

第3章

工业机器人的坐标系



在工业机器人的使用过程中,根据作业任务和应用需求的不同,通常需要更换机器人的6轴末端执行器。在默认情况下,机器人末端执行器的工具坐标系的中心点在6轴法兰盘的中心点,为了更容易去准确地规划机器人末端执行器的运动轨迹,需要将机器人工具坐标系进行重新标定。工业机器人用户坐标系的默认原点在抓取件上,有时,机器人末端运动需要在斜面或者与默认工件成任意角度的曲面上运动,此时,我们都需要重新标定机器人的用户坐标系。在大部分工程项目中,在编写工程作业前,都需要重新标定机器人的工具坐标系及用户坐标系。

机器人轴分为机器人本体轴和外部轴。外部轴又分为滑台和变位机等。如不特别指明,机器人轴即指机器人本体的运动轴。在示教模式下,手动移动机器人时机器人轴的运动与当前选择的坐标系有关。新松机器人支持4种坐标系:关节坐标系、直角坐标系、工具坐标系、用户坐标系。

教学目标

通过本章的学习,让读者了解在示教模式下,手动移动机器人时,机器人6个轴的相对运动关系与当前坐标系的选择有关。熟悉新松机器人的4种坐标系,了解4种坐标系的区别。了解如何通过示教盒重新标定机器人的工具坐标系和用户坐标系。掌握工具坐标系标定的五点法及用户坐标系标定的三点法,了解重新建立工具坐标系与用户坐标系的意义及使用情况。本章内容主要是关于机器人坐标系的标定,包括许多操作与设定环节,读者可以按照本章介绍的设定步骤同步操作,为后面编写程序打下坚实的基础。

3.1 关节坐标系

6轴工业机器人的关节坐标系有6种,分别位于机器人的各个轴上。

在关节坐标系下,机器人各轴进行单独动作。在当前坐标系设定为关节坐标系时,示教盒操作机器人的6个轴分别正向、反向运动,按下示教盒键盘上的轴操作键时各轴的动作情

况请参照表 3-1。

表 3-1 关节坐标系下轴操作键与动作关系

轴 操 作 键	动 作
$\begin{matrix} X+ \\ J1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} X- \\ J1 \end{matrix}$	1 轴正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Y+ \\ J2 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Y- \\ J2 \end{matrix}$	2 轴正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Z+ \\ J3 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Z- \\ J3 \end{matrix}$	3 轴正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Rx+ \\ J4 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Rx- \\ J4 \end{matrix}$	4 轴正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Ry+ \\ J5 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Ry- \\ J5 \end{matrix}$	5 轴正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Rz+ \\ J6 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Rz- \\ J6 \end{matrix}$	6 轴正向运动、反向运动

3.2 直角坐标系

直角坐标系的原点定义在机器人 1 轴轴线上，是与 2 轴所在水平面的交点。在机器人底座上带电缆插座的方向为后部，机器人小臂（3 轴）指向前方。直角坐标系的方向规定：X 轴方向向前，Z 轴方向向上，Y 轴按右手定则确定。工业机器人的直角坐标系如图 3-1 所示。

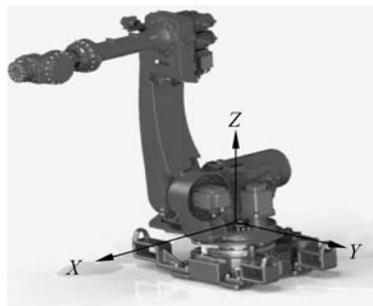


图 3-1 直角坐标系

在直角坐标系中，机器人的运动指机器人控制中心点的运动，机器人的控制中心点沿设定的 X、Y、Z 方向运行。在直角坐标系下，按轴操作键时控制中心点的动作情况请参照表 3-2。

表 3-2 直角坐标系下轴操作键与动作关系

轴 操 作 键	动 作
$\begin{matrix} X+ \\ J1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} X- \\ J1 \end{matrix}$	与直角坐标系 X 方向平行的正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Y+ \\ J2 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Y- \\ J2 \end{matrix}$	与直角坐标系 Y 方向平行的正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Z+ \\ J3 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Z- \\ J3 \end{matrix}$	与直角坐标系 Z 方向平行的正向运动、反向运动
$\begin{matrix} Rx+ \\ J4 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Rx- \\ J4 \end{matrix}$	绕着直角坐标系 X 方向正向转动、负向转动
$\begin{matrix} Ry+ \\ J5 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Ry- \\ J5 \end{matrix}$	绕着直角坐标系 Y 方向正向转动、负向转动
$\begin{matrix} Rz+ \\ J6 \end{matrix} \quad \begin{matrix} Rz- \\ J6 \end{matrix}$	绕着直角坐标系 Z 方向正向转动、负向转动

3.3 工具坐标系

3.3.1 工具坐标系的定义

工具坐标系定义在工具上,由用户自己定义,原点位于机器人手腕法兰盘的夹具上,一般将工具的有效方向定义为工具坐标系的 Z 轴方向, X 轴、 Y 轴方向按右手定则定义。默认的工具坐标系原点位于6轴法兰盘中心点,方向如图3-2。

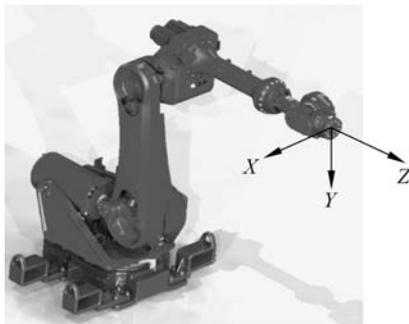
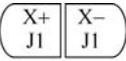
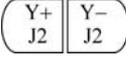
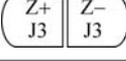
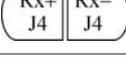
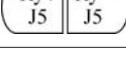
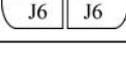


图 3-2 工具坐标系

在工具坐标系下,按示教盒上的轴操作键时控制中心点的动作情况请参照表 3-3。

表 3-3 工具坐标系下轴操作键动作关系

轴操作键	动作
	与工具坐标系 X 方向平行的正向运动、反向运动
	与工具坐标系 Y 方向平行的正向运动、反向运动
	与工具坐标系 Z 方向平行的正向运动、反向运动
	绕着工具坐标系 X 方向正向转动、负向转动
	绕着工具坐标系 Y 方向正向转动、负向转动
	绕着工具坐标系 Z 方向正向转动、负向转动

3.3.2 工具坐标系的标定方法

工具坐标系标定方法:在机器人附近找一点,使工具中心点对准该点,保持工具中心点不变,变换夹具的姿态,共记录 5 次,即可自动生成工具坐标系的参数。工具中心点标定如图 3-3 所示。

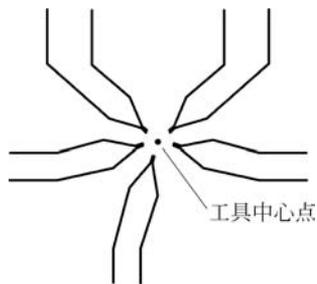


图 3-3 工具中心点标定示意图

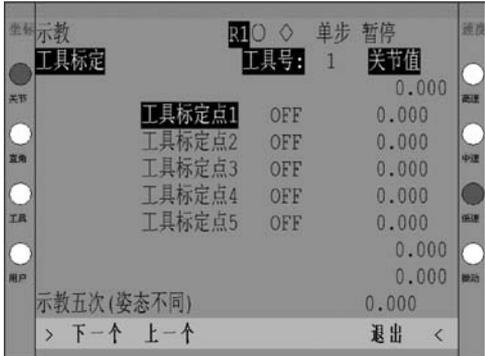
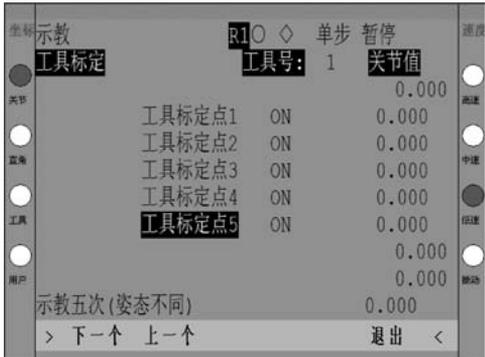
3.3.3 工具坐标系标定后验证

工具坐标系的参数自动生成后,在工具坐标系或直角坐标系下,变换夹具的姿态,如果工具中心点基本不变,则表明工具坐标系参数生成正确。

3.3.4 工具坐标系标定步骤

工具坐标系的具体操作步骤如表 3-4 所示。

表 3-4 工具坐标系标定操作步骤

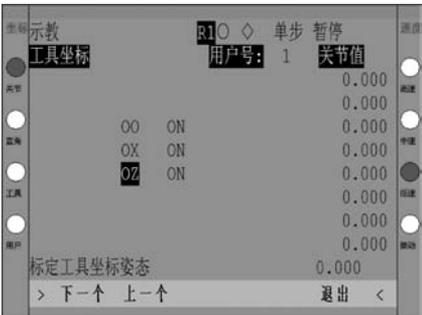
步 骤	说 明
1. 路径	主菜单→用户→坐标→工具坐标→标定
2. 进入工具坐标系标定界面	
3. 按轴运动键移动机器人,在工具中心点接近参考点后,按“确认”键记录该点,此时工具标定点的状态切换到 ON	
4. 所有示教点都记录完成后,按“退出”键,工具坐标系被保存	

注: 标定界面不能显示当前工具号是否被标定过. 如果在已经标定过的工具号中再次标定, 新坐标系会覆盖旧坐标系. 如需了解工具坐标系是否被标定过, 可以到工具坐标系设定中查询。

3.3.5 工具坐标系姿态标定

工具坐标系标定时首先通过五点法进行末端姿态的标定, 此标定仅仅标定了末端姿态的一点, 工具坐标系中的姿态标定进一步标定了工具坐标系的 X、Y、Z 轴的方向, 使得机器人可沿工具坐标系运动(Z 轴方向未发生变化时可不进行姿态标定)。共可标定 8 个工具坐标系, 其标定步骤见表 3-5 所示。

表 3-5 工具坐标系姿态标定步骤

步 骤	说 明
1. 路径	主菜单→用户→坐标→工具坐标→姿态标定
2. 进入工具坐标系姿态标定界面,共可以设定 8 个工具坐标系。依次标定工具坐标系的原点、X 轴正方向、Z 轴负方向	
3. 完成示教点记录后,按“保存”键,工具坐标系被保存	

注：在姿态标定前,工具的 X、Y、Z 轴已标定,如果此时 Rx、Ry、Rz 的值不为 0,则在工具坐标系的设定中将它们设置为 0。00 确定坐标系原点; 0X 确定坐标系 X 轴正方向; 0Z 确定坐标系 Z 轴负方向,反方向标定可避免干涉。

3.3.6 工具坐标系的设定

机器人要完成特定工作,需安装相应的工具并设立相应的工具坐标系。以弧焊机器人为例,弧焊机器人工具坐标系设定是指将机器人的默认的工具坐标系(法兰坐标系)转化成需要的工具坐标系,其中转化过程需要两组数据:

- (1) 新的工具坐标系的机器人控制点在法兰坐标系下的偏移量;
- (2) 法兰坐标系与工具坐标系的相对角度数据。

把法兰盘坐标转至与工具坐标一致时所需角度作为输入值,面对箭头的逆时针方向为正方向。以 Rx → Ry → Rz 的顺序输入。工具坐标系的设定示意图如图 3-4 所示。

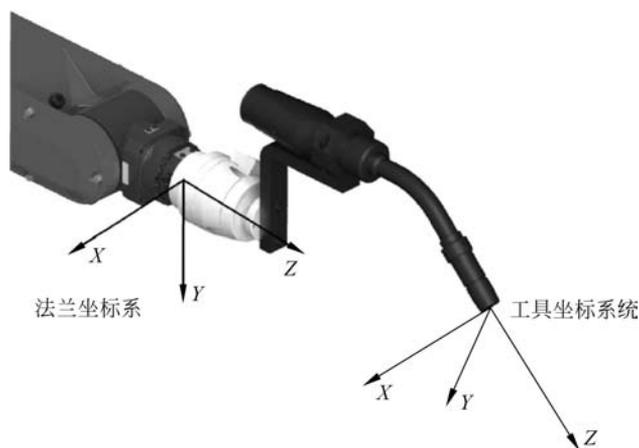
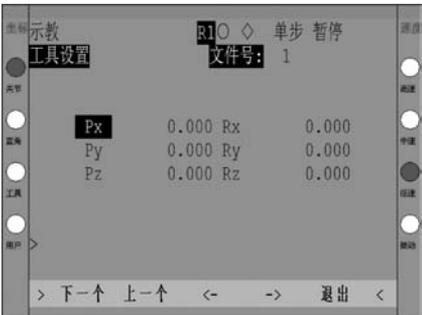


图 3-4 工具坐标系的设定示意图

工具坐标系的设定操作步骤如表 3-6 所示。

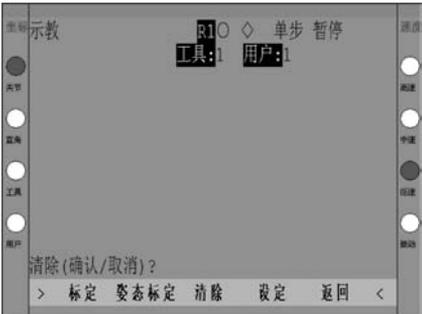
表 3-6 工具坐标系的设定操作步骤

步 骤	说 明
1. 路径	主菜单→用户→坐标→工具坐标→设定
2. 按“确认”键,显示工具坐标系设定界面。共可以设定 8 个工具坐标系	
3. 输入正确的参数,并按“保存”键,工具坐标系被保存	

3.3.7 工具坐标系的清除

工具坐标系的清除步骤如表 3-7 所示。

表 3-7 工具坐标系的清除步骤

步 骤	说 明
1. 路径	主菜单→用户→坐标→工具坐标→清除
2. 按“确认”键,弹出提示信息	
3. 按“确认”键,工具坐标系被清除	

3.3.8 作业中的工具坐标系号选择

作业中可以选择工具坐标系号,具体方法为通过指令选择。“SET TF #<坐标系号>”为工具坐标系选择指令。“SET TF #<坐标系号>”指令可以出现在作业的顶端,也可以出现在作业的中间和末端。该指令执行后,系统的当前工具坐标系号则被改变,工具坐标系号的改变不仅对自动执行的作业有影响,示教模式下的轴操作使用的也是新设定的工具坐标系。

注:

(1) 如果用户使用一个工具坐标系,那么作业中可以没有“SET TF #<坐标系号>”指令;如果用户使用多个工具坐标系,为了避免工具坐标系的混乱,建议在每个作业的顶端增

加 SET TF 指令,使得每个作业的每条指令使用的工具坐标系都在作业的执行过程中得到明确,避免因当前工具坐标系号错误造成执行作业时的机器人轨迹错误。

(2) 在使用多个工具坐标系的情况下,添加和插入指令前需要确定当前工具坐标系号为用户想要使用的工具坐标系号。

(3) 改变作业中的工具坐标系号(即“SET TF#”后的号时),需要确认该指令后所有的点是否都使用该工具坐标系文件,并对该指令后使用的新工具坐标系号的所有点使用正向运动进行验证。具体的验证方法为:确认或更改当前工具坐标系号为新设定的工具坐标系号,再使用“正向运动”键验证“SET TF#”指令后的示教点。

3.4 用户坐标系

3.4.1 用户坐标系的定义

用户坐标系定义在工件上,由用户自己定义,原点位于机器人抓取的工件上,坐标系的方向根据用户需要任意定义。用户坐标系示意图如图 3-5 所示。

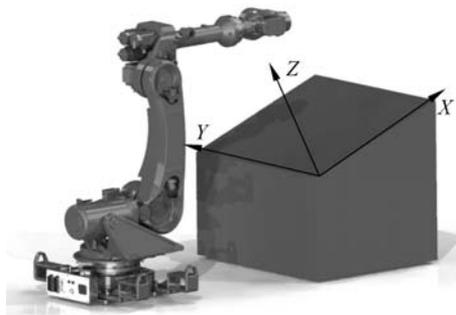


图 3-5 用户坐标系示意图

在用户坐标系下,按示教盒上的轴操作键时控制中心点的动作情况请参照表 3-8。

表 3-8 用户坐标系下轴操作键与动作关系

轴操作键	动作				
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>X+</td> <td>X-</td> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>J1</td> </tr> </table>	X+	X-	J1	J1	与用户坐标系 X 方向平行的正向运动、反向运动
X+	X-				
J1	J1				
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Y+</td> <td>Y-</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>J2</td> </tr> </table>	Y+	Y-	J2	J2	与用户坐标系 Y 方向平行的正向运动、反向运动
Y+	Y-				
J2	J2				
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Z+</td> <td>Z-</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>J3</td> </tr> </table>	Z+	Z-	J3	J3	与用户坐标系 Z 方向平行的正向运动、反向运动
Z+	Z-				
J3	J3				
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Rx+</td> <td>Rx-</td> </tr> <tr> <td>J4</td> <td>J4</td> </tr> </table>	Rx+	Rx-	J4	J4	绕着用户坐标系 X 方向正向转动、反向转动
Rx+	Rx-				
J4	J4				
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Ry+</td> <td>Ry-</td> </tr> <tr> <td>J5</td> <td>J5</td> </tr> </table>	Ry+	Ry-	J5	J5	绕着用户坐标系 Y 方向正向转动、反向转动
Ry+	Ry-				
J5	J5				
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Rz+</td> <td>Rz-</td> </tr> <tr> <td>J6</td> <td>J6</td> </tr> </table>	Rz+	Rz-	J6	J6	绕着用户坐标系 Z 方向正向转动、反向转动
Rz+	Rz-				
J6	J6				

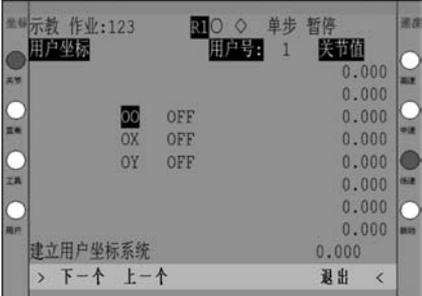
3.4.2 用户坐标系标定方法

用户坐标系一般通过 3 个示教点实现标定：第一个示教点是用户坐标系的原点；第二个示教点在 X 轴上，第一个示教点到第二个示教点的连线所指方向为 X 正方向；第三个示教点在 Y 轴的正方向区域内。Z 轴由右手法则确定。

3.4.3 用户坐标系标定

工业机器人用户坐标系的具体标定步骤如表 3-9 所示。

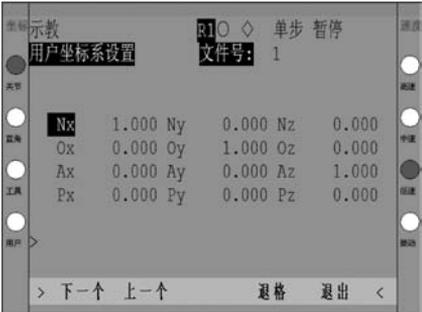
表 3-9 用户坐标系标定步骤

步 骤	说 明
1. 路径	主菜单→用户→坐标→用户坐标→标定
2. 进入用户坐标系标定界面。共可以标定 8 个用户坐标系。按轴运动键移动机器人到参考点，按“确认”键记录机器人当前位置，同时相应的坐标项状态切换到 ON	
3. 分别标定 3 个坐标项后，标定后按“退出”键，此用户坐标系被保存	

3.4.4 用户坐标系的设定

用户坐标系的设定其实是一种对用户坐标系标定的备份。在标定好用户坐标系后，进入对应的用户坐标系设定界面将各参数备份，以便在用户坐标系参数丢失时快速恢复。用户坐标系的设定步骤如表 3-10 所示。

表 3-10 用户坐标系设定步骤

步 骤	说 明
1. 路径	主菜单→用户→坐标→用户坐标→设定
2. 进入用户坐标系设定界面，共可以设定 8 个用户坐标系	
3. 输入正确的参数后，按“退出”键，用户坐标系被保存	

3.4.5 作业中的用户坐标系号选择

作业中可以选择用户坐标系号,具体方法为通过指令选择。“SET UF #<坐标系号>”为用户坐标系选择指令。“SET UF #<坐标系号>”指令可以出现在作业的顶端,也可以出现在作业的中间和末端。该指令执行后,系统的当前用户坐标系号则被改变,用户坐标系号的改变不仅对自动执行的作业有影响,示教模式下的轴操作使用的也是新设定的用户坐标系。

注:

(1) 如果用户使用一个用户坐标系,那么作业中可以没有“SET UF #<坐标系号>”指令;如果用户使用多个用户坐标系,为了避免用户坐标系的混乱,建议在每个作业的顶端增加 SET UF 指令,使得每个作业的每条指令使用的用户坐标系都在作业的执行过程中得到明确,避免因当前用户坐标系号错误造成执行作业时的机器人轨迹错误。

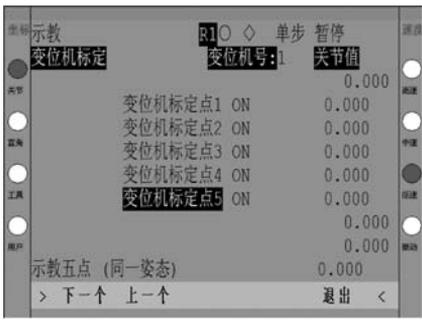
(2) 在使用多个用户坐标系的情况下,添加和插入指令前需要确定当前用户坐标系号为用户想要使用的用户坐标系号。

(3) 改变作业中的用户坐标系号(即“SET UF #”后的号)时,需要确认该指令后所有的点是否都使用该用户坐标系文件,并对该指令后使用的新用户坐标系号的所有点使用正向运动进行验证。具体的验证方法为:确认或更改当前用户坐标系号为新设定的用户坐标系号,再使用“正向运动”键验证“SET UF #”指令后的示教点。

3.5 变位机坐标系的标定

机器人外部变位机设备的坐标系的标定,通过五点法确定变位机标定点的姿态值;设定界面用于直接设定变位机的姿态值。机器人外部变位机设备的坐标系的标定步骤如表 3-11 所示。

表 3-11 变位机坐标系标定步骤

步 骤	说 明
1. 路径	主菜单→坐标→变位机→标定
2. 将工具中心点对准变位机上的参考点,按“确认”键标定第一个点,该点的状态随即切换至 ON。改变变位机角度,并使用直角坐标系改变机器人的 X、Y、Z 坐标值,(不可改变机器人的 Rx、Ry、Rz 坐标值),使工具中心点仍对准参考点,标定其余 4 点,按“退出”,变位机被标定	

3.6 坐标系的切换

机器人默认的运动坐标系为关节坐标系。按下示教盒上的“坐标”键,每按一次该键,机器人运动的坐标系按如图 3-6 所示的顺序进行切换。

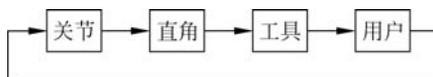


图 3-6 坐标系的切换

当需要在不同的工具坐标系或用户坐标系之间切换时,需要进入菜单栏的当前坐标项切换。具体的操作步骤如表 3-12 所示。

表 3-12 坐标系号切换步骤

步 骤	说 明
1 路径	主菜单→用户→坐标→当前坐标
2. 进入当前坐标的界面,在对应的参数项处输入要使用的坐标序号后,按“退出”键,坐标系被选定并退出当前界面	

注:

(1) 如果用户使用的坐标系与作业示教时使用的坐标系不同,且作业中没有坐标系号选择指令,则在执行作业时位置点会发生改变,可能导致碰撞、报警等问题!

(2) 若更改当前坐标系后仍想使用原有作业,则需要重新示教或在作业中增加坐标系选择指令。

3.7 工具坐标系标定任务

当工业机器人更换工具后,工程人员往往需要标定当前工具的工具坐标系。一般工业机器人可以保存 8 个工具坐标系,新标定的坐标系会覆盖已经标定的坐标系,在进行一个复杂的编程作业前,编程人员也需要根据实际需求先标定坐标系,然后在作业中直接调用标定好的坐标系。工具坐标系的标定操作步骤如下。

1. 开机启动

具体方法为:

(1) 顺时针旋转控制柜上的电源开关。

(2) 等待开机完成的界面。

2. 切换模式

按下示教盒上的“模式”键,将机器人的运行模式切换到示教模式下。

3. 进入高级用户模式

具体操作方法如下：

(1) 在示教盒上依次按下“功能”→“设置”→“优先级”键，在示教盒上输入高级用户密码(新松机器人的高级用户密码是 00001111)，按“确认”键，进入高级用户界面。

(2) 在示教盒上按“高级用户”键，示教盒上提示当前是高级用户。

(3) 在示教盒上依次按下“<”→“超级用户”键，输入超级用户密码(新松工业机器人的超级用户密码是 12341111)，按“确认”键，进入超级用户界面，示教盒界面有提示信息“当前优先级是超级用户”。

4. 进入工具坐标系标定界面

在示教盒上依次按下“主菜单”→“用户”→“坐标”→“工具坐标系”→“标定”键，进入工具坐标系界面后，按“确认”键。

5. 确定参考点

在机器人周围找一个参考点。参考点的位置任意，但是必须在机器人的运动范围之内。在本案例中，所选的工具参考点如图 3-7 所示。

6. 机器人移动至参考点位置

使机器人工具运动到该参考点并将工具中心对准该参考点。机器人工具的中心点选在机器人工具末端，即焊接枪的焊枪头处。

7. 确认参考点 1 的位置

在示教盒上按“确认”键。

8. 确认参考点 2 的位置

在示教盒上按下光标移动指示箭头，将光标移动到示教盒界面的工具标定点 2。调整机器人工具的姿态，在工具中心点位置不变的情况下，调整工具位姿，第二个示教点的姿态要和第一个示教点的姿态不同，区别越大越好。工具调整后的位姿如图 3-8 所示。



图 3-7 工具坐标系标定选择的任一参考点



图 3-8 工具位姿变化

调整好第二个示教点位姿后，按示教盒上的“确认”键后，将工具标定点 2 的状态置为 ON。

9. 确定其他参考点位置

重复上面的第 6. 步与第 7. 步，保持机器人工具中心点对准参考点，每次工具姿态发生变化，最好 5 次相对参考点姿态差异大，这样标定的工具坐标系更准确。5 次工具示教点的位姿如图 3-3 所示。

10. 保存位置信息

所有示教点都记录完成后,按“退出”键,工具坐标系被保存。

标定界面不能显示当前工具号是否被标定过,如果在已经标定过的工具号中再次标定,新坐标系会覆盖旧坐标系。如需了解工具坐标系是否被标定过,可以到工具坐标系设定中查询。工具坐标系最多可以标定 8 个,按示教盒上屏幕上的“下一个”键,可继续标定新的工具坐标系。

3.8 工具坐标系姿态标定操作

工具坐标系标定时首先通过五点法进行末端姿态的标定,此标定仅仅标定了末端姿态的一点,工具坐标系中的姿态标定进一步标定了工具坐标系的 X 、 Y 、 Z 轴的方向,使得机器人可沿工具坐标系运动(Z 轴方向与默认的方向未发生变化时可不进行姿态标定)。

1. 进入超级用户模式

具体操作方法如下:

(1) 在示教盒上依次按下“功能”→“设置”→“优先级”键,在示教盒上输入高级用户密码(新松机器人的高级用户密码是 00001111),按“确认”键,进入高级用户界面。

(2) 在示教盒上按“高级用户”键,示教盒上提示当前是高级用户。

(3) 在示教盒上依次按“<”→“超级用户”键,输入超级用户密码(新松工业机器人的超级用户密码是 12341111),按“确认”键,进入超级用户界面,示教盒界面有提示信息“当前优先级是超级用户”。

2. 进入工具坐标系姿态设定界面

在完成五点法标定完工具的 X 、 Y 、 Z 轴后,才可以进行工具坐标系姿态的设定。在示教盒上依次按“主菜单”→“用户”→“坐标”→“工具坐标系”→“设定”键。

3. 工具坐标系姿态值设置

当五点法标定工具的 X 、 Y 、 Z 轴后,如果此时 R_x 、 R_y 、 R_z 的值不为 0,先将其设置为 0 并保存设置。

4. 标定工具坐标系

按“返回”→“姿态标定”键,依次标定工具坐标系的原点、 X 轴正方向、 Z 轴负方向。

5. 保存信息

标定完成后,按“退出”键,工具坐标被自动保存,再次显示工具完成界面。至此,一个完整的工具坐标系标定完成。

3.9 工具坐标系的查看操作

一般工业机器人可以同时标定 8 个不同的工具坐标系和用户坐标系,编程人员在更换工具后,往往需要给当前使用的工具重新标定坐标系,在同一坐标系号下,新标定的坐标系会覆盖已经存在的坐标系。操作人员在标定工具坐标系前,一般会查看当前的坐标系号下

是否已经有标定的信息。编程人员在编写程序时,也会调用已经存在的工具坐标系,所以会查看工具坐标系的系号和坐标值就非常必要。其具体操作步骤如下。

1. 开机进入示教模式

具体操作方法如下:

- (1) 顺时针旋转控制柜上的电源开关。
- (2) 等待开机完成的界面。
- (3) 按下示教盒上的“模式”键,将机器人的运行模式切换到示教模式下。

2. 进入超级用户权限

具体操作方法如下:

(1) 在示教盒上依次按下“功能”→“设置”→“优先级”键,在示教盒上输入高级用户密码(新松机器人的高级用户密码是 00001111),按“确认”键,进入高级用户界面。

(2) 在示教盒上按“高级用户”键,示教盒上提示当前是高级用户。

(3) 在示教盒上依次按“<”→“超级用户”键,输入超级用户密码(新松工业机器人的超级用户密码是: 12341111),按“确认”键,进入超级用户界面,示教盒界面有提示信息“当前优先级是超级用户”。

3. 进入工具坐标系查看界面

依次按“主菜单”→“用户”→“坐标”→“工具坐标”→“设定”键,在坐标系没有标定前,示教盒上 6 个值都是 0,在工具坐标系被标定后,6 个值会标定工具的位姿。

3.10 用户坐标系的标定操作

在工业机器人工程应用中,一般在做项目前,都需要根据任务需求,重新标定用户坐标系,在程序员编程作业中,往往需要调用已经标定好的用户坐标系来实现自动偏移动作。一般的作业都是在操作者自定义的用户坐标系下运动,因此,用户坐标系的标定非常重要。其具体操作步骤如下。

1. 开机进入示教模式

具体操作方法如下:

- (1) 顺时针旋转控制柜上的电源开关。
- (2) 等待开机完成的界面。
- (3) 按下示教盒上的“模式”键,将机器人的运行模式切换到示教模式下。

2. 进入用户坐标系标定界面

依次按“主菜单”→“用户”→“坐标”→“用户坐标”→“标定”键。

用户坐标系一般通过示教 3 个示教点实现:第一个示教点是用户坐标系的原点;第二个示教点在 X 轴上,第一个示教点到第二个示教点的连线是 X 轴,所指方向为 X 轴正方向;第三个示教点在 Y 轴的正方向区域内。Z 轴由右手法则确定。用户坐标系的 3 个示教点如图 3-1 所示。

3. 确定用户坐标系 3 点位置

依次使机器人轴运动到用户坐标系的示教点,按“确认”键,按下光标移动键,依次确认

3 个示教点。工业机器人的示教点 OO 点(第一个示教点)的位置如图 3-9 所示。

工业机器人的示教点 OX 点(第二个示教点)的位置如图 3-10 所示。

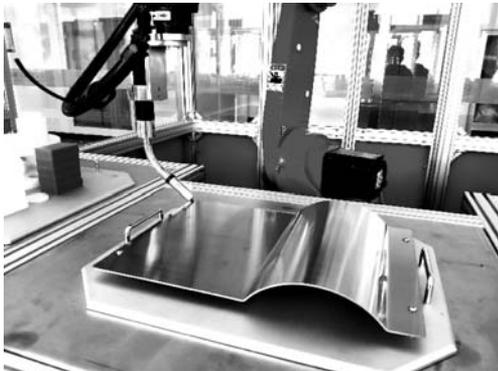


图 3-9 用户坐标系的第一个示教点

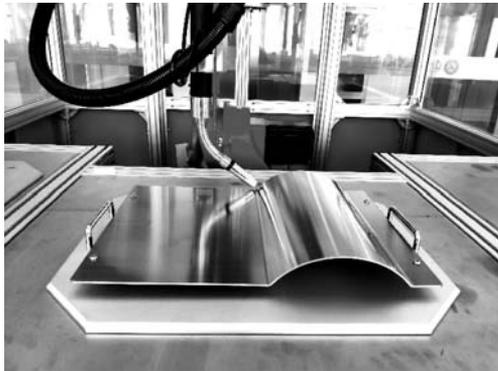


图 3-10 用户坐标系的第二个示教点

4. 保存位置信息

按“退出”键后,界面有创建成功提示。

5. 查询

用户坐标系标定完成后的查询过程为:依次按“主菜单”→“用户”→“坐标”→“用户坐标”→“设定”键。

3.11 考核评价

能清楚地描述工业机器人示教盒设定一个完整的工具坐标系过程;能在工具坐标系标定后验证所标定的坐标系是否正确;能理解工具坐标系的意义;能清楚地描述工业机器人用户坐标系的创建方法;能清楚地描述用户坐标系设定的意义,并能在标定好用户坐标系后,进入对应的用户坐标系设定界面;能清楚地描述新松机器人在作业中选择用户坐标系的方法。知道用户坐标系选择的指令,能理解用户坐标系选择的意义。能用专业语言正确、顺畅地展示配置的基本步骤,思路清晰、有条理,并能提出一些新的建议。

机器人要完成特定工作,需安装相应的工具并设立相应的工具坐标系。机器人想将默认的工具坐标系(法兰坐标系)转化成需要的工具坐标系,其中转化过程需要两组数据:

- (1) 新的工具坐标系的机器人控制点在法兰坐标系下的偏移量;
- (2) 法兰坐标系与工具坐标系的相对角度数据。

因此,在工具坐标系的标定过程中,首先要用五点法标定工具坐标系的 X、Y、Z 轴,然后再用工具坐标系下姿态的标定方法来标定工具的方向。请查阅资料,理解工业机器人坐标变换的理论基础知识。