

tooldata数据

tooldata用于描述工具（例如，焊枪或夹具）的特征。此类特征包括工具中心点（**TCP**）的位置和方位以及工具负载的物理特征。

工具如果固定在空间中（固定工具），则工具数据首先定义空间中该工具的位置和方位以及**TCP**。随后，描述机械臂所移动夹具的负载。

工具数据对机械臂运动的影响：

- 工具中心点（TCP）指的是一个将满足指定路径和速率性能的点。
- 如果使用固定工具，则编程速度和路径将与机械臂所夹持的工件相关。
- 编程位置指的是当前TCP位置以及相对于工具坐标系的方位。

PERS tooldata gripper :=

[TRUE, [[97.4, 0, 223.1], [0.924, 0, 0.383 ,0]],

[5, [23, 0, 75], [1, 0, 0, 0], 0, 0, 0]];

组件

robhold

robot hold

数据类型: bool

定义机械臂是否夹持工具:

TRUE:机械臂正夹持着工具。

FALSE:机械臂未夹持工具，即为固定工具。

```
PERS tooldata gripper := [ TRUE, [[97.4, 0, 223.1], [0.924, 0, 0.383 ,0]], [5, [23, 0, 75], [1, 0, 0, 0], 0, 0, 0]];
```

tframe

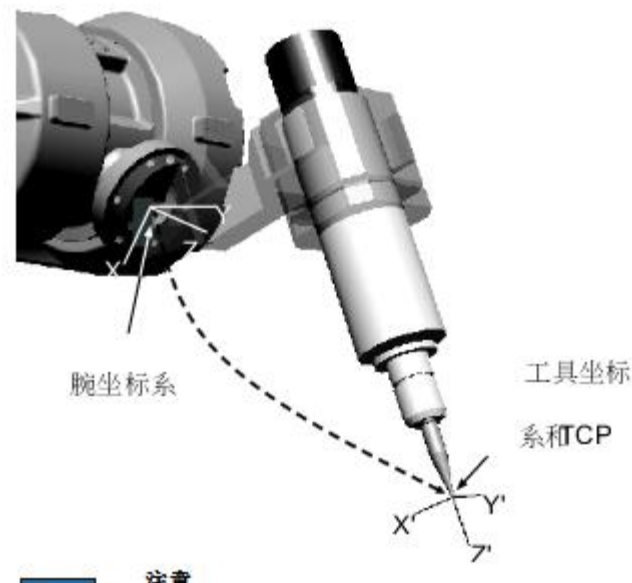
tool frame

数据类型: pose

工具坐标系, 即:

TCP的位置 (x、y和z) 以mm计, 并用腕坐标系来表示 (tool0) (参见下图)。

工具坐标系的方位, 用腕坐标系来表示 (参见上图)。

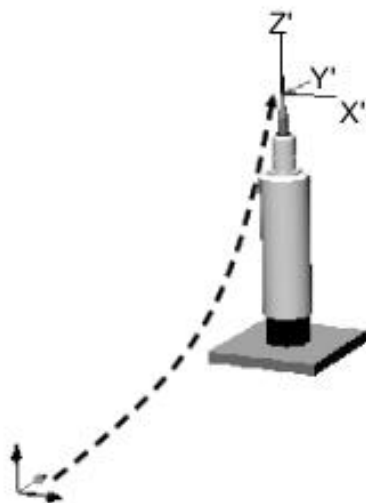


```
PERS tooldata gripper := [ TRUE, [[97.4, 0, 223.1], [0.924, 0, 0.383 ,0]], [5, [23, 0, 75], [1, 0, 0, 0], 0, 0, 0]];
```

如果使用固定工具，则相对于世界坐标系来定义工具坐标系。



世界坐标
系



工具坐标
系和TCP

tload

tool load

数据类型: loaddata

数据用于机械臂夹持工具和固定工具。对于机械臂夹持工具，数据描述工具负载。对于固定工具，数据描述机械臂所持夹具的负载

```
PERS tooldata gripper := [ TRUE, [[97.4, 0, 223.1], [0.924, 0, 0.383 ,0]], [5, [23, 0, 75],  
[1, 0, 0, 0], 0, 0, 0]];
```

机械臂所持工具：

工具的负载，即：

- ◆ 工具的质量（重量），以kg计。
- ◆ 工具负载的重心（x、y和z），以mm计，并以腕坐标系来表示。
- ◆ 工具力矩主惯性轴的方位，用腕坐标系表示。
- ◆ 围绕力矩惯性轴的惯性矩，以kgm²计。如果将所有惯性部件定义为0 kgm²，则将工具作为一个点质量来处理。

```
PERS tooldata gripper := [ TRUE, [[97.4, 0, 223.1], [0.924, 0, 0.383 ,0]], [5, [23, 0, 75],  
[1, 0, 0, 0], 0, 0, 0]];
```


固定工具

- 用于夹持工件的夹具的负载：
- 所移动夹具的质量（重量），以kg计
- 所移动夹具的重心（x、y和z），以mm计，并以腕坐标系来表示
- 所移动夹具力矩主惯性轴的方位，用腕坐标系表示
- 围绕力矩惯性轴的惯性矩，以kgm²计。如果将所有惯性部件定义为0 kgm²，则将夹具作为一个点质量来处理。

在所有情况下，**tooldata**中的
loaddata部分均与腕坐标系相关，无论
是否使用机械臂所持工具（用以描述工
具）或固定工具（用以描述夹具）。

```
PERS tooldata gripper := [ TRUE, [[97.4, 0, 223.1],  
[0.924, 0, 0.383 ,0]], [5, [23, 0, 75], [1, 0, 0, 0], 0, 0, 0];
```

- 机械臂正夹持着工具。
- TCP所在点与安装法兰的直线距离为223.1 mm，且沿腕坐标系X轴97.4 mm。
- 工具的X'方向和Z'方向相对于腕坐标系Y方向旋转45°。
- 工具质量为5 kg。
- 重心所在点与安装法兰的直线距离为75 mm，且沿腕坐标系X轴23 mm。
- 可将负载视为一个点质量，即不带任何惯性矩。

```
gripper.tframe.trans.z := 225.2;
```

**将工具、gripper的TCP调整至沿z方向
225.2处。**

应将工具数据定义为一个永久变量（**PERS**），且不得在程序内进行定义。随后，在保存程序时保存当前值，并在有载时恢复当前值。

任意运动指令中的工具数据类参数应仅为一个完整的永久数据对象（而非数组元素或记录成分）。

警告

重要的是，始终定义实际工具负载以及使用时机械臂（例如，抓取部分）的有效负载。负载数据定义不正确可能会导致机械臂机械结构过载。

指定不正确的负载数据时，其常常会引起以下后果：

- ❑ 机械臂将不会用于其最大容量
- ❑ 路径准确性受损，包括过度风险
- ❑ 机械结构过载风险

wobjdata - 工件数据

wobjdata用于描述机械臂焊接、处理、于其内部移动等的工件。

如果在定位指令中定义工件，则位置将基于工件的坐标。

如果使用固定工具，则必须定义工件，因为路径和速率随后将与工件而非TCP相关。

- 工件数据亦可用于点动：
- 可使机械臂朝工件方向点动。
- 根据工件的坐标系，显示当前位置。

robhold

robot hold

数据类型: bool

规定实际程序任务中的机械臂是否正夹持着工件:

TRUE:机械臂正夹持着工件, 即使用一个固定工具。

FALSE:机械臂未夹持着工件, 即机械臂正夹持着工具。

```
PERS wobjdata wobj2 :=[ FALSE, TRUE, "", [ [300, 600, 200], [1, 0, 0 ,0] ], [ [0, 200, 30], [1, 0, 0 ,0] ]];
```

ufprog

user frame programmed

数据类型: bool

规定是否使用固定的用户坐标系:

TRUE:固定的用户坐标系。

FALSE:可移动的用户坐标系, 即使用协调外轴。同时以半协调或同步协调模式用于MultiMove系统。

```
PERS wobjdata wobj2 :=[ FALSE, TRUE, "", [ [300, 600, 200], [1, 0, 0, 0] ], [ [0, 200, 30], [1, 0, 0, 0] ]];
```

ufmec

user frame mechanical unit

数据类型: **string**

用于协调机械臂移动的机械单元。仅在可移动的用户坐标系中进行规定（**ufprog**为**FALSE**）。

规定系统参数中所定义的机械单元名称，例如，**orbit_a**。

```
PERS wobjdata wobj2 :=[ FALSE, TRUE, "", [ [300, 600, 200], [1, 0, 0 ,0] ], [ [0, 200, 30], [1, 0, 0 ,0] ]];
```

uframe

user frame

数据类型: pose

用户坐标系，即当前工作面或固定装置的位置（参见下图）：

坐标系原点的位置（x、y和z），以mm计。

坐标系的旋转，表示为一个四元数（q1、q2、q3和q4）。

如果机械臂正夹持着工具，则在世界坐标系中定义用户坐标系（如果使用固定工具，则在腕坐标系中定义）。

对于可移动的用户坐标系（ufprog为FALSE），由本系统对用户坐标系进行持续定义。

```
PERS wobjdata wobj2 :=[ FALSE, TRUE, "", [ [300, 600, 200], [1, 0, 0 ,0] ], [ [0,  
200, 30], [1, 0, 0 ,0] ] ];
```

oframe

object frame

数据类型: pose

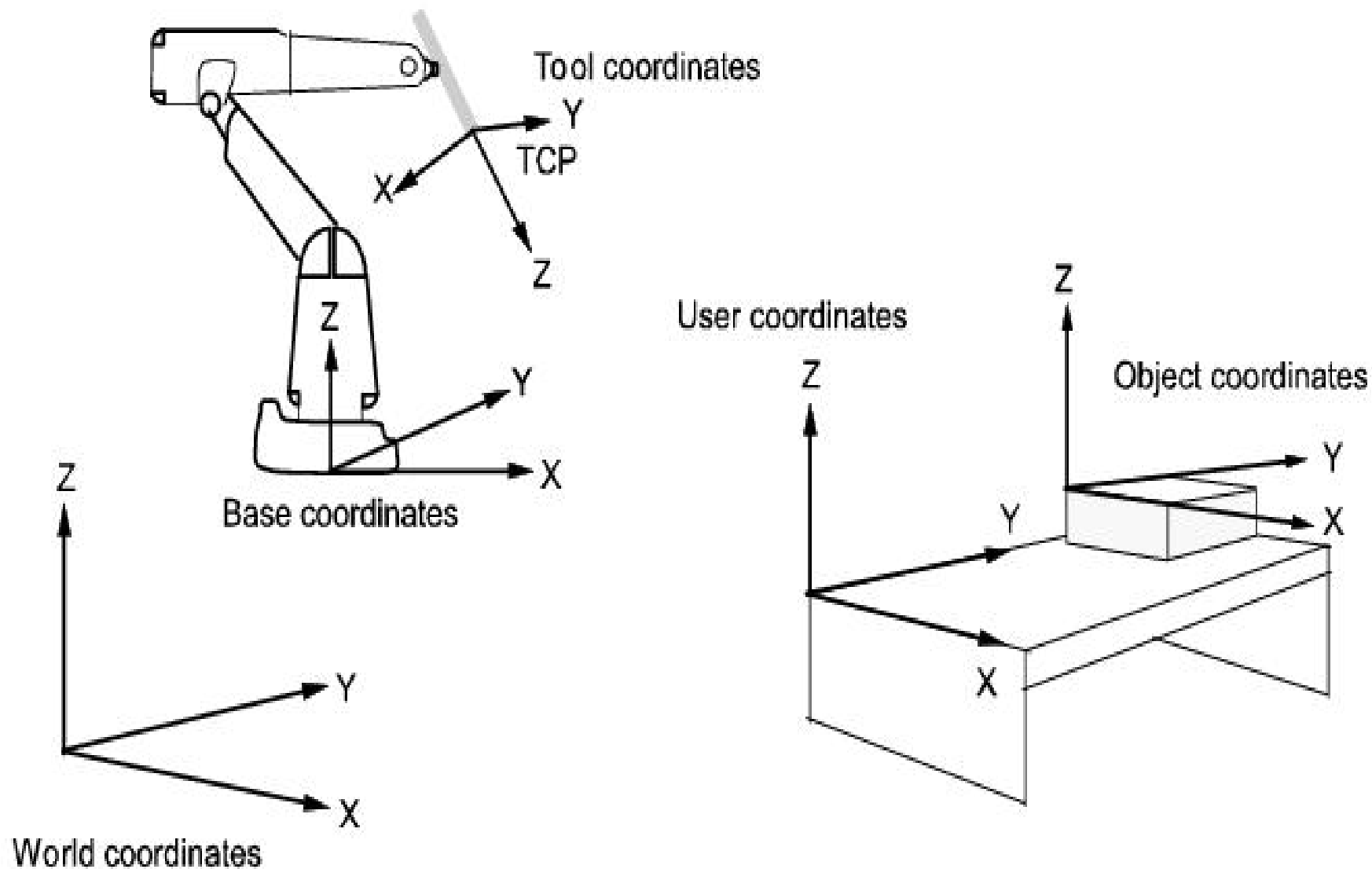
目标坐标系，即当前工件的位置（参见下图）：

坐标系原点的位置（**x**、**y**和**z**），以mm计。

坐标系的旋转，表示为一个四元数（**q1**、**q2**、**q3**和**q4**）。

```
PERS wobjdata wobj2 :=[ FALSE, TRUE, "", [ [300, 600, 200], [1, 0, 0 ,0] ], [ [0,  
200, 30], [1, 0, 0 ,0] ] ];
```

在用户坐标系中定义目标坐标系。



```
PERS wobjdata wobj2 :=[ FALSE, TRUE, "", [ [300, 600, 200], [1, 0, 0, 0], [0, 200, 30], [1, 0, 0, 0] ]];
```

- 机械臂未夹持着工件。
- 使用固定的用户坐标系。
- 用户坐标系不旋转，且其在世界坐标系中的原点坐标为 $x=300$ 、 $y=600$ 和 $z=200$ mm。
- 目标坐标系不旋转，且其在用户坐标系中的原点坐标为 $x=0$ 、 $y=200$ 和 $z=30$ mm。

wobj2.oframe.trans.z := 38.3;

将工件wobj2的位置调整为沿z方向38.3 mm处。

loaddata数据

loaddata用于描述附于机械臂机械界面（机械臂安装法兰）的负载。

负载数据常常定义机械臂的有效负载或支配负载（通过定位器的指令**GripLoad**或**MechUnitLoad**来设置），即机械臂夹具所施加的负载。同时将**loaddata**作为**tooldata**的组成部分，以描述工具负载。

mass

数据类型: num

负载的质量, 以kg计。

cog

center of gravity

数据类型: pos

如果机械臂正夹持着工具, 则用工具坐标系表示有效负载的重心, 以mm计。如果使用固定工具, 则用机械臂所移动工件的坐标系来表示夹具所夹持有效负载的重心。

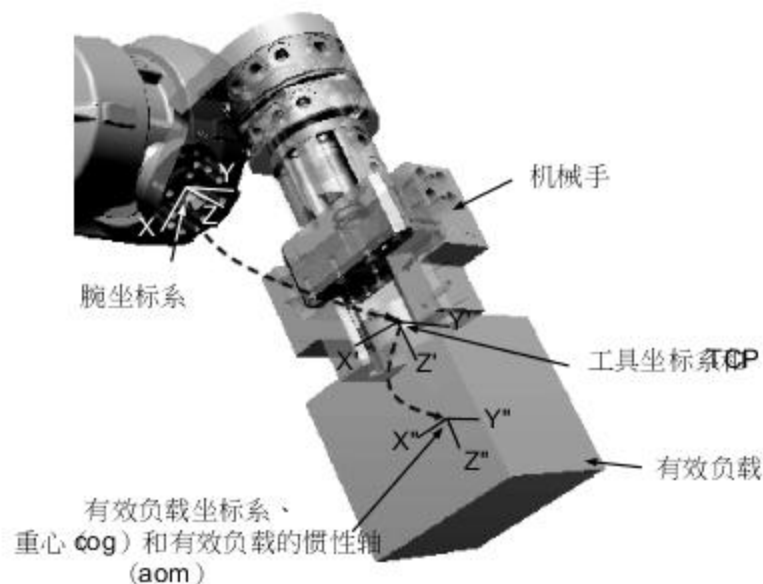
aom

axes of moment

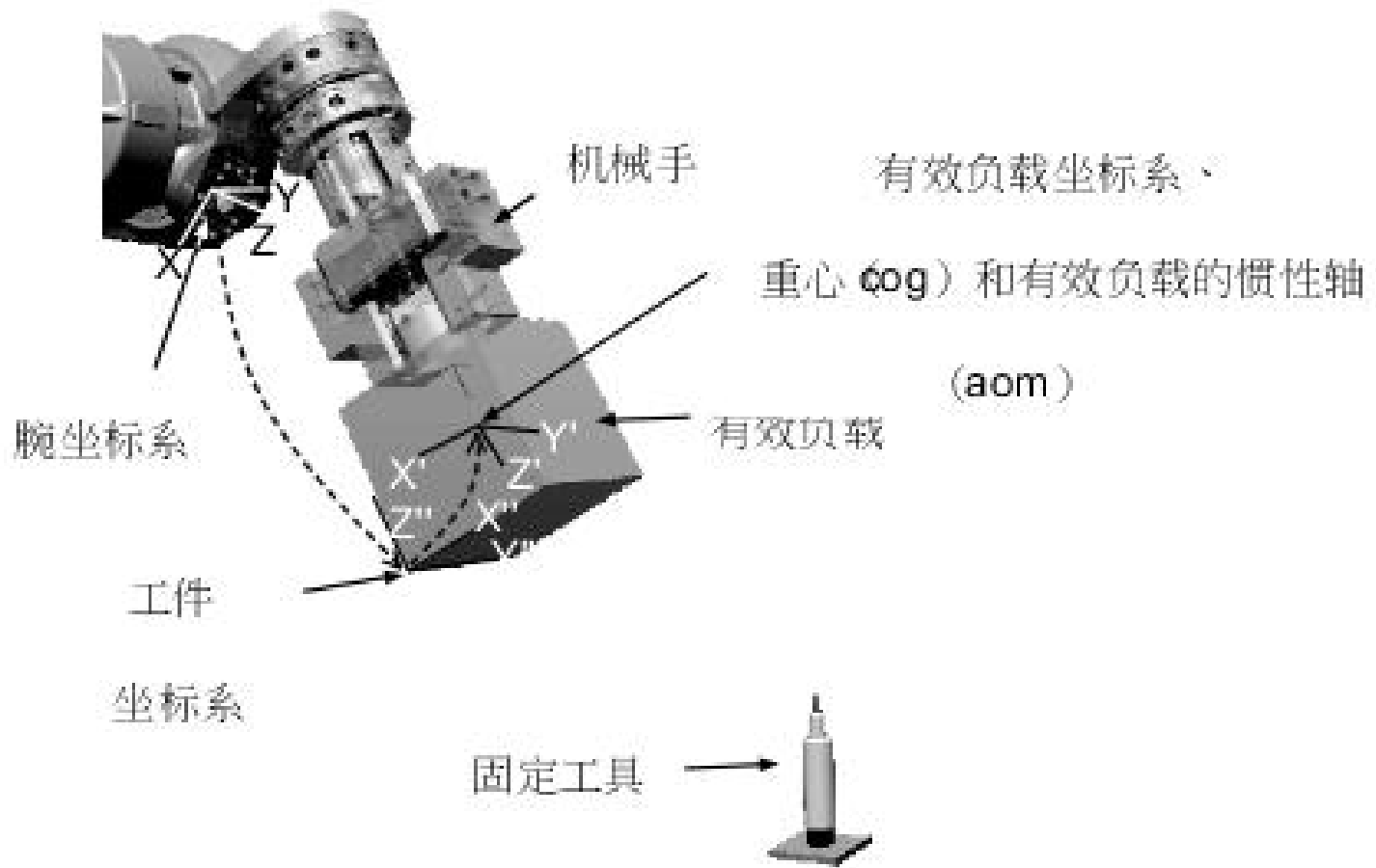
数据类型: orient

矩轴的姿态。存在始于cog的有效负载惯性矩的主轴。如果机械臂正夹持着工具，则用工具坐标系来表示矩轴。

机械臂夹持的工具



如果使用固定工具，则用目标坐标系来表示矩轴。
固定工具



ix

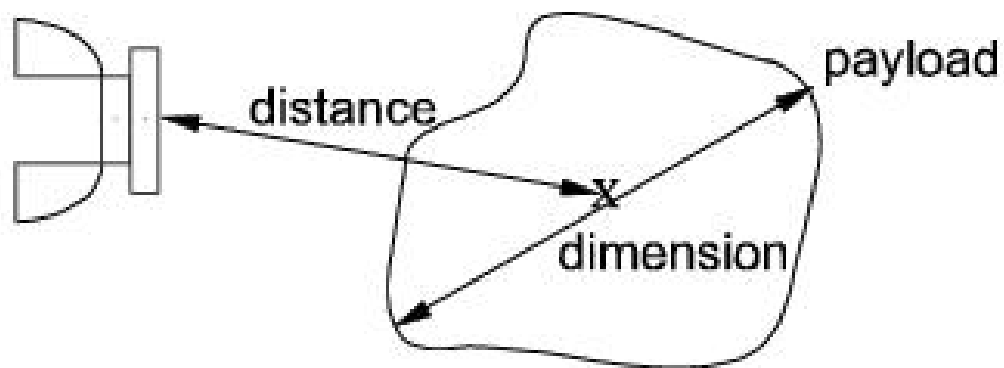
inertia x

数据类型: num

力矩x轴负载的惯性矩，以kgm²计。

惯性矩的正确定义将允许合理利用路径规划器和轴控制器。当处理大张金属板等时，上述规定尤为重要。所有等于0 kgm²的惯性矩ix、iy和iz均意指一个点质量。

仅当安装法兰距重心的距离小于负载的最大
维度时，方可定义惯性矩。



iy

inertia y

数据类型: num

y轴负载的惯性矩，以kgm²计。

iz

inertia z

数据类型: num

z轴负载的惯性矩，以kgm²计。

```
PERS loaddata piece1 := [ 5, [50, 0, 50], [1, 0, 0, 0], 0, 0, 0];
```

通过机械臂所夹持的工具来移动有效负载。使用以下值来描述机械臂夹持的工具：

重量5 kg。

重心为工具坐标系中的 $x=50$ ， $y=0$ 和 $z=50$ mm

有效负载为一个点质量

Set gripper;

WaitTime 0.3;

GripLoad piece1;

在机械臂抓握负载的同时，指定有效负载的连接，
piece1。

Reset gripper;

WaitTime 0.3;

GripLoad load0;

在机械臂释放有效负载的同时，规定断开有效负载。

```
PERS loaddata piece2 := [ 5, [50, 50, 50], [0, 0, 1, 0], 0, 0, 0];
```

```
PERS wobjdata wobj2 :=[ TRUE, TRUE, "", [ [0, 0, 0], [1, 0, 0 ,0] ], [ [50, -50,  
200], [0.5, 0, -0.866 ,0] ] ];
```

根据图中的固定工具，移动有效负载。使用有关loaddata的以下值，描述固定工具：

重量：5 kg

工件wobj2的重心为目标坐标系中的 $x=50$ ， $y=50$ 和 $z=50$ mm

根据目标坐标系，有效负载坐标系/矩轴围绕Y"旋转 180°

有效负载为一个点质量

以下值用于wobjdata:

机械臂正夹持着工件

使用固定用户坐标系，即用户坐标系与腕坐标系相同

目标坐标系围绕Y旋转 -120° ，且其在用户坐标系中的原点坐标为 $x=50$ ， $y=-50$ 和 $z=200$ mm

仅应当将有效负载定义为永久变量（**PERS**），且不在程序内。随后，在保存程序时保存当前值，并在加载时进行检索。

GripLoad和**MechUnitLoad**指令中的**loaddata**型参数仅应为一个完整的永久数据对象（而非数组元素或记录成分）。

负载load0定义一个有效负载，其质量等于0 kg，即没有负载。将该负载作为指令GripLoad和MechUnitLoad中的参数，以断开有效负载。

始终可以从程序获得负载load0，但是无法进行改变（将其储存在系统程序模块BASE中）。

```
PERS loaddata load0 := [ 0.001, [0, 0, 0.001], [1, 0, 0, 0], 0, 0 , 0 ];
```

< dataobject of loaddata >

< mass of num >

< cog of pos >

< x of num >

< y of num >

< z of num >

< aom of orient >

< q1 of num >

< q2 of num >

< q3 of num >

< q4 of num >

< ix of num >

< iy of num >

< iz of num >

orient用于姿态（例如，工具方位）和旋转（例如，坐标系旋转）。

描述 以四元数的形式来描述姿态，该四元数包括四个组成部分：q1、q2、q3和q4。

组件 数据类型**orient**拥有以下组成部分：

q1

数据类型：num

四元数1

q2

数据类型：num

四元数2

q3

数据类型：num

四元数3

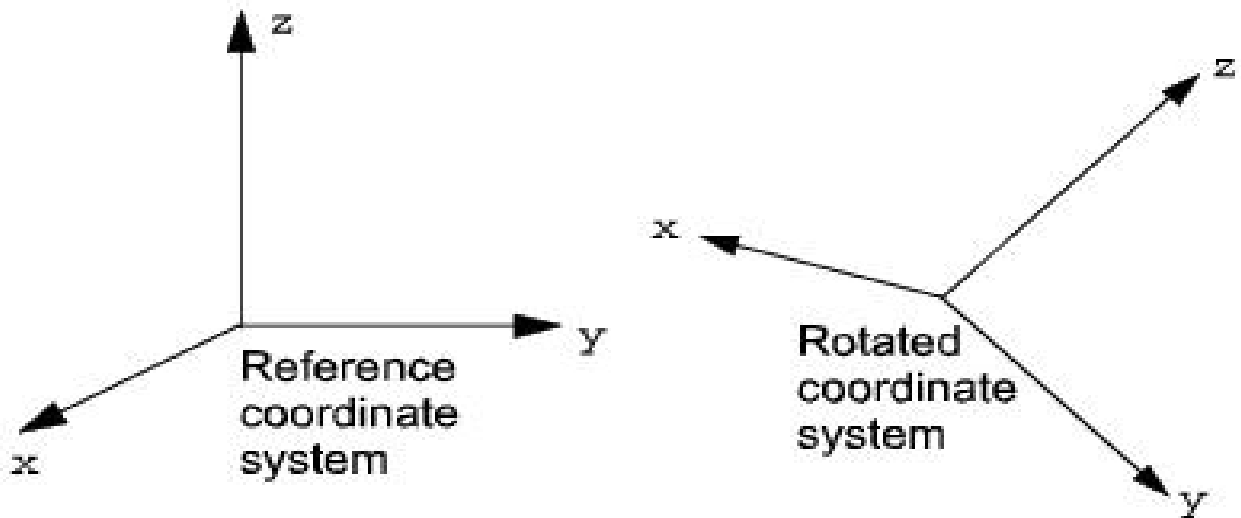
q4

数据类型：num

四元数4

过用于描述坐标系各轴相对于参考系统的方向的旋转矩阵，描述坐标系的姿态（诸如工具的姿态）

图) .



旋转后的坐标系轴（ x , y , z ）为矢量，其可以用参考坐标系表示如下：

$$x = (x_1, x_2, x_3)$$

$$y = (y_1, y_2, y_3)$$

$$z = (z_1, z_2, z_3)$$

这意味着参考坐标系中 x 矢量的 x 轴向分量将为 x_1 ， y 轴向分量将为 x_2 ，以此类推。

这三个矢量可在一个矩阵（旋转矩阵）中组合，各矢量由此构成一栏：

$x_1 \ y_1 \ z_1$

$x_2 \ y_2 \ z_2$

$x_3 \ y_3 \ z_3$

$$q_1 = \frac{\sqrt{x_1 + y_2 + z_3 + 1}}{2}$$

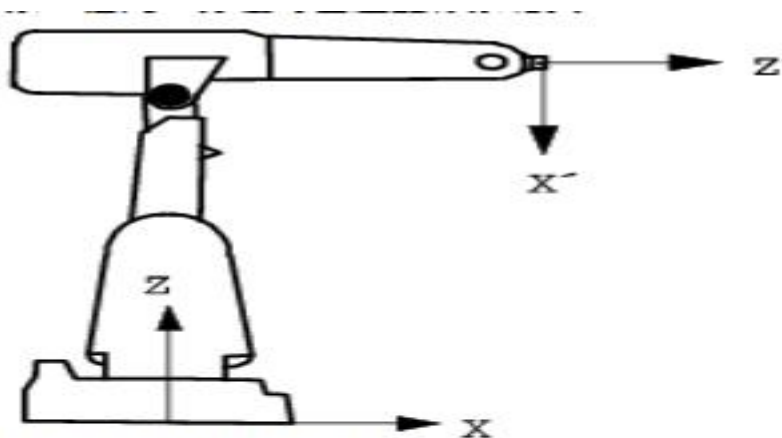
$$q_2 = \frac{\sqrt{x_1 - y_2 - z_3 + 1}}{2}$$

$$q_3 = \frac{\sqrt{y_2 - x_1 - z_3 + 1}}{2}$$

$$q_4 = \frac{\sqrt{z_3 - x_1 - y_2 + 1}}{2}$$

给工具定位，以便其Z'轴各点一直向前（与基座坐标系X轴的方向相同）。工具的Y'轴相当于基座坐标系的Y轴（参见下图）。位置数据中定义的工具方位如何（robtarget）？

编程位置的工具方位通常与所用工件的坐标系相关。在本例子中，未使用任何工件，且基座坐标系等于世界坐标系。因此，方位与基座坐标系相关。



随后，各轴将相关，如下：

$$\mathbf{x}' = -z = (0, 0, -1)$$

$$\mathbf{y}' = y = (0, 1, 0)$$

$$\mathbf{z}' = x = (1, 0, 0)$$

哪一个相当于以下旋转矩阵：

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

旋转矩阵提供相应的四元数：

$$q1 = \frac{\sqrt{0+1+0+1}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707$$

$$q2 = \frac{\sqrt{0-1-0+1}}{2} = 0$$

$$q3 = \frac{\sqrt{1-0-0+1}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707$$

$$q4 = \frac{\sqrt{0-0-1+1}}{2} = 0$$

使工具方向相对于有关腕坐标系的X'轴和Z'轴旋转30°（参见下图）。如何在工具数据中定义工具方位？

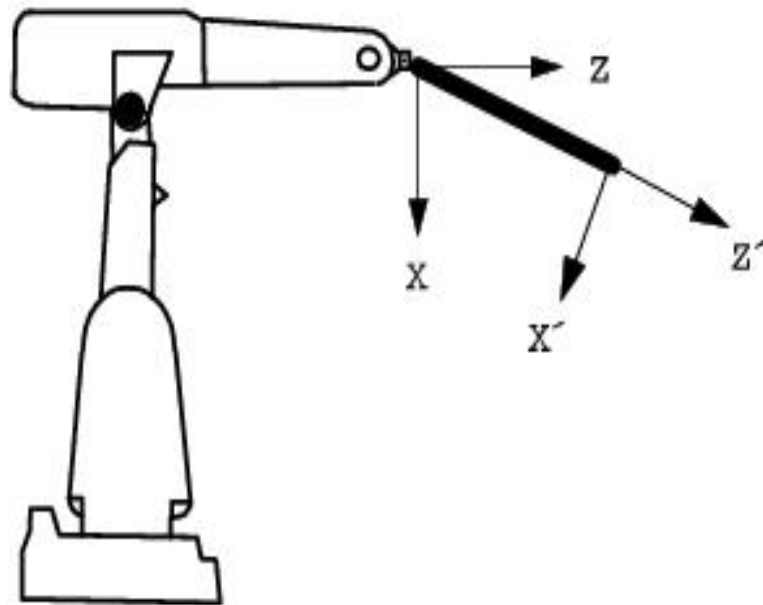
$$x' = (\cos 30^\circ, 0, -\sin 30^\circ)$$

$$y' = (0, 1, 0)$$

$$z' = (\sin 30^\circ, 0, \cos 30^\circ)$$

哪一个相当于以下旋转矩阵：

旋转矩阵提供相应的四元数：



$$\begin{bmatrix} \cos 30^\circ & 0 & \sin 30^\circ \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin 30^\circ & 0 & \cos 30^\circ \end{bmatrix}$$

$$q_1 = \frac{\sqrt{\cos 30^\circ + 1 + \cos 30^\circ + 1}}{2} = 0.965926$$

$$q_2 = \frac{\sqrt{\cos 30^\circ - 1 - \cos 30^\circ + 1}}{2} = 0$$

$$q_3 = \frac{\sqrt{1 - \cos 30^\circ - \cos 30^\circ + 1}}{2} = 0.258819$$

$$q_4 = \frac{\sqrt{\cos 30^\circ - \cos 30^\circ - 1 + 1}}{2} = 0$$