

# 锭杆多截面径向跳动无线数据采集与分析系统

程旭鹏<sup>1</sup>, 赵则祥<sup>1</sup>, 曹秀成<sup>2</sup>, 张国庆<sup>1</sup>, 姚博<sup>1</sup>, 尚孟姣<sup>1</sup>, 窦武阳<sup>1</sup>, 刘如意<sup>1</sup>

(1.中原工学院, 河南 郑州 450007; 2.河南二纺机股份有限公司, 河南 信阳 464000)

**摘要:** 构建了一套纺纱锭杆多截面径向圆跳动无线采集与分析系统。该系统由单片机、数显千分表、基于RS232串口无线通信模块和测控软件组成,利用该系统在加工现场对200根锭杆的4个关键部位的径向圆跳动进行了同步测量与数据采集,并用所编制的程序进行了统计分析。试验结果表明,该系统测量结果可靠,操作方便,可应用于锭杆工艺分析。

**关键词:** 锭杆; 生产工艺; 检验; 无线传输; 数据采集

**中图分类号:** TS103.7

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2044(2018)10-0019-04

## Wireless data acquisition and analysis system of multi-section of spindle blade radial jumping

CHENG Xupeng<sup>1</sup>, ZHAO Zexiang<sup>1</sup>, CAO Xiucheng<sup>2</sup>, ZHANG Guoqing<sup>1</sup>,

YAO Bo<sup>1</sup>, SHANG Mengjiao<sup>1</sup>, DOU Wuyang<sup>1</sup>, LIU Ruyi<sup>1</sup>

(1.Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

(2.Henan No.2 Textile Machinery Co., Ltd., Xinyang 464000, China)

**Abstract:** A multi-section radial circular pulsation wireless collection and analysis system is constructed. The system consists of MCU, digital display micrometer, based on RS232 serial interface of wireless communication module and the measurement and control software, using the system in the process of 200 root four key parts of the spindle blade radial round to beat the synchronous measurement and data collection, and make a statistic analysis on the compiled program. The experimental results show that the measurement results are reliable and easy to operate and can be used in the analysis of spindle.

**Key words:** spinning spindle; production process; testing; wireless transmission; data collection

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.10.006

锭子是纺纱机的关键部件之一,主要由锭杆、锭胆、锭盘、锭脚等零部件组成。锭子的数量和转速对纺纱厂的生产能力有直接影响,锭子的优劣与纱线的质量、生产效率和功耗密切相关。锭杆是锭子中以锭胆作为支承部件做高速回转运动的零件,一般具有上下轴承双支承。锭杆的制造质量直接影响锭子的振动、磨损以及可靠性<sup>[1]</sup>。锭杆目前广泛采用的加工方法是热挤成型后在无芯磨床上磨削加工。由于热挤成型及加工过程中的热处理使锭杆产生弯曲变形,需要在生产过程中进行多次人工校直。锭杆的外圆有圆柱面、圆锥面和一到两个与轴承配合的轴承档,圆锥面可提高锭子的定心性,轴承档的圆度、同轴度将直接影响锭子的回转精度、可靠性和寿命。锭杆对直线度、圆度、同轴度、径向圆跳动等几何误差要求较高。生产中通常以径向圆跳动代替圆度、同轴度的测量<sup>[2]</sup>。以锭杆两端为基准,其全长径向圆跳动要求小于0.01 mm。锭杆的加工过程包含车削、磨削、研磨、热处理、校直等

工序。在外圆切削加工、热处理工序之后,需要多次对锭杆进行校直。校直过程目前多由人工进行。使用机械指针式千/百分表测量锭杆上、下尖,锭盘档,轴承档等位置的径向圆跳动,对超差位置使用力锤进行敲击或使用压力机进行校直,以使径向圆跳动达到其公差要求<sup>[3]</sup>。但在校直过程中,工人需要使用千分表对锭杆的2~4个位置进行检测,工作效率较低,且易因为工作状态不佳、疲劳等因素产生测量误差。整个检测、校直过程不进行任何记录,无法对校直前后的锭杆全长各位置径向圆跳动进行统计。

在锭杆校直过程中进行生产工艺数据记录,利用软件进行数据处理及分析有利于改进生产工艺,提高生产效率,提升锭杆质量。使用无线方法进行数据统计,能够在现有检验台架上进行改进,省去线缆铺设费用,成本低廉,并且可方便技术人员在办公室对锭杆生产全过程进行监控。开展纺纱锭杆生产过程无线数据采集与分析系统的研究,对改进锭杆的生产工艺,提高锭杆的加工质量和生产效率具有较大的研究意义与实用价值,可推广应用到其他机械制造相关领域的生产工艺过程中,具有良好的市场前景。

## 1 系统设计

本系统主要由数据采集部分、无线数据传输部分、

收稿日期: 2017-12-21

基金项目: 2017年中国纺织工业联合会科技指导性项目(2017103)

作者简介: 程旭鹏(1990—),男,在读硕士研究生,主要从事精密测量技术与仪器研究。

通信作者: 赵则祥。E-mail: zexiang\_zhao@126.com。

测控软件部分组成。如图1所示,数据采集部分包括数显千分表、由单片机控制的数据采集器;无线数据传输模块包括基于RS232串口通信的无线发射器与无线接收器;测控软件部分包括带有记录、统计、分析、保存、数据导入、导出功能的PC端上位机软件。

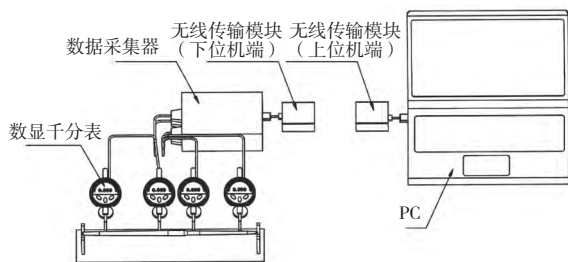


图1 系统结构示意图

### 1.1 硬件设计

在锭杆工艺检验过程中,使用机械式千分表测量锭杆相对于两端的径向圆跳动。机械式千分表具有读数简单、易判断公差范围等优点,但也有数据无法导出、不易于记录的缺点。因此在本试验无线数据采集系统中选用数显千分表。数显千分表与机械式千分表相似,同样具有结构简单、体积较小、安装方便、精度较高的优点;且能设置公差带并具有超差报警功能,能通过数据线实现数据的导出,方便数据的记录。其使用玻璃容栅位移传感器,量程12.7 mm,精度4,响应速度1.5 m/s。量表可以由3 V的CR2032纽扣电池供电,也可以在不安装纽扣电池的状态下,由外部通过数据接口的针脚向量表供应无杂波的电流。数显千分表利用表座安装在检测台架上,并通过配套RS232数据线 with 数据采集器相连。测量时能够在显示屏顶部以模拟指针偏摆的方式显示当前读数。数显千分表数据接口针脚定义见图2。

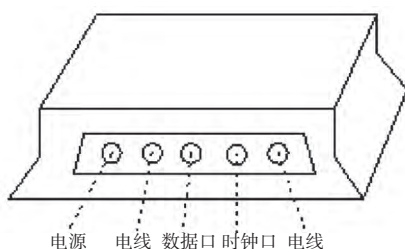


图2 数据接口针脚定义

数显千分表与数据采集器的数据传输采用串行通信,数据信号及时钟信号均由数显千分表主动发出,数据传输中没有起始位及结束位,数据采集器通过数据间的时间间隔判断数据的开始及结束。数据以10次/s的速率进行传输。

## 1.2 数据采集与传输

### 1.2.1 数据采集器

配套的数据采集器采用SPC数据线与数显千分表进行连接。本数据采集系统选用4路数据采集器,其最多可以与4只数显千分表进行连接,同时满足两个锭杆工艺检验台架的需要。传输速率最高时,数显千分表每秒可向数据采集器传输10组测量结果。

数据采集器在进行有线数据传输时可以通过RS232(DB9)连线直接连接PC。在无线数据传输中,通过RS232(DB9)接口23交叉线连接无线数据传输模块。两者通信协议如下:波特率9 600;数据帧格式为1位起始位、8位数据位、1位停止位,无奇偶校验位。

### 1.2.2 数据传输方法

测量结果由数据采集器发送至上位机进行数据处理。目前,数据采集器与上位机通常需要连接数据线。德国马尔、日本三丰等公司的无线量具数据采集系统能够实现上位机与量具之间的无线数据传输,但距离较近。三丰U-WAVE系统通信距离20 m,马尔i-wi系统能在100 m范围内进行无线通信,但二者均不能实现自动数据采集,应用场景有一定局限性。常用的RS232数据线是通用外部总线,一般双工仅需要一条发送线、一条接收线和一条信号线<sup>[4]</sup>。但如果依靠RS232数据线传输,通信距离受电容负载限制,一般只能应用于20 m以内的通信。本研究考虑到车间内使用该采集系统的检测工位较多且分布分散、距离较远,同时考虑到实际厂房布局,且在车间内铺设线缆影响零件的运输,因此该系统选用RS232无线传输方案。选用无线传输方案减少了线缆铺设的成本,也方便了日后对设备的维护及保养。

### 1.2.3 无线数据传输模块

无线数据传输模块采用ebyte公司的E62-DTU-100型数传电台,工作在ISM(工业、科学、医疗)专用频段<sup>[5]</sup>,工作频率433 MHz,发射功率100 mW。两个数传电台之间可以进行数据互传,即每个数传电台都可以作为发射端和接收端,以全双工的形式工作。在晴朗空旷的条件下以最大发射功率工作可实现1 000 m内的数据传输。考虑到锭杆生产工艺检测台架所在位置与数据接收端PC所在位置的距离远小于1 000 m,在经过厂房墙体的阻隔及车间金属大门对信号的屏蔽作用后,信号强度依然能够满足数据传输的需要。

### 1.3 软件设计

在VB 6.0环境下开发的锭杆多截面径向跳动数据采集与分析系统作为PC端上位机软件,利用MScomm控件控制串口通信,能够通过Timer控件向数据采集器定时发送指令以采集当前数显千分表的测量结果<sup>[6-8]</sup>。上位机软件用户界面能显示锭杆轴向不同测量位置的传感器的当前示数,在测量完毕取下锭杆时计算该锭杆的径向圆跳动值并记入表格。测量前通过设置锭杆外圆径向圆跳动上、下公差值,测量时配合数显千分表就能对超差工件进行报警,显示超差工件个数及超差率。测量结束后对锭杆轴向各位置的测量结果进行分析,分别计算出外圆各位置的径向圆跳动的最大值、最小值和平均值。该上位机软件能够对当日测量结果进行保存,也能够导入某日的测量结果,方便数据的分析、统计。通过对当日测量结果或导入的往日既有测量结果进行统计,以柱状统计图的形式显示锭杆轴向各截面径向跳动的分布情况,并形成报告。

### 2 试验与分析

在河南二纺机股份有限公司搭建了此纺纱锭杆生产过程数据采集与分析系统试验台,利用试验台对系统无线传输距离、测量重复性、稳定性进行了测试,并对系统相关程序进行了调试和改进。利用调试后的试验台分别对锭杆粗磨、粗校、半精磨、半精校、精磨、精校等6道工序后的锭杆上尖、锭盘档、上轴承档、锭杆下尖4个位置的径向圆跳动进行了测量,每个工序测量200根锭杆。精磨后的锭杆轴向4个位置的径向圆跳动测量结果见图3。

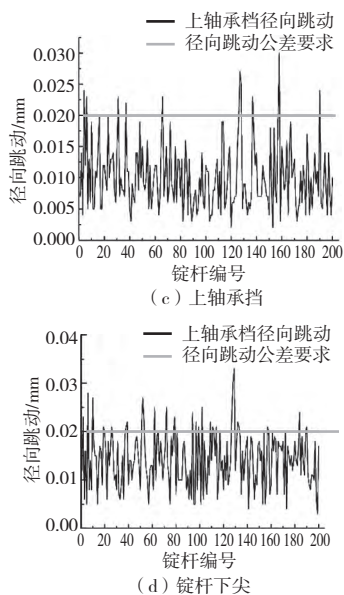
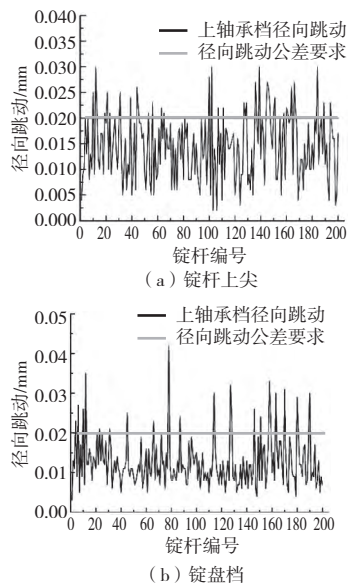
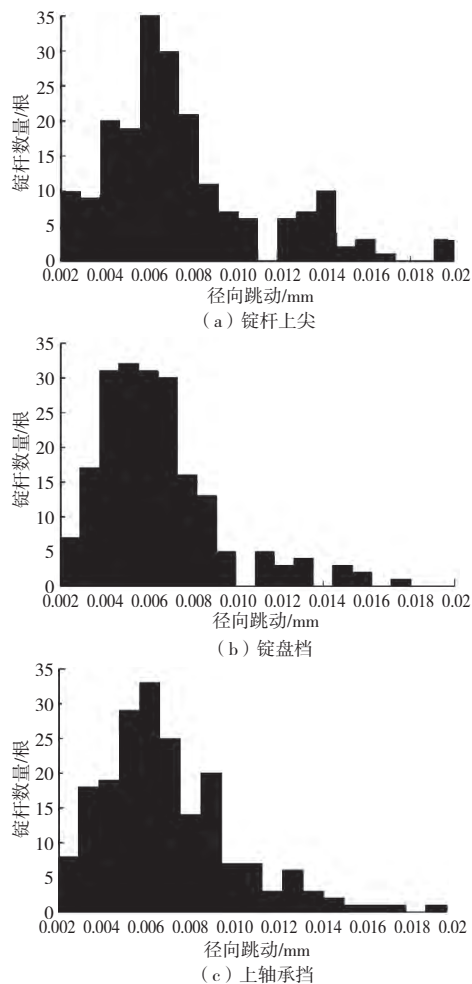


图3 精磨后锭杆径向跳动测量结果及超差情况

精磨后锭杆全长径向跳动公差为0.02 mm。锭杆超差率及径向跳动平均值与长期作业工人的经验相符。软件通过对一天所测的精校后的锭杆径向圆跳动测量结果进行统计,径向跳动分布情况见图4。





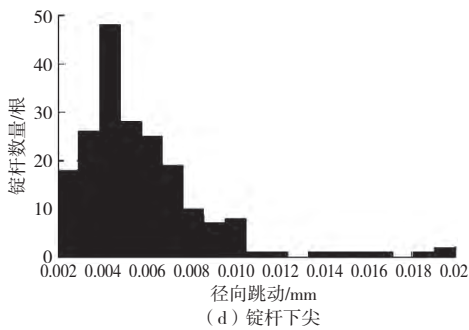


图4 精校后锭杆径向跳动分布情况

### 3 系统性能分析

为检验此系统是否含有粗大误差,在粗磨、半精磨、半精校、精磨4道工序后抽出各10根锭杆作为样本,每根锭杆进行10次测量重复性试验。根据贝塞尔公式计算10次测量结果的标准差,见式(1):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

式中: $\sigma$ ——测量标准差;

$x_i$ ——第*i*次测量结果;

$\bar{x}$ ——测量列算数平均值;

$n$ ——测量次数

经计算,对样本的测量结果 $|v_i| < 3\sigma$ ,按照莱以特准则判断,测量结果均不包含粗大误差。

为检验此系统的可靠性,分别使用此系统和传统台架测量方法测量样本径向圆跳动,对比发现两者相差15%以内。在生产线上随机抽取经过精校的10根锭杆进行编号,并分别使用该系统和传统锭杆检验方法测量其径向圆跳动,表1为两种方式测量结果的对比情况。

表1 两种锭杆检验方法径向跳动测量结果 mm

项目	锭杆多截面径向跳动检验系统				传统锭杆检验方法			
	上尖	锭盘档	轴承档	下尖	上尖	锭盘档	轴承档	下尖
1	0.012	0.012	0.017	0.014	0.011	0.014	0.015	0.017
2	0.011	0.015	0.016	0.014	0.012	0.015	0.012	0.011
3	0.008	0.010	0.006	0.011	0.007	0.006	0.004	0.013
4	0.007	0.014	0.005	0.012	0.007	0.012	0.003	0.010
5	0.010	0.013	0.006	0.015	0.007	0.011	0.007	0.014
6	0.015	0.016	0.013	0.015	0.011	0.019	0.010	0.014
7	0.013	0.014	0.011	0.017	0.010	0.011	0.009	0.017
8	0.016	0.022	0.020	0.010	0.012	0.019	0.018	0.007
9	0.010	0.015	0.019	0.012	0.007	0.012	0.020	0.009
10	0.010	0.005	0.003	0.004	0.008	0.003	0.002	0.003

由表1可见,锭杆精磨后径向圆跳动公差为0.02 mm,且工艺比较稳定,绝大部分锭杆实际径向跳动远小于公差要求,因此两种测量方法的测量结果虽有一定差距,但对于判断锭杆在精磨后是否合格的结论影响较小。在测量速度方面,依靠传统检验方法,操作熟练的校直工人每小时能够对100根左右的锭杆进行检测和校直。该系统在河南二纺机股份有限公司试用期间,平均测量速度达到300根/h锭杆左右,显著提高了锭杆检测效率。

### 4 结语

本文研发的纺纱锭杆多截面径向圆跳动采集与分析系统可应用于纺纱锭杆生产工艺检验,提高检验效率,及时掌握锭杆的几何误差分布情况。该系统依据分析结果调整生产工艺,能够降低锭杆校直率,减小校直量,提高锭杆的制造质量,缩减单件成本,提高纺纱锭子的市场竞争力,满足高质量高速纺纱锭子的市场需求。同时该系统可间接地提高纺纱和纺织品的生产质量,降低纱锭故障率,提高生产效率,降低企业生产成本,具有明显的经济和社会效益。该系统对车间环境要求较低,且不需要对车间环境进行改造,在车间铺设线缆,安装和后期维护成本低。该系统测量台架相较于传统测量台架操作方式和读数方式没有过大改变,工人的学习成本低。提升工作效率后,能够显著降低工人的劳动强度。



#### 参考文献:

- [1] 温斌,刘文杰.应用现代制造技术改善锭子关键零件质量[J].纺织器材,2016(9):1-4.
- [2] 裘祖荣,石照耀,李岩.机械制造领域测量技术的发展研究[J].机械工程学报,2010,46(14):1-11.
- [3] 李军法,王荣军,杨承涛.锭杆校直新工艺[J].纺织器材,2013,40(4):26-27.
- [4] 李玉和,郭阳宽.现代精密仪器设计[M].北京:清华大学出版社,2010.
- [5] 程文.无线传感器网络研究现状与应用[J].电子测试,2016,7(3):90-91.
- [6] 许自敏,朱子焜.基于VB MSComm控件在PC机与单片机串口通信中的应用[J].工业控制计算机,2011,24(6):104-106.
- [7] 刘佳明,谢春萍,刘新金.环锭纺加捻三角区形态及纤维受力分布分析[J].上海纺织科技,2015(6):9-12.
- [8] 陈国强,朱亚楠.环锭纺与赛络纺成纱力学性能研究[J].上海纺织科技,2015(10):7-9.