

HNC-21 数控系统螺距误差的检测与补偿设置

黄琳莉

(武汉职业技术学院 机电学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:对于开环和半闭环控制的数控机床,使用螺距误差补偿能有效的提高数控机床的定位精度。以采用 HNC-21TF 数控系统的华中数控 HED-21S 数控原理试验台为例,介绍了螺距误差补偿的参数设置、误差检测和数据处理方法。

关键词:HNC-21;螺距误差补偿;参数设置

中图分类号: TG659

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2015) 03-0079-03

79

武汉职业技术学院学报二〇一五年第十四卷第三期(总第七十七期)

数控机床的进给传动装置一般是由电机通过联轴节带动滚珠丝杠旋转,由滚珠丝杠螺母副将电机的回转运动转换为直线运动。在开环和半闭环控制系统中,机床的定位精度很大程度上受滚珠丝杠精度的影响,尽管采用精度高的滚珠丝杠,但由于存在无法避免的制造误差、装配误差以及长时间使用后的磨损误差,要得到高的加工精度,必须采用螺距误差补偿功能,利用数控系统对螺距误差进行补偿与修正。

一、丝杠螺距误差补偿的原理

(一)丝杠螺距误差与反向间隙

丝杠螺母副在将回转运动转换成直线运动时存在两种误差:

1.螺距误差

螺距误差是丝杠导程的实际值与理论值的偏差,如 PIII 级滚珠丝杠的螺距公差为 0.012mm/300mm。螺距误差补偿分单向和双向补偿两种:单向补偿为进给轴正、反向移动采用相同的数据补偿;双

向补偿为进给轴正、反移动分别采用不同的数据补偿。

2.反向间隙

反向间隙是丝杠和螺母无相对传动时丝杠和螺母之间的最大窜动。由于螺母结构本身的游隙及其受轴向载荷后的弹性变形,滚珠丝杠螺母副存在轴向间隙。该轴向间隙在丝杠反向传动(换向)时表现为丝杠转动 α 角,但丝杠空转而螺母未移动的过程,由此形成了反向间隙。

在利用数控系统进行丝杠螺距误差补偿时,双向螺距误差补偿包含了反向间隙的信息,不需要另行设置反向间隙;而单向螺距误差补偿,就必须测量并设置反向间隙。一般地,为简化补偿控制算法,通常仅采用单向螺距误差补偿。

(二)丝杠螺距误差补偿的原理

螺距误差补偿的基本原理是:预先测量出数控机床某轴在全行程范围内各区段的实际位置与指令位置的差值,将这些误差以表格的形式输入数控系统的轴补偿参数中,则数控装置在控制该轴运动时,

收稿日期:2015-03-27

作者简介:黄琳莉(1979-),女,湖北大悟人,武汉职业技术学院机电学院副教授,研究方向:数控技术。

会自动考虑到误差值并加以补偿。具体来说,当启用数控系统的螺距误差补偿功能后,若定位误差为正,则将指令脉冲数减少;若定位误差为负,则将指令脉冲数增大,由此补偿因丝杠螺距误差而造成的数控机床移动部件的位置偏差。

二、丝杠螺距误差的检测与补偿的实践

现以使用 HNC-21TF 数控系统的华中数控 HED-21S 数控原理试验台为例,分析其采用半闭环控制系统的 Z 轴的丝杠螺距误差补偿的方法。

(一)测量仪器的选用

测量进给轴的丝杠螺距误差,就要测出该轴的定位误差,即测出实际位移和指令位移的差值。可以从光栅、激光干涉仪、线纹尺和步距规中选择一种合适测量仪器,但应确保测量仪器的精度要比丝杠的制造精度至少高一个数量级。对 HED-21S 数控原理试验台而言,其 Z 轴上配置了一个光栅,因此可以选用该精度较高的光栅来测量。

(二)光栅反馈虚轴参数的预置

HED-21S 数控原理试验台为车床系统,其 Y 轴的控制接口是闲置的。因此,我们可以通过适当的设置,将 Z 轴光栅反馈回来的位移信号连接到 Y 轴接口上。然后,比较 Z 轴的实际位移(即 Y 轴显示值)与 Z 轴的指令值的差异,即得出 Z 轴的定位误差。具体的参数设置方法如下:

- 1.进入【参数】菜单,选择【通道参数】,将 Y 轴号设为 1(有效的逻辑轴编号);
- 2.进入【轴参数】菜单,将【轴 1】的【轴类型】设置为移动轴,【定位允差】和【跟踪误差】设置为 0,部件号设为 1(对应轴 1),【伺服驱动器型号】设为 45(有反馈的脉冲接口类型);
- 3.进入【硬件配置参数】菜单,将【部件 1】的【标识】设置为 45(脉冲接口式),【配置 0】设置为 1(串行 XS410 伺服类型);
- 4.进入【轴参数】菜单,调整【轴 1】的【反馈电子齿轮比】,使 Y 轴显示的位移量与 Z 轴的实际位移量一致。具体操作方法举例:回零后,MDI 方式下让 Z 轴走 10mm,若 Y 轴显示的位移变化量为 2mm,则应将【轴 1】的【反馈电子齿轮比】设置为 5:1。
- 5.保存参数修改,重启数控系统,并回零。

(三)补偿清零和系统回零

在检测 Z 轴的定位误差之前,必须先将数控系统参数中轴 2(即 Z 轴)的轴补偿参数进行清零。此

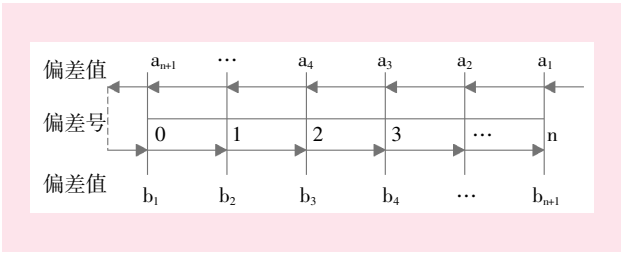


图 1 螺距误差补偿的测量方法

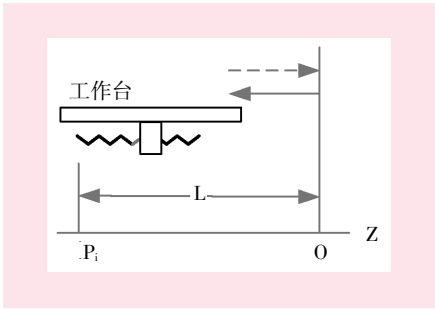


图 2 反向间隙的测量

外,应让机床系统回零,以便让工作台运行在一个完全没有经过参数补偿的状态。

(四)单/双向螺距误差和反向间隙的测量

1.螺距误差的测量

如图 1 所示,先将 Z 轴手动移到 Z 轴零点右侧且不超程的位置,然后移动 Z 轴到零点,并通过 Y 轴相对值零点功能,将 Y 轴坐标清零。接下来编制一个数控程序实现从零位往负向作全程间断移动,若是单向螺距误差补偿,按照 a_1 至 a_{n+1} 的顺序每走一个补偿间隔,暂停 3 秒,暂停期间,手动记录光栅反馈回来的 Z 轴实际位置(即 Y 轴显示值)。若是双向螺距误差补偿,则最后还需往左再多走 1mm,又往右走 1mm,然后按照 b_1 至 b_{n+1} 的顺序每走一个补偿间隔,暂停 3 秒,暂停期间,记录光栅反馈回来的 Z 轴实际位置(即 Y 轴显示值)。最后计算每一点的定位误差,即用实际位置减去指令位置。

2.反向间隙的测量

只有单向螺距误差补偿才需要测量反向间隙。如图 2 所示,编制一个数控程序,让 Z 轴从 P_i 点正向行走 L(一般为 50mm)到 O 点,进给暂停;暂停时利用 Y 轴相对值零点功能,将 Y 轴坐标清零;然后反向回到 P_i 点,记录光栅反馈回来的 Z 轴实际位置(即 Y 轴显示值);最后计算指令值与实际值的差值。

(五)螺距误差补偿的数据处理与参数设置

HED-21S 数控原理试验台 Z 轴的全长为 150mm,取补偿间隔为 30mm。采用单向螺距误差补

表 1 螺距误差补偿数据处理

被测点位置	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
指令位置	0	-30	-60	-90	-120	-150
实际位置	0	-30	-60.01	-89.98	-119.985	-149.975
定位误差	0	0	-0.01	0.02	0.015	0.025

偿的数据处理方法,以表格形式记录数据。按前述单向定位误差和反向间隙测量流程,重复进行 5 次测量,然后取 5 次计算结果的平均值。表 1 所示为其中某次测量得到的数据。

得到螺距误差补偿数据后,即可按表 2 所示对数控系统参数【轴补偿参数】中的【轴 2】参数进行设置,表中反向间隙、补偿间隔及补偿偏差值的均是以微米为单位。

表 2 单向螺距误差补偿参数设置

参数名称	数值
螺距补偿类型	1
反向间隙	37
补偿点数	6
参考点偏差号	5
补偿间隔	30000
偏差值[0]	0
偏差值[1]	0
偏差值[2]	-10
偏差值[3]	20
偏差值[4]	15
偏差值[5]	25

(六)系统重启并回零

按照系统设计要求,螺距误差补偿的参数设置必须断电重启系统后方可生效。

三、结语

螺距误差补偿对半闭环控制系统和开环控制系

统具有显著的效果,可明显提高数控机床的定位精度和重复定位精度。对全闭环数控系统,由于其控制精度高,采用误差补偿的效果不显著。数控机床在出厂前通常已由厂家进行过螺距误差补偿的测量和设置,这些参数应备份存储,在意外丢失时可及时恢复以确保进给轴的运动精度。当机床使用一段时间后,丝杠会发生磨损,为了避免精度超差,用户应该参照上述方法重新进行螺距误差补偿的测量和设置。

我们参照上述方法对一台华中数控 HED-21S 数控原理试验台进行螺距误差补偿重置后,其定位精度从 $\pm 30\mu\text{m}$ 提高到了 $\pm 10\mu\text{m}$ 。当然,如果将补偿间隔取的更小,螺距误差补偿的效果将会更好。本文对数控试验台 Z 轴实施螺距误差补偿的方法同样适用于使用 HNC-21 系统数控机床的各进给轴,关键是要选用一个比较适合的测量仪器或方法来获得误差数据。对于重载或满负荷运行的数控机床而言,定期进行螺距误差补偿的重新测量和设置,是确保其运动精度必不可少的工作。

参考文献:

[1] 张鑫. 基于 HNC-818B 数控转台螺距误差补偿的研究[J]. 机床与液压, 2014, (1): 112-114.
[2] 刘景扬. 数控机床螺距误差补偿[J]. 昆明大学学报, 2014, (2): 22-24.
[3] 李继中. 数控机床螺距误差补偿与分析[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2010, (2): 98-101.

[责任编辑: 詹华西]

Detection and Compensation of Pitch Error of HNC-21 System

HUANG Lin-li

(Wuhan Polytechnic, Wuhan430074, China)

Abstract: The positioning accuracy of CNC machine tool with open-loop and Semi-closed-loop control systems can be promoted greatly through pitch error compensation. The paper takes HED-21S experimental platform with HNC-21TF system for example, addressing the parameter setting, error detection and data processing of pitch error compensation.

Key words: HNC-21; pitch error compensation; parameter setting