

doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.201903007

FANUC OiT 数控车床进给轴安装与调试

谭邦俊

(滁州职业技术学院 汽车工程系,安徽 滁州 239000)

摘要:数控车床进给轴是用来执行直线定位和切削运动的装置,其性能的好坏直接决定了数控车床的加工精度。通过对进给轴安装调试与检测全过程的试验研究,分析了进给轴伺服系统的常见故障,指出了各类故障的排除方法,为数控机床的维护提供了技术参考。

关键词:进给轴;伺服;故障

中图分类号:TG659 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2019)03-0046-06

数控车床进给轴是用来执行直线定位和切削运动的装置,它需要同时控制位置精度和速度响应,其性能直接决定了数控车床的加工精度。进给传动系统通常由驱动装置、机械传动装置、执行装置、检测反馈装置组成,其中驱动装置是进给轴传动系统的动力源,一般为 2 个伺服电机,用来提供确定范围内的转速扭矩;机械传动装置是将回转运动转换为直线移动的装置,主要包括联轴器、导轨、进给轴(滚珠丝杆螺母副);执行装置主要指数控车床的刀架结构;检测反馈装置主要包括光栅尺或编码器。现有的关于进给传动系统的研

究主要着重于机械结构的安装或者电气系统的连接,而没有将机械和电气调试结合起来,且没有指明调试过程需要进行的工作,更没有指出调试过程遇到的问题及其解决方法。

1 数控车床进给轴的组成与连接

数控车床进给轴结构如图 1 所示,其传动系统的主要连接分为机械结构的安装即安装滚珠丝杆螺母与导杆,和电气连接即进给伺服系统与 CNC 装置的连接。进给 X 轴和 Z 轴结构上基本相同,主要包括滚珠丝杆螺母副与导轨。

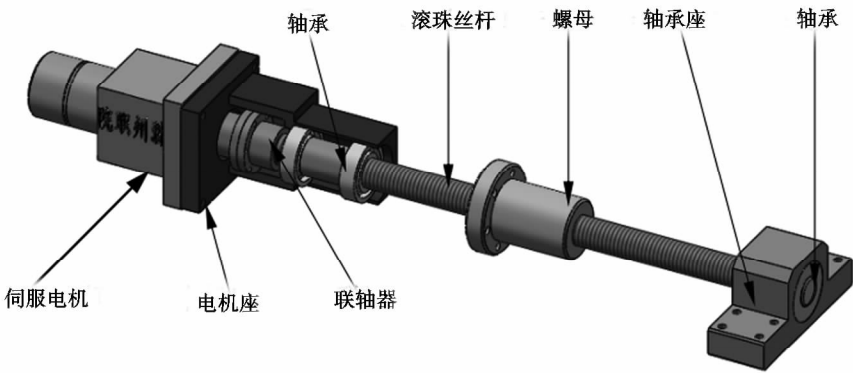


图 1 进给轴结构

Fig.1 Feed shaft structure

1.1 数控车床进给轴的机械机构安装
支撑滚珠丝杆螺母副的部件主要为轴承座和

轴承,考虑到滚珠丝杆螺母副需要很高的定位精度和刚度,为此滚珠丝杆采用两端固定的支撑方

式,即前端采用电机座、后端采用轴承座;支撑用的轴承采用推力球轴承,这样滚珠丝杆既可以承受轴向力又可以承受径向力。由于数控车床的 X 向和 Z 向进给轴的安裝与检测方法基本一致,同时 Z 向进给行程较长(X 向刀架横向移动行程较短),且一般而言滚珠丝杆安装在 Z 向床鞍上,故 Z 向进给轴的安裝与调试具有一定的代表性。

进给轴机械结构的安裝主要分为两部分,包括电机座、轴承座的安裝和滚珠丝杆螺母副的安裝。其中电机座、轴承座的安裝步骤如下:

- (1)利用柴油清洗轴承座和电机座,并使用棉布擦拭干净;
- (2)将电机座和轴承座安装在机床侧面床身,并使用定力距扳手拧紧螺钉;
- (3)将 2 根检测棒插入放入轴承座和电机座的孔中,并合上压盖;
- (4)将千分表架在机床基准导轨上;
- (5)利用千分表检测检测棒与机床导轨的平行度,全长允许变动量 $\leq 0.01\text{ mm}$;
- (6)根据测得的平行度数据,将异常点铲除,对机床床身进行铲刮,保证电机座和轴承座与机床床身接触紧密,且长度方向接触长度 $\geq 70\%$ 、宽度方向接触长度 $\geq 50\%$;
- (7)持续校正并铲刮导轨,在达到平行度要求后,确定轴承座和电机座位置,配做定位销孔;
- (8)利用销钉实现轴承座和电机座的定位,利用内六角螺钉实现轴承座固定。

轴承座、电机座的检测安裝过程如图 2 所示。

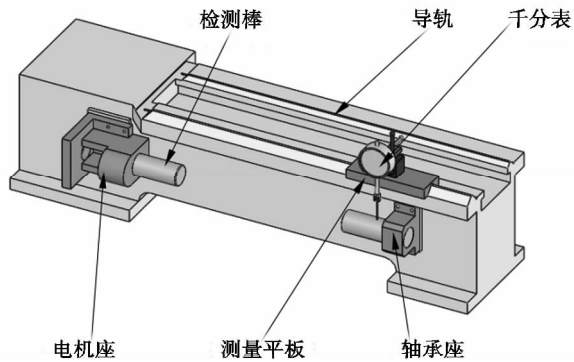


图 2 轴承座、电机座安裝检测示意图
Fig. 2 Installation and inspection of schematic diagram of bearing seat and motor seat

为了保证滚珠丝杆的安裝精度,电机座和轴承座安裝完成后一般不需要拆卸。滚珠丝杆电机座端的安裝方法如下:首先将轴承涂润滑脂背靠

背安裝;接着将丝杆的轴端插入电机座,并利用锁紧螺母挤压轴承内环;然后安裝端盖,并保证 0.03 mm 的预紧量。

滚珠丝杆轴承座的安裝方法与电机端安裝方法基本类似,需要注意的是将轴承内外隔环全部压紧。滚珠丝杆安裝完成后需要不断校正精度,主要检测滚珠丝杆垂直面同导轨的平行度、丝杆在水平面内导轨的平行度。最后安裝滚珠丝杆缓冲块。至此,数控车床进给轴传动系统的机械部分全部安裝检测完毕。

1.2 数控车床进给轴的电气连接

数控车床进给轴传动系统的电气连接主要是将进给轴传动系统与 CNC 系统、PMC 系统相连接。进给轴伺服系统连接电路图如图 3 所示。

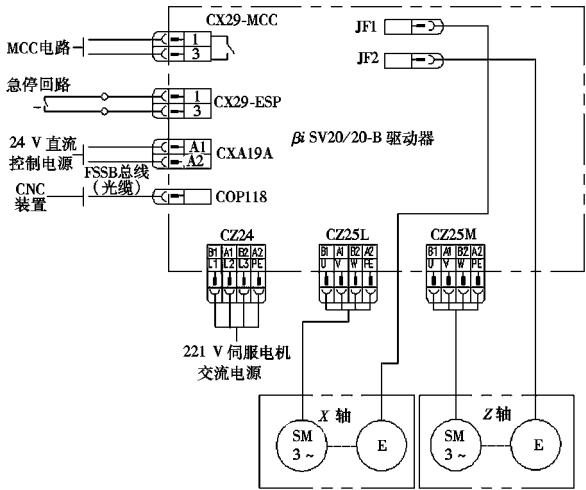


图 3 进给轴伺服系统连接电路图
Fig. 3 Connection circuit diagram of feed shaft servo system

进给轴传动系统的电气连接分为以下 5 个步骤:第一步,利用 FSSB 总线将 CNC 装置的 COP10A 接口与进给轴伺服驱动器的 COP10B 接口连接;第二步,连接 24 V 的直流控制电源,即从开关电源引出 24 V 的直流电接入进给轴伺服驱动器的 CXA19A 接口;第三步,连接 MCC 电路与急停控制回路,将进给轴伺服驱动器的 CX29 接口连接到 KM1 接触器的线圈,将 CX30 接口连接到急停控制回路,完成对伺服主电源通断电的控制和伺服放大器的保护;第四步,进给轴伺服电机动力线的连接,将进给轴伺服驱动器的 CZ24 接口与变压器端 220 V 交流电端口连接,将 CZ25L 接口与 X 轴伺服电机的动力线接口连接,将 CZ25M 接口与 Z 轴伺服电动机的动力线接口连

表 2 轴设定参数
Table 2 Shaft setting parameter

参数号	参数含义	设定值	
		X 轴	Z 轴
8130	控制最大轴数	2	
1006#3	编程方式(0:半径;1:直径)	1	0
1006#5	参考点返回方向(0:正;1:负)	0	0
1010	CNC 控制轴数	2	2
1020	轴名称	88	90
1022	基本坐标系轴设置	1	3
1023	轴伺服号	1	2
1800#4	反向间隙	1	
1825	伺服环增益/s	3000	3000
1826	各轴到位宽度/(°)	50	50
1828	轴移动中允许最大偏差量/(°)	20000	20000
1829	轴停止时最大允许偏差量/(°)	500	500
1851	各轴反向间隙	检测螺距补偿可知	
1260	旋转轴每旋转一圈移动量/(°)	360000	360000
1320	正向行程极限位置/mm	9999	9999
1321	负向行程极限位置/mm	-9999	-9999
1410	空运行速度/(mm·min ⁻¹)	3000	3000
1420	各轴快移速度/(mm·min ⁻¹)	3000	3000
1421	各轴快速倍率 F0 速度/(mm·min ⁻¹)	500	500
1422	各轴最大切削速度/(mm·min ⁻¹)	2000	2000
1423	各轴手动连续进给速度/(mm·min ⁻¹)	3000	3000
1424	各轴手动快移速度/(mm·min ⁻¹)	3000	3000
各 1425	轴回零点的 FL 速度/(mm·min ⁻¹)	300	300
3003#0	所有轴互锁信号(1:有效)	1	
3003#2	各轴互锁信号(1:有效)	1	
3003#3	不同轴向互锁信号(1:有效)	1	

4.1 反向间隙补偿

反向间隙检测如图 7 所示,首先将 1800#4 参数置为 1,然后让机床进给轴回参考点,接着切削进给运行 G01 X120 F40,安装百分表将刻度置为 0;接着运行 G01 U120 F40,再运行 G01 U-120 F40,读取百分表刻度,按检测单位换算进给补偿间隙量。由此可知机床在该位置 120 mm 以内的跳动量,为了确保每个测点的反向间隙准确,需要对同一测点进行 5 次以上的检测,并取平均值作为该测点的反向间隙。

又由于机床在不同位置反向间隙不同,也不成线性关系,一般而言调试时需要取滚珠丝杆的两端和中间 3 个测点,选取 3 个测点中平均值最大的那个作为滚珠丝杆的反向间隙,最后根据单位换算在 1851 参数中输入百分表跳动数据。

4.2 螺距补偿

螺距补偿的原理是将机械返回的参考点作为

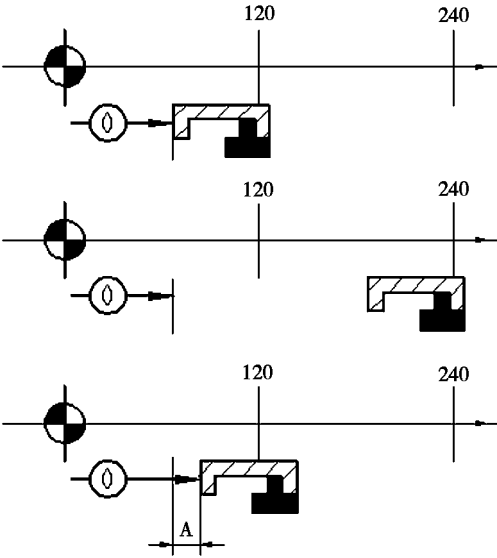


图 7 反向间隙检测

Fig. 7 Back clearance detection

螺距补偿原点。CNC 系统以设定在螺距误差补偿参数中的螺距补偿量和 CNC 移动指令,综合控制伺服轴的移动量,进而补偿丝杆的螺距误差。

5 进给轴传动系统调试中常见故障解决

进给轴伺服系统常见的故障有以下几种:

(1) 伺服电机不转

机床加工时进给轴伺服电机不回转,造成这种状况的因素有多种。第一,伺服系统不工作,可能是伺服系统损坏,或伺服系统 DC 24 V 直流供电线路未接通;第二,伺服系统未接收到速度和位置信号,可能是伺服系统未与 I/O LINK 模块连接,或未与 PMC 连接,或端子接触不良。

解决伺服电机不转的故障可以通过观察显示器上 I/O 的实际工作情况,分析 PMC 梯形图,找到机床电路故障。

(2) 参考点故障

机床无法返回参考点。如果机床回零操作后距离参考点是一个固定的值,则是因为接近开关上的减速挡块位置不正确,重新调整即可;若距离参考点是随机的数值,则是由于外界干扰所致,需要检查电缆屏蔽线是否接地、编码器的信号线是否受强电干扰等;若距离参考点的偏移量特别微小,则是由于主板问题或漂移补偿电压不稳定。

机床返回参考点超程,可能原因是进给轴位置环增益值过大,可通过修改参数 1825 进行修正;也可能是机床参考点附近减速开关失效。

(3) 超程

超程分为软限位超程和硬限位超程。软限位超程只需将进给轴向反方向运动几毫米,按 RESET 复位键即可消除;如果软限位行程过小,可以通过 1320 和 1321 参数来调整。硬限位超程,可按住机床面板上的超程解除按钮,让进给轴往反方向运动;如果机床面板无超程解除按钮,可将 3004#5 参数由 1 改为 0,然后利用 JOG 模式让进给轴往反方向运动几毫米,再将 3004#5 参数由 0 改为 1。实际调试使用过程中,硬限位的行程过小可以通过移动机械式行程开关的位置来增加硬限位行程。

(4) 超载

机床加工时,负载过大、切削力过大、频繁正反转运动、润滑系统故障、超载检测电路出现故障等均会发出超载报警。当表现形式为显示器报 434 错误时,即为伺服电机超载、过热或者过流,可根

据故障性质逐步排查解决问题。

(5) 振动

机床加工时振动过大会直接影响工件的加工精度和表面粗糙度。常见机床振动的原因如下:第一,机床导轨运动阻力过大,可以通过给机床导轨添加润滑油脂来解决;第二,传动链故障,如丝杆的预紧力不够、滚珠丝杆轴向未固定、传动链轴承磨损严重,可以通过更换或调整传动链的零件来解决;第三,速度检测反馈系统发生故障,如 D/A 转换速度调节器故障,可以通过检测反馈电路上的电信号来解决;第四,进给轴参数设置不合理,如位置环增益、速度环增益、伺服环增益、电流环增益等参数设置不合理,可以通过调整相关参数来解决;第五,加工程序数据过于密集,即利用软件编程时为追求零件的高精度,没有对零件数据进行过滤,可以利用软件降低零件数据的过滤精度。

(6) 窜动

机床在正常加工时突然出现进给轴加速的现象称为窜动。产生窜动的主要原因是测速系统的不稳定性,可能是速度检测反馈回路信号干扰或者测速装置故障。

(7) 爬行

此故障主要发生在加速阶段和低速进给阶段,表现为伺服电机带动丝杆均匀回转,工作台运动时快时慢。产生此种故障的原因可能是进给传动系统润滑不良、伺服系统增益过低、加工负载过低等。

(8) 漂移

此故障的表现形式为移动指令为零时,进给轴仍然移动。产生此故障的原因主要是漂移补偿电路出现故障,通过检查漂移补偿电路上的故障点加以排除。

(9) 位置误差过大

数控机床加工时,伺服系统的误差超出了允许范围,机床会报警显示位置误差过大。产生位置误差过大的原因主要有:第一,伺服系统设置的系统误差过小,可以通过 1828 和 1829 参数调整;第二,伺服系统增益设置不合理,可以通过 1825 和 1826 参数调整;第三,位置检测模块出现故障,可更换检测模块;第四,传动链累计误差过大,可重新进行螺距补偿检测。

6 结论

本文介绍了数控车床进给轴安装调试过程中

机械结构的安装、电气结构的安装、参数的设置、PMC 程序的编写,同时分析了进给轴系统常见的一些故障,如参考点故障、超载、窜动、爬行、漂移和超程等,并介绍了相关维修方法,为相关专业技术人员的工作需求提供了技术参考。

参考文献:

[1] 严峻. 数控机床安装调试与维护保养技术[M]. 北京:机械工业出版社,2010.

[2] 汪彬. 数控机床进给轴的安装与检测技术[J]. 机械制造,2011,49(12):60-62.

[3] 尹存涛,杨金鹏. 配置西门子 828D 系统数控机床的批量调试和存档[J]. 制造技术与机床,2012(4):162-163.

[4] 许德章,刘有余. 机床数控技术[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2011.

[5] 张德武,宫俊艳,张辉,等. 西门子 828D 在数控管螺纹车床中修复螺纹的应用[J]. 金属加工(冷加工),2015(2):71-72.

[6] 周兰. FANUC 系统数控车床主轴转速控制与调整[J]. 机床与液压,2015,43(8):168-170.

[7] 徐丹,梁医,冯虎田. 滚动直线导轨副综合性能试验台测控系统设计[J]. 机械制造与自动化,2016,45(2):202-205.

[8] 周海燕,欧屹,冯虎田. 中空滚珠丝杠副热平衡分析及对比试验研究[J]. 组合机床与自动化加工技术,2016(4):33-36.

[9] 张继媛,张鑫. FANUC OiD 系统数控机床故障诊断与维修[J]. 机床与液压,2016,44(16):174-175.

[10] 黄玉洁. 基于 FANUC 数控系统的数控车床的伺服系统研究及优化[D]. 南京:东南大学,2016.

[11] 徐丹,梁医,冯虎田. 滚动直线导轨副综合性能试验台测控系统设计[J]. 机械制造与自动化,2016,45(2):202-205.

[12] 字梅. 变频主轴的数控车床控制指令传递方式的探讨[J]. 现代制造技术与装备,2016(11):69-70.

[13] 孟宪哲,裴俊朋,刘卫国. FANUC 数控系统伺服优化功能应用[J]. 金属加工(冷加工),2017(Z1):100-103.

Installation and Debugging of Feed Shaft of FANUC OiT NC Lathe

TAN Bangjun

(Department of Automotive Engineering, Chuzhou Vocational And Technical College, Chuzhou Anhui 239000, China)

Abstract:Feed shaft of NC lathe is a device to perform linear positioning and cutting motion. Its performance directly determines the machining accuracy of NC lathe. Through the experimental study on the whole process of installation, debugging and testing of feed shaft, the common faults of feed shaft servo system are analyzed, and the troubleshooting methods of various faults are pointed out, which provides technical reference for the maintenance of NC machine tools.

Keywords:feed shaft; servo; the fault

(责任编辑:李华云)