

S240数控龙门铣床机电改造

■ 中航工业昌河飞机工业集团公司（江西景德镇 333002） 胡 辉 方中生

摘要：数控龙门铣床S240引进20余年后，主要机械部件磨损严重，且机床上所配的数控系统都已经停产，系统备件相当昂贵。通过对其进行全面改造，机床的工作可靠性、加工质量、工作效率和加工能力大幅度提高。

S240数控龙门铣床是1996年由北京625所生产的。该机床除X、Y和Z三个坐标轴外，配有A、C轴，可自动摆头2.5°分度，但不能联动，固称3+2数控龙门铣床。原机采用的是FIDIA公司CNC20数控系统，西门子611A模拟伺服驱动和西门子伺服电动机。该设备在当时较为先进，适合模具工装加工。由于使用多年，主要机械部件都相应磨损，精度下降，电子元件老化严重，造成设备故障率高，停机时间长，严重影响加工效率。鉴于以上原因，我们决定对其进行全面改造。

机床改造前状况

1. 机械部分状况

(1) 该机床已使用多年，主要运动部件如导轨、滚动体、齿轮齿条、丝杠螺母及联轴器等都有不同程度磨损。X、Y和Z坐标轴运动间隙较大，不能保证加工件质量。

(2) A轴传动齿轮磨损严重，摆角经常不到位。

(3) 主轴高速时噪声大，轴向窜动和径向跳动较大，镗直径100 mm左右孔时，圆度0.15 mm左右，远远达不到模具加工的精度要求。加工时主轴温度高达80℃，导致轴向伸长0.25 mm左右，严重影

响该机床的加工精度。

2. 数控系统及电气电路控制部分状况

(1) 数控系统是FIDIA公司20世纪90年代的CNC20系统，采用的是大板结构，集成度相对低，电气元器件较多，至今已使用12年，电气元件已严重老化，无法保证机床的正常使用。

(2) 伺服驱动系统是采用西门子公司611A模拟伺服系统，抗干扰性差，伺服模块已损坏多次，严重影响生产。

(3) 机床动力电缆、控制电缆老化，影响机床运行的稳定性。

(4) 机床时常出现位置环报警，需要对光栅尺和读数头进行检测调整。

机床主要机械部件的修理调试

机床主机是数控机床的主体，包括主轴、床身、导轨、滑枕及滚珠丝杠螺母副传动等机械部件；另外还包含一些辅助装置，如液压站、润滑装置、气动装置及排屑器等，以保证数控机床的正常运行。该机床由于长期用做模具加工，吃刀量和切削量较大，机械主要部件磨损严重。为了保证机床的正常运

行和加工，对这些机械部件进行全面的检测和修理调试。

1. 主轴及A轴的检测调试

主轴是机床机械部件的核心，它的精度决定了零件的加工精度。而轴承的装配直接影响到主轴的精度和使用寿命。该机床主轴采用进口C级钢球推力轴承，主轴前后各有一组，共4套轴承、两种规格。每组两套轴承同一个方向装配，主轴下端和上端轴承是背靠背装配，每组轴承的中间加调整垫片。轴承的内外环各垫一片。这个垫片的差值是消除两套轴承中间的误差值。国外机床厂家修理主轴，使用的轴承是根据机床设计参数提供给轴承制造商，商家根据轴承的质量及机床设计参数配制垫片，由于条件限制，我们只能用百分表测量出轴承内外环的误差值，根据这个差值来配置垫片，使轴承的钢球受力均匀。

该机床的A摆动传动齿轮磨损量大，需更换一对伞齿轮，更换时反复多次测量齿轮啮合间隙，进行配磨加垫调整齿轮的啮合间隙。若间隙小产生过盈配合，转动时就会产生热量，严重时烧坏齿轮；若间隙过大，转动时容易产生噪声和共振。所以要反复多次才能把这对齿轮调整到位，如图1所示。

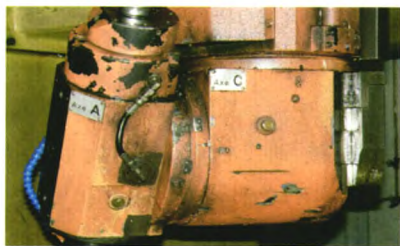


图1 A、C轴

2. X、Y和Z传动部件的检测调试

X轴是通过齿轮齿条传动的。因使用多年，齿条局部磨损比较严重，虽然可通过X轴传动减速齿轮箱预紧力调整，但齿轮齿条磨损太大，超出了调整范围。如果更换齿条的话，则成本太高。因此采用一个折中的办法，在修理时齿条的前后段放与中间段进行调换，减小机床主要加工区齿轮、齿条的间隙。另外根据检测的间隙不同，在齿条的背面垫上不同厚度的铜皮，这样可消除X轴的齿条齿轮间隙，解决X轴运行抖动的问题。

Y、Z轴是通过滚珠丝杠螺母传动的。由于Y轴使用的是滚动导轨，摩擦力小，移动时丝杠受力不大，磨损量较小，只需调整数控系统的参数。Z轴使用的滑动导轨摩擦力大，并且加工时Z轴受力较大，导致螺母反向间隙达到0.35 mm（半闭环测量），无法通过系统参数进行补偿。如果更换的话，则成本太高，周期太长。为了解决此问题，在螺母的中间加0.15 mm左右的垫片，达到消除间隙的目的。

机床电气控制系统升级与调试

根据机床的机械特性，调整设定数控系统、伺服驱动系统的参数。因数控机床参数是数控系统软

件运行条件，它决定了数控机床的动态性能、控制精度，只有正确地设置机床参数，数控机床才能在最佳状态工作。

1. 数控系统的升级改造

数控系统的先进程度决定机床自动控制水平和工件加工精度的重要内容。改造前的机床控制系统是FIDIA公司早期的CNC20，软件水平很低，操作界面很差。在位置控制方面虽然采用闭环控制，但无法实现软件的螺距误差补偿和反向间隙补偿。

本方案选用FIDIA C10数控系统取代原来的FIDIA CNC20数控系统。新系统配置了液晶纯平面LCD TFT15 in（1 in=25.4 mm，下同）的显示器、微软Windows XP操作系统、ISOGRAPH 编程软件、1 024 MB RAM内存、120GB硬盘、3.5 in软驱、光驱、ISA 10 Mb/s 以太网板，集成了工业键盘、按钮面板和鼠标。新系统有着方便且高效的界面，支持在线帮助，向所有与PC计算机兼容的软件和CAD/CAM开放。引入“前馈”控制技术，大大减少了随动误差，可把位置误差减至最小，同时具有“向前看”功能，提高在高速进给时的轨迹准确度。数控系统的改造升级，使得机床更适合用于模具制造行业，系统的响应速度、运算能力使机床加工能力和加工性能得到了较大的改善。

2. 伺服驱动系统的调试

伺服系统作为数控机床的重要组成部分，它的性能优劣直接影响机床的加工精度、表面质量及生产效率。该机床根据数控机床高精度、高效率的自动化要求，选用FIDIA Xpower数字伺服系统、西门

子伺服驱动电动机。由于该机床改造前伺服电源模块烧坏多次，这次改造为了确保伺服系统稳定，在伺服电源输入前端加装一个滤波器，并且在伺服驱动的输出端安装3个磁环，以增强抗干扰能力。

对于FIDIA Xpower数字驱动单元，可利用FIDIA公司提供的驱动单元专用配置软件BRUCO来完成，该软件主窗口如图2所示。



图2 BRUCO伺服设置界面

通过该软件可以设定如下驱动参数：通过驱动号0、1、2、3和4等来设定坐标轴地址；通过参数设置坐标来旋转轴还是直线轴；选择接口板类型；选择电动机编码器的类型；选择坐标驱动模块型号。

（1）主轴及A、C轴伺服系统调试：该机床主轴伺服系统采用FIDIA数字伺服驱动XPOWER 300，电动机选用西门子数字伺服电动机PH7137-2NF03-OCA2。电动机最大转速为8 000 r/min，额定功率为22 kW。主轴定位的外部编码器选用高分辨率编码器HEIDENHAIN ROD48/5000。

机床的A、C摆角是通过液压控制A、C摆角的夹紧松开，由主轴的旋转来实现A、C摆角的旋转和定位。A、C摆角主要参数设定如下：

选择MAINT AX1SP1界面设定A轴参数
AXSP1PAR
NAME=A；轴名称
KV=1.000；位置环增益

ACCE=0.2; 速度变化时的加减速速度
NPULSE=5000; 编码器脉冲数
ZPR=0.000; 回零后的预设值
TOLLIP=0.2000; 定位容许偏差
TIMEIP=200; 定位时间
选择MAINT AX2SP1 界面设定C轴参数
AXSP2PAR
NAME=C; 轴名称
KV=1.000; 位置环增益
ACCE=0.2; 速度变化时的加减速速度
NPULSE=5000; 编码器脉冲数
ZPR=0.000; 回零后的预设值
TOLLIP=0.2000; 定位容许偏差
TIMEIP=200; 定位时间

在上述参数设置完后, 可实现主轴的换挡、转动及A和C摆轴的定位。

(2) 进给伺服驱动系统调试及参数设置: 数控机床的参数实现数控机床系统与机床结构相匹配, 这些参数按一定的功能进行分类, 伺服系统参数设置数控机床的轴

数, 各轴伺服电动机的数据、速度及位置反馈元件类型和反馈数据。设定进给伺服参数的目的是当数控装置与机床主轴和坐标轴相联接, 使机床主轴和X、Y和Z坐标轴具有最佳的动态特性。

进入FIDIA目录, 执行bruco.exe文件, 选择Parameters, 可对驱动参数进行设置。如图3所示。

与电动机传动比有关的3个参数:
SCREW PITCH (S03002); 丝杠螺距
GEAR REDUCTEON MUL
(S03003); 齿轮传动乘因子

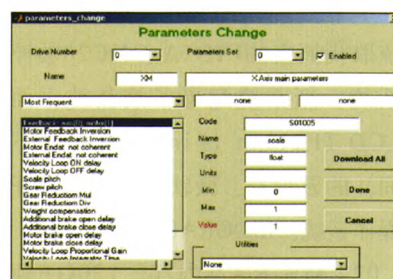


图3 BRUCO软件参数设置界面

GEAR RODUCTION DIV (S03004); 齿轮传动除因子

其中, X轴通过变速箱齿条传动, 起传动比为:
 $112 \times 6 / 22 = 30.545$, 即电动机每转产生的X向位移
 $72 \times 3.414 / 30.545 = 7.40518268$ (mm), 则X轴的设定参数为:

S03002=7.40518

S03003=1

S03004=1

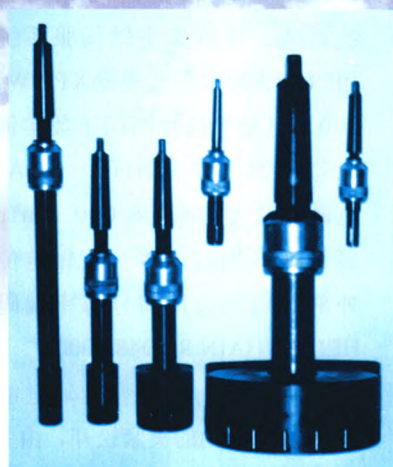
改造后机床与原机床相比, 编程、操作更为方便, 停机时间大幅减少。

参考文献:

- [1] 王钢. 数控机床调试、使用与维护[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 79-109.

MW (收稿日期: 20140519)

精加工内孔工具——超精内径滚轧头



锦州建宇机械有限公司

地址: 辽宁省锦州市松坡里281号

邮编: 121000

电话: 0416-4583587

传真: 0416-4583587

开户行: 辽宁省锦州市锦州银行城内支行

帐号: 410100148567147

联系人: 杨建华 刘芳

我公司研制生产的精密加工内孔工具——超精内径滚轧头, 适用于硬度40HRC以下工件孔的精加工。内孔粗加工后, 用超精内径滚轧头一次精轧, 就可以使内孔的表面粗糙度值从 $Ra6.3$ 左右降低到 $Ra0.2 \sim Ra0.05$ 。加工后的表面硬度可提高40HV, 增加了耐磨性。具有机械微调装置 (每格刻度值为0.0025mm), 每支调整孔径范围为0.5mm, 偏差控制非常准确 (0.005mm以内), 批量生产内径尺寸一致。通、盲孔都可以加工, 工作效率高 (例如: $\phi 200^{+0.03}_{-0} \text{mm} \times 300 \text{mm}$ 孔, 1.5min内就可以加工完。 $\phi 30^{+0.02}_{-0} \text{mm} \times 40 \text{mm}$ 孔, 10s内就可以完成) 操作简单, 寿命长, 维修费用低, 可以在车、镗、钻、铣、组合机床、加工中心等机床上使用。在一定范围内, 用超精内径滚轧头可以取代并优于磨、珩磨、研磨、精铰、精车和精镗等工艺。自1994年获得专利 (ZL94230112.9) 推向市场后, 经过航空、汽车、机械、液压、和气动等行业使用, 效果非常好, 稳定的提高了工件的产量和质量, 获得了相当好的经济效益。超精内径滚轧头以价格低、使用价值高, 深受用户好评。系列规格为 $\phi 5 \sim \phi 350 \text{mm}$ 。本产品目前是非常理想的精加工内孔工具。欢迎广大用户了解和使用超精内径滚轧头, 提高你的生产效率和产品质量。我公司还生产超精外径滚轧头, 内、外锥面精轧头, 微调式扩孔刀具等, 供选用。

本公司具有二十多年生产的丰富经验, 于1994年获得专利证书后, 国内率先生产并供货于市场, 产品质量精良, 有相当高的企业诚信。目前市场有仿冒的伪劣产品, 就连产品说明书都是照我厂抄袭的。敬告广大用户直接与本公司联系购买, 以免上当受骗。