

德厚技高

务实创新



工具坐标系标定



河南职业技术学院

HENAN POLYTECHNIC



01

工具坐标系标定方法

02

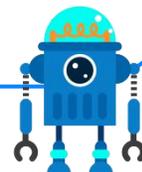
工具坐标系定义步骤



工具坐标系标定方法

工具数据tooldata

- 工具数据tooldata用于描述安装在机器人第六轴上的工具坐标TCP（工具坐标系的原点被称为TCP-Tool Center Point，即工具中心点）、质量、重心等参数数据。
- tooldata会影响机器人的控制算法（例如计算加速度）、速度和加速度监控、力矩监控、碰撞监控、能量监控等，因此机器人的工具数据需要正确设置。

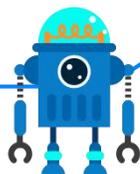




工具坐标系标定方法

工具数据tooldata的定义

• 工具数据tooldata是机器人系统的一个程序数据类型，用于定义机器人的工具坐标系，出厂默认的工具坐标系数据被存储在命名为tool0的工具数据中，编辑工具数据可以对相应的工具坐标系进行修改。



设定tooldata的示教器界面



工具坐标系标定方法

工具数据tooldata的定义

•使用预定义方法设定工具坐标系时，在操纵机器人过程中，系统自动将表中数值填写到示教器中。如果已知工具的测量值，则可以在示教器tooldata设置界面中对应的设置参数下输入这些数值，以设定工具坐标系。

名称	参数	单位
工具中心点的笛卡尔坐标	tframe.trans.x	mm
	tframe.trans.y	
	tframe.trans.z	
工具的框架定向（必要时需要）	tframe.rot.q1	无
	tframe.rot.q2	
	tframe.rot.q3	
	tframe.rot.q4	



工具坐标系标定方法

tooldata参数tframe数值表

名称	参数	单位
工具质量	tload.mass	Kg
	tload.cog.x	
工具重心坐标（必要时需要）	tload.cog.y	mm
	tload.cog.z	
	tload.aom.q1	
力矩轴的方向（必要时需要）	tload.aom.q2	无
	tload.aom.q3	
	tload.aom.q4	
	tload.ix	
工具的转动力矩（必要时需要）	tload.iy	Kgm ²
	tload.iz	



工具坐标系标定方法

$N (3 \leq N \leq 9)$ 点法

- 机器人工具的TCP通过N种不同的姿态同参考点接触，得出多组解，通过计算得出当前工具TCP与机器人安装法兰中心点（默认TCP）相对位置，其坐标系方向与默认工具坐标系（tool0）一致。



工具坐标系标定方法

TCP和Z法、TCP和Z，X法

- TCP和Z法：在N点法基础上，增加Z点与参考点的连线为坐标系Z轴的方向，改变了默认工具坐标系的Z方向；
- TCP和Z，X法：在N点法基础上，增加X点与参考点的连线为坐标系X轴的方向，Z点与参考点的连线为坐标系Z轴的方向，改变了默认工具坐标系的X和Z方向。



工具坐标系标定方法

采用TCP和Z，X法（ $N=4$ ）定义工具坐标系步骤如下：

- （1）首先在机器人工作范围内找一个精确的固定点作为参考点；
- （2）然后在工具上确定一个参考点（此点作为工具坐标系的TCP，最好是工具的中心点）；
- （3）手动操纵机器人，以四种不同的机器人姿态将工具上的参考点，尽可能与固定点刚好重合接触。机器人前三个点的姿态相差尽量大些，这样有利于TCP精度的提高。（接下页）



工具坐标系标定方法

采用TCP和Z，X法（N=4）定义工具坐标系步骤如下：

（接上页）为了获得更准确的TCP，第四点是用工具的参考点垂直于固定点，第五点是工具参考点从固定点向将要设定为TCP的X方向移动，第六点是工具参考点从固定点向将要设定为TCP的Z方向移动；

（4）机器人通过这几个位置点的位置数据确定工具坐标系TCP的位置和坐标系的方向数据，然后将工具坐标系的这些数据保存在数据类型为tooldata的程序数据中，被程序进行调用。



工具坐标系定义步骤

(1) 在“手动操纵”内选择“工具坐标”。



(2) 在图示界面中，点击“新建”。





工具坐标系定义步骤

(3) 点击“确定”，新建一个工具坐标，调整名称、范围等属性（一般使用默认属性即可）。

(4) 选中目标工具坐标，点击“编辑”选择“更改值...”，对该工具坐标的数据值进行更改。





工具坐标系定义步骤

(5) 将“mass”（质量）改为工具的实际质量，单位为kg。

(6) 选中目标工具坐标，对该工具坐标系进行定义。



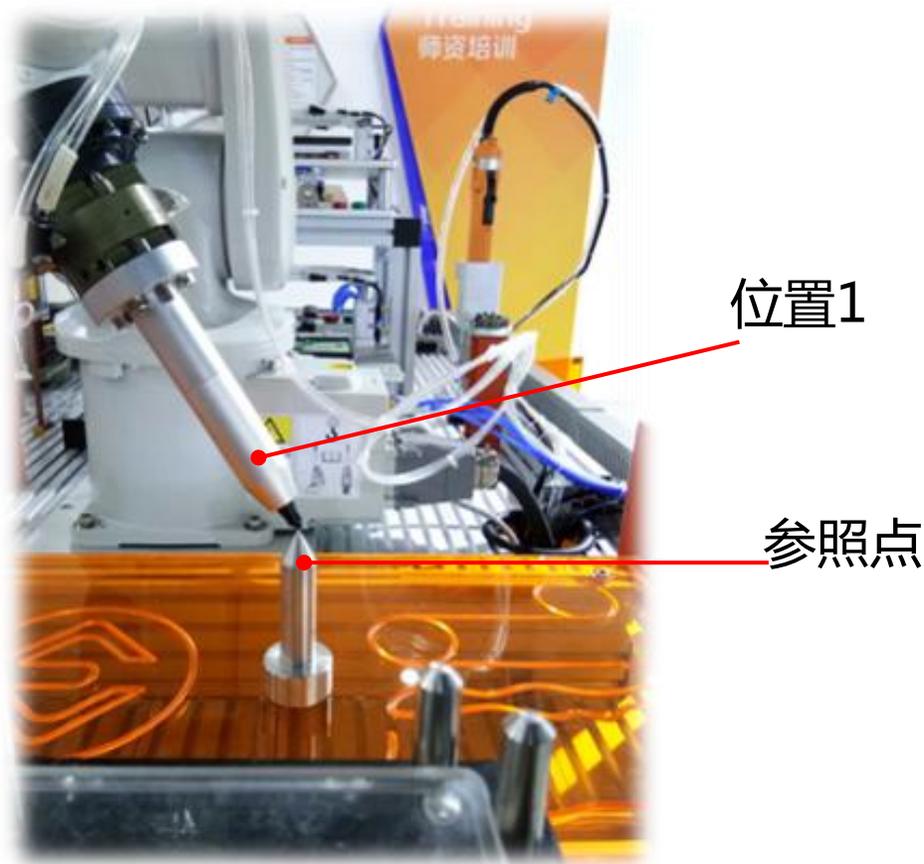


工具坐标系定义步骤

(7) 根据工具坐标系方向的需求，选择定义方法。此处选择“TCP和Z，X”，点数选择“4”。

(8) 将尖锥工具放置在合适位置，其尖端作为参照点。

操纵工业机器人移至图示位置1，取得第一个接近点。将运行速度减小至其15%的大小，然后小幅度偏转控制杆操纵工业机器人，尽量将工具TCP接近参照点。





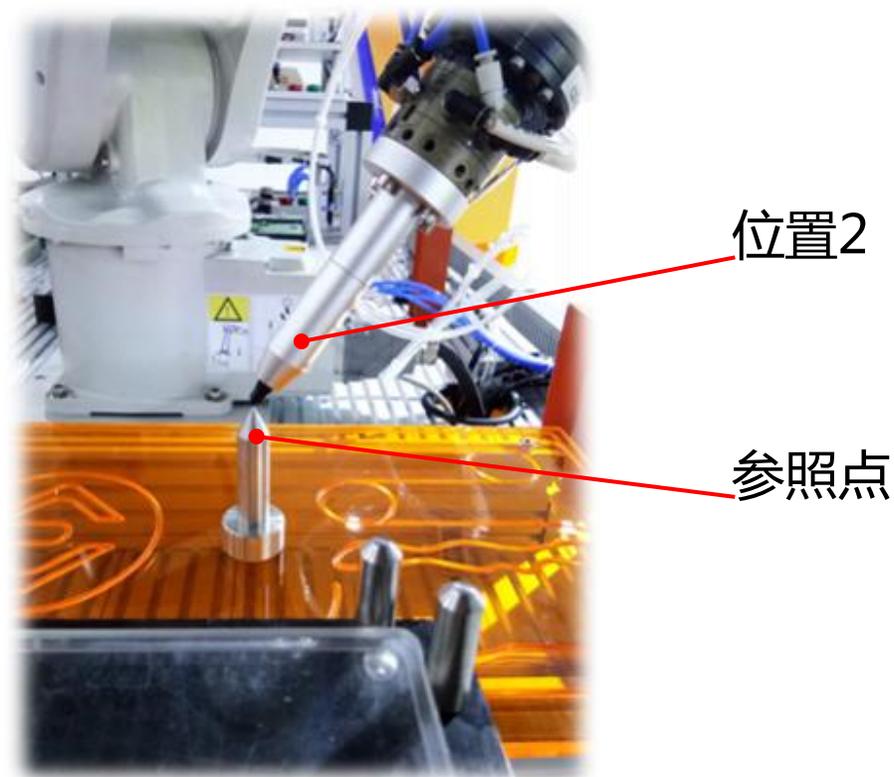
工具坐标系定义步骤



(9) 选中“点1”并单击“修改位置”，完成点1的示教和定义。



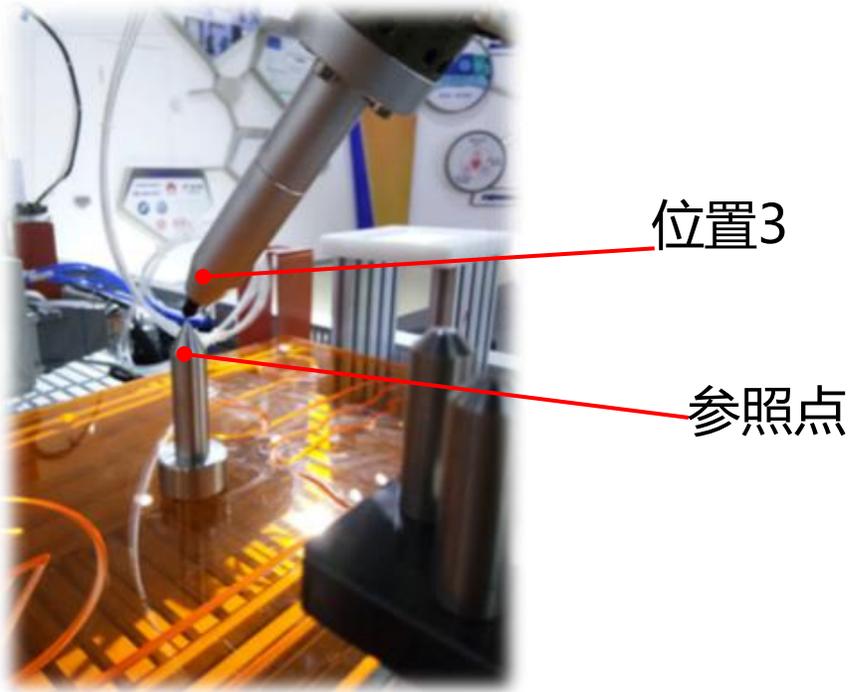
(10) 参考点1示教方法，移动工具TCP到位置2（如下图所示），完成点2的示教和定义。



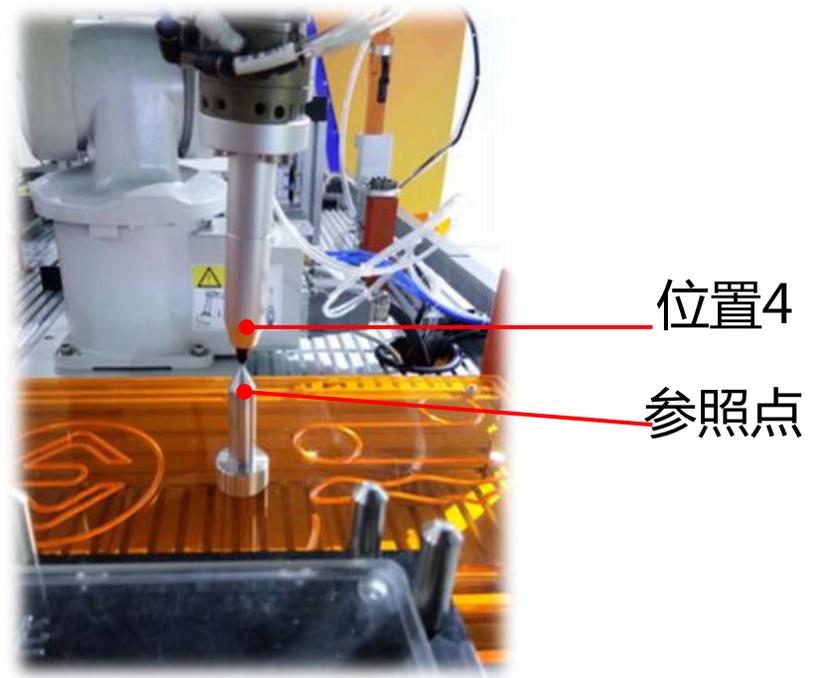


工具坐标系定义步骤

(11) 参考点1示教方法，移动工具TCP到位置3（如下图所示），完成点3的示教和定义。



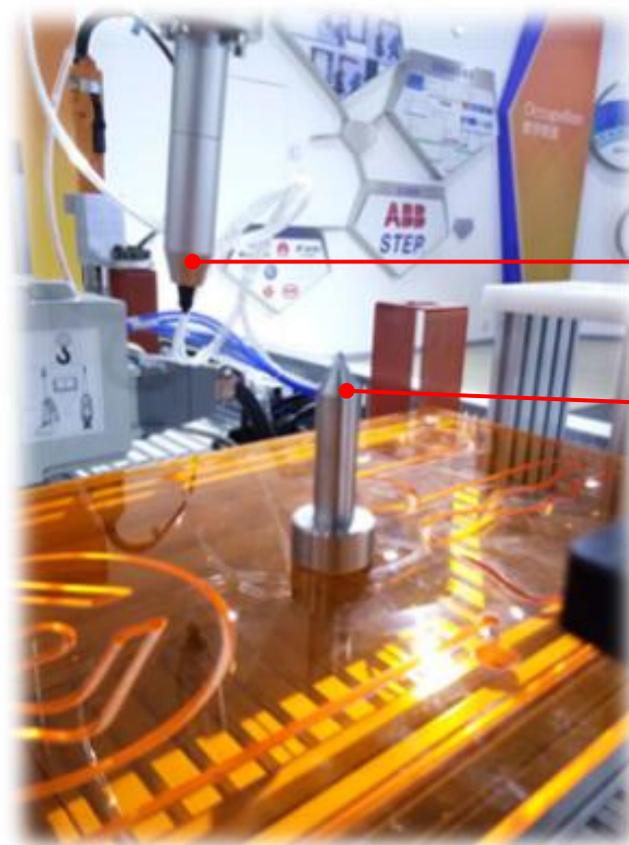
(12) 移动工具TCP到位置4，完成点4的示教和定义。第4点最好为垂直姿态，方便第5点和第6点的获取





工具坐标系定义步骤

(13) 以点4的姿态和位置为起始点，操纵工业机器人线性运动，使得参照点成为所需定义的工具坐标系X轴正向上的某个点。即TCP到固定参照点的方向为+X，如右图所示。



延伸器点X

参照点

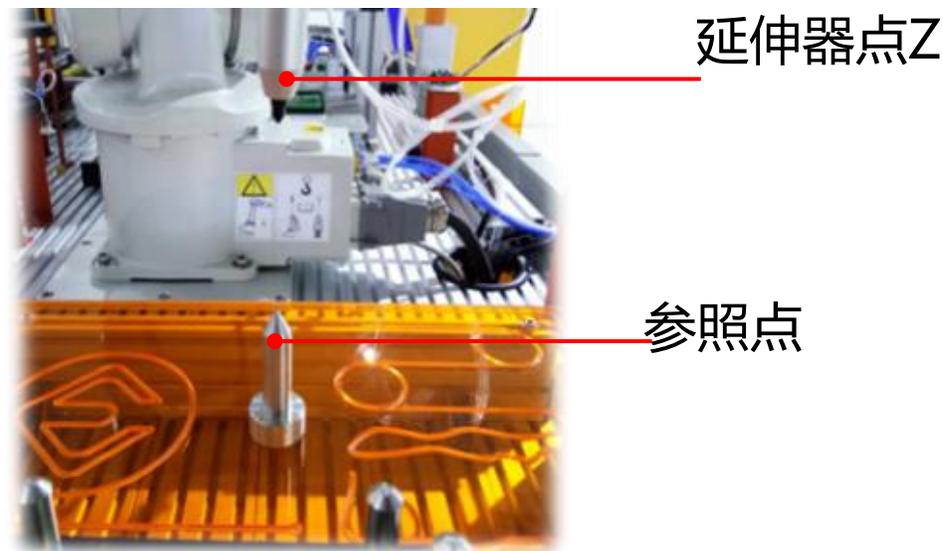


工具坐标系定义步骤

(14) 选中“延伸器点X”并单击“修改位置”，完成X轴延伸器点的示教和定义。



(15) 操纵工业机器人线性运动, 使得参照点成为所需定义的工具坐标系Z轴正向上的某个点。即TCP到固定参照点的方向为+Z。





工具坐标系定义步骤

(16) 选中“延伸器点Z”并单击“修改位置”，完成Z轴延伸器点的示教和定义。

(17) 将工具坐标系所有点都定义好后，可点击“位置”，并选择“保存”，将它们保存到文件，以便以后重复使用。

“全部重置”，将定义点的位置信息清空，便于重新定义；“加载”，用于加载保存定义点位置信息文件中的数据。

The screenshot shows the 'Tool Coordinate System Definition' (工具坐标定义) window. The tool name is 'tool1'. The method is set to 'TCP and Z, X' (TCP 和 Z, X) and the number of points is 4. A table lists points 3, 4, and 5, all with a status of 'Modified' (已修改). A context menu is open over the '位置' (Position) button, with '保存' (Save) highlighted. The '手动' (Manual) mode is selected, and the motor is stopped at 100% speed.

点	状态
点 3	已修改
点 4	已修改
点 5	已修改



工具坐标系定义步骤

(18) 点击“确定”，系统将立即显示计算结果对话框，可在将结果写入到控制柜之前对其进行“取消”或“确定”。

(19) 若TCP误差在允许范围（例如要求平均误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ）之内，点击“确定”完成工具坐标系的定义；不满足则点击“取消”，重置定义点进行示教和定义，直到TCP误差满足条件。





工具坐标系定义步骤

(20) 工具坐标与基坐标一样，符合笛卡尔坐标系的右手原则，所以当X轴和Z轴正方向设定完成后，Y轴正方向自动生成。

按下使能按钮，用手拨控制杆，检测工业机器人是否围绕标定好的工具TCP运动。

如果工业机器人围绕TCP点运动且运动方向与预设方向一致，则TCP标定成功，如果没有围绕TCP点运动，则需要重新进行标定。

The screenshot shows a control panel for a robotic system. At the top, there are icons for a menu, information, and manual control. The status bar indicates '手动' (Manual) mode and '电机开启 已停止 (速度 100%)' (Motor On, Stopped (Speed 100%)).

The main control area is titled '手动操纵' (Manual Control) and includes a sub-section '点击属性并更改' (Click attribute and change). The settings are as follows:

机械单元:	ROB_1...
绝对精度:	Off
动作模式:	重定位...
坐标系:	工具...
工具坐标:	tool1...
工件坐标:	wobj0...
有效载荷:	load0...
操纵杆锁定:	无...
增量:	无...

On the right side, there is a '位置' (Position) section showing coordinates for 'WorkObject':

坐标中的位置: WorkObject	
X:	378.83 mm
Y:	218.53 mm
Z:	425.76 mm
q1:	0.01929
q2:	0.11166
q3:	0.98536
q4:	-0.12735

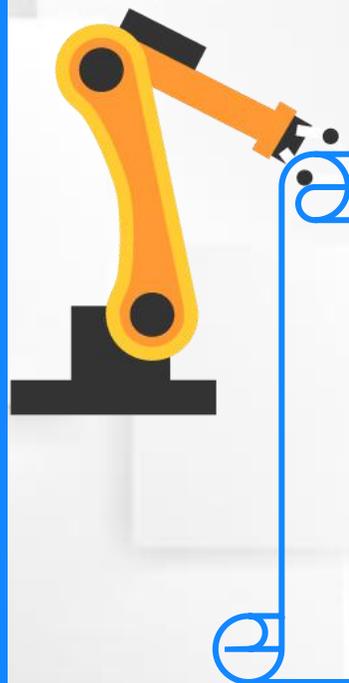
Below the position section is a '操纵杆方向' (Joystick direction) section with three directional buttons labeled X, Y, and Z.

At the bottom of the interface, there are buttons for '对准...' (Align...), '转到...' (Go to...), and '启动...' (Start...). A '手动操纵' (Manual Control) button is also visible at the bottom left, and a 'ROB_1' status indicator is at the bottom right.



德厚技高

务实创新



本次课程到此结束

谢谢观看



河南职业技术学院

HENAN POLYTECHNIC