DOI:10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2024.06.011

西门子机床在线检测头的调试及宏程序应用

廖志青,朱小明,童洲,段海峰,陈宇姗

(广州城市理工学院 机械工程学院,广东 广州 510812)

摘 要:针对西门子机床在线检测头安装应用过程的难点和关键技术问题,分析雷尼绍测头和信号接收器的基本结构, 阐述其装配方法以及与机床的线路连接、参数设置和数据通调试方法等;调试测头与接收器的光电信号对码,建立测头 和接收器之间的信号同步通信;检验装在主轴上刀具端的测头或者装在机床工作台上工件端的测头是否连接正常;通 过对内拐角几何特征的检测宏程序编制及运用实践,验证测头系统在西门子机床的在线检测功能,检验系统能否实现 对超差数据的报警反馈,提高智能化在线检测精密设备的运用能力。

关键词:机床;在线测头;接收器连接;对码步骤;宏程序验证

中图分类号:TG659 文献标志码:A 文章编号:1671-5276(2024)06-0057-05

Debugging and Macro Program Application of Siemens Machine Tool Online Detection Probe

LIAO Zhiqing, ZHU Xiaoming, TONG Zhou, DUAN Haifeng, CHEN Yushan

(College of Mechanical Engineering, Guangzhou City University of Technology, Guangzhou 510812, China)

Abstract: In view of the difficulties and key technical problems in installation and application of the Siemens machine tool online detection head, this paper analyzes the basic structure of Renishaw probe and signal receiver, elaborates its assembly method and the line connection with the machine tool, parameter setting and data communication debugging methods. The photoelectric signal matching between the probe and the receiver is debugged, and the signal synchronization communication between the probe and the receiver is established. The normal connecting status of the probe installed on the tool end of the spindle or the probe installed on the workpiece end of the machine tool table is checked. Through the preparation and application of macro program for the detection of geometric features of inner corners, the online detection function of the probe system in Siemens machine tools is verified, and whether the system can realize alarm feedback for out-of-tolerance data is tested, which improves the application performance of intelligent online detection precision equipment.

Keywords: machine tool; online probe; receiver connection; code matching steps; macro program verification

0 引言

当前五轴数控加工机床的应用越来越普及, 广大用户对五轴加工技术的掌握也明显提升。随 着产品精度要求的提升和加工自动化程度的提 高,机床自身精度检测、补偿和机内自动测量技术 的应用受到空前的重视。国内许多现代制造企业 为了适应技术发展和市场竞争,开始在数控加工 过程实行严格的质量检测和精益生产模式,推广 运用触发测头进行数控机床在线加工精度检测。 其特点是在完成数控加工程序后,零件保持不动, 不需拆下,随时在机床上编制测头宏程序进行检 测。自动判断测量结果与标准公差之间的差别, 如发现加工误差及时予以纠正,从而提高数控机 床加工系统精度,形成智能化的数控加工质量控制闭环体系。但以雷尼绍品牌等为代表的精密品质触发测头系统,设备精度高、机构严谨、价格昂贵,在西门子机床上的安装调试应用过程复杂,涉及红外通信技术和数控机床宏程序应用等多方面技术^[1],因此成为许多企业普及推广运用在线检测的难点。本文通过第二代雷尼绍触发测头系统在西门子铣削加工中心机床上的装配调试过程中难点技术环节的剖析,运用典型的内拐角几何特征检测宏程序进行了验证研究^[2-4],具体过程详述如下。

1 测头和接收器组成及机床上的安装

RMP60 触发式测头是雷尼绍公司开发的加

基金项目:2020年广东省教育厅特色创新青年专项(自然科学)项目(2020KQNCX130) 第一作者简介:廖志青(1983—),男,广东英德人,实验师,本科,研究方向为机械工程及自动化技术,121375423@qq.com。

工中心机床新一代光电在线测量系统,采用跳频 (FHSS)技术,工作频带为2.4 GHz,比较适合于大 型精密零件加工时的在线检测及精密模具加工的 在线检测,具有坚固性强和超程大的特点,能确保 信号传输不受干扰。RMP60 触发式测头是一个 软硬件集成的系统,如图1所示。系统由接触触 发测头、RMI 信号接收器传输系统、接口装置和西 门子加工中心机床系统组成。测头与接收器之间 的通信信号必须实现无干涉传输,才能实现保证 在线检测数据的实时准确传输。其中 RMI 信号 接收器把从触发测头的光信号转换成电信号,并 经过 MI 12 接口装置传递到机床控制器^[5-7]。



图 1 雷尼绍触发测头检测系统组成

1.1 测头及信号接收器组成和安装

测头及信号接收器的安装,除必须按照正确 的安装步骤外,安装的位置还需考虑操作使用方 便,尽量减少与机床加工动作、其他刀具换刀和切 削液的干涉等^[4]。用于数控机床在线检测的 RMP60 触发测头内部有电池和 LED 灯组,内部采 用盘形三点式触点结构,机械式开关触点,结构简 单,结实耐用。圆周方向预行程较大,检测精度可 达1μm。RMI 信号接收器的作用是把测量数据 传输到机床控制器中与标准坐标进行比较和逻辑 运算,图 2 所示即为 RMP60 触发测头内部电池安 装和触发力度调节方法^[5]。



图 2 RMP60 触发测头内部电池 安装和触发力度调节

安裝接收器时先在机床内部罩板选择可靠位 置钻孔,使用紧固螺丝稳固安装好装配支架之后, 再将 RMI 信号接收器装上支架,调整接收器朝向 主轴测头方向后,拧紧支架侧部的固定螺丝。注 意安装 RMI 接收器时电缆应从较高的一侧伸出 以使冷却液方便流出。

1.2 RMP60 测头和 RMI 接收器的连接调试

为保证测头和接收器的正常连接工作,首先 应进行测头与信号接收器的光电信号对码连接调 试。如图3所示,对码应在信号接收器开启状态 下按照表1的步骤进行对码连接,调试成功后,才 能建立起测头和接收器之间的信号同步通信。



图 3 RMI 信号接收器的结构组成及安装

作为精密贵重测量设备,测头和信号接收器 的安装接线需严格按照线路图和要求实施。为保 证测头和接收器的正常连接,首先应进行测头与 接收器的光电信号对码连接调试,对码连接调试 成功后,才能建立起测头和接收器之间的信号同 步通信。RMP60 测头和 RMI 组装时的对码连接 调试步骤如表1所示。

表1 RMP60 测头和 RMI 对码步骤

序号	具体步骤
1	使用触发逻辑进入 RMP 配置模式
2	配置开启方法(如适用)
3	配置关闭方法(如适用)
4	配置增强型触发滤波器和自动复位功能(如适用)
5	进入配对模式,确保在20s内完成步骤6-步骤8
6	RMI 通电
7	观察 RMI 信号 LED 指示灯;几秒钟后, RMI 将重 复地间断闪烁绿色。这时 RMI 开始进入 10s 时 长的配对状态
8	触发测针
9	RMI LED 信号指示灯将变成重复闪烁红灯和黄灯(在10s时长的余下时间),显示配对成功
10	RMP 在 20 s 后进入待机模式
11	系统准备就绪,可以使用

2 测头和接收器与机床的接线调试

为保证机床在线检测数据的精准传递,测头和信号接收器的安装接线需严格按照线路图和要求实施,因此测头与接收器在机床上的正确安装与调试,是在线检测成功与否的决定性环节^[6]。

2.1 测头的连接及配对

测头与接收器之间必须实现无干涉信号传输,并保证机床在线检测数据的精准传递。为此 测头信号与机床系统之间要进行正确的连接。西 门子 840D 型数控系统提供有两个测头信号输入 接口。测头信号端口连接到 NCU 的 X121 插头 上,X121 则为 37 芯的 D 型插头,其具体的功能接 线如表 2 所示。

表 2 X121 插头功能表

芯数	NCU 端	名称	注解
9	X5:2	MEPUS 0	第一测头信号输入
10	X5:3	MEPUC 0	第一测头公共端(0 V)
28	X10:2	MEPUS 1	第二测头信号输入
29	X10:3	MEPUC 1	第二测头公共端(0V)

如表 2 所示, X5:2、X5:3 端口连接第一测头 信号输入, 而第一测头一般为连接工作台上的工 件测头; X10:2、X10:3 端口连接第二测头信号输 入, 第二测头连接机床主轴上的刀具测头一端。

将接收器线缆拉到机床电气柜内,根据接收器线缆颜色进行接线,RMP60 触发测头与西门子840D 机床的接线图,如图 4 所示。



当图4中所有端口接线完毕后,需要检验装 在主轴上刀具端的测头或者装在机床工作台上工 件端的测头是否连接正常。其中验证工件端的测 头方法是:进入 MENUSELECT—Diagnosis—PLC Status Series startup 菜单中,DB10DBX107.1 即为 工件测头开关参数项,其默认状态为0,当在机床 上执行 M59 指令后,再用手触摸测头, DB10DBX107.1的值如果变为1,则表明工件测头 接线正确。

2.2 西门子 840D 系统的测量端口设置

接收器通过 MI 12 接口装置或 MI 12 接口电路板与西门子 840D 机床控制系统的 RS232C 端口连接,进行测量数据的通信传递。RS232C 端口的7、8、10、11 端子既可以定义成输入,也可以定义成输出。CU 参数 P0728 设置端子的输入、输出方式,其中0 为输入,1 为输出;X122 默认就是输入方式,不用再修改。针对 MD 参数项进行设置修改:

MD13200 \$ MA_MEAS_PROBE_LOW_ACTIVE[n];//=0 高 电平有效;=1 低电平有效。

X132.11 端口改为如下输入方式:

 $MD13210 = 0; CU; P680[0] = 3; SERVO; P488[n] = 0_{\circ}$

至此完成信号接收器与机床的数据通信参数 设置。

3 测头系统程序设定

在测头和信号接收器安装完毕之后,应对光 电传输功能和电路连接情况进行检查试验。再导 入雷尼绍公司针对西门子机床开发的专用宏程 序。通过宏程序对几何特征的检测实践应用,验 证测头系统在线测量能否顺利进行,并检验系统 能否实现对超差数据进行报警反馈^[7]。

3.1 宏程序文件内容导入

通过西门子加工中心机床的 RS232 通信端口 可将宏程序的文件传入系统。进入主菜单 MENU SELECT—Service—Date in—PG—OK 专用宏程序 文件内容有如下几项:

%_N_UGUD_DEF ; \$ PATH =/_ N_ DEF_ DIR DEF NCK REAL RENT[50] DEF NCK REAL RENC[50] DEF NCK AXIS AXV[5] DEF NCK STRNG[32] RENTL M17

将上述导入的宏程序粘贴到机床数据管理中 启动即可。安装成功后,无论是测头安装在主轴 刀具端上还是安装在机床工作台上的工件端,刀 具测头的参数就被设置到 RENT[*]中,工件测 头的参数都将设置到 RENP[*]。其中常用的设 置如:RENP[4]=0时,系统的语言为中文简体, 当 RENP[4]=1时,表明系统的语言选择为英语;

当 RENP [7]=1 时,表明第一测头并为常开状态: RENP[7] = 2时,则表明第二测头并为常开 状态^[8]。

雷尼绍公司针对各种不同的加工中心机床系 统提供了相应的在线应用软件,其中为西门子加 工中心机床 840D 系统提供的软件主要内容如 表3所示。

表 3 西门子系统测头软件表

测头类型	软盘号	张数	软件名称
刀具测头	A-4014-0091-0C	1	40140091.0C
工件测头	A-4014-0076-0C	1	40140077.0C 40140078.0C 40140079.0C

刀具测头的子程序文件为,L901;L902; L920:L921:L922:L923.应用于不用几何类型的 工件:测头检测的子程序文件为:L9700:L9701: L9702; L9710; L9721;; L9722; L9724; L9725; L9726; L9727; L9730; L9731; L9732; L9800; L9801; L9802; L9803; L9804; L9810; L9811; L9812; L9814; L9815; L9816; L9817; L9818; L9819; L9820; L9821; L9822; L9823; L9830; L9831:L9832:L9833:L9834:L9835:L9843 等。将 以上文件全部都通过 RS232 通信端口导入到系统 后,每个文件都需要在西门子机床 840D 系统上运 行"LOAD TO NC"才能生效。

3.2 测头接口信号连接状态验证

在接口模块连接正常情况下,测头上有2个 绿灯,状态灯应为绿,然后把光源挡上后,状态灯 为红绿变化,确认接口信号状态正确。接下来在 子程序 L9724/RENP [7] 钟指定连接测头所使用 的接口信号通道。信号通道设定如下:

> DB10.DBX107.0 = 1 RENP[7] = 1 DB10.DBX107.1 = 1 RENP[7] = 2

设定好信号通道后,继续编辑下面程序并自

```
动运行该程序检验:
```

G00G90G54X0Y0; D1Z150;探针的理论刀长 L9800;清除R变量 R24=150;x 轴正向移动 150mm R9=2000:进给倍率 2000 L9810 M30

测头 x 轴方向完成移动 150 mm 后,用手触碰 测头探针部分,发现触碰后机床 x 轴停止,说明系 统连接无误,可正常使用。

3.3 在西门子机床 PLC 中增加测头触发号

在 PLC 中增加测头触发号之后,就可以通过 西门子机床面板的 M59 数控指令打开工件测头 使能,M60指令则关闭工件测头使能。在 PLC 中 增加测头触发号的程序如下:

А	Q	49.6	
R	М	32.0	
A(
А	DB	21.DBX	201 3
AN	N	1 32.1	
)			
0(
А	М	32.1	
A	DB	21.DBX	201.4
)			
\mathbf{S}	М	32.0	
A	DB	21.DBX	201.3
\mathbf{S}	М	32.1	
A	DB	21.DBX	201.4
R	М	32.1	
\mathbf{S}	М	32.2	
NO	P	0	

3.4 内拐角的几何形状检测

如图 5 所示,通过对内拐角的几何形状检测, 验证测头是否能够顺利进行在线检测。为了测头 安全起见,测量过程工件只是呈非紧固状态放置 在工作台上即可。通过测头对内拐角几何形状 4 个点的宏程序检测运行过程及比较,便可以验证 出测头安装和调试的情况。被测量的内拐角工件 的标准几何数据已经事先知道,将被测数据与标 准数据相比较便可得出测头运行情况正确与否的 结论[9]。



图 5 内拐角的几何图

内拐角测量的执行程序如下。 %_N_REN0INCORN_MPF G4F3://旋转开启测头 L9800;//清理 R 参数 T1: M6; M19;

```
G40G0;
G54X-40.Y20;
Z100.D1.;//调用测头刀补 1
R26=-8.R9=3000;//移动至安全位置
L9810;//保护移动
R24=0.R25=0.R4=10.R5=10.;//对内拐角进行检测
L9815;//拐角检测标定
R26=100.
L9810
M30
```

3.5 检测结果

该内拐角的几何形状检测需针对4个点的定 位误差进行检测判断,某次检测结果如表4所示。 根据加工精度,设定标准误差为0.05mm,其中b 点误差为0.07mm,大于0.05mm,此时测头信号 灯报警提示需要对b点进行尺寸补偿,直至4个 点误差全部小于0.05mm,达到要求。

检测项目	变量值	内容描述	检测值/mm
检测点1	#140	X 弧边点误差	0.03
检测点 2	#141	X 弧边点误差	0.07
检测点 3	#142	Y 弧边点误差	0.02
检测点 4	#143	Y 弧边点误差	0.04
条件设定	#1620	指定标准误差值 为 0.05 mm	
判断反馈	#3000	测头报警(信号灯亮)	_

表 4 测头检测结果判断表

4 结语

在线测量技术应用越来越广泛,解决了数控 加工中分工检测方式带来的搬运、多次装夹和重 复检测等因素造成的检测误差问题,实现了加工 与检测工序的快速最佳配合。测头在线检测关键 环节在于在线测头与机床的配合,因此需要仔细 研究。通过对雷尼绍测头的数控加工应用,得出 以下结论。

1)研究 RMP60 触发测头和 RMI 信号接收器 的基本结构,解决西门子机床在线检测头安装应

用过程的难点和关键技术问题,清楚其装配方法 以及与机床的线路连接、参数设置和数据通信调 试方法等。

2)通过对内拐角几何特征的检测宏程序编制 及运用实践,测试验证测头系统在西门子机床的 在线检测功能,从而提高智能化在线检测精密设 备的运用能力。

3)在线检测能实时监控零件关键尺寸质量, 提高精密制造过程质量控制能力,大幅度提高产品合格率,提升经济效益。同时也推动数控在线检测技术的设备、软件和人才发展,并将产生更广阔的应用前景和较好的经济效益。

参考文献:

- [1] 王平江,雷宇晴,邹尚波,等. 在机测量技术现状与发展趋势[J]. 组合机床与自动化加工技术,2015(7):
 1-4.
- [2]何飞翔,朱小明,韩伟,等. 模具零件数控加工在线检测宏程序编程及应用[J]. 现代制造工程,2021(5): 70-74.
- [3] 陈芳. 利用宏程序实现 FANUC 反向间隙自动测量与 补偿[J]. 组合机床与自动化加工技术,2016(4): 101-104.
- [4] 王为东,姚彬. 一种应用于铣削机床的壁厚补偿周期
 测量方法[J]. 机械制造与自动化, 2021, 50(4):
 49-52.
- [5] 杨建风. 三坐标测量机测头的正确使用[J]. 机床与 液压,2006,34(10):245-246.
- [6]盛伯浩,杨晓军,华玉亮.提高触发式测头在机检测 精度[J].制造技术与机床,1997(9):162-164.
- [7] 鲁淑叶. 数控测头测量功能宏程序的研究[J]. 机床 与液压,2017,45(14):169-171,180.
- [8] 桑宏强,刘丽冰,刘芬. 基于 AutoCAD 的加工中心在 线工件自动检测系统[J]. 机床与液压,2007,35(5): 190-191.
- [9] 曾鹏,郭超,刘家伦. 数控机床在线检测工件测头的 安装调试与校正[J]. 产业与科技论坛, 2014, 13(11):71-72.

收稿日期:2023-03-29