

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2016.03.017

气浮针杆轴承与性能测试装置设计

卢志伟, 马 晨, 刘 波, 张君安

(西安工业大学机电工程学院, 陕西 西安 710032)

摘 要:为了工业缝纫机针杆机构采用气浮润滑技术实现运动机构的支承,文中对气浮针杆轴承节流器以及其上支承和下支承结构进行设计,并对其承载力进行了计算;为了实现气浮针杆轴承性能进行测试,对其实验测试平台进行了具体设计,以能够实现上下、左右、前后位置调整,并对气浮针杆轴承实验测试平台的实验方案进行了相关设计。对气浮针杆轴承进行相关实验测试达到良好效果,表明所设计装置整体结构紧凑、总体性能优良。

关 键 词:工业缝纫机;气浮轴承;节流器;支承结构

中图分类号:TS941.562

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2016)03-0074-04

Design of Performance-Testing Device and Air Flotation Bearing of Needle Bar

LU Zhiwei, MA Chen, LIU Bo, ZHANG Junan

(School of Mechanical and Electronic Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: In order to realize the floating support by using device of the needle bar mechanism of industrial sewing machine, the throttle device of the air flotation needle bar bearing and its upper and lower supporting structures were re-designed, and the bearing capacity of the project was calculated by the engineering calculation; In order to realize the test of the performance of the air flotation needle bar bearing, the experimental platform was designed to achieve the position adjustment for the upper and lower, left and right, and the design of the test platform of the air flotation needle bar bearing test was also carried out. The test results of the air flotation needle bar bearing were good, and the overall structure of the device was compact and the overall performance was excellent.

Key words: industrial sewing machine; air-floating bearing; throttle device; supporting structures

随着缝制业对缝纫设备品质、效率、功能等要求的提高,缝纫机械制造业对本身制造的产品在各项技术性能、参数和综合功能、档次等方面提出了更高的要求^[1-2]。无油润滑缝纫机概念,是基于缝纫机进入高速化的条件下缝纫机的各机构高速运动且运动副的构件相对运动速度提高,摩擦增大且油污染问题突出而提出的^[3-4]。采用润滑油润滑缝纫机的漏油问题始终是摆在缝纫机使用者和制造者之间的难题,缝纫机采用无油润滑的理念应运而生^[5]。在工业缝纫机的机构改进上应用气体润滑技术不仅可以提高缝纫机转速,而且可以实现无油润滑,这也是缝纫机实现无油化技术突破的主要方向^[6-7]。本文是在前期对工业缝纫机

气浮润滑技术研究的基础上,进一步对针杆气浮轴承的结构及性能试验测试平台进行设计与分析。

1 针杆气浮支承方案

本文运用气体润滑技术实现工业缝纫机的无油化,主要解决各运动机构之间的接触实现无油状态条件下缝纫速度问题。在工业缝纫机的机头部件中的针杆运动机构采用气浮润滑技术实现运动机构的支承设计,如图1所示。

2 气浮针杆轴承结构的设计

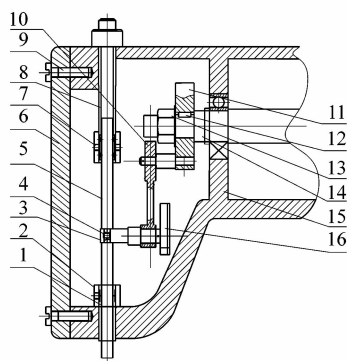
2.1 气浮套轴承的节流器

气体轴承静态性能是气体的静压效应以及运用外部具有一定压力的气体经过节流器后进入支承工件间

收稿日期:2015-11-23;修回日期:2016-01-25

基金项目:陕西省教育厅重点实验室项目(15JS043)。

作者简介:卢志伟(1979),男,河南南阳人,硕士,讲师,主要从事流体润滑及精密超精密加工技术研究。E-mail:luzw8866@163.com



1—下轴内套;2—下轴外套;3—联接柱;4—螺栓;5—针杆;6—端盖;7—上轴外套;8—上轴内套;9—固定螺栓;10—连杆;11—曲柄;12—键;13—螺母;14—主轴;15—机架;16—滑槽。

图1 气浮针杆支承结构装配示意图

Figure 1 Assembly diagram of air flotation supporting structure for needle bar

隙,形成可承载一定外载荷和具有一定刚度的静压气膜^[8]。文中以这种产生静压效应的节流器为中心进行相关设计,其结构参数与润滑膜的阻抗匹配是进行气浮轴承的静态设计的关键。节流器由于其具有较狭窄的流体通道,流体经过时产生稳定的压力降,从而产生的静压流体膜具有一定的承载能力和一定的气膜刚度。在气浮轴承设计中,为了使节流器不出现阻塞现象,表压比 k_g 必须满足

$$k_g > \left[\left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} - \frac{P_a}{P_s} \right] / \left(1 - \frac{P_a}{P_s} \right). \quad (1)$$

在实际应用中采用空气作为气浮介质时,空气压缩指数 $k=1.4$,设置气源的供气压力 P_s 为0.6 MPa,外界大气压力 P_a 为0.1 MPa,则有 $k_g > 0.43$,按承载设计能力和刚度综合考虑取 $k_g = 0.6$,则

$$k_g = (P_d - P_a) / (P_s - P_a) = 0.6. \quad (2)$$

由(2)式得出节流器出口压力 P_d 为0.4 MPa。采用小孔节流的节流器的结构如图2所示。

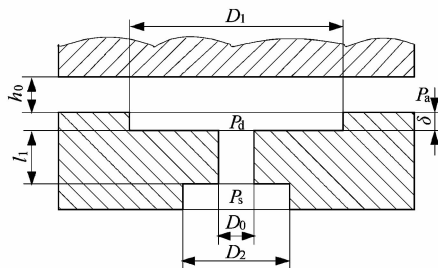


图2 小孔节流器结构

Figure 2 Structure of small hole throttle

在结构设计中轴承与轴之间的间隙 $h_0 = 0.015$ mm,节流孔直径 $D_0 = 0.3$ mm。由结构设计原则中取 $\delta = D_0/4 = 0.075$ mm。经过计算得到节流器参数如表1所示。

表1 小孔节流式气浮轴承参数

Table 1 Parameters of small hole throttle for air bearing

mm				
节流孔直径 D_0	节流孔长度 l_0	气室直径 D_1	气室深度 δ	轴承与轴间隙 h_0
0.3	1.2	0.7	0.075	0.015

2.2 下气浮轴承及上气浮轴承机构设计及计算

图1中下气浮轴套1,2的设计采用双排气孔的轴套作为气浮支承,在圆周方向上每排均匀设置4个节流孔,采用表1中的节流器结构,轴套的内径 D_3 为7.24 mm,有效支承长度 L_1 为20 mm。下气浮轴承的结构示意图如图3所示。由工程计算方法得到该下气浮轴承的承载力和刚度。其供气压力 P_s 为0.6 MPa,外界大气压力 P_a 为0.1 MPa,采用双排供气孔参数 C_j 取0.25(若单排气孔参数 C_j 取0.2),则下气浮轴承的承载力

$$W_1 = C_j L_1 D_3 (P_s - P_a) = 18.1 \text{ N}.$$

图1中上气浮轴套7,8的设计采用单排气孔的轴套作为气浮支承,在圆周方向上每排均匀设置4个节流孔,采用表1中的节流器结构,轴套的内径 D_4 为7.24 mm,有效支承长度 L_2 为15 mm。上气浮轴承的结构示意图如图4所示。由工程计算方法得到该上气浮轴承的承载力和刚度。其供气压力 P_s 为0.6 MPa,外界大气压力 P_a 为0.1 MPa,采用单排供气孔 C_j 取0.25(若单排 C_j 取0.2),则上气浮轴承的承载力

$$W_2 = C_j L_2 D_4 (P_s - P_a) = 10.9 \text{ N}.$$

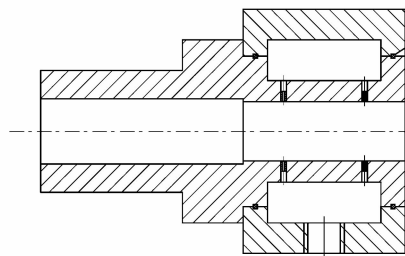


图3 下气浮轴套结构示意图

Figure 3 Diagram of structure for lower air bearing

3 气浮针杆轴承的测试平台及实验方案设计

3.1 实验装置

文中根据上气浮轴承和下气浮轴承的结构设计对气体润滑轴承进行实验研究,对其供气 and 加载支承等装置进行了相关设计。实验装置可以调整测试气浮轴

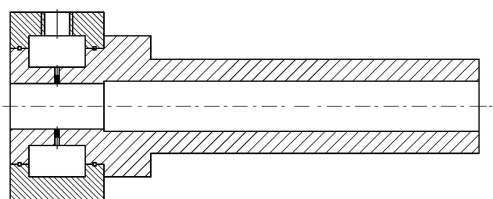


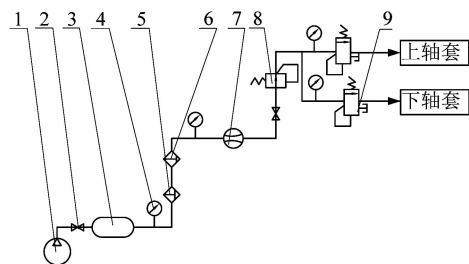
图4 上气浮轴套结构示意图

Figure 4 Diagram of structure for upper air bearing
 承的上下、前后、左右位置,可以测试出气浮轴承在不同供气压力下的承载力以及不同供气压力和不同载荷下针杆与轴套之间的接触情况,来研究针杆气浮轴承机构设计的合理性。

实验平台根据针杆、轴套实际尺寸配合关系,利用加载砝码对装置进行加载,针杆和轴套间接触情况采用万用表进行测试,用于测试在不同供气压力和不同载荷下的气浮轴承承载能力。

3.1.1 供气装置

本文所设计的实验装置中需要分别对上气浮轴承和下气浮轴承供气,对所供的气体压力和流量进行调节,为气浮轴套的静态载荷实验时根据需要不断改变供气压力,供气装置原理示意图如图5所示。



1—气压缩机;2—开关阀;3—储气罐;4—压力表;5—粗滤器(分水);6—精滤器(吸湿);7—流量计;8—减压阀;9—溢流阀。

图5 供气装置示意图

Figure 5 Diagram of gas supply device

3.1.2 加载装置

为了研究所设计的气浮轴套与针杆的承载和工作情况,需对其加载装置进行设计。本文设计的实验测试平台,是根据 MD6720 型工业平缝机机头的针杆机构的装配结构来进行设计,实验装置三维结构示意图如图6所示。

在图6中测试气浮针杆轴承实验平台主要由3部分组成:底座、加载砝码支架和T型主支架。底座对砝码支架和T形支架进行安装固定;T形主支架采用矩形槽结构,两侧有对称分布螺纹孔,主要作用就是对3个滑杆进行上下、前后、左右对气浮轴承进行定位和

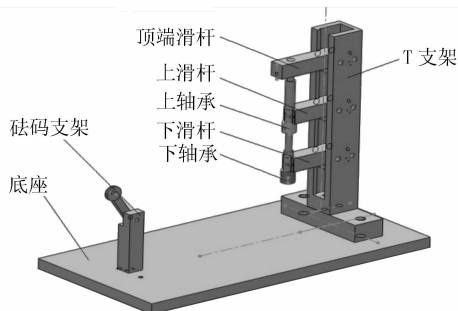


图6 实验装置三维结构示意图

Figure 6 Diagram of three-dimensional structure for experimental apparatus

加紧固定;顶端滑杆一端与T型支架间采用两侧的螺钉加紧固定,其主要作用是对针杆一端进行悬吊固定,在上下方向对针杆进行限定;上滑杆和下滑杆主要作用是对上、下气浮轴承的前后、左右进行定位和固定。

3.2 实验方案

在实验过程中,首先将针杆一端安装悬线固定塞,固定塞有提前安装的悬线,将悬线另一端与顶端滑杆上的悬线端绑定,然后将针杆一端套入滑杆端的针杆固定孔内,通过滑杆顶端的螺钉进行固定;其次将安装了气浮轴承的上下滑杆滑动至相应位置,一端套在针杆上,另一端通过限位螺钉进行高度限制;最后将砝码支架安装到底座另一端,使用细尼龙绳将一端固定针杆中部,另一端绕过滑轮悬挂砝码,砝码悬吊在支架一侧。实验的具体方案:

1) 安装和调整各个气路原件,使实验环境达到标准。

2) 根据针杆基准位置进行上下轴套位置调平。调平需要先固定针杆位置,然后将供气装置打开,对针杆轴承进行供气。用胶带将万用表的两只触笔分别固定在针杆和轴承上,将供气压力尽量调大,使针杆在气浮力作用下自行找到平衡位置,此时万用表显示未导通。随后通过紧固螺钉将上下滑杆位置进行固定,这样便完成了调平。

3) 开始进行加载实验。待针杆位置调平完成后,将供气压力调整至 0.4 ~ 0.7 MPa,松开顶端滑杆上的针杆紧固螺钉,使针杆自行坠落到限定位置,此时针杆在之前安装好的悬线作用下保持悬吊状态,使用挂钩砝码在砝码支架端加载,然后观察万用表读数,同时记录施加砝码的最大总质量 m_i ,直到万用表显示导通为止。

4) 进行多次加载实验,重复第三步操作,共记录三组实验数据。

(下转第79页)