基于840D sl数控系统的双测头测量系统的应用

黄伟
河南大学濮阳工学院　河南濮阳　457000

摘要：详细阐述了双测头测量系统在西门子840D sl数控系统的双主轴加工中心上对工件进行自动测量的方法，包括硬件连接、参数设置和控制程序的应用。

关键词：双测头；测量系统；西门子；840D sl

1　序言

在零部件高精度、高质量、高效率的加工过程中，测量技术起着非常重要的作用。由于毛坯存在差异，所以依靠机床本身来控制加工精度是很难实现的。采用精密测头对工件进行实时测量，是机床加工过程中的重要环节，测量系统原理如图1所示。

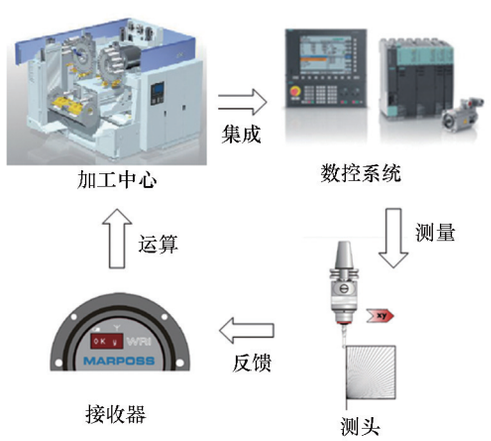

图1　测量系统原理

测头作为测量系统的信号感知部件，可使机床在毛坯加工过程中实现对加工尺寸的自动测量。机床对测头反馈回来的测量结果进行处理、分析后，自动修改加工程序，提高加工精度。数控机床不仅具有机加工功能，同时还兼具测量机的功能，进一步提高了加工性能。

2　测头测量装置与数控系统的集成

汽车企业的动力总成机加工线应用主动测量技术比较广泛，例如缸体缸盖生产线机加工设备引进的MARPOSS T25测头和P1SRW60000接收器，配合西门子SINUMERIK 840D sl中高端数控系统，测头与数控系统连接应用可以实现工件测量功能。机床的冷机热机状态对关键尺寸影响较大，通过用测头测量消除误差十分重要。MARPOSS T25测头是一种触发式测头，采用无线电传输触发测头系统传输模式。当系统执行测量动作时，T25测头发出采样脉冲信号，接收装置接收信号后，传输至NCU（Numerical Control Unit，中央控制单元），NCU经过运算分析，确定工件或夹具的坐标偏差是否在规定公差范围内，并根据测量结果自动修正坐标系的偏置量，使同样的机床能加工出更高精度的零件。

2.1　硬件组成与参数设置

本案例使用的测量装置为MARPOSS T25测头和P1SRW60000接收器，配合西门子SINUMERIK 840D sl中高端数控系统。MARPOSS测头系统由发射器和集成接口的无线电接收器构成，适用于中大型机床和五轴机床；其坚固稳定的设计，可适应苛刻的加工环境；传输频率2.4GHz，传输距离长达15m，并且拥有卓越的抗干扰性。

SINUMERIK 840D sl的数控单元作为数控机床的中央控制单元，负责整个机床的逻辑控制功能，主要由一个COM CPU板、一个PLC CPU板和一个DRVIVE板组成。硬件接线如图2所示，探针1对应的主轴1测头接收器连接到NCU的X122接口单

元上的10针端口，而探针2对应的主轴2测头接收器则连接到X122接口单元上的11针端口。通过修改SINUMERIK 840D sl参数P680，可以实现手动设定测量输入接口。另外，MD13200可以配置高低电平有效。

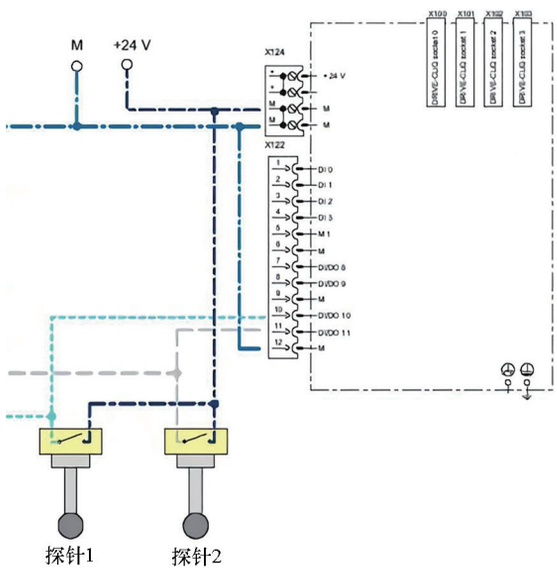

图2　硬件接线

系统连接正常通电后，MDA或自动模式下用M指令启动探针，探针1、2的测量输入可以通过PLC侧的DB10.DBX107.0和DB10.DBX107.1监控。双主轴机床有两个独立的Z向进给，共用X、Y方向的进给。测量时，X、Y、Z_1为第一套测头系统，X、Y、Z_2为第二套测头系统，分别进行测量。

2.2　PLC控制程序

PLC程序通过M38激活主轴1测头的功能（见图3），激活主轴2测头的功能则通过控制M37完成（见图4），PLC控制M39则可关闭所有测头功能。当NCU侧接收到一个M功能时，PLC侧对应的信号

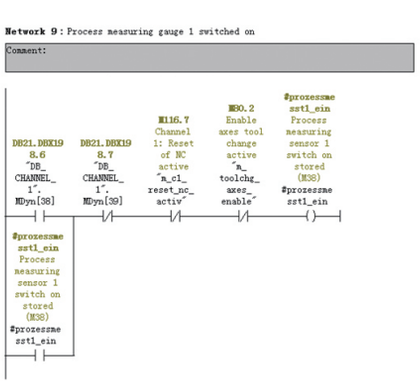

图3　M38激活主轴1测头

功能就会被激活，从而实现NCU与PLC的信息交换，激活或关闭测量头使能等机床辅助功能。

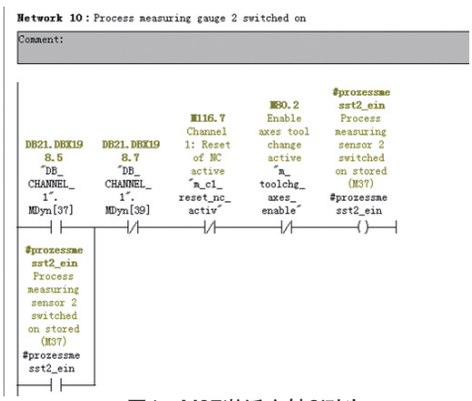

图4　M37激活主轴2测头

当NCU接受M38功能请求后，激活主轴1测头，只有当测头被激活后，才能执行下一条指令，否则会出现因测头未被完全激活而导致测量数据不准确的情况。由于M0～M99是动态M功能，一般不具备读入禁止功能，所以执行M38功能后要在PLC中增加读入禁止功能，执行M38功能时会产生一条510116的操作信息，显示测头处于打开状态。当测头被成功激活后，若操作信息的条件不满足逻辑关系则会自动从HMI中消失。根据Doconcd手册的提示信息可知，510116～510123这类操作信息具有读入禁止与进给禁止功能。利用这些特殊的操作信息使M38（激活主轴1测头功能）、M37（激活主轴2测头功能）具有读入禁止与进给禁止的功能，确保激活完成后才进行测量，进而保证了测量结果的准确性。

2.3　NC控制程序

1）使轴移动到测量工件上的实际位置，在测头发出脉冲沿时，删除实际位置与给定位置之间的剩余行程，并将轴的实际位置写入存储单元中。

2）设置测量值公差带。当GUD全局变量测量值MEASURING_VALUE_Z超过UPPER_TOLERANCE_LIMIT或小于LOWER_TOLERANCE_LIMIT时，输出65952的NC报警。

3）记录测量结果值。使用WRITE指令可以将零件程序中的段落或数据写入到指定文件（日志文件）的末尾。利用此功能记录两个测头测量值结果（见图5），分号作为分隔符进行间隔，存于子程序文件夹中。用U盘复制这些文件，在电脑Excel表格中可直接打开，勾选分号为分隔符，在预览窗口可

以看到测量结果清晰显示在Excel表格中，便于管理测量值的数据并保证数据的可追溯性。

```
N670 IF NOT ISFILE(LOG_DATEI)
N680   WRITE(FEHLER_NUMMER,LOG_DATEI,"")
N690   WRITE(FEHLER_NUMMER,LOG_DATEI,";PARAMETER;R320;R321;R322;R351;R361;R371;R381;R3
N700   WRITE(FEHLER_NUMMER,LOG_DATEI,";NENNMASS;45.0;-135.0;303.0;0;0;0;0;0;0;0;0")
N710   WRITE(FEHLER_NUMMER,LOG_DATEI,";OBERE TOL.;+0.05;+0.05;+0.05;0;0;0;0;0;0;0;0")
N720   WRITE(FEHLER_NUMMER,LOG_DATEI,";UNTERE TOL.;-0.05;-0.05;-0.05;0;0;0;0;0;0;0;0")
N730   WRITE(FEHLER_NUMMER,LOG_DATEI,"DATUM;ZEIT;")
N740 ENDIF
```

图5　记录测量值结果

4）测量频次设置。在实际生产中，并非对每一个工件都进行测量，本例中通过设置会依次增加测量件之间的间隔（见图6）。加工中心从冷机到热机期间，测量值会有波动，当加工中心热机完成后，测量值则会趋于稳定，这时就不需要小频次测量，频次曲线如图7所示。

```
; ------ CHECK REFERENCE MEASUREMENT BY COUNTERS
N175 IF(O_START_PROBE==1)OR(REF_MEASURED==FALSE)OR(GAGE_REFERENCE[ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_REF]==0)
N180   ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_REF=0
N185   PART_COUNTER_GAGE_REFERENCE=0
N190 ENDIF
N195 COMPARE_REFERENCE_COUNTER=GAGE_REFERENCE[ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_REF]
N200 ; REF_MEASUREMENT=FALSE
N205 IF (COMPARE_REFERENCE_COUNTER<>0)
N210   PART_COUNTER_GAGE_REFERENCE=PART_COUNTER_GAGE_REFERENCE+1
N215   IF (PART_COUNTER_GAGE_REFERENCE)=COMPARE_REFERENCE_COUNTER)
N220     IF (GAGE_REFERENCE[ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_REF+1]<>0)
N225       ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_REF=ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_REF+1
N230     ENDIF
N235     COMPARE_REFERENCE_COUNTER=GAGE_REFERENCE[ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_REF]
N240     REF_MEASURED=FALSE
N245     REF_MEASUREMENT=TRUE
N250     PART_COUNTER_GAGE_REFERENCE=0
N255     ;------ FOR FOLLOWING PART_MEASUREMENT=TRUE
N260     ;ACTUAL_POS_COUNTER_GAGE_PART=0
N265     ;PART_COUNTER_GAGE_PART=0
N270   ENDIF
N275 ENDIF
N280 IF (REF_MEASURED==FALSE)
N285   REF_MEASUREMENT=TRUE
N290 ENDIF
```

图6　频次设置

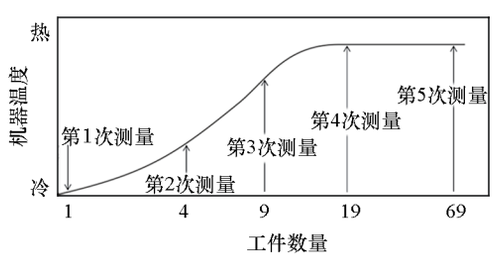

图7　频次曲线

5）修正坐标系。通过CFINE精偏指令可以将测量后得到的补偿值写入到双主轴的各个坐标系中，修正坐标系补偿功能。双主轴机床的坐标系补偿值有X、Y、Z_1和Z_2四个方向，在程序中分别对应变量R320、R321、R322和R323。

2.4　软件监控

SinuCom NC是一款针对西门子840D sl数控系统和驱动数据分析、管理的工具。该软件包支持对SINUMERIK 840D sl控制系统的简便、高效调试，所包含的程序提供丰富的机床调试产品，包括跟踪功能、安全集成验收测试、生成PC卡映像文件、系列调试管理以及数控用户数据的传输。

SinuCom NC软件提供了很多诊断和调试工具，比如FFS、ARC、Trace等，其中Trace功能可以对系统状态、IO状态、伺服功能、PLC/NC变量等进行全方位监控。软件中添加测头信号，可以通过事件或手动触发对变量进行记录。通过这些记录，用户可以方便地监控测头运行状态，也方便用户诊断故障。

在SinuCom NC Trace中完成配置，然后将该配置运行到系统中，Trace结果会自动在SinuCom NC Trace中显示，如图8所示。

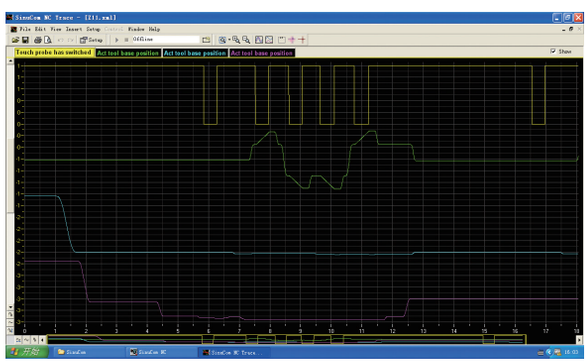

图8　Trace结果显示

3　结束语

840D sl数控系统的双主轴加工中心配双测头测量系统改造方案取得了良好的效果，将会陆续推广到其他车间的双主轴项目中。在项目实际调试过程中，840D sl数控系统的灵活性和开放性，以及完善的技术资料、良好的技术支持，使现场调试有了保障，降低了项目成本。

参考文献：

[1] 石大伟．SINUMERIK 840D sl系统龙门铣各铣头的功能检验[J]．金属加工（冷加工），2017（18）：54-56．

[2] 任启迪．工业机器人在西门子840D sl数控机床上的应用[J]．制造技术与机床，2020（3）：181-183．

[3] 吕晓强．基于840D sl系统的车铣复合编程研究[J]．机械工程师，2017（6）：118-120．

[4] 李粉霞．基于UG的车铣复合数控机床变轴车削后处理开发[J]．制造技术与机床，2016（1）：144-147．

[5] 梁德重．SINUMERIK 840D sl数控系统在NILES机床上的应用[J]．装备制造技术，2014（8）：196-198．

MW 20210502