丝杠单支撑结构零点漂移修正

沈阳机床股份有限公司 （辽宁 110042） 潘艺友

摘要：单支撑结构是丝杠的一种安装形式，但由于结构的原因在长时间运动的情况下会产生一定的磨损，导致机床精度下降；同时由于温度原因使得丝杠短期产生伸长现象，造成机床的零点漂移。本文通过实例，介绍运用温度补偿的方法解决丝杠单支撑机床的磨损和温度引起的零点漂移现象。

车床加工中，丝杠的精度直接影响工件的质量，尤其是*X*轴丝杠更为关键。当*X*轴丝杠的精度改变*Δ*时，不考虑其他影响因素时，对工件精度变化会放大至2*Δ*。这种误差的放大在加工过程中是不能忽略的。

一般来说丝杠的装配形式按轴承座分布形式分为两种：单支撑式和双支撑式。双支撑又分为两端固定式和一端浮动一端固定式两种。无论哪种装配形式的丝杠，在加工过程中，由于电动机做功将电能转化为机械能及内能，会导致各种零件发热。这种热量会导致丝杠受热膨胀，直接影响到机床精度。

由于双支撑式丝杠受到预拉紧作用，相对来说热膨胀量较小，精度变化相对较小。一般机床大多数采用此种形式。单支撑由于不受预拉力作用变化较大，在机床的设计中必须考虑热平衡计算。本文主要讨论就是单支撑结构由于温度原因产生零点漂移的修正。

1. 用激光干涉仪对机床*X*轴进行检测与分析

（1）机床*X*轴在20℃标准温度下的定位精度测试结果，如图1所示。

该机床为2014年交付使用，中间较为平稳的线为刚出厂时结果。0mm处为轴承固定端，150mm处为自由端。在两年加工中由于90～150mm区间参与加工磨损严重，导致定位精度在此区间的线性陡然下降。

（2）机床*X*轴在不同室温下的定位精度测试结果，如图2所示。① 20℃时，定位误差－14.4μm。② 23.1℃时，定位误差－9.0μm。③ 27.8℃时，定位误差－0.7μm。

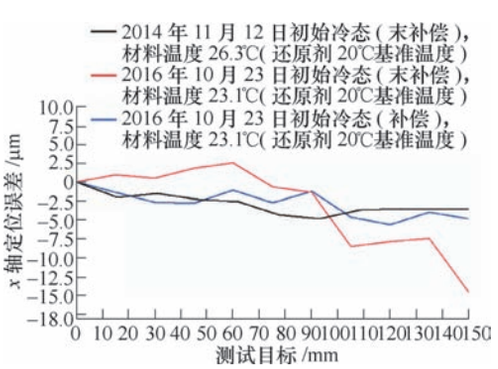


图1 *X*轴基准定位误差（20℃）

能继续断电前动作，选择的PLC中间变量全是掉电保存变量。

4. 结语

本设备采用PLC和步进单元进行控制，维护方便，可快速调整设置参数及工艺流程，在线监视系统的工作状态，外接触摸屏后可以更清楚的显示设备的运行情况。该设备目前处于最后的调试阶段，相信将来会满足车间的使用要求。

参考文献：

[1] 郝久清，肖立. PLC控制系统的可靠性设计[J]. 自动化仪表，2005，26（11）：21-24.

MW（收稿日期：20170221）

通过图 2 发现，随着丝杠温度的上升定位精度误差有所减小，90～150mm区间下降的线性随温度升高越来越平稳。由图 2 可知，由于系统中的判定的定位精度几乎不变，但实际因为温度的上升而发生丝杠受热增长，导致原本受磨损状态的区间定位精度的“缺口”发生了补齐，使得定位精度发生了相对平稳状态。

取150mm处点观察发现：20℃时定位误差为－15μm，当丝杠温度上升至23.1℃时误差已经缩小到－10μm，当温度达到27.8℃时误差基本在零线处。同样观测105mm处时，趋势与之一样，只是在同样的温度变化区间，定位误差改变的大小没有悬伸端较远处（150mm）变化趋势大。当温度达到32℃时（图2中未列）结果与27.8℃相同，说明温度在27.8℃左右丝杠达到增长的“热平衡”点。可见温度变化给丝杠带来的影响是很大的。

由此得到结论：在一定温度区间内，单悬丝杠自由端定位精度变化随温度上升而产生明显变大，固定端随温度上升变化相对较小。

（3）机床*X*轴在热机过程中的定位精度测试结果（多次），如图3所示。

通过图2所示的结论判定，我们将机床停车至室温，然后根据温度上升变化而分多次取值。为使图2中线性结果直观，这里只取部分结果展示。最下面的线是开机状态的结果，随着温度升高，定位的误差逐渐减小。请注意最上面、尤其在自由段定位精度变化较大的地方，两根线结果几乎一致，表明是“热平衡”状态下丝杠精度达到稳定，这时切削零件是最佳状态。

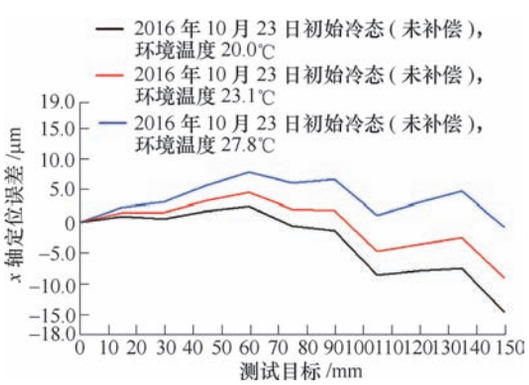


图2　*X*轴基准定位误差（20℃、23.1℃和27.8℃的比较）

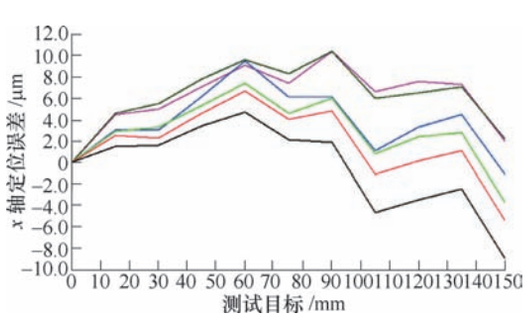


图3　补偿前*X*轴定位误差

（4）要想达到这种热平衡状态，必须经过一定的时间进行热机，但生产中会造成一定的产能浪费。为了减少这样的浪费，达到开机即可使用的效果，我们通过轴承座上粘贴温度传感器，将温控软件与系统进行连接，将测试结果记录在软件当中，模拟反向趋势，对机床进行实时在线反向补偿。通过大量采集数据，逐一进行调整，制止状态达到最佳的状态。补偿结果（多次）如图4所示。

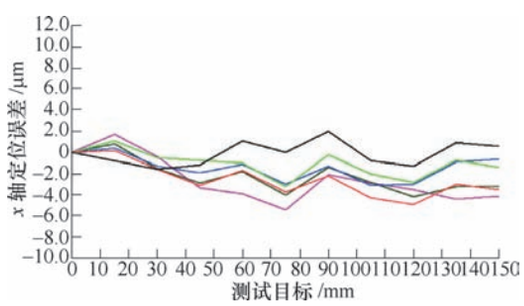


图4　补偿后*X*轴定位误差

2. 结语

通过补偿结果可以看出，采用这一补偿方式减少热机时间，在最短时间内保证机床的精度稳定；对机床单支撑结构丝杠进行调整，使得丝杠精度得到一定程度的修复；同时为单支撑丝杠结构因热平衡设计失误的产品，提供了一种补救修正的方法。

参考文献：

[1] 沈阳第一机床厂，中捷友谊厂，沈阳第三机床厂. 机床工人技术手册[M]. 辽宁：辽宁科学技术出版社，1989.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会. GB/T16462——2007数控车床和车削检验标准[S]. 北京：中国标准出版社，2007.

[3] 隋秀凛，高安邦. 实用机床设计手册[M].北京：机械工业出版社，2010.

[4] 李洪. 实用机床设计手册[M]. 辽宁：辽宁科学技术出版社，1999.

MW（收稿日期：20170109）