

XK2725 数控定梁龙门移动式镗铣床 垂直进给故障诊断与维修

江 洁

(武汉职业技术学院 机电工程学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:针对出现故障的某 XK2725 数控定梁龙门移动式镗铣床实例,根据故障排除的基本原则,在详细分析故障可能性的基础上提出了相应的维修处置对策,并通过逐级排查最终确定了故障点,可为重型数控机床故障诊断与维修提供借鉴与参考。

关键词:数控定梁龙门移动式镗铣床;故障诊断与维修;垂直进给;滚珠丝杠

中图分类号: TG536

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X(2014) 05-0081-04

一、机床结构及故障点描述

XK2725×120 数控定梁龙门移动式镗铣床工作台宽 2.5 米,龙门移动(X 轴)行程 12 米,主轴箱及滑枕垂直进给(Z 轴)行程 1 米,配西门子 802S 数控系统,是一台大型重型精密数控机床。在某加工企业使用 5 年后,出现让刀、表面粗糙度差及 Z 轴加工尺寸超差现象,CNC 无报警。

该机床 Z 轴进给传动是由伺服电动机经过齿轮变速箱后驱动滚珠丝杠螺母机构将旋转运动转化为滑枕部件的上下直线运动,丝杠两端采用专用丝杠轴承支承,两端均固定并预紧。伺服电动机带旋转编码器作为位置检测元件,属半闭环系统控制。

二、故障的初步分析与检查

按照故障诊断先简单后复杂、先静态后动态、先基本后全面以及由表及里的基本原则,根据故障现象,可初步分析主要是因为 Z 轴运动中有间隙而导致让刀、Z 尺寸超差,以及弹性让刀而造成表面粗糙度不好。但由于影响因素较复杂,必须先进行软故障以及较容易实现的外围检查与处理,为进一步确定

故障点扫清障碍。

(一)伺服驱动系统的检查

经检查,伺服电动机运行平稳,伺服驱动系统参数设定、调整正确,CNC 的位置跟随误差显示均在 0~0.002mm 之间,表明伺服系统工作正常。

(二)机床相关几何精度的检查

数控机床加工精度是由机床几何精度、位置精度和切削精度综合决定的。在用户现场,对出现加工精度误差的故障通常都需要先进行的机床的几何精度检测。通过通用工量检具,现场对相关几何精度如主轴轴向窜动和径向跳动、主轴箱及滑枕移动对溜板导轨的平行度、主轴箱及滑枕移动对工作台面的垂直度等进行检测,结果证明相关几何精度均在误差范围内,这也就初步排除了因主轴精度不足而造成的影响。

(三)丝杠支承部件的预紧消除检查

数控机床加工过程中,会有丝杠轴向窜动现象,这种窜动是由多种间隙共同产生的,主要包括三个方面的间隙:(1)丝杠、滚珠、螺母三者之间的间隙(也称为反向间隙);(2)丝杠支撑轴颈与轴承内圈之间的间隙、轴承本身内、外圈之间的间隙、轴承外圈

收稿日期:2014-08-31

作者简介:江洁(1964-),女,湖北武汉人,武汉职业技术学院机电工程学院高级工程师,研究方向:数控机床设计。

与轴承座之间的间隙;(3)轴承座的弹性变形及松动。为了提高进给传动链的传动刚性和传动精度,必须采用各种间隙消除机构,采用合理的预紧措施来消除传动间隙。

滚珠丝杠螺母副属于精密装配,一般由专业制造厂按照用户设计要求选择消除间隙方式和进行预紧,而后用户在安装和正常使用时一般无需拆卸调整。所以在无十分必要的情况下尽量不要拆卸调整,先考虑其他调整措施。

将变速箱上工艺窗口盖板拆下,通过调整丝杠轴承锁紧螺母将支座压紧,可以消除(2)和(3)两种的间隙,然后启动进给电动机,观察空载时进给轴的电流是否在规定范围内(通常在额定电流的5%~15%),若电流过大说明轴承预紧过紧(导轨间隙及润滑正常的前提下),需再调整直至合适电流范围。经检查,也初步排除了支承座松紧造成的影响。

(四)丝杠反向间隙的初步检查与软件补偿处理

反向间隙是指丝杠和螺母无相对转动时,丝杠和螺母之间的最大轴向窜动。由于螺母结构本身的游隙以及其受轴向载荷后的弹性变形,滚珠丝杠螺母机构存在轴向间隙,该轴向间隙在丝杠换向转动时表现为丝杠转动 θ 角,而螺母未移动,故称为反向间隙。为了保证丝杠和螺母之间的灵活运动,必须有一定的反向间隙,但反向间隙过大将严重影响机床精度,因此,数控机床进给系统使用的滚珠丝杠副都有可靠的消除轴向间隙的机构。由于这一机构的检查需进行大规模的拆卸操作,故先做反向间隙的现

场初步检查并期望通过软件补偿予以消除,这也是对反向间隙未超出允许调整范围时常用的处理方法之一。

在现场条件下先采用图1所示的简单方法检查Z轴反向间隙。(1)将千分表座吸在工作台上,表头垂直触及滑枕下端并充分接触,然后将表刻度置零;(2)按事先编制的程序,控制Z轴正向(向上)移动一段距离(如100mm),再Z轴负向(向下)移动100mm,暂停5秒钟,记录此时表指针读数;(3)按预定程序重复上述过程四次;(4)将记录的表读数列表,计算读数的最大差值,即可粗略测出该轴的反向传动间隙。

本机床Z轴进给采取的是半闭环控制,CNC所控制的只能是电动机的转角精度,进给链的反向间隙和丝杠螺距误差(即丝杠导程的实际值与理论值的偏差)仍然会影响Z轴的传动精度。但在间隙误差小时,是可以利用数控机床软件补偿功能进行反向间隙补偿的。反向间隙补偿的基本原理是:在无补偿的条件下,在轴线测量行程内将测量行程等分为若干段,测量出各目标位置 P_n 的平均反向差值 \bar{A} ,作为机床的补偿参数输入系统。CNC系统在控制坐标轴做换向运动时,自动先让Z坐标轴反向运动值 \bar{A} ,然后再按编程指令进行运动。如图2所示,若运动部件先正向移动到O点,然后要反向移动到 P_n 点,换向时,电动机(丝杠)应先反向移动 \bar{A} 越过反向间隙,而后再移动到 P_n 点;在该过程中,CNC系统实际指令运动值为 $L'=L+\bar{A}$ 。

在尽量不拆卸机床部件的前提下,经以上现场反向间隙检测并实施Z轴软件补偿后,虽然在空载移动时打表检测精度尚可,但经几天试加工的检查,发现Z轴加工精度仍然超差。

三、最终故障的确定及其维修处置

(一)故障原因的最终分析确定

根据以上全面排查以及初步实施反向间隙补偿的处置状况,从反向间隙补偿原理来看,它只是数控系统在坐标轴换向运动时,自动先让Z坐标轴反向运动一个差值,然后再按编程指令进行运动,以补偿反向运动位置的差值,而机械反向间隙仍然是存在的。在反向间隙较小且承受的轴向作用力不大时,这可以在一定程度上解决精度问题,但当反向间隙较大并且进行强力切削时,特别是对大型机床做垂直上下运动的部件而言,加上自身重量及其重力加速度的影响,较大的轴向载荷作用在丝杠上,使反向间隙变成了丝杠和螺母的相对位移,故进给的实际位置发生了偏差,由此可以判断故障主要原因是丝杠螺母副间隙过大,这也是重型机床运动精度故障多发生在Z轴方向的主要表现。为此,必须拆卸主轴箱

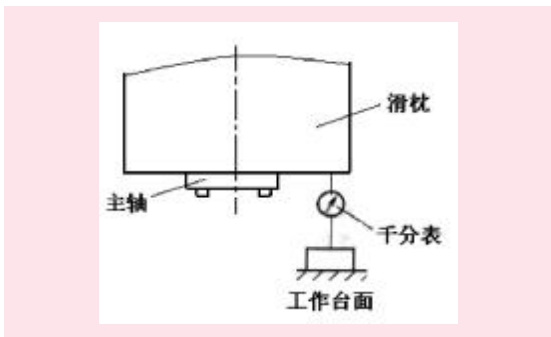


图1 Z轴反向间隙检查

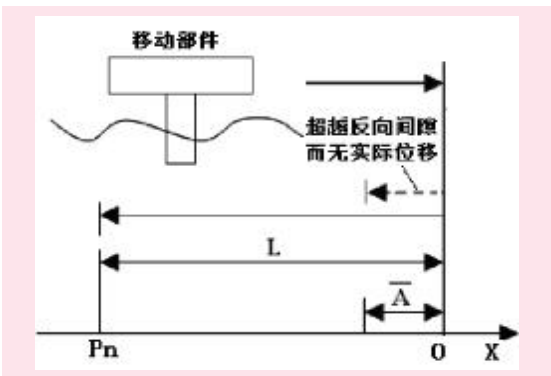


图2 反向间隙补偿

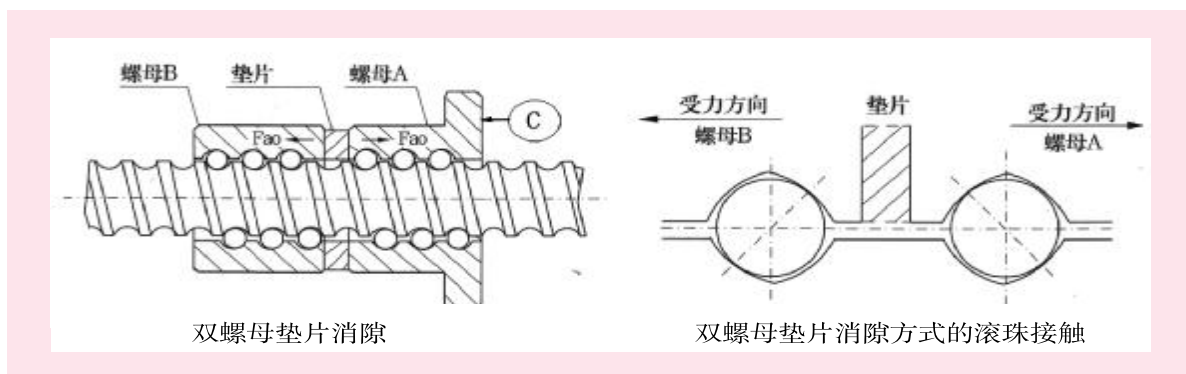


图3 双螺母垫片预紧消除原理图

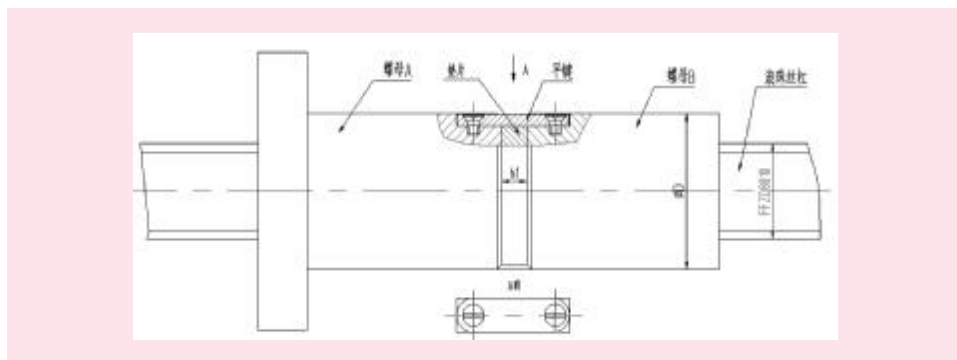


图4 Z轴双螺母结构尺寸简图

滑枕部件,对丝杠螺母副进行检查和调整。

(二)维修处置对策

本机床采用的是双螺母垫片式(D)消除结构,如图3所示。双螺母结构消除原理是利用两个螺母的相对轴向位移,使两个螺母中的滚珠分别贴紧在螺旋滚道的两个相反的侧面上。垫片式是其中的一种调整方式,通过调整垫片的厚度使左、右螺母产生轴向位移,就可以达到消除间隙和产生预紧力的作用。基此,我们确定采取先拆下丝杠螺母副,进行反向间隙的现场测定,然后重新设计制作新的调整垫片,再重新装配试切削的维修处置对策。

(1)丝杠螺母反向间隙测量

先将滚珠丝杠螺母副从滑枕进给部件中拆下,再测量其反向间隙。常规测量方法是把丝杠两端支承在等高V型块上并设法轴向固定,千分表表头垂直触及螺母A右端面并压紧,如图3中位置C。采用千斤顶缓慢施加推力两个方向移动螺母便可测出丝杠螺母反向间隙。

在此我们采用了另外一种更简单易行的测量和计算方法。根据Z轴进给使用的滚珠丝杠型号FFZD8010-5-P4/1734×1304,经查有关样本,双螺母结构尺寸简图如图4所示。

双螺母由一对位置对称的平键联接,从而周向相对位置固定。维修时,先拆下固定螺钉及平键,相对转动两个螺母(紧贴垫片方向)至极限位置时,两螺母上键槽位置错开,如图5中位置A-A'和B-

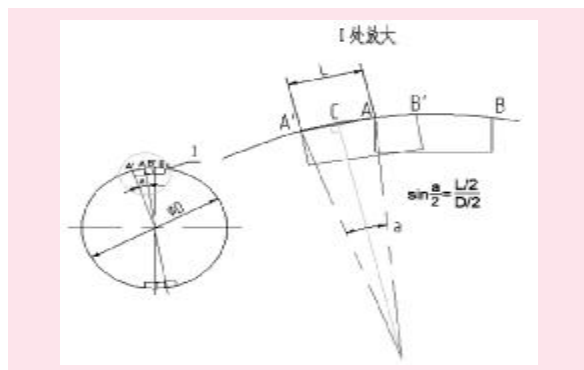


图5 双螺母转动键槽位置示意图

B'。将其中一个键槽上的点A延伸至另一螺母与A'点一个端平面上,仍记为A-A'。A-A'弦长记为L,其中点记为C,A和A'点对应的圆心角记为 α ,丝杠导程记为P。

根据几何计算得出,圆心角 $\alpha=2\times\arcsin\frac{L}{D}$ 。如果将螺母转动 α 角时轴向方向产生的直线位移记为 δ ,则 $\delta=\alpha\times P/360$,最后得出 $\delta=\arcsin\frac{P}{180}$ 。只要测量出L值就能很快计算出轴向位移 δ 值。这个值也就是丝杠螺母的反向间隙值。

(2)设计新的调整垫片

为了消除丝杠螺母副反向间隙并适度预紧,必须更换调整垫片。调整垫片为剖分结构,基本结构尺寸可现场测绘原垫片,需要重新确定的是垫片厚度。

新垫片的厚度 H 由三个条件确定,现场测量原厂配的调整垫片厚度 h_1 值,前述测算出的反向间隙 δ 值,调整量 ε ,即 $H = h_1 + \delta + \varepsilon$ 。根据经验, ε 一般取 $0.01 \sim 0.02 \text{mm}$ 。

(3) 回装后重新试切检查

制作好新调整垫片后,重新配装双螺母、垫片及键块,垫片和双螺母之间应该是过渡紧配合。如果垫片装不进去,则需少量修磨。两螺母键槽对齐后再将键块安装固定。

将 Z 轴整个进给传动系统重新安装调整后机床试切削,观察几天后检查,发现 Z 轴加工精度恢复正常。

四、结束语

在数控机床上普遍使用的滚珠丝杠螺母副属于精密装配,一般由专业制造厂按用户设计要求选择消除间隙方式和进行预紧,而后用户在安装和正常

使用时无需拆卸调整。但在实际使用中,由于磨损和重载荷(特别是重型机床),即使正常使用达到一定年限以后,也会引起丝杠螺母副间隙过大而造成机床精度无法保证。对于在实际使用中出现问题后,用户如何进行调整,制造厂及相关维修资料少有这方面详细的介绍,所查阅资料大多也是消隙原理分析,鲜有实例操作说明。本文正是通过维修实例进行阐述,具有实际可操作性及一定的实用价值。

参考文献:

- [1] 陈吉红,杨克冲. 数控机床实验指南[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2003.
- [2] 江洁. 数控机床机械保养检查与故障排除[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2012.
- [3] 张秋荣. 数控机床滚珠丝杠副的拆装及维护[J]. 装备制造技术,2010,(12).

[责任编辑:詹华西]

Fault Diagnosis and Maintenance on Vertical feed of XK2725 CNC Girder Fixed Boring and Milling Machine

JIANG Jie

(Wuhan Polytechnic, Wuhan 430074, China)

Abstract: Taking the fault of a certain XK2725 CNC girder fixed boring and milling machine as an example, according to the basic principles, the paper puts forward the corresponding maintenance on the basis of detailed analysis of fault disposal countermeasures. At last it determined the breakdown point step by step which provides references to the fault diagnosis and maintenance of heavy CNC machine

Key words: CNC Girder Fixed boring and milling machine; fault diagnosis and maintenance; vertical feed; ball screw