



高等职业教育工业机器人技术专业系列教材

Operation and Programming of  
**Industrial Robot**

**工业机器人**

**操作与编程**

◎ 叶泉 朱红娟 孟庆波 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

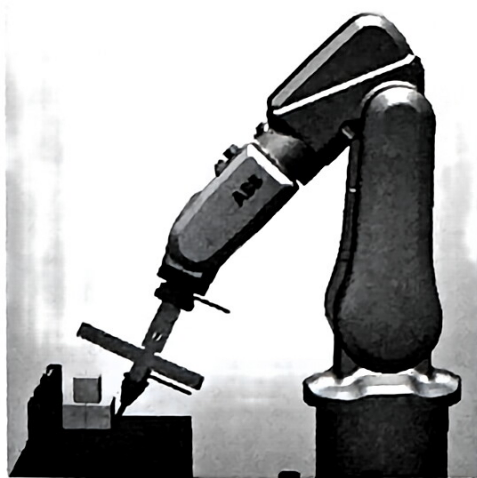


图 2-82 步骤 12) (二)

### 三、任务拓展

使笔尖对准几何图形画板中图形的角点，并且使笔尖与画板的夹角成  $90^\circ$ 。

### 四、思考与练习

1. 机器人重定位运动时，参考哪一点调整工具姿态？（ ）  
A. 法兰盘中心点      B. 当前选中的工具坐标系原点      C. 基座中心点
2. 对于重定位运动，默认情况参考哪个坐标系？（ ）  
A. 基座坐标系      B. 工件坐标系      C. 工具坐标系
3. 在哪里可以设置增量模式中用户增量的大小？（ ）  
A. 程序数据菜单      B. 手动操作菜单  
C. 示教器屏幕右下角快速设置菜单
4. 在轴 4~6 单轴运动模式下，顺时针摇动操纵摇杆，则机器人如何运动？（ ）  
A. 4 轴正向旋转      B. 6 轴负向旋转      C. 6 轴正向旋转
5. 在轴 1~3 单轴运动模式下，向左推动操纵摇杆，则机器人如何运动？（ ）  
A. 1 轴正向旋转      B. 1 轴负向旋转      C. 2 轴正向旋转

## 任务四 机器人工具坐标系示教

### 一、相关知识

ABB 机器人的坐标系有大地坐标系 (World coordinates)、基座坐标系 (Base coordinates)、工具坐标系 (Tool coordinates)、用户坐标系 (User coordinates) 和工件坐标系 (Object coordinates) 等，均为笛卡儿坐标系，如图 2-83 所示。

1) 大地坐标系也称为世界坐标系，它是以地面为基准的三维笛卡儿坐标系，可用来描述物体相对于地面的运动。对于垂直于地面安装的单机器人系统，默认大地坐标系和基座坐标系重合，可不设定大地坐标系。





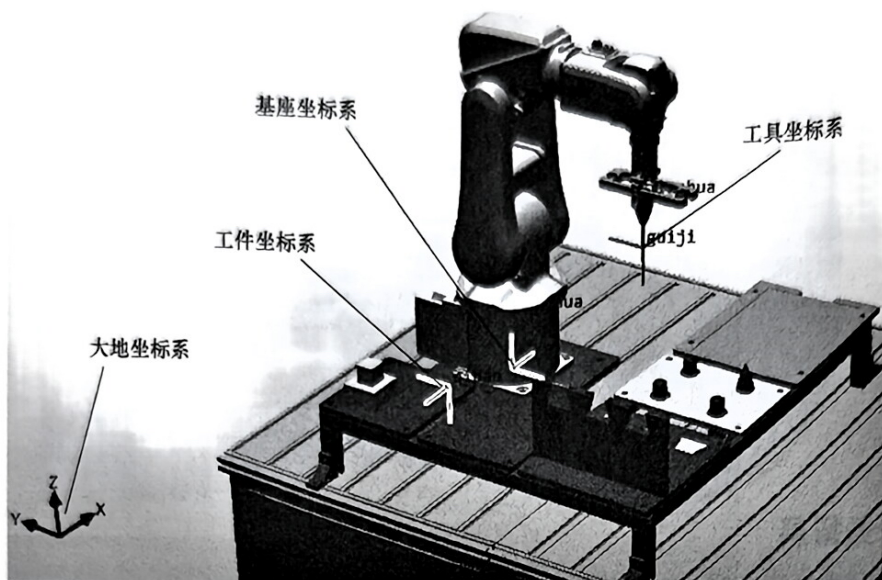


图 2-83 ABB 机器人坐标系

2) 基座坐标系也称为机器人坐标系，它是以机器人安装基座为基准的、用于描述机器人本体运动的三维笛卡儿坐标系。每个机器人都有自己的基座坐标系。基座坐标系通常以机器人的腰回转轴线为  $Z$  轴，以机器人的安装平面为  $XY$  平面，其  $Z$  轴正向与腰回转轴  $J1$  的方向相同， $X$  轴的轴线与腰回转轴  $J1$  的零点重合，且顺着手腕离开机器人向外的方向为  $X$  轴正向，而  $Y$  轴的方向由右手定则确定。

3) 工具坐标系是机器人进行作业必需的坐标系。工业机器人的工具作业点又称为工具中心点 (Tool Center Point, TCP)，它是机器人运动指令的轨迹对象，机器人目标点在空间的位置就是 TCP 在指定坐标系上的位置值。建立工具坐标系的目的是确定 TCP 的位置和安装姿态。当建立了工具坐标系，机器人使用不同的工具作业时，只需要改变工具坐标系，就能保证机器人的 TCP 正确地到达指令点。机器人第 6 轴上的工具安装法兰面和中心点是工具的安装定位基准。工具坐标系以工具安装法兰中心点 (Tool Reference Point, TRP) 为原点，垂直于工具安装法兰面向外的方向为  $Z$  轴正向，手腕向机器人外侧运动的方向为  $X$  轴正向。如果机器人为出厂状态或者未设定工具坐标系，控制系统将默认为工具坐标系和手腕基准坐标系重合，即 TCP 与 TRP 重合。

4) 用户坐标系是以工装位置为基准来描述机器人 TCP 运动的虚拟笛卡儿坐标系。

5) 工件坐标系是以工件为基准来描述机器人 TCP 运动的虚拟笛卡儿坐标系。通过切换不同的工件坐标系，机器人就可以对不同工件进行相同的作业，而无须对工件坐标系下的目标点进行修改。

多个工件坐标系可以建立在一个用户坐标系上。对于工具固定、机器人移动工件的作业 (如焊接时焊枪固定，机器人抓取工件进行焊接)，必须通过工件坐标系来描述 TCP 与工件的相对运动。如果未指定工件坐标系，目标点将与默认的 `wobj0` 关联，而 `wobj0` 始终与机器人的基座坐标系保持一致。



## 二、任务实施

### (一) 作业前准备

- 1) 清理工作台表面，打开本任务的文件压缩包。
- 2) 安全确认。
- 3) 如果使用实际工作站，则调用轨迹工具抓取程序，抓取轨迹工具，并回初始位置。
- 4) 确认机器人初始点。

### (二) 设置机器人工具坐标系

- 1) 转动机器人控制柜上的模式选择开关，将机器人的操作模式改为手动模式，如图 2-84 所示。
- 2) 用手持握示教器，单击界面左上角的 ABB 菜单，如图 2-85 所示。
- 3) 单击“手动操纵”，如图 2-86 所示。



机器人工具坐标系示教

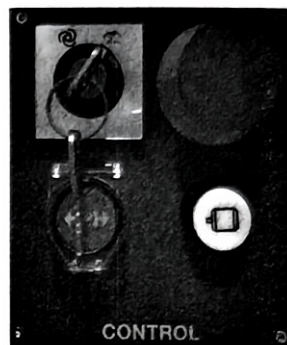


图 2-84 步骤 1)

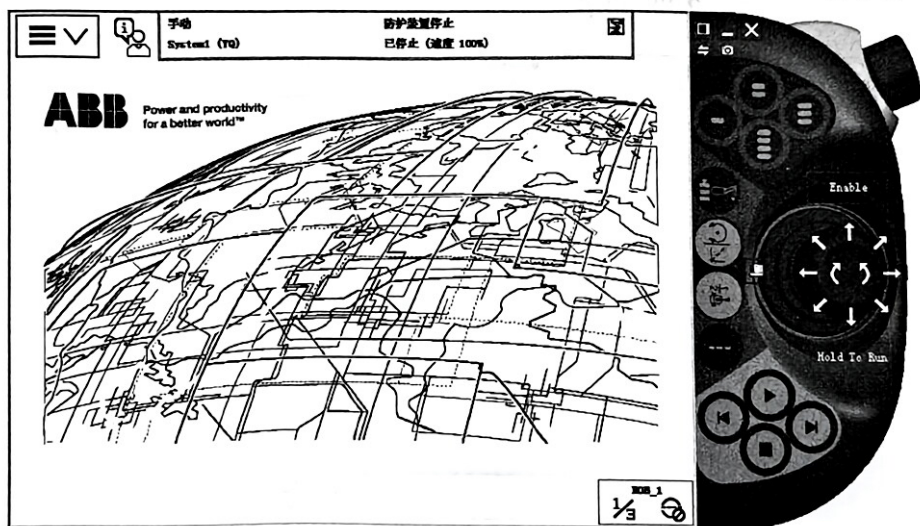


图 2-85 步骤 2)

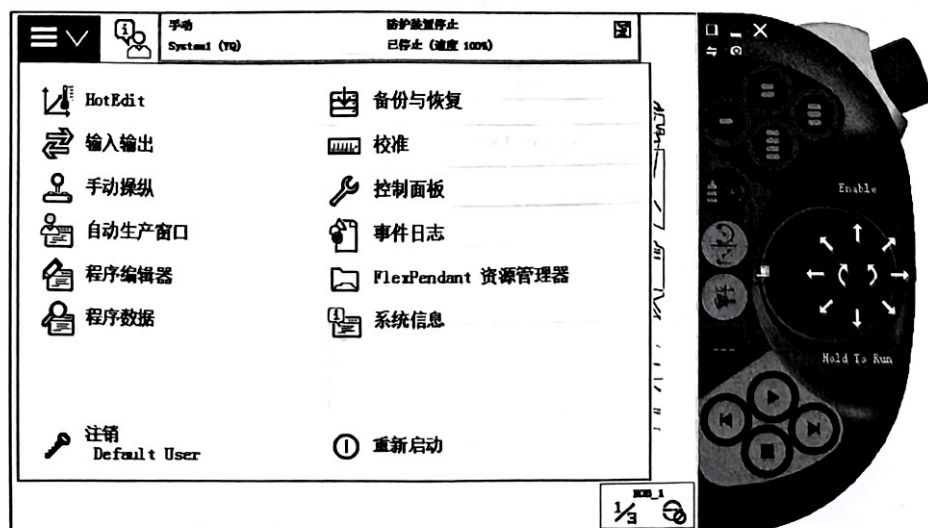


图 2-86 步骤 3)





4) 单击“工具坐标”，如图 2-87 所示。

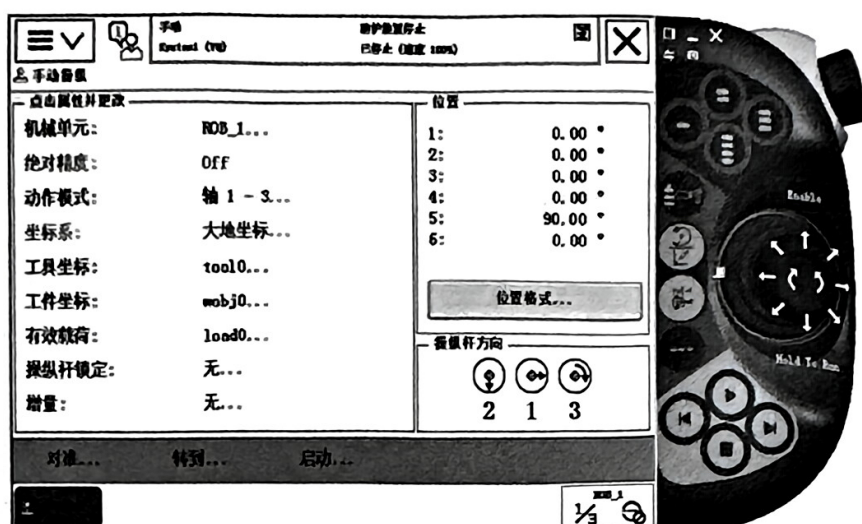


图 2-87 步骤 4)

5) 选择“新建”，如图 2-88 所示。

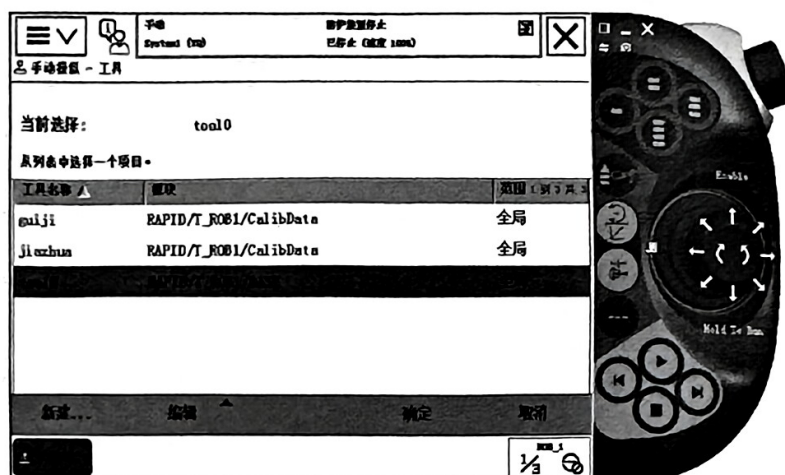


图 2-88 步骤 5)

6) 新建名称为 guiji1 的工具坐标，其余设置如图 2-89 所示，然后单击“初始值”。

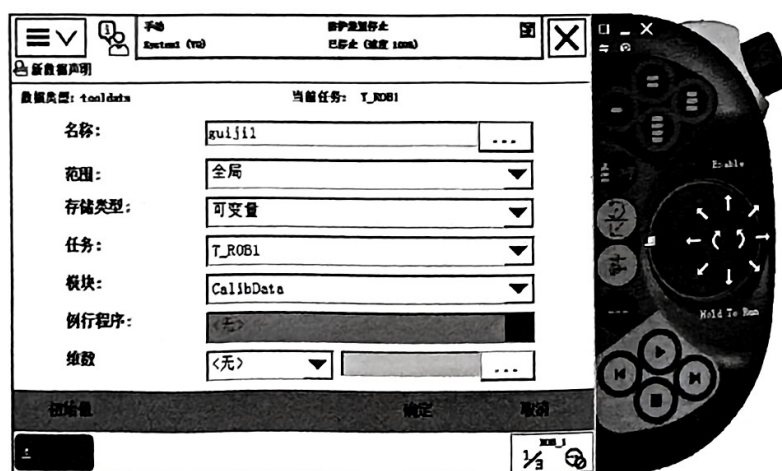


图 2-89 步骤 6)





7) 修改 mass 质量的初始值为 2kg，修改有效载荷重心在 Z 方向上为 100mm，然后单击“确定”，如图 2-90 所示，再次单击“确定”。

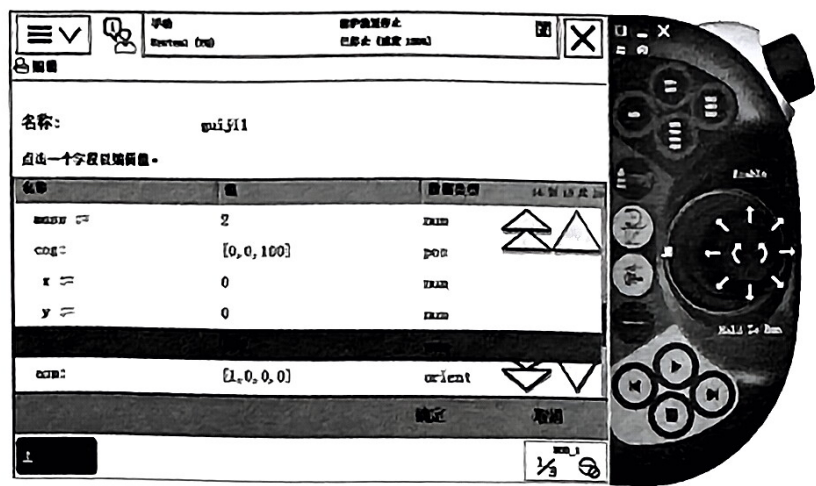


图 2-90 步骤 7)

8) 选中 gui11，单击“编辑”菜单中的“定义”，如图 2-91 所示。

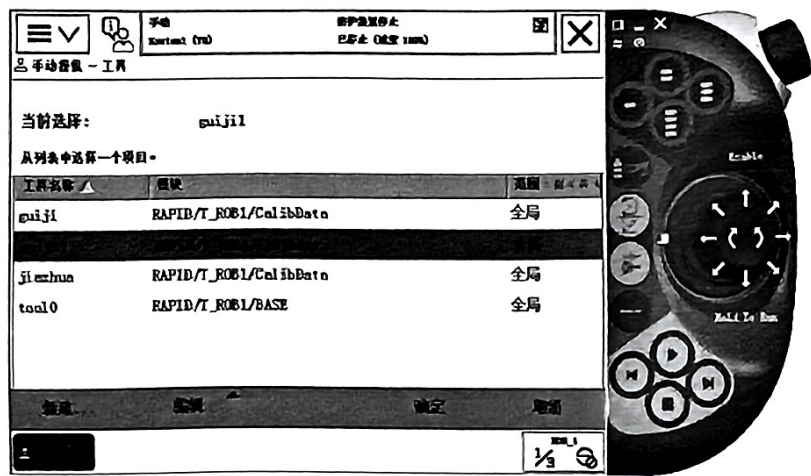


图 2-91 步骤 8)

9) “方法”选择“TCP（默认方向）”，“点数”选择“4”，如图 2-92 所示。

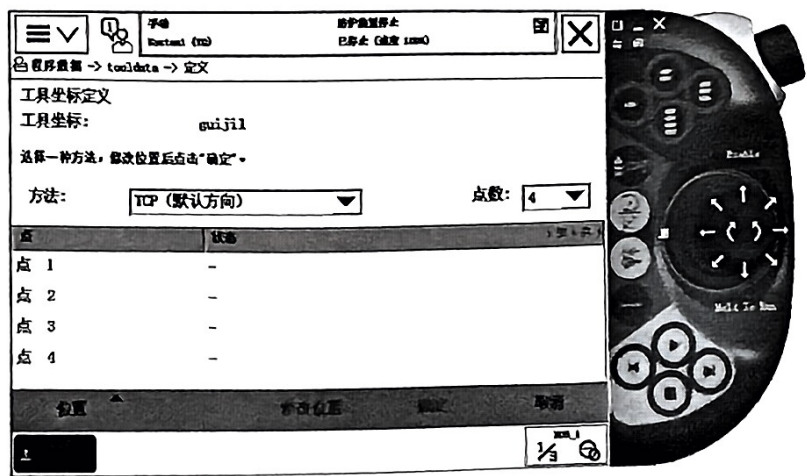


图 2-92 步骤 9)



10) 操纵机器人对准工作站上的标定点 (为简化表述, 文中提到将机器人对准或移到某位置, 即指将机器人的工具对准或移到某位置), 如图 2-93 所示。在示教器界面上选中“点 2”, 单击“修改位置”, 如图 2-94 所示。

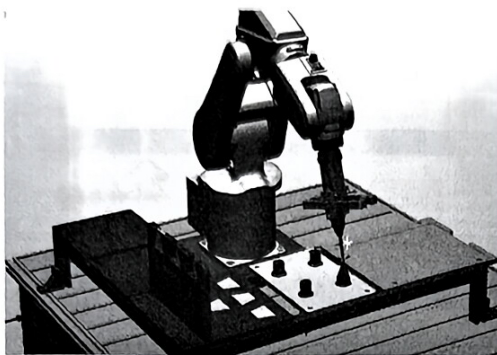


图 2-93 步骤 10) (一)

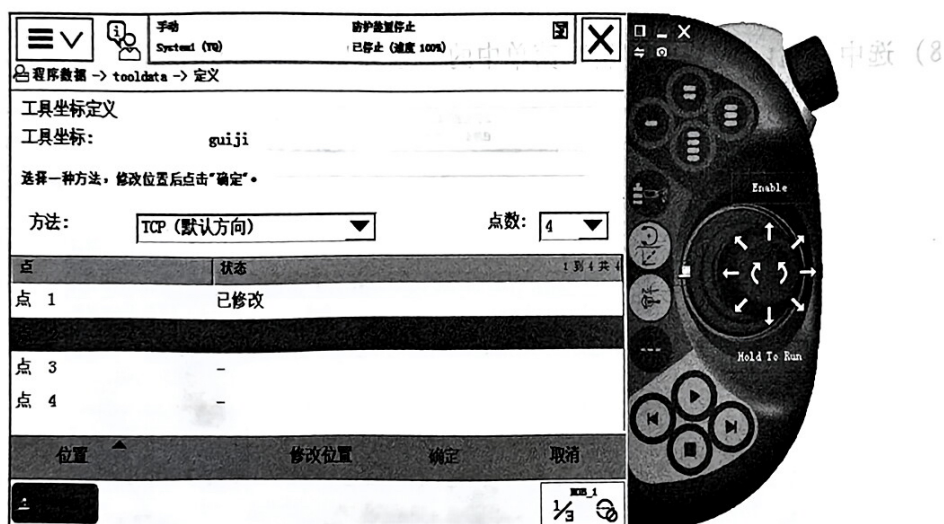


图 2-94 步骤 10) (二)

11) 使用单轴模式或重定位运动模式尽量以不同的姿态触碰标定点, 如图 2-95 所示。在示教器界面上依次单击点 2~点 4 的“修改位置”, 单击“确定”, 如图 2-96 所示。再次单击“确定”确认结果, 如图 2-97 所示。

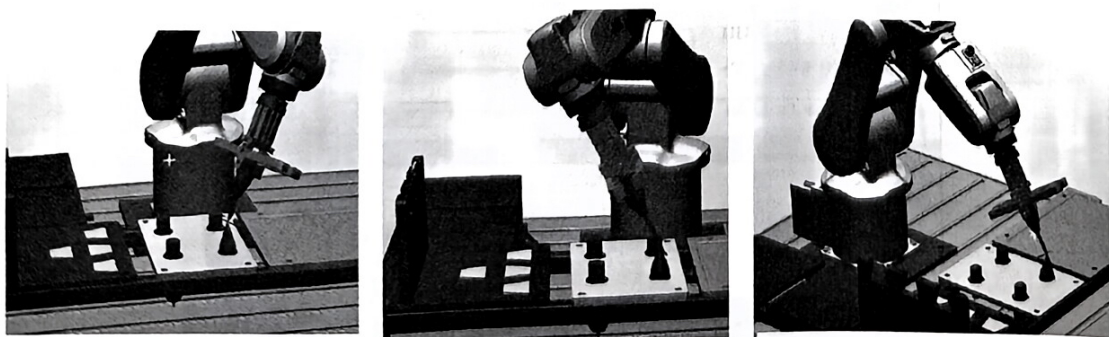


图 2-95 步骤 11) (一)





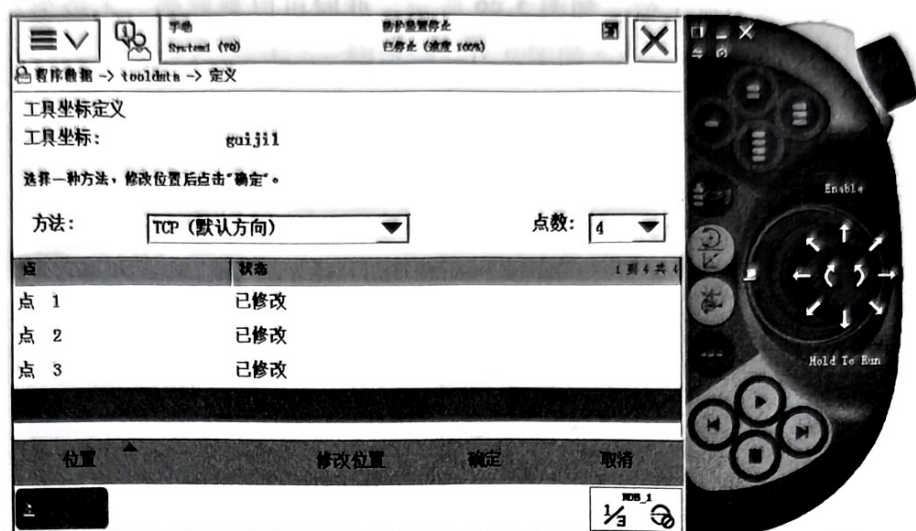


图 2-96 步骤 11) (二)

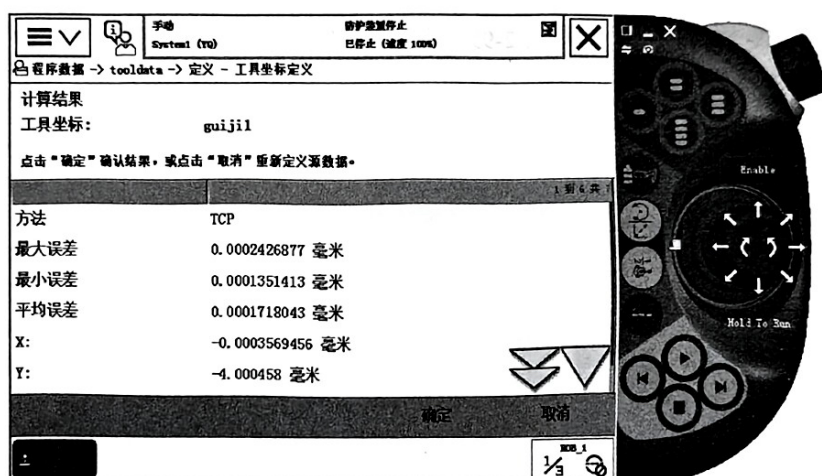


图 2-97 步骤 11) (三)

### (三) 验证

1) 选中 gui11，选择 gui11 为当前工具坐标，单击“确定”，如图 2-98 所示。

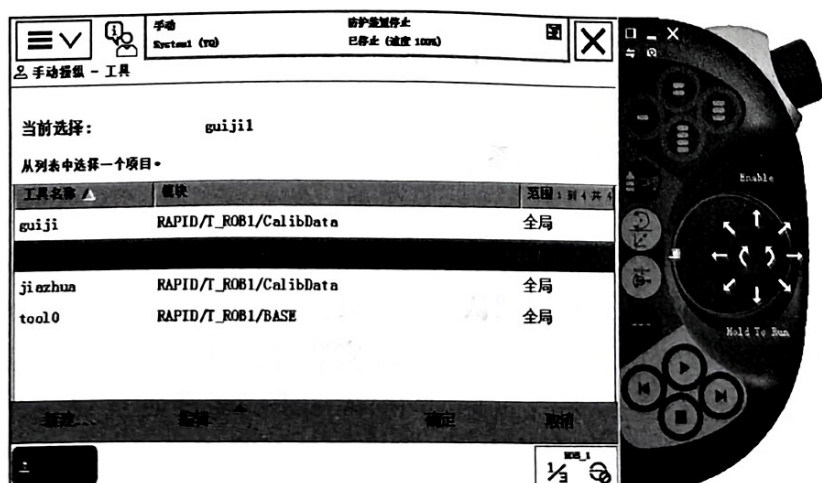


图 2-98 步骤 1)





2) 将动作模式切换为重定位, 如图 2-99 所示。此时可以观察到, 不论怎么动, 机器人始终围绕着轨迹工具的笔尖点运动, 如图 2-100 所示。

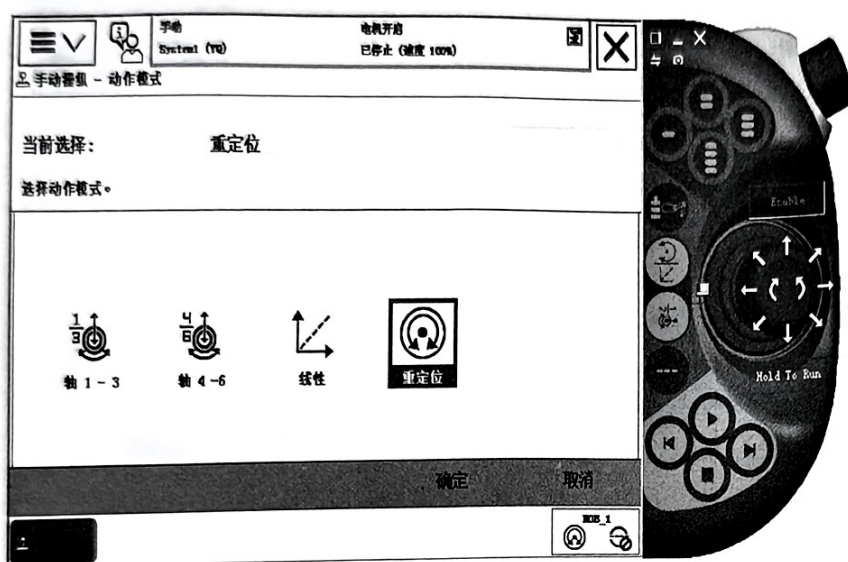


图 2-99 步骤 2) (一)

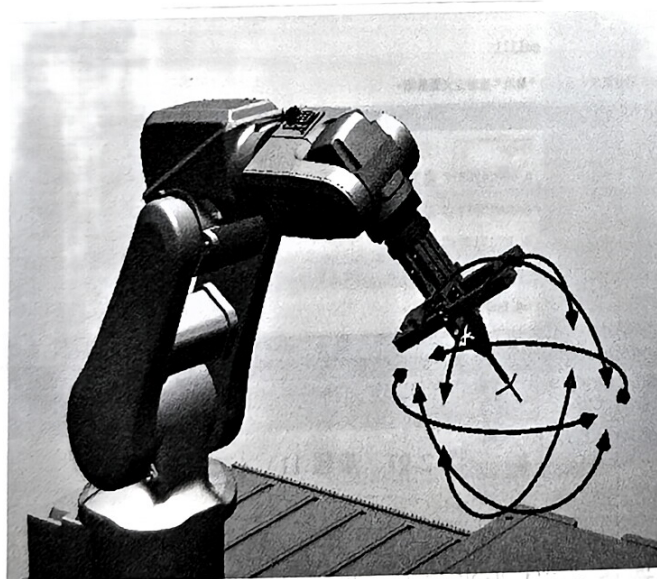


图 2-100 步骤 2) (二)

### 三、任务拓展

对工具上的夹爪设置一个工具坐标系。

### 四、思考与练习

- ABB 机器人的 TCP 坐标出厂时默认位于哪里? ( )
  - 最后一个运动轴的中心
  - 安装法兰的中心
  - J1 轴的中心
  - A 或 B 都可能
- 机器人的 TCP 是 ( )。
  - 工具坐标原点
  - 直角坐标原点
  - 用户坐标原点
  - 关节坐标原点

