

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2016.05.010

工业用平缝机噪声及振动的测试与研究^{*}

邱卫明

(台州广播电视大学 浙江省邱卫明技能大师工作室, 浙江 台州 318000)

摘要:针对工业平缝机产品存在着噪声振动等质量问题,对缝纫机中的电机、上轴、伞齿轮、挑线机构、刺布机构、抬牙送布机构和下轴及旋梭等进行了研究;通过对平缝机噪声及振动的分析,研究了具体的降噪、减振措施和方法,得出了上轴及其零部件是造成主轴回转不平衡的关键的结论。采用了挑线机构和刺布机构的完全平衡设计方法,将曲柄和连杆的铰链中心延长,使连杆的质心移到曲柄和连杆的铰链中心。采用了连杆和曲柄的近似平衡设计方法,该方法一是对曲柄进行了平衡处理,设计调整了连杆的形状,将其质心移到曲柄的铰链回转中心;二是采用近似平衡法,提高了曲柄的平衡精度,使主送布牙和针板平面达到了所需的轨迹。研究表明,结合分析结论和采取的措施,验证了该方法的可行性和有效性。

关键词:噪声;振动;研究;平缝机

中图分类号:TH113.1;TS941.562

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2016)05-0556-04

Test and research of sound and vibration for industrial lockstitch sewing machine

QIU Wei-ming

(Zhejiang Qiuweiming Skills to master studio, Taizhou Radio & Television University, Taizhou 318010, China)

Abstract: Aiming at the noise and vibration problem of industrial lockstitch machines, such as motor, upper shaft, bevel gear, thread take-up mechanism, material stabbing mechanism, feed dog driving mechanism, lower shaft and hook of sewing machine were researched. Through analysed noise and vibration of sewing machine, the ways to reduce noise and mitigate vibration were proposed. The upper shaft and its parts were major reasons for conducting the imbalance. A method was presented to achieve balanced design of thread take-up mechanism and material stabbing mechanism, which meant lengthening the hinge center of linking shaft and crank, making the linking-shaft centroid move to the hinge center of crank and linking shaft. The design considered both linking bar and crank, kept centroid approximate balance of them. On the one hand, kept the crank balanced, adjusted the shape of linking bar and moved its centroid to crank's hinge center of gyration; On the other hand, adopted approximate balance method, improved crank's balance precision ensured that major feed dog and needle plate could reach the expected trajectory. The experimental results indicate through analyzes the conclusion and takes some measures, the feasibility and validity of the design can be demonstrated availably.

Key words: sound; vibration; research; lockstitch sewing machine

0 引言

工业用平缝机采用平板式机体,针杆挑线、旋梭勾线、下送料形式,形成 GB4515 规定的 301 锁式线迹,采用伺服电机,具有自动定针数、自动剪线、自动倒回

缝、自动抬压脚和自动夹线等功能,设计的挑线杆无油润滑和圆刀剪线结构,使布料切口和综合性能更加稳定,保证了良好的切线效果,适用于缝制各种薄料、中厚料服装。但其噪声及振动问题一直影响着工业用平缝机的质量水准,也是制约着平缝机向智能化、集成

收稿日期:2015-01-12

基金项目:浙江省科技计划资助项目(2011E10032)

作者简介:邱卫明(1980-),男,浙江台州人,高级工程师,主要从事缝制机械设计原理与检测研究,E-mail:qwm800110@163.com

化发展的瓶颈^[1]。噪声及振动两大因素直接影响着产品的动平衡性^[2],可以从零件的结构、质量、精度等方面入手,对产品结构进行优化设计,将成为今后产品设计过程中的一个重要方向。

在产品开发过程中引入模拟仿真技术,按照产品功能需求,通过复用组件对象,配置出高性能、高可靠性和高度精度的产品,以提高设计与制造的效率和知识的重用水平,实现标准化生产,同时也保证了零件精度。

本研究针对工业用平缝机的噪声及振动进行探讨,并以通用型平缝机产品设计为例进行应用说明,对缝纫机中的电机、上轴、伞齿轮、挑线机构、刺布机构、抬牙送布机构和下轴及旋梭等问题进行综合分析,提出具体的降噪、减振措施和方法,通过对挑线机构和刺布机构的平衡设计方法验证该方法的可用性。

1 平缝机的噪声与振动信号分析

1.1 平缝机的噪声信号时域信号分析

为了分析清楚时域和频域信号,本研究分别对它们进行了放大,放大倍数分别为5和30,时域波形也同样显示为一个周期性信号,在频域内有二个时显的谱峰,分别为43 Hz和127 Hz,43 Hz是由平缝机的上轴的振动引起,127 Hz传播过程中的非线性引起的3倍频。

平缝机的噪声信号分析,时域信号放大6倍后发现其波动范围在-0.5~0.5之间。

噪声频谱在42时为2,126时为0.3。

1.2 平缝机的振动分析

(1)设定上轴转速为2 420 r/min。

(2)离合器脱开时的振动位移信号在放大倍数为1时,能够均衡的控制-3.5之间。

其信号的幅值比较小,由于离合器脱开,机头并没有运转,该振动是由电动机的工作引起。为了能较为清楚地发现信号的频谱,笔者将其放大8倍,可以得出,该信号的频谱中较为明显的谱峰分布在3 125 Hz~3 750 Hz的频域,它是由电动机的转子及其轴承的振动引起。

机头工作(离合器闭合)时的振动位移信号,是由一个正弦信号和一些较小的高频信号所组成,该高频成份是由电动机的振动引起。为了分析其频率组成,求出了它的频谱,从显示2 600 Hz以下的部分可以得出,其中最明显的谱峰对应的频率是43 Hz,它对应于机头上轴的旋转频率,其旁边的小的谱峰是上轴旋转频谱的倍频。

完整的频谱除了有对应于机头上轴旋转频率的谱

峰外,电动机振动所引起的谱峰(3 300 Hz附近)也较为明显,但同43 Hz的谱峰相比幅值小了非常多,说明电动机的振动对整台平缝机的振动的影响较小,而机头上轴的旋转所引起的振动是平缝机振动的主要原因。

从实践对比发现,信号的幅值比较小,由于离合器脱开,机头并没有运转,所以该振动是由电动机的工作引起。该信号的频谱中较为明显的谱峰分布在3 100 Hz~3 800 Hz的频域,它是由电动机的转子及其轴承的振动引起的。

机头工作(离合器闭合)时的振动位移信号是由一个正弦信号和一些较小的高频信号组成的,从上面分析可知,该高频成份是由电动机的振动引起。为了分析其频率组成,求出了它的频谱。

为了清楚起见,试验时只显示了2 500 Hz以下的部分,其中最明显的谱峰对应的频率是42 Hz,它对应于机头上轴的旋转频率,其旁边的小的谱峰是上轴旋转频谱的倍频。

完整的频谱除了有对应于机头上轴旋转频率的谱峰外,电动机振动所引起的谱峰(3 300 Hz附近)也较为明显,但同42 Hz的谱峰相比幅值小了非常多,说明电动机的振动对整台平缝机的振动的影响较小,而机头上轴的旋转所引起的振动是平缝机振动的主要原因。

2 影响平缝机噪声和振动的实验及结果分析

2.1 影响平缝机噪声的因素分析

噪声是振动在空气中的传播引起的,影响平缝机振动的所有因素对平缝机的噪声都有影响,除了上述因素以外,振动的传播途径对噪声也有不可忽视的影响,如底板、台板的动力学性能,另外,高速时皮带和空气的摩擦也会引起气流噪声。

从“工业缝纫机振动和噪声信号分析报告”中的平缝机噪声频谱中可以分析出,平缝机噪声的能量主要集中在同上轴旋转频率一致的频谱分量及其三倍频,所以,影响平缝机噪声的主要因素平缝机的上轴及其相关的零件的振动。

2.2 影响平缝机振动的因素分析

影响平缝机振动的因素有以下几个:

(1)电动机及相关零件的质量。电动机转子的不平衡、支承的不对中、滚动轴承内、外圈、滚动体及保持架的加工误差、带轮的不平衡等,都会引起电动机工作时的振动,从而增加平缝机的振动。

(2)上轴及其相关零件的结构及质量。平缝机工

作时,上轴高速旋转,手轮及带轮的不平衡、上轴(包括刺布机构、挑线机构的曲柄)的不平衡都会对产生一个周期性的激励,从而导致平缝机的振动。

(3)螺旋伞齿轮。上轴通过螺旋伞齿轮驱动竖轴及下轴转动,螺旋伞齿轮的加工精度不高时,啮合过程中会产生一个较大的以啮合频率及其倍频为频率的激励,从而增加平缝机的振动。

(4)挑线机构和刺布机构。挑线机构和刺布机构在工作时会产生周期性的惯性力,对平缝机进行激励^[3]。

(5)抬牙机构和送布机构。

(6)下轴及旋梭的不平衡。

2.3 实验结果分析

以上列出的几个因素,在平缝机工作时都可以被看作是振源,但它们对整台平缝机振动性能的影响的大小并不相同,从“工业缝纫机振动和噪声信号分析报告”中的平缝机振动频谱中可以分析出,平缝机的振动能量主要集中在同上轴旋转频率一致的频率成分上,其它振动成分的能量非常小,说明影响平缝机振动的主要因素是上轴及其相关的零件的结构及加工质量,相比起来,其他因素的影响是次要的。

3 平缝机减振降噪措施的应用实例

根据“工业缝纫机振动和噪声信号分析”和“影响工业缝纫机振动和噪声的因素分析”可知,影响工业用平缝机振动和噪声的主要原因是上轴及其相关零部件所造成的主轴回转不平衡。

降低平缝机振动和噪声的有效方法就是对挑线机构和刺布机构进行完全平衡,即:朝曲柄和连杆的铰链中心延长连杆,使连杆的质心移到曲柄和连杆的铰链中心,再对曲柄(已包含连杆的质量)进行平衡处理。由于空间的限制,连杆的难以延长时,可以采用近似平衡法,即仅对曲柄进行平衡处理,目前的针杆曲柄如图1所示。



图1 针杆曲柄

从曲柄的形状来看,设计时是进行过近似平衡,但是平衡精度较低。

主送布牙任一牙齿左顶端 M' 点轨迹如图2所示。

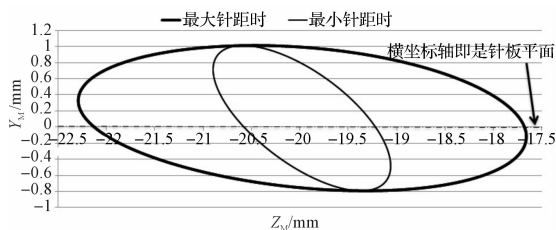


图2 主送布牙任一牙齿左顶端 M' 点轨迹

从以上分析来看,降低平缝机振动和噪声的有效措施有2个:

(1)改变连杆形状,将它的质心移到它和曲柄的铰链回转中心,再对曲柄(加连杆质量)进行平衡,即完全平衡法。

(2)采用近似平衡法,提高曲柄的平衡精度,使主送布牙和针板平面的关系达到图2的轨迹^[4]。

另外,对手轮进行平衡也可以在一定程度上降低平缝机的振动和噪声。

以某企业工业平缝机设计为例,本研究采用上述的设计方法进行产品设计,设计一款无油直驱高速平缝机,并按工业用缝纫机声压级的试验方法和工业用缝纫机振动的试验方法进行了相关的测试^[5]。

(1)转速测试: 2 420 r/min。

(2)振动位移测试

测点位置:针板处

离合器脱开时:52.2

离合器啮合时:230.7。

(3)噪声测试

离合器脱开时:50 dB ~ 55 dB(A)

离合器啮合时:76 dB ~ 78 dB(A)。

根据企业现有各种类平缝机的结构和功能特性,本研究将平缝机进行分解、聚类 and 封闭,可分为下轴及旋梭部件、上轴部件、送布抬牙部件、挑线部件和润滑部件等,主要零件的配合关系如图3所示。

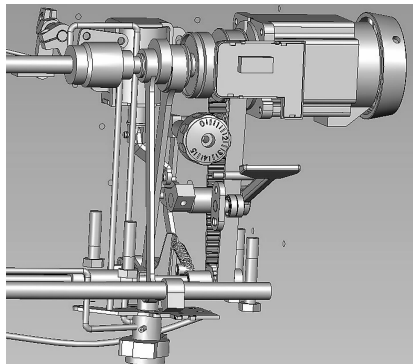


图3 主要零件的配合关系

这些组件与实际运动环境的耦合度大,重用性差,则需划分更小的组件。

新设计仿真模拟的电机电控一体化结构的缝纫机如图4所示。

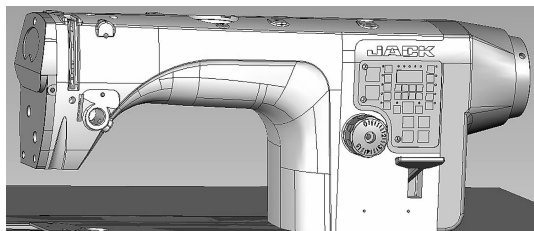


图4 一体化结构的缝纫机

该设计可明显降低其噪声、振动值。另外直驱式伺服电机结构可消除普通伺服电机的皮带传动结构所产生的振动和打滑^[6],可准确无误地保证机器随时停在针位和剪线,可实现低噪音、小振动、低耗电、高效能缝纫。

创新设计可调节的缝纫机压杆装置如图5所示。

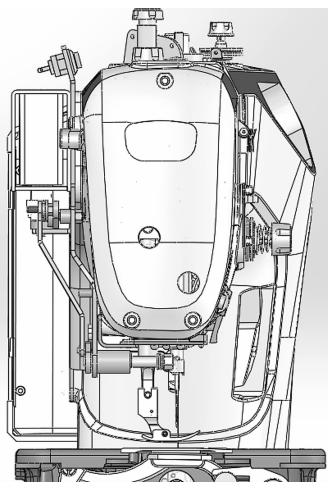


图5 缝纫机压杆装置

笔者针对原有压杆固定不动而设计一种可以进行前后、左右调节的新型缝纫机压杆,通过压杆导座带动压脚顺着压杆连接柱前端的轴位销前后移动和转动来实现,可有效避免因压脚不能调节造成的受力不均匀、布料跑偏而产生的噪声振动现象。

通过降低整机及部件之间的磨擦系数,专用润滑油脂的开发、针杆机构、滑杆机构、无油旋梭等关键部分的结构以及新材料的应用来实现平缝机的低噪声和低振动^[7]。

4 结束语

本研究针对工业用平缝机提出了具体的措施和具体的设计方法,包括针杆曲轴和手轮的降噪及减振的具体实施步骤,对该产品的设计过程进行了探讨,特别是近阶段对其影响较大的送料连杆、抬牙连杆、针距调节座、送料偏心轮^[8-10]等重要零件进行了有限元分析,使其配合精度、形位精度以及各零件间的协同性更强,确保整机的稳定性,从而使噪声、振动值得到了持续的降低。

笔者同时将依据上述思想应用于缝制设备产品的开发中,从上述数据来看,测试结果已经明显低于国家行业标准的数值,从而验证了该方法对产品开发和实际控制过程中的可行性、可靠性。

参考文献(References):

- [1] 邱卫明,王以超.机械产品的降噪和减震措施研究—以工业用缝纫机为例[J].中外缝制设备,2015(6):68-69.
- [2] 王以超,邱卫明.缝纫机振动及整机平衡方法探讨[J],中国机械,2015(9):196.
- [3] 万中魁,胡旭东,彭来湖.无缝内衣机纱线张力自整定PID控制器设计[J].机电工程,2015,32(12):1611-1615.
- [4] 张莉,冯定忠,李创,邱卫明,等.基于运动轨迹误差分析的送料性能评估[J].纺织学报,2012,33(9):143-147.
- [5] 张莉.包缝机的组态设计方法研究[J].工程设计学报,2011,18(4):317-320.
- [6] 张侃曼,马晓建,离金柱.高速工业缝纫机动力学仿真与分析[J],轻工机械,2010,28(2):17-21.
- [7] 樊养余,尚久浩,赵文荣.缝纫机振动分析及整机平衡方法[J].机械设计,1997,14(7):41-44.
- [8] 李坤,田树林,胡森,等.基于TRIZ理论的香烟包装设备创新设计[J].包装与食品机械,2014(5):58-61.
- [9] 孙晓盼,李晶,刘红卫,等.基于TRIZ理论的乳化液泵曲轴偏心问题研究[J].机电工程,2015,32(9):1206-1209.
- [10] 刘卫艳,周俊.基于FESA/TRIZ的机械产品创新设计方法[J].轻工机械,2015,33(1):98-102.

[编辑:李辉]

本文引用格式:

邱卫明.工业用平缝机噪声及振动的测试与研究[J].机电工程,2016,33(5):556-559.

QIU Wei-ming. Test and research of sound and vibration for industrial lockstitch sewing machine[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2016,33(5):556-559.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>