

## 赛科五轴系统自动标定

### 一. 所需材料

1. 探针，常闭 NPN 型；
2. 标准大理石，规格视行程确定；
3. 千分表；
4. 标准球；
5. 测角仪；

### 二. 准备

1. 机床和系统已安装到位，零点开关、限位、对刀仪均已安装。
2. 所有轴完成机械寻零。

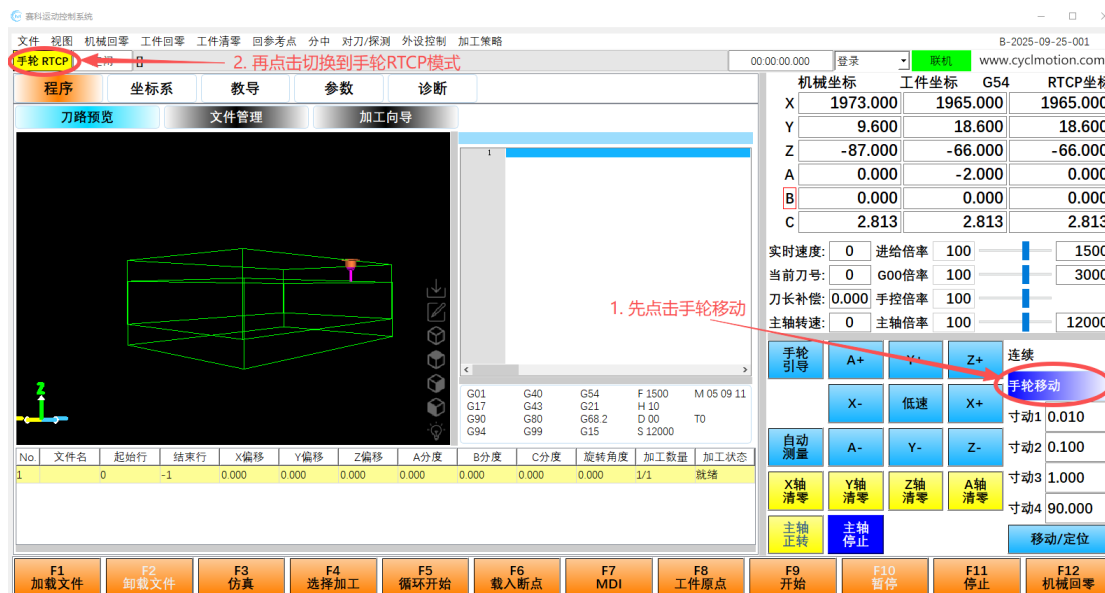
### 三. 步骤

#### 1. 正交补偿测量

- 1) 分别对 xy、xz、yz 打正交，填入坐标系-机床校准-正交补偿对应位置。
- 2) 点击右侧对应的计算 xx 补偿角度。
- 3) 点击导入系统。
- 4) 每次打完正交后需验证，以确保填入数据方向和数值正确性。

验证方法：切到 rtcp 手轮模式（如下图），切到相应轴运动，看表针是否不变。如果偏离更大，将偏离量修改为负值。

注意：验证前需清除已有的机床结构夹角参数。



以 xy 正交为例：

- 1) 摆放大理石，先沿 x 轴方向运动打表，调整大理石位置使表针不变。
- 2) 再沿 y 方向运动打表，看机械坐标的变化量填入 Ly，表针偏离量填入 Y 轴运动的  $\Delta Yx$ 。
- 3) 点击右侧的计算 xy 补偿角度。
- 4) 点击导入系统。

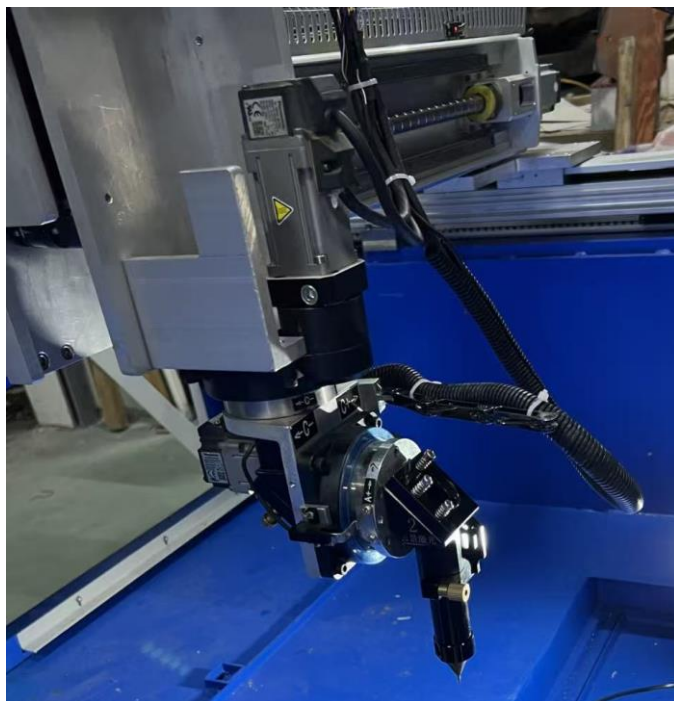
- 5) 验证:用普通模式摇手轮沿 y 运动表针会有偏离量,但切换到 rtcp 手轮模式,沿 y 运动,表针应不变。如果偏离更大,将 $\Delta Yx$  改为 $-\Delta Yx$ 。



## 2. 检查旋转轴安装完好, 旋转轴零位设定正确。

例: 对 CB 双摆结构 (如图)

- C 轴回零;
- 将 B 轴转到机械坐标 0 度, 检查刀具是否竖直;
- 将 B 轴分别转到机械坐标 90 度和 (-90) 度, 检查刀具是否与 X 轴平行。



例: 对 BC 双转台结构 (如图):

- 方法一: 将 B 轴转到机械坐标 0 度, 检查 C 转台平面是否垂直。



- 方法二：仅适用双转台结构。可以通过标定后得到的 C 轴 Z 方向倾角（如下图示）获得 B 轴的偏角，填入到参数-机床结构中 B 轴机床坐标，再次进行标定即可。

文件 视图 机械回零 工件回零 工件清零 回参考点 分中 对刀/探测 外设控制 加工策略 B-2025-10-16-001

连续 空闲 00:00:00.000 超级管理员 仿真 www.cyclmotion.com

程序 坐标系 教导 参数 诊断

工件坐标 存取 中心点测量 机床校准

校准参数 正文补偿 机床结构校准

No	B轴点位	C轴点位	探测方案	球心X	球心Y	球心Z	探测
1	0.000	0.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测

机床结构参数

B轴倾角:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

C轴倾角:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

B轴轴心偏距:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

B轴-C轴轴心偏距:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

校准结果

B轴倾角:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

C轴倾角:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

B轴轴心偏距:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

B轴-C轴轴心偏距:

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 0.000

拟合误差: 0.000 拟合最大空间误差: 0.000 当前机床最大空间误差: 0.000

F1 X清零 F2 Y清零 F3 Z清零 F8 工件原点 F9 开始 F10 暂停 F11 停止 F12 机械回零

填入到参数-机床结构中 B 轴机床坐标：

文件 视图 机械回零 工件回零 工件清零 回参考点 分中 对刀/探测 外设控制 加工策略 B-2025-10-16-001

连续 空闲 00:00:00.000 超级管理员 仿真 www.cyclmotion.com

程序 坐标系 教导 参数 诊断

参数总览 IO参数 IO功能定制 机床结构 运动控制卡

5轴机床: 第四轴为旋转轴, 绕Y轴旋转, 对应编程字B; 第五轴为旋转轴, 绕Z轴旋转, 对应编程字C

[1] 四轴-40h(A)轴绕X轴旋转

[2] 四轴-40h(A)轴绕Y轴旋转

[3] 四轴-40h(B)轴绕X轴旋转

[4] 四轴-40h(B)轴绕Y轴旋转

[5] 四轴-40h(C)轴绕X轴旋转

[6] 四轴-40h(C)轴绕Y轴旋转

[7] 五轴-A轴绕Z轴

[8] 五轴-B轴绕Z轴

[9] 五轴-C轴绕Z轴

[10] 五轴-A轴绕X轴

[11] 五轴-B轴绕X轴

[12] 五轴-C轴绕X轴

[13] 五轴-A轴绕Y轴

[14] 五轴-B轴绕Y轴

[15] 五轴-C轴绕Y轴

[16] 五轴-BC双转台

[17] 五轴-AB双转台

[18] 五轴-CA双转台

原点偏置	X	Y	Z	A	B	C
机床坐标	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4th轴原点	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4th到5th轴心偏距	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
刀具偏置	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

B(4th轴)/C(5th轴)双转台五轴机床参数标定流程:

步骤1: 设置4th轴和5th轴零点, 可将轴旋转到零位后, 在对应轴的【机床坐标】中输入0;

步骤2: 设置刀具偏置, 可通过【固定对刀】对Z轴刀具偏置进行测量;

步骤3: 设置4th轴偏置, 可将刀具移动到4th轴心上, 双击【4th轴原点】进行设置;

步骤4: 设置4th到5th轴心偏距;

步骤5: 设置G54-G59工件坐标系, 以G54为例, 可将刀具移动到工件原点处, 双击【G54零点】进行设置;

F1 参数导入 F2 参数导出 F5 组件部署 F8 工件原点 F9 开始 F10 暂停 F11 停止 F12 机械回零

### 3. 探针长度测量

**对刀仪方式：**适用于安装了对刀仪的机床。

- 1) X/Y/Z 轴 **机械回零**。
- 2) 先用标准刀进行固定对刀。

**注意：**

- 固定对刀前需在 **自动测量** 设置固定对刀参数，其中参考点设置见 **参数-参数总览-轴参数-参考点**（需管理员权限），刀具移到位后可直接抓取当前坐标。
- 可先用手轮引导验证参数是否合适，保证安全。

- 3) 换装探针，诊断探针有效性：用手按压探针，**诊断**中对应的输入口灯是否变化。

**注意：**探针需打表先校直，保证垂直度。

- 4) 指定探针刀号。在 **坐标系-机床校准-校准参数** 中 **探针刀号**。
- 5) 点击 **长度测量（对刀仪）**。

将得到探针长度（这时是标准刀尖和探针尖之间的差）。（最后的探针的刀长补偿值是这个值-探头半径，测量定位后会自动计算并填入。）

**参考平面方式：**适用于未安装对刀仪的机床。

- 1) X/Y/Z 轴 **机械回零**。
- 2) 安装标准刀具。
- 3) 去除刀号，取消长度补偿。

注意当前刀号应为 0。若不为 0 时，在 **程序-加工向导-MDI** 中输入“G49”，点击**执行**。

- 4) 移至参考平面上方，切换到手轮模式，慢慢使刀尖轻触参考平面。
- 5) XYZ 轴工件清零。
- 6) 换装探针，诊断探针有效性：用手按压探针，**诊断**中对应的输入口灯是否变化。

**注意：**探针需打表先校直，保证垂直度。

- 7) 指定探针刀号。在 **坐标系-机床校准-校准参数** 中 **探针刀号**。
- 8) 把探针移到基准面上方约 5mm。
- 9) 点击 **长度测量（参考平面）**。

将得到探针长度（这时是刀尖和探针尖之间的差）。（最后的刀长补偿值是这个值-探针球半径，测量定位后会自动计算出并填入。）



4. 测量定位

- 1) 安装标准球。
- 2) 输入标准球的直径值，在坐标系-机床校准-校准参数中标准球直径。
- 3) 检查除探头直径外的其他参数是否合适。

■ 初步标定时，安全距离建议设置大一些。

■ 综合标定拟合次数：是指自动按此次数拟合后，取最小的一次拟合结果。设置次数越大，计算等待时间越长。
- 4) 探针移至标准球上方约 5mm。
- 5) 点击测量定位。

将测得探头直径并自动填入，通常比理论值略小。同时自动停留在标准球球心正上方位置。

5. 机床结构参数初步标定

由于第一次标定，机床参数不全，需要手动逐个点位测量，可以先选择几个组合点，以初步得到机床参数。此步骤主要针对机床厂家调机时用，对于终端用户，由于出厂时已经设定好了机床参数，此步骤可省略。

- 1) 增加测量点

● 进入坐标系-机床校准-机床结构校准页面，点击增加。

● 操作机床旋转轴到欲测量位置。例如 C 轴旋转到 90 度，B 轴为 0 度，

● 将探头移到标准球上方，

● 选择合适的探测方案，

● 点击右侧探测。

● 探测结束后会自动更新旋转轴的点位信息和测得的球心坐标。
- 2) 探测方案说明：

对不同的轴点位组合，通常可进行 5 点探测，即上、前、后、左、右，但对于特殊的组合，有些方位无法探测到，这时根据实际情况选择探测方案。

例如：下图中 CB 双摆结构形式和标准球安装方式，当 B=90 度时，由于标准球支撑杆的关系，应忽略标准球 X 负向探测。





- 3) 继续点击**增加**，重复上述操作，测得第2个点位球心位置。

例如C轴旋转到180度，B轴为0度，将探头移到标准球上方，选择合适的探测方案，点击右侧**探测**。以此类推。

- 4) 点击**校准计算**。

得到一组校准结果，注意观察拟合误差，可以多次点击**校准计算**，取拟合误差较小的结果。

一般情况，如果初步标定拟合误差大于0.3，请寻找原因，增加测量点位或调整机床，否则由于偏差较大，可能影响后续综合探测自动完成。

- 5) 点击**结果导入**。会自动填入机床结构参数。



注：如果之前保存过探测计划，可以点击**载入计划**后，逐项探测。

## 6. 自动标定校准

适用于机床结构参数基本准确的情况。有了初步的机床参数后，就可以选取各方位点进行综合探测，点位覆盖越多，拟合结果越准确。

此时在**坐标系-机床校准-校准参数**中安全距离可设置小一些，建议3mm。

- 1) 进入坐标系-机床校准-机床结构校准页面，点击**增加**，输入旋转轴点位（前两列），选择合适的探测方案。
- 2) 逐条增加点位，直至完成所有点位输入。理论上取点越多越精确。  
编辑命令包括：**减少**，是取消最后一行数据。**插入**和**删除**是针对选中行操作。
- 3) 点击**测量定位**（坐标系-机床校准-校准参数中）。注意每次综合探测前，需重新测量定位。
- 4) 回到**机床结构校准**页面，点击**综合探测**。  
**注意：**如果用综合探测，旋转轴点位和探测方案（前三列）都必须先填入好。
- 5) 校准计算

综合探测结束会自动校准计算，也可再次点击**校准计算**，进行多次校准计算，选拟合误差小的一组。

拟合误差在 0.1 以上会提示“探针测量精度不足，或样本异常，或机器存在较大几何误差”，建议查找影响精度的原因，调整后重新测量。

- 6) 点击**结果导入**。自动将校准结果记录入机床结构参数。

1. 输入测量点位数据

No.	C轴点位	B轴点位	探测方案	球心X	球心Y	球心Z	探测
1	0.000	0.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
2	90.000	0.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
3	180.000	0.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
4	270.000	0.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
5	0.000	45.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
6	0.000	90.000	忽略标准球X负向探测	0.000	0.000	0.000	探测
7	0.000	-45.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
8	0.000	-90.000	忽略标准球X正向探测	0.000	0.000	0.000	探测
9	45.000	0.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
10	45.000	45.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
11	45.000	90.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
12	45.000	-45.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测
13	45.000	-90.000	5点探测	0.000	0.000	0.000	探测

校准结果

C轴倾角	B轴倾角	C轴-B轴轴心偏距	摆轴轴心偏距	摆轴长度
X: 1.867	Y: -4.836	X: 0.000	X: 0.000	0.000
Z: 1.660	Z: -6.004	Y: -0.000	Y: 0.000	
		Z: -276.263	Z: 0.000	

拟合误差: 0.000

关注拟合误差。可以多次校准计算，选最小的一组导入。

注：

- 可以保存计划以备以后载入，减少重复输入。
- 如果之前保存过探测计划，可以点击**载入计划**后，点击**综合探测**。

## 7. 说明

- 1) 拟合误差和拟合最大空间误差是针对本次校准结果的机床参数的，当前机床最大空间误差是针对右侧当前机床参数下的。



2) 当拟合精度不高时,可导入系统后再次点击**校准计算**,拟合误差会逐渐减小。反复迭代,直至拟合最大空间误差高于当前机床最大空间误差。

3) 自动标定得到的拟合误差是静态误差,动态误差与伺服系统密切相关。