

V2.0

SLC DI MC MTS APC

ONE_840D SL_应用_五轴应用调试手册_2022

SINUMERIK 840D sl/ONE

内容

1 概况	3
1.1 五轴应用	3
1.2 五轴机床类型	4
2、五轴功能的设定顺序	7
2.1 原理	7
2.2 五轴功能选项激活(步骤 1: 在 Operate 上勾选五轴选项)	8
2.3 系统坐标系确定	9
2.4 五轴转换结构的定义(TRAORI_DYN)	10
2.4.1 转换类型(步骤 2: 设定运动链)	10
2.4.2 根据运动链创建五轴动态变换(步骤 3: 创建 TRAORI_DYN, 这里需要设定 MD18866>=1)	25
2.4.3 几何数据的取得	29
2.4.4 五轴设定的初步验证	33
2.5 其它变换类型	36
2.6 五轴功能的状态监测	36
2.6.1 五轴工艺指令 1	37
2.6.2 五轴工艺指令 2	38
1.7 RESET, POWER ON, 方式转换	39
3、Cycle800 设置	42
3.1 参数设置	46
3.1.1 Toolholder 数量	46
3.1.2 系统框架 (Frame)	46
3.1.3 激活手动摆动菜单	48
3.1.4 CYCL800 设置窗口的配置	49
3.1.5 附加设定	50
3.1.6 角度刀具	50

3.1.7 Toolholder 旋转轴模式	51
3.1.8 复位、启动状态	51
3.1.9 缺省 G 代码	51
3.1.10 旋转轴角度编程格式	52
3.1.11 M 代码调用 ToolHolder	52
3.1.12 TOFRAME、TOROT 和 PAROT 时的框架定义	52
4、运动几何标定循环 (CYCLE9960)	53
5、3D 测头标定	57
5.1 测头硬件连接	57
5.1.1 硬件连接	57
5.1.2 参数设置	58
5.1.3 测试	59
5.2 测头标定	59
5.2.1 手动方式标定	59
5.2.2 自动测头标定循环 (CYCLE976)	60
5.3 关于测头标定的重要说明	62
5.4 测量相关参数设置	63
6. Advance surface(精优曲面)和 Top Surface(臻优曲面)	67
6.1 一般性说明	67
6.2 关于模具加工 CAD/CAM 程序的信息	68
6.3 主要参数设定	70
7 附录	77
7.1 TCARR 和 TRAORI 配置参数对照表	77

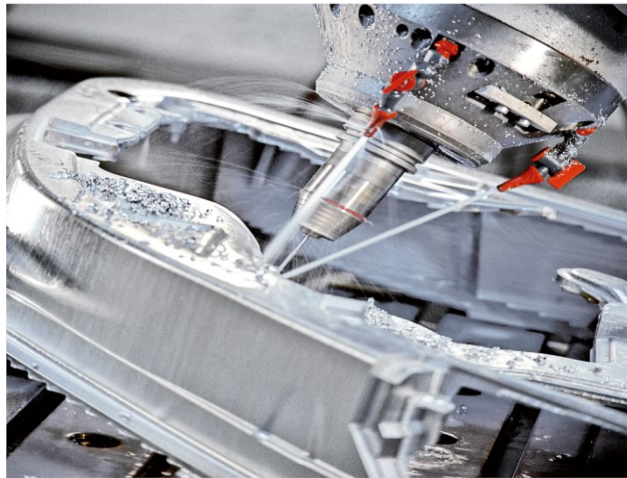
1 概况

1.1 五轴应用

五轴激光切割



五轴铣削加工



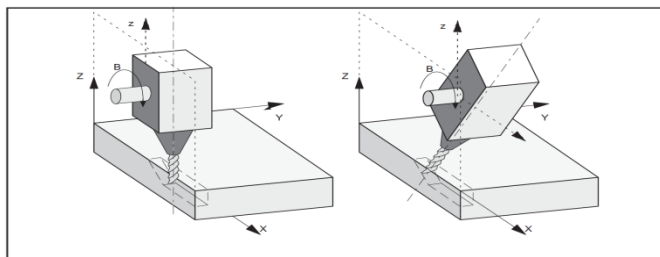
复合加工



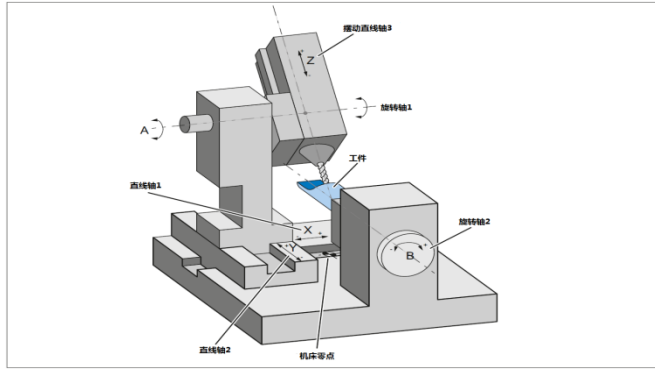
1.2 五轴机床类型

五轴机床的分类

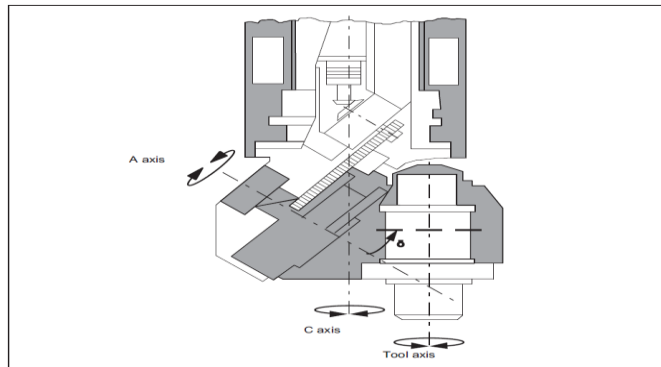
- **五轴铣床**
 - 铣头旋转 --- 两个旋转轴都在主轴侧；
 - 工作台旋转 --- 两个旋转轴都在工件侧；
 - 铣头+工作台旋转 --- 两个旋转轴，一个在主轴侧，另一个在工件侧；
- **五轴车铣复合**
 - B轴的车铣复合 --- 旋转轴围绕虚拟的Y轴；
 - 斜轴的车铣复合 --- 有倾斜的Y轴和旋转轴；
- **特殊结构五轴**
 - 1、3、4轴转换
两个直线轴加一个旋转轴，或者三个直线轴加一个旋转轴。



2、摆动直线轴



3、万能铣头



2、五轴功能的设定顺序

按照一般的五轴功能要求，为确保五轴转换能够将编程值转化成轴的运动，需要有关于该机床的有关机械设计信息，而这样的信息存储在机床数据和系统变量中，包括：

- 机床类型；
- 轴分配；
- 几何信息；
- 旋转方向的指定；

所以五轴功能的设定一般通过机床数据或系统变量的设定来实现，本章以第一个五轴转换为例将具体描述一般五轴功能的设定顺序。

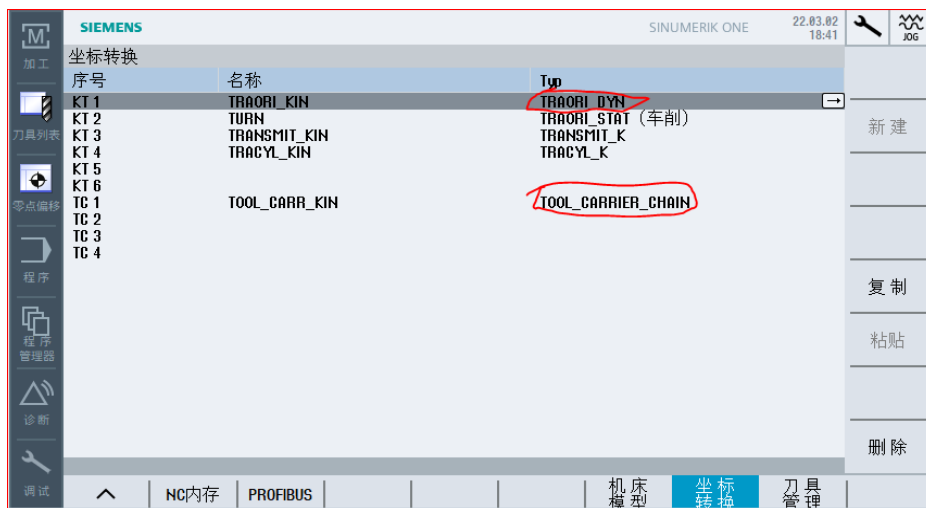
2.1 原理

五轴转换（TRAORI 指令）是一种特殊的坐标转换，如同 TRANSMIT（端面铣削），TRACYL（柱面铣削），TRAANG（斜轴功能）的坐标转换，属系统选项功能。

在系统中设置 5 个机床轴（直线轴和旋转轴）的几何关系及尺寸链。在五轴转换状态下，系统根据配置的数据，自动实时将编程指令转换成各个机床轴运动指令，达到编程指令的轨迹要求。

840D sl 和 Sinumerik ONE 的各组坐标转换，可通过参数 MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 ... MD24460 \$MC_TRAFO_TYPE_10 设定类型，也可通过参数 MD18866 \$MN_MM_NUM_KIN_TRAFOS 来设定变换数量，变换类型、轴定义以及几何矢量等需要通过变量来定义。

建议：840D sl sw4.8 以上及 Sinumerik ONE 采用运动链的方式建立 CYCLE800 刀架和采用 TRAORI_DYN 的方式建立五轴变换。见下图：



2.2 五轴功能选项激活(步骤 1: 在 OPERATE 上勾选五轴选项)

只有标准版的系统软件支持五轴功能，以下系统选项包含五轴转换功能。

对于 Sinumerik840D sl 选项如下：

- 6FC5800-0AM30-0YB0 五轴加工包
- 6FC5800-0AS33-0YB0 MDynamics 五轴铣削工艺包

建议选择“五轴铣削工艺包”，包含如下选项：

选项	选项功能说明
P17	ShopTurn/ShopMill 工步程序
P13	轮廓腔铣削和轮廓车削的剩余材料检测及加工
P25	3D 成品程序模拟
P22	同步并行记录（实时模拟）
S07	精优曲面功能
M27	端面转换和圆柱面转换
P28	钻削/铣削和车削的测量循环
P12	在 NCU 系统卡上扩展用户存储空间
M30	5 轴加工包
M48	3D 刀具半径补偿
P18	5 轴标定功能

除 M30（五轴加工包）选项外，还包含加工轨迹优化的 S07（精优曲面功能）等功能。

对于 Sinumerik ONE 选项如下：

- 6FC5800-0BM30-0YB0 五轴加工包
- 6FC5800-0BS43-0YB0 Sinumerik ONE Dynamics 五轴铣削工艺包

建议选择“Sinumerik ONE 五轴铣削工艺包”，包含如下选项：

选项	选项功能说明
P17	ShopTurn/ShopMill 工步程序
P13	轮廓腔铣削和轮廓车削的剩余材料检测及加工
P25	3D 成品程序模拟
P22	同步并行记录（实时模拟）
P56	DXF 阅读器
P75	从外部存储执行程序 EES
M27	端面转换和圆柱面转换
P28	钻削/铣削和车削的测量循环

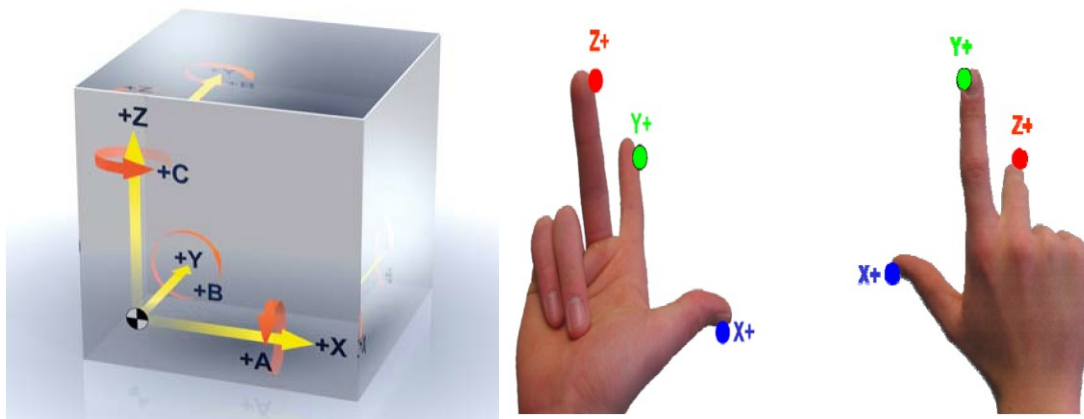
S07	精优曲面功能
S17	臻优曲面功能
S62	Top Speed plus
P12	在 NCU 系统卡上扩展用户存储空间
M30	5 轴加工包
M48	3D 刀具半径补偿
P18	5 轴标定功能

除 M30（五轴加工包）选项外，该选项包还包括模具制造所需要的全部功能选项；

2.3 系统坐标系确定

正确的机床坐标系的设定是坐标转换的基础。

机床坐标系系统符合 ISO 标准。



五轴机床坐标系

右手定则(立式机床)

右手定则(卧式机床)

直线轴运动方向，必需以刀具运动为主（无论机床什么结构，编程都是以刀具运动为对象）。当工作台移动时，编程坐标方向与实际工作台移动方向相反。

旋转轴方向定义，遵循右手定则。大拇指指向直线坐标轴正向，4 指方向为旋转轴的正向。若是工作台旋转，则旋转轴的旋转方向的正向与之相反。

2.4 五轴转换结构的定义(TRAORI_DYN)

为了充分利用手册中的例程，五轴机床的轴分配规定为：三个直线轴分别对应五轴的第一、二、三轴，两个旋转轴和主轴对应其余三个轴；

设定必要的参数：MD18088=10; MD18866=10; MD18880=50;

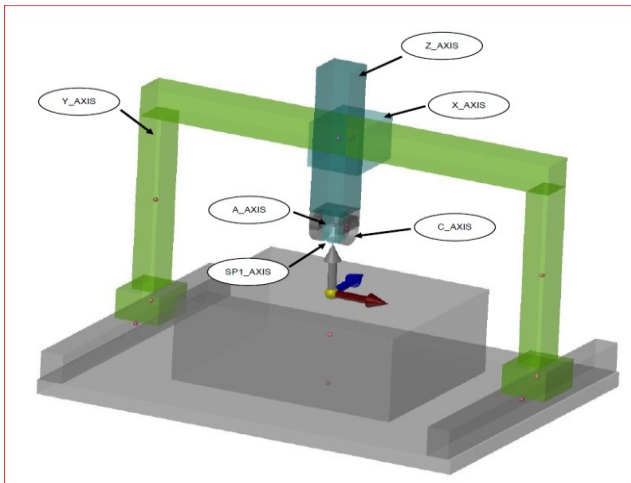
注：基于以上设置，可以直接使用本文中的例程，如机床轴名有不同，根据实际情况对例程进行修改。

2.4.1 转换类型(步骤 2：设定运动链)

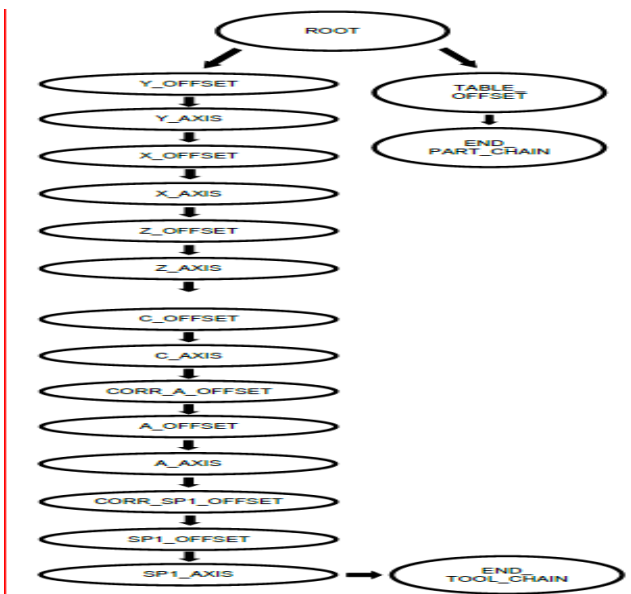
通用五轴转换模型，支持以下 3 种结构：

2.4.1.1 转换类型---摆头型

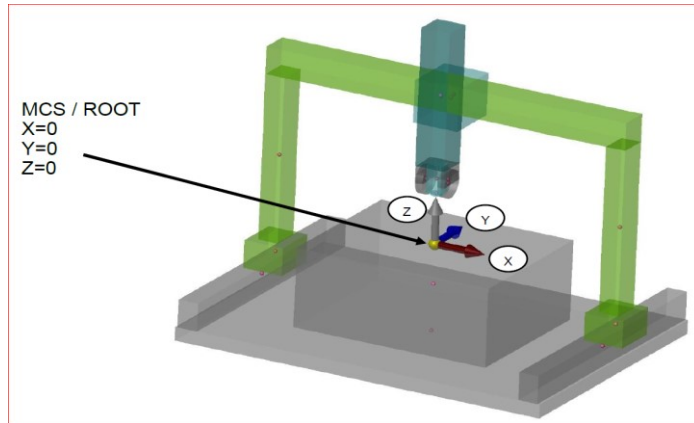
刀具旋转类型，C 轴为 1st 旋转轴，A 轴为 2nd 旋转轴。



该结构所具有的运动链如下：



机型说明：两个旋转轴均在刀具链一侧，Y轴带动龙门框架前后移动，X轴带动Z轴左右移动，Z轴上下移动，主轴在Z轴上；C轴绕Z轴旋转；C轴带A轴旋转，A轴绕X轴旋转；A轴带动刀具旋转，机床坐标原点在工作台上表面矩形的中心处；

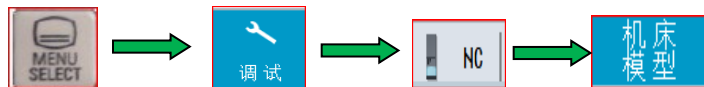


通过执行 02_HEAD_CHAIN.MPF 程序完成运动链的设置：(这里 MD18880=50，程序中的索引号为 0~49，程序中的偏移给定为举例数据，具体机床需输入实测值)



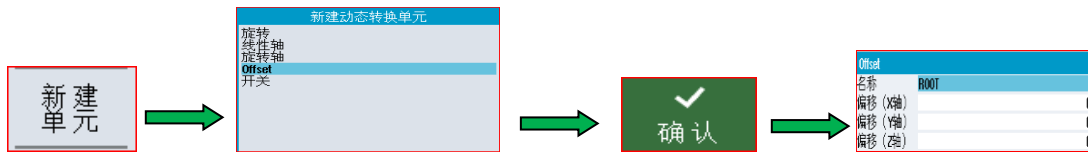
设置运动链过程如下：

1) 进入如下菜单：

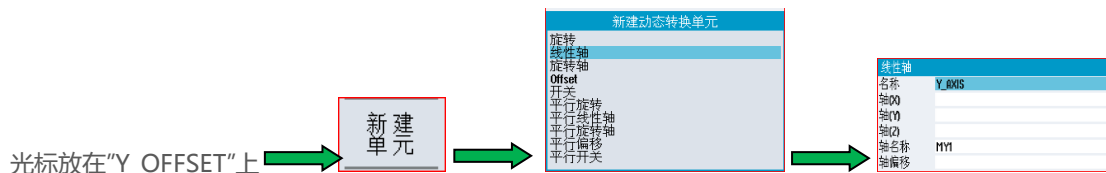
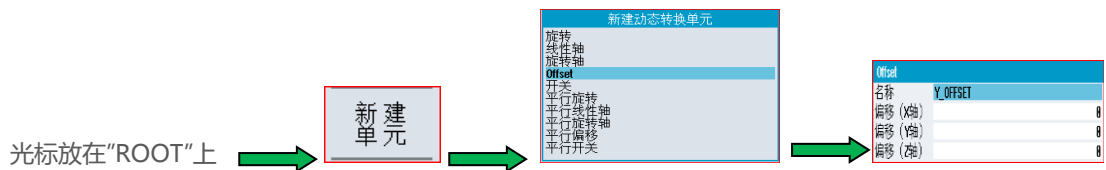


2) 开始设置运动链:

---建立 ROOT

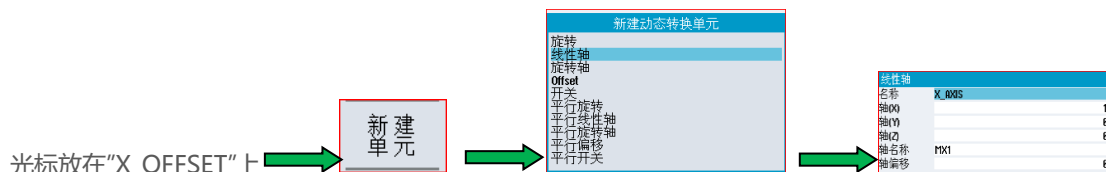
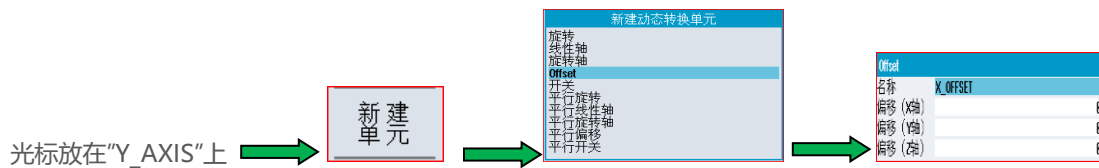


---建立 Y 轴偏置和直线轴 Y:



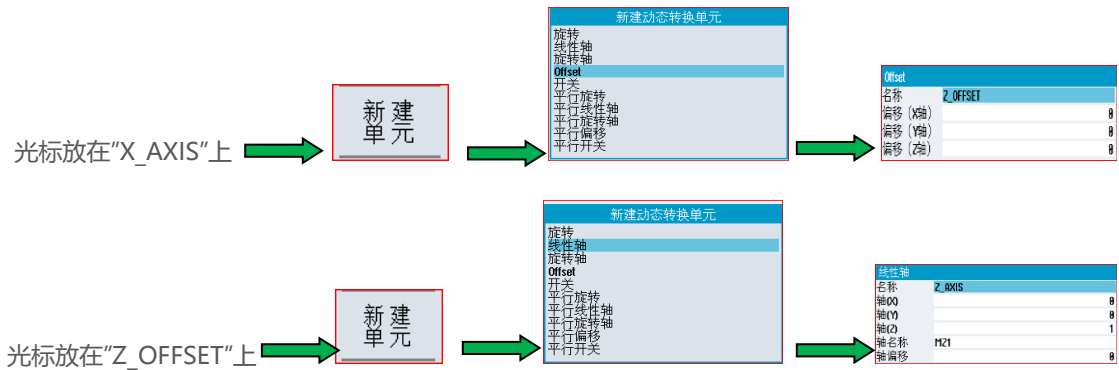
这里的轴名“MY1”与 MD10000 参数设定一致；因为根据坐标系的矢量定义，Y 轴的矢量为(0,1,0)，且移动的为刀具，故轴(Y)分量为 1，如果移动的为工件，则为-1，下同；

---建立 X 轴偏置和直线轴 X:



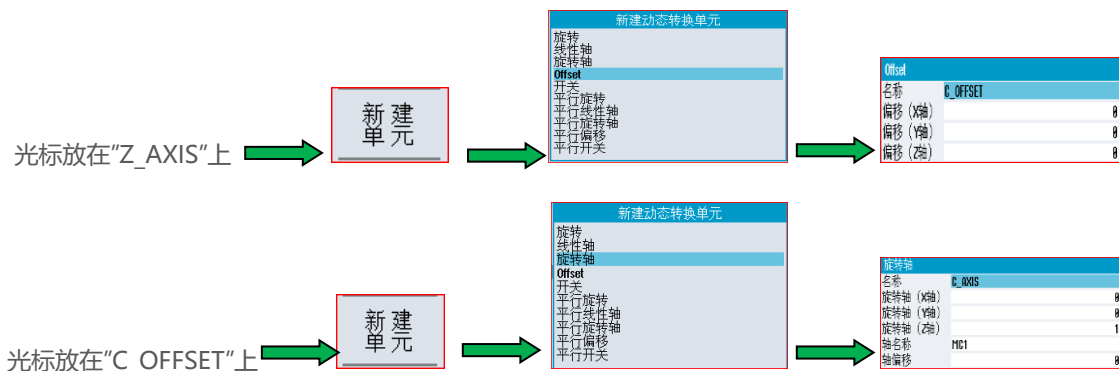
这里的轴名“MX1”与 MD10000 参数设定一致；

---建立 Z 轴偏置和直线轴 Z:



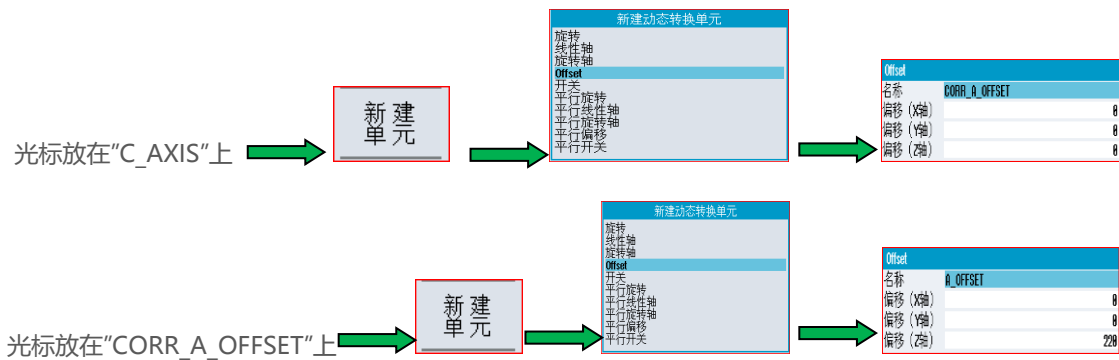
这里的轴名“MZ1”与 MD10000 参数设定一致;

---建立 C 轴偏置和旋转轴 C:

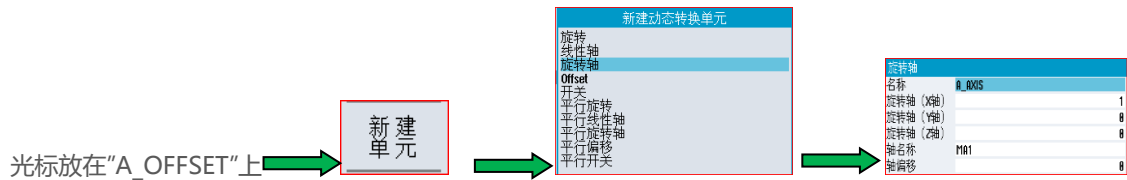


这里的轴名“MC1”与 MD10000 参数设定一致;

---建立 A 轴修正偏置、A 轴偏置以及旋转轴 A:

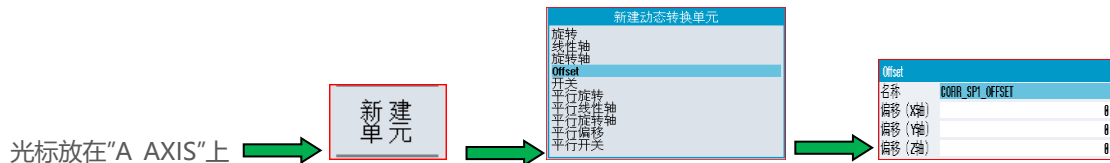


这里的 220 指的是 BASE TOOL，即从主轴端面到 A 轴回转中心的距离；因为主轴端面低于 A 轴回转中心，故从主轴端面指向 A 轴回转中心与坐标系 Z 轴矢量定义正向相同，这个值为正值；

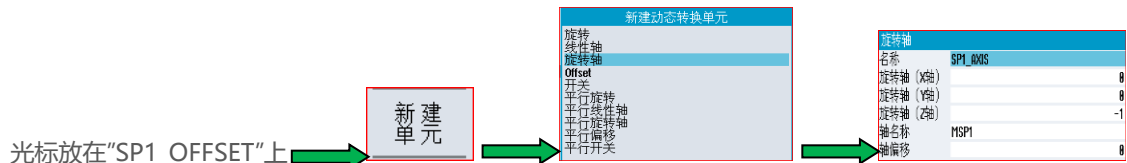


这里的轴名“MA1”与 MD10000 参数设定一致；

---建立 SP1 轴修正偏置、SP1 轴偏置以及旋转轴 SP1：



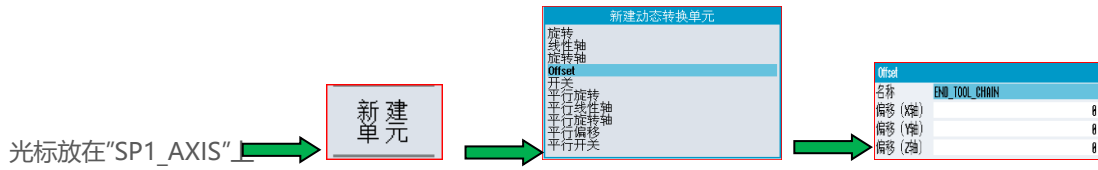
这里的-220 指的是 BASE TOOL，即从 A 轴回转中心到主轴端面的距离；因为主轴端面低于 A 轴回转中心，故从主轴端面指向 A 轴回转中心与坐标系 Z 轴矢量定义正向相反，这个值为负值；



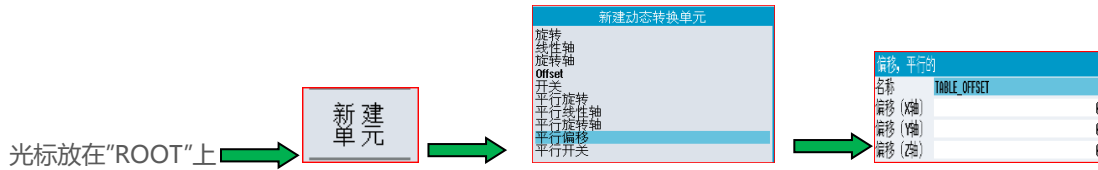
这里矢量设定为-1，用于车削中的“L”型刀具；

这里的轴名“MSP1”与 MD10000 参数设定一致；

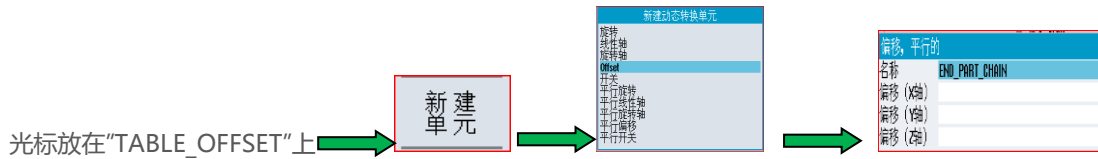
---结束刀具链的设定：



---建立工件链的设定:

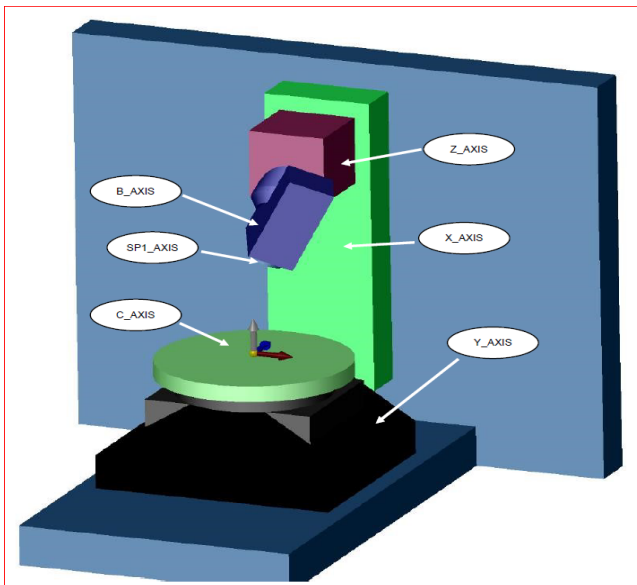


---结束工件链的设定:

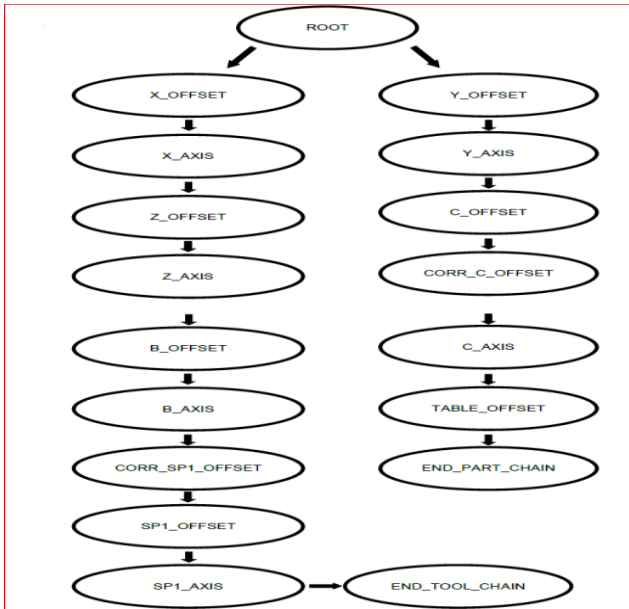


2.4.1.2 转换类型---混合型

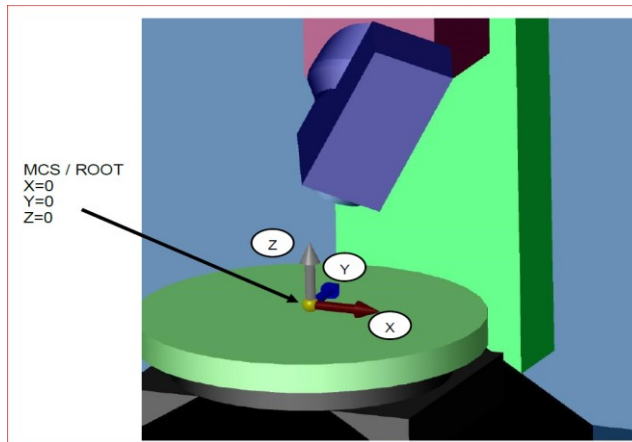
刀具旋转+工件旋转, 刀具旋转轴 B 轴为 1st 旋转轴, 工件旋转轴 C 轴为 2st 旋转轴。



该结构运动链如下:



机型说明：两个旋转轴一个在刀具链一侧，另一个在工件链一侧，Y轴带动工作台C轴前后移动，X轴带动Z轴和B轴左右移动，Z轴上下移动，B轴在Z轴上(斜45°旋转轴)，主轴在B轴上；机床坐标原点在在工作台C轴上表面的中心处；

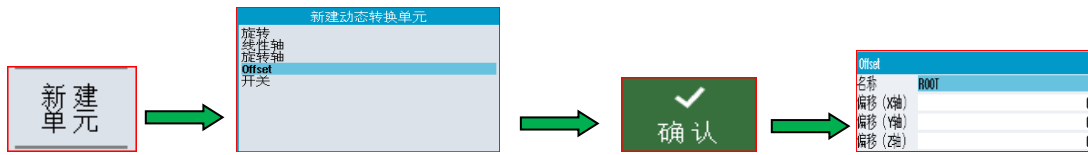


通过执行 03_MIXED_CHAIN.MPF 程序完成运动链的设置：(这里 MD18880=50，程序中的索引号为 0~49，程序中的偏移给定为举例数据，具体机床需输入实测值)

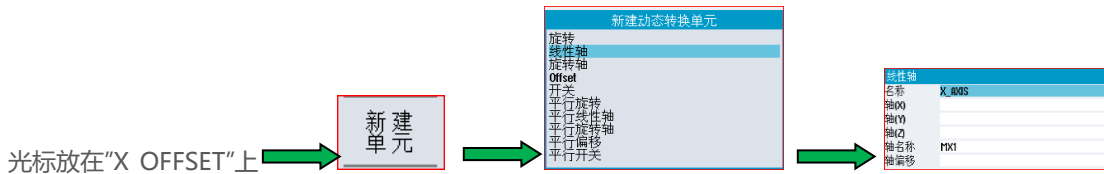
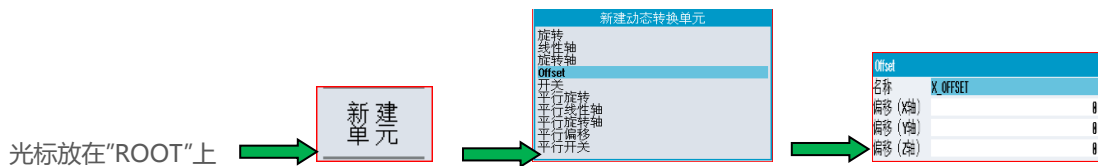

03_MIXED_CHAI
N.MPF

设置运动链过程如下：

---建立 ROOT

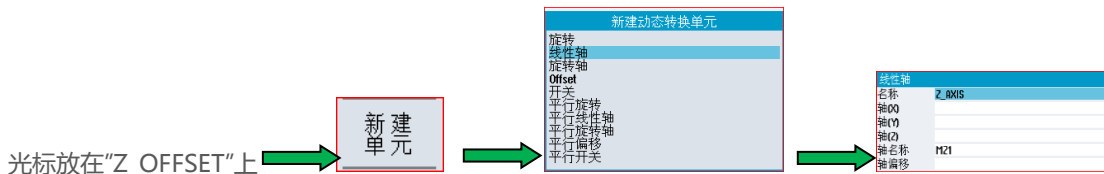
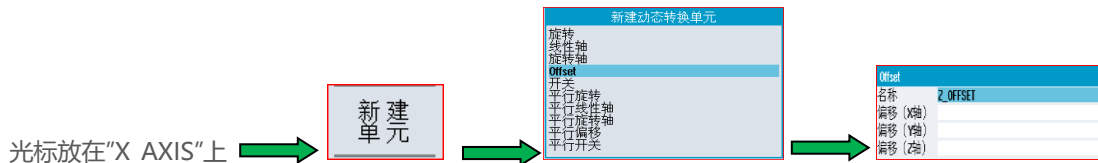


---建立 X 轴偏置和直线轴 X:



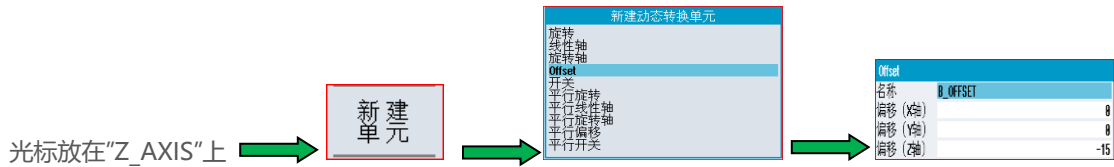
这里的轴名"MX1"与 MD10000 参数设定一致；

---建立 Z 轴偏置和直线轴 Z:

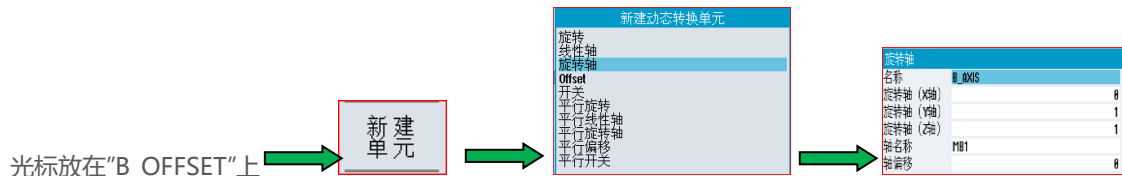


这里的轴名"MZ1"与 MD10000 参数设定一致；

---建立 B 轴偏置和旋转轴 B:

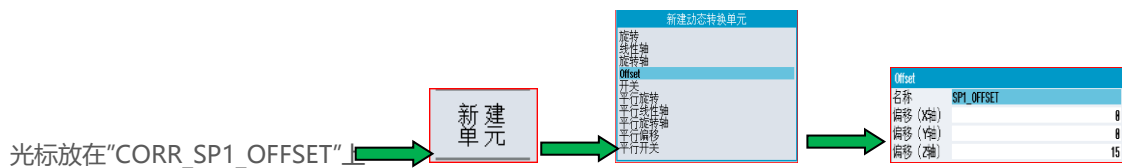
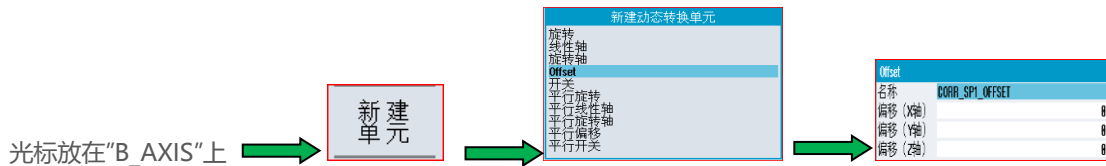


这里的-15代表 BASE TOOL 的 Z 向偏差，即主轴端面到 B 回转中心的距离；这里 B 轴回转中心略低于主轴端面，因此从主轴端面指向 B 轴回转中心的矢量方向与坐标系定义 Z 向矢量方向相反，为负值；

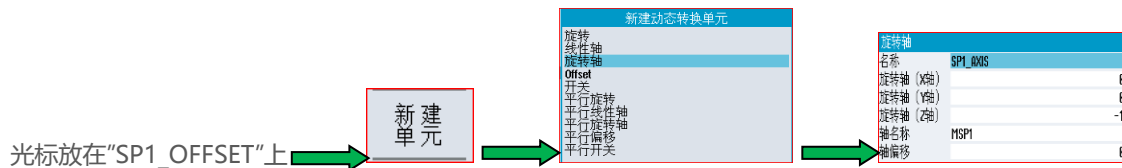


这里的轴名“MB1”与 MD10000 参数设定一致；这里 B 轴不是完全平行于 Y 轴，而是与 Y 轴有 45° 夹角，因此会在 Y 轴和 Z 轴方向均有矢量的分量，且相等、同向，其矢量为(0,1,1)；

---建立 SP1 轴偏置、SP1 轴修正偏置以及旋转轴 SP1:



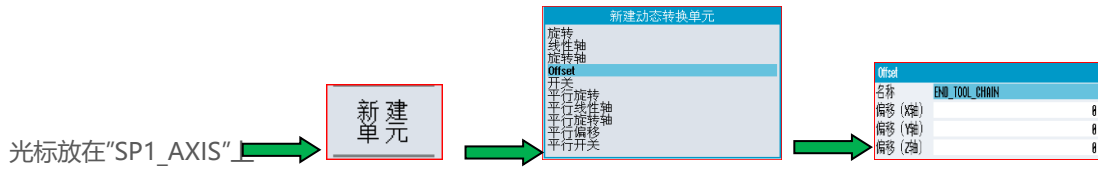
这里的 15 指的是 BASE TOOL，即从 B 轴回转中心到主轴端面的距离；



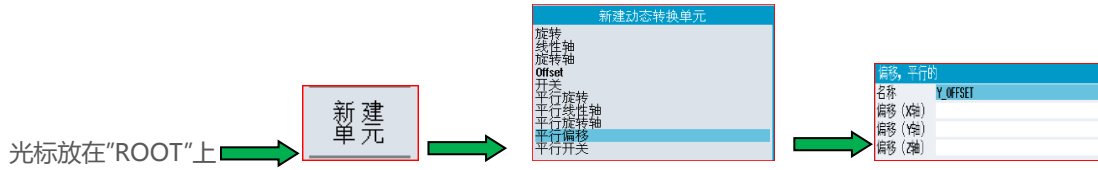
这里矢量设定为-1，用于车削中的“L”型刀具；

这里的轴名“MSP1”与 MD10000 参数设定一致；

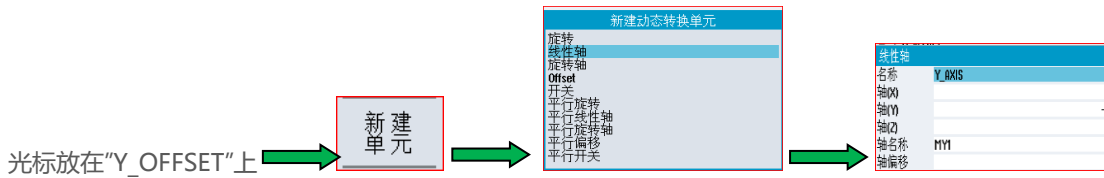
---结束刀具链的设定:



---建立工件链的设定:

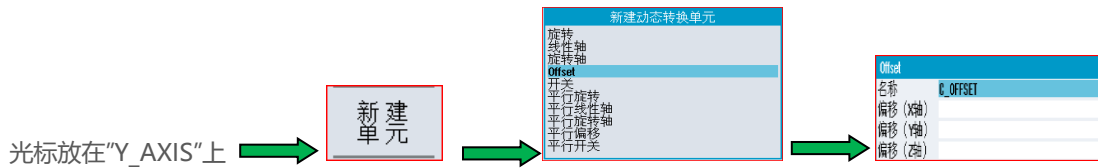


---建立平行直线轴 Y:

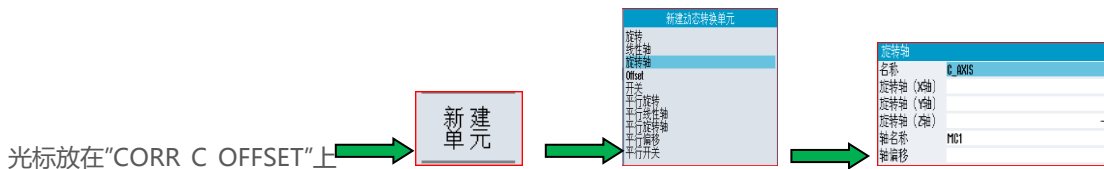
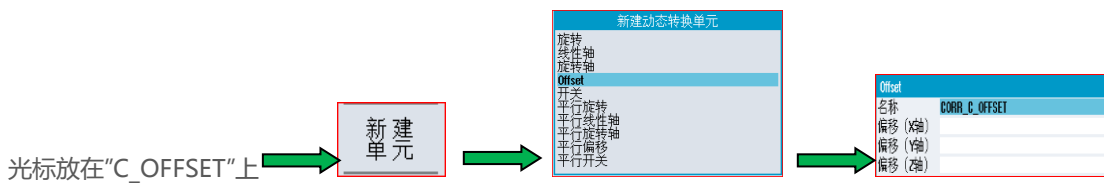


这里的轴名"MY1"与 MD10000 参数设定一致;

---建立 C 轴偏置、修正偏置和旋转轴 C:

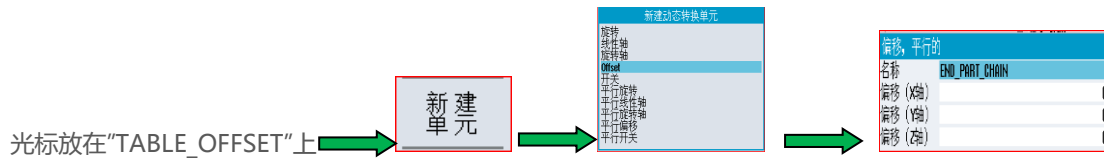
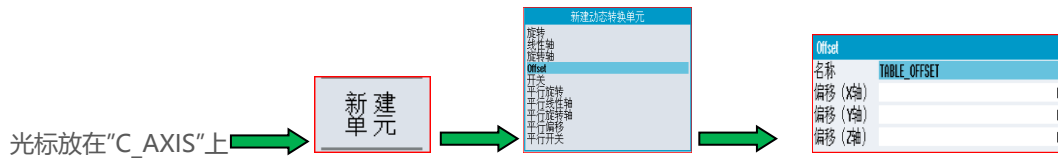


这里机床的坐标系原点为 C 轴上表面中心处, 因此, 没有偏置分量;



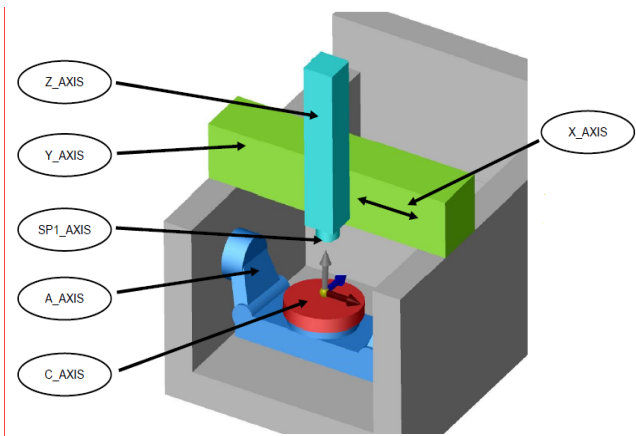
这里的轴名"MC1"与 MD10000 参数设定一致;

---结束工件链的设定:

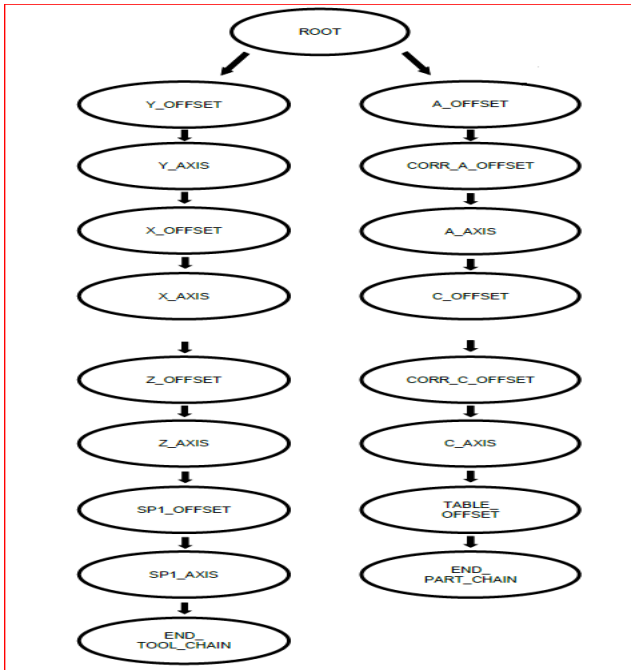


2.4.1.3 转换类型---摆台型

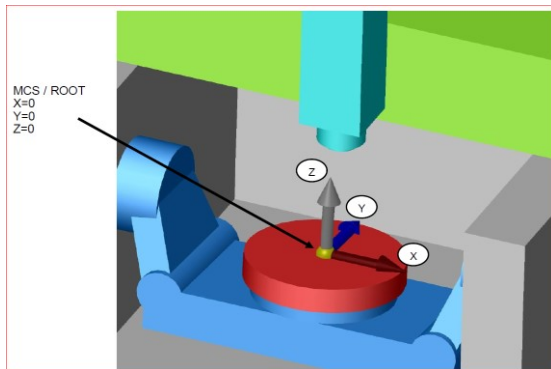
工件旋转, A 轴为 1st 旋转轴, C 轴为 2st 旋转轴。




该结构运动链如下:



机型说明：两个旋转轴均在工件链一侧，Y轴带动框架前后移动，X轴带动Z轴左右移动，Z轴上下移动，主轴在Z轴上；A、C轴固定在机床床身前部，机床坐标原点在工作台C轴上表面的中心处；

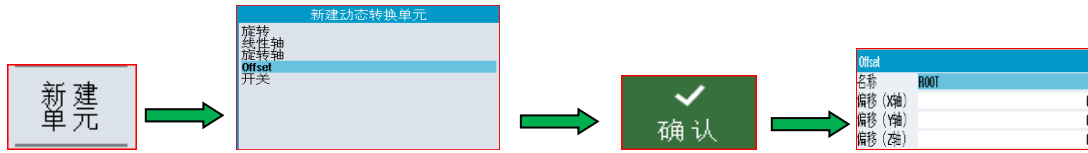


通过执行 01_TABLE_CHAIN.MPF 程序完成运动链的设置：(这里 MD18880=50，程序中的索引号为 0~49，程序中的偏移给定为举例数据，具体机床需输入实测值)

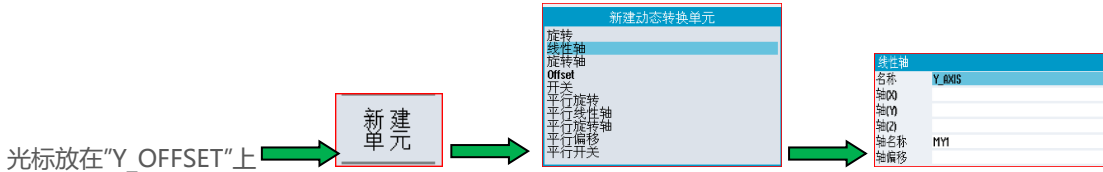
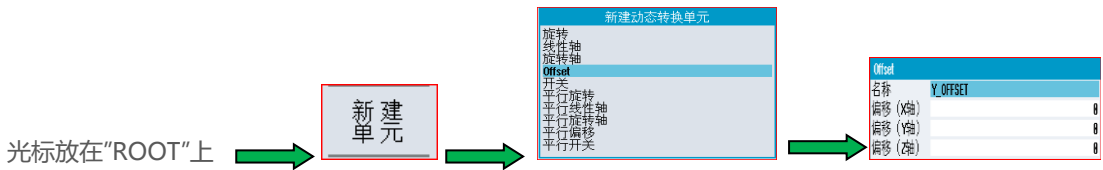

01_TABLE_CHAIN.
MPF

设置运动链过程如下：

---建立 ROOT

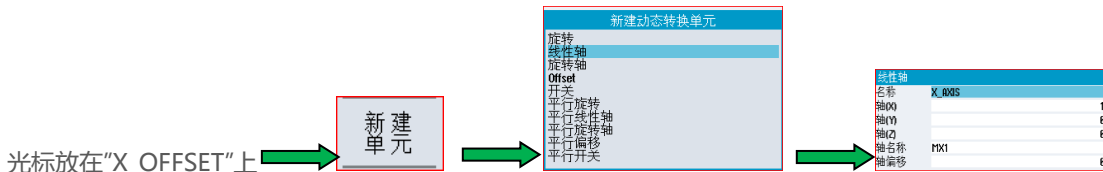
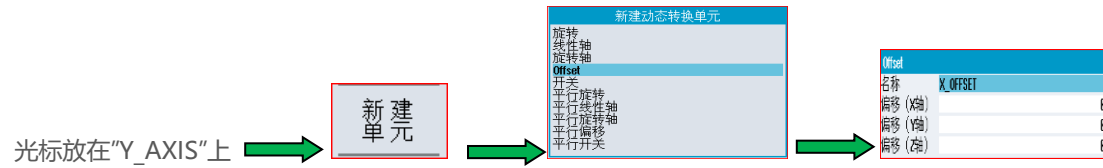


---建立 Y 轴偏置和直线轴 Y:



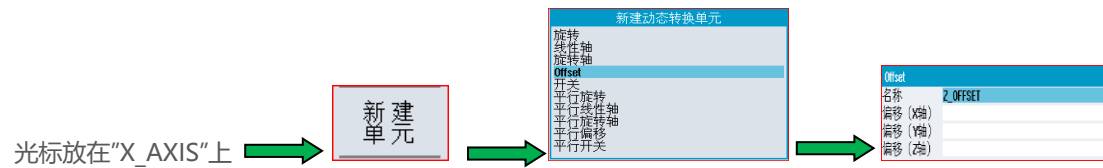
这里的轴名“MY1”与 MD10000 参数设定一致；

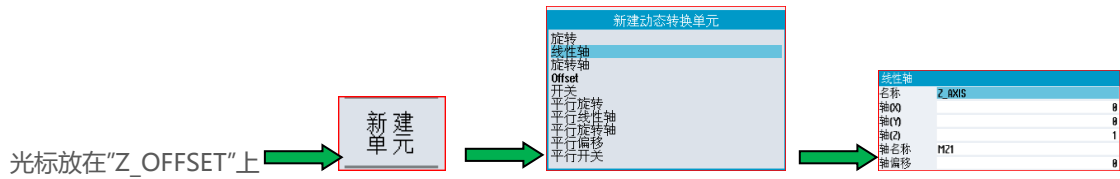
---建立 X 轴偏置和直线轴 X:



这里的轴名“MX1”与 MD10000 参数设定一致；

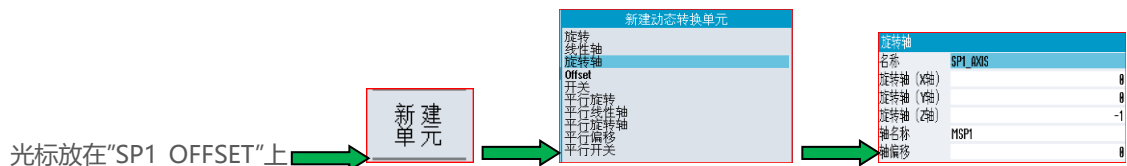
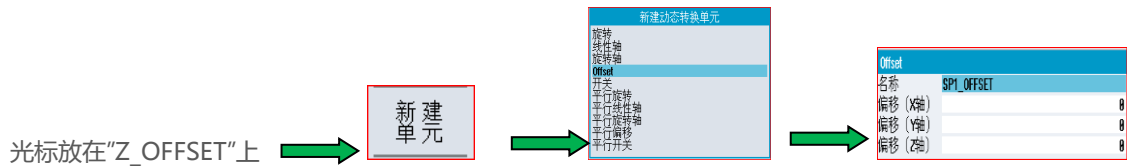
---建立 Z 轴偏置和直线轴 Z:





这里的轴名“MZ1”与 MD10000 参数设定一致；

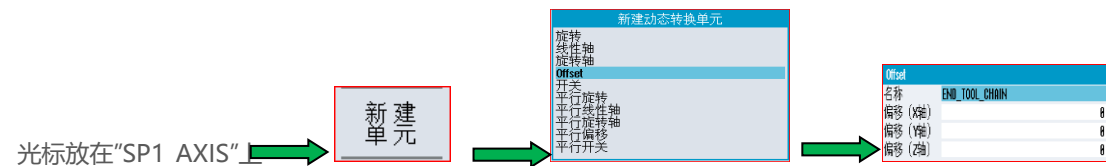
---建立 SP1 轴偏置以及旋转轴 SP1:



这里矢量设定为-1，用于车削中的“L”型刀具；

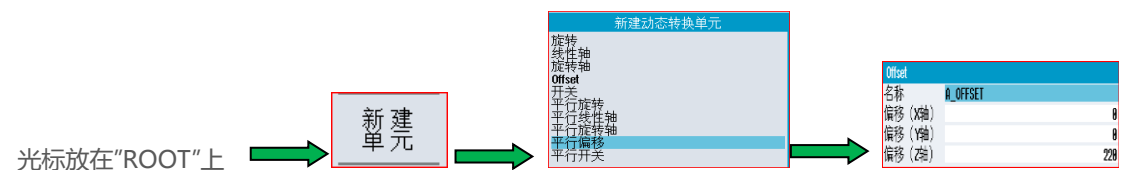
这里的轴名“MSP1”与 MD10000 参数设定一致；

---结束刀具链的设定:



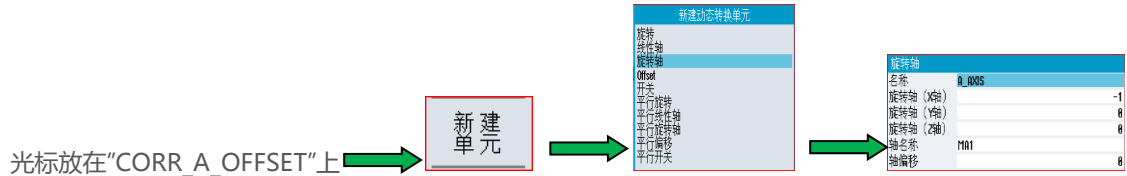
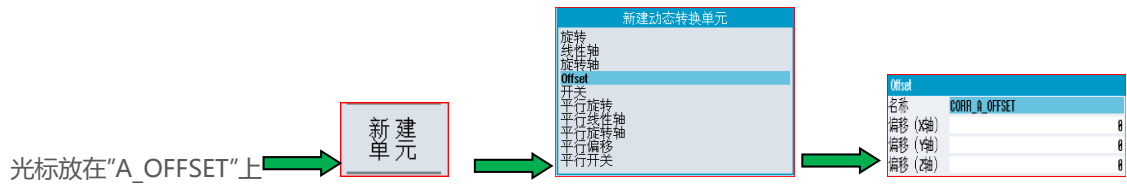
---建立工件链的设定:

---建立 A 轴偏置、修正偏置以及旋转轴 A:



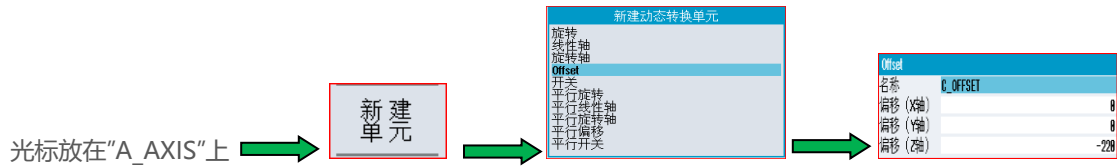
这里的 220 指的是 JOINT OFFSET，即从 C 轴回转中心到 A 轴回转中心的距离；一般摇篮式工作台，

A 轴回转中心会高于 C 轴上表面的回转中心轴线，因此这时的 Z 向矢量方向与坐标系矢量定义方向相同，故设为正值；

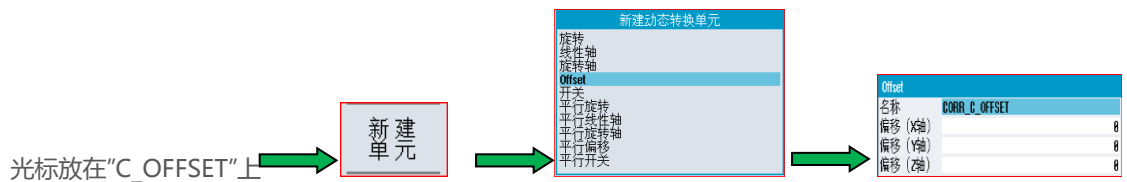


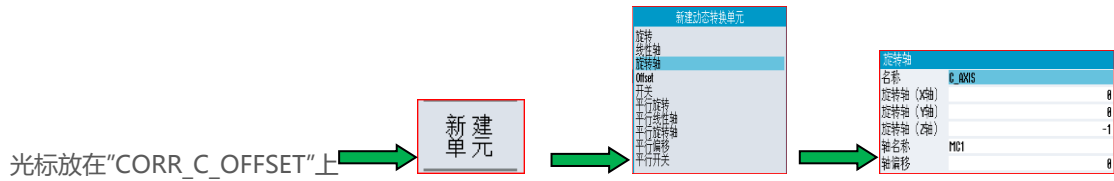
这里的轴名“MA1”与 MD10000 参数设定一致；

---建立 C 轴偏置,修正偏置和旋转轴 C:

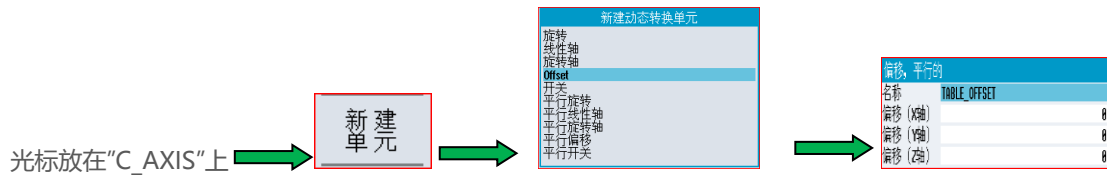


这里的-220 指的是 JOINT OFFSET，即从 A 轴回转中心到 C 轴回转中心的 Z 向矢量距离；与坐标系矢量定义方向相反，故为负值；

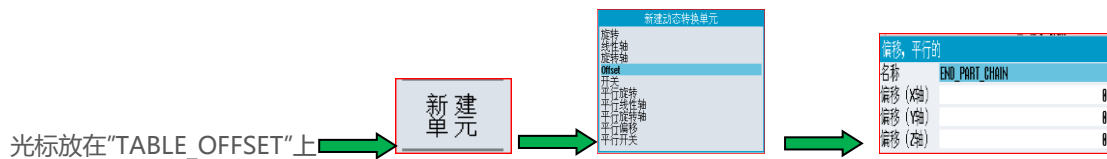




这里的轴名“MC1”与 MD10000 参数设定一致；



---结束工件链的设定:

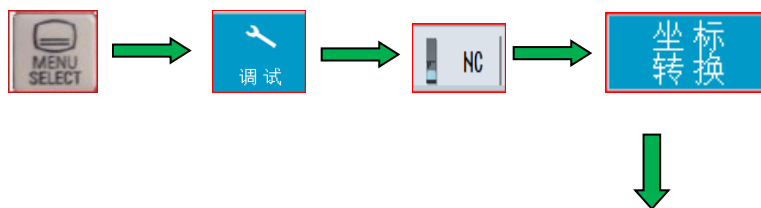


2.4.2 根据运动链创建五轴动态变换(步骤 3: 创建 TRAORI_DYN, 这里需要设定 MD18866>=1)

可以通过读入并执行程序确定五轴动态变换, 也可以在 Operate 上手动建立;

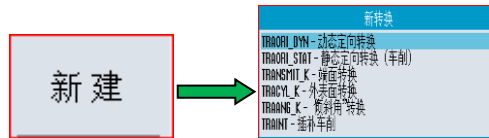


以下为上述三种结构五轴变换的设置过程:



序号	名称	Typ	
KT 1			新建
KT 2	TRACYL_KIN	TRACYL_K	
KT 3	TRANSMIT_KIN	TRANSMIT_K	
KT 4			
KT 5			
KT 6			
TC 1	TOOL_CARR_KIN	TOOL_CARRIER_CHAIN	复制
TC 2			
TC 3			
TC 4			
			粘贴
			删除

选择新建动态五轴变换：

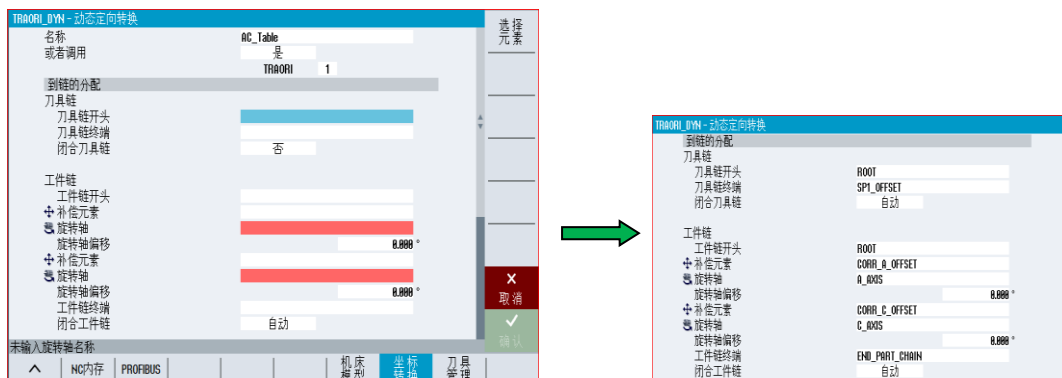


1) 01 摆台式 (AC_Table) :



输入变换名称，并在“或者调用”处选择“是”；

将光标置于刀具链开头处，按“选择元素”，去运动链中选择相应的元素，后续依次选择元素在空白处；



继续完成后续参数设置：

线性轴			
机床轴X	X_AXIS		
机床轴Y	Y_AXIS		
机床轴Z	Z_AXIS		
属性 (转换)			
接受NPU中的回转轴偏移			是
极插补时的终角公差		0.000	°
刀具定向的终角公差		1.000	°
刀具基本定向			
方向矢量	0.000	0.000	1.000
正常矢量	0.000	1.000	0.000
忽略有效刀具			否

上图中参数说明(也适用于以下摆头式和混合式):

接受 NPV 中的回转轴偏移: 零点偏置中的旋转轴偏置是否传输到变换中, 应设为“是”, 这样用测量循环

得到的旋转轴偏移, 比如 C 轴的偏移就可以传入到变换中;

极插补时的终角公差: 参见通道参数 MD24540 的说明;

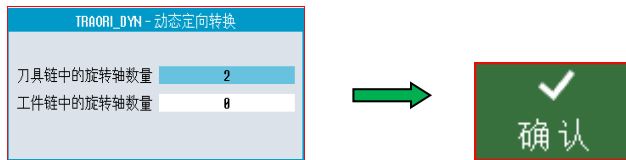
刀具定向的终角公差: 参见通道参数 MD24542 的说明;

方向矢量: 定义刀具矢量方向, 参见 MD24574 和 MD24580 的说明;

正常矢量: 对于两个旋转轴的变换无意义, 保持缺省设定;

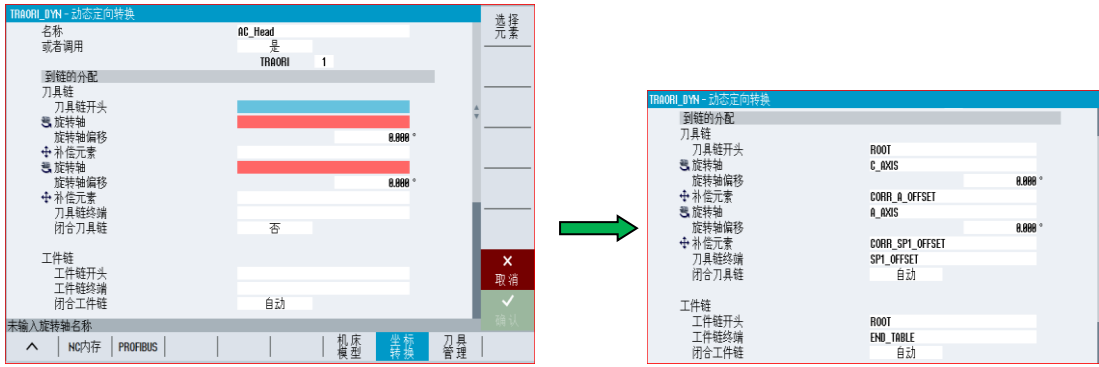
忽略有效刀具: 有效刀具在变换中始终需要加以考虑计算的, 因此设为“否”;

2) 02 摆头式 (AC_Head):

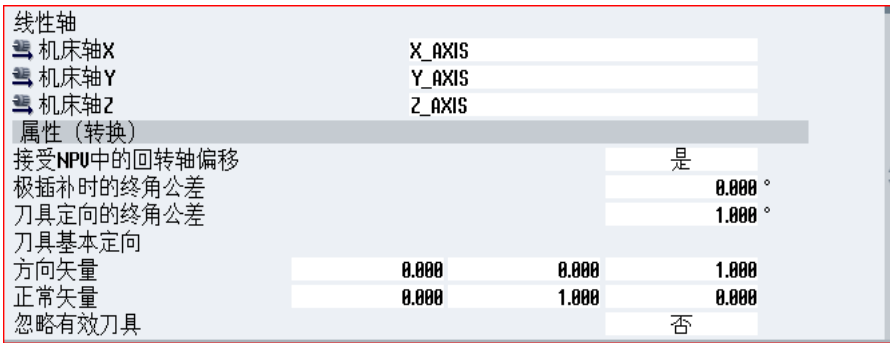


输入变换名称, 并在“或者调用”处选择“是”;

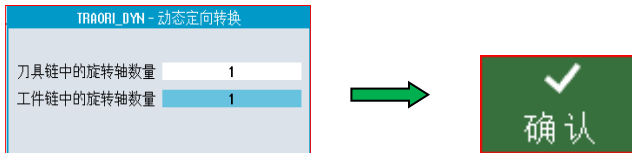
将光标置于刀具链开头处, 按“选择元素”, 去运动链中选择相应的元素, 后续依次选择元素在空白处;



继续完成后续参数设置：

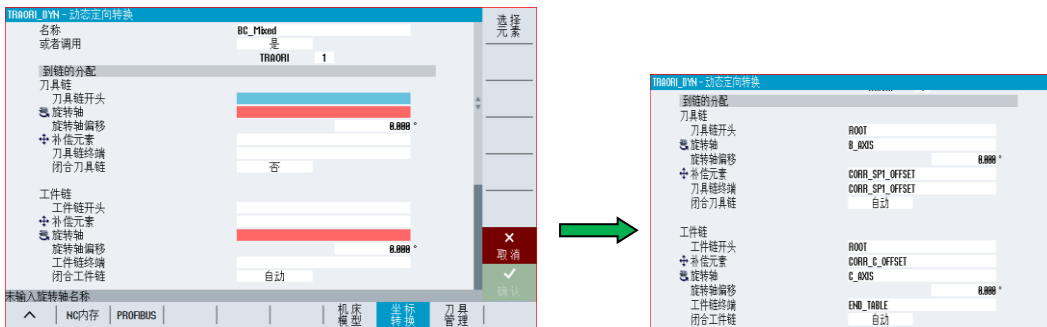


3) 03 混合式 (B_Head+C_Table) :



输入变换名称，并在“或者调用”处选择“是”；

将光标置于刀具链开头处，按“选择元素”，去运动链中选择相应的元素，后续依次选择元素在空白处；



继续完成后续参数设置:

线性轴				
机床轴X	X_AXIS			
机床轴Y	Y_AXIS			
机床轴Z	Z_AXIS			
属性 (转换)				
接受NPU中的回转轴偏移				是
极插补时的终角公差				0.000 °
刀具定向的终角公差				1.000 °
刀具基本定向				
方向矢量	0.000	0.000		1.000
正常矢量	0.000	1.000		0.000
忽略有效刀具				否

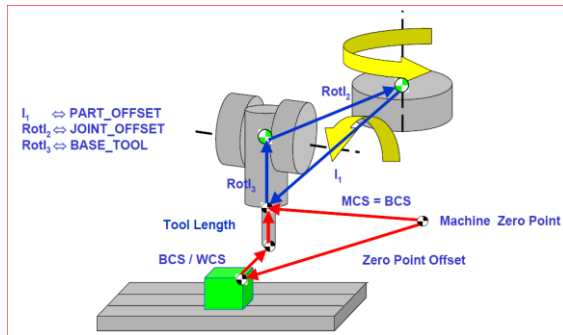
至此，五轴功能的设定就算是完成了，接下来需要做两件事：1、得到具体的几何数据；2、验证五轴设定。

2.4.3 几何数据的取得

硬件要求：1、检棒；2、千分表；3、带刀柄球头检棒

几何数据的取得主要有两种途径：1、成品机械部件，可由制造商提供几何尺寸；2、机床在机测量；(注：1、不是所有的几何尺寸都能或有必要测量；2、如果旋转轴的旋转有限位限制，则需另想他法，以下为举例：

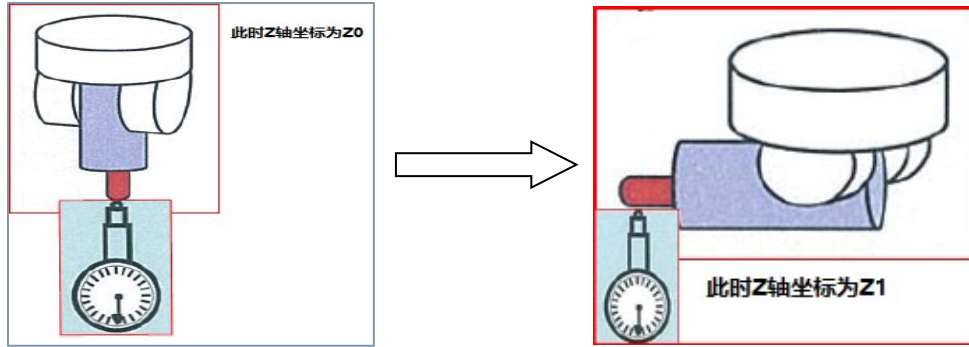
1) CA 摆头



Base_Tool 的 Z 向的测量可以利用测头或检棒(长度 L 和半径 R)，分别在 A 轴 0 度和 90 度位置测得 Z 轴坐标值 Z0 和 Z1，于是： $Base_Tool[2]=Z0+L-Z1-R$;

Offset	
Name	SP_OFFSET
Offset (X)	0
Offset (Y)	0
Offset (Z)	100

测量过程参考下图：

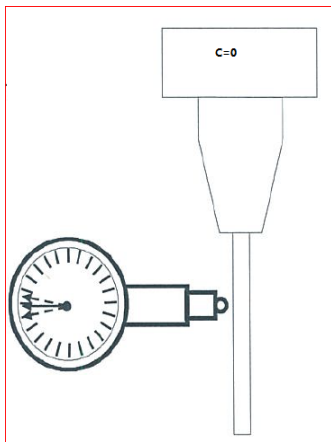


Joint_Offset 的 X、Y 向的测量，可以通过旋转 C 轴 180 度，打检棒的侧母线，计算得之。

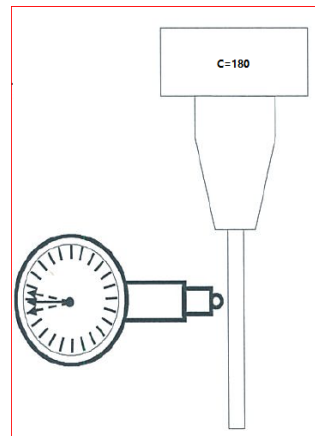
Offset	
Name	A_OFFSET
Offset (X)	0
Offset (Y)	0
Offset (Z)	0

测量方法见下图：

此时 X 轴的坐标为 X0



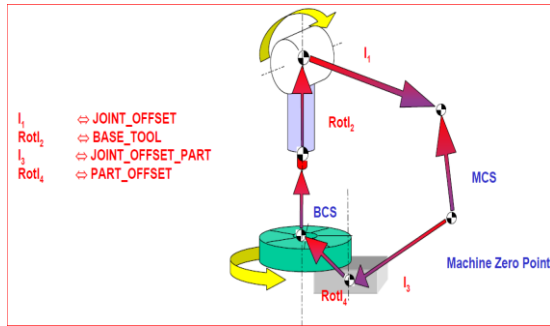
此时 X 轴的坐标为 X1



Joint_Offset 的 X 方向的偏置为：(X0-X1)/2

同样，将千分表移至 Y 方向，C 轴旋转 C=0 和 C=180，可计算出 Joint_Offset 的 Y 方向偏置。

2) BC 混合



Base_Tool 的 Z 向测量与 1) 中相同;

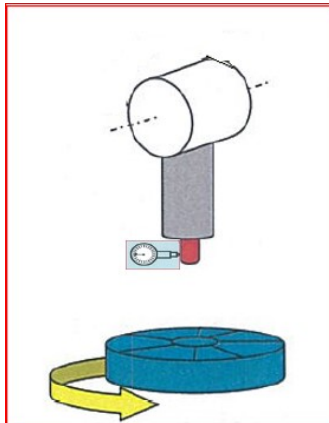
Offset	
Name	SP_OFFSET
Offset (X)	0
Offset (Y)	0
Offset (Z)	15

Joint_Offset_Part 的 X、Y 向的测量可将机床直接定位在转台的回转中心，可以直接读取坐标值;

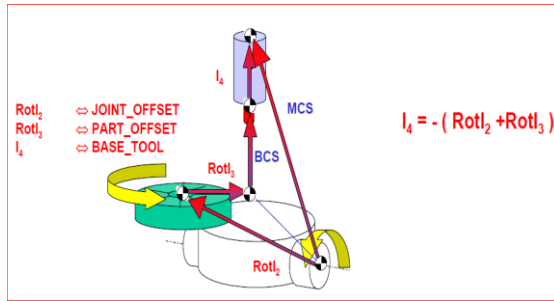
Offset	
Name	C_OFFSET
Offset (X)	50
Offset (Y)	30
Offset (Z)	0

测量方法如下图:

B=0, 表座吸在 C 轴工作台上, 运行 C 轴一圈, 表读数不变, 即定位在 C 轴回转中心, 此时读取 X、Y 轴坐标即可;



3) AC 摆台

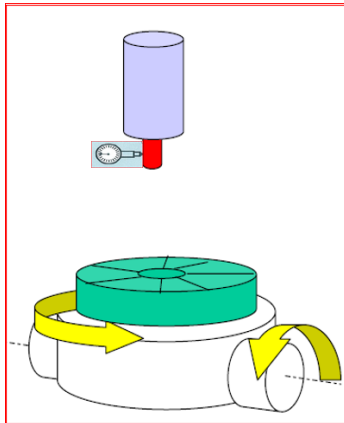


Base_Tool 的测量大部分可以通过想办法定位机床到旋转轴的回转中心，进而读取坐标值取得；

Offset_parallel	
Name	A_OFFSET
Offset (X)	111.1
Offset (Y)	112.2
Offset (Z)	-113.3

测量方法如下图：

A=0，表座吸在 C 轴工作台上，运行 C 轴一圈，表读数不变，即定位在 C 轴回转中心，此时读取 X、Y 轴坐标即可；

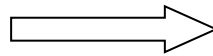
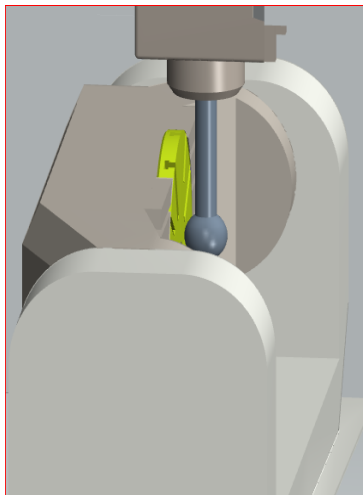


Joint_Offset 的 Z 向测量可利用 A 轴分别在-90 度和 90 度测量 C 轴的转台表面，测得两个 Y 轴坐标 Y1、Y2， $Joint_Offset[2]=(Y1-Y2+D)/2$ ，D 为球头直径；等等。

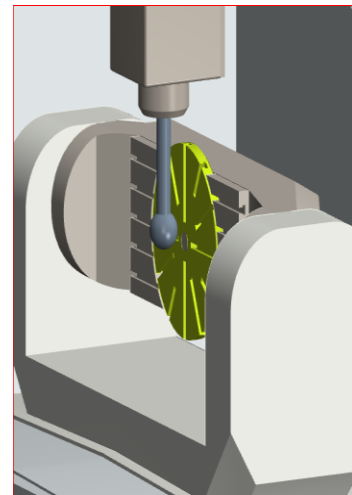
Offset	
名称	C_OFFSET
偏移 (X轴)	0
偏移 (Y轴)	0
偏移 (Z轴)	50

测量方法如下图：

此处 A=90, Y 轴坐标为 Y1



此处 A=-90, Y 轴坐标为 Y2



以上的测量方法，当机床类型不同时，需要做相应的变通。

2.4.4 五轴设定的初步验证

硬件要求：1、球头检棒；2、千分表；



球头检棒



千分表

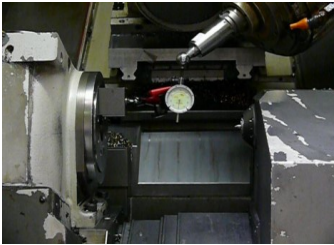
五轴机床设定完成后，所输入的几何尺寸都不是非常精确的，因此最好使用五轴标定循环对该机床进行标定，这样可以获得相对较高的精度；在此之前，可以用球头检棒和千分表进行初步的验证，可以初步验证所输入的几何尺寸没有过多的偏差，参见以下步骤：

一、夹装球头检棒和千分表：

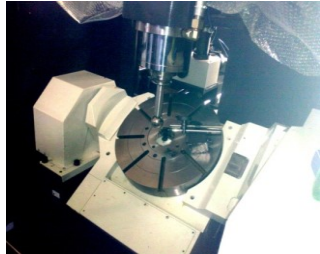
1) 摆头型



2) 混合型



3) 摆台型



二、在 MDA 模式下激活五轴转换，然后用手轮(在手动方式下)或指令(MDA 方式下)做旋转轴的运动(此时，直线轴做相应的补偿运动)：

1) 设定当前点为 G54 零点；

2) 编程如下(激活 M00/M01)(以 CA 摆头为例)：

G54；

TRAORI；

G54 G90 G01 C0 A0 F1080 ;(当 A 轴运动, C=0 时: YZ 补偿运动; C=90 时: XZ 补偿运动)

A-90 ;

M00 ;

A90 ;

M00 ;

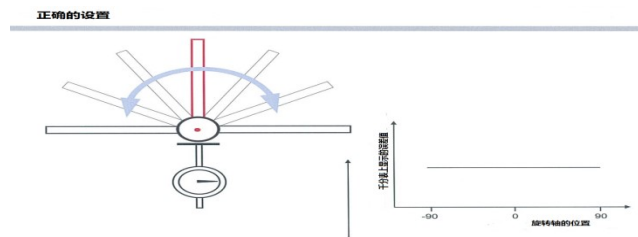
TRAFOOF ;

M30 ;

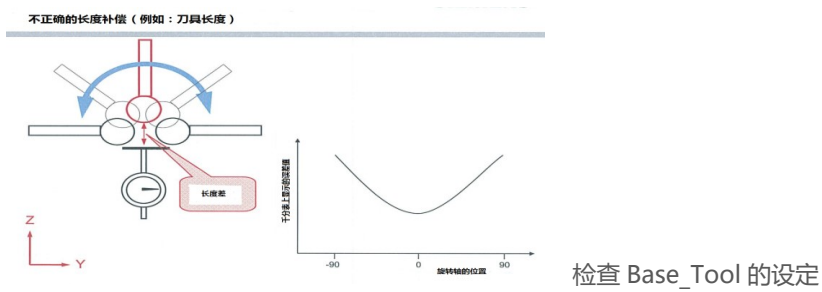
3) 运行程序, 并检查千分表的读数;

三、根据千分表的误差情形, 进行相应的补偿(球头检棒的长度值指的是从刀具参考点到球心的距离):

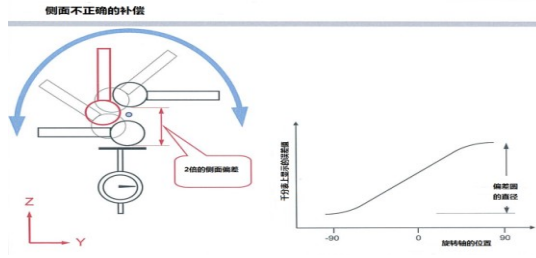
1、几何数据正确时的情形



2、长度方向数据不正确时的情形(需要首先检查刀具长度)



3、X、Y(侧面)方向数据不正确时的情形(需要检查旋转轴的回转中心的坐标)



检查 Joint_Offset 的设置

进行五轴设定的初步验证时，夹紧千分表时注意两点：1、表的臂杆尽量短，以保证足够的刚性；2、表针尽量指向最大的半径处。

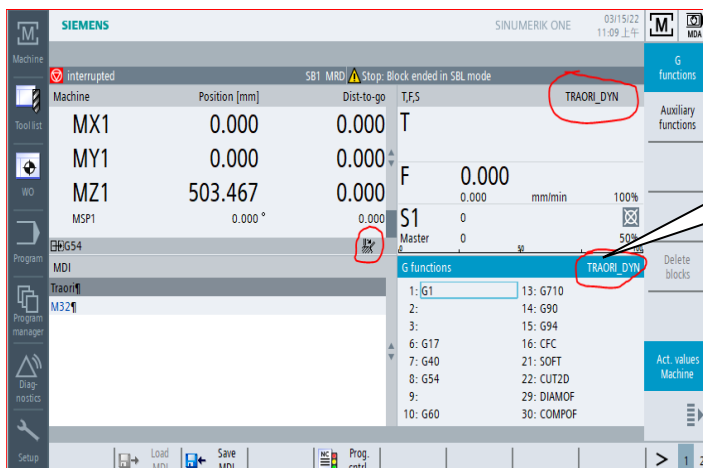
2.5 其它变换类型

对于五轴机床，除了能进行正常的五轴铣削加工外，还具备其它场合加工的能力，因此除了设定 TRAORI_DYN 动态五轴变换以外，还可能需要进行以下变换类型的设定：

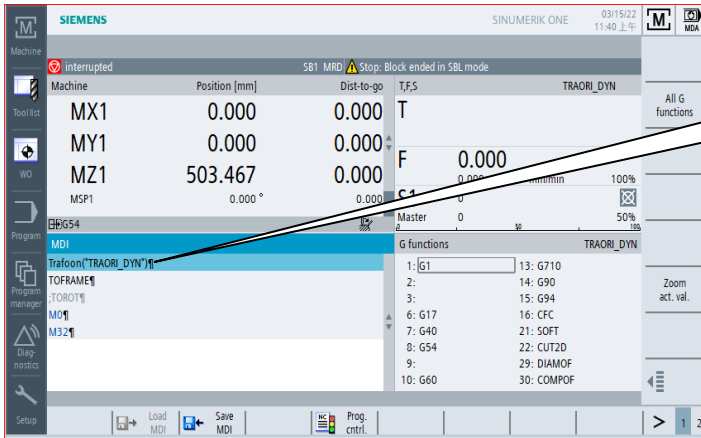
- TRAORI
---TRAORI_STAT: 静态五轴变换，如引入车削五轴变换
- TRANSMIT_K: 端面铣削加工
- TRACYL_K: 圆周侧面铣削加工
- TRAANG_K: 倾斜角变换
- TRAIINT: 插补车运动变换

2.6 五轴功能的状态监测

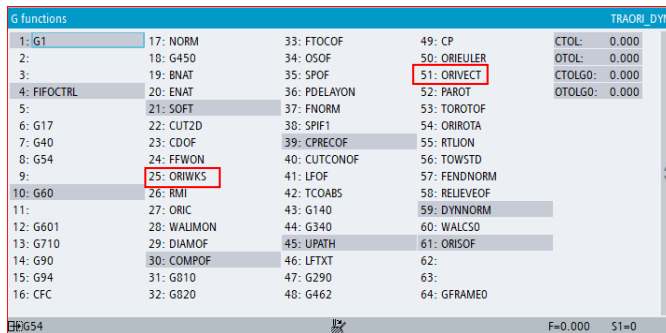
五轴转换激活



TRAORI_DYN : 表示 5 轴转换激活，传统方法
设置时，显示 TRAORI



2.6.1 五轴工艺指令 1



ORIWKS/ORIMKS:

ORIWKS: 刀具定向以工件坐标系为参考;

ORIMKS: 刀具定向以机床坐标系为参考;

ORIWKS 是基本设定, 一般地, 如果一个五轴程序不明确用于何种机床, ORIWKS 是首选;

ORIMKS 可以用于程编实际的机床运动, 以防止夹具碰撞等情形;

ORIXES/ORIVECT:

ORIXES: 从起点到终点机床或定向轴直线插补;

ORIVECT: 定向矢量运行在从起点到终点的一个平面内(即所谓的大圆插补);

ORIXES: 推荐用于面铣或三维自由曲面的模具制造加工;

ORIVECT: 推荐用于侧壁铣或航空结构件的加工;

2.6.2 五轴工艺指令 2

G functions				TRAORI_DYN
1: G1	17: NORM	33: FTOCOF	49: CP	CTOL: 0.000
2:	18: G450	34: OSOF	50: ORIEULER	OTOL: 0.000
3:	19: BNAT	35: SPOF	51: ORIVECT	CTOLG: 0.000
4: FIFCTRL	20: ENAT	36: PDELAYON	52: PAROT	OTOLG: 0.000
5:	21: SOFT	37: FNORM	53: TOFRAME	
6: G17	22: CUT2D	38: SPIF1	54: ORIROTA	
7: G40	23: CD0F	39: CPRECOF	55: RTUON	
8: G54	24: FFWON	40: CUTCONOF	56: TOWSTD	
9:	25: ORIWKS	41: LFOF	57: FENDNORM	
10: G60	26: RMI	42: TCOABS	58: RELUEVOF	
11:	27: ORIC	43: G140	59: DYNORM	
12: G601	28: WALIMON	44: G340	60: WALCSO	
13: G710	29: DIAMOF	45: UPATH	61: ORISOF	
14: G90	30: COMPOF	46: LFTXT	62:	
15: G94	31: G810	47: G290	63:	
16: CFC	32: G820	48: G462	64: GFRAMEO	

机床号: 54 报警: 报警清除 F=0.000 S1=0

TOFRAME/TOROT:

TOFRAME: 定义一个 Z 轴方向与刀具定向一致的工件坐标系(删除已经激活的 FRAME);

TOROT: 定义一个 Z 轴方向与刀具定向一致的工件坐标系; (保留已经激活的 FRAME);

TOROT 指令对于保证加工的一致性以及加工斜面孔时由于断电或断刀需要沿刀具方向退回的情形很有用;

使用 TOROT 进行刀具退回的操作过程如下:



选择“机床”操作区



选择MDA操作方式，并且编程如下

```
N10 TRAORI ; 激活五轴功能
N20 TOROT ; 计算和选择返回的FRAME
N30 G1 G91 Z50 F500 ; 在Z方向增量返回50mm
N40 TOROTOF ; 勿忘取消TOROT指令
N50 M17 ; 子程序结束
```



选择单段模式



按“循环启动”一段一段启动程序

手动实现刀具退回时，注意 Z 轴必须为几何轴；

TOROT 指令是用来定义 Z 轴方向的旋转，用于 G17 平面的铣加工；而对于车削或 G18、G19 平面时，有

以下新指令：

TOROTX

TOROTY

TOROTZ (等同于 TOROT)

1.7 RESET, POWER ON, 方式转换

坐标转换在 RESET, POWER ON, 方式转换后是否保持。

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK Bit0,2,7=1

20110:\$MC_RESET_MODE_MASK = 140C1H	
<input checked="" type="checkbox"/>	Bit 0: 复位模式
<input type="checkbox"/>	Bit 1: 选刀时封锁辅助功能的输出
<input type="checkbox"/>	Bit 2: 上电后的复位特性
<input type="checkbox"/>	Bit 3: 测试方式结束
<input type="checkbox"/>	Bit 4: 预留
<input type="checkbox"/>	Bit 5: 预留
<input checked="" type="checkbox"/>	Bit 6: 刀具长度补偿激活
<input checked="" type="checkbox"/>	Bit 7: 动态转换激活
<input type="checkbox"/>	Bit 8: 轴耦合激活
<input type="checkbox"/>	Bit 9: 切向补偿激活
<input type="checkbox"/>	Bit 10: 同步主轴
<input type="checkbox"/>	Bit 11: 旋转进给率
<input type="checkbox"/>	Bit 12: 几何轴更换

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK Bit7=1

20112:\$MC_START_MODE_MASK = 480H	
<input type="checkbox"/>	Bit 0: 未占用
<input type="checkbox"/>	Bit 1: 刀具选择时禁止辅助功能
<input type="checkbox"/>	Bit 2: 未占用
<input type="checkbox"/>	Bit 3: 未占用
<input type="checkbox"/>	Bit 4: G代码 “当前平面”
<input type="checkbox"/>	Bit 5: G代码 “可设置零点偏移”
<input type="checkbox"/>	Bit 6: 激活刀具长度补偿
<input checked="" type="checkbox"/>	Bit 7: 激活运动转换
<input type="checkbox"/>	Bit 8: 联动轴
<input type="checkbox"/>	Bit 9: 切线校正
<input checked="" type="checkbox"/>	Bit 10: 同步主轴
<input type="checkbox"/>	Bit 11: 未占用
<input type="checkbox"/>	Bit 12: 几何轴更换

MD20140 \$MC_TRAFO_RESET_VALUE

通道机床数据		CH1:CHAF	
20132	\$MC_SUMCORR_RESET_VALUE	0	re
20140	\$MC_TRAFO_RESET_VALUE	0	re
20142	\$MC_TRAFO_RESET_NAME		re
20144	\$MC_TRAFO_MODE_MASK	0H	re
20147	\$MC_ZERO_CHAIN_ELEM_NAME		re
20150[0]	\$MC_GCODE_RESET_VALUES	2	re
20150[1]	\$MC_GCODE_RESET_VALUES	0	re
20150[2]	\$MC_GCODE_RESET_VALUES	0	re
20150[3]	\$MC_GCODE_RESET_VALUES	3	re
20150[4]	\$MC_GCODE_RESET_VALUES	0	re
20150[5]	\$MC_GCODE_RESET_VALUES	4	re
20140	TRAFO_RESET_VALUE	C03	F2, TE4, M1
-	启动 (复位/零件程序结束) 时选择的坐标转换数据组	BYTE	复位
-			
系统	尺寸 缺省值	最小值	最大值 保护等级 Class
standard	- 0, 0, 0, 0, 0...	0	20 7/2 M

说明

该数据用于确定系统启动、复位、零件程序结束或启动时被调用的坐标转换数据组。在系统启动、复位、零件程序结束时的特性由机床数据 20110 \$MC_RESET_MODE_MASK 确定。在零件程序启动时的特性由机床数据 20112 \$MC_START_MODE_MASK 确定。

关联数据:

机床数据 20110 \$MC_RESET_MODE_MASK

机床数据 20112 \$MC_START_MODE_MASK

MD20144 \$MC_TRAFO_MODE_MASK

20144:\$MC_TRAFO_MODE_MASK = 0H	
<input type="checkbox"/>	Bit 0: 持续选中转换
<input type="checkbox"/>	Bit 1: 启动后需重新选择转换

说明

以下位可以设置动态转换的特定功能:

位 0=0:

缺省设置。

位 0=1:

机床数据 20140 \$MC_TRAFO_RESET_VALUE 确定的转换一直生效, 也就是说, 该转换也可由 TRAFOOF 选中并且不显示在屏幕上。前提是机床数据 20140 \$MC_TRAFO_RESET_VALUE 确定的转换在机床数据 20110 \$MC_RESET_MODE_MASK 中和机床数据 20112 \$MC_START_MODE_MASK 中进行了选择, 即:

机床数据 20110 \$MC_RESET_MODE_MASK 位 0=1, 位 7=0

机床数据 20112 \$MC_START_MODE_MASK 位 7 = 1

机床数据 20118 \$MC_GEOAX_CHANGE_RESET= TRUE

位 1=0:

缺省设置。

位 1=1:

控制系统启动后需要重新选择上次生效的转换, 另外还要设置机床数据 20110 \$MC_RESET_MODE_MASK 位 0=1, 位 7=1。

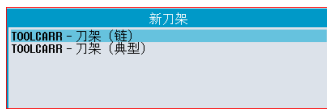
3、Cycle800 设置



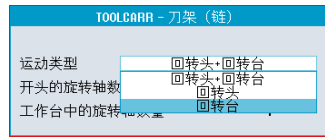
Cycle800 主要用于倾斜面的加工，即 3+2 轴的静态平面转换，使用 Cycle800 之前需要首先进行设置，具体设置步骤为：

1)、设定必要的参数：MD18088、MD28082、MD28083、MD52212 等(参见下文)；

2)、在“坐标转换”页面选择“新建” ，选择运动链类型；



3)、根据机床结构选择变换类型：



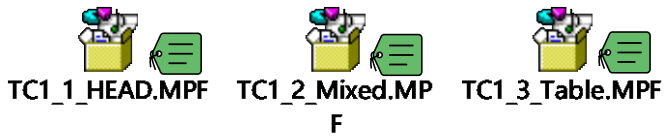
4)、在设定页面进行变换的设定，运动链元素通过  从前面建立的运动链(机床模型)中选取；



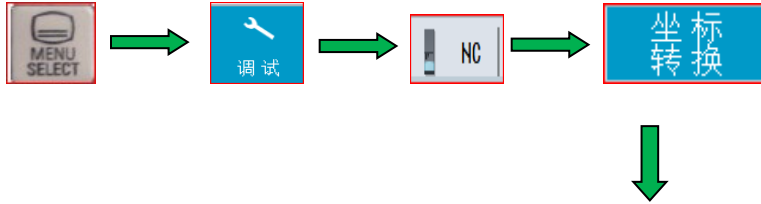
5)、完成其它相关的设定，如回退等；



如果所设定的机床为前述三种机型之一，则可以通过运行相应的程序完成 Cycle800 设置(例程设为第 9 组，可自行根据 MD18088 的数量进行更改)；

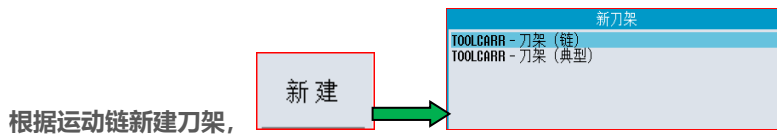


根据运动链设置 CYCLE800 的步骤如下:



序号	名称	Top	
KT 1	TRAORI_DYN11	TRAORI_DYN	新建
KT 2	TRACYL_KIN	TRACYL_K	
KT 3	TRANSMIT_KIN	TRANSMIT_K	
KT 4			
KT 5			
KT 6			
TC 1			复制
TC 2			
TC 3			
TC 4			
			删除

机床类型: 坐标转换 刀具管理



根据运动链新建刀架,

1) 摆头型(AC Head)

TOOLCARR - 刀架 (链)	
运动类型	回转头
开头的旋转轴数量	2
工作台中的旋转轴数量	0

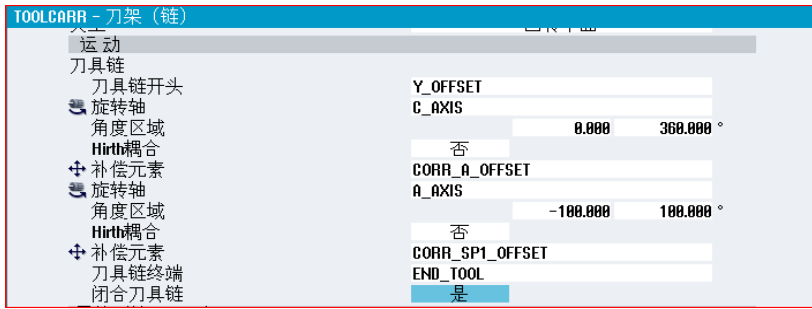
确认

输入名称, “使能”选“是”, 类型为“回转平面”; 光标置于空白处:

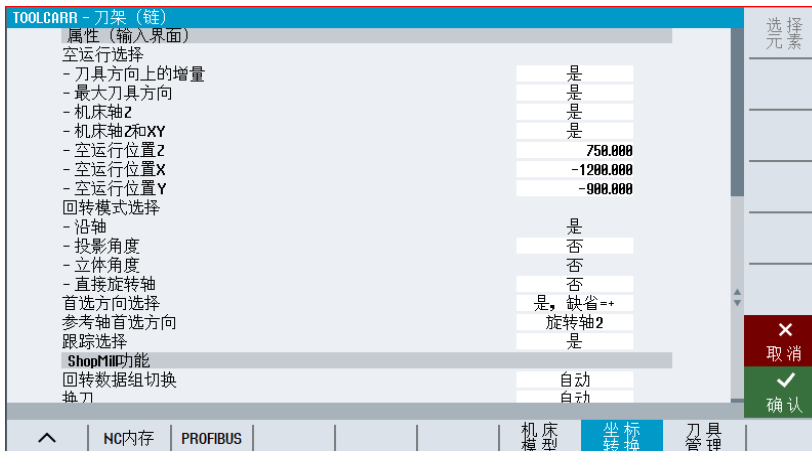
TOOLCARR - 刀架 (链)		急停
名称	AC_Head	X 取消
使能	是	
类型	回转平面	✓ 确认
输入轴		
刀具链		
刀具链开头		
旋转轴		
补偿元素		
旋转轴		
补偿元素		
刀具链终端		
闭合刀具链	否	
属性 (输入界面)		
空运行选择		
- 刀具为向上的增量	否	
刀具为正向的增量		
未输入刀具链终端的名称		

机床类型: 坐标转换 刀具管理

用“选择元素”填写空白处如下，输入两个旋转轴角度范围，并最后闭合工件链；

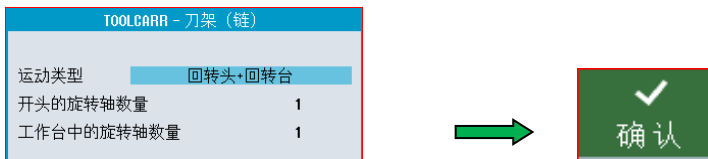


最后输入其它刀架信息：

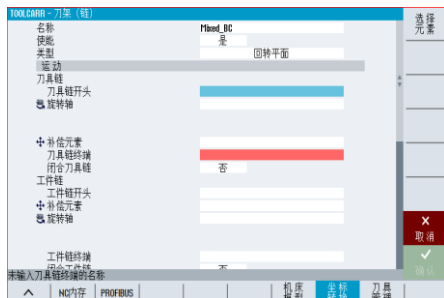


XYZ 的空运行位置可根据机床实际情况设定，然后“确认”，完成设置；

2) 混合型(B head+C table)



输入名称，“使能”选“是”，类型为“回转平面”；光标置于空白处：



用“选择元素”填写空白处如下，输入两个旋转轴角度范围，并最后闭合刀具和工件链；

运动	
刀具链	
刀具链开头	X_OFFSET
旋转轴	B_AXIS
角度区域	-38.000 180.000 °
Hirth耦合	否
补偿元素	CORR_SP_OFFSET
刀具链终端	END_TOOL
闭合刀具链	是
工件链	
工件链开头	Y_OFFSET
补偿元素	CORR_C_OFFSET
旋转轴	C_AXIS
角度区域	0.000 360.000 °
Hirth耦合	否
工件链终端	END_TABLE
闭合工件链	是

最后输入其它刀架信息：

属性 (输入界面)		
空运行选择	是	
- 刀具方向上的增量	是	
- 最大刀具方向	是	
- 机床轴Z	是	
- 机床轴Z和XY	是	
- 空运行位置Z	750.000	
- 空运行位置X	700.000	
- 空运行位置Y	950.000	
回转模式选择		
- 沿轴	是	
- 投影角度	否	
- 立体角度	否	
- 直接旋转轴	否	
首选方向选择	是, 缺省**	
参考轴首选方向	旋转轴1	
跟踪选择	是	
ShopMill功能		
回转数组切换	自动	
换刀	自动	

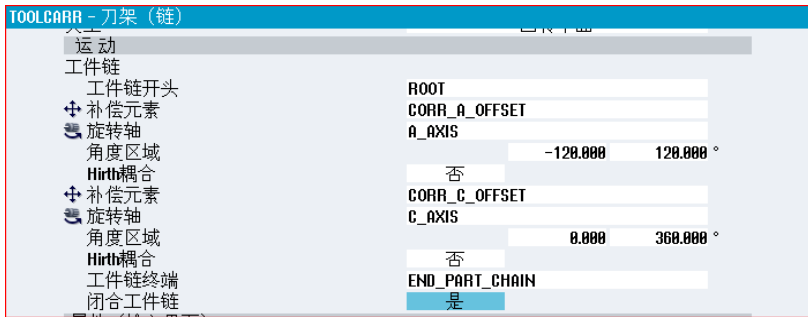
XYZ的空运行位置可根据机床实际情况设定，然后“确认”，完成设置；

3) 摆台型(AC table)

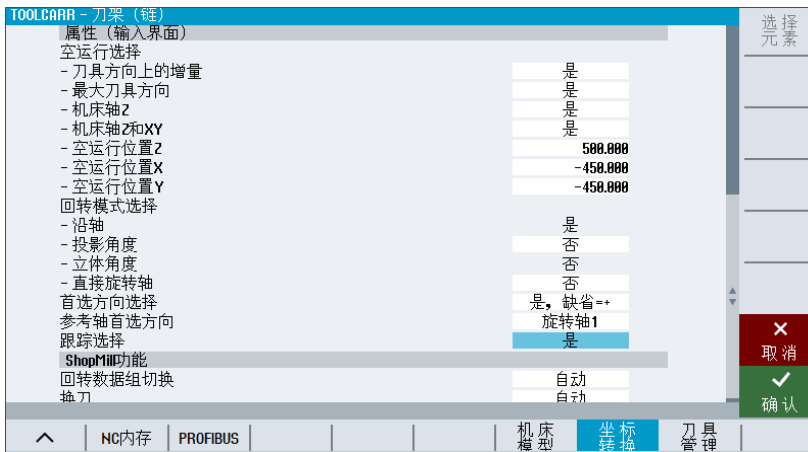
输入名称，“使能”选“是”，类型为“回转平面”；光标置于空白处：

名称	AC_TABLE
使能	是
类型	回转平面
运动	
工件链	
工件链开头	
补偿元素	
旋转轴	
补偿元素	
旋转轴	
工件链终端	否
闭合工件链	
属性 (输入界面)	
空运行选择	否
- 刀具方向上的增量	
跟踪选择	
换刀	

用“选择元素”填写空白处如下，输入两个旋转轴角度范围，并最后闭合工件链；



最后输入其它刀架信息：



XYZ 的空运行位置可根据机床实际情况设定，然后“确认”，完成设置；

3.1 参数设置

3.1.1 Toolholder 数量

MD18088 \$MN_MM_NUM_TOOL_CARRIER	系统最大 ToolHolder 数量
> 0	

3.1.2 系统框架 (Frame)

3.1.2.1 系统 Frame 存储空间

MD28083 \$MC_MM_SYSTEM_DATAFRAME_MASK	系统 Frame 分配 (SRAM)
= 7BFH	
Bit 2 = 1	工作台旋转 Frame (TCARR 和 PAROT \$P_PARTFRAME)
Bit 3 = 1	刀具 Frame (TOROT and TOFRAME \$P_TOOLFRAME)
Bit 4 = 1	工件 Frame (\$P_WPFRAME)

3.1.2.2 系统 Frame

MD28082 \$MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK	System frames (SRAM)
= 3DH	
Bit 2 = 1	TCARR and PAROT
Bit 3 = 1	TAROT and TOFRAME
Bit 4 = 1	Workpiece reference points
Bit 5 = 1	System frame for cycles

3.1.2.3 复位后保留系统 Frame

MD24006 \$MC_CHSFRAME_RESET_MASK	复位后, 保留的系统 Frame
= 11H	
Bit 4	系统工件框架 (workpiece Frame)
= 0	不保留
= 1	保留, 继续激活

3.1.2.4 复位后删除的系统 Frame

MD24007 \$MC_CHSFRAME_RESET_CLEAR_MASK	复位后, 删除的系统 Frame
= 10H (建议设置 0H)	
Bit 4	系统工件框架 (workpiece Frame)
= 0	不删除
= 1	删除

3.1.2.5 上电后, reset 的 Frame

MD24008 \$MC_CHSFRAME_POWERON_MASK	上电后, 复位系统 Frame
= 1CH	
Bit 2	工作台 Frame (PAROT)
= 0	不复位

= 1	复位
Bit 3	刀具 Frame (TOROT,..)
= 0	不复位
= 1	复位
Bit 4	工件 Frame
= 0	不复位
= 1	复位

3.1.2.6 上电后，激活的用户工件坐标系 Frame

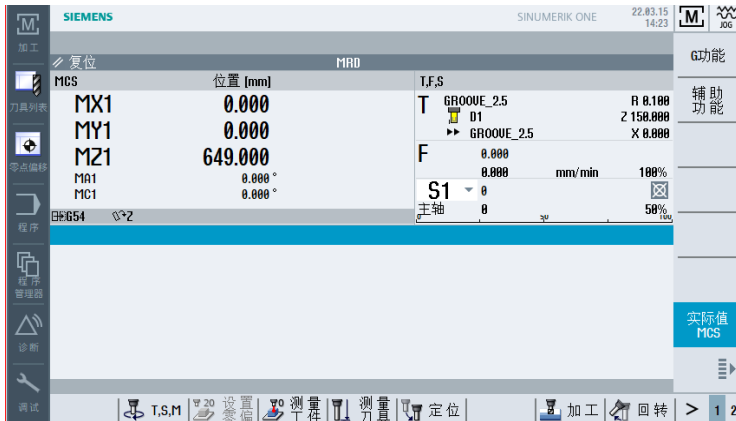
MD24080 \$MC_USER_FRAME_POWERON_MASK	激活的工件坐标系
= 0H	
Bit 0	
= 0	上电后，不激活工件坐标系
= 1	上电后，激活上次激活的坐标系 MD20152 \$MC_GCODE_RESET_MODE[7] = 1

3.1.3 激活手动摆动菜单

3.1.3.1 菜单显示

MD52212 \$MCS_FUNCTION_MASK_Tech	Cross-technology function mask
Bit 0 = 1	激活  回转 菜单

显示  回转 菜单



3.1.4 CYCL800 设置窗口的配置

SD55221 \$SCS_FUNKTION_MASK_SWIVEL_SET		Function screen, swiveling CYCLE800
= CH		
Bit 0	Input field "No swiveling"	
= 0	Hide	
= 1	Display	
Bit 1	Select text when retracting "Z, ZY" or "Fixed position 1/2"	
= 0	Display text Z = "Z", display text Z, XY = "Z,XY"	
= 1	Display text Z = "Fixed point 1", Display text Z, XY = "Fixed point 2".	
Bit 2	Select, permit "deselection" of the swivel data set selection field is not displayed	
= 0	If deselection is not permitted, the "Swivel data set" (TC) in the "Swivel" input screen.	
= 1	Deselection permitted HUNDRED MILLIONS position If you wish to modify the retraction version "Z" or "Z, XY" via the manufacturer cycle CUST_800.SPF, the neutral text "Fixed point 1" and "Fixed point 2" can be displayed.	

	see also swivel data set parameter \$TC_CARR37
Bit 3	Displays the active swivel plane under swivel in JOG. The setting in the swivel function screen acts on all swivel data sets.
Bit 4	Positioning in the basic position (pole position) of the kinematics
= 0	Evaluation of the input values in pole position of the machine kinematics
= 1	Compatibility
Bit 6	Do not list swivel mode "direct" under swivel in JOG

3.1.5 附加设定

MD10602 \$MN_FRAME_GEOAX_CHANGE_MODE	几何轴转换模式
= 1	
= 1	几何轴转换后, 重新计算坐标系 (selecting/deselecting TRAORI) 。

MD11450 \$MN_SEARCH_RUN_MODE	程序段搜索
= 2H	
Bit 1 = 1	程序段搜索后, 激活 PROG_EVENT.SPF 子程序, 重新定位激活 TCARR 的旋转轴的角度。

3.1.6 角度刀具

MD18114 \$MM_ENABLE_TOOL_ORIENT	角度刀具
= 2	
= 0	角度刀具矢量无效
= 2	激活角度刀具的矢量

3.1.7 Toolholder 旋转轴模式

MD20196 \$MC_TOCARR_ROTAX_MODE	轴位置不明确时的回转轴设置
= 2	
Bit 0 = 1	用于 1 轴刀具托架的回转轴模式
Bit 1 = 1	用于 2 轴刀具托架的回转轴模式

3.1.8 复位、启动状态

3.1.8.1 复位状态

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK	RESET 和程序结束初始状态
= 4045H	
Bit 14 = 1	计算基本和系统 Frame

3.1.8.2 启动状态

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK	程序启动状态
= 400H	

3.1.8.3 缺省 Toolholder

MD20126 \$MC_TOOL_CARRIER_RESET_VALUE	复位激活的 Toolholder 号
= 0	
= 0	复位后, 不激活 Toolholder
= > 0 (n)	复位激活的 Toolholder 号

3.1.9 缺省 G 代码

MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES[]	缺省 G 代码
[41] = 1	TCOABS
[51] = 2	PAROT
[52]	鼠牙盘结构的旋转轴, TOROT 指令自动产生补偿 Frame (\$P_TOOLFRAME), 分度轴的 CYCLE800 设置 TOROT
= 1	TOROTOF
= 2	G17 (TOROT)

= 3	G18 (TOROTY)
= 4	G19 (TOROTX)

3.1.10 旋转轴角度编程格式

MD21100 \$MC_ORIENTATION_IS_EULER	旋转轴角度编程格式
= 0	
= 0	RPY 编程
= 1	EULER 编程

3.1.11M 代码调用 ToolHolder

MD22530 \$MC_TOCARR_CHANGE_M_CODE	调用 TCARR 的 M 代码
= 0	
= 0	无
< 0	M 代码 = M (- (设置值) + TCARR 号)

3.1.12 TOFRAME、TOROT 和 PAROT 时的框架定义

3.1.12.1 框架定义

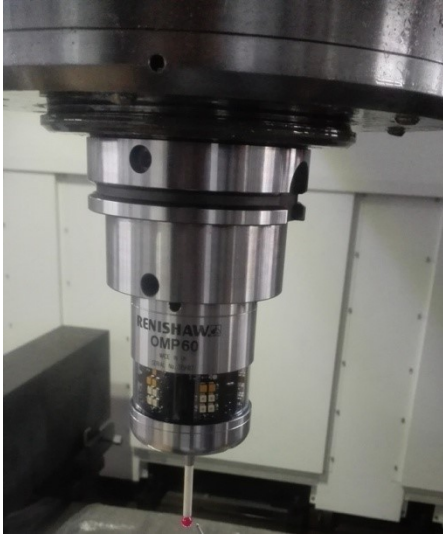
SD42980 \$SC_TOFRAME_MODE	TOFRAME、TOROT 和 PAROT 时的框架定义
= 2000	

3.1.12.2 TCARR 精确补偿

SD42974 \$SC_TOCARR_FINE_CORRECTION	TCARR 精确补偿
= 0	
= 0	无精确补偿
= 1	\$TC_CARR41[n]作为 TCARR 的精确补偿变量

4、运动几何标定循环 (CYCLE9960)

硬件要求: 1、三维测头; 2、标定基准球;



三维测头



标定基准球

CYCLE9960 运动几何矢量标定循环, 自动测量运动几何参数。使用 Cycle9960 标定五轴机床的步骤如下(强烈建议在完整读完本章内容, 并且完全理解后再执行标定工作):

1)、激活选项;

6FC5800-0BP18-0Yx0 和 6FC5800-0BP28-0Yx0

2)、检查参数设定;

MD18088>=1; MD18866>=1; MD18880=50;

SD54780 Bit2=1; SD55613=3; SD55630 和 SD54611=100mm/min;

3)、采用手动方式, 完成对测头的标定, 包括直径和长度, 尤其是长度的标定最好采用量块以保证精度, 而直径则采用环规来标定; 精确的测头标定是五轴标定准确的前提;

4)、编写标定程序如下(程序中设定参数的赋值为 AC 摆台摇篮五轴, 其它结构机床需做相应变化):

```

$SCS_MEA_KIN_DM_TOL=0 ; channel SD55644
$SCS_MEA_KIN_MODE[0]=6 ;channel SD55645
$SCS_MEA_KIN_MODE[1]=4 ;channel SD55645
$SCS_MEA_KIN_BALL_VEC[0]=0 ;channel SD55649
$SCS_MEA_KIN_BALL_VEC[1]=1 ;
$SCS_MEA_KIN_BALL_VEC[2]=-1 ;
$SCS_MEA_FEED_POS_DEG=1000 ;channel SD55637

```

```

G17 G90 G71 G64 G54 ;T="3D_999"
CYCLE800()
TRAFOOF
M11 ;Unclamp 1st rotary axis
M21 ;Unclamp 2nd rotary axis
SUPA G0Z0
G0 X0 Y0 B0 C0
G0 Z20
CYCLE150(31,1,"CHAIN_9960_REPORT2.TXT") ;report file name
CYCLE800(0,"TC1",200000,45,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,,101)
CYCLE9960(11200,"TC1",1,25.40828,0,-
90,30,5,0,0,0,280,5,0,0.1,10,7,1,1,0,1)

```

```

SUPA G0Z0
M17

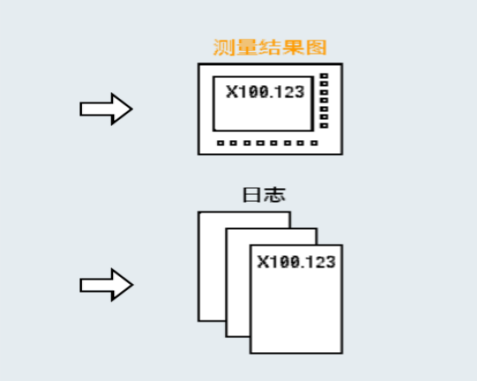
```

程序说明:

参数	说明	备注
SD55644	标准球的直径公差。 如果SD55644>0, 则运动测量时会检查所测得的标准球直径是否在公差范围内	
SD55645 [0]:第一回转轴 [1]:第二回转轴	线性矢量的自由分量。 个位: 0=计算线性矢量的所有分量 1=X轴自由分量采用SD55646的值 2=Y轴自由分量采用SD55646的值 3=Z轴自由分量采用SD55646的值 4=X轴自由分量保留有效坐标转换中的值 5=Y轴自由分量保留有效坐标转换中的值 6=Z轴自由分量保留有效坐标转换中的值	
SD55649 [0]:X轴 [1]:Y轴 [2]:Z轴	标准球保持架的矢量 从标准球指向保持架, 如本例中, 标准球在 B0C0时, 从标准球指向保持架是Y+Z-, 则 SD55649[0]=0, SD55649[1]=1, SD55649[2]=-1	

SD55637	两次测量之间定位回转轴时的进给率	

CYCLE150:测量报告:



测量结果图

日志

测量结果

测量结果图 开

显示模式 NC启动

日志 开

记录类型 标准记录

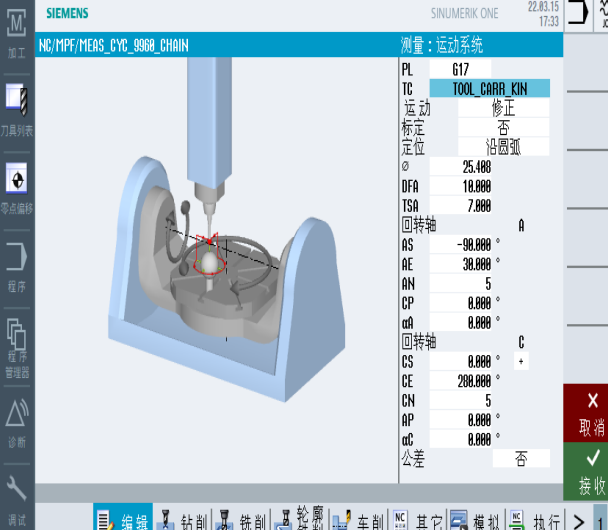
记录格式 文本格式

记录数据 新时间

记录存储位置 同零件程序

记录文件名称
CHAIN_9960_REPORT2 .TXT

CYCLE9960:运动链标定:



SIEMENS SINUMERIK ONE 22.03.15 17:33

NC/MPF/MEAS_CYC_9960_CHAIN 测量:运动系统

PL 617

TC TOOL_CARR_KIN

运动 修正 否

标定 否

定位 沿圆弧

∅ 25.400

DFA 10.000

TSA 7.000

回转轴 A

AS -90.000°

AE 30.000°

AN 5

CP 0.000°

ca 0.000°

回转轴 C

CS 0.000° +

CE 200.000°

CN 5

AP 0.000°

ac 0.000°

公差 否

取消 接收

运动	修正: 测量结果补偿到运动链 仅测量: 测量结果不补偿到运动链, 仅显示测量结果
标定	是: 重新标定测头 否: 不重新标定
定位	与轴平行: 采用十字定位测量方式 沿圆弧: 圆弧测量方式
∅	标准球直径
DFA	测量行程
TSA	测量结果的置信范围
axis1S	回转轴 1 的起始角度
axis1E	回转轴 1 的终点角度
axis1N	回转轴 1 测量点数量
axis2P	测量回转轴 1 时, 回转轴 2 的位置
αaxis1	测量回转轴 1 时, 标准球的接触角

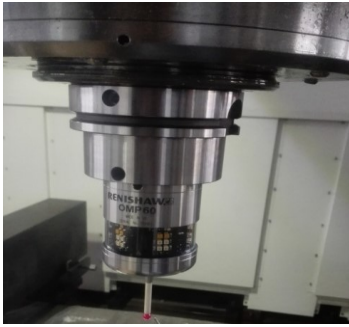
注意: 1)、选定标定点时, 注意测量起点(DFA)的选取必须足够长, 否则会报警;

2)、选取标定点时, 注意测头与基准球的干涉, 避免在标定时发生碰撞;

在执行五轴标定之前, 必须先进行测头的标定, 具体内容参见第 5 章。

5、3D 测头标定

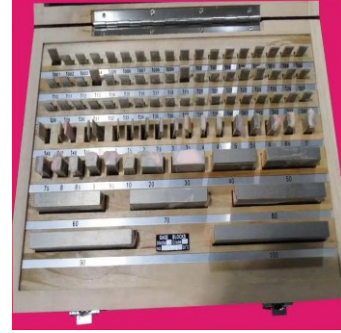
硬件要求：1、三维测头；2、环规；3、量块；



三维测头



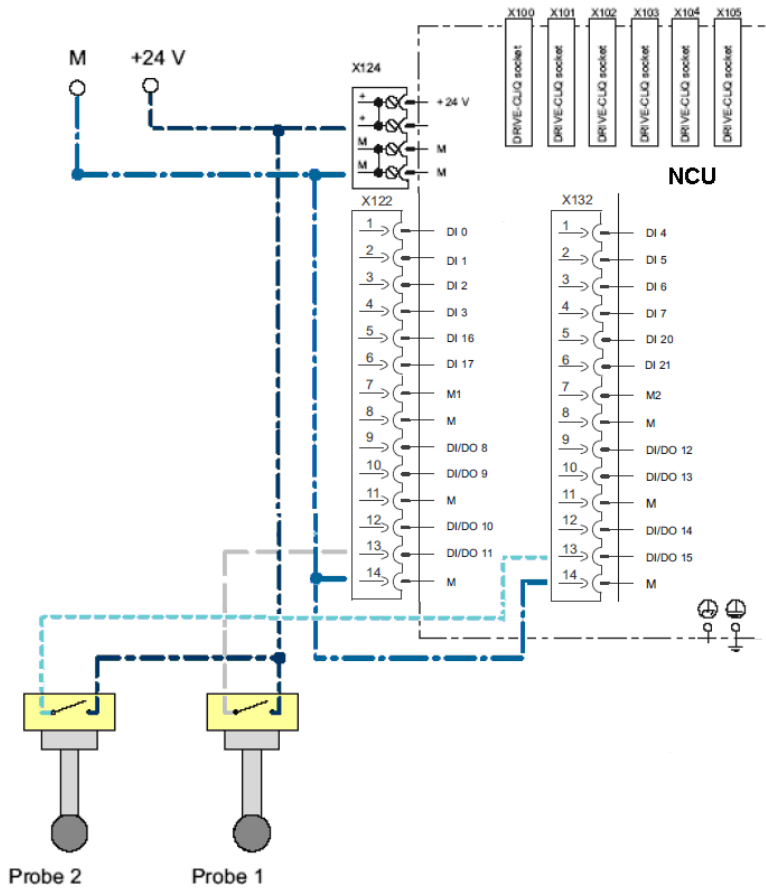
环规



块规

5.1 测头硬件连接

5.1.1 硬件连接



X122 接刀具测头

X132 接工件测头

5.1.2 参数设置

数据号	数据名	说明
MD13200	\$MA_MEAS_PROBE_LOW_ACTIVE[n]	0: 高电平有效 1: 低电平有效

X122: 测头 1 的参数已经预设, 不需要更改。

X132: 测头 2 需要手动设置参数

- X132.11 管脚改为输入方式, 设置 CU: p728 参数。
- 集中式测量 测头 2 (MD13210=0), 设置 CU: P680[1]=6, SERVO P489[n]=0

数据号	数据名	说明
MD52740	\$MCS_MEA_FUNCTION_MASK	Bit0 = 0 X122 刀具测头 Bit16 = 1 X132 工件测头

说明:

Bit0: 测量输入端上的工件探头

- = 0: 测量输入端 1 上的工件探头生效, 缺省值
- = 1: 测量输入端 2 上的工件探头生效

Bit1: 刀具测量

在以加工平面 G18 为基础的车削工艺中的第三几何轴 (Y 轴) 的功能

- = 0: 测量循环不支持第三几何轴 (Y 轴、垂直轴) !
- = 1: 支持第三几何轴, 设定值和参数 (SETVAL, _TUL, _TLL, SZO) 可针对第三几何轴 (Y 轴) 设定。
但刀具长度补偿或零点偏移仍只针对第二几何轴 (X 轴、纵轴)。换句话说, 始终在 Y 轴测量, 但在 X 轴补偿。补偿目标由参数_KNUM 确定。

Bit16: 测量输入端上的刀具探头

- = 0: 测量输入端 1 上的刀具探头生效
- = 1: 测量输入端 2 上的刀具探头生效, 缺省值

52740:\$MCS_MEA_FUNCTION_MASK = 10000H

- Bit 0: 工件测量, 探头输入端
- Bit 1: 工件测量, 车削时在第三根几何轴(Y)上测量
- Bit 14: 预留
- Bit 15: 预留
- Bit 16: 刀具测量, 探头输入端

5.1.3 测试

手动触发测头, 下述 PLC 地址位有翻转信号。

- 测量头 1: DB10.DBX107.0
- 测量头 2: DB10.DBX107.1

5.2 测头标定

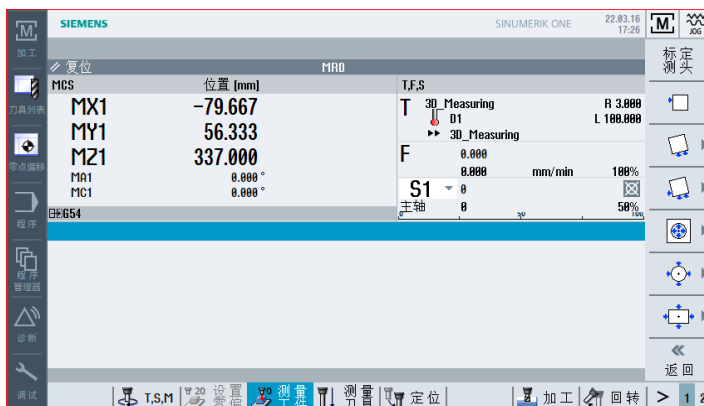
5.2.1 手动方式标定

5.2.1.1 激活手动标定菜单

数据号	数据名	说明
SD54780	\$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE	Bit2 = 1 Bit3 = 1

54780:\$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE = CH

- Bit 2: 激活选项 “电子工件探头校准”
- Bit 3: 激活测量头校准数据字段的选择
- Bit 5: 激活零偏选项 “用作测量基础”
- Bit 6: 激活零偏补偿选项 “基准参照”
- Bit 7: 激活零偏补偿选项 “通道专用的基准框架”
- Bit 8: 激活零偏补偿选项 “全局基本框架”
- Bit 9: 激活零偏补偿选项 “可设置框架”



(测头标定菜单)



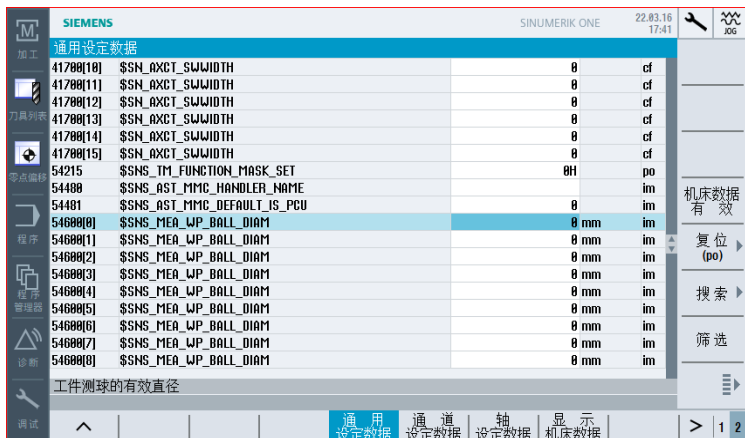
(长度标定)



(半径标定)

5.2.1.2 测头数据保存位置

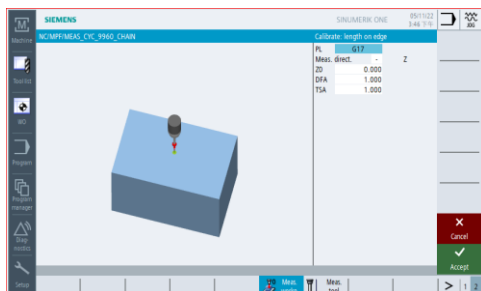
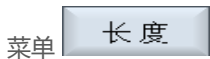
参数 SD 54600 \$SNS_MEA_WP_BALL_DIAM 保存测头数据



5.2.2 自动测头标定循环 (CYCLE976)

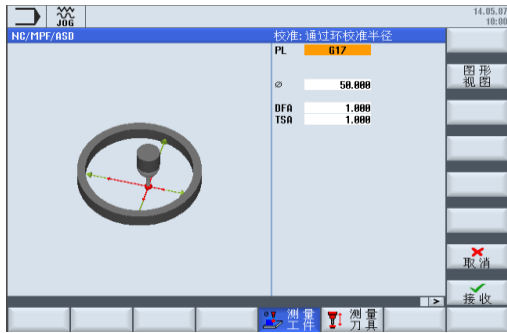


5.2.2.1 长度标定



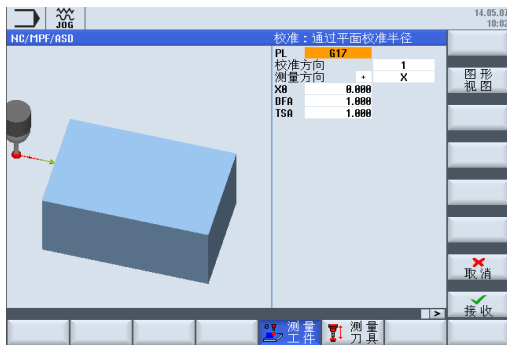
5.2.2.2 使用环规半径标定

菜单 **环中**
校准半径



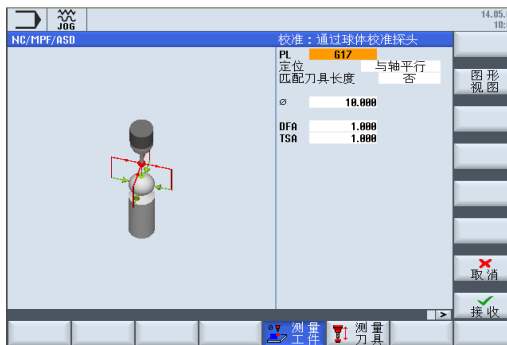
5.2.2.3 使用平面半径标定

菜单 **平面**
校准半径



5.2.2.4 使用球体半径标定

菜单 **球体**
校准半径



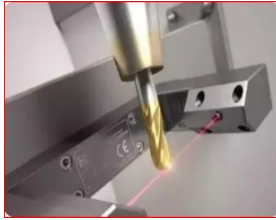
5.3 关于测头标定的重要说明

在进行测头标定时，一定要采用在计量单位认证的生效期内的量具，如环规、量块等，如果这个环节不能保证，那么标定的测头数据不会准确，将来标定出的五轴数据同样无法保证；

一般地，测头半径数据较为容易取得，且精准度可以接受，但长度的标定容易产生较大误差，下面就测头的长度标定进行说明如下：

1) 需要的硬件：

标准刀(或激光测刀仪测得长度的刀具)、量块；



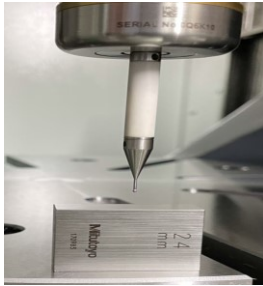
2) 设定基准高度：

步骤 1：测量标准刀刀长(最好大于测头长度)，如果可以使用激光对刀仪测量精度更高。

步骤 2：在工作台上找一个平面，需要用千分表确认该平面是否平整。

步骤 3：将块规放到步骤 2 的平面上，然后主轴装标准刀（刀具列表里需要写入步骤 1 得到的绝对刀长），再用标准刀把块规上表面设成工件坐标系比如 G54 的 X0Y0Z0

步骤 4：把刀具换成 3D 测头，然后定位刀 X0Y0，再手动或者用手轮移动测头离块规上表面小于 10mm 处（默认的手动测量行程是 10mm，如果距离过大会导致测量不到）然后，就可以启动测头的长度标定了。



这里需要注意，平面的选定：

-----摆头型机床：选择大理石平台或加工过的基准台面；



-----摆台型或混合型机床：选择机床自身的工作台平面；

-----用千分表拉平，误差 $\leq 0.001\text{mm}$ ；

3) 要求:

- 平面拉平很重要, 拉平范围至少 100mm;
- 标定速度为 100mm/min 左右为宜, 不能太快;

5.4 测量相关参数设置

参数	设定值
N13210 \$MN_MEAS_TYPE 分布式驱动器上的测量方式	0: 集中式测量
p0680[0...7] Central measuring probe, input terminal [0] 中央测量头 1 输入端子 [1] 中央测量头 2 输入端子	[0]=3 ; DI/DO 11 (X122.13) [1]=6 ; DI/DO 15 (X132.13)
p0488[0...2] Measuring probe 1 input terminal 伺服测量头 1 的输入端子	[0]=0
p0489 Measuring probe 2 input terminal 伺服测量头 2 的输入端子	[0]=0
N18866 \$MN_MM_NUM_KIN_TRAFOS 可通过运动链定义的转换的最大数量	10
N18880 \$MN_MM_MAXNUM_KIN_CHAIN_ELEM 运动链单元的最大数量	50
N51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 测量循环的设定, 工件测量/刀具测量	Bit 0 =1; 工件测量, 标定状态监控功能激活 Bit 1 =1; 工件测量, 测头长度的参照物为测球球面 Bit 2 =1; 工件测量, 补偿刀具时考虑刀架 Bit 6=1; 在测量循环中测量程序段 (MEAS) 进给率 100% (进给倍率>0 时) Bit 15=1; 工件测量, 测量程序段采用 G60 准停 Bit 16 =1; 刀具测量, 补偿刀具时考虑刀架
N51770 \$MNS_J_MEA_CAL_RING_DIAM 手动测量环规的直径	-1

N52005 \$MCS_DISP_PLANE_MILL 铣削平面选择	0
N54600 \$SNS_MEA_WP_BALL_DIAM 工件测球的直径	测头半径标定完成后, 自动输入
N54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 自动工件测量的输入屏幕定	Bit 1 =1; 程序编辑画面显示软键'3D 测量' Bit 3 =1; 激活测头组选项 Bit 4 =1; 激活标定测量进给率输入栏 Bit 22 =1; 激活标定选项'以未知中心标定'或'已知中心标定' Bit 27 =1; 在运动测量中未使能时, 选择线性矢量公差
N54780 \$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 手动工件测量的输入屏幕设定	Bit 2 =1; 激活选项'电子工件测头标定' Bit 3 =1; 激活测头标定数据字段的选择 Bit 9 =1; 激活零偏补偿选项'可设置框架' Bit 17 =1; 激活选项'在切换方向校准工件测头'
N55613 \$SCS_MEA_RESULT_DISPLAY 测量结果图显示选项	3: 显示测量结果图, 测量循环会被一个系统自设的 M0 停止。按下“CYCLE START”后, 测量循环会继续, 测量结果图被取消。
N55628 \$SCS_MEA_TP_FEED_MEASURE 标 定刀具侧头时的进给率	100 mm/min
N55630 \$SCS_MEA_FEED_MEASURE 标定工件测头时的进给率	100 mm/min
N55637 \$SCS_MEA_FEED_POS_DEG 两次测量之间定位回转轴时的进给率	10 rpm
N55638 \$SCS_MEA_FEED_FAST_MEASURE 快速测量进给率	900 mm/min
N55640 \$SCS_MEA_FEED_CIRCLE 圆弧测量和球测量进给率	1000 mm/min

<p>N55644 \$SCS_MEA_KIN_DM_TOL 运动测量：标准球的直径公差</p>	<p>0</p>
<p>N55645 \$SCS_MEA_KIN_MODE 线性矢量的自由分量 [0] – 基于运动链的 tool carrier 的第 1 旋转轴 [1] – 基于运动链的 tool carrier 的第 2 旋转轴</p>	<p>个位 0 = 计算线性矢量的所有分量 1 = X 轴自由分量采用\$SCS_MEA_KIN_VALUE 的值 2 = Y 轴自由分量采用\$SCS_MEA_KIN_VALUE 的值 3 = Z 轴自由分量采用\$SCS_MEA_KIN_VALUE 的值 4 = X 轴自由分量保留有效坐标转换中的值 5 = Y 轴自由分量保留有效坐标转换中的值 6 = Z 轴自由分量保留有效坐标转换中的值 十位 0x = 矢量链已闭合，仅在 Toolcarrier 上 (55645[0] 用于程序头，55645[1]用于工作台) 1x = 矢量链已打开，仅在 Toolcarrier 上 (55645[0] 用于程序头，55645[1]用于工作台) 举例， 双摆台 AC 结构：[0]=6, [1]=4 双 摆台 BC 结构：[0]=6, [1]=5</p>
<p>N55646 \$SCS_MEA_KIN_VALUE 完全测量运动变换：线性矢量的值 [0] – 基于运动链的 tool carrier 的第 1 旋转轴 [1] – 基于运动链的 tool carrier 的第 2 旋转轴</p>	<p>[0] =0 [1] =0</p>
<p>N55647 \$SCS_MEA_KIN_MIN_ANG_TRIANGLE 测量三角形的最小内角值</p>	<p>10 度</p>
<p>N55648 \$SCS_MEA_KIN_MIN_ANG_POS 用于 测量回转轴额最小角度范围</p>	<p>10 度</p>
<p>N55649 \$SCS_MEA_KIN_BALL_VEC 完全测量运动转换：球保持架的矢量 [0] X 方向分量</p>	<p>球保持架的矢量（从球心到安装座） 举例， 3D 测头垂直安装：[0]=0, [1]=0, [2]=-1 3D</p>

<p>[1] Y 方向分量 [2] Z 方向分量</p>	<p>测头 45 度安装: [0]=-1, [1]=0, [2]=-1</p>
<p>N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 测量循环的设定, 工件测量/刀具测量</p>	<p>Bit 0 =1; 工件测量, 中间定位中的碰撞监控 Bit 7 =1; 机床运动, 回转轴矢量输入值的标定基础 Bit 8 =1; 机床运动, 测量带有回转 (TCARR) 或有效的 TRAORI Bit 10 =1; 使用参考基准测量整个运动 Bit 11 =1; 运动, 测量校正球时的测量点数量 0: 在圆弧轨道上测量时有 10 个测量点 1: 在圆弧轨道上测量时有 8 个测量点</p>

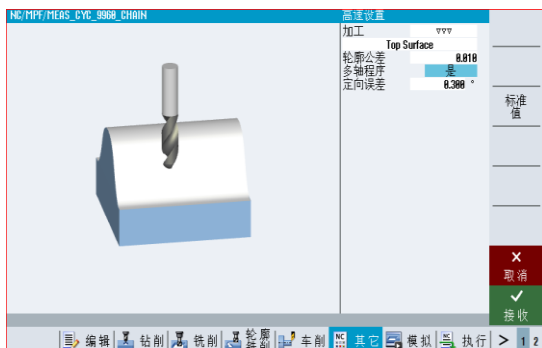
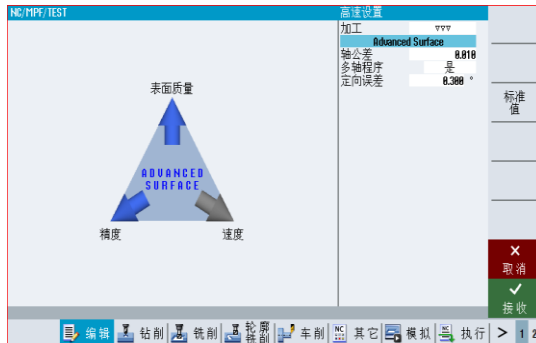
6. Advance surface(精优曲面)和 Top Surface(臻优曲面)

6.1 一般性说明

精优曲面和臻优曲面是用于模具加工的功能，包含 G 功能、压缩器、轮廓控制、预读等功能；基于如下的 G 功能：

加工类型	动态 G 代码组 59	字段索引
取消选择	DYNNORM (标准设置)	[0]
定位	DYNPOS (不在 CYCLE832 中使用)	[1]
粗加工	DYNROUGH (HSC 设置)	[2]
预加工	DYNSEMIFINISH (HSC 设置)	[3]
精加工	DYNFINISH (HSC 设置)	[4]

使用精优曲面和臻优曲面的最简单的方法是在模具加工程序中使用 Cycle832 循环，其一是在程序编辑器中有支持

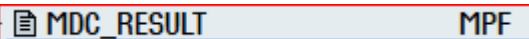


精优曲面的激活需要设置若干机床参数，为此西门子专门提供机床参数设置检查程序；

- MDC_SW4.95_AS_TS_3DTRC_138
- MDC_SW6.15_AS_TS_3DTRC_138

使用精优曲面和臻优曲面的步骤为：

- 1) 、将机床数据检查程序拷贝进系统；
- 2) 、修改参数 MD11420>=10, 并生效；
- 3) 、运行该程序, 会在子程序目录中生成一个新的程序(MDC_RESULT.MPF)；



- 4) 、机床数据检查程序会比较系统当前的设置与标准设置的区别, 并在新生成的程序中显示出来; 根据这个新生成的程序的提示修改系统的设置;

精优曲面相关的机床数据如下表所示, 其中标记“Required”,为强制设定; 标记“Recommended”, 为推荐设定; 其中推荐设定可根据实际加工情况做修调;

6.2 关于模具加工 CAD/CAM 程序的信息

CAD / CAM - NC 以毫米为单位的程序输出

为模具程序计算容差和点位分布

粗加工: 容差 0.05 - 0.1 mm – 另外: 5 轴 OTOL = 0.3

半精加工: 容差 0.01 - 0.05 mm – 另外: 5 轴 OTOL = 0.15

精加工: 容差 0.002 mm – 最大点距: 0.3 – 0.5 mm –
另外: 5 轴 OTOL = 0.01 – 0.1

CAD/CAM 附加的程序信息

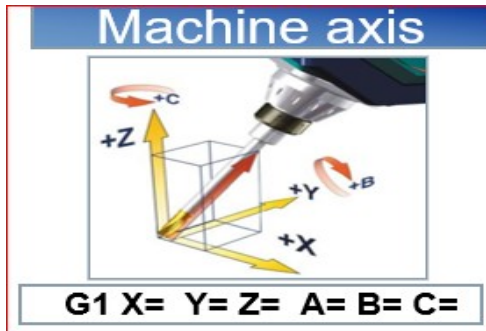
精加工的 NC 程序- 以毫米为单位的输出

在从 CAM 系统输出 NC 程序段时, 可以确定小数点的位数。

要求的精度水平取决于插补的类型, 对于直线轴 (X, Y, Z)

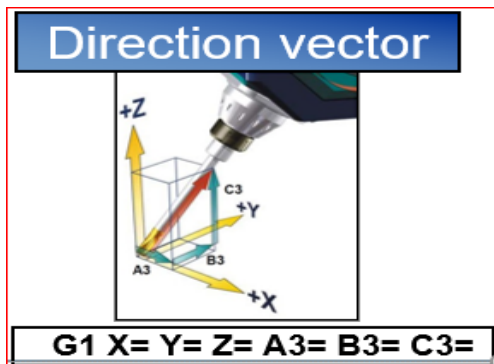
至少 4 位- 4 位程序可以用于 3-轴程序。

如果旋转轴的运动要输出为旋转轴位置(A= B= C=) – 意为以机床轴编程的机床特定的直接旋转轴 – 建议最少 6 位 – 6 位程序用于 5-轴程序. 即: 直线轴 4 位+旋转轴 6 位;



这种程序仅用于 CAM 软件中指定的五轴机型;

如果旋转轴的运动要输出为一个方向矢量(A3 B3 C3) – 意为与机床无关的定向矢量编程- 建议最少 4 位 - 4 位程序用于直线轴 , 最少 7 位- 7 位程序用于旋转轴的方向矢量和定向; 建议: 直线轴 7 位+旋转轴 9 位;



这种程序可用于所有五轴机型;

一般五轴加工程序的格式举例如下:

```
CYCLE800()  
TRAFOOF  
T="CUTTER_10"  
M6  
S15061 M3  
CYCLE800(0,"TISCH",100000,27,0,0,0,288.079,0,-10.196,0,0,0,-1,0,1)  
G00 X-13.532 Y-24.856 M03  
CYCLE800()  
TRAORI  
ORIWKS ORIAXES  
G54  
TOFFL=0  
TOFFR=0  
CYCLE832(0.05,_TOP_SURFACE_SMOOTH_ON+_ORI_SEMIFIN,1)
```

6.3 主要参数设定

通用数据

MD	Name	Description	Required or Recommended value	Comment
10050	\$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME	System clock cycle	0.002 ms Recommended	
10070	\$MN_IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO	Factor for interpolation cycle	Factor 1-4	SINUMERIK ONE NCU1760 - Factor 1 NCU1750 - Factor 2 PPU/NCU1740 - Factor 4 Out of MD10050 and MD10070 the interpolation cycle will be calculated MD10071 \$MN_IPO_CYCLE_TIME
10131	\$MN_SUPPRESS_SCREEN_REFRESH	Screen refresh response under overload	0- required	
10200	\$MN_INT_INCR_PER_MM	Internal calculation resolution linear axis	100000 - required	
10210	\$MN_INT_INCR_PER_DEG	Internal calculation resolution rotary axis	same as MD 10200 - required	
18360	\$MN_MM_EXT_PROG_BUFFER_SIZE	Maximum reload memory when executing from external	2000-recommended	
18362	\$MN_MM_EXT_PROG_NUM	Number of ext. programs that can be simultaneously processed	4-recommended	
19240	\$MN_USER_MEM_DYNAMIC not applicable anymore	Machinedata to release the dynamic unbuffered usermemory on the NC (DRAM) Additional 4 MB user memory was before MD 18210 \$MN_MM_USER_MEM_DYNAMIC	Default = 4	Password protected! e.g \$ON_USER_MEM_DYNAMIC = 40: The max. memory size \$MN_MM_USER_MEM_DYNAMIC C will be increased by 40 * 4 MB = 160 MB
19250	\$MN_USER_MEM_BUFFERED	Machinedata to release the static buffered usermemory on the NC (SRAM) Additional 2MB user memory was before MD 18230 \$MN_MM_USER_MEM_BUFFERED	Default = 0	Password protected!
19321	\$ON_TECHNO_FUNCTION_MASK_1	Advanced Surface Option Top Surface Option	Bit 9= 1 - required Bit17=1 - required	
19330	\$ON_IPO_FUNCTION_MASK	Compressor functionality for 3 and 5 axes	Bit8=1 Compressor 3 axes Bit2=1 Compressor 5 axes	If only the Bit8=1 is activated and a 5 axes program will be executed, only the tool path will be compressed not the orientation
19330	\$ON_IPO_FUNCTION_MASK	3D tool radius compensation	Bit4=1	Enable "3D-TRC (CUT3Dx)"

通道数据

20150	\$MC_GCODE_RESET_VALUE[3]	Initial setting of G groups 4 - FIFOCTRL	3 - recommended	
20150	\$MC_GCODE_RESET_VALUE[20]	Initial setting of G groups 21 - SOFT	2 - recommended	
20150	\$MC_GCODE_RESET_VALUE[44]	Initial setting of G groups 45 - UPATH	2 - recommended	
20150	\$MC_GCODE_RESET_VALUE[48]	Initial setting of G groups 49 - CP	1 - recommended	
20150	\$MC_GCODE_RESET_VALUE[50]	Initial setting of G groups 51 - ORIAxes	2 - recommended	for 5 axis
20170	\$MC_COMPRESS_BLOCK_PATH_LIMIT	Maximum length of POLYNOM generated by the compressor COMPCAD	20 - required	Only for COMPCAD
20171	\$MC_SURF_BLOCK_PATH_LIMIT	Maximum block length generated by the compressor COMPSURF	0 - required	Only for COMPSURF
20172	\$MC_COMPRESS_VELO_TOL	Max. deviation of the path feed for COMPCAD	1000 - required	Only for COMPCAD
20173	\$MC_SURF_VELO_TOL	Max. deviation of the path feed for COMPSURF	0 - required	Only for COMPSURF
20240	\$MC_CUTCOM_MAXNUM_CHECK_BLOCKS	Blocks for look-ahead contour calculation with TRC	20 - required	
20250	\$MC_CUTCOM_MAXNUM_DUMMY_BLOCKS	Maximum number of blocks without traversing motion in TRC	20 - required	
20252	\$MC_CUTCOM_MAXNUM_SUPPR_BLOCKS	Maximum number of blocks with compensation suppression	20 - required	
20443	\$MC_LOOKAH_FFORM[0-1]	Activate extended Look Ahead for selected technology-specific dynamic values (DYNNORM, DYNPOS)	0 - required	default
20443	\$MC_LOOKAH_FFORM[2-5]	Activate extended Look Ahead for selected technology-specific dynamic values (DYNROUGH, DYNSEMFIN, DYNFINISH, DYNPREC)	1 - required	activates look ahead for Advanced Surface /Top Surface
20450	\$MC_LOOKAH_RELIEVE_BLOCK_CYCLE	Relief factor for block cycle time	0 - required	default
20455	\$MC_LOOKAH_FUNCTION_MASK	Look Ahead special function	3 - required	Default
20460	\$MC_LOOKAH_SMOOTH_FACTOR	Smoothing factor for Look Ahead	0 - required	default
20465	\$MC_ADAPT_PATH_DYNAMIC[0-1]	Adaptation of path dynamic response	1 - required	default
20470	\$MC_CPREC_WITH_FFW	Programmable contour accuracy CPRECON is active if FFWON is activated	3 - recommended COMPCAD(AS) 2 - recommended COMPSURF(TS)	Value for CPRECON is formed from CTOL Value for CPRECON is formed from \$SC_CONTPREC[0-5]
20476	\$MC_ORISON_STEP_LENGTH	Path length for block division with ORISON	0,5 -required	Default
20478	\$MC_ORISON_MODE	Mode of orientation smoothing	100 - required	Block division active Only for COMPCAD
20480	\$MC_SMOOTHING_MODE	Behaviour of smoothing with G64x	x0x – required	
20482	\$MC_COMPRESSOR_MODE	Compressor Mode	300 - recommended	Only for COMPCAD
20485	\$MC_COMPRESS_SMOOTH_FACTOR[0-1]	Smoothing by compressor	0	Should not work
20485	\$MC_COMPRESS_SMOOTH_FACTOR[2-5]	Smoothing by compressor	0,0001 - required	Only for COMPCAD
20486	\$MC_COMPRESS_SPLINE_DEGREE[0-1]	Compressor spline degree	3	Default
20486	\$MC_COMPRESS_SPLINE_DEGREE[2-5]	Compressor spline degree	5 - required	3=def. 5=only for COMPCAD
20487	\$MC_COMPRESS_SMOOTH_FACTOR_2[0-1]	Smoothing by compressor for rotary axis	0	Should not work
20487	\$MC_COMPRESS_SMOOTH_FACTOR_2[2-5]	Smoothing by compressor for rotary axis	0,5 - required	Only for COMPCAD
20490	\$MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS	G64x independent of overload factor	1 - required	
20550	\$MC_EXACT_POS_MODE	Exact stop conditions on G00/G01.	0 - recommended	default
20552	\$MC_EXACT_POS_MODE_G0_TO_G1	Exact stop condition at G00-G01 transition	0 - recommended	default
20560	\$MC_G0_TOLERANCE_FACTOR	Tolerance factor for G00 with COMPCAD, G64x, COMPSURF	4- recommended COMPCAD (AS) 3- recommended COMPSURF (TS)	This factor is used to make different settings for the tolerances for processing when G00 is active
20561	\$MC_G0_TOLERANCE_CTOL_ABS	Absolute value for G00 tolerance of the contour	value=0.1 recommended	Default =0
20562	\$MC_G0_TOLERANCE_OTOL_ABS	Absolute value for G00 tolerance of the orientation	value=0.3 recommended	Default =0
20600	\$MC_MAX_PATH_JERK[0-5]	Path-related maximum jerk (DYNROUGH, DYNSEMFIN, DYNFINISH, DYNPREC)	10000 - recommended	inactive
20602	\$MC_CURV_EFFECT_ON_PATH_ACCEL[0-1]	Ratio, translatory to centripetal acceleration for selected technology-specific dynamic values DYNNORM, DYNPOS	0 - required	inactive
20602	\$MC_CURV_EFFECT_ON_PATH_ACCEL[2]	Ratio, translatory to centripetal acceleration for selected technology-specific dynamic values DYNROUGH	0.65 - required	depending on machine
20602	\$MC_CURV_EFFECT_ON_PATH_ACCEL[3]	Ratio, translatory to centripetal acceleration for selected technology-specific dynamic values DYNSEMFIN	0.6 - required	depending on machine

20602	\$MC_CURV_EFFECT_ON_PATH_ACCEL[4]	Ratio, translatory to centripetal acceleration for selected technology-specific dynamic values DYNFINISH	0.5 - required	depending on machine
20602	\$MC_CURV_EFFECT_ON_PATH_ACCEL[5]	Ratio, translatory to centripetal acceleration for selected technology-specific dynamic values DYNPREC	0.4 - required	depending on machine
20603	\$MC_CURV_EFFECT_ON_PATH_JERK[0-5]	Effect of path curvature on path jerk	0 - required	inactive
20605	\$MC_PREPDYN_SMOOTHING_FACTOR[0-5]	Factor for curve smoothing	1 - required	default
20606	\$MC_PREPDYN_SMOOTHING_ON[0-1]	Activates curvature smoothing for selected technology-specific dynamic values (DYNORM, DYNPOS)	0 - required	default
20606	\$MC_PREPDYN_SMOOTHING_ON[2-5]	Activates curvature smoothing for selected technology-specific dynamic values (DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH, DYNPREC)	1 - required	Function for Advanced Surface / Top Surface
21080	\$MC_CUTCOM_PARALLEL_ORI_LIMIT	Limit angle between path tangent and tool orientation with 3D tool radius compensation	3 - required	Function for 3D TRC CUT3D.X
21082	\$MC_CUTCOM_PLANE_ORI_LIMIT	Minimum angle between surface normal and tool orientation with side angle not equal to 0	3 - required	Function for 3D TRC CUT3D.X
21084	\$MC_CUTCOM_PLANE_PATH_LIMIT	Minimum angle between surface normal vector and path tangent vector, for 3D face milling	3 - required	Function for 3D TRC CUT3D.X
22430	\$MC_FGROUP_PATH_MODE	Type of path speed behavior if the path ratio between the non-FGROUP and the FGROUP axes becomes N22440 (only affects the path speed) =3 for better handling of Not-FGROUP-axis with FGROUP(A,B)	3 - required	=0 as NCK67.x =1 as NCK83.04 =2 as NCK87.12
22440	\$MC_FGROUP_PATH_RATIO	Path ratio of the non-FGROUP to the FGROUP axes, as from which the path of the non-FGROUP axes becomes relevant for the path speed reference (affects ORISON and COMPCAD)	1 - required	default (for 5-axis applications)
22450	\$MC_DYN_LIM_MODE [0-3]	Axial or geometric velocity limitations for selected technology-specific dynamic values (DYNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN)	0 - required	
22450	\$MC_DYN_LIM_MODE [4-5]	Axial or geometric velocity limitations for selected technology-specific dynamic values (DYNFINISH, DYNPREC)	1 - required	
28060	\$MC_MM_IPO_BUFFER_SIZE	Memory, interpolator for number of G1 blocks	Top Surface = 300	For Advanced Surface =150
28070	\$MC_MM_NUM_BLOCKS_IN_PREP	Memory, preparation (pre-processing)	80 – required (AS) 500- required (TS)	
28071	\$MC_MM_NUM_SURF_LEVELS	Number of scales – dimension of the function COMPSURF	6 - required	
28072	\$MC_MM_MAXNUM_SURF_GROUPS	Max. numbers of axis groups for the function COMPSURF	2 - required	PPU/NCU1740 = 1
28291	\$MC_SMOOTH_SURFACE_NORMALS	Enable interpolation of the surface normals via polynomials	1 - required	PPU/NCU1740 = 0
28520	\$MC_MM_MAX_AXISPOLY_PER_BLOCK	Maximum number of axis polynomials per block	5 – required (AS) 15 – required (TS)	
28530	\$MC_MM_PATH_VELO_SEGMENTS	Number of memory elements for limiting the path velocity	5 – required (AS) 8 – required (TS)	
28533	\$MC_MM_LOOKAH_FFORM_UNITS	Memory for extended Look Ahead	18 - required	Function for Advanced Surface
28540	\$MC_MM_ARCLENGTH_SEGMENTS	Number of memory elements required to display the arc length function	10 – required (AS) 20 – required (TS)	
28590	\$MC_MM_ORISON_BLOCKS	Number of blocks for orientation smoothing	100 - required	only for 5-axis application with COMPCAD and ORISON
28610	\$MC_MM_PREPDYN_BLOCKS	Memory for curvature smoothing	10 - required	
28620	\$MC_MM_NUM_FEATURE_BLOCKS	Number of blocks for forward looking for feature recognition e.g recognition of slot form	15 - recommended	Option S18

通道设定数据

42450	\$\$SC_CONTPREC[0-5]	Contour accuracy Contour accuracy of the technology groups. This setting data can be used to define the accuracy to be maintained for the path of the geometry axes on curved contours. The lower the value and the lower the servo gain factor of the geometry axes, the greater the reduction of path feed on curved contours. Related to: MD20470 \$MC_CPREC_WITH_FFW SD42460 \$\$SC_MINFEED	recommended Index [0] = 0.1 Index [1] = 0.1 Index [2] = 0.05 Index [3] = 0.02 Index [4] = 0.01 Index [5] = 0.005	
42451	\$\$SC_CONTPREC_G00_ABS	Contour accuracy in rapid traverse mode The setting data can be used to specify the accuracy to be maintained for the path of the geometry axes on curved contours in rapid traverse (in corners and smoothing blocks). The smaller the value and the smaller the servo gain factor of the geometry axes, the more the path velocity on curved contours is reduced. If the setting data contains the value 0, the contour accuracy in \$\$SC_CONTPREC[DYNNORM] is valid for rapid traverse, compatible to previous versions. Related to: MD20470 \$MC_CPREC_WITH_FFW SD42450 \$MC_CONTPREC SD42460 \$\$SC_MINFEED	0.1 - recommended	
42460	\$\$SC_MINFEED	Minimum path feedrate for CPRECON Minimum path feedrate with the "Contour accuracy" function active. The feedrate is not limited to below this value unless a lower F value has been programmed or the axis dynamics do not permit it. Related to: MD20470 \$MC_CPREC_WITH_FFW SD42450 \$\$SC_CONTPREC	1 mm/min - default	
42470	\$\$SC_CRIT_SPLINE_ANGLE	Corner limit angle for compressor - COMPCAD criteria for target point analysis	36 - required	Only for COMPCAD
42471	\$\$SC_MIN_CURV_RADIUS	Factor for compressor tolerance	1- required	Only for COMPCAD
42472	\$\$SC_MIN_SURF_RADIUS[0]	Smoothing in axis group Nr. n (Geo axis)	1 - required	Only for COMPSURF
42472	\$\$SC_MIN_SURF_RADIUS[1]	Smoothing in axis group Nr. n (Rotary axis)	1- required	
42472	\$\$SC_MIN_SURF_RADIUS[2]	Smoothing in axis group Nr. n (add.axis)	1- required	
42473	\$\$SC_ACTNUM_SURF_GROUPS	Number of axis groups	2- required	PPU/NCU1740 = 1
42478	\$\$SC_SURF_PERF_ADJUST	Adaptation of the CPU time utilization with COMPSURF.	0.005 - required	Only for COMPSURF
42500	\$\$SC_SD_MAX_PATH_ACCEL	Limits the path acceleration via Setting Data SD	10000 - required	
42502	\$\$SC_IS_SD_MAX_PATH_ACCEL	Activates the path acceleration via Setting Data SD	0 - required	
42510	\$\$SC_SD_MAX_PATH_JERK	Limits the path jerk via Setting Data SD	10000 - required	
42512	\$\$SC_IS_SD_MAX_PATH_JERK	Activates the path jerk via Setting Data SD	0 - required	inactive
42674	\$\$SC_ORI_SMOOTH_DIST	Maximum deviation for smoothing of tool orientation with compressor with OSD	5	only for 5-axis application and OSD
42676	\$\$SC_ORI_SMOOTH_TOL	Tolerance for tool orientation smoothing with OST	1	only for 5-axis application and OST
42678	\$\$SC_ORISON_TOL	Tolerance for tool orientation smoothing with ORISON	1	only for 5-axis application and ORISON
42977	\$\$SC_SLOT_FORM_RECOGN	Recognition of slot form - on/off	Default= 0	Option S18

轴数据


32300	\$MA_MAX_AX_ACCEL[0-3]	Axis acceleration for selected technology-specific dynamic values DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN	depends on the machine mechanics	
32300	\$MA_MAX_AX_ACCEL[4-5]	Axis acceleration for selected technology-specific dynamic values DYNFINISH, DYNPREC	1- 3 recommended	to avoid machine resonance
32302	\$MA_JOG_SWL_ACCEL_FACTOR	Acceleration factor for software limit switch test in JOG	0.9	Improved braking performance with software end position testing
32310	\$MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR [0-5]	Overload factor for axial velocity steps for selected technology-specific dynamic values DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH, DYNPREC	1,2- recommended	default
32400	\$MA_AX_JERK_ENABLE	Axial jerk limitation		The same in all axis
32402	\$MA_AX_JERK_MODE	Filter type for axial jerk limitation		The same in all axis
32404	\$MA_CALCFIR_SELECT	<p>CALCFIR activation</p> <p>Activation of the calculation of FIR filters via CALCFIR for the active dynamic response mode.</p> <p>0 = CALCFIR calculation is inactive</p> <p>1 = CALCFIR (Standard) is active for filter chain [0]</p> <p>2 = CALCFIR (Standard) is active for filter chain [1]</p> <p>3 = CALCFIR (Advanced) is active for filter chain [0]</p> <p>4 = CALCFIR (Advanced) is active for filter chain [1]</p> <p>Related to:</p> <p>MD32400 \$MA_AX_JERK_ENABLE (Axial jerk limitation)</p> <p>MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE</p> <p>MD32405 \$MA_CALCFIR_FREQ</p> <p>MD32406 \$MA_CALCFIR_TOL</p> <p>MD32407 \$MA_AX_JERK_FIR_FREQ</p> <p>MD32408 \$MA_AX_JERK_FIR_ORDER</p> <p>MD32409 \$MA_AX_JERK_FIR_WINDOW</p>		
32405	\$MA_CALCFIR_FREQ[0-5]	<p>CALCFIR frequency</p> <p>Frequency for the calculation of FIR filters via CALCFIR. A frequency can be entered for each dynamic response mode from G code group 59. Frequency = 0.0 disables the CALCFIR calculation for this dynamic response mode. Typical frequencies lie in the range from 10.0 to 100.0 Hz.</p> <p>Each field element corresponds to a G code from the 59th G code group.</p> <p>Related to:</p> <p>MD32400 \$MA_AX_JERK_ENABLE (Axial jerk limitation)</p> <p>MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE</p> <p>MD32404 \$MA_CALCFIR_SELECT</p> <p>MD32406 \$MA_CALCFIR_TOL</p> <p>MD32407 \$MA_AX_JERK_FIR_FREQ</p> <p>MD32408 \$MA_AX_JERK_FIR_ORDER</p> <p>MD32409 \$MA_AX_JERK_FIR_WINDOW</p>		


32406	\$MA_CALC FIR_TOL[0-5]	<p>CALCFIR position tolerance Position tolerance for the calculation of FIR filters via CALCFIR. A position tolerance can be entered for each dynamic response mode from G code group 59.</p> <p>Each field element corresponds to a G code from the 59th G code group.</p> <p>Related to: MD32400 \$MA_AX_JERK_ENABLE (Axial jerk limitation) MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE MD32404 \$MA_CALC FIR_SELECT MD32405 \$MA_CALC FIR_FREQ MD32407 \$MA_AX_JERK FIR_FREQ MD32408 \$MA_AX_JERK FIR_ORDER MD32409 \$MA_AX_JERK FIR_WINDOW</p>		
32407	\$MA_AX_JERK FIR_FREQ[0-1]	<p>Cutoff frequency of axial jerk filter type 5 Cutoff frequency of axial FIR jerk filter smoothing. The MD is only active if MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE = 5</p> <p>Note: With MD32404 \$MA_CALC FIR_SELECT > 0, the value of the machine data can change automatically.</p> <p>Related to: MD32400 \$MA_AX_JERK_ENABLE (axial jerk limitation) MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE MD32404 \$MA_CALC FIR_SELECT MD32408 \$MA_AX_JERK FIR_ORDER MD32409 \$MA_AX_JERK FIR_WINDOW</p>		
32408	\$MA_AX_JERK FIR_ORDER[0-1]	<p>Filter order of axial jerk filter type 5 Filter order of axial FIR jerk filter smoothing. The MD is only active if MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE = 5</p> <p>Note: With MD32404 \$MA_CALC FIR_SELECT > 0, the value of the machine data can change automatically.</p> <p>Related to: MD32400 \$MA_AX_JERK_ENABLE (axial jerk limitation) MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE MD32404 \$MA_CALC FIR_SELECT MD32407 \$MA_AX_JERK FIR_FREQ MD32409 \$MA_AX_JERK FIR_WINDOW</p>		
32410	\$MA_AX_JERK_TIME	Time constant for axial jerk filter	depends on the machine mechanics	The same in all axis
32431	\$MA_MAX_AX_JERK[0-5]	Maximum axial jerk for path movement for selected technology-specific dynamic values DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH, DYNPREC	depends on the machine mechanics	
32432	\$MA_PATH_TRANS_JERK_LIM[0-5]	Maximum axial jerk at block transition in continuous-path mode for selected technology-specific dynamic values DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH, DYNPREC	depends on the machine mechanics	Same value than MD32430
32434	\$MA_G00_ACCEL_FACTOR	Scaling of acceleration limitation with G0	depends on the machine mechanics	Default=1
32435	\$MA_G00_JERK_FACTOR	Scaling of jerk limitation with G0	depends on the	Default=1


			machine mechanics	
32640	\$MA_STIFFNESS_CONTROL_ENABLED	Dynamic stiffness control	1 - recommended	The same in all axis
33000	\$MA_FIPO_TYPE	Fine interpolator type	3 - recommended	The same in all axis
33100	\$MA_COMPRESS_POS_TOL[AX]	Maximum deviation during compression for linear axis	0.01 - recommended	If not using CTOL or Cycle832
33100	\$MA_COMPRESS_POS_TOL[AX]	Maximum deviation during compression for rotary axis	0.1 – recommended	If not using OTOL or Cycle832 – factor 10 of the linear axis value
33120	\$MA_PATH_TRANS_POS_TOL[AX]	Maximum deviation when smoothing with G645	0,005 - recommended	The same in all axis
38020	\$MA_MM_CPREC_FIR_POINTS	No. of points for characteristic approximation of FIR filters for CPREC	100 - required	


7 附录

7.1 TCARR 和 TRAORI 配置参数对照表

刀具旋转 (Swivel head)			
\$TC_CARR23[1] = "T"			\$MC_TRAFO_TYPE_m = 24 (MD24100)
I1	\$TC_CARR1...3[n] (+\$TC_TCARR41...43[n])		\$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_m[0...2](MD24500)
I2	\$TC_CARR4...6[n] (+\$TC_TCARR44...46[n])		\$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_m[0...2](MD24560)
I3	\$TC_CARR15...17[n] (+\$TC_TCARR55...57[n])		\$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_m[0...2] (MD24550)
I1 = - (I2 + I3)			

工作台旋转 (Swivel table)			
\$TC_CARR23[1] = "P"			\$MC_TRAFO_TYPE_m = 40 (MD24100)
I2	\$TC_CARR4...6[n] (+\$TC_TCARR44...46[n])		\$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_m[0...2] (MD24550)
I3	\$TC_CARR15...17[n] (+\$TC_TCARR55...57[n])		\$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_m[0...2] (MD24560)
I4	\$TC_CARR18...20[n] (+\$TC_TCARR58...60[n])		\$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_m[0...2] (MD24500)
I4 = - (I2 + I3)			

混合旋转 (Swivel head + Swivel table)			
\$TC_CARR23[1] = "M"			\$MC_TRAFO_TYPE_m = 56 (MD24100)
I1	\$TC_CARR1...3[n] (+\$TC_TCARR41...43[n])		\$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_m[0...2] (MD24560)
I2	\$TC_CARR4...6[n] (+\$TC_TCARR44...46[n])		\$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_m[0...2] (MD24550)
I3	\$TC_CARR15...17[n] (+\$TC_TCARR55...57[n])		\$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_PART_m[0...2](MD24558)
I4	\$TC_CARR18...20[n] (+\$TC_TCARR58...60[n])	\$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_m[0...2] (MD24500)	
I1=-I2, I4=-I3			

旋转轴定义			
V1	\$TC_CARR7...9[n]		\$MC_TRAFO5_AXIS1_m[0...2] (MD24570)
V2	\$TC_CARR10...12[n]		\$MC_TRAFO5_AXIS2_m[0...2] (MD24572)

注:

n: 表示 TCARR 的号

m: TRAORI 号, NC 只支持 2 组 TRAORI 转换。m=1, 2

MTS APC