

# MAZATROL数控系统倾斜轴功能开发

■ 宁夏小巨人机床有限公司（银川 750002） 折建国 常 强

**摘要：**本文针对MAZATROL数控加工中心在不违背限制条件的前提下进行“倾斜轴功能”的开发改造，不仅能把在数控机床需要多道工序的加工集中在一次装夹中完成，增加了机床的自由度、扩展其功能，而且很大程度地提高了加工精度，有效保证加工质量，还大大节约了设备的投资。

## 1. 可行性分析

现有MAZATROL数控加工中心（以下简称MC.）控制系统的PLC轴包括：刀库轴（MAG）和机械手轴（ATC），对应各系统最大PLC控制轴数的限定，本文提出的改造方案适用于现有所有MC.设备。

（1）B代码功能数据接口。当功能B被指令时，跟在地址B后面的数值可以被识别。从控制器输入的功能B数据是最大为8Bit的BCD代码。在以下情况B功能数据将被更新，B（A，C）\*\*是在自动运转（记忆，MDI，纸带）中被指令时；在手动数值指令中执行B（A，C）时。即使在M功能完成信号（FIN1，FIN2）返回时，该数据也是保持不变的。数据不能利用复位或是紧急停止被清除。

（2）PLC轴控制功能。指令、设定单位为 $0.001^\circ$ ，定位分辨率视检测器脉冲数、齿轮比而定。如：使用HC-SF电动机（检测器脉冲数：16 384p/rev），齿轮比为1：10时，定位分辨率 = 检测器分辨率  $\times 2 = 360^\circ \times 2 /$

$(16\ 384 \times 10) = 0.004\ 4^\circ$

（3）有7种运转模式，可通过PLC发出指令实现切换。①自动运转模式，根据启动信号对指定的站号进行定位的模式。在定位完成前若启动信号关闭，则定位到最近的站点位置。可定位到任意坐标。②手动运转模式，在启动信号开启期间，沿指定方向匀速旋转的模式。若启动信号关闭，则定位到最近的站点位置。③寸动运转模式，在启动信号开启期间，沿指定方向匀速旋转的模式。④增量进给模式，在启动时仅按指定的移动量进给的模式。⑤手动手轮运转模式，根据

NC发出的脉冲指令（手动手轮信号）进行轴移动的模式。⑥参考点返回模式，是参考点定位的模式。分为通过挡块开关定位的方式和定位到存储器记忆的参考点方式。⑦碰压定位模式，是碰压到机械端的状态下进行定位的模式。可设定接近量、碰压量、碰压速度和碰压扭矩限制量。

## 2. 倾斜轴功能开发

下面以MAZATROL SMART系统为例，详细阐述倾斜轴开发的相关细节。系统连接如图1所示，伺服驱动器的选择如图2所示。

（1）电气原理如图3所示。

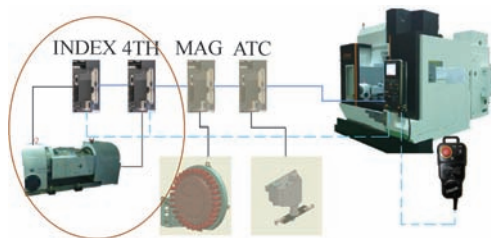


图 1

| 伺服驱动器      |       |      | 对应电动机 |     |    |     |     |     |     |
|------------|-------|------|-------|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| ①型号        | 额定输出  | 单元宽度 | HF□   |     |    |     |     |     |     |
| MDS-D-SVJ3 |       |      | 75    | 105 | 54 | 104 | 154 | 204 | 354 |
| 03         | 0.3kW | 40mm |       |     |    |     |     |     |     |
| 04         | 0.4kW | 40mm |       |     |    |     |     |     |     |
| 07         | 0.7kW | 60mm | •     | •   | •  |     |     |     |     |
| 10         | 1.0kW | 90mm |       |     |    | •   |     |     |     |
| 20         | 2.0kW | 90mm |       |     |    |     | •   | •   |     |
| 35         | 3.5kW | 90mm |       |     |    |     |     |     | •   |

图 2

根据驱动器额定输出和输入电源的额定电压,通过公式,断路器选定电流=输入电源为200V时无熔丝断路器的选定电流/输入电源额定电压×200得出断路器的选定电流。无熔丝断路器额定电流的选定应满足断路器选定电流的最小容量。当输入电源为200V时无熔丝断路器的选定如表1所示。

根据驱动单元的额定输出和输入电源的正式电压,通过公

式,接触器选定电流=输入电源为200V时接触器的选定电流/输入电源额定电压×200得出接触器的选定电流。接触器的开放热电流的选定应满足接触器选定电流的最小容量。当输入电源为200V时的接触器选定如表2所示。

(2) 回生电阻的连接。标准内藏式回生电阻,通过控制电路端子排CNP2 P-D之间的短路便可连接内藏回生电阻,如图4所示。对应伺服参数设定为SV036

bitB=0,驱动器内藏电阻有效。

外部回生电阻,如图4所示,取下P-D间的连接短导线,在P-C间连接回生电阻,电缆使用双绞线链接。驱动器中的内部有回生电阻的电子热继电器(S/W处理),当检测出回生电阻过热时,能发出过回生报警(报警30)。使用热保护端子(G3、G4)是对回生电阻的过热实施双重保护。在实施此双重保护时,当G3-G4间发生不通时可变更PLC程序进行紧急停止状态的处理,如图5所示。对应伺服参数设定为SV036 bitB=1,外部回生电阻有效。

本文采用了放大器内藏式回生电阻,P-D之间进行了短路处理。

外部紧急停止功能是通过直接接受来自紧急停止开关的信号,控制接触器及切断电源。它利用伺服驱动器CN9插头的EMGX接口,输入紧急停止信号,实现双重保护。如图6所示,

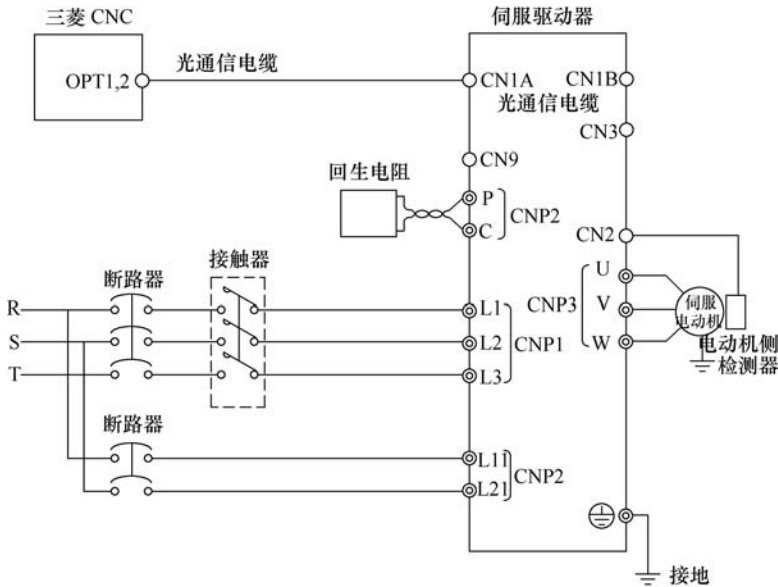


图 3

表 1

| 单元型号      | MDS-D-SVJ3-  |               |               |               |               |               |
|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|           | 03           | 04            | 07            | 10            | 20            | 35            |
| 额定输出功率/kW | 0.3          | 0.4           | 0.75          | 1.0           | 2.0           | 3.5           |
| 选定电流/A    | 2.5          | 5             | 7             | 8             | 10            | 15            |
| 推荐断路器     | NF30-SW3P-5A | NF30-SW3P-10A | NF30-SW3P-15A | NF30-SW3P-15A | NF30-SW3P-20A | NF30-SW3P-30A |
| 额定电流/A    | 5            | 10            | 15            | 15            | 20            | 30            |

表 2

| 单元型号      | MDS-D-SVJ3-  |              |              |              |              |              |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|           | 03           | 04           | 07           | 10           | 20           | 35           |
| 额定输出功率/kW | 0.3          | 0.4          | 0.75         | 1.0          | 2.0          | 3.5          |
| 选定电流/A    | 2.5          | 5            | 7            | 8            | 10           | 15           |
| 推荐断路器     | S-N12-AC200V | S-N12-AC200V | S-N12-AC200V | S-N12-AC200V | S-N12-AC200V | S-N12-AC200V |
| 额定电流/A    | 20           | 20           | 20           | 20           | 25           | 32           |

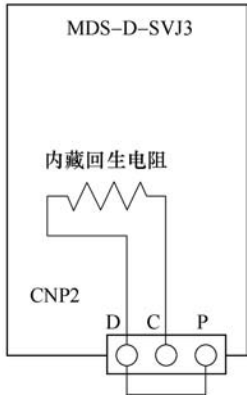


图 4

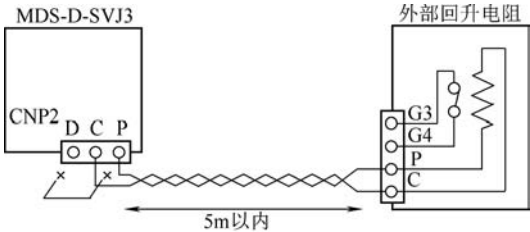


图 5

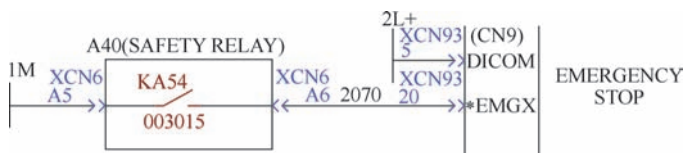


图 6

本文中采用安全单元的接点信号，即机床前门打开、紧急停止状态及异常报警等造成的影响，都将第一时间切断电源，达到紧急停止状态，实现了对NC紧急停止功能的有效补充。对应伺服参数设定为SV036 bit7~4:0，外部紧急停止无效；SV036 bit7~4:4，外部紧急停止有效。

在接通电源前、要用拨码开关设定轴号码（见图7）。按照如下设置：0—主轴（固定），1—X轴，2—Y轴，3—Z轴，4—A轴，5—倾斜轴（当前轴），6—MAG，7—ATC。

（3）参数设定。伺服参数的设定如表3所示。

此外，SV17 bit7=1绝对位置控制有效，本文采用了绝对位置编码器，即在首次原点设定后断电重启不需要进行返回参考点的操作。

机械参数的设定如表4所示。

参数M17 bit5用于设定电动机的旋转方向，0—CW（顺时针），1—CCW（逆时针）。

（4）其他注意事项。在实际使用过程中，为了可靠消除工作

区内由于倾斜轴分度造成的机械干涉，要求转台厂家在转台本体内部加装常闭型号的限位传感器，利用控制器互锁接口进行双重的

限位保护（后续梯形图处理部分详解），详细连接如图8所示，PLC处理如图9所示。

（5）PLC处理。伺服驱动单元MDS-D-SVJ3接收NC发送至目标位置的加减速指令，在其内部创建加减速指令，对电动机进行控制，运转指令全部由PLC通过R寄存器进行；同时，MDS-D-

表 3

| NO.   | 参数名称      | 设定    | NO.   | 参数名称      | 设定    |
|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
| SV001 | 电动机侧齿轮比   | 1     | SV021 | 过载检测时间常数  | 60    |
| SV002 | 机械侧齿轮比    | ①     | SV022 | 过载检测等级    | 150   |
| SV003 | 位置环增益1    | 33    | SV023 | 误差过大检测宽度  | 2     |
| SV004 | 位置环增益2    | 88    | SV024 | 定位检测宽度    | 50    |
| SV005 | 速度环增益1    | 45    | SV025 | 电动机/检测器类型 | ②     |
| SV013 | 电流限制值     | 800   | SV026 | 误差过大检测宽度  | 2     |
| SV014 | 特殊控制      | 800   | SV027 | 伺服功能选择1   | &4000 |
| SV015 | 加速度前馈控制增益 | 100   | SV034 | 伺服功能选择3   | &0100 |
| SV017 | 伺服规格选择1   | &0088 | SV036 | 供电单元类型    | &1000 |
| SV018 | 滚珠丝杠螺     | 360   | SV047 | 感应电压补偿增益  | 100   |
| SV019 | 位置检测器分辨率  | 260   | SV082 | 伺服功能选择5   | &0802 |
| SV020 | 速度检测器分辨率  | 260   | SV113 | 伺服功能选择8   | &8000 |

①根据转台实际齿数比进行设定，本文设定为“120”。

②根据电机型号进行设定，HF75T——&2201；HF54T——&2203；HF104T——&2204；HF154T——&2205。

表 4

| NO. | 参数名称       | 设定       | NO. | 参数名称     | 设定       |
|-----|------------|----------|-----|----------|----------|
| M8  | 最大软限位（+方向） | ①        | N7  | OT时间     | 100      |
| M9  | 最大软限位（-方向） | ②        | N8  | 原点返回速度   | 200      |
| M10 | 指令单位       | 1        | N10 | 栅格间距     | 1000     |
| M17 | 轴控制标志      | 00101000 | N17 | 伺服放大器通道号 | 1        |
| M18 | 轴控制标志      | 10010000 | N18 | 伺服放大器SW号 | 5        |
| M20 | 轴控制标志      | 00001000 | N21 | 轴极性      | 00000111 |
| M21 | 轴控制标志      | 00010001 |     |          |          |

①用于设定机械干涉的正向最大软限位参数。

②用于设定机械干涉的负向最大软限位参数，当M8=M9时，软限位参数无效。

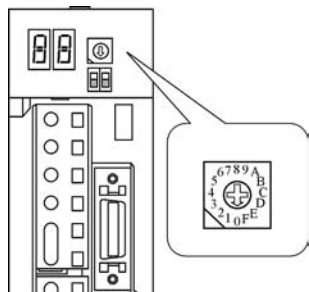


图 7

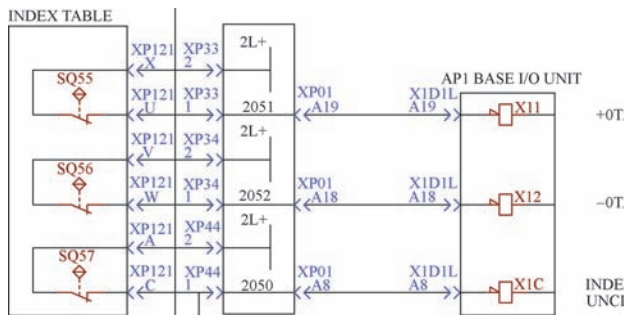


图 8

SVJ3发出显示运转状态的响应信号也将返送至PLC的R寄存器, 这些信号将由NC通过高速串行通信自动与MDS-D-SVJ3进行通信。主程序如图10所示, 子程序的自动运行段如图11所示, 手动运动段如图12所示。

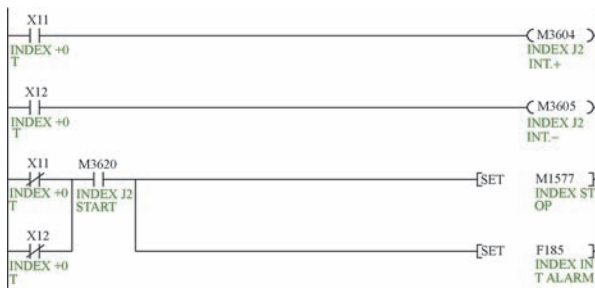


图 9

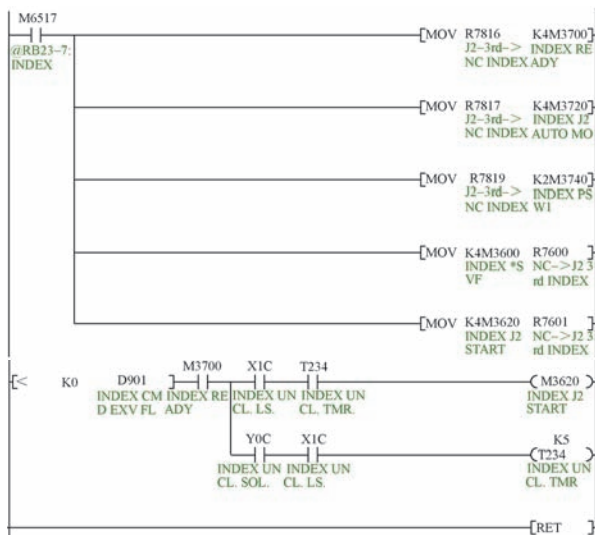


图 10

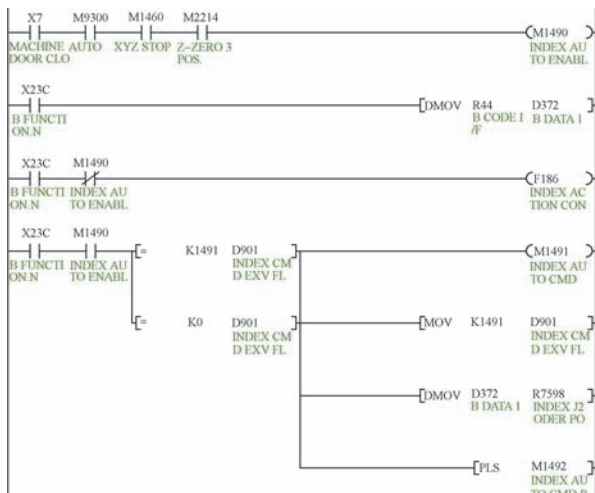


图 11

### 3. 调试运行验证

全面调试完成后, 需要通过24h连续运转全面检查该功能及其可靠性; 对于SMART系统, 可通过图13所示界面中的电流值确认运行过程中的负载大小; 对于其他系统, 也可以通过机床PC端

的“MR-J2-CT Setup Software” (见图14) 对其进行监控验证。

### 4. 结语

完成了带有倾斜轴的加工中心技术改造, 增强了机床的加工功能, 扩展了加工范围, 提高了产品的加工精度; 对于机床制造

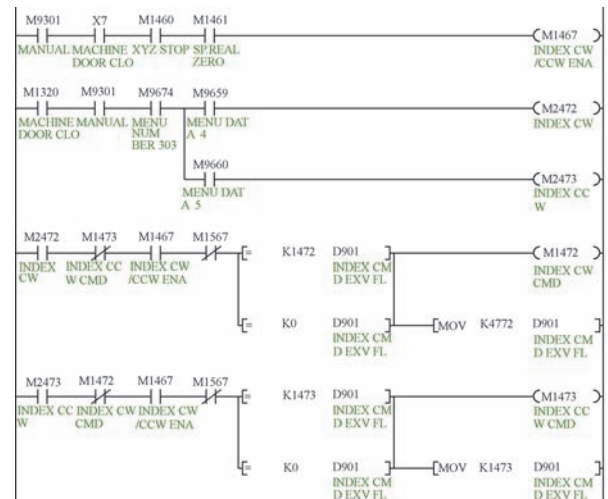


图 12



图 13



图 14

商大大提高了竞争的筹码, 对于设备采购厂家也有了更多选择的余地。

### 参考文献:

- [1] 胡东红, 王平江, 陈吉红, 等. 外圆磨床数控系统的斜轴插补研究[J]. 现代制造工程, 2010, 2010 (6): 29-32.

MW (收稿日期: 20170513)