

2.2 工具示教

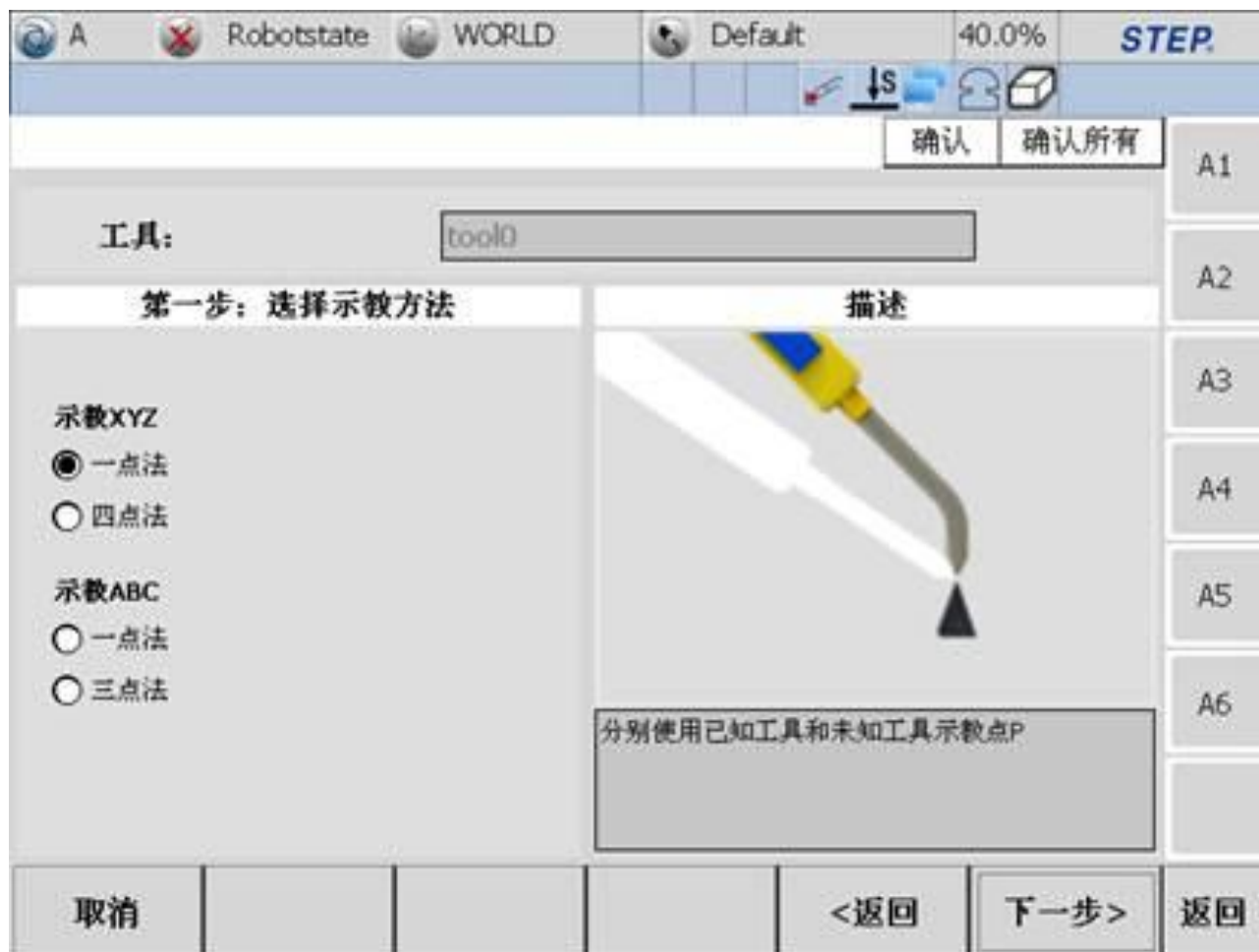
功能简介

机器人在作业时，通常会在末端加一个工具，若知道工具的位置和姿态信息，可以直接将值输入到工具变量里，若无法准确的知道这些信息，就可以用示教器提供的示教方法，示教出工具的位置和姿态。目前，工具位置XYZ示教提供一点法和4点法，姿态ABC示教提供1点法和3点法，并且示教完后会显示示教出的工具的精度，用户可以根据该精度判断工具的值是否准确。

2.2.1 工具变量的新建

- 1， 点按变量菜单选择“变量”；
- 2， 选择变量列表中的GLOBAL——点击左下角“变量”控件——点击“新建”；
- 3， 选择“坐标系工具类型”——选择“Tool”——修改左下方的名称——点击右下方的“确认”；
- 4， 工具变量新建完毕。

2.2.2 工具示教界面



1, 按下示教器的变量按键, 在弹出的目录里选择“工具”, 进入工具示教界面

2, 在“工具”选项下拉框中选择需要示教的工具变量, 若没有要示教的工具变量, 则在变量界面里先新建。选择工具变量后, 该工具的数值会在界面左侧显示出来

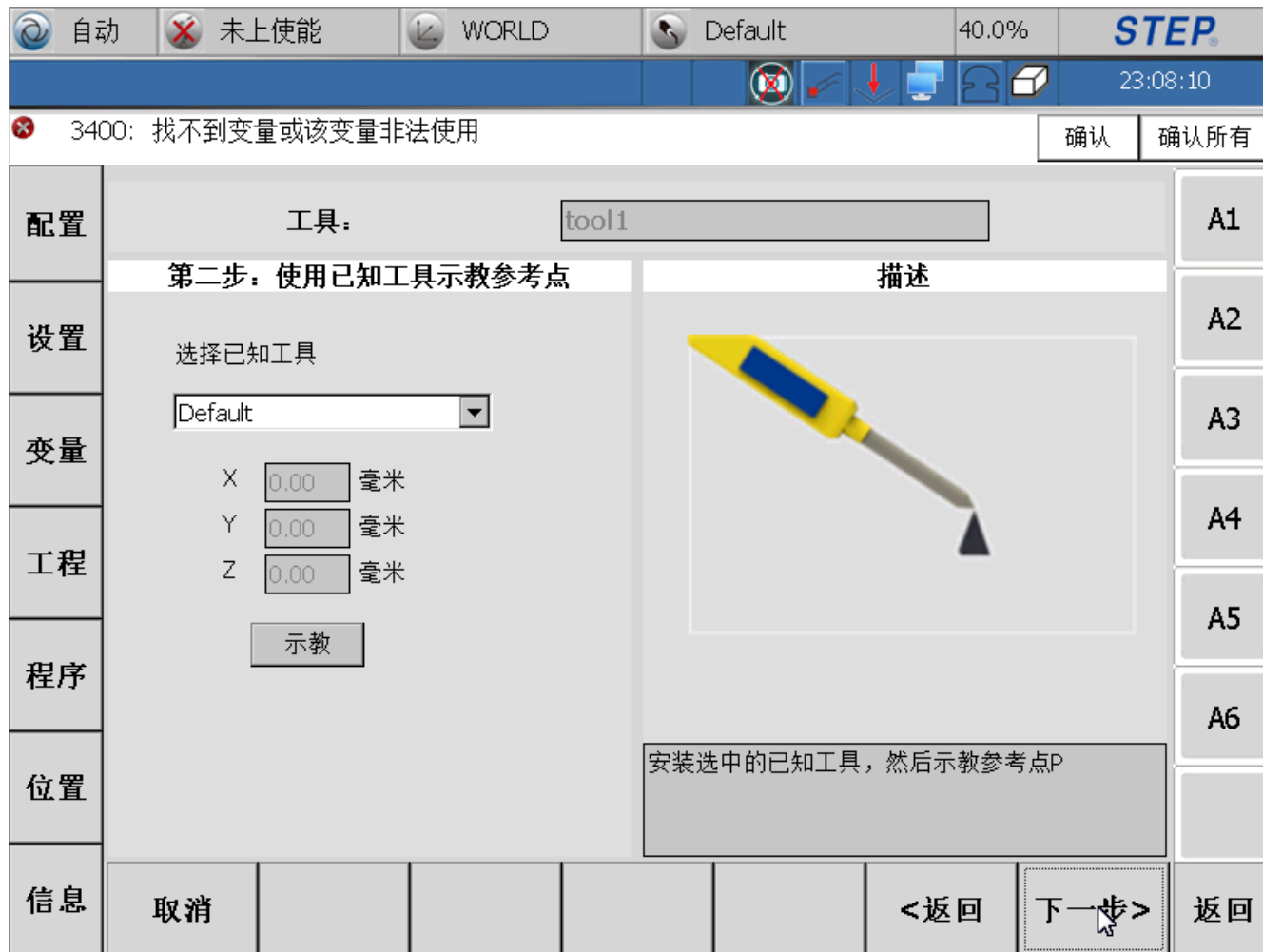
3, 点击“设置”按钮进入到工具示教方法选择界面

2.2.3 一点法示教工具XYZ原理

有一个已知工具时，可以采用一点法示教工具的XYZ

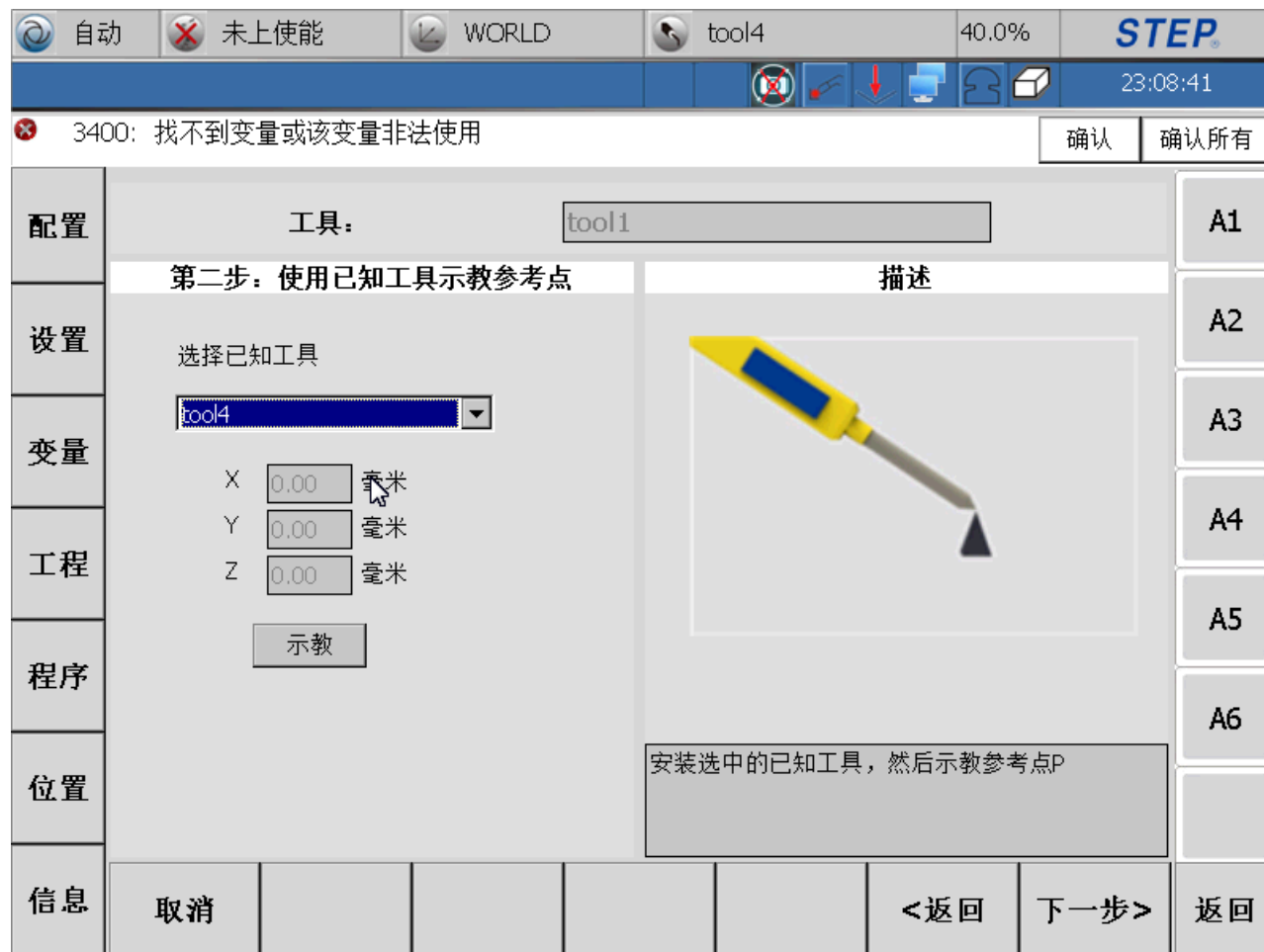
一点法示教方法的原理是分别使用已知工具和待示教工具示教同一点，从而获取待示教工具的值。

2.2.3.1 一点法示教工具XYZ



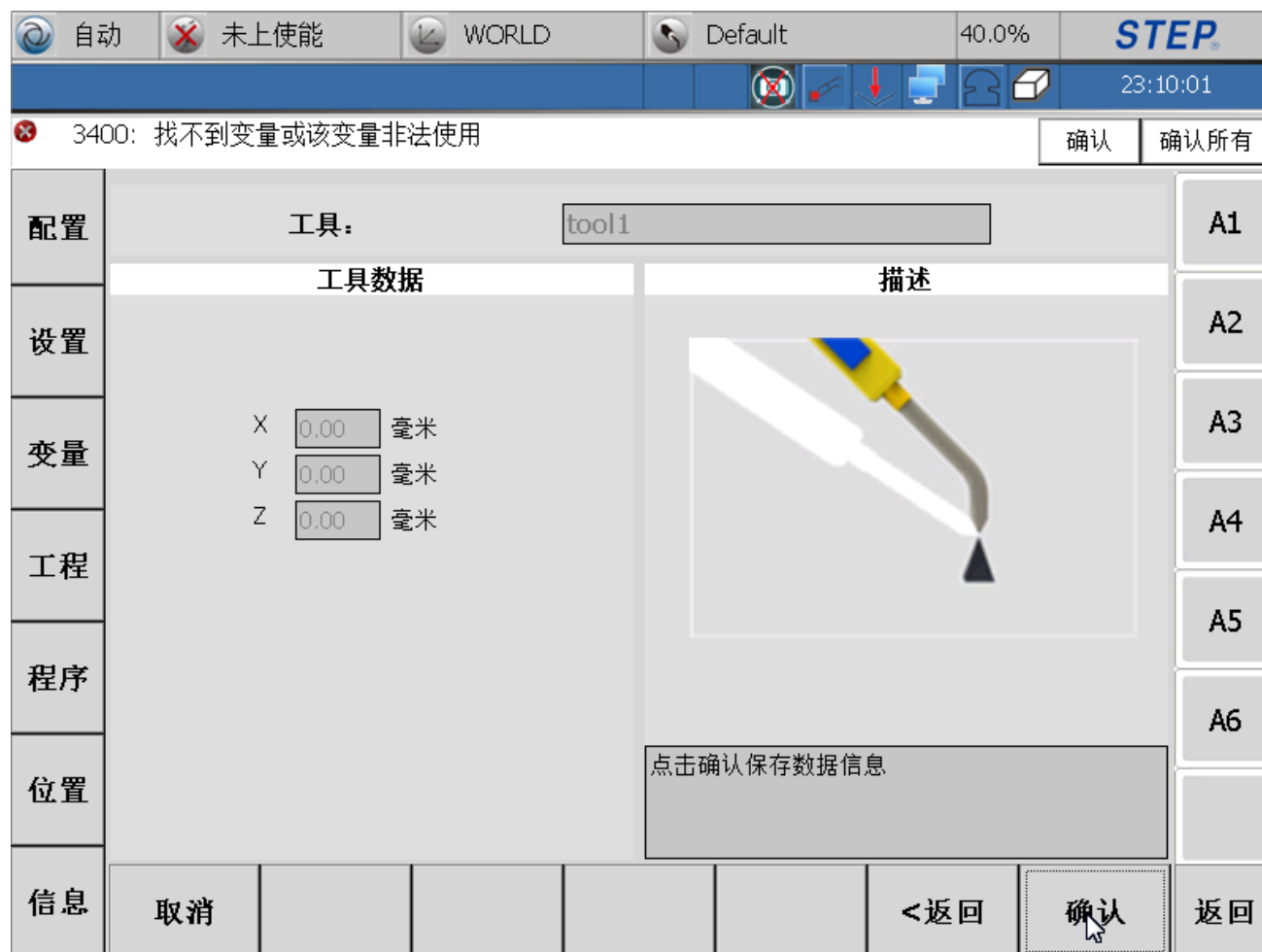
步骤：首先选择“一点法”工具示教方法，点击“下一步”进入到如下界面：

2.2.3.2 一点法示教工具XYZ



选中一个已知工具，然后将机器人运动到期望的位置，点击“示教”完成点示教，点击“下一步”进入到下一个示教界面

2.2.3.3 一点法示教工具XYZ



将已知工具取下，换上需要示教工具，然后将机器人运动到第一步示教位置，点击“示教”完成点示教。界面左侧显示的是示教后坐标系数数据。点击“确认”完成工具示教。

2.2.4.1 一点法示教工具XYZ步骤

- 1, 点击“变量”菜单——点击“工具”控件;
- 2, 选择需要示教的工具变量——点击右下方的“设置”;
- 3, 在示教XYZ那栏中选择“一点法”——点击右下方的“下一步”;
- 4, 在选择已知工具那栏选择已知的工具——点动机器人的TCP接触到参考点P——这时点击左边的“示教”记录位置——点击右下方的“下一步”;
- 5, 将已知工具拆下, 装上未知工具, 然后点动机器人的TCP点到达参考点P——这时点击左边的“示教”记录位置——点击右下方的“下一步”;
- 6, 这时机器人计算出XYZ的值, 点击“确认”保存;

2.2.4.2 一点法示教工具XYZ注意事项

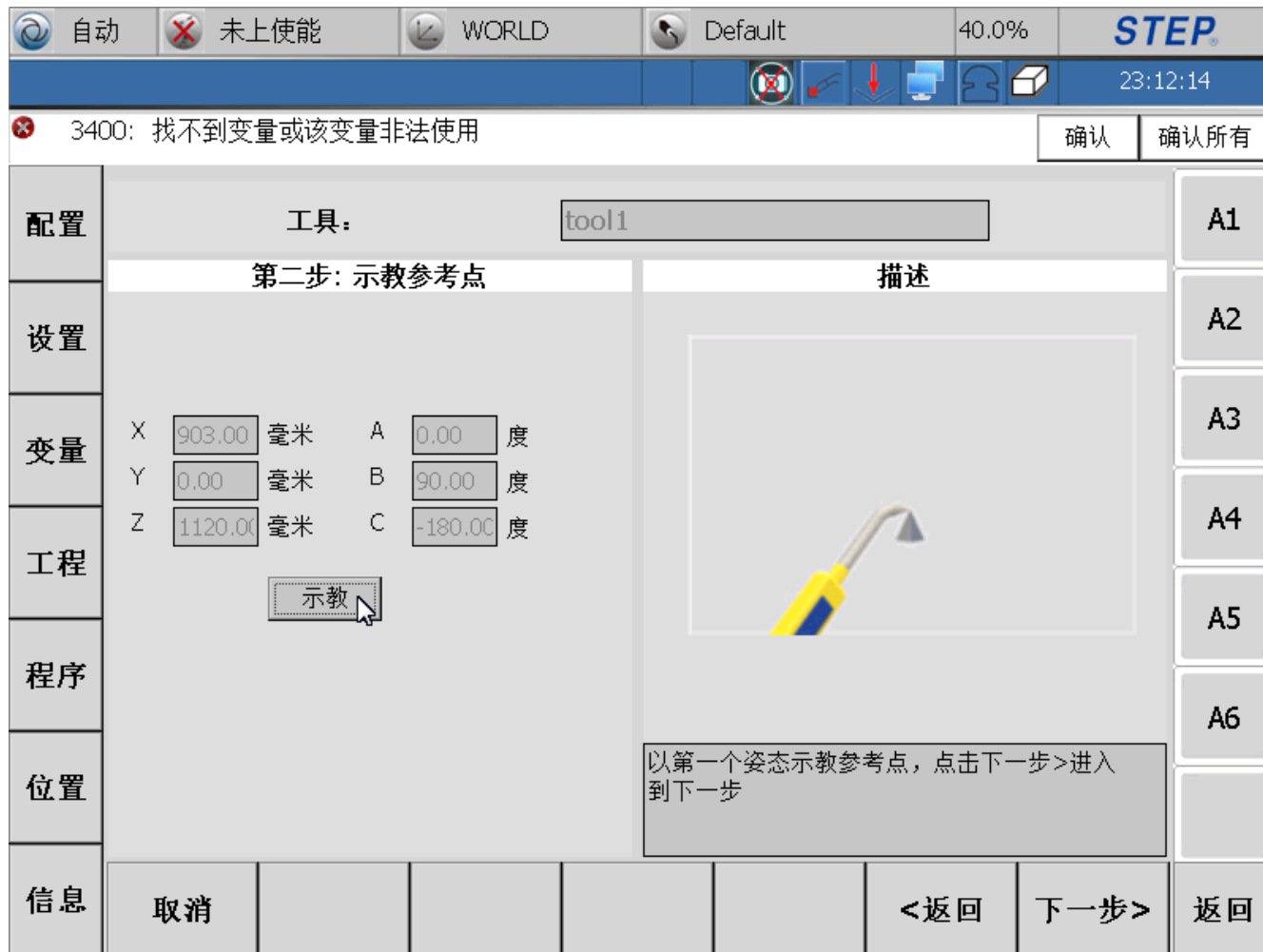
- 1, 适用于用已知工具示教未知工具;
- 2, 在整个示教过程中标定点P不可发生偏移;
- 3, 距离标定点P较近时需要减速慢慢靠近, 如果一旦在标定过程中碰歪标定点P则需要重新示教;

2.2.5 四点法示教工具XYZ原理

没有已知工具或者需要工具精度更高时，一般采用4点法示教工具的XYZ。

工具XYZ的4点法示教原理是：机器人法兰加待测工具通过四次以不同的位姿示教同一个参考点。记录这四个点的法兰位置，以这四点所构成的球面的球心即为工具的末端xyz位置，通过坐标变换，即可求得工具相对法兰的xyz。

2.2.5.1 四点法示教工具XYZ



在工具示教方法选择界面，选择示教XYZ的四点法，点击下一步，进入四点法示教界面。以第一个姿态示教参考点，获得机器人法兰的位置点

2.2.5.2 四点法示教工具XYZ

The screenshot shows the STEP software interface for configuring a 4-point teaching tool. The top status bar includes '自动' (Auto), '未上使能' (Not enabled), 'WORLD', 'Default', '40.0%', and the STEP logo. A message bar at the top left displays '3400: 找不到变量或该变量非法使用' (Variable not found or illegal use) with '确认' (OK) and '确认所有' (Confirm all) buttons. The main interface is divided into several sections:

- 配置 (Configuration):** '工具:' (Tool) is set to 'tool1'.
- 设置 (Settings):** '第三步: 示教参考点' (Step 3: Teaching reference point) and '描述' (Description) are visible.
- 变量 (Variables):** A table for setting coordinates:

| | | | | | |
|---|-----------------------------------|----|---|-----------------------------------|---|
| X | <input type="text" value="0.00"/> | 毫米 | A | <input type="text" value="0.00"/> | 度 |
| Y | <input type="text" value="0.00"/> | 毫米 | B | <input type="text" value="0.00"/> | 度 |
| Z | <input type="text" value="0.00"/> | 毫米 | C | <input type="text" value="0.00"/> | 度 |
- 工程 (Engineering):** A '示教' (Teaching) button is present.
- 程序 (Program):** A central 3D view shows a robotic arm with a yellow and blue tool tip. A mouse cursor is positioned over the tool tip.
- 位置 (Position):** A text box at the bottom of the 3D view reads: '以第二个姿态示教参考点, 点击下一步>进入到下一步' (Use the second posture teaching reference point, click the next step > to enter the next step).
- 信息 (Information):** The bottom navigation bar contains '取消' (Cancel), '<返回' (Previous), '下一步>' (Next), and '返回' (Return) buttons.

点击下一步，再以第二个姿态示教同一个参考点，获得机器人法兰位置点

2.2.5.3 四点法示教工具XYZ



点击下一步，再以第三个姿态示教同一个参考点，获得机器人法兰位置点

2.2.5.4 四点法示教工具XYZ

The screenshot shows the STEP software interface for configuring a 4-point teaching tool. The top status bar includes '自动' (Auto), '未上使能' (Not enabled), 'WORLD', 'Default', '40.0%', and the 'STEP' logo. A message bar displays '3400: 找不到变量或该变量非法使用' (Variable not found or illegal use) with '确认' (OK) and '确认所有' (Confirm all) buttons.

The main configuration area is titled '工具: tool1' (Tool: tool1). It is divided into two sections: '第五步: 示教参考点' (Step 5: Teaching reference point) and '描述' (Description). The '第五步' section contains input fields for X, Y, Z (all set to 0.00 毫米) and A, B, C (all set to 0.00 度), along with a '示教' (Teach) button. The '描述' section features a 3D model of a robot arm with a yellow and blue tool, and a mouse cursor pointing at it. Below the model, a text box reads: '以第四个姿态示教参考点，点击下一步>进入到下一步' (Use the 4th pose teaching reference point, click next step> to enter the next step).

On the right side, there is a vertical list of buttons labeled A1 through A6. At the bottom, there are navigation buttons: '取消' (Cancel), '<返回' (Return), '下一步>' (Next step), and '返回' (Return).

点击下一步，再以第四个姿态示教同一个参考点，获得机器人法兰位置点

2.2.5.5 四点法示教工具XYZ

The screenshot shows the STEP robot control interface. At the top, there is a status bar with icons for '手动' (Manual), '上使能' (Enable), 'WORLD', 'Default', and '40.0%'. The main interface is divided into several sections:

- 配置 (Configuration):** '工具:' (Tool) is set to 'tool1'.
- 设置 (Settings):** '工具数据' (Tool Data) section shows:

| | | |
|---|---------|----|
| X | -32.68 | 毫米 |
| Y | 626.42 | 毫米 |
| Z | -577.54 | 毫米 |
- 描述 (Description):** A 3D model of a tool is shown in a window.
- 位置 (Position):** A list of error rates:
 - 第一点误差为：47.65mm
 - 第二点误差为：23.17mm
 - 第三点误差为：42.86mm
 - 第四点误差为：19.52mm
- 信息 (Information):** A row of buttons: '取消' (Cancel), '<返回' (Return), '确认' (Confirm), and '返回' (Return).

On the right side of the interface, there are six buttons labeled A1 through A6, representing the four teaching points and a return button.

点击下一步，就可以获得工具的XYZ的值，并且会显示每个点的误差，如果误差在可接受范围内，可以点击确认按钮保存工具的数据，完成工具的XYZ示教，如果某个点的误差太大，可以点击返回，返回到该点，再次示教。建议每个点的误差在1mm以内。

2.2.6.1 四点法示教工具XYZ步骤

- 1, 点击“变量”菜单——点击“工具”控件；
- 2, 选择需要示教的工具变量——点击右下方的“设置”；
- 3, 在示教XYZ那栏中选择“四点法”——点击右下方的“下一步”；
- 4, 点动调整机器人的位姿，点动到参考点P——这时点击左侧的“示教”记录位置——点击右下方的“下一步”；
- 5, 调整机器人的位姿，第二次点动到参考点P——这时点击左侧的“示教”记录位置——点击右下方的“下一步”；
- 6, 调整机器人的位姿，第三次点动到参考点P——这时点击左侧的“示教”记录位置——点击右下方的“下一步”；
- 7, 调整机器人的位姿，第四次点动到参考点P——这时点击左侧的“示教”记录位置——点击右下方的“下一步”；
- 8, 这时在左侧可以看到求得XYZ值并在左下方看到四个点的误差，如若误差全部在, 1mm内，则点击“确认”保存数据。

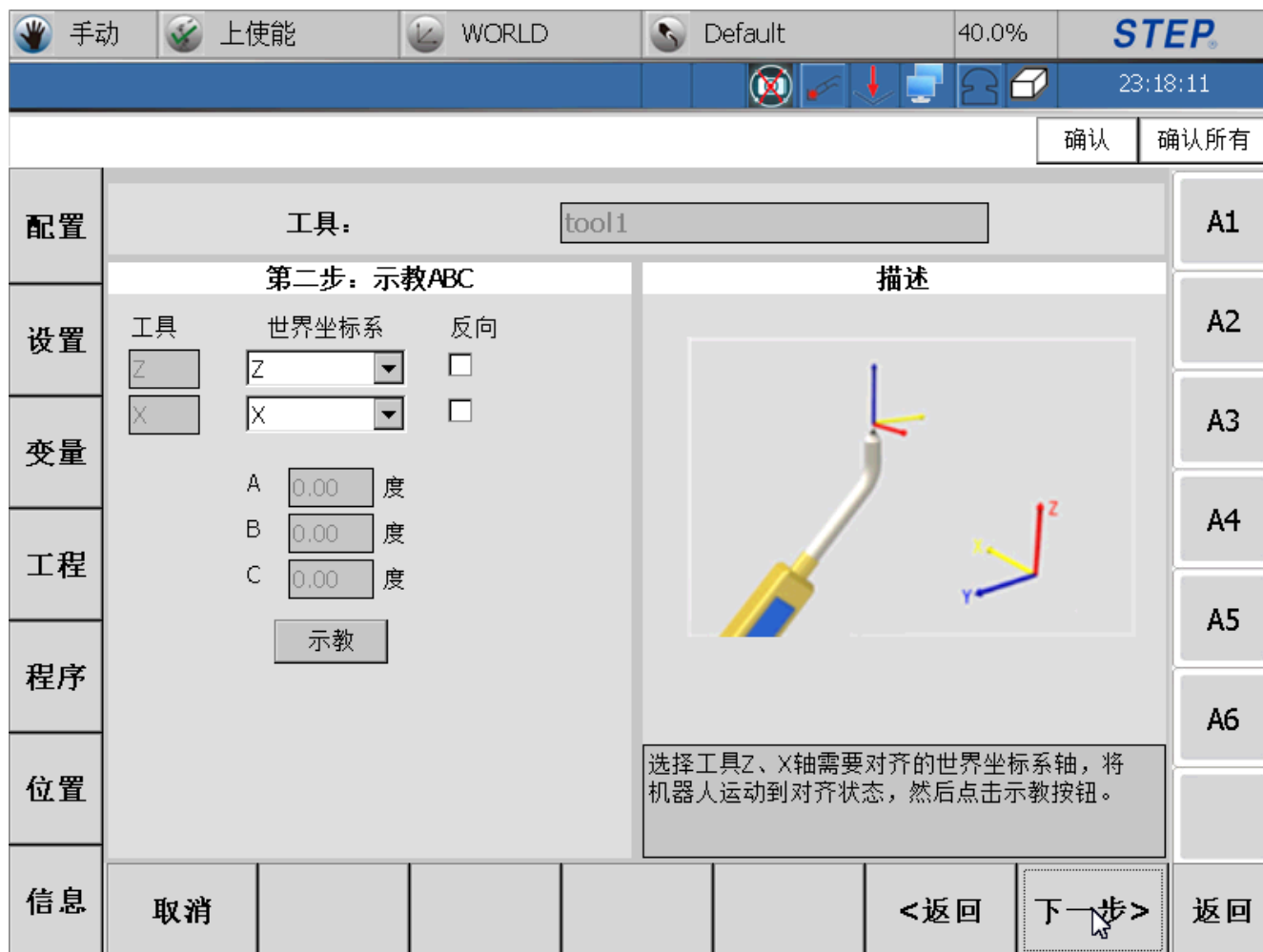
2.2.6.2 四点法示教工具XYZ注意事项

- 1, 适用于没有已知工具，直接示教未知工具；
- 2, 在整个示教过程中表定点P不可发生偏移；
- 3, 距离标定点P较近时需要减速慢慢靠近，如果一旦在标定过程中碰歪标定点P则需要重新示教；
- 4, 最后求得的XYZ的误差分析里四个点的误差需要在1mm内，一旦有超过1mm的请重新示教；

2.2.7 一点法示教工具ABC原理

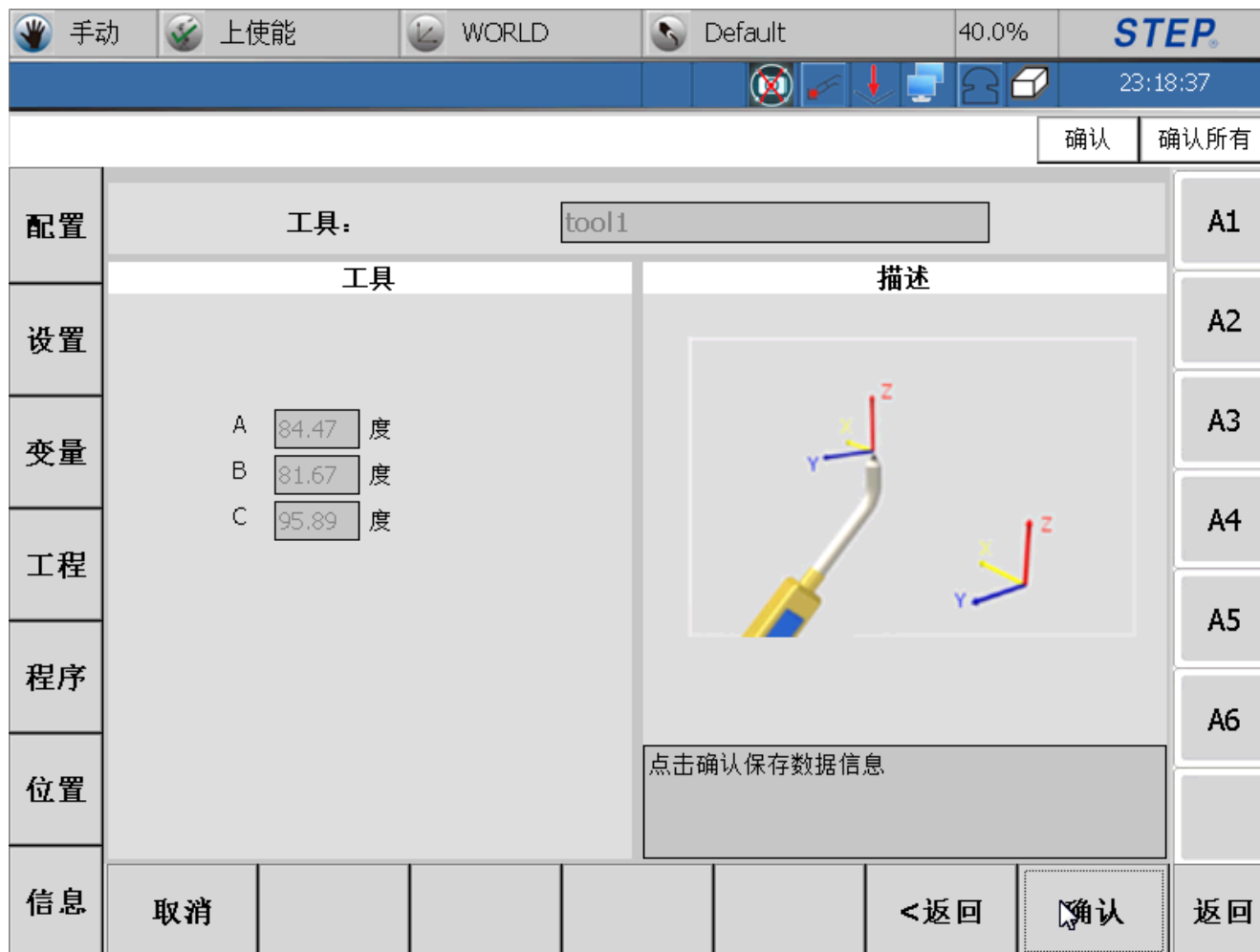
示教ABC的一点法原理是：调整当前机器人的姿态，使待测工具调整到与世界坐标系的轴对齐，记录当前的位置，即可通过坐标变换获得待测工具相对机器人法兰的姿态abc。

2.2.7.1 一点法示教工具ABC



在示教方法选择界面选择ABC的一点法，点击下一步，进入到一点法示教界面，选择工具Z、X轴需要对齐的世界坐标系轴，将机器人运动到对齐姿态，点击“示教”按钮完成点的示教

2.2.7.2 一点法示教工具ABC



点击下一步，就能获取工具的ABC，点击确认按钮，保存工具的ABC数据。

2.2.8.1 一点法示教工具ABC步骤

- 1, 选择需要示教的工具名称——再点击右下方的“设置”；
- 2, 选择示教ABC下的“一点法”——再点击右下方的“下一步”；
- 3, 选择工具坐标系的Z轴和X轴想要跟世界坐标系的哪两个轴重合——一点动机器人使得工具的Z轴和X轴和世界坐标系的两个轴对齐的状态——再点击“示教”记录位置——再点击右下方的“下一步”；
- 4, 机器人计算出ABC的值，点击“确认”保存数据；

2.2.8.2 一点法示教工具ABC注意事项

- 1, 示教好位置后在示教姿态前一定先选择好要示教的工具变量;
- 2, 示教的过程中一定要保证工具的Z和X方向和世界坐标系的两个指定轴的方向平行;
- 3, 示教好姿态后需要检验示教的工具的方向和示教的姿态误差, 这一步不可缺少;

2.2.9 三点法示教工具ABC原理

一般采用三点法示教ABC，三点法的原理是：机器人首先沿已定义的工具的z轴方向相对参考点移动一段距离，然后再沿定义的工具的xz平面内移动一段距离，记录这三个点的法兰位置，即可求得工具相对法兰的ABC。

2.2.9.1 三点法示教工具ABC



在工具示教方法选择界面，选择ABC的三点法，点击下一步，进入到ABC三点法示教界面，选择示教方向：Z轴正向或者反向、ZX平面正向或者反向。将机器人运动到工具Z轴上的某一个参考点，然后点击“示教”按钮完成第一个点的示教

2.2.9.2 三点法示教工具ABC

配置 工具: tool1

设置 第三步: 示教ABC

描述

X 788.20 毫米 A 163.28 度
Y -12.93 毫米 B 73.67 度
Z 1178.06 毫米 C 15.12 度

示教

示教Z轴上第二个点

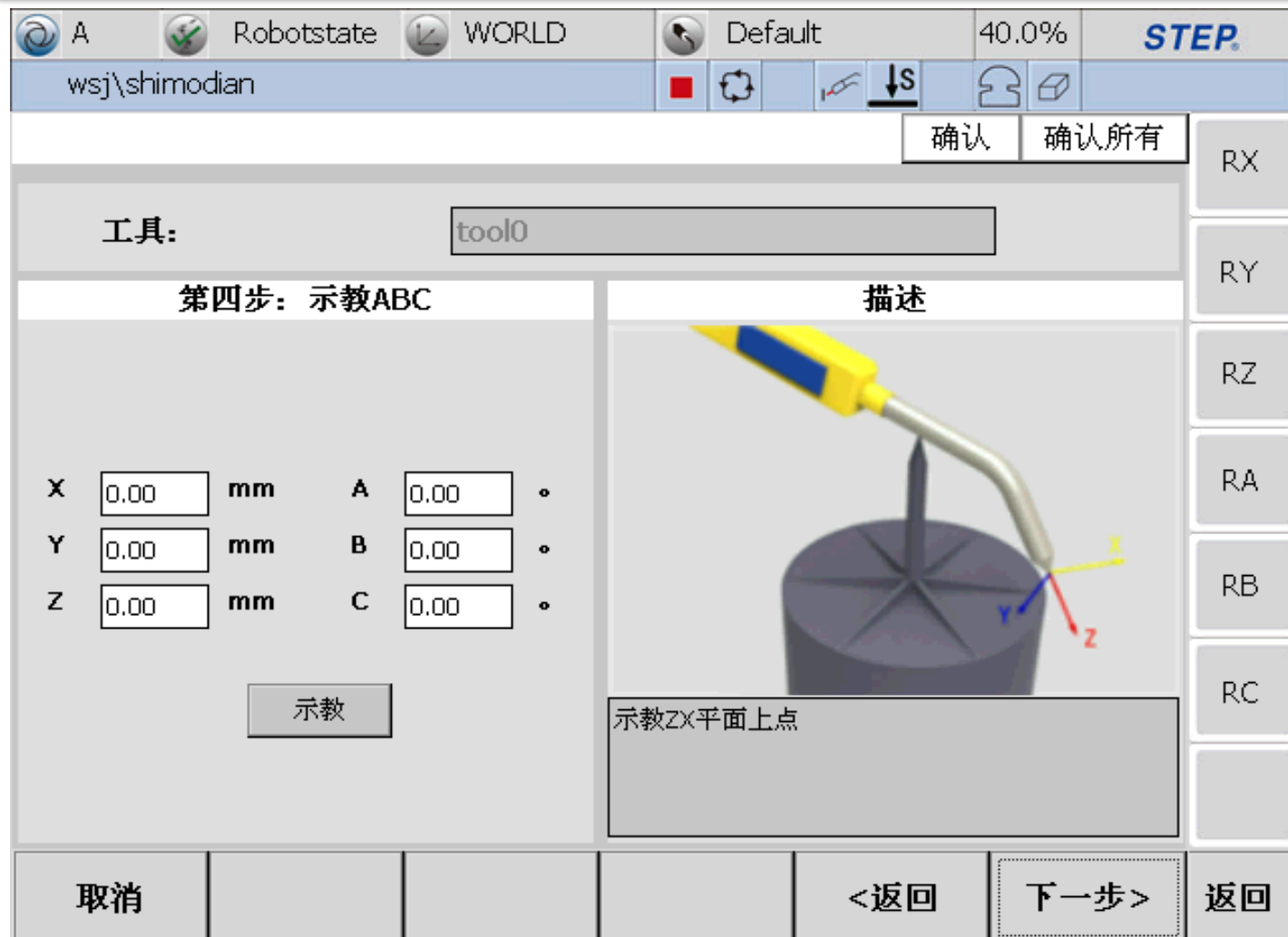
确认 确认所有

A1 A2 A3 A4 A5 A6

取消 <返回 下一步> 返回

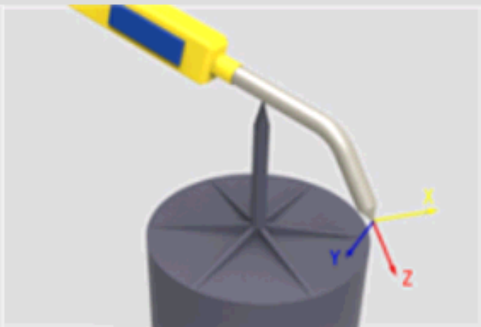
点击下一步，进入第二个点的示教界面，将机器人运动到工具Z轴上的某一个参考点，然后点击“示教”按钮完成第二个点的示教

2.2.9.3 三点法示教工具ABC



点击下一步，进入第三个点的示教界面，将机器人运动到工具ZX平面上的某一个参考点，然后点击“示教”按钮完成第三个点的示教

2.2.9.4 三点法示教工具ABC

| 配置 | 工具: tool1 | | |
|----|------------|--|----|
| 设置 | 工具 | 描述 | |
| 变量 | A 172.32 度 |  | |
| | B 66.34 度 | | |
| | C 11.88 度 | | |
| 位置 | 点击确认保存数据信息 | | |
| 信息 | 取消 | <返回 | 确认 |

点击下一步，就可以获取工具的ABC数据，点击确认按钮保存工具的ABC数据。

2.2.10.1 三点法示教工具ABC步骤

- 1选择需要示教的工具名称——点击右下方的“设置”；
- 2选择示教ABC下的“三点法”——点击右下方的“下一步”；
- 3根据提示选择Z轴和ZX面的方向——点动机器人示教Z轴上的第一个点——点击左侧的“示教”——点击右下方的“下一步”；
- 4点动机器人示教Z轴上的第二个点——点击左侧的“示教”——点击右下方的“下一步”；
- 5点动机器人示教ZX平面上的点——点击左侧的“示教”——点击右下方的“下一步”；
- 6机器人计算出ABC的值，点击“确认”保存数据。

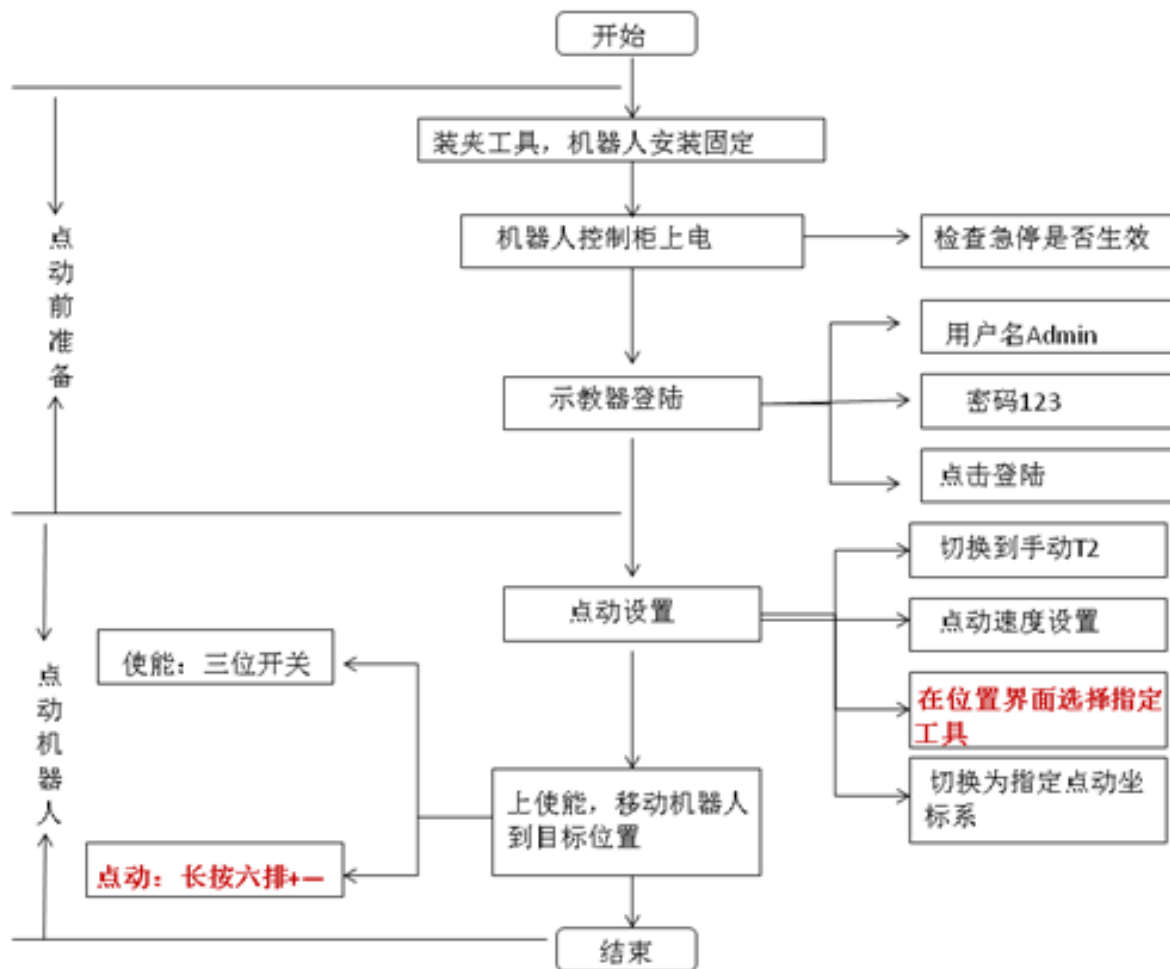
2.2.10.2 三点法示教工具ABC注意事项

- 1示教好位置后在示教姿态前一定先选择好要示教的工具变量；
- 2示教的过程中一定保证速度慢慢的靠近；
- 3示教好姿态后需要检验示教的工具的方向和示教的姿态的误差，这一步不可缺少；

2.2.11.1 工具检验

示教完工具后，加载该工具，让工具末端对准一个尖点，分别在世界坐标系下点动ABC，检查工具的末端是否都是绕尖点在转动；在工具坐标系下点动TX、TY、TZ，检查机器人工具末端是否沿着工具的XYZ方向移动。

2.2.11.2 带工具点动机器人步骤



这时点动机器人，位置界面中显示的是TCP点在世界坐标系和基坐标系下的值，即TCP点在走轨迹。