 300 万元以上,如果增加亮片绣功能,则价格更高;且产品功能相对单一、机型较大,只适合大批量生产,难以满足客户的小批量、多品种的个性化需求。相比之下,单台绗绣机的成本只是飞梭绣花机的 1/10 左右,满足小批量、多品种、灵活性强、投资成本不高等特点。

但传统的绗绣机存在结构上的先天不足,其前后两组罗拉卷布机构安置在左右两组直线导轨上, X 方

收稿日期: 2011-02-22

作者简介: 陈桢铭(1970-),男,浙江诸暨人,主要从事机电一体化方面的研究。E-mail: sheen@chinashengming.com

通信联系人: 许 明,男,博士,讲师。E-mail: xumzju@163.com

向的移动是靠两组罗拉卷布机构在直线导轨上的移动来实现,运动惯量很大,刺绣速度最高只能达到650 r/min;且其横向移动时罗拉易产生振动,造成卷布松动而影响绣品的质量。因此,绉绣机的设计制造水平在我国还很不成熟,市场上绉绣机产品一直难以形成批量,尚有很多关键问题需要研究。

笔者对制约绉绣机发展的一些关键问题进行了长期的研究,主要包括将X轴集成到Z轴的新型传动方案,传动同步驱动的精度控制,罗拉和控制软件的优化设计等。

## 1 系统主要原理

### 1.1 传统绉绣机工作原理

传统绉绣机的系统结构如图1所示,由两大部分组成:主机和电脑控制箱。主机由主传动部件和罗拉运动部件等组成。其中:罗拉运动部件是绉绣机最关键部件,作为进给运动机构,控制罗拉的左右运动(X轴)和鞍架前后(Y轴)运动来缝纫所设计的花模形状;主传动部件承担着传递运动的功能,由主轴电机、曲轴机构和缝纫针架组成,主要控制架针上下运动(Z轴),进行缝纫。电脑控制箱按运动控制方式的异同,主要有PC+NC、PC+DSP等形式。

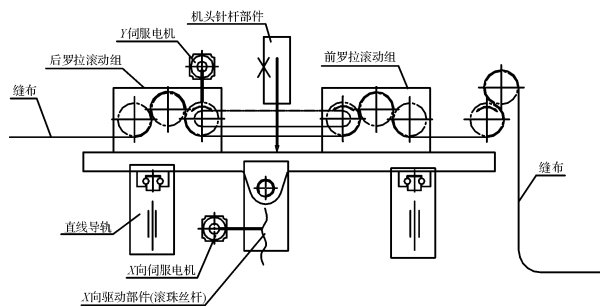


图1 传统绉绣机工作原理

绉绣机的基本工作原理是:以主轴的运动速度为基准,根据所缝制的花模形状由电脑控制箱来对罗拉的转动(Y轴)和鞍架的移动(X轴)进行联动控制,从而获得所需求的花模形状。

传统的绉缝刺绣机的基本工作原理和普通刺绣机相比较,Z轴(主传动上、下轴)与普通刺绣机一样分别固定于横梁和机架上,而花样形成和普通机不同,绉绣机是由前后两组罗拉的旋转来完成Y向进给,由罗拉组的左右移动来实现X向移动。由于罗拉组共有6根罗拉组成,加上移动导轨副组件,总质量在400 kg左右,移动惯量太大,造成进给速度只能到600 r/min左右;而且左右移动时,罗拉容易产生抖动,影响夹布精度,导致绣品质量的不稳定。尽管科研人员采取加

大电机功率、加宽传动皮带等措施,但始终不能提高生产效率和绣品质量。

### 1.2 新型Z轴全动绉绣机

针对传统绉绣机的以上不足,本研究提出了新型的Z轴全动绉缝刺绣机,改由Z轴部件来完成X向运动,即把原来固定在横梁和机架上的上、下轴部件(Z轴)移到滑动导轨上进行固定,并由此Z轴部件来完成花样的X向移动,而罗拉机构只作单一的Y向移动。此项创新改进主要是依靠联体传动箱来实现,其结构如图2所示。

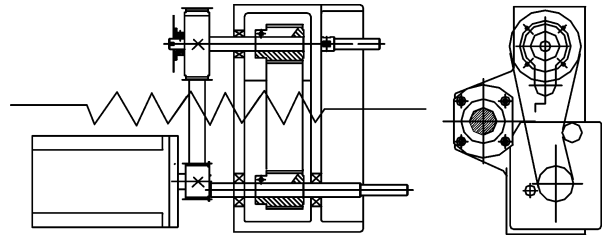


图2 Z轴、X轴联体传动原理

如图2所示,Z轴部件由机头部件的上轴和旋梭箱部件的下轴组成,上、下轴两个部件分别安装于横梁和机架的直线导轨上。该传动箱既完成机头和旋梭箱的运转传动,同时也是Z轴(机头和旋梭部件)整体移动的驱动箱;在完成Z轴功能的同时,通过与滚珠丝杠法兰连接,实现X轴驱动。本研究将此Z轴(上、下轴)传动与X轴传动合二为一,使得绉绣机整机结构紧凑、合理。与传统绉绣机相比较,传动部件总质量减少50%,大大降低了运动惯量,减小了机器振动。经试验研究,刺绣速度可提高25%以上。

## 2 系统研究关键技术

除了将X轴集成到Z轴的原理性改进外,为进一步提高绉绣速度及绣品品质,本研究采用的其他主要关键技术如下。

### 2.1 Z轴上、下轴部件高精度同步驱动

Z轴的上、下轴部件是影响绣品质量的重要方面,即上轴机头的机针和下轴旋梭箱的梭尖之间的相对误差要尽量小,否则会影响底面线的交织,使绣品质量得不到保障。

本研究利用上轴传动箱部件作连接件,对机头(旋梭箱)安装座与导轨滑块的连接安装精度,以及机头(旋梭箱)之间的过渡块连接进行精确控制,保证安装精度,不产生累积误差,以及Z轴上、下轴部件的传动采用高强度精密直线导轨,为高精度同步驱动创造条件。采用主从控制方式来保证Z轴上、下轴部件的同步移动,使机针与梭尖的相对误差在0.05 mm以

内,有效提高绉绣质量。

## 2.2 罗拉机构的优化

罗拉的几何形状对面料夹紧力的变化,影响绣品质量。罗拉的形状类似橄榄的形状,即中间大、两头小,但具体根据罗拉长度、材料有一定的变化,即长度和直径有一定的参数关系。如何针对绣品种类和品质来设计罗拉机构提高绣品质量,是绉绣机研究的一大重点。

该项目通过虚拟样机技术,对罗拉机构的几何形状进行建模及科学计算,将此计算结果与实际走布试验相比较,完善虚拟样机。根据绣品种类和品质,以及满足高速刺绣对全幅面夹紧的一致性要求,本研究提出罗拉的几何尺寸精度和形状位置公差要求。并按此要求,首先对罗拉机构轴筒的基础加工工艺进行改进。其次,根据长度来调整相应的长径比变化参数,通过反复试验,不断完善参数,使罗拉夹紧卷布精度误差在 0.05 mm 以内,保证全幅面的夹紧力均匀,此举可以显著提高绣品质量。

## 2.3 X、Y 轴的独立控制及与机械传动的适配性

X 轴和 Y 轴是绉绣的花样进给传动,它们的运动控制对于绉绣的速度和质量至关重要。针对新型传动方案的结构特点,本研究提出 X 驱动和 Y 驱动的独立控制,即 X、Y 轴可以在不同的时间内按照不同的曲线分别进行移动,以使罗拉转动和机头移动相对针杆运动达到最佳状态。该项目中,X 轴和 Y 轴采用独立的伺服电机进行驱动,为独立驱动准备了硬件支持。在独立控制策略上,将虚拟样机的计算分析结果、项目研制产品现场运行时的高速摄像结果进行比照,优化伺服电机控制参数,使得伺服进给运动相对主运动达到最优状态,提高绉绣的速度和质量。

此外,X、Y 轴传动是伺服电气传动,还应考虑到它们与机械传动的适配性。该项目中将伺服电气传动、机械传动归一化统一建模后得到它们的整体模型,因此,电气与机械传动的适配性得到了较好的保证,使高、低速时的伺服电机力矩满足绣花针长度变化的要求,对于减少振动、使运行平稳,以及保证绣品质量有着显著的作用。

## 2.4 控制软件的优化

控制软件的一个重要任务是按照选中的花样和设定的步长,将原有的直线和圆弧等花样图形分解成多针步,从而实现主轴针架的上下运动和 X 轴与 Y 轴的插补运动相组合的花样绉缝运动。在这种情况下原始的花样数据无法直接被使用,因此在插补运动开始前要先对原始花样数据进行预处理工作。数据的预处理

不但可以减少插补控制过程中的运算量,还可以检查花样数据的正确性,及时消除控制中的不安全因素。直线的插补较简单,因为把它按照步长分成多步后,每一步插步的方向和大小都相同,可以简单地使用总的插补运动长度除以单步插补步长,得到每步插步运动的方向和长度。对于曲线,本研究采取角度控制方案,即角度的变化量对于每次插补都相同,再根据这个角度量在每次插步运动前进行少量计算便可得出本次插步运动的轨迹,这种方法节省了大量的存储空间,且效率较高<sup>[8-9]</sup>。控制软件框架如图 3 所示。

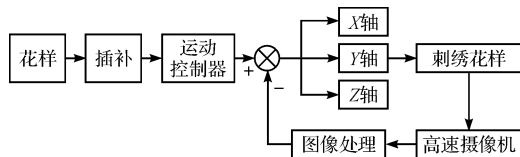


图 3 控制软件框架

此外,针对 X 轴、Y 轴独立控制的特点,在刺绣状态下,本研究利用高速摄像机对 Z 轴(机头、旋梭)运动和 X 向、Y 向的实际动态时序进行采集并比较分析,并实时调整动框角度和动框曲线,使动框更平稳,使得三轴联动的时序更合理,噪声和振动明显改善,显著提高了绣品质量,刺绣速度比原来提高 25% 以上。

## 3 系统性能指标

本研究采取以上措施对传统的绉绣机进行改进,经实验与实际应用测试,达到了研制要求,测试数据和结果可靠,新型绉绣机能够达到的主要性能指标如表 1 所示<sup>[10]</sup>。

该项目研制产品与国内同类型产品的主要技术、经济指标的对比如表 2 所示,从表中可以看出,通过采取文中所述的改进措施后,该项目产品的技术先进,成本相对低廉,具有良好的性能价格比。

表 1 项目研制产品的主要技术指标

项目	技术指标	
机型	机头数	33
	针数	3
刺绣面积	头距/mm	102
	移框	X 向:350 mm Y 向:连续送料
刺绣速度/(r · min <sup>-1</sup> )	≤800	
刺绣功能	连续平绣、雕孔绣、贴布绣、亮片绣	
噪声	≤82 dB	
整机尺寸 L × W × H/mm	5 550 × 1 700 × 1 870	
电源	AC 220/380 V, 50 Hz	
电脑	DAHAO BECS-328	
整机额定功率/kW	5	
整机重量/kg	2 500	

(下转第 593 页)

## 4 结束语

从上面实验结果可以看出,单线圈和双线圈传感器模型都能够实现对标签谐振频率的非接触式检测,但是从满足产家测试需求方面,双线圈传感器更加适合应用于工程,而且双线圈传感器现在已经应用到标签自动检测系统中,从标签制造厂家的反应情况看,效果明显,系统测试准确而且检测效率很高。

### 参考文献(References):

- [1] 吕立波. 电子商品防盗技术及其应用研究[J]. 商场现代化,2007(498):20-21.
- [2] European Radio communications Committee. Propagation Model and Interference Range Calculation for Inductive Systems 10 kHz ~ 30 MHz[S]. Marbella: ERC with CEPT, 1999.
- [3] 沈海洋. 中国标签市场的发展趋势分析[J]. 网印工业, 2007(11):33-39.

- [4] GISELHER H. Magnetic materials for electronic article surveillance[J]. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**,2003(254):598-602.
- [5] 赵万年. 电子标签天线的研究与设计[D]. 西安:西北大学信息科学与技术学院,2009:8-12.
- [6] 周晓光,王晓华. 射频识别(RFID)技术原理与应用实例[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [7] KIM C, LEE I, CHUNG Y C, et al. Design of amorphous magnetic materials for high frequency sensors based upon permalloy characteristics[J]. **Materials Science and Engineering B**,2000,76(3):211-216.
- [8] COPELAND R L, KOPP M, O' HANDLEY R C. Analysis of a magnetoelastic sensor magnetics[J]. **IEEE Transactions**,1994,30(5):3399-3402.
- [9] 李瀚荪. 简明电路分析基础[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [10] 潘震. 商品防盗数字信号接收器的研究与设计[D]. 郑州:郑州大学信息工程学院,2004:5-10.

[编辑:李辉]

(上接第576页)

表2 该项目研制产品与同类型其他产品对比

主要技术、经济指标	本项目 研制产品	国内某同 类型产品
最高刺绣速度/(r·min <sup>-1</sup> )	800	650
每万针断线次数	10次	15次以上
连续亮片绣无漏片试验基数	10 000片	5 000片
亮片装置稳定运行使用寿命/h	8 640	180
亮片装置升降	是	否
亮片装置类型	双片	单片
切片类型	电机	针夹

## 4 结束语

在传统绉绣机的基础上,本研究通过对X向移动单元的创新改进,使X向移动组件的总质量比原来减少近50%,并采用高精度的传动措施,减小了运动惯量和振动、噪声。此外,优化设计的罗拉机构及控制软件,进一步提高了绉绣质量。所研制产品的试验及实际应用结果表明了设计合理,振动和噪声的改善明显,在显著提高绣品质量的同时,刺绣速度比原来提高25%以上。

### 参考文献(References):

- [1] 张亮. 经济型电脑绉缝机控制系统[J]. 兵工自动化, 1998(3):31-32.
- [2] 何仲凯. 嵌入式数控系统的研究及其在自动绉绣中的应用[D]. 广州:广东工业大学信息工程学院,2006.
- [3] 刘文超. 电脑绉缝机运动控制系统研究[D]. 青岛:青岛科技大学机电工程学院,2006.
- [4] 李景科,李振坤. 数控伺服电脑绉缝系统设计[J]. 现代计算机,2005(5):55-58.
- [5] 高鹏翔. 独立绉缝机计算机控制系统的设计[J]. 纺织学报,2001,22(1):48-57.
- [6] 刘伟,曲文元,秦勃. 多针绉缝机控制系统的设计与实现[J]. 计算机系统应用,2005(3):57-59.
- [7] 肖兵,简嘉亮. 绉缝机运动控制器的设计与实现[J]. 电气自动化,2007,29(3):46-47.
- [8] 张树美. 智能控制绉缝花型不变形方法的研究[J]. 青岛大学学报,2002,17(2):71-73.
- [9] 唐露新,刘志远,吴黎明,等. 基于视觉测量的绉缝加工智能控制[J]. 机床与液压,2006(7):181-183.
- [10] 浙江盛名机电制造有限公司. GG758型系列Z轴全动亮片电脑绉缝机企业标准[M]. 浙江盛名机电制造有限公司,2010.

[编辑:李辉]