

川崎机器人控制器  
F 系列

适用动作选项手册

Robot

## 前言

本手册介绍了川崎机器人控制器 F 系列的各种适用运动的选择功能。在仔细阅读本手册的同时，还必须熟读与机器人一起发运的 F 控制器的基本手册(包括安全手册)。只有当全部手册完整阅读并充分理解后，才能使用机器人。

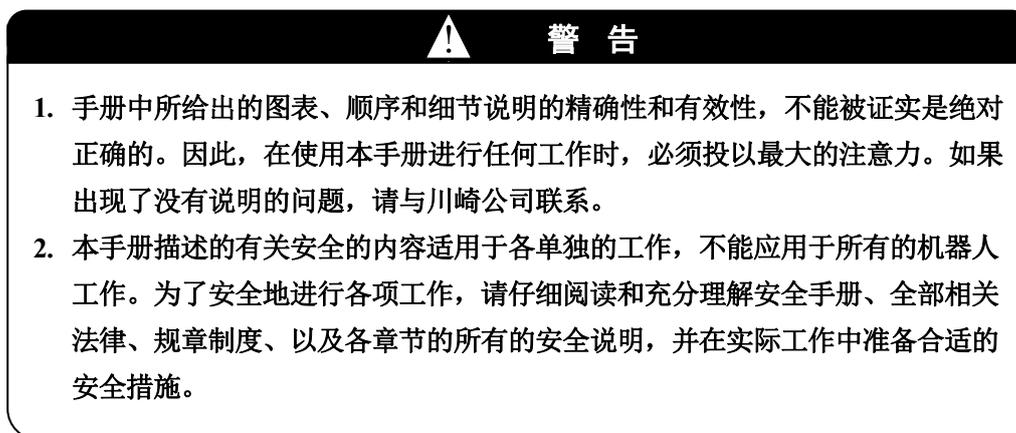
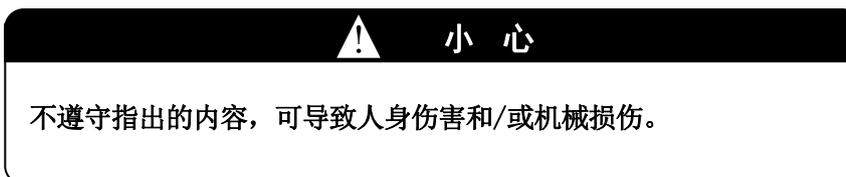
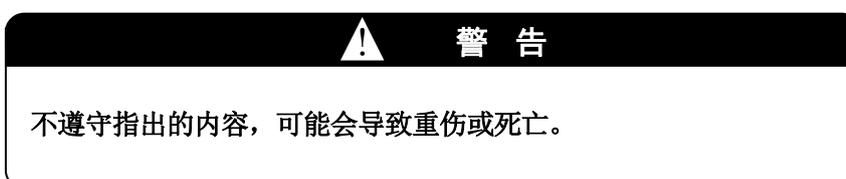
本手册尽可能地详细介绍有关本功能使用的信息。但无论怎样，都不可能把所有需避免的可能操作、条件或情况都完全地介绍出来。所以，在操作中碰到任何未介绍的问题或情况时，请联络川崎公司。

- 
1. 本手册并没有描述使用机器人的整个应用系统的故障排除。因此，川崎公司将不会对使用这样的系统而可能导致的任何事故、损害和(或)与工业产权相关的问题承担责任。
  2. 川崎公司郑重建议：所有参与机器人操作、示教、维护、维修、点检等活动的人员，预先参加川崎公司准备的培训课程。
  3. 川崎公司保留未经预先通知而改变、修订或更新本手册的权利。
  4. 事先未经川崎公司书面许可，对本手册整体或其中的任何部分，不可进行重印或复制。
  5. 请把本手册小心存放好，使之保持在随时备用状态。如果机器人被重新安装或移动到另一个地点，或者转卖给另一个使用者，请务必给机器人附上本手册。一旦出现丢失或严重损坏的情况，请您和川崎联络。
-

## 符号

在本手册中，需要加以特别注意的事项带有下列符号。

为确保机器人的正确安全操作、防止人员伤害和财产损失，请遵守下述符号方框内的安全信息。



## 凡例

### 1. 操作用硬件键和开关(按钮)

为了进行各种操作，在 F 系列控制器的操作面板和示教器上设有各种硬件键和开关。在本手册中，各硬件键和开关的名称如下面所示用方框框出。另外，为简化表达，“XXX”键或“XXX”开关的键或开关(按钮)等术语会被省略。当需要同时按两个或更多键时，如同下面的例子，按这些键的顺序通过“+”号来表示。

#### 例

登录: 表示“登录”硬件键。

TEACH/REPEAT(示教/再现): 表示操作面板上的“TEACH/REPEAT(示教/再现)”模式转换开关。

A+菜单: 表示按住A然后按菜单键。

### 2. 操作用软件键和开关

F 系列控制器为各种规格和情况的不同种类的操作，提供了显示在示教器画面上的软件键和开关。本手册中，软件键和开关的名称将用尖括号“<>”括起来。另外，为简化表达，“XXX”键或“XXX”开关的键或开关(按钮)等术语会被省略。

#### 例

<ENTER>(输入): 表示显示在示教器画面上的“ENTER(输入)”键。

<下一页>: 表示示教器画面上的“下一页”键。

### 3. 选择项目

在示教器上的画面操作中，显示出各种项目。在本手册中，这些项目的名称将被方括号[XXX]括起来。

#### 例

[辅助功能]: 表示从菜单中选择辅助功能项目。另外，在选择此项目时，操作光标操作键，对准相应的项目，按□键。为简化表达，仅记述为：选择“XXX”。

## 目录

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 前言                      | i    |
| 符号                      | ii   |
| 凡例                      | iii  |
| 1 高速检查功能                | 1-1  |
| 1.1 功能说明                | 1-2  |
| 1.1.1 高速检查模式下检查操作之前     | 1-2  |
| 1.1.2 高速检查模式和示教/再现模式的区别 | 1-3  |
| 1.1.3 模式切换开关            | 1-4  |
| 1.2 高速检查模式下的检查操作程序      | 1-5  |
| 1.2.1 检查操作和高速检查操作的程序比较  | 1-5  |
| 1.2.2 第 1 步：高速检查等待      | 1-6  |
| 1.2.3 高速检查模式下的速度选择      | 1-7  |
| 1.2.3.1 速度显示            | 1-7  |
| 1.2.4 第 2 步：高速检查准备      | 1-8  |
| 1.2.5 高速检查动作的执行         | 1-9  |
| 1.3 辅助功能                | 1-10 |
| 1.3.1 辅助 0814 高速检查模式    | 1-10 |
| 1.4 专用信号                | 1-11 |
| 1.5 与高速检查功能相关的错误信息      | 1-12 |
| 2 固定工具点运动功能             | 2-1  |
| 2.1 功能说明                | 2-2  |
| 2.2 应用例                 | 2-3  |
| 2.3 使用固定工具点运动功能时的直线插值运动 | 2-4  |
| 2.4 固定工具的位姿的设定方法        | 2-5  |
| 2.4.1 固定工具变换值的定义        | 2-5  |
| 2.4.2 固定工具变换值的求值方法      | 2-5  |
| 2.4.3 在辅助功能中固定工具位姿的登录   | 2-8  |
| 2.5 示教方法                | 2-9  |
| 2.5.1 示教模式下的机器人运动       | 2-9  |
| 2.5.2 示教例               | 2-10 |
| 2.6 AS 语言参考             | 2-12 |
| 3 碰撞检测停止功能              | 3-1  |
| 3.1 功能说明                | 3-2  |
| 3.1.1 概述                | 3-3  |
| 3.1.2 设置碰撞检测的流程         | 3-4  |
| 3.1.2.1 基本流程            | 3-4  |

|           |                                |      |
|-----------|--------------------------------|------|
| 3.1.2.2   | 应用(当使用 SETCOLTHID 命令和阈值编号时)    | 3-6  |
| 3.1.2.3   | 恢复流程                           | 3-7  |
| 3.1.3     | 设置和使用碰撞检测                      | 3-8  |
| 3.1.3.1   | 设置工具数据                         | 3-8  |
| 3.1.3.2   | 检测级别的设定                        | 3-10 |
| 3.1.3.2.1 | 阈值的范围                          | 3-10 |
| 3.1.3.2.2 | 通过辅助功能设置阈值                     | 3-11 |
| 3.1.3.3   | 示例程序                           | 3-15 |
| 3.1.3.3.1 | 示例程序(1)                        | 3-15 |
| 3.1.3.3.2 | 为示例程序(1)设置阈值                   | 3-17 |
| 3.1.3.3.3 | 示例程序(2)(使用 SETCOLTHID 命令和阈值编号) | 3-18 |
| 3.2       | AS 语言参考                        | 3-20 |
| 3.3       | 与碰撞检测停止功能相关的错误                 | 3-39 |
| 3.4       | 故障排除                           | 3-40 |
| 4         | 自旋控制功能                         | 4-1  |
| 4.1       | 功能说明                           | 4-2  |
| 4.2       | 简易自旋控制                         | 4-3  |
| 4.2.1     | 简易自旋控制的概要                      | 4-3  |
| 4.2.2     | 自旋轴的运动范围                       | 4-3  |
| 4.2.3     | 指定回转数功能                        | 4-3  |
| 4.2.3.1   | 通过辅助功能设定回转数                    | 4-4  |
| 4.2.3.2   | 用 RTSET 指令/命令设定回转数             | 4-6  |
| 4.3       | 标准自旋控制                         | 4-7  |
| 4.3.1     | 标准自旋控制的概要                      | 4-7  |
| 4.3.1.1   | 自旋轴的概念                         | 4-7  |
| 4.3.1.2   | 自旋轴控制的概要                       | 4-8  |
| 4.3.1.3   | 自旋轴的定位                         | 4-8  |
| 4.3.1.4   | 自旋轴的控制                         | 4-8  |
| 4.3.2     | 操作的概要                          | 4-9  |
| 4.3.2.1   | 用于标准自旋控制的专用命令                  | 4-9  |
| 4.3.2.2   | 程序例                            | 4-10 |
| 4.3.3     | 限制与注意事项                        | 4-11 |
| 4.3.3.1   | JT6 和自旋轴同步运动时的工具速度             | 4-11 |
| 4.3.3.2   | 自旋轴的位置示教                       | 4-11 |
| 4.3.3.3   | 保持/运转时的自旋轴的运动                  | 4-12 |
| 4.3.3.4   | 示教/再现时的自旋轴的运动                  | 4-12 |
| 4.3.3.5   | ABORT/CONTINUE 指令时的自旋轴的运动      | 4-13 |
| 4.3.3.6   | 用 EXECUTE 指令重新开始程序             | 4-13 |
| 4.3.3.7   | “保持”、“紧急停止”等操作后的示教             | 4-13 |

|         |                    |      |
|---------|--------------------|------|
| 4.3.3.8 | 用 BRAKE 命令停止自旋轴    | 4-13 |
| 4.4     | AS 语言参考            | 4-14 |
| 4.5     | 与自旋控制功能相关的错误信息     | 4-26 |
| 5       | 软件缓冲器功能            | 5-1  |
| 5.1     | 功能说明               | 5-2  |
| 5.1.1   | 动作模式               | 5-3  |
| 5.1.2   | 软件缓冲器功能中的直线动作      | 5-4  |
| 5.2     | 使用方法               | 5-5  |
| 5.2.1   | 使用条件的探讨            | 5-5  |
| 5.2.2   | 位置示教方法             | 5-6  |
| 5.2.3   | 使用条件的设定            | 5-7  |
| 5.2.4   | 调整顺序               | 5-8  |
| 5.3     | 注意事项/限制事项          | 5-11 |
| 5.4     | AS 语言解说            | 5-12 |
| 5.4.1   | 程序命令               | 5-13 |
| 5.4.2   | 监控指令               | 5-24 |
| 5.4.3   | 实数值指令              | 5-25 |
| 5.5     | 编程例                | 5-26 |
| 5.5.1   | 压铸成形品的取出           | 5-26 |
| 5.5.2   | 偏移工件的抓取            | 5-28 |
| 5.5.3   | 工件嵌合               | 5-30 |
| 5.6     | 与软件缓冲器相关的错误        | 5-32 |
| 6       | 伺服系统增益可变功能         | 6-1  |
| 6.1     | 功能说明               | 6-2  |
| 6.2     | AS 语言参考            | 6-3  |
| 7       | 工具更换功能             | 7-1  |
| 7.1     | 功能说明               | 7-2  |
| 7.2     | AS 语言解说            | 7-3  |
| 7.3     | 利用辅助功能进行的工具轴分离     | 7-10 |
| 7.4     | 专用信号设定             | 7-11 |
| 7.5     | 应用例                | 7-12 |
| 7.6     | 其他                 | 7-14 |
| 7.6.1   | 示教模式下的连接/分离操作      | 7-14 |
| 7.6.2   | 设定调整流程中的注意事项       | 7-14 |
| 7.6.3   | 初始化、加载机器人数据文件时的注意点 | 7-15 |
| 7.7     | 与工具更换功能相关的错误       | 7-16 |
| 8       | 奇异点运动功能            | 8-1  |
| 8.1     | 功能说明               | 8-2  |
| 8.2     | 基本的程序构成            | 8-3  |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 8.3   | 创建程序时的注意事项 .....    | 8-4 |
| 8.4   | AS 语言解说 .....       | 8-5 |
| 8.4.1 | 监控指令 .....          | 8-5 |
| 8.4.2 | 程序命令 .....          | 8-6 |
| 8.5   | 与奇异点运动功能相关的错误 ..... | 8-7 |
| 8.5.1 | 错误信息一览表 .....       | 8-7 |
| 8.5.2 | 发生错误时的处理方法 .....    | 8-7 |



# 1

---

## 高速检查功能

## 1.1 功能说明

高速检查功能是能以 250mm/s 以上的速度进行检查操作的功能。通过设定高速检查模式，使速度为 250mm/s 以上的检查操作有效。

### 危险

当使用高速检查功能时，为了避免运动中的机器人与作业人员相撞的危险发生，要实施以下的对策。

- 通过操作面板上的键开关来选择模式。
- 将高速检查模式下的默认速度设为小于 250mm/s。
- 在示教器上设有高速检查操作所必需的专用键。
- 可以用示教器更改高速检查速度。
- 将当前的高速检查速度显示在示教器上。
- 请注意不要接近机器人的运动范围。

但，当作业人员在安全围栏内时，高速检查操作不受上述限制并且有效。

使用高速检查功能时，要考虑机器人的使用环境，并实施全面风险管理/风险评估，以避免机器人在运动中与作业人员相撞。

### 1.1.1 高速检查模式下检查操作之前

因高速检查操作过程中机器人高速运动，在高速检查模式下开动机器人之前，请务必执行以下步骤。

### 危险

1. 在高速检查模式下，可以以 100% 的再现速度进行检查操作。但，与标准的检查操作相比危险度增加。因此，在进行任何操作之前，请务必充分理解本手册的内容。
2. 开动机器人之前，请务必确保在安全围栏的内部/周围除操作示教器的作业人员外没有任何其他人员。
3. 开动机器人之前，操作示教器的作业人员必须远离机器人的运动范围。
4. 在高速检查模式下的操作，仅限于已完成特殊培训的作业人员/监管员。

与再现运行相同，在高速检查操作之前，请务必执行以下步骤。

**⚠ 危险**

1. 请确认全部的紧急停止工作正常。
2. 请确认机器人的安装条件、安装工具和控制器等外围设备未出现异常。
3. 请确认机器人不会接触到安全围栏和外围设备。

### 1.1.2 高速检查模式和示教/再现模式的区别

下表列出高速检查模式和示教/再现模式的区别。

|        | 手动操作              | 检查操作                  | 再现运行 |
|--------|-------------------|-----------------------|------|
| 再现模式   | 不可                | 不可                    | 可    |
| 示教模式   | 可<br>(250mm/s 以下) | 可<br>(250mm/s 以下)     | 不可   |
| 高速检查模式 | 不可                | 可<br>(250mm/s 以上的速度可) | 不可   |

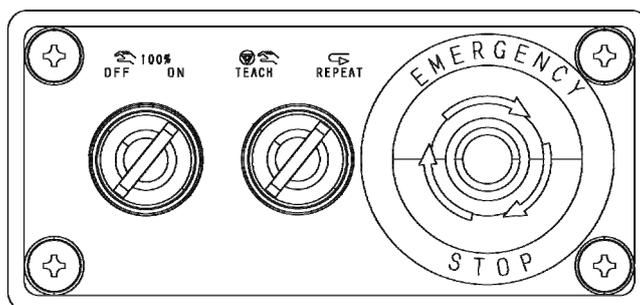
**[ 注 意 ]**

在高速检查模式下，不能手动操作机器人。

### 1.1.3 模式切换开关

在可以使用高速检查功能的控制器的操作面板上，追加了选件的 **100% ON/OFF** 开关。

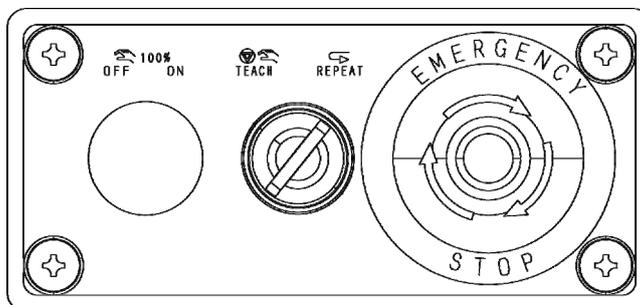
可以使用高速检查功能的操作面板



F60 控制器

以下的标准操作面板没有本功能。

#### 标准操作面板



F60 控制器

## 1.2 高速检查模式下的检查操作程序

本章介绍用控制器的操作面板和示教器，在高速检查模式下进行检查操作的程序。

### 1.2.1 检查操作和高速检查操作的程序比较

本节介绍检查操作和高速检查操作的程序的不同之处。在各节中介绍如下表所示的不同点。

#### 事先准备

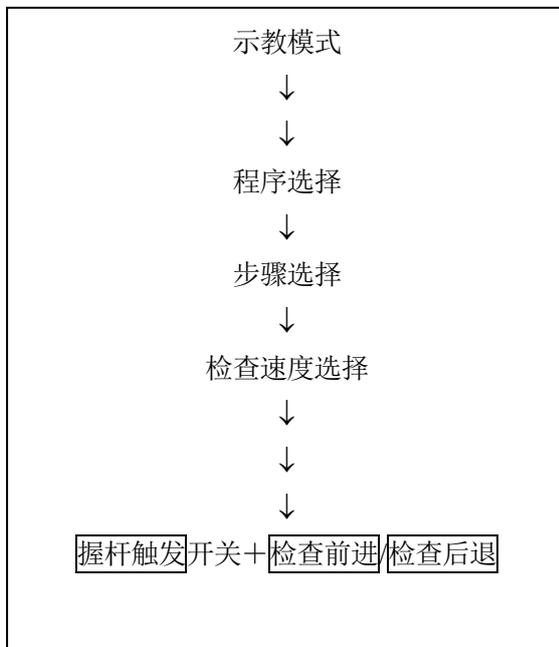
设定的检查速度的辅助功能编号不同。

| 检查操作             | 高速检查操作                            |
|------------------|-----------------------------------|
| 检查速度的设定(辅助 0401) | 高速检查速度的设定(辅助 0814)<br>(请参阅 1.3.1) |

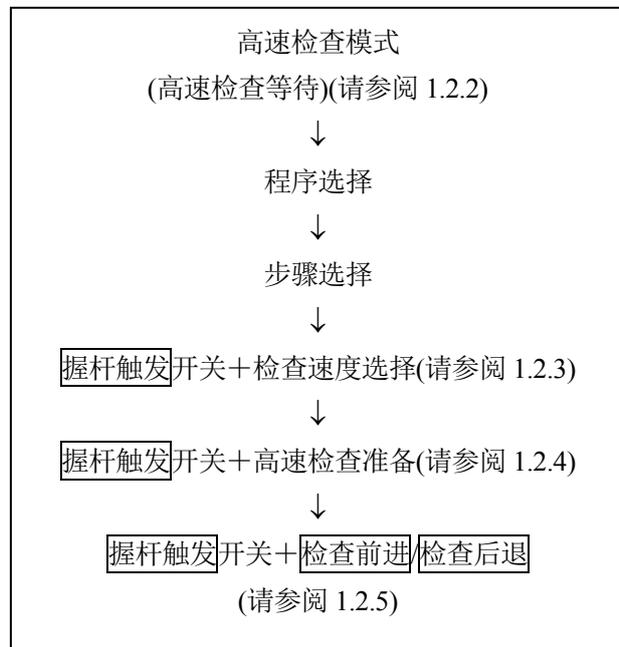
#### 操作程序

操作程序不同。各操作程序如下所示。

检查操作(更多详情，请参阅  
《操作手册》的 7.2。)

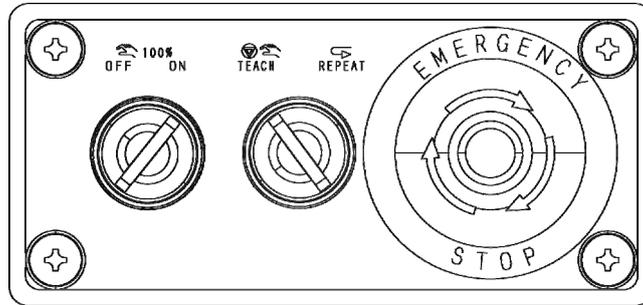


高速检查操作



### 1.2.2 第 1 步：高速检查等待

将 **TEACH/REPEAT** 开关切换到“TEACH”，将 **100% ON/OFF** 开关切换到“ON”。



F60 控制器

将上图所示的模式切换开关的设定状态称为高速检查等待。高速检查等待状态时，示教器画面的左上方的<示教/再现>区的颜色变为橙色。要素命令显示区域的颜色仍保持为蓝色。

另外，当将模式切换为高速检查模式时，检查速度设定为 1。



高速检查等待

### 1.2.3 高速检查模式下的速度选择

用示教器的[示教速度]键选择高速检查模式的速度。(如果不能用此操作更改速度的话,请参阅《操作手册》的2.6.1)按[示教速度]键在1→2→3→4→5→1间切换检查速度。速度1至5对应于用“辅助0814 高速检查模式”设定的[速度1]至[速度5]。当马达电源打开,并且按示教器背后的[握杆触发]开关时,可以更改速度。

初始设定时,释放[握杆触发]开关,则复位速度为1(请参阅1.3.1)。并且,当马达电源切断时,不管辅助0814的设定如何,速度将返回1。

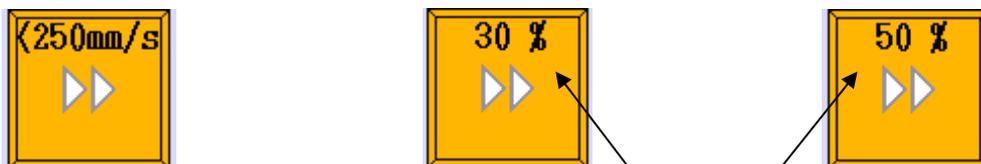
#### 1.2.3.1 速度显示

在示教器画面的左上方的<示教/再现>区显示当前速度,其对应于检查速度显示区的速度。

检查速度显示区



示教/再现区



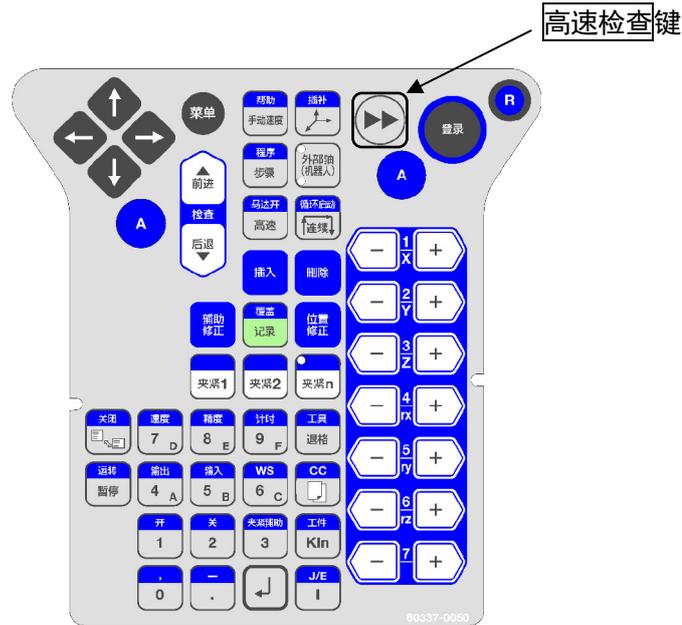
数字随辅助0814的设定的不同而变化。

### 1.2.4 第 2 步：高速检查准备

在高速检查等待的状态下，按示教器上的**高速检查**键。

示教器的要素命令显示区域的颜色变为橙色。将此状态称为高速检查准备。

释放**高速检查**键，返回到高速检查等待的状态。



高速检查准备

### 1.2.5 高速检查动作的执行

在打开马达电源，高速检查准备的状态下，在按示教器后面的握杆触发开关的同时，按检查前进/检查后退时，可以以设定的速度进行检查操作。



#### 警告

在按检查前进/检查后退，执行高速检查动作之前，请充分进行安全确认：是否有工作人员进入运动范围，是否有物体干涉机器人运动，安装的工具等时是否有松动情况等。



#### 警告

在高速检查动作中，如果机器人有任何异常情况发生的话，请立即释放检查前进/检查后退，释放握杆触发开关或按紧急停止。

#### [ 注意 ]

在高速检查等待的状态下，按检查前进或检查后退显示提示信息“按高速检查键”，并且不能执行高速检查动作。

### 1.3 辅助功能

本章介绍用于高速检查操作设定的辅助功能。

#### 1.3.1 辅助 0814 高速检查模式



在此，对应于高速检查模式下的检查动作速度将速度分别设为[速度 1]至[速度 5]。设定用再现速度的百分之几，来进行检查操作。

[速度 1]不能超过 250mm/s，并且不能更改。可以在 1 至 30%的范围内设定[速度 2]，并且在 1 至 100%的范围内设定[速度 3]至[速度 5]。但，设定的速度必须是[速度 2]≦[速度 3]≦[速度 4]≦[速度 5]。各检查速度的默认值为如上面画面所显示的值。

#### 释放握杆触发开关时，设定为速度 1。

当释放握杆触发开关时，将检查速度默认设定为速度 1。如果将[释放握杆触发开关时，设定为速度 1。]设为[无效]的话，即使释放握杆触发开关，也不复位到速度 1，将保持检查速度。但，在释放握杆触发开关五分钟后，机器人设定为速度 1。



#### 警告

当将[释放握杆触发开关时，设定为速度 1。]设为[无效]时，除非马达电源切断或模式切换，即使如更换操作人员时释放握杆触发开关，也将保持机器人的检查动作速度不变。在执行高速检查动作之前，请确认检查速度。并且，在离开机器人之前，请将此设定更改为[有效]。

## 1.4 专用信号

高速检查功能可以将显示为机器人在高速检查模式下的信号输出到外部。将软件专用信号分配给通用信号。(更多详情, 请参阅《外部 I/O 手册》)

专用输出信号

| 信号名称 | 功能  | 信号类型  |
|------|---|---|
| 高速检查 | 向外部通知机器人在高速检查模式下的状态( <u>TEACH/REPEAT</u> 开关设为“TEACH”, <u>100% ON/OFF</u> 开关设为“ON”。) |  |

## 1.5 与高速检查功能相关的错误信息

以下的错误信息专用于高速检查功能。

### ■ 错误代码：E1368

|      |  |
|------|--|
| 错误信息 | 在机器人运行中，示教模式切换到高速检查模式。                             |
| 内容   | 在示教/检查动作中，因模式由示教模式切换到高速检查模式，机器人动作停止。               |
| 主要原因 | 在示教/检查动作中，模式由示教模式切换到高速检查模式。                        |
| 处理方法 | 通过复位错误，切换到必要的模式并且打开马达电源，可以再次开动机器人。在机器人动作中，请不要切换模式。 |

### ■ 错误代码：E1376

|      |  |
|------|--|
| 错误信息 | 在机器人运行中，高速检查模式切换到示教模式。                             |
| 内容   | 在高速检查动作中，因模式由高速检查模式切换到示教模式，机器人动作停止。                |
| 主要原因 | 在高速检查动作中，模式由高速检查模式切换到示教模式。                         |
| 处理方法 | 通过复位错误，切换到必要的模式并且打开马达电源，可以再次开动机器人。在机器人动作中，请不要切换模式。 |

# 2

---

## 固定工具点 运动功能

## 2.1 功能说明

本功能使机器人以固定工具点为基准运动。当使用固定工具时，工作点不在机器人的工具中心点(TCP)上，而在机器人的其他固定点上。该工作点叫做固定工具点，或以下称作为固定工具。

一般地，机器人可以使用以下两种方法执行任务。

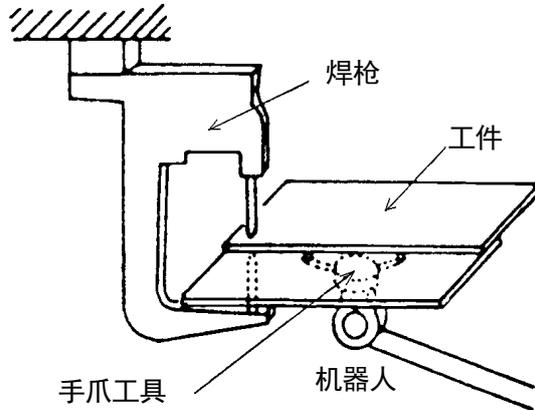
1. 固定工件，将点焊枪等作业工具安装到机器人的前端，移动工具，对工件进行作业。
2. 固定作业工具，机器人抓着工件移动进行作业。

本固定工具点运动功能用在第 2 种方法中。

当机器人以固定工具为基准运动时，为了使与工件上的示教点连接的路径上的一系列点通过固定工具坐标系的原点(固定工具的 TCP)，机器人抓着工件移动。换句话说，通过固定工具的 TCP 的一系列点在工件上画直线或圆弧轨迹。并且，为了工件上的点以设定的速度通过固定工具的 TCP，机器人控制运动。

## 2.2 应用例

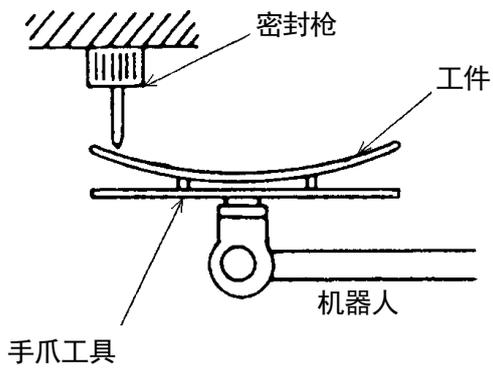
### 使用点焊枪时



在指定位置安装并固定点焊枪。当使用点焊枪时，机器人抓着工件移动。

可以固定点焊枪的电缆，从而减少根据机器人的动作处置电缆的问题。

### 使用密封枪时



在指定位置安装并固定密封枪。当使用密封枪时，机器人抓着工件移动。

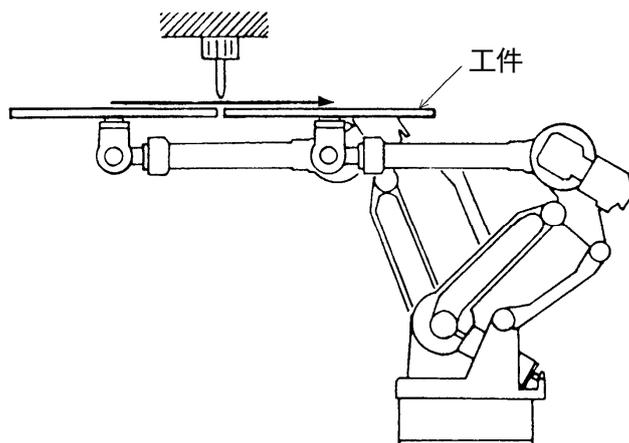
可以固定密封枪的线束，从而减少为调节机器人运动而布置线束的需要。

### 2.3 使用固定工具点运动功能时的直线插值运动

机器人抓着工件的法兰表面的中心画的运动轨迹根据两点间的姿态的变化量的不同，可以是直线或圆弧。下面将介绍运动例。

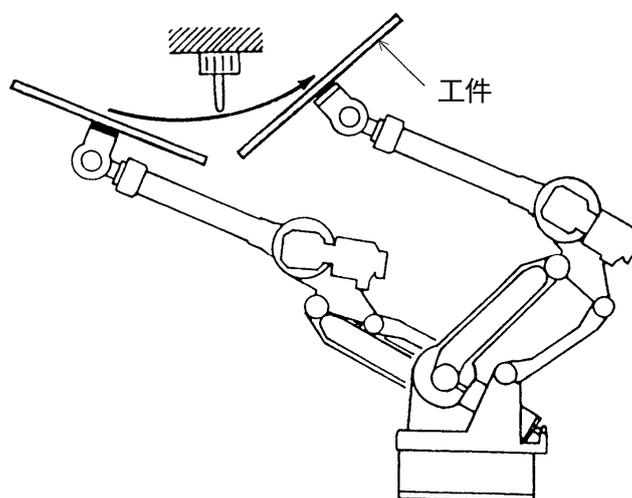
当姿态保持一定时：

当姿态在 2 点间保持一定时，法兰面的中心沿直线路径运动。



当姿态变化时：

当姿态在 2 点间变化时，法兰面的中心沿圆弧路径运动。在各个点之间的姿态的变化率保持均等。工件上的一系列点通过固定工具的工具中心点画直线轨迹运动。



#### ⚠ 小心

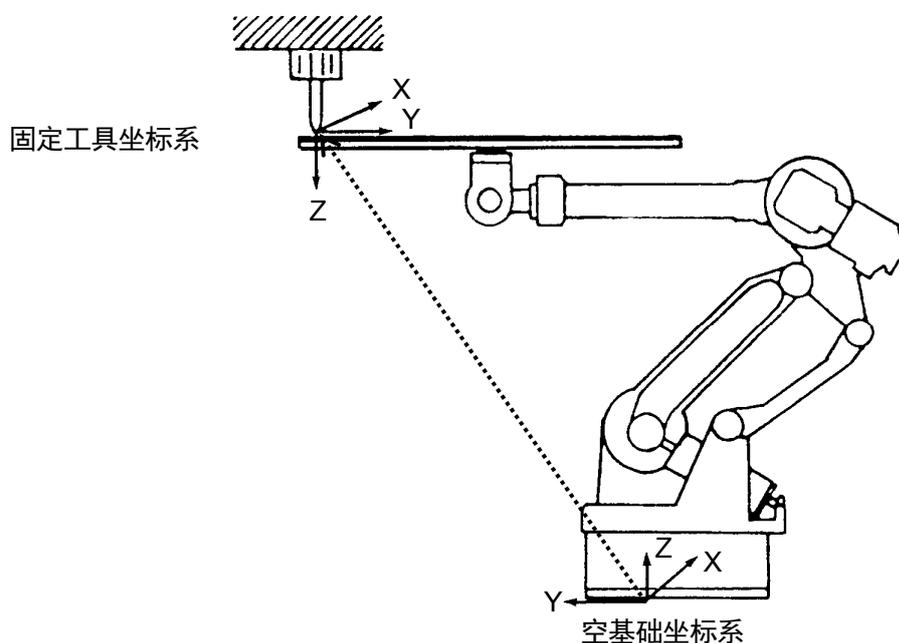
1. 当改变机器人姿态时，请避免极端的姿态变化。
2. 当姿态改变时，请注意不像普通操作的直线插值运动那样，安装在机器人上的工具的工具中心点，不必以直线路径运动。所以必须在示教模式和低速的再现模式下确认示教运动。

## 2.4 固定工具的位姿的设定方法

要以固定工具为基准的运动开动机器人，使用前请务必定义固定工具的位姿。用固定工具变换值来定义固定工具的位姿。

### 2.4.1 固定工具变换值的定义

固定工具变换值表示相对于空基础坐标系的固定工具坐标系的位姿(位置和姿态)。其用空基础坐标系的 XYZOAT 值来表示。



### 2.4.2 固定工具变换值的求值方法

在此介绍固定工具变换值的求值方法。

#### ⚠ 小心

当机器人使用工件坐标系(选项)时，在以下的步骤中请务必选择工件编号 0。并且，当用 BASE 指令/命令将基础坐标系设定为空基础坐标系以外的坐标系时，在执行下列步骤前，请务必重新设定基础坐标系为空基础坐标系。

首先，使用已知尺寸的测量工具登录工具变换值。

在机器人上安装测量工具。使用示教器的键盘画面，输入 TOOL 指令。输入“TOOL”并按 。输入在画面中显示的代表工具中心点(TCP)的位置数据的 X、Y、Z 值。为了方便下一步骤的操作，为 O、A 和 T 值分别输入 180°、180°、0°。(空工具坐标系的 X、-Y、-Z 方向为测量工具坐标系的 X、Y、Z 方向。)

登录测量工具的数据。(有关定义工具变换值的方法的详细内容，请参阅《AS 语言参考手册》。)

[ 注 意 ]

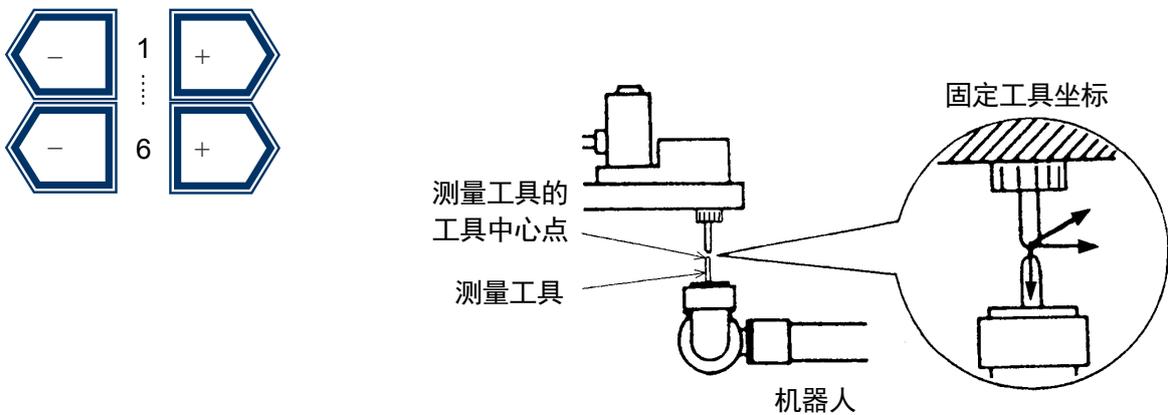
如上所述，当为 O、A 和 T 值分别输入 180°、180°、0°时，使用 TOOL 指令，可以再次显示下列工具数据。此时，没有错误并且所有数值有效。

例

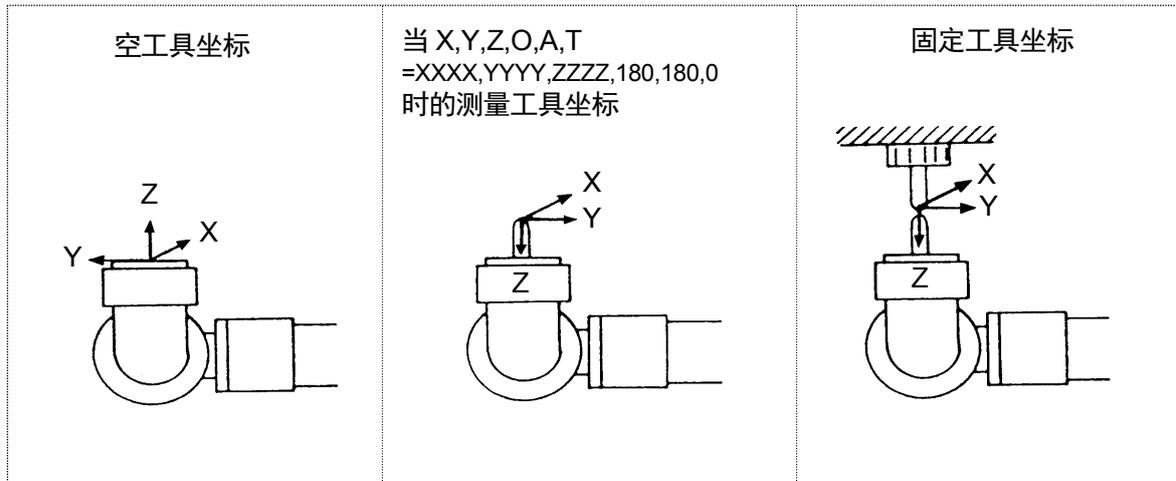
| O    | A    | T    |       |
|------|------|------|-------|
| 180  | -180 | 0    |       |
| -180 | 180  | 0    |       |
| -180 | -180 | 0    |       |
| 0    | 180  | 180  | } 无错误 |
| 0    | 180  | -180 |       |
| 0    | -180 | 180  |       |
| 0    | -180 | -180 |       |
| 0    | -180 | -180 |       |

其次，求固定工具变换值。

使用测量工具，如上所述定义其工具变换值。按示教器上的轴键 ，移动安装测量工具的机器人，以便使测量工具前端对准固定工具的前端。确保机器人的法兰面垂直于固定工具。



在此点，空工具坐标系的 X、-Y、-Z 方向为固定工具坐标系的 X、Y、Z 方向。(参见下图。)



当机器人在正确的位姿时，输入 WHERE 指令并显示此位姿的变换值。

>WHERE

| X       | Y       | Z       | O       | A       | T       |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| XXX.XXX | YYY.YYY | ZZZ.ZZZ | OOO.OOO | AAA.AAA | TTT.TTT |

将这些变换值作为固定工具变换值登录。

如果固定工具坐标系的姿态与空基础坐标系的姿态相同的话，则在 O、A 和 T 值中输入 0。此时，设定固定工具坐标平行于空基础坐标。

### 2.4.3 在辅助功能中固定工具位姿的登录

使用示教器的辅助功能画面可以设定固定工具变换值。(有关使用 AS 语言的设定方法, 请参阅“2.6 AS 语言参考 FTOOL 指令/命令”)

按示教器的 **菜单**, 从显示的下拉菜单中选择[辅助功能]。显示辅助功能画面。输入辅助功能编号 0305(固定工具坐标系)并按 **Enter**, 或选择辅助组[3 简易示教设定]并从显示的画面中选择[5 固定工具坐标系]。最多可以设定 9 种固定工具。



1. 移动光标到各个项目, 并用 **数字**(0 至 9)输入“2.4.2”中获得的数据。要登录多个固定工具, 请按 <下一页>并为其他工具输入数据。当输入全部所需要的数据后, 按 **Enter**。



2. 按<工具形状>显示左面的画面。有关设定工具的形状的详情, 请参阅 F 控制器操作手册的辅助功能 0304。



3. 如果没有问题的话, 则“设定完毕”显示时, 保存数值。

#### [ 注 意 ]

固定工具 F1 至 F9 的设定共 9 页。请注意将这 9 页中的全部数据 (固定工具 F1 至 F9 的数据) 一次全部登录好。

## 2.5 示教方法

本章介绍辅助一体化示教方法。(有关 AS 语言的示教方法, 请参阅“2.6 AS 语言参考”。)

每按一次  $\square$ + $\square$ 插补  $\square$ + $\square$ 插补 在辅助数据行上显示的插值模式, 将变化如下。选择“F 直线”来示教以固定工具为基准的直线插值。(括号内的项目为选项。)

各轴 → 直线 → (直线 2) → (圆弧 1) → (圆弧 2) → (F 直线) → (F 圆弧 1)  
→ (F 圆弧 2) → (X 直线) → 各轴

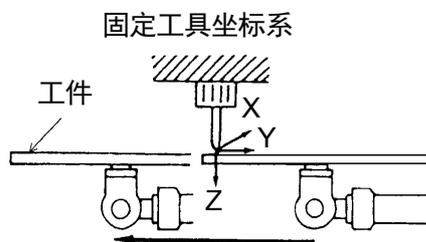
“F 圆弧 1”和“F 圆弧 2”以固定工具为基准示教圆弧插值运动。其示教方法与“圆弧 1”和“圆弧 2”相同。

### 2.5.1 示教模式下的机器人运动

从手动操作坐标系中选择“F 直线”插值和工具编号, 在示教模式下使用固定工具模式。

当用  $\square$   $\square$  移动机器人的 X、Y 和 Z 轴时, 机器人平行于固定工具坐标系轴移动。

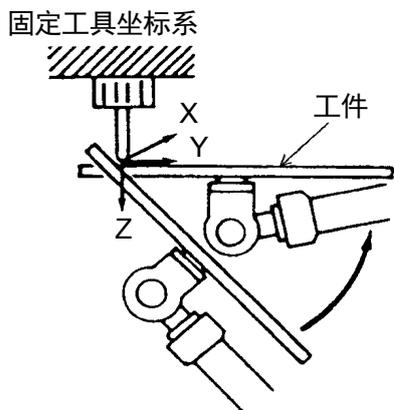
**例 1** 当用  $\square$  沿 Y 轴移动时



从工件来看, 为了固定工具向固定工具坐标系的 Y 轴的正方向移动, 机器人移动。

当用  $\square$   $\square$  移动机器人的 RX、RY 和 RZ 轴时, 将固定工具的 TCP 作为旋转中心, 机器人将绕着固定工具坐标系的轴旋转工件。

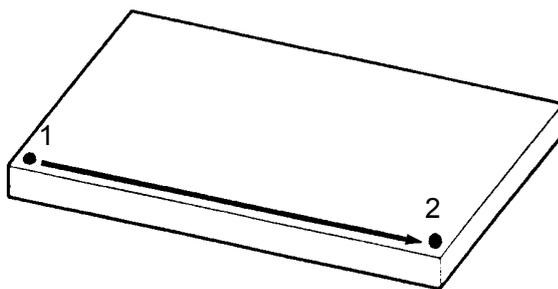
## 例 2 当用 RX 轴键移动时



将固定工具的 TCP 作为旋转中心，机器人将绕着 X 轴旋转工件。

### 2.5.2 示教例

在此，如下图所示，以点 1 和点 2 间的密封操作为例，介绍一体化示教。



#### 示教点 1 的示教

移动机器人到示教点 1，并设定辅助数据如下：

插值：直线，精度：3

1. 通过按 **S+插补/A+插补** 来选择直线插值。
2. 通过按 **S+精度/A+精度** 设定精度为 3。
3. 按 **夹紧 1** 打开夹紧 1 命令的信号数据。
4. 按 **记录** 记录示教点 1 的位姿数据和辅助数据。

### 示教点 2 的示教

移动机器人到示教点 2，并按以下步骤设定辅助数据。

1. 通过按 **S+插补**/**A+插补** 来选择“F 直线”。
2. 按 **夹紧 1** 打开夹紧 1 命令的信号数据。
3. 按 **记录** 记录示教点 2 的位姿数据和辅助数据。

**! 小心**

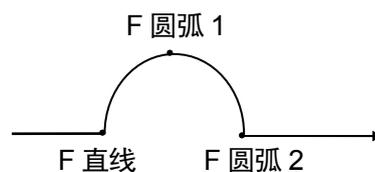
插值命令在由“F 直线”示教的点 F 直线”示教的点变化为以其他不同的示教的点、以及由以其他不同的示教的点变化为“F 直线”示教点时，不重复指令值。在机器人移动到下一个示教点之前，将减速并停止。

**! 小心**

密封或点焊操作时，当程序再现由“F 直线”命令示教节距很小的点时，为了尽量避免机器人位姿发生变化，尽可能沿连续路径示教。

### 使用圆弧插值的注意事项

当使用“F 圆弧 1”、“F 圆弧 2”命令时，推荐使用“F 直线”命令来示教圆弧路径的开始点。这样，可以以固定工具为基准来检查圆弧插值运动的轨迹。



## 2.6 AS 语言参考

本章介绍用于以固定工具为基础的运动的 AS 指令/命令。AS 指令/命令/函数如下：

FTOOL 指令/命令

FHERE 指令/命令

FJMOVE 命令

FLMOVE 命令

FJAPPRO 命令

FLAPPRO 命令

FC1MOVE 命令

FC2MOVE 命令

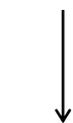
FHERE 函数

FDEST 函数

### 示例

关键词

参数



**FTOOL** **变换值变量**

可以省略输入用  标记的参数值。

必须在关键词和参数之间输入一个空格。

示例中  代表回车键(Enter 键)。

监控指令  
程序命令

---

**FTOOL 变换值变量, 工具形状编号**

---

### 功能

定义固定工具变换值。此固定工具变换值表示相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿(位置和姿态)。

### 参数

变换值变量

指定变换值变量或复合变换值变量。

容许范围: -9999.9 至 9999.9mm, -180°至 180°

当作为监控指令使用时, 可以省略此功能。省略时, 显示当前的固定工具变换值, 并且可以修改。

工具形状编号

指定工具形状编号。

有关工具形状编号的详情, 请参阅《AS 语言参考手册》。

当作为监控指令使用时, 可以省略此功能。省略时, 显示确认信息。

### 详细说明

使用 FTOOL 对固定工具变换值进行定义后, 即使更改作为参数指定的变换值, 机器人的动作也不会受到影响, 直至再次执行 FTOOL 指令为止。

省略此功能时, 当前的固定工具变换值的后面显示信息“变化吗?”。

### 示例

>FTOOL grip  将当前固定工具变换值更改为变换值“grip”。

监控指令  
程序命令

**FHERE 位姿变量**

**功能**

用指定的位姿变量来定义当前位姿。

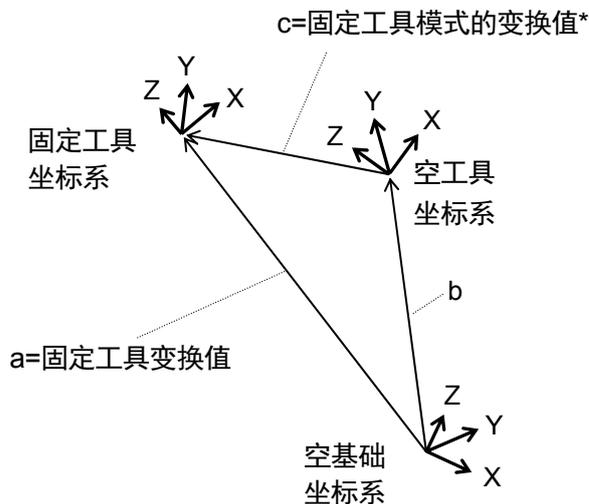
**参数**

位姿变量

变量值可以指定为变换值、轴位移值或复合变换值的形式。

**详细说明**

当以变换值的形式指定位姿变量时，则将定义相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿(下图中的 c)。



**注\*** 通过定义这些变换值，不管是什么型号的机器人，仅重新定义固定工具变换值就可以再现离线示教的操作。

当以复合变换值的形式指定位姿变量时，此命令只定义其最右侧的变量。如果最右侧以外的变量未定义的话，则此命令出错。

当作为监控指令输入 FHERE 时，则在当前值的后面显示信息“变化吗?”。要更改该值，则输入用逗号(,)分隔的新数值。省略未更改的数值。仅输入□即可退出编辑。当定义轴位移值(以#开始的变量)时，显示全部轴的角度值。

**示例**

>FHERE place □ 定义当前位姿为“place”(变换值)。

## 程序命令

### **FJMOVE** 位姿变量, 夹紧编号

#### 功能

向指定的位姿位置开始轴插值运动。

#### 参数

##### 位姿变量

指定机器人运动的目标位姿(变量值以轴位移值或变换值的形式指定)。当变量值以变换值的形式指定时, 使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值, 该值是以空工具坐标系为基准表示的。

##### 夹紧编号

指定在目标位姿处要打开或闭合的夹紧编号。

容许范围: 1 至用 HSETCLAMP 指令设定的夹紧编号(最大为 8)

正值闭合夹紧, 负值打开夹紧。如果省略, 夹紧既不打开也不闭合(夹紧不动作)。

#### 详细说明

此命令使机器人以轴插值运动移动。移动时, 在机器人从起始位姿到结束位姿的整个运动过程中, 各轴移动的行程相对于总行程的比例是相等的。

当目标位姿以变换值的形式指定时, 从相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的变换值计算相对于空基础坐标系的机器人工具坐标系的位姿的变换值, 并且在该位姿处机器人以轴插值运动移动。

#### [ 注 意 ]

当以轴位移值指定位姿变量名时, 此命令的功能与 JMOVE 相同。

#### 示例

FJMOVE #pick 以轴插值运动, 移动至用轴位移值“#pick”定义的位姿。

## 程序命令

### FLMOVE 位姿变量, 夹紧编号

#### 功能

为了使工件上的一系列的点通过固定工具 TCP，画直线轨迹移动机器人到指定位姿。这些点以设定的速度通过固定工具 TCP。

#### 参数

##### 位姿变量

指定机器人运动的目标位姿(变量值以轴位移值或变换值的形式指定)。当变量值以变换值的形式指定时，使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值，该值是以空工具坐标系为基准表示的。

##### 夹紧编号

指定在目标位姿处要打开或闭合的夹紧编号。

容许范围：1 至用 HSETCLAMP 指令设定的夹紧编号(最大为 8)

正值闭合夹紧，负值打开夹紧。如果省略，夹紧既不打开也不闭合(夹紧不动作)。

#### 详细说明

此命令控制机器人运动，以便以指定的速度设定工件上的一系列的点通过固定工具 TCP 的速度。

#### 示例

FLMOVE #pick, 1            机器人以直线插值运动，移动至用轴位移值“#pick”定义的位姿。当其到达目标位姿时，闭合夹紧编号 1。

### 警告

请小心，当用参数指定变换值时，必须使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值。如果像通常动作模式一样，错误地使用工具坐标的相对于基础坐标的变换值，则机器人将会移动到不可预料到的位姿。

## 程序命令

### FJAPPRO 位姿变量, 距离

#### 功能

在固定工具坐标系的 Z 轴方向上, 以轴插值运动移动到离指定位姿的指定距离处。

#### 参数

##### 位姿变量

指定接近运动的目标位姿(变量值以轴位移值或变换值的形式指定)。当变量值以变换值的形式指定时, 使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值, 该值是以空工具坐标系为基准表示的。

##### 距离

指定从接近运动的目标位姿向固定工具坐标系的 Z 轴方向偏移的距离(单位: mm)。

如果指定的距离为正值, 机器人向固定工具坐标系 Z 轴的正方向移动。如果指定的距离为负值, 机器人向固定工具坐标系 Z 轴的负方向移动。

#### 详细说明

如果执行此命令, 工件的姿态会成为由参数指定的位姿决定的姿态。其位置, 设定在固定工具坐标系 Z 轴方向上, 距离由指定位姿决定的位置指定距离处。

#### 示例

FJAPPRO place, 100      以轴插值运动, 移动至固定工具坐标系 Z 轴方向上的、距离由变量值“place”定义的为姿 100mm 处。



#### 警告

请小心, 当用参数指定变换值时, 必须使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值。如果像通常动作模式一样, 错误地使用工具坐标的相对于基础坐标的变换值, 则机器人将会移动到不可预料到的位姿。

## 程序命令

### FLAPPRO 位姿变量, 距离

#### 功能

在固定工具坐标系的 Z 轴方向上, 以轴插值运动移动到离指定位姿的指定距离处。工件上的一系列的点经过固定工具 TCP, 画直线轨迹。

#### 参数

##### 位姿变量

指定接近运动的目标位姿(变量值以轴位移值或变换值的形式指定)。当变量值以变换值的形式指定时, 使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值, 该值是以空工具坐标系为基准表示的。

##### 距离

指定从接近运动的目标位姿向固定工具坐标系的 Z 轴方向偏移的距离(单位: mm)。

如果指定的距离为正值, 机器人向固定工具坐标系 Z 轴的正方向移动。如果指定的距离为负值, 机器人向固定工具坐标系 Z 轴的负方向移动。

#### 详细说明

如果执行此命令, 工件的姿态会成为由参数指定的位姿决定的姿态。其位置, 设定在固定工具坐标系 Z 轴方向上, 距离由指定位姿决定的位置指定距离处。

#### 示例

FLAPPRO place, offset      机器人以直线插值运动, 向工具 Z 轴方向上的距离变换值“place”定义的位姿指定距离处移动, 该距离值由变量“offset”定义, 单位为 mm。



### 警告

请小心, 当用参数指定变换值时, 必须使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值。如果像通常动作模式一样, 错误地使用工具坐标的相对于基础坐标的变换值, 则机器人将会移动到不可预料到的位姿。

## 程序命令

### FC1MOVE 位姿变量, 夹紧编号

#### 功能

为了使工件上的一系列的点通过固定工具 TCP，机器人画以指定位姿决定的圆弧轨迹，并移动。

#### 参数

##### 位姿变量

指定运动的目标位姿(变量值以轴位移值或变换值的形式指定)。当变量值以变换值的形式指定时，使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值，该值是以空工具坐标系为基准表示的。

##### 夹紧编号

指定在目标位姿处要打开或闭合的夹紧编号。

容许范围：1 至用 HSETCLAMP 指令设定的夹紧编号(最大为 8)

正值闭合夹紧，负值打开夹紧。如果省略，夹紧既不开也不闭(夹紧不动作)。

#### 详细说明

此程序命令定义圆弧轨迹的中间位置点。要完成圆弧插值动作，在此命令指定的位姿的前后，必须指定如下的 2 个其他的位姿。

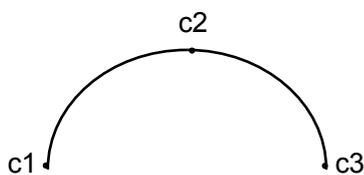
1. 上一条运动命令的位姿
2. 下一条运动命令的位姿(FC1MOVE 或 FC2MOVE 命令)

#### [ 注 意 ]

FC1MOVE 命令后必须跟有 FC1MOVE 或 FC2MOVE 命令。只有当安装圆弧插值选件时，才可以使用此功能。

#### 示例

```
FJMOVE c1  
FC1MOVE c2  
FC2MOVE c3
```



#### 警告

请小心，当用参数指定变换值时，必须使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值。如果像通常动作模式一样，错误地使用工具坐标的相对于基础坐标的变换值，则机器人将会移动到不可预料到的位姿。

## 程序命令

### FC2MOVE 位姿变量, 夹紧编号

#### 功能

为了使工件上的一系列的点通过固定工具 TCP, 机器人画以指定位姿决定的圆弧轨迹, 并移动。

#### 参数

##### 位姿变量

指定运动的目标位姿(变量值以轴位移值或变换值的形式指定)。当变量值以变换值的形式指定时, 使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值, 该值是以空工具坐标系为基准表示的。

##### 夹紧编号

指定在目标位姿处要打开或闭合的夹紧编号。

容许范围: 1 至用 HSETCLAMP 指令设定的夹紧编号(最大为 8)

正值闭合夹紧, 负值打开夹紧。如果省略, 夹紧既不开也不闭(夹紧不动作)。

#### 详细说明

此程序命令定义圆弧轨迹的结束点。在此命令指定的位姿的前必须指定如下的 2 个其他位姿。

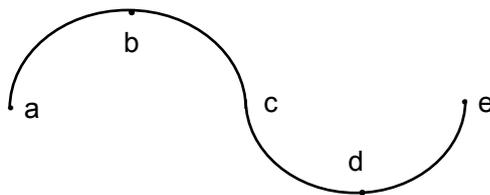
1. 上一条 FC1MOVE 命令的位姿
2. 在 FC1MOVE 命令之前的运动命令的位姿

#### [ 注意 ]

FC1MOVE 命令后必须跟有 FC2MOVE 命令。只有当安装圆弧插值选件时, 才可以使用此功能。

#### 示例

```
FJMOVE #a  
FC1MOVE #b  
FC2MOVE #c  
FC1MOVE #d  
FC2MOVE #e
```



#### 警告

请小心, 当用参数指定变换值时, 必须使用相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值。如果像通常动作模式一样, 错误地使用工具坐标的相对于基础坐标的变换值, 则机器人将会移动到不可预料到的位姿。

---

## 变换值函数

---

### **FHERE**

---

#### **功能**

返回相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的位姿的变换值，该值是以空工具坐标系为基准表示的。

#### **详细说明**

执行此函数时，通过读取编码器值，返回以空工具坐标系为基准的固定工具坐标系的当前位姿。

#### **示例**

`dist=DISTANCE(FHERE,pos1)` 计算“pos1” (变换值)和相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的当前位姿间的距离，并将此结果代入变量“dist”中。

---

## 变换值函数

---

### FDEST

---

#### 功能

针对当前的固定作业点的运动，将其计划好的目标位姿的值，使用空工具坐标系基准反馈出来。

#### 详细说明

使用此函数，当机器人的运动因某种原因被中断后，可以知道机器人向哪里运动了。

#### 示例

可以使用 FDEST 函数来重新开始由 ONL...CALL 命令中断的运动。在中断的子程序中输入如下的程序命令，可以恢复原来的运动。

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| POINT save=FHERE   | 将相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的当前位姿保存到变量“save”中。 |
| POINT old=FDEST    | 将相对于空工具坐标系的固定工具坐标系的目标位姿保存到变量“old”。   |
| JDEPART 50.0       | 远离当前位姿 50mm。(轴插值运动)                  |
| ⋮                  |                                      |
| FJAPPRO save, 50.0 | 移动到离位姿变量“save” 50mm 处远的位姿。(轴插值动作)    |
| FLMOVE save        | 移动到固定工具运动的点“save”。(直线插值运动)           |
| FLMOVE old         | 移动到固定工具运动的点“old”。(直线插值运动)            |

# 3

---

## 碰撞检测停止功能

### 3.1 功能说明

碰撞检测是一种检测机器人手臂或工具与工件或夹具之间的碰撞或干涉、以减小对机器人工具或工件等损伤的功能。机器人退回并紧急停止，以避免更大的损坏。此功能无需冲击传感器，碰撞采用软件的方法检测碰撞。



#### 危险

本功能不能完全防止碰撞导致的损坏或损伤。同样，此功能也不能保证机器人周围人员的安全。必须遵守所有的安全规程，请务必时刻确保您自身、以及其他在紧急区域内的人员的安全。

### 3.1.1 概述

在碰撞检测功能中，通过检测施加给机器人手臂或工具的碰撞或冲击来感知碰撞。这些功能被分别称为碰撞检测和冲击检测。

在碰撞检测中，监视当前的马达电流，当出现峰值电流超出设定的阈值范围时，机器人就认为冲撞了。

在冲击检测中，监视每个单元时间内的马达电流变化，当变化量超出设定的阈值范围时，机器人认为被冲撞了。此功能对碰撞的检测速度要比上面的碰撞检测要快，可有效减小对机器人及其工具的损伤。

碰撞检测和冲击检测的阈值在出厂时已经预设好了。为示教/检查和再现模式分别设置了各个轴的阈值。可以使用已设置好的阈值，但是如果想把由碰撞造成的损害控制在最小范围，可以通过更改此阈值，自由地设定灵敏度。

程序中使用的阈值可以在阈值编号 1 到 9 下登录。再现模式下的碰撞检测阈值和冲击检测阈值，登录在各阈值编号下。

本功能不适用于外部轴。



#### 小 心

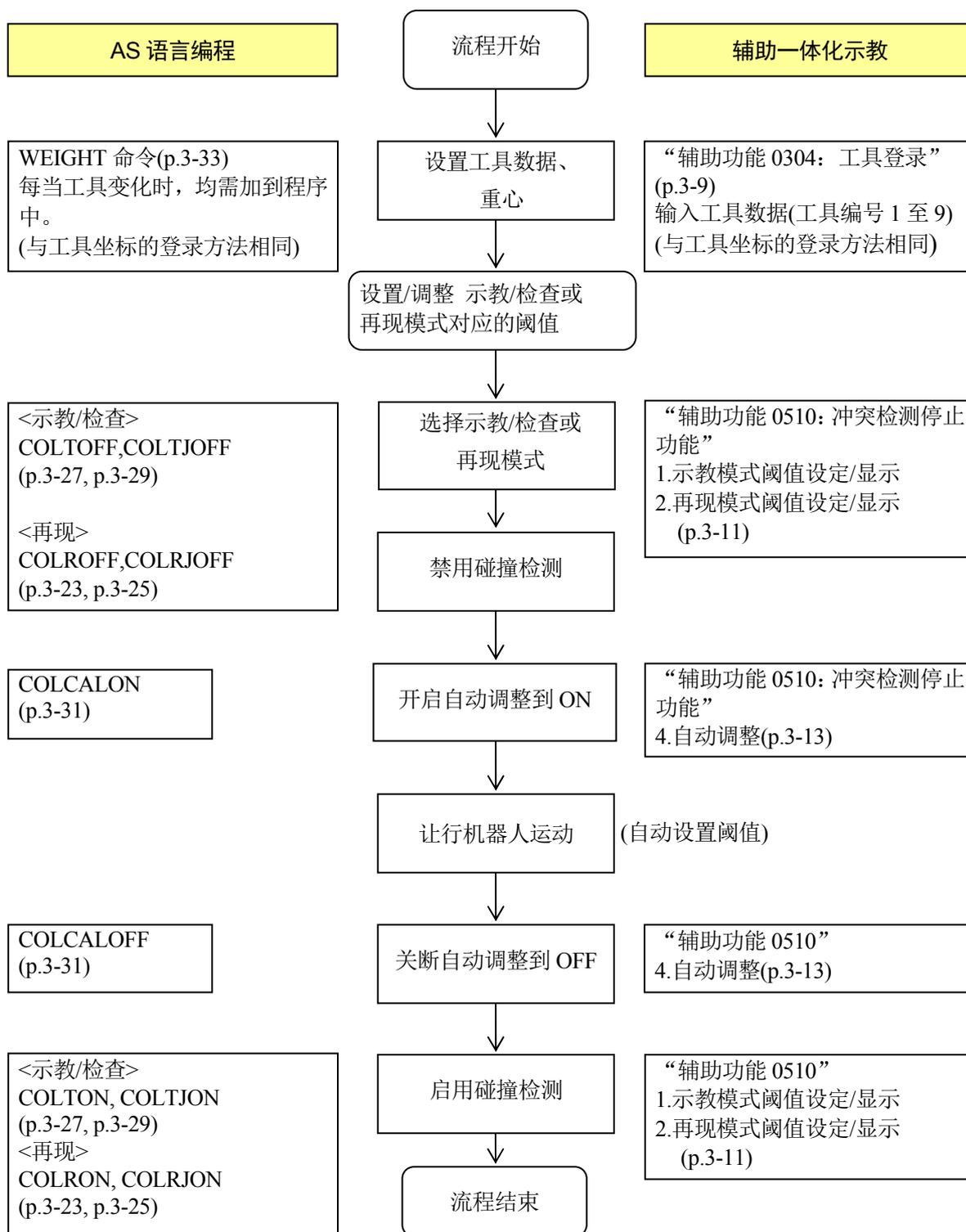
碰撞检测的阈值已设置为机器人在最大速度、额定负载下可以正确检测到的值。因此，本功能在不设置阈值的情况下也能使用。对于需要把损坏降到最低限度的特殊的动作，可通过更改此阈值来调整此功能的灵敏度。同时，在点焊用途时，当点焊枪的运动电极将要接触工件时，此功能自动关闭。

此在出厂时，已用额定负载额定负载设置此阈值，但通过精确设置工具数据，可以提高碰撞检测的灵敏度。

### 3.1.2 设置碰撞检测的流程

下面的流程图演示了，在 AS 语言编程和辅助一体化示教中，使用本功能的流程。

#### 3.1.2.1 基本流程



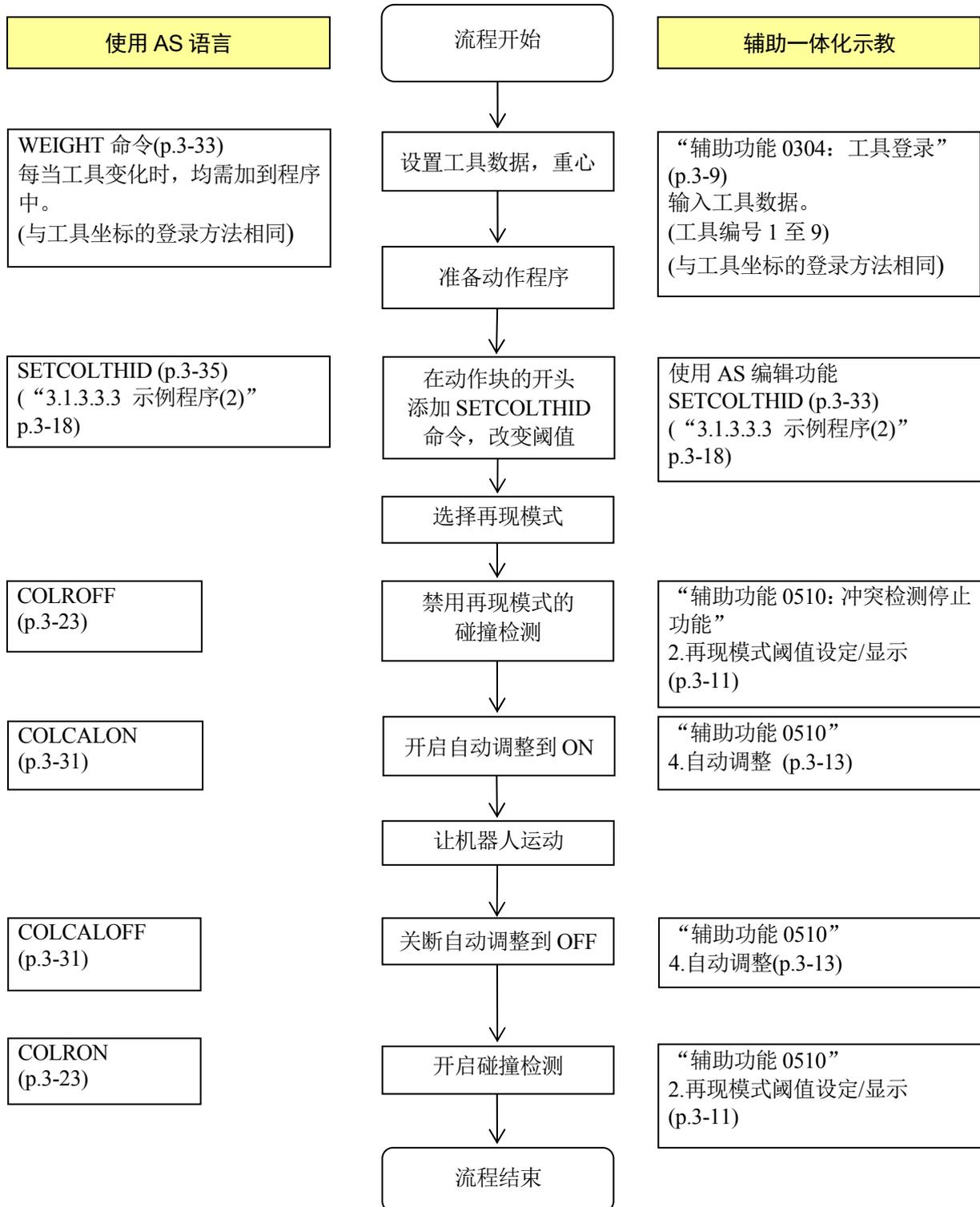


**小 心**

当通过自动调整设置阈值时，请确认是否正确选择了需要的动作模式(示教/检查、再现)，以免设置错误模式的阈值。

### 3.1.2.2 应用(当使用 SETCOLTHID 命令和阈值编号时)

下面的流程图显示了使用 SETCOLTHID 命令，进行阈值的自动调整的流程。



### 3.1.2.3 恢复流程

碰撞后机器人的动作

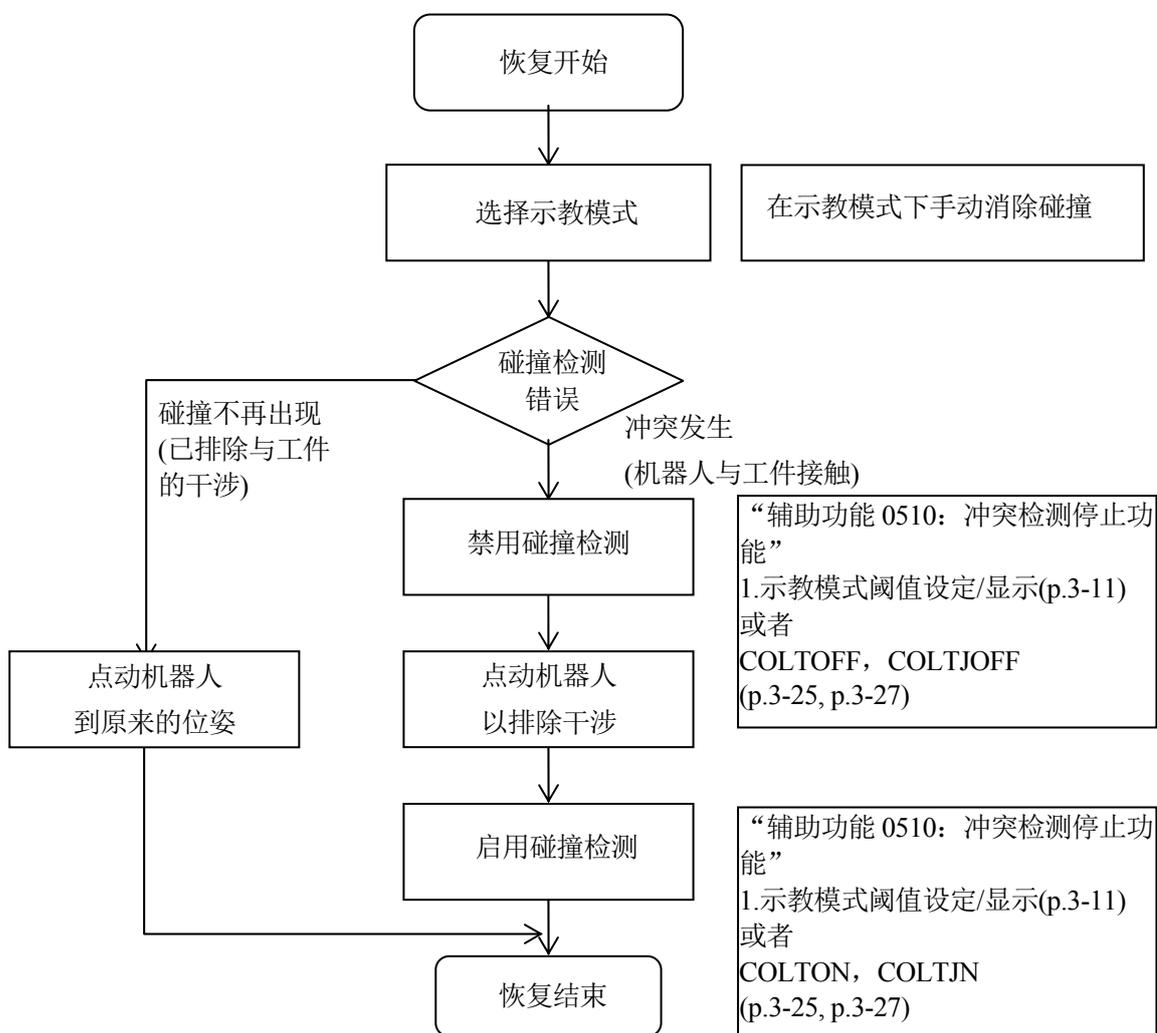
- 示教模式时：立即停止
- 再现模式时：缩回然后停止。

(仅在 COLMVON 下时(p.3-28))

当机器人在碰撞后停下并与障碍物继续接触时，取决于剩余应力，碰撞检测出错状态可能会继续保持。



要进行恢复操作，请暂时禁止碰撞检测功能。



### 3.1.3 设置和使用碰撞检测

#### 3.1.3.1 设置工具数据

要使用碰撞检测功能，工具数据必须设置正确以模拟机器人的动作。

工具数据可用用 AS 语言指令(WEIGHT 指令/命令)或通过示教器上的辅助功能画面来设置。

在辅助一体化示教中，负荷数据可以通过“辅助 0304 工具登录”直接输入，或通过自动计算(自动负荷测量)。在下面的例子中，工具数据通过辅助功能 0304 直接输入工具负荷数据的方法来设置。关于自动负荷测量的信息，请参阅《操作手册》。关于 WEIGHT 指令/命令，将在本手册的“3.2 AS 语言参考”中说明。

辅助功能 0304 中设置的数据是：工具坐标系原点相对于手腕法兰面中心(空工具坐标系原点)在 X、Y、Z 方向上的尺寸、工具坐标系的旋转角度、工具的质量和重心、以及惯性转矩。可以登录 9 个工具的数据。

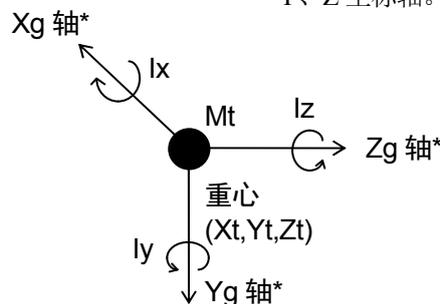
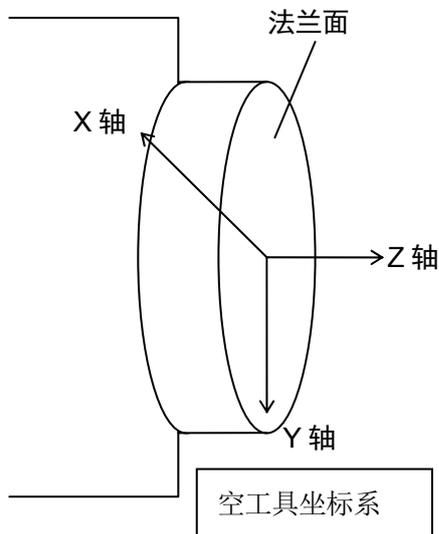
各数据的容许设置范围为：

负荷质量：0 到最大负荷

重心：-9999.9 至 10000.0

惯性转矩：0 至 999.99

注\* Xg、Yg、Zg 轴穿过重心并  
平行于空工具坐标系的 X、  
Y、Z 坐标轴。



- Mt: 工具的质量
  - Xt: 重心 X
  - Yt: 重心 Y
  - Zt: 重心 Z
- } 工具的重心
- Ix: 绕工具 Xg 轴的惯性转矩
  - Iy: 绕工具 Yg 轴的惯性转矩
  - Iz: 绕工具 Zg 轴的惯性转矩

从示教器屏幕的菜单中选择[辅助功能]。输入 0304(工具登录)，并按 ，或从辅助组 [3.简易示教设定]中选择[工具登录]。

辅助:简易示教设定:工具登录 1/ 9

| 工具1 |         | 工具数据    |                       |
|-----|---------|---------|-----------------------|
| X   | 0.0 mm  | 负荷质量    | 10.0 kg               |
| Y   | 0.0 mm  | 重心位置X方向 | 0.0 mm                |
| Z   | 0.0 mm  | 重心位置Y方向 | 0.0 mm                |
|     |         | 重心位置Z方向 | 0.0 mm                |
| O   | 0.0 deg | X轴惯性转矩  | 0.00 kgm <sup>2</sup> |
| A   | 0.0 deg | Y轴惯性转矩  | 0.00 kgm <sup>2</sup> |
| T   | 0.0 deg | Z轴惯性转矩  | 0.00 kgm <sup>2</sup> |

撤销 下一页 工具形状

输入范围: [-9999.9 - 9999.9]

1. 移动光标到各项目上，通过数字键(0 至 9)输入需要的数据。当使用多个工具时，按<下一页>翻到下一页并输入工具数据。在全部数据都输入后按 .

辅助:简易示教设定:工具登录 1/ 9

| 工具1 |            | 工具数据    |                        |
|-----|------------|---------|------------------------|
| X   | 106.0 mm   | 负荷质量    | 10.0 kg                |
| Y   | 50.9 mm    | 重心位置X方向 | 3.0 mm                 |
| Z   | -2.7 mm    | 重心位置Y方向 | 5.4 mm                 |
|     |            | 重心位置Z方向 | 2.8 mm                 |
| O   | -170.0 deg | X轴惯性转矩  | 1.30 kgm <sup>2</sup>  |
| A   | 30.2 deg   | Y轴惯性转矩  | 60.00 kgm <sup>2</sup> |
| T   | -173.2 deg | Z轴惯性转矩  | 5.90 kgm <sup>2</sup>  |

撤销 下一页 工具形状

输入范围: [-9999.9 - 9999.9]

2. 如果无错误，将线束“设定完毕”，完成工具设置。

### 小心

当输入值超出容许范围时，将显示“超出数值范围”，并在其后面跟有一个供输入新值的提示符。

### 小心

此功能使用工具负荷数据，通过力学模型模拟机器人运动，来监视碰撞/外部冲击干扰。因此，如果此工具数据设置得不精确，会导致假检测或不能实现高灵敏度。要有效使用此功能，请确保工具负荷数据的精确。

### 3.1.3.2 检测级别的设定

#### 3.1.3.2.1 阈值的范围

为了在示教/检查或再现模式下使用碰撞检测功能，需要设置两种类型的阈值，即为各个轴设置碰撞检测和冲击检测。

当需要在程序中切换阈值或在使用特别工具时使用阈值时，请为阈值编号 1 到 9 设置阈值(碰撞检测和冲击检测)。

阈值以额定电流的百分比来表达，额定电流为 100%。碰撞检测的阈值容许范围为 0 到 500，冲击检测的范围为 0 到 200。仅可用整数表达。

请使用示教器或 PC 来设定或检查这些阈值。下节将解释如何使用示教器、通过辅助功能来设置此阈值。(对于通过 PC 用 AS 语言来设置阈值，请参见“3.2 AS 语言参考”。)

|         | 辅助功能 0510<br>冲突检测停止功能<br>阈值/功能设定 | AS 监控指令/程序命令       | 容许范围    |
|---------|----------------------------------|--------------------|---------|
| 示教/检查模式 | 冲突检测用阈值                          | COLT               | 0 至 500 |
|         | 冲突检测 有效/无效                       | COLTON/COLTOFF     | 有效/无效   |
|         | 冲击检测用阈值                          | COLTJ              | 0 至 200 |
|         | 冲击检测 有效/无效                       | COLTJON/COLTJOFF   | 有效/无效   |
| 再现模式    | 冲突检测用阈值                          | COLR               | 0 至 500 |
|         | 冲突检测 有效/无效                       | COLRON/COLROFF     | 有效/无效   |
|         | 冲击检测用阈值                          | COLRJ              | 0 至 200 |
|         | 冲击检测 有效/无效                       | COLRJON/COLRJOFF   | 有效/无效   |
|         | 阈值编号                             | SETCOLTHID         | 1 至 9   |
|         | 阈值的自动调整                          | COLCALON/COLCALOFF | 有效/无效   |
|         | 冲突检测停止功能的属性<br>(设置工具阈值编号)        |                    |         |

### 3.1.3.2.2 通过辅助功能设置阈值

从示教器屏幕上的菜单中选择[辅助功能]。输入 0510(冲突检测停止功能)并按 $\square$ 或从辅助功能组[5. 高级设定]中选择[10. 冲突检测停止功能]。

#### [1. 示教模式阈值设定/显示], [2. 再现模式阈值设定/显示]

选择模式，然后为各轴(JT)输入阈值。为各模式设置需要的功能有效或无效。

#### [1. 示教模式阈值设定/显示]

辅助:高级设定:冲突检测停止功能:示教模式阈值设定/显示 1/ 1

| 冲突检测用阈值[%]                       |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  | <input checked="" type="checkbox"/> 有效 | <input type="checkbox"/> 无效 |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------|
| JT 1                             | JT 2                             | JT 3                             | JT 4                             | JT 5                             | JT 6                             |  |                             |
| <input type="text" value="110"/> | <input type="text" value="130"/> | <input type="text" value="250"/> | <input type="text" value="170"/> | <input type="text" value="190"/> | <input type="text" value="230"/> |  |                             |
| ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             |  |                             |

| 冲击检测用阈值[%/msec]                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 | <input checked="" type="checkbox"/> 有效 | <input type="checkbox"/> 无效 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|
| JT 1                            | JT 2                            | JT 3                            | JT 4                            | JT 5                            | JT 6                            |  |                             |
| <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="30"/> | <input type="text" value="20"/> | <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="20"/> |  |                             |
| ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            |  |                             |

设定0使该轴的冲击检测功能无效。  
()中的值为前次检测值。

设定完毕。

#### [2. 再现模式阈值设定/显示]

辅助:高级设定:冲突检测停止功能:再现模式阈值设定/显示 1/ 1

| 冲突检测用阈值[%]                       |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  | <input checked="" type="checkbox"/> 有效 | <input type="checkbox"/> 无效 |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------|
| JT 1                             | JT 2                             | JT 3                             | JT 4                             | JT 5                             | JT 6                             |  |                             |
| <input type="text" value="130"/> | <input type="text" value="130"/> | <input type="text" value="390"/> | <input type="text" value="240"/> | <input type="text" value="300"/> | <input type="text" value="300"/> |  |                             |
| ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             | ( 0)                             |  |                             |

| 冲击检测用阈值[%/msec]                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 | <input checked="" type="checkbox"/> 有效 | <input type="checkbox"/> 无效 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|
| JT 1                            | JT 2                            | JT 3                            | JT 4                            | JT 5                            | JT 6                            |  |                             |
| <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="30"/> | <input type="text" value="20"/> | <input type="text" value="10"/> | <input type="text" value="20"/> |  |                             |
| ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            | ( 0)                            |  |                             |

设定0使该轴的冲击检测功能无效。  
()中的值为前次检测值。

设定完毕。

移动光标到需要的区域。用 $\square$ 数字键输入阈值。碰撞检测的容许范围是 0 到 500(冲击检测为 0 到 200)。为不需要检测的轴输入 0。选择[有效]启用需要检测的阈值。括号中的值是上一次碰撞出现时的值。

在全部数据输入后，按 $\square$ 。如果无错误，将显示“设定完毕”。

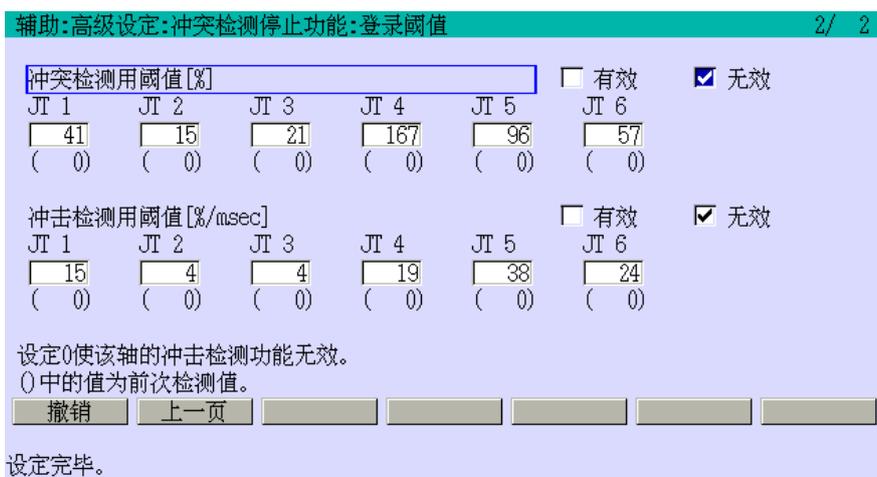
**小心**

对于示教模式和再现模式，碰撞检测的容许范围都是 0 到 500。冲击检测是 0 到 200。当输入了超出此范围的值，并按下  后，将显示“超出数值范围”，并在其后面跟有一个供输入新值用的提示符。

设置必须在示教模式下进行。否则将出现“请切换到示教模式”，并在其后面跟有一个供重新输入用的提示符。

**[3. 登录阈值]**

再现模式的碰撞和冲击检测阈值，可以登录在阈值编号 1 至 9 下。



#### [4. 自动调整]

选择 ON 或 OFF 并按 。在开始自动调整时，将显示“执行吗？”信息。选择<是>继续或<否>取消。当选择<是>时，自动调整将开始，阈值将一直更新，直到它被关为 OFF 或动作模式被改变为止。这里设置的阈值将在自动调整后的动作中立即生效。冲击检测的阈值将随碰撞检测阈值一起改变。

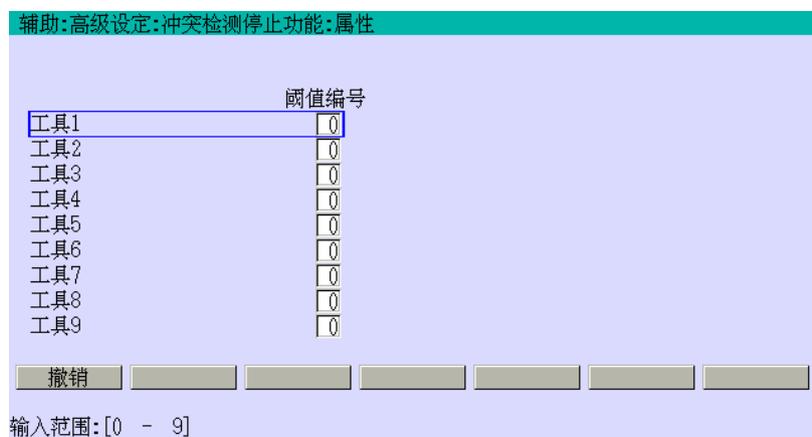


**! 小 心**

通过自动调整获得的阈值，将用在执行自动调整时的模式中。  
如要获取再现状态的阈值，请将运动模式切换至“再现”，进行自动调整。  
如要获取示教状态的阈值，请将运动模式切换至“示教”后，开始自动调整。  
高速检查模式下的阈值是在“示教”中调整后的阈值。

### [5. 属性]

当某些工具需要某些阈值时，您可以为工具编号设置阈值编号。



1. 在工具编号后面输入阈值编号。为各工具编号输入阈值。
2. 当输入 0 时,将显示信息“所有工具的阈值都将被设定为 0。执行吗?”。当想要复位全部阈值编号时,请选择 <是>。



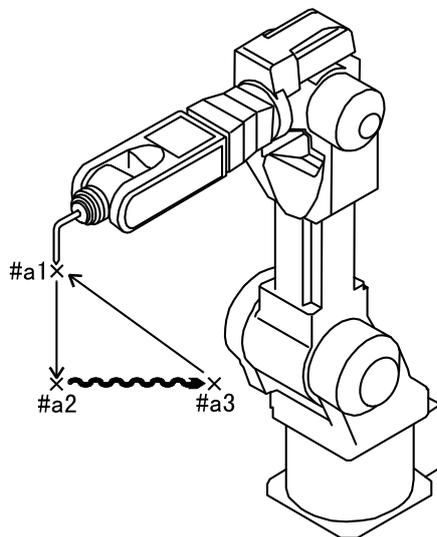
### 小心

请为每个工具编号都设置阈值编号。不要留下任何阈值编号为 0 的工具编号。如果有一个为 0，那么全部工具都会被设置为 0。

### 3.1.3.3 示例程序

本节中，将说明使用碰撞检测功能的程序。

#### 3.1.3.3.1 示例程序(1)

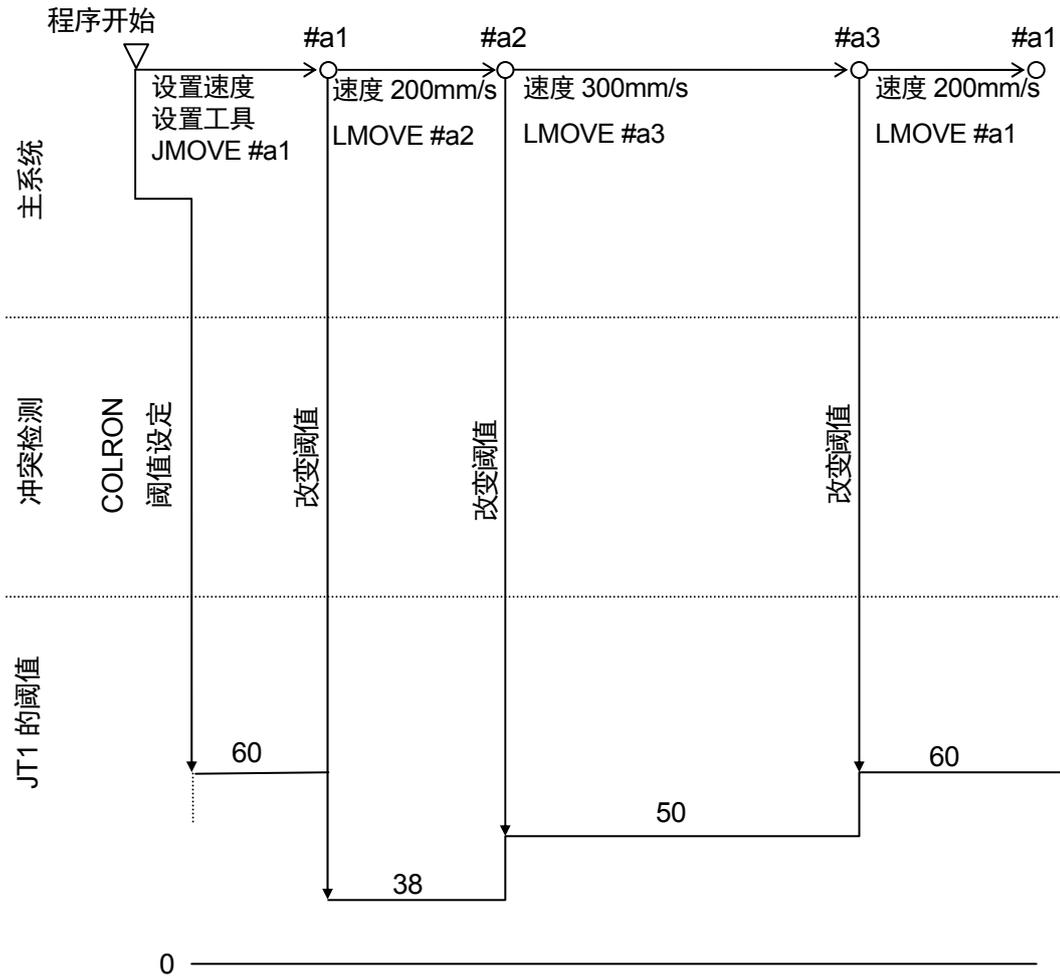


在本程序中，机器人执行电弧焊接。机器人移动焊枪到焊接开始点，从#*a1* 到#*a2*，然后从#*a2* 到#*a3* 边移动边焊接。然后，它从#*a3* 移回#*a1*。在接近工件(#*a1*→#*a2*)时，碰撞检测的灵敏度必须升高。同时，在#*a2* 和#*a3* 之间焊接时或#*a3* 和#*a1* 之间移动时，也有可能出现碰撞，所以在整个操作过程中，都将启用碰撞检测功能。在本例中，省略了实际弧焊操作的命令步骤。

#### PROGRAM COLLISION\_DETECT

|    |                           |                 |
|----|---------------------------|-----------------|
| 1  | COLRON                    | 启用再现模式中的碰撞检测。   |
| 2  | SPEED 1400 MM/S ALWAYS    |                 |
| 3  | WEIGHT 10,100,40,40       | 设置工具负荷数据        |
| 4  | COLR 60,35,60,120,140,110 | 设置再现动作阈值(阈值 A)  |
| 5  | JMOVE # <i>a1</i>         | 向# <i>a1</i> 移动 |
| 6  | COLR 38,30,58,60,80,90    | 为靠近动作设置阈值(阈值 B) |
| 7  | SPEED 200 MM/S            |                 |
| 8  | LMOVE # <i>a2</i>         | 靠近工件            |
| 9  | DELAY 1                   |                 |
| 10 | SPEED 300 MM/S            |                 |
| 11 | COLR 50,48,62,82,91,98    | 为焊接动作设置阈值(阈值 C) |
| 12 | LMOVE # <i>a3</i>         |                 |
| 13 | COLR 60,35,60,120,140,110 | 设置再现动作阈值(阈值 A)  |
| 14 | LMOVE # <i>a1</i>         |                 |

下图描述了整个程序的动作过程。



### 3.1.3.3.2 为示例程序(1)设置阈值

阈值可通过使用动作程序的自动调整而容易地获得。

本节说明获得示例程序 COLLISION\_DETECT 中使用的这三个阈值的流程。设置机器人动作和工具数据尽可能接近地仿效实际的动作状态。

#### 阈值 A

阈值 A 在整个程序和所有路径中都有效。阈值 A 在程序执行中有效。因此，使用程序 COLLISION\_DETECT 来自动设置此阈值。首先，把程序第四行(请参阅 3.1.3.3.1 节)的阈值数据删除或变为注释。然后，建立实际的动作状态(装上工件等)。在程序中精确设定工具数据。

现在，用 COLCALON 指令或“辅助功能 0510”来启动自动调整，并执行此程序。

在执行程序若干次后，用 COLCALOFF 指令或“辅助功能 0510”终止自动调整，更新阈值。然后，用 COLR 指令或“辅助功能 0510”检查再现模式下阈值的数值。在 COLLISION\_DETECT 中写入获得的值。

#### 阈值 B

阈值 B 仅在从#a1 到#a2 的动作过程中有效。另外再为#a2 到#a1 的动作，创建一个单独的程序，并用该程序获得阈值。

```
.PROGRAM CALIB1()
    WEIGHT 10,100,40,40
    SPEED 200 MM/S ALWAYS
    JMOVE #a1
10
    LMOVE #a2
    DELAY 1
    LMOVE #a1
    GOTO 10
.END
```

### 阈值 C

阈值 C 在#a2 到#a3 的动作过程中有效。采用与阈值 B 相同的方法，创建一个将机器人从#a2 移动到#a3 的程序，用该程序来获取阈值 C。

```
.PROGRAM CALIB2( )  
    WEIGHT 10,100,40,40  
    SPEED 200 MM/S ALWAYS  
    JMOVE #a2  
10  
    LMOVE #a2  
    DELAY 1  
    LMOVE #a3  
    DELAY 1  
    GOTO 10  
.END
```



碰撞检测即使在自动调整中也有效。因此，如果电流阈值过小的话，就有可能出现假检测的情况。请把这些阈值复位到出厂值。如果仍出现假检测，请将阈值设置得更大一些。

#### 3.1.3.3.3 示例程序(2)(使用 SETCOLTHID 命令和阈值编号)

本节中，介绍使用 SETCOLTHID 命令，根据程序中的条件更改阈值的程序示例。使用 SETCOLTHID 命令，可根据程序的条件，将登录在 1 至 9 的阈值编号下的阈值调出使用。

在此程序中，有三个动作块：A、B、C。为每个动作块设置不同的阈值。在每个动作块的开头写入 SETCOLTHID 命令，以指定该动作中将使用的阈值编号。阈值可以通过使用辅助功能或 SETCOLTHID 指令来登录。

当用此程序完成自动调整时，此程序中所使用的全部阈值编号的值都将被自动设定。如有必要，在开始自动调整前，可根据需要把阈值编号初始化。(见 COLINIT 指令)

动作块 A 将被登录在阈值编号 1 下的阈值所监控。

动作块 B 将被登录在阈值编号 2 下的阈值所监控。

动作块 C 将被程序中指定的阈值所监控。

```
PROGRAM   CHG_TH
1   SETCOLTHID  1
2   CALL COLLISION_DETECT .....动作块 A
3   SETCOLTHID  2
4   WEIGHT      8,10,0,25
5   C1MOVE      #C1  }
6   C1MOVE      #C2  } .....动作块 B
7   C1MOVE      #C3  }
8   C1MOVE      #a1  }
9   COLR        30,20,40,30,30,30
10  JMOVE       #home .....动作块 C
```

```
PROGRAM   COLLISION_DETECT
1   WEIGHT      10,100,40,40
2   JMOVE       #a1
3   LMOVE       #a2
4   LMOVE       #a3
5   LMOVE       #a1
```

### 3.2 AS 语言参考

下列 AS 语言指令和命令可用于碰撞检测功能。

COLR 指令/命令  
COLRON/OFF 指令/命令  
COLRJ 指令/命令  
COLRJON/OFF 指令/命令  
COLT 指令  
COLTON/OFF 指令  
COLTJ 指令  
COLTJON/OFF 指令  
COLMVON/OFF 指令  
COLCALON/OFF 指令  
COLCOLDON/OFF 指令  
WEIGHT 指令/命令  
SETCOLTHID 指令/命令  
COLINIT 指令  
COLSTATE 指令

#### 示例

关键词                  参数

↓                          ↓                          ↘

---

**COLRJ JT1 阈值, JT2 阈值, ...JTn 阈值**

---

可以省略输入用          标记的参数值。

必须在关键词和参数之间输入一个空格。

示例中   代表回车键(Enter 键)。

AS 语言列表

| 缩写     | 名称            | 功能                     |   | 格式(参数)   | 页码   |
|--------|---------------|------------------------|---|--|------|
|        | COLCALON/OFF  | 阈值的自动调整                | M | COLCALON/OFF   | 3-31 |
|        | COLCOLDON/OFF | 检测灵敏度的自动改变             | M | COLCOLDON/OFF  | 3-32 |
|        | COLINIT       | 初始化阈值                  | M | COLINIT 阈值编号   | 3-36 |
|        | COLMVON/OFF   | 开(ON)/关(OFF)缩回         | M | COLMVON/OFF  | 3-30 |
|        | COLMVON/OFF   | 开(ON)/关(OFF)缩回         | P | COLMVON/OFF  | 3-30 |
|        | COLR          | 设置再现模式的碰撞检测的阈值         | M | COLR Jt1 阈值, Jt2 阈值, ... Jtn 阈值                                      | 3-22 |
|        | COLR          | 设置再现模式的碰撞检测的阈值         | P | COLR Jt1 阈值, Jt2 阈值, ... Jtn 阈值                                      | 3-22 |
|        | COLRJ         | 设置再现模式的冲击检测的阈值         | M | CORJ Jt1 阈值, Jt2 阈值, ... Jtn 阈值                                      | 3-24 |
|        | COLRJ         | 设置再现模式的冲击检测的阈值         | P | CORJ Jt1 阈值, Jt2 阈值, ... Jtn 阈值                                      | 3-24 |
|        | COLRJON/OFF   | 开(ON)/关(OFF)再现模式中的碰撞检测 | M | COLRJON/OFF  | 3-25 |
|        | COLRJON/OFF   | 开(ON)/关(OFF)再现模式中的碰撞检测 | P | COLRJON/OFF  | 3-25 |
|        | COLRON/OFF    | 开(ON)/关(OFF)再现模式中的冲击检测 | M | COLRON/OFF   | 3-23 |
|        | COLRON/OFF    | 开(ON)/关(OFF)再现模式中的冲击检测 | P | COLRON/OFF   | 3-23 |
| COLS   | COLSTATE      | 显示阈值的当前状态              | M | COLSTATE 阈值编号  | 3-37 |
|        | COLT          | 设置示教模式的碰撞检测的阈值         | M | COLT Jt1 阈值, Jt2 阈值, ... Jtn 阈值                                      | 3-26 |
|        | COLTJ         | 设置示教模式的冲击检测的阈值         | M | COLTJ Jt1 阈值, Jt2 阈值, ... Jtn 阈值                                     | 3-28 |
|        | COLTJON/OFF   | 开(ON)/关(OFF)示教模式中的冲击检测 | M | COLTJON/OFF  | 3-29 |
|        | COLTON/OFF    | 开(ON)/关(OFF)示教模式中的碰撞检测 | M | COLTON/OFF   | 3-27 |
| SETCOL | SETCOLTHID    | 设置阈值                   | M | SETCOLTHID 阈值编号  | 3-35 |
| SETCOL | SETCOLTHID    | 登录阈值到阈值编号              | P | SETCOLTHID 阈值编号  | 3-35 |
| WE     | WEIGHT        | 设置工具质量、重心、惯性转矩         | M | WEIGHT 工具质量, 重心 Xt, 重心 Yt, 重心 Zt, 绕 Xg 的惯性转矩, 绕 Yg 的惯性转矩, 绕 Zg 的惯性转矩 | 3-33 |
| WE     | WEIGHT        | 设置工具质量、重心、惯性转矩         | P | WEIGHT 工具质量, 重心 Xt, 重心 Yt, 重心 Zt, 绕 Xg 的惯性转矩, 绕 Yg 的惯性转矩, 绕 Zg 的惯性转矩 | 3-33 |

监控指令  
程序命令

**COLR Jt1 阈值, Jt2 阈值, ..., Jtn 阈值**

**功能**

设置再现模式的碰撞检测的阈值。

**参数**

Jt1 阈值, ..., Jtn 阈值

用整数为各轴设置阈值。容许范围是 0 到 500。设置 0 禁用该轴的“碰撞检测”。单位是%。(额定电流为 100%)

当用作监控指令并且不指定参数时, 将显示当前值以供更改。

**详细说明**

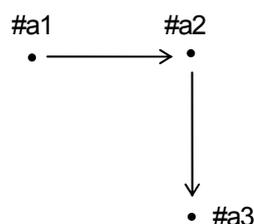
在碰撞检测中, 当施加给轴的力超出了阈值时, 机器人将判断为出现了碰撞。因此, 阈值越小, 检测的灵敏度将越高。但是, 如果阈值设置得过小, 机器人可能会将其自己动作所带来的转矩负荷, 误认为碰撞。最好采用由 COLCAL 指令自动调整得到的阈值数据。如果假检测一再出现, 请将此阈值设置得大一点, 比如说, 给当前值乘以 1.2。(也参见 COLRJ 指令/命令)

此指令/命令仅在再现模式中有效。

**示例(当使用 UX120 时)**

机器人从#a1 移动到#a2, #a2 移动到#a3, 阈值在每个动作块处都进行改变。

```
1 COLR 0,40,52,81,72,68
2 JMOVE #a1
3 JMOVE #a2
4 COLR 40,0,56,90,83,75
5 JMOVE #a3
```



在此例中, 当从#a1 向#a2 移动过程中, 不检测轴 1 的碰撞; 在#a2 向#a3 的移动过程中, 不检测轴 2。

监控指令  
程序命令

**COLRON**  
**COLROFF**

**功能**

启用/禁用再现模式下的碰撞检测。

**详细说明**

COLRON 开始检测再现模式过程中可能出现的任何异常负荷。COLROFF 停止检测。

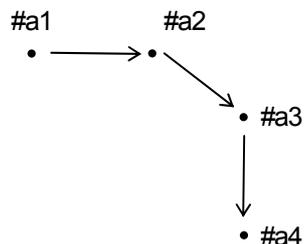
如果在程序中或监视器指令中对此设定做了一次更改，直到下一次更改发生为止，该更改后的设定将一直有效。缺省设置为 ON。

可用 COLSTATE 指令来检查当前的 ON/OFF 状态。

**示例**

在机器人从#a1 到#a2 到#a3 到#a4 的移动中，仅在#a2 到#a3 的动作中检测碰撞。

```
1 COLR 38,40,52,81,72,68
2 COLROFF
3 JMOVE #a1
4 JMOVE #a2
5 COLRON
6 JMOVE #a3
7 COLROFF
8 JMOVE #a4
```



在点焊中，当焊枪动作时，碰撞检测不启用。



**小 心**

在编写 COLRON 和 COLROFF 指令/命令时，不要在 COLR 和 ON/OFF 之间放入空格。

监控指令  
程序命令

---

**COLRJ Jt1 阈值, Jt2 阈值, ... Jtn 阈值**

---

**功能**

设置再现模式的冲击检测的阈值。

**参数**

Jt1 阈值, ..., Jtn 阈值

用整数为各轴设置阈值。容许范围是 0 到 200。设置 0 禁用该轴的冲击检测。

单位是%/ms(每 1ms 的电流变化相对于额定电流的百分率)。

当用作监控指令并且不指定参数时, 将显示是否更改当前值的询问信息。

**详细说明**

在冲击检测中, 机器人读取与障碍物接触、碰撞时产生的力的时间变化值。当单位时间的变化值超出这里设置的阈值时, 就判断为发生了碰撞。通过尽量迅速的碰撞检测, 此功能可有效减小对机器人或工具造成的损坏。(也参见 COLR 指令/命令)

此功能对机器人动作的每个小变化都很敏感。请在需要比较敏感地检测到碰撞的时候使用此功能, 比如, 在工具接近工件时。

使用由 COLCALON/COLCALOFF 指令获得的阈值。

这个指令/命令仅在再现模式下有效。使用方法与 COLR 指令/命令相同。

监控指令  
程序命令

**COLRJON**  
**COLRJOFF**

**功能**

启用/禁用再现模式中的冲击检测。

**详细说明**

此指令/命令仅在再现模式下有效。

建议不要在激烈的动作中使用 COLRJON。机器人可能会把它自己的运动检测为碰撞。

用和 COLRON/OFF 指令/命令相同的方法使用这些指令/命令。

可用 COLSTATE 指令来检查当前的 ON/OFF 状态。



**小 心**

在编写 COLRJON 和 COLRJOFF 指令/命令时,不要在 COLRJ 和 ON/OFF 之间放入空格。

---

监控指令

---

**COLT Jt1 阈值, Jt2 阈值, ..., Jtn 阈值**

---

**功能**

设置示教/检查模式的碰撞检测的阈值。

**参数**

Jt1 阈值, ..., Jtn 阈值

用整数为各轴设置阈值。容许范围是 0 到 500。设置 0 禁用该轴的碰撞检测。单位是%。(额定电流为 100)

当用作监控指令并且不指定参数时，将显示是否更改当前值的询问信息。

**详细说明**

此指令仅在示教/检查模式下有效。

此指令的使用方法与 COLR 指令相同。

---

### 监控指令

---

**COLTON**  
**COLTOFF**

---

#### 功能

启用/禁用示教/检查模式中的碰撞检测。

#### 详细说明

执行 COLTON，机器人在示教/检查模式下的运动过程中，可以检测到碰撞。执行 COLTOFF，机器人在示教/检查模式下的运动过程中，碰撞检测功能无效。

当使用这些指令/命令时，设置值在下次被更改之前始终保持有效。缺省设置为 ON。

可用 COLSTATE 指令来检查当前的 ON/OFF 状态。



**小 心**

在编写 COLTON 或 COLTOFF 指令/命令时,不要在 COLT 和 ON/OFF 之间放入空格。

---

监控指令

---

**COLTJ Jt1 阈值, Jt2 阈值, ..., Jtn 阈值**

---

**功能**

设置示教/检查模式的冲击检测的阈值。

**参数**

Jt1 阈值, ..., Jtn 阈值

用整数为各轴设置阈值。容许范围是 0 到 200。设置 0 禁用该轴的冲击检测。

单位是%/ms(每 1ms 的电流变化相对于额定电流的百分率)。

当用作监控指令并且不指定参数时, 将显示是否更改当前值的询问信息。

**详细说明**

此指令/命令仅在示教/检查模式下有效。此指令/命令的使用方法与 COLR 指令/命令相同。

使用由 COLCALON/COLCALOFF 指令获得的阈值。

此功能对机器人动作的每个小变化都很敏感。请在需要比较敏感地检测到碰撞的时候使用此功能, 比如, 在工具接近工件时。

---

监控指令

---

**COLTJON**  
**COLTJOFF**

---

**功能**

启用/禁用示教/检查模式中的冲击检测。

**详细说明**

此指令仅在示教/检查模式下有效。

执行 COLTJON 时，机器人本身的动作很可能会被当作碰撞检测到。如果假检测情况重复出现，请用 COLCALON/COLCALOFF 再次设置其阈值，或者把此功能关闭。



**小 心**

在编写 COLTJON 或 COLTJOFF 指令时，不要在 COLTJ 和 ON/OFF 之间放入空格。

监控指令

COLMVON  
COLMVOFF

功能

设置在检测到碰撞之后是否执行缩回。COLMVON 启用缩回，COLMVOFF 将之禁用。

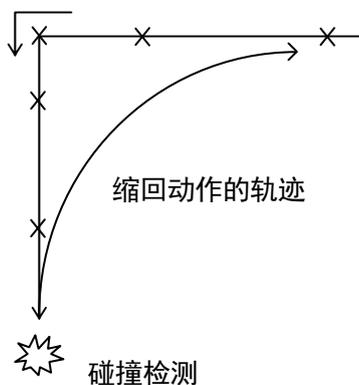
详细说明

当输入 COLMVON 时(缩回启用)，机器人检测到碰撞后，将沿来时经过的路径返回，这样可以消除因碰撞产生的应力。但是，随着检测到碰撞时的工具前端速度的减慢，规避运动量也会随之减少。

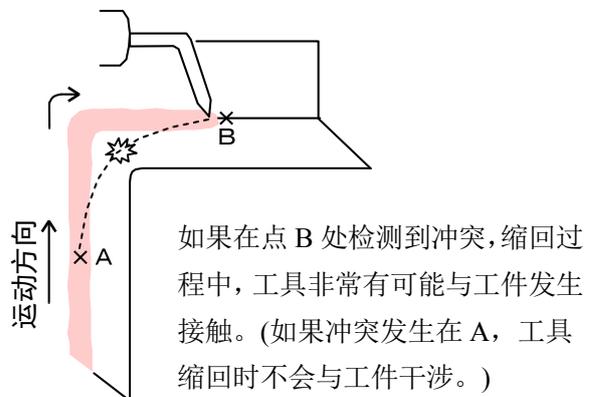
在缩回过程中，机器人将在其碰撞前画出的轨迹路径的内侧、采取走捷径的方法通过。因此，当机器人在一个拥挤的环境中运行时，最好取消缩回，以避免工具不必要的损坏。

如果在程序中或监视器指令中对此设定做了一次更改，直到下一次更改发生为止，该更改后的设定将一直有效。缺省设置为 ON。

可用 COLSTATE 指令来检查当前的 ON/OFF 状态。



必须取消缩回的例子：



## 监控指令

### COLCALON COLCALOFF

#### 功能

自动调整某个动作的最接近的阈值。

#### 详细说明

执行 COLCALON 和 COLCALOFF 之间的指令，通过测量施加给轴的最大外部力(轴接触值等)，来计算动作的最佳阈值。

在输入了 COLCALON□之后执行 a()程序，所获得的阈值，对程序 a()中所有的动作都有效。在程序执行完毕后，请输入 COLCALOFF□。将自动计算最适合动作的阈值。执行 COLSTATE 指令可检查此阈值。这些阈值应写入程序 a()的开头，下一次程序运行时将使用这些阈值。

如果要找出 a()程序中某一个特定区间中的动作的阈值，可创建一个只重复该区间的动作的程序，然后用此程序执行 COLCALON/COLCALOFF 指令。将此处求得的阈值插入到特定区间开始前的部分，可以获得该区间的最佳阈值。只更改特定区间的阈值时，请务必在该动作的结束处，复位此阈值。

如果在程序 a()中使用了 SETCOLTHID 命令、阈值通过阈值编号指定时，COLCALON/COLCALOFF 将自动更新所有程序中使用的、登录在阈值编号下的阈值。输入 COLCALON□并执行程序。在执行完毕时，输入 COLCALOFF□。要检查各阈值编号下的阈值，请在参数中指定要检查的阈值编号，并执行 COLSTATE 指令。



#### 小 心

在编写 COLCALON 和 COLCALOFF 指令时，不要在 COLCAL 和 ON/OFF 之间放入空格。

## 监控指令

### COLCOLDON COLCOLDOFF

#### 功能

当机器人长时间停止时，把阈值改变到机器人做一定量的运动为止，来抑制假检测。

#### 详细说明

如果机器人长时间停止的话，减速器的摩擦暂时增加，机器人刚开始运动之后，假检测就可能出现。当机器人停止八个小时或以上时，为了防止假检测，用 COLCOLDON 指令来暂时降低碰撞检测的灵敏度。机器人做一定量的运动后，灵敏度将恢复。

如果机器人长时间没有停止的话，换句话说,在过去八个小时中机器人一直在运时，执行 COLCOLDON 指令是无效的，碰撞检测的灵敏度不会改变。默认值为 ON(有效)。使用 COLSTATE 指令来检查当前设置状态。

#### 示例

功能 ON(正常时检测灵敏度)

|                |                |
|----------------|----------------|
| COLT.....ON    | COLTJ.....ON   |
| COLR.....ON    | COLRJ.....ON   |
| COLMV.....OFF  | COLCAL.....OFF |
| COLCOLD.....ON |                |

功能 ON(检测灵敏度改变中)

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| COLT.....ON           | COLTJ.....ON   |
| COLR.....ON           | COLRJ.....ON   |
| COLMV.....OFF         | COLCAL.....OFF |
| COLCOLD.....ON (COLD) |                |

功能 OFF

|                 |                |
|-----------------|----------------|
| COLT.....ON     | COLTJ.....ON   |
| COLR.....ON     | COLRJ.....ON   |
| COLMV.....OFF   | COLCAL.....OFF |
| COLCOLD.....OFF |                |



小 心

在编写 COLCOLDON 和 COLCOLDOFF 指令时，不要在 COLCOLD 和 ON/OFF 之间放入空格。

监控指令

程序命令

---

**WEIGHT** 负荷质量, 重心位置 X, 重心位置 Y, 重心位置 Z, 绕 X 轴的惯性力矩,  
绕 Y 轴的惯性力矩, 绕 Z 轴的惯性力矩

---

### 功能

设定负荷质量数据(工具和工件的重量)。这个数据用来确定机器人手臂的最佳加速度。

### 参数

负荷质量

工具和工件的质量(以千克计)。范围: 0.0 到最大负载能力(kg)。

重心位置(单位=mm)

X 在工具坐标系中重心的 x 值

Y 在工具坐标系中重心的 y 值

Z 在工具坐标系中重心的 z 值

绕 X 轴的惯性力矩, 绕 Y 轴的惯性力矩, 绕 Z 轴的惯性力矩(选项)

设定绕各个轴的惯性力矩。单位是  $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 。绕各个轴的惯性力矩被定义为围绕平行于空工具坐标系的各坐标轴的力矩, 它的旋转中心在工具的重心。

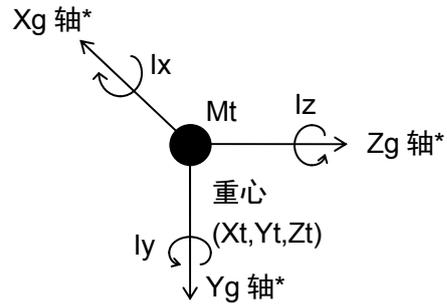
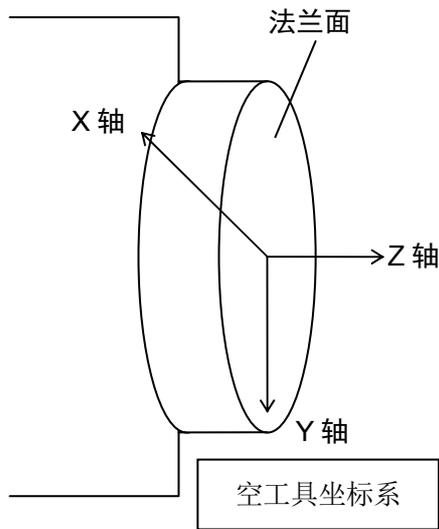
### 详细说明

如果未指定参数, 则显示当前值以及信息“更改?”。



小 心

请始终设定正确的负荷质量和重心位置。错误的數據可能削弱或縮短零件的壽命或引起超載/偏差錯誤。



注\*  $X_g$ 、 $Y_g$ 、 $Z_g$  轴穿过重心，并平行于空工具坐标系的 X、Y、Z 轴。

$M_t$ : 工具质量

$X_t$ : 重心 X

$Y_t$ : 重心 Y

$Z_t$ : 重心 Z

} 工具重心

$I_x$ : 绕工具  $X_g$  轴的惯性转矩

$I_y$ : 绕工具  $Y_g$  轴的惯性转矩

$I_z$ : 绕工具  $Z_g$  轴的惯性转矩

监控指令  
程序命令

---

**SETCOLTHID 阈值编号**

---

**功能**

当用作监控指令时，此指令显示并允许修改登录在指定阈值编号下的阈值。

当用作程序命令时，此命令把登录在指定阈值编号下的阈值，应用于机器人动作。

**参数**

阈值编号

用整数 1 到 9 来指定阈值编号。不能省略。

**详细说明**

当用作监控指令时，再现模式的碰撞检测阈值的当前值显示在信息“变更吗?”后面。要改变记录的值，可输入由逗号分隔的各个数值，然后按 $\square$ 。如果不作更改直接退出，那么只按 $\square$ 。接下来，还会显示“变更吗?”，询问是否更改再现模式的碰撞检测阈值。更改数值的方法同上。

当在程序中使用时，在此命令中指定的值，将被用来检测碰撞，直到阈值被改变。

当程序中包含有 SETCOLTHID，执行自动调整时，登录在程序中的阈值编号下的阈值，将被自动更新。

要检查登录在各阈值编号下的阈值，可以执行带有指定阈值编号的 COLSTATE 指令。

要将登录在各阈值编号下阈值设为零，请指定需要设为 0 的阈值编号、执行 COLINIT 指令。

## 监控指令

### COLINIT 阈值编号

#### 功能

初始化阈值。

#### 参数

阈值编号

用整数 1 到 9 来指定阈值编号。不指定时，当前生效的阈值被复位到出厂时的数值。

#### 详细说明

当此指令在无阈值编号的情况下使用时，当前生效的阈值被复位到出厂时的数值。

当此指令指定了阈值编号时，登录在指定阈值编号下的碰撞检测和冲击检测的阈值都被复位到 0。



#### 小心

碰撞检测的阈值被设定到此水平：机器人以最大速度、额定负荷移动，碰撞可被正确检测到的水平。因此，此功能可以不必设置阈值而使用。在需要将损伤降到最小的特殊动作中，可通过改变阈值的方法，调整此功能的灵敏度。同样，在点焊应用中，当移动电极将要和工件接触时，此功能会自动关闭为 OFF。

阈值在出厂时已经用额定负荷事先设置好了，可以通过精确设置工具数据，提高冲突检测的灵敏度。

当前生效的阈值可通过 COLSTATE 指令(无参数)来显示。要显示登录在各阈值编号下的数值，请指定所要的阈值编号、执行 COLSTATE。

要改变登录在各阈值编号下的数值，请执行 SETCOLTHID 指令。

---

## 监控指令

---

### COLSTATE 阈值编号

---

#### 功能

显示碰撞检测功能的当前设置和阈值。

#### 参数

阈值编号

用整数 1 到 9 来指定阈值编号。不指定时，将显示当前生效的数值。

#### 详细说明

此指令的功能，在参数省略和不省略的情况下是不一样的。

当不指定阈值编号时，将显示各个动作模式的当前值。换句话说，将显示由下面 1 或 2 最后设定的数值：

1. 用 COLR 或 COLT 指令/命令设置的阈值。
2. 程序中最后使用的阈值。

同时显示各动作模式当中的阈值的 ON/OFF 状态。

当阈值编号被指定为参数时，将显示当前登录在该阈值编号下的阈值。

|              |            |
|--------------|------------|
| COLR.....    | 再现模式下的碰撞检测 |
| COLRJ.....   | 再现模式下的冲击检测 |
| COLT.....    | 示教模式下的碰撞检测 |
| COLTJ.....   | 示教模式下的冲击检测 |
| COLMV.....   | 缩回         |
| COLCAL.....  | 阈值的自动调整    |
| COLCOLD..... | 检测灵敏度的自动改变 |

### 示例

>colstate

示教模式中碰撞检测的阈值

| JT1 | JT2 | JT3 | JT4 | JT5 | JT6 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 15  | 35  | 42  | 120 | 110 | 160 |

示教模式中冲击检测的阈值

| JT1 | JT2 | JT3 | JT4 | JT5 | JT6 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5   | 6   | 4   | 15  | 44  | 23  |

再现模式中碰撞检测的阈值

| JT1 | JT2 | JT3 | JT4 | JT5 | JT6 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 45  | 60  | 75  | 235 | 305 | 225 |

再现模式中冲击检测的阈值

| JT1 | JT2 | JT3 | JT4 | JT5 | JT6 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3   | 5   | 5   | 11  | 11  | 15  |

COLT.....ON      COLTJ.....ON  
COLR.....ON      COLRJ.....ON  
COLMV.....OFF      COLCAL.....OFF  
COLCOLD.....ON

>

>colstate 3

再现模式中碰撞检测的阈值

| JT1 | JT2 | JT3 | JT4 | JT5 | JT6 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 20  | 35  | 60  | 112 | 120 | 116 |

再现模式中冲击检测的阈值

| JT1 | JT2 | JT3 | JT4 | JT5 | JT6 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3   | 4   | 3   | 6   | 7   | 6   |

>

### 3.3 与碰撞检测停止功能相关的错误

当检测到碰撞时，将显示下面的出错信息。出错的原因及其对策如下：

#### ■ 错误代码：E1130

|      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| 错误信息 | 检测到 XX 的冲突。                       |
| 主要原因 | 在指定轴的马达中检测到未知的转矩，机器人检测到它，认为发生了碰撞。 |
| 处理方法 | 清除机器人动作范围内的障碍物。                   |

如果在没有障碍物的情况下，此错误经常出现，请尝试将阈值增加到当前值的 1.2 倍。同时，请确认工具数据的设置是否正确。

### 3.4 故障排除

下表为在使用此功能时可能会出现的典型故障及其对策：

| 故障       | 对策   |
|----------|--|
| 频繁假检测    | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 检查工具数据是否精确。</li><li>2. 请重新进行阈值的自动调整。</li><li>3. 在机器人停止长时间后开始运动时，如果假检测就出现的话,请用 COLCOLDON 指令来降低假检测。</li><li>4. 如果仍旧出现假检测，请手动将此阈值设置得大一些。</li></ol> |
| 检测迟钝/不灵敏 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 检查工具数据是否精确。</li><li>2. 请重新进行阈值的自动调整。</li></ol>  |
| 不检测碰撞    | 检查碰撞检测是否为 ON。同时，请注意如果阈值设置为 0，那么该轴将不进行碰撞检测。   |
| 缩回过大     | 如果机器人缩回太多，并且看起来很危险，那么请用 COLMVOFF 指令/命令，将缩回关闭为 OFF。   |

# 4

---

## 自旋控制功能

## 4.1 功能说明

自旋控制功能有两个控制系统。其不同之处列在下表中。

### 1. 简易自旋控制

将设为自旋轴的 JT6 或外部回转轴的运动范围扩大，并且自旋轴与其他轴(JT1 至 JT5)向设定点同步运动。即，扩大普通的机器人 JT6 或外部回转轴的运动范围。

### 2. 标准自旋控制

功能与简易自旋控制相同，但自旋轴不与其他轴(JT1 至 JT5)同步运动。操作中，使用标准自旋控制专用的指令/命令。

|             | 简易自旋控制   | 标准自旋控制   |
|-------------|--|--|
| 运动          | 与其他轴同步运动   | 与其他轴非同步运动  |
| 容许回转数       | 有限制<br>+/-100 转(+/-36000°)<br>连续最大 200 转   | 无限制  |
| 示教/<br>运动控制 | 1. 用绝对角度示教位置<br>2. 用普通命令(JMOVE, LMOVE 等)<br>控制运动   | 1. 不能示教位置<br>2. 运动后(在 360°处)返回到运动开始前的位置<br>3. 用 SPINMOVE 命令通过设定回转速度和时间来控制运动  |
| AS 指令/命令    | RTSET 指令/命令：<br>根据指定的回转数更改位置数据。<br>SPINANGSET 命令：<br>将自旋轴的当前位置设定为指定的角度。<br>SPINANGRESET 指令/命令：<br>将自旋轴的当前位置数据返回到其初始位置。<br>SD_HANDON/<br>SD_HANDOFF 指令：<br>示教过程中固定自旋轴(JT6)/允许自旋轴移动。 | SPINMOVE 命令：<br>以设定的速度和时间回转<br>SPINACC 命令：设定回转加速度<br>SPINDEC 命令：设定回转减速度<br>SPINSTOP 命令：<br>在 360°处停止自旋中的自旋运动。<br>SPINBREAK 命令：<br>停止程序运行，直到自旋运动停止为止。<br>SPINRESET 指令/命令：<br>修正自旋轴的当前位置。<br>SPINBRAKE 命令：<br>以指定的减速度立即停止自旋中的回转。<br>SPINANGSET 命令：<br>将自旋轴的当前位置设定为指定的角度。<br>SPINANGRESET 指令/命令：<br>将自旋轴的当前位置返回到正确的位置。<br>SPINSPEED 命令：<br>更改运动中的自旋轴的速度。<br>SPINHEREON/SPINHEREOFF 指令/命令：<br>使自旋运动中的当前位置的读取有效/<br>无效。<br>SPINCHK 命令：<br>返回到自旋轴的状态，运动中/非运动中。 |

— [ 注 意 ] —

出厂后，当对自旋控制功能这一选项进行有效/无效的切换时，必须再次执行自旋轴的调零。在将自旋轴的选项设为有效时，请将 4、5、6 轴调整到 0° 的状态后，再将自旋功能设为有效。之后，请执行 6 轴的调零。另外，通常情况下，自旋控制功能的有效/无效设定，在出厂时进行。

## 4.2 简易自旋控制

### 4.2.1 简易自旋控制的概要

简易自旋控制扩大 JT6 或外部回转轴的运动范围，并且使自旋轴指定回转数功能有效。指定为简易自旋控制的轴(称为自旋轴或多回转轴)的规格随机器人机种和应用的不同而不同。

### 4.2.2 自旋轴的运动范围

一个命令的自旋轴的最大运动范围是-36000°至 36000°。(此范围随机器人机种和应用的不同而不同，但在本手册中的自旋轴的运动范围为-36000°至 36000°。)用 AS 语言的 ULIMIT/LLIMIT 指令可以确认运动范围的设定。

— [ 注 意 ] —

到达自旋轴的运动范围的终端(-36000°或者 36000°)附近时，如果在“旋转数”中更改当前位置，自旋轴可以从该更改位置起运动，直至又达到运动范围的终端。另外，各轴运动时，一个运动步骤可以运动 360°以上，但做直线运动时，一个步骤不可以运动 360°以上。

### 4.2.3 指定回转数功能

本功能可以实际上不移动旋轴，将计算上的位置数据设定为对应于指定的回转数的当前位置数据。例如，当自旋轴在某个方向回转多次时，重新定位轴需要多次逆时针回转，并且特别是逆时针回转运动慢的话，将花费很多的时间(增加循环时间)。在这种情况下，用指定回转数功能可以节省逆时针回转所需的时间。在一体化示教中可以用辅助功能“0407 自旋轴回转数设定”，或 AS 语言的 RTSET 指令/命令指定回转数。

### 4.2.3.1 通过辅助功能设定回转数

使用辅助功能 0407，无需实际回转即可设定自旋轴的当前位置数据到希望的位置(或以最小的回转(0°至 360°))。下面的例子说明将自旋轴的位置数据从当前位置 150°设定到 2000°的操作步骤。

从示教器操作屏幕的菜单中选择[辅助功能]来显示辅助功能画面。输入辅助功能编号 0407(自旋轴回转数设定)并且按。



确认光标在[旋转数]的位置上，输入回转数(例如 5)并按.



[ 注 意 ]

[回转数]0 是表示 0°至 360°(不包括 360°), 1 是表示 360°至 720°(不包括 720°), 并且以相同的方法在+方向和-方向数回转数。

例如, 当运动范围为±36000°时, 可以指定正方向到+99 转, -方向到-100 转。(因为+方向包括 0, 所以+99 是最大值。)

通过到此为止的操作, 计算自旋轴的当前位置如下。

$$150^{\circ} + (360^{\circ} \times 5) = 1950^{\circ}$$



小 心

1. 如果试图输入-100 至+99 范围外的回转数, 则将显示信息“超出数值范围”, 请再次输入需要的数值。当输入 0 时, 将当前位置设定为 0°至 360°。
2. 机器人在运动中如果输入回转数的话, 则显示信息“机器人正在运动中”, 再次输入需要的数值。

然后, 再在正方向回转自旋轴+50°, 并且将当前位置设定为 2000°。

$$1950^{\circ} + 50^{\circ} = 2000^{\circ}$$

一旦结束上述操作, 只通过回转自旋轴 50°, 当前位置将从 150°变为 2000°。

#### 4.2.3.2 用 RTSET 指令/命令设定回转数

当自旋轴在某一方向回转多次时(例如从 0°到 30000°), 完成一次回转后, 有必要通过逆时针回转重新定位(从 30000°到 0°)。在这种情况下, 使用 AS 语言的 RTSET 指令/命令, 不实际移动自旋轴, 可以以指定回转数回转并更改当前位置数据到某一希望的位置(在此例中, 该角度在 0°至 360°之间)。

程序例

|                  |   |
|------------------|---|
| #a 自旋轴的位置=0°     |   |
| #b 自旋轴的位置=30000° |   |
| JMOVE #a         | ..... 将自旋轴移动到 0°(开始位置)。   |
| JMOVE #b         | ..... 将自旋轴移动到 30000°。   |
| RTSET 0          | ..... 将自旋轴的当前位置设定为 120°。<br>( $30000^\circ \div 360^\circ = 83$ , 余 120°) |
| JMOVE #a         | ..... 向开始位置移动 120°。   |

有关 RTSET 指令/命令的更多详情, 请参阅“4.4 AS 语言参考”。

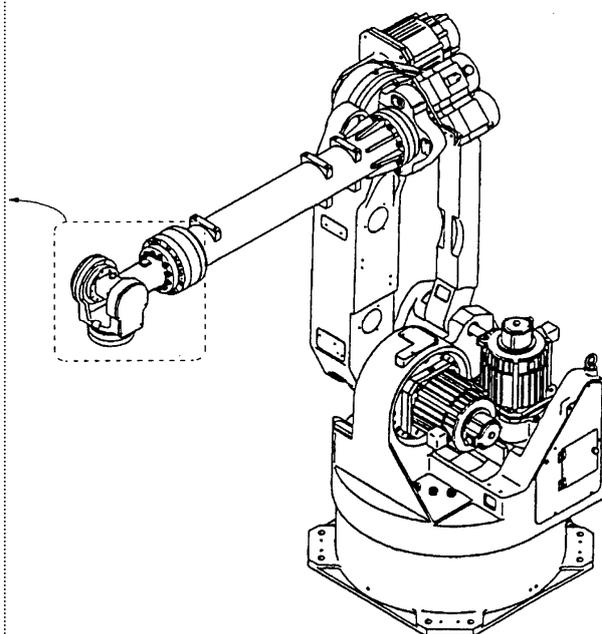
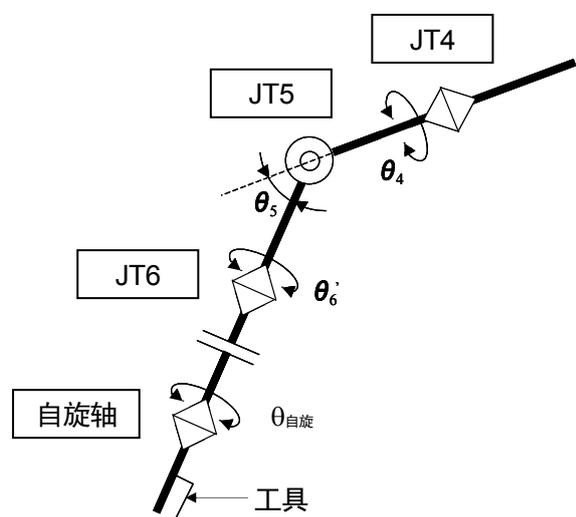
### 4.3 标准自旋控制

#### 4.3.1 标准自旋控制的概要

##### 4.3.1.1 自旋轴的概念

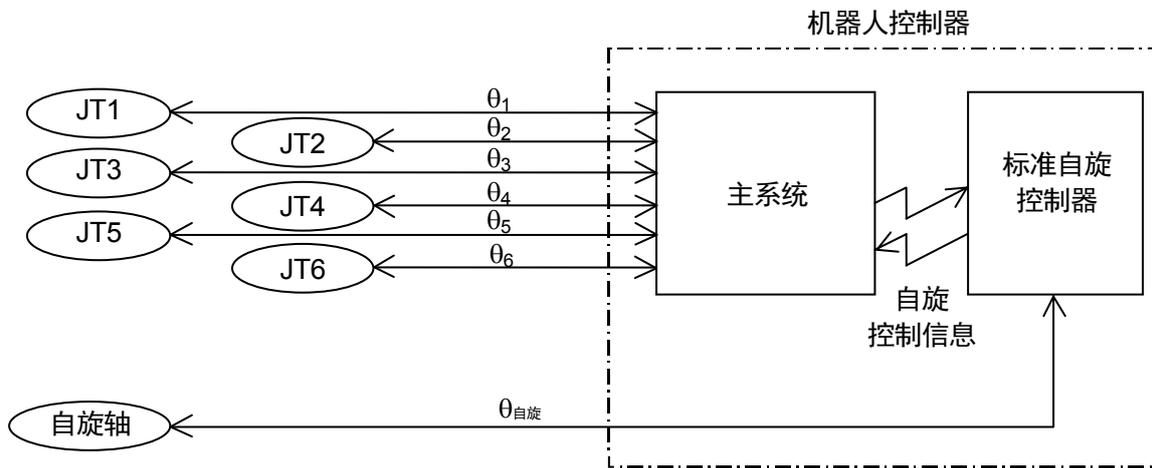
在标准自旋控制功能中，尽管机器人有带无限制运动范围的第 7 个轴，但软件上可以操作 JT1 至 6 机器人的第 6 个轴。即，尽管实际上 JT6 只有一个轴，如下图所示，想像软件上自旋轴执行无限制的回转运动，与有运动范围限制(例如 $\pm 180^\circ$ )的第 6 轴进行单独运动。

在标准自旋控制功能中，如下所示处理 JT6 为 2 个轴。



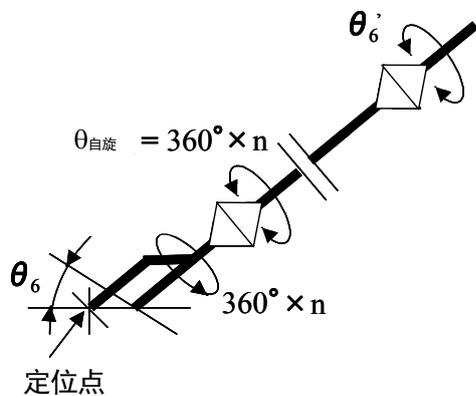
### 4.3.1.2 自旋轴控制的概要

独立于 JT6 单独控制自旋轴。JT6 和其他 5 个轴由机器人控制器的主系统的控制来进行同步运动。相反，自旋轴由机器人控制器内置的标准自旋控制器的控制，进行单独运动。标准自旋控制器根据来自自主系统的运动信息和指令控制自旋。(请参见下面的概念图。)标准自旋控制器未内置任何作为硬件的部件，但作为软件控制自旋轴。该自旋轴与其他 6 轴不同，作为其他系统被控制。



### 4.3.1.3 自旋轴的定位

标准自旋控制在  $360^\circ$  处定位自旋轴。从外观看，自旋轴的位置仅由 JT6( $\theta_6'$ )来决定。



计算 JT6 的实际的角度  $\theta_6'$  ( $-180^\circ \leq \theta_6' \leq 180^\circ$ ) 和  $\theta_{\text{自旋}}$  如下：

$$\theta_6 = \theta_6' + \theta_{\text{自旋}}$$

另外，定位时，当  $\theta_{\text{自旋}} = 360^\circ \times n$  ( $n$ : 整数) 时，可以作为  $\theta_6 = \theta_6'$  使用。

### 4.3.1.4 自旋轴的控制

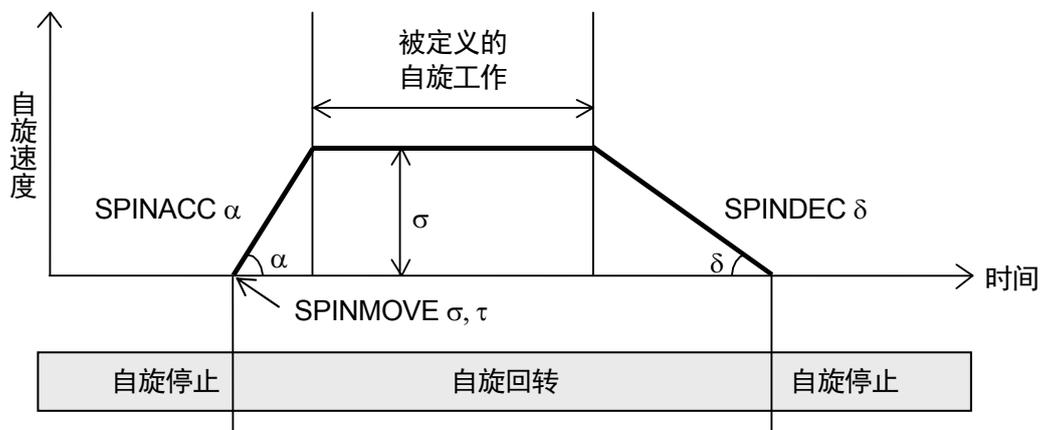
使用 AS 语言的自旋控制用的专用命令控制自旋轴，并且此控制独立于其他轴(JT1 至 JT6)。在 AS 语言的程序中将介绍自旋速度和回转时间。并且，使用 AS 程序命令(SPINBREAK 等)使自旋轴与其他轴同步。(请参阅“4.3.2 操作的概要”和“4.4 AS 语言参考”)

### 4.3.2 操作的概要

#### 4.3.2.1 用于标准自旋控制的专用命令

以下介绍用于标准自旋控制的专用命令。更多详情，请参阅“4.4 AS 语言参考”。

1. SPINACC  $\alpha$  ( $\alpha$ : 自旋轴的回转加速度(rpm/s))  
设定自旋轴的回转加速度。
2. SPINDEC  $\delta$  ( $\delta$ : 自旋轴的回转减速度(rpm/s))  
设定自旋轴的回转减速度。
3. SPINMOVE  $\sigma, \tau$  ( $\sigma$ : 自旋轴回转速度(rpm),  $\tau$ : 自旋轴回转时间(s))  
当执行此运动命令时，自旋轴仅以指定的回转时间 $\tau$ 以指定的回转速度 $\sigma$ 运动。自旋轴以回转加速度 $\alpha$ 启动，达到设定的回转速度 $\sigma$ ，在过了设定的回转时间 $\tau$ 后，以回转减速度 $\delta$ 减速。如果上一命令(例如 JMOVE #p1)正在执行中的话，直到上一命令运动结束后，自旋轴才开始运动。另外，使用 SPINBREAK 使自旋轴与其他轴同步，直到在先的 SPINMOVE 命令运动停止，才可执行其之后的程序。
4. SPINBREAK  
设定等待自旋轴停止的程序命令。延迟下一条命令的执行直到在先的 SPINMOVE 命令结束并停止为止。
5. SPINSTOP  
中途结束自旋运动。
6. SPINRESET  
修正 JT6 的回转角度，以便自旋轴在 360°处停止。
7. SPINBRAKE  
以指定的回转减速度停止自旋运动。
8. SPINSPEED  
更改运动中的自旋轴的速度。

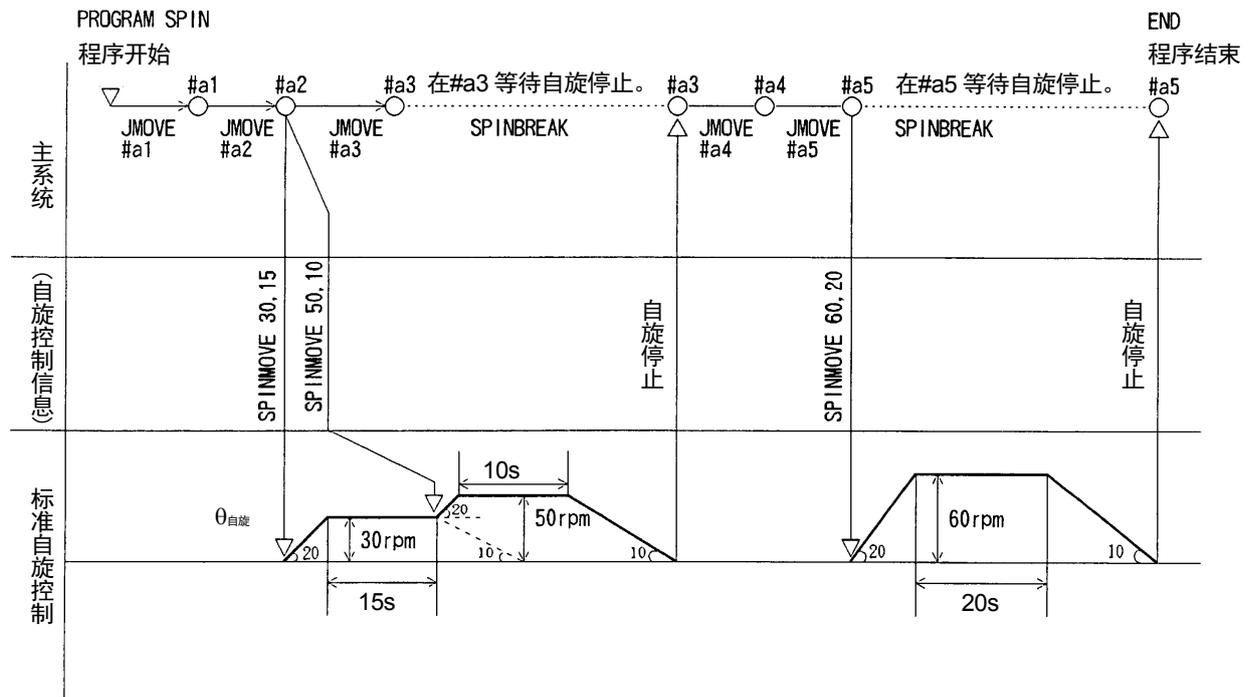


### 4.3.2.2 程序例

使用用于自旋控制的命令的程序例如下所示。

| PROGRAM SPIN( ) |       |                                       |
|-----------------|-------|---------------------------------------|
| SPINACC 20      | ..... | 定义自旋轴的回转加速度为 20rpm/s。                 |
| SPINDEC 10      | ..... | 定义自旋轴的回转减速度为 10rpm/s。                 |
| JMOVE #a1       | ..... | 向#a1 移动。                              |
| JMOVE #a2       | ..... | 向#a2 移动。                              |
| SPINMOVE 30, 15 | ..... | 移动到#a2(达到指令值)之后,以 30rpm 的速度自旋运动 15 秒。 |
| SPINMOVE 50, 10 | ..... | 以 50 rpm 的速度自旋运动 10 秒。                |
| JMOVE #a3       | ..... | 当执行上述 2 个 SPINMOVE 命令时, 向#a3 移动。      |
| SPINBREAK       | ..... | 等待自旋停止。                               |
| JMOVE #a4       | ..... | 向#a4 移动。                              |
| JMOVE #a5       | ..... | 向#a5 移动。                              |
| SPINMOVE 60, 20 | ..... | 以 60rpm 的速度自旋运动 20 秒。                 |
| SPINBREAK       | ..... | 等待自旋停止。                               |
| END             |       |                                       |

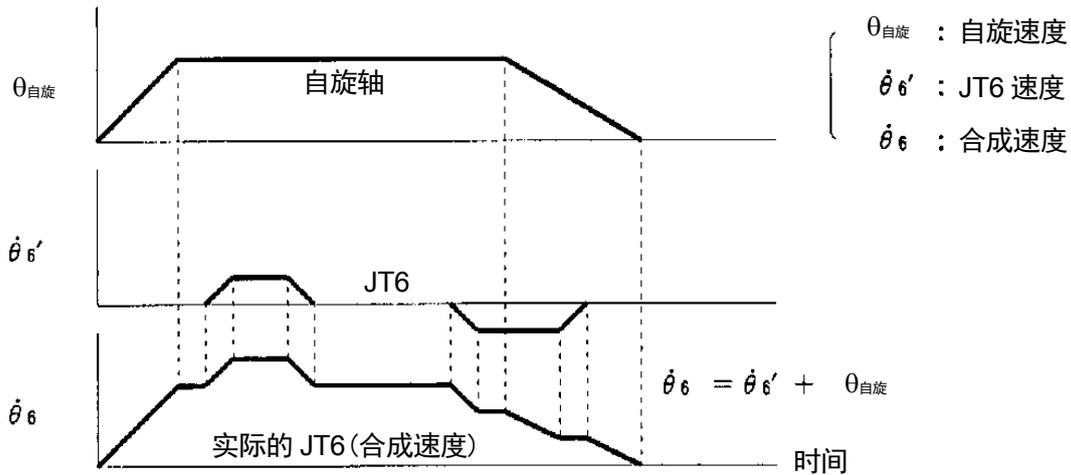
程序例的运动如下所示。



### 4.3.3 限制与注意事项

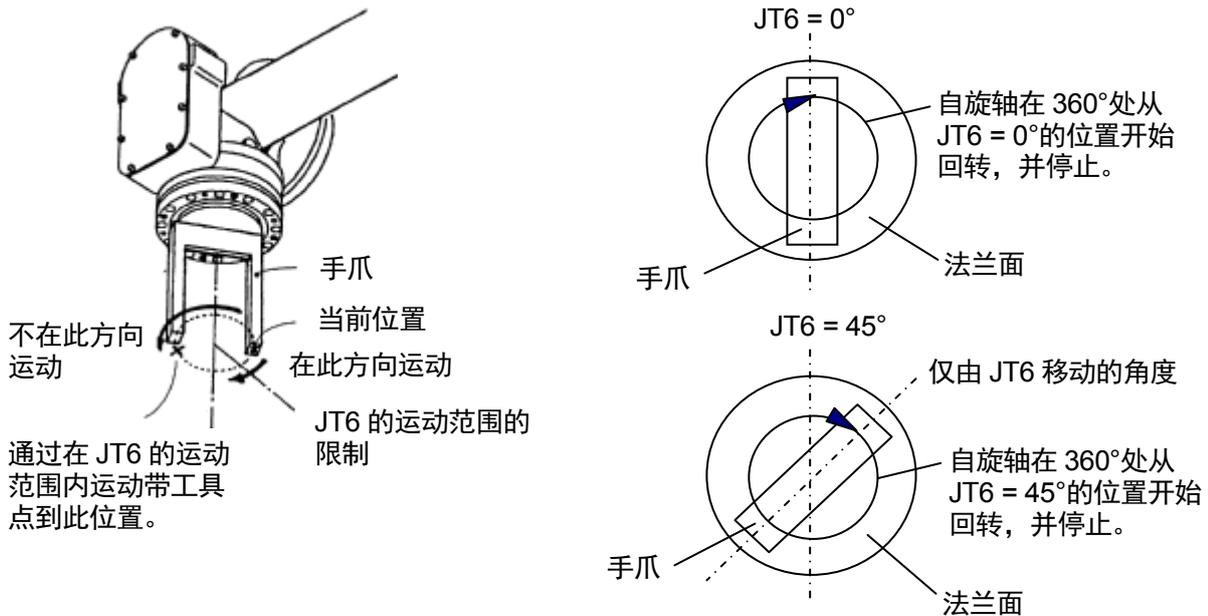
#### 4.3.3.1 JT6 和自旋轴同步运动时的工具速度

由于 JT6 和自旋轴是被单独控制的，当自旋轴正在运动中时，如果 JT6 运动的话，则不用 SPINMOVE 命令示教安装在 JT6 上的工具的回转速度。在这种情况下，工具的回转速度是自旋轴和 JT6 速度的合成值。(见下图)因此，要保证工具回转速度的精度，则有必要停止 JT6 运动，或示教降低 JT6 运动速度等。



#### 4.3.3.2 自旋轴的位置示教

因为自旋轴务必在 360°处停止，所以只需示教 JT6 的角度。即，JT6 有其运动范围(例如+/-180°)，则必须在此范围内示教自旋轴的角度位置。

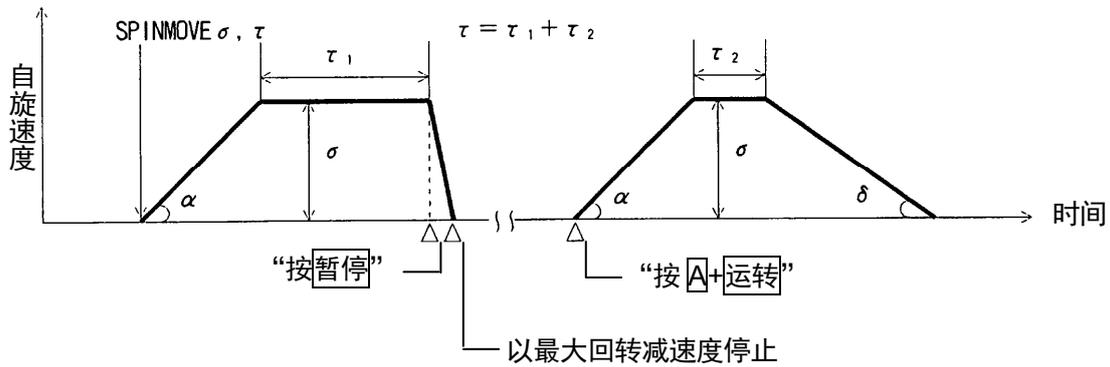


#### 4.3.3.3 保持/运转时的自旋轴的运动

在自旋轴运动中，当按示教器上的[暂停]时，机器人以全部轴最大减速度减速并停止。当按[A]+[运转]时，自旋轴以用 SPINACC 定义的回转加速度 $\alpha$ 启动，执行在保持状态下的剩余的未处理的自旋工作，并继续执行之后的程序。

**小心**

在减速过程中，当转换到“HOLD(暂停)”位时，如果此后立即转换到“RUN(运转)”位的话，则自旋运动不继续。并且，停止位置不在 360°处。

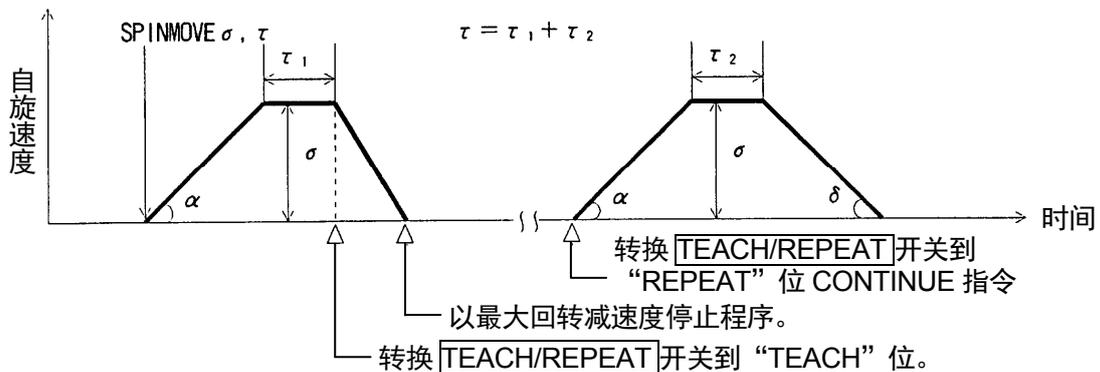


#### 4.3.3.4 示教/再现时的自旋轴的运动

在自旋运动中，当转换 TEACH/REPEAT(示教/再现) 开关到“TEACH(示教)”位时，程序停止并且自旋轴立刻以最大回转减速度减速并停止。当转换 TEACH/REPEAT 开关到“REPEAT(再现)”位时，用 CONTINUE 指令(或按[A]+[循环启动])重新开始，自旋轴以用 SPINACC 定义的回转加速度 $\alpha$ 启动，并执行剩余的未处理的自旋工作。

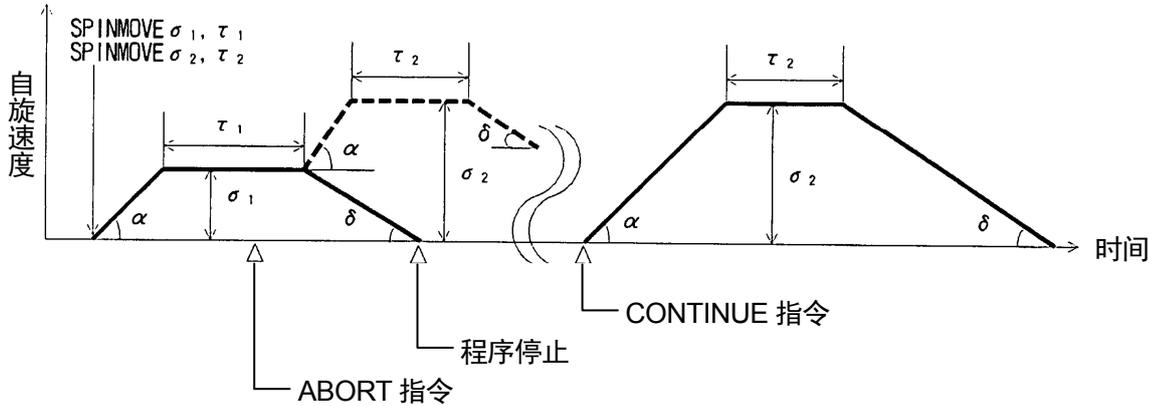
**小心**

在减速过程中，当转换到“TEACH(示教)”位时，如果此后立即转换到“REPEAT(再现)”位并执行 CONTINUE 的话，则自旋运动不继续。并且，停止位置不在 360°处。



#### 4.3.3.5 ABORT/CONTINUE 指令时的自旋轴的运动

自旋运动中当用 ABORT 指令停止程序时，在执行运行中的 SPINMOVE 命令后，自旋轴停止。在这种情况下，在机器人和自旋轴停止后，程序停止。当用 CONTINUE 指令(或按 **A+循环启动**)重新启动程序时，自旋轴从下一用 SPINMOVE 定义的自旋运动重新开始。



#### 4.3.3.6 用 EXECUTE 指令重新开始程序

当通过将按示教器上的 **暂停** 或将 **TEACH/REPEAT(示教/再现)** 转换到“TEACH(示教)”位或用 ABORT 指令暂时停止程序时，使用 EXECUTE 取消运行中的自旋工作的全部信息并从开始重新开始程序。此时，自动执行 SPINRESET，设定自旋轴到 360°处，在 JT6 处于正确的位置状态下执行程序。

#### 4.3.3.7 “保持”、“紧急停止”等操作后的示教

在自旋运动中，如果转换操作开关到“HOLD(保持)”位或“TEACH(示教)”位或按 **紧急停止**，则自旋轴将不在 360°处停止。并且，在自旋轴将不在 360°处时，试图记录示教模式下的位置将会导致出错。在这种情况下，请执行 SPINRESET 指令。(重新设定自旋轴到 360°处，并修正 JT6 的当前位置)

#### 4.3.3.8 用 BRAKE 命令停止自旋轴

在自旋运动中，当执行 BRAKE 命令时，自旋轴以最大回转减速度停止。因自旋轴不在 360°处停止，用 SPINRESET 指令/命令修正自旋轴的当前位置。

#### 4.4 AS 语言参考

下列 AS 指令/命令用于操作自旋控制。

RTSET 指令/命令

SPINANGSET 命令

SPINANGRESET 指令/命令

SD\_HANDON 指令

SD\_HANDOFF 指令

SPINACC 命令

SPINDEC 命令

SPINMOVE 命令

SPINBREAK 命令

SPINSTOP 命令

SPINRESET 指令/命令

SPINBRAKE 命令

SPINSPEED 命令

SPINHEREON 指令/命令

SPINHEREOFF 指令/命令

SPINCHK 函数

#### 示例

关键词                      参数

↓                              ↙

---

**SPINACC**    自旋轴的回转加速度

---

可以省略输入用            标记的参数值。  
必须在关键词和参数之间输入一个空格。  
示例中  代表回车键(Enter 键)。

监控指令  
程序命令

**RTSET 回转数**

**功能**

将自旋轴或外部回转轴的当前位置数据强制更改到对应于指定的从 0°起回转数的位置。

**参数**

回转数

表示从 0°起转几转的回转数用实数算式设定。设定范围为-100 至 99 的整数(根据机器人的机种和应用的不同而变化。)

**详细说明**

将机器人的 JT6 或外部回转轴的当前位置数据强制更改为对应于指定的回转数的位置。从表面上来看,更改后的位置和更改前的位置是相同的,从原点回转数是不同的。即,此时机器人和外部回转轴实际上都不运动,但显示对应于指定的回转数的当前位置数据。

在程序中执行此命令时,完成以前的运动命令后,机器人暂时停止,并且强制更改计算上的当前位置数据。

在程序中自旋轴或外部回转轴在某一方向多次回转后,将当前位置数据重新设定到运动范围限制中时,使用 RTSET 是便利的方法。这将减少实际逆时针回转轴的需要并可以节省时间。

**示例**

RTSET 0            例如,当执行此命令时,如果当前位置是 3620°的话,其将变为 20°。  
                          $3620^\circ \div 360^\circ = 10, \text{余 } 20^\circ$

RTSET 10           例如,当执行此命令时,如果当前位置是-90°的话,其将变为 3870°。  
                         -90°是回转数为 0(0°至 360°)时的 270°  
                          $270^\circ + (360^\circ \times 10) = 3870^\circ$

---

程序命令

---

**SPINANGSET 角度值**

---

**功能**

将自旋轴的当前位置数据设定为指定角度位置(值)。

**参数**

指定设定角度(单位 = °)。不能省略。设定范围为自旋轴的运动范围(0°至 360°)。

**详细说明**

当执行此命令时，强制将自旋轴的当前位置数据更改为指定的角度值。

**[ 注 意 ]**

如果执行 SPINANGSET，并且移动自旋轴到 0°，请注意机械划线标志将不一致。在这种情况下，执行 SPINANGRESET 将当前角度设定返回到初始值(执行 SPINANGSET 前的值)，然后在 0°处将机械划线标志对准。

监控指令

程序命令

---

**SPINANGRESET**

---

**功能**

将自旋轴的当前位置数据返回到初始角度位置(值)。

**详细说明**

本指令/命令将由 SPINANGSET 命令设定的自旋轴的当前角度返回到其初始角度。即使多次执行 SPINANGSET 命令，SPINANGRESET 也将自旋轴返回到其初始角度数据。

---

### 监控指令

---

**SD\_HANDON**  
**SD\_HANDOFF**

---

#### 功能

SD\_HANDON 限制示教时的自旋轴的运动。此时，机器人的 JT6 是自旋轴，SD\_HANDON 停止 JT6 回转，并且当在基础或工具模式下使用示教器移动机器人时，仅 JT1 至 JT5 协作执行。(在各轴模式下操作是，此指令无效。)SD\_HANDOFF 将示教时的运动重新设定到普通状态。

---

### 程序命令

---

**SPINACC 自旋轴回转加速度**

---

#### 功能

设定自旋轴的回转加速度。

#### 参数

自旋轴回转加速度

单位: rpm/s。设定范围: 1 至最大值(随机器人机种的不同而变化)。默认值为最大回转加速度的一半。

---

### 程序命令

---

**SPINDEC 自旋轴回转减速度**

---

#### 功能

设定自旋轴的回转减速度。

#### 参数

自旋轴回转减速度

单位: rpm/s。设定范围: 1 至最大值(随机器人机种的不同而变化)。默认值为最大回转减速度的一半。

### [ 注 意 ]

当不使用 SPINACC/SPINDEC 命令时，回转加/减速度为最大回转加/减速度的一半。

## 程序命令

### SPINMOVE 自旋轴回转速度，自旋轴回转时间

#### 功能

自旋轴以由 SPINACC 设定的回转加速度开始回转，当回转速度到达指定的自旋轴回转速度时，停止加速度，并且在自旋轴回转时间内定速回转。然后，自旋轴由 SPINDEC 设定的回转减速度减速。

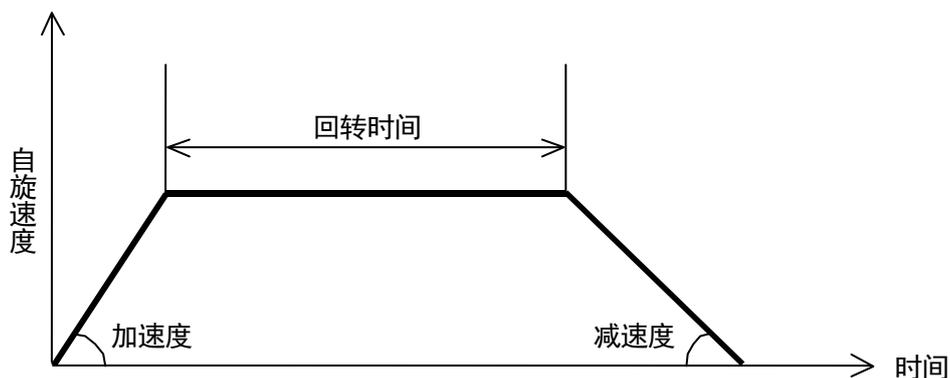
#### 参数

1. 自旋轴回转速度

设定自旋轴回转速度。单位：rpm。设定范围：0.1 至最大值，或-(0.1 至最大值)。最大值随机器人机种的不同而变化。设定负值时，自旋轴逆时针回转。

2. 自旋轴回转时间

设定自旋轴定速回转的时间。设定范围：1 至 8589934 秒。

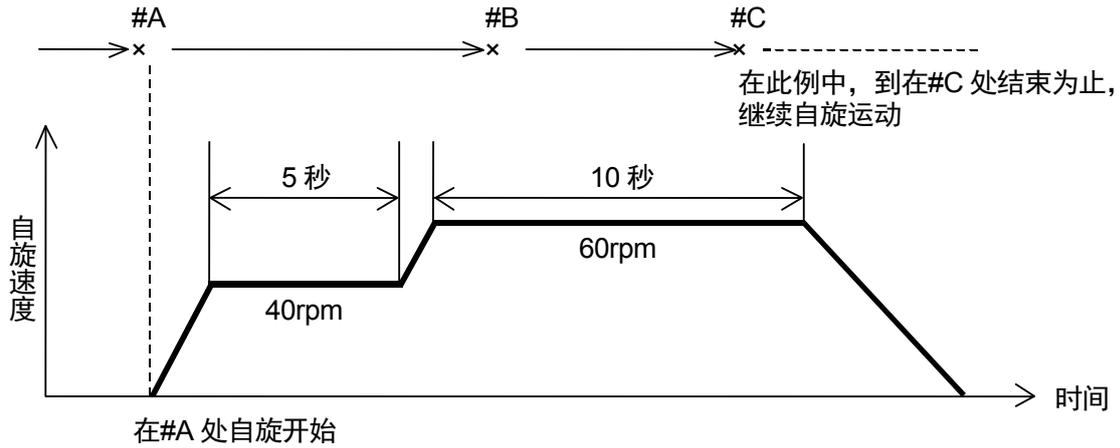


#### 详细说明

在标准自旋控制中，由于自旋轴独立于机器人轴进行操作，其不与机器人轴同步运动。但，仅在自旋运动的开始时，如果机器人正在运动中，机器人必须在完成运动，并且暂停更新指令值后，开始自旋运动。在 2 个连续的 SPINMOVE 命令之间不需要停止。

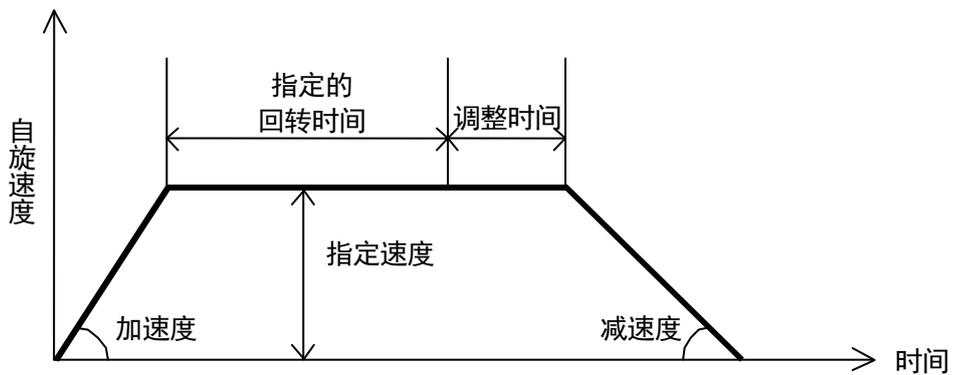
### 示例

```
JMOVE #A  
SPINMOVE 40, 5  
SPINMOVE 60, 10  
JMOVE #B  
JMOVE #C
```



### [ 注 意 ]

1. 程序中编写的 SPINMOVE 命令的连续步骤应在 16 步以内。
2. 由于自旋轴停止在 360°处，在回转时间过后减速开始前需要进行小的时间调整，以便机器人的自旋轴可以停在 360°处。因此，以指定速度进行自旋运动的时间有些长。



---

程序命令

---

**SPINBREAK**

---

**功能**

到自旋运动结束为止，阻止程序向前进行。

**示例**

```
JMOVE #A  
SPINMOVE 40, 10  
SPINBREAK  
JMOVE #B
```



程序命令

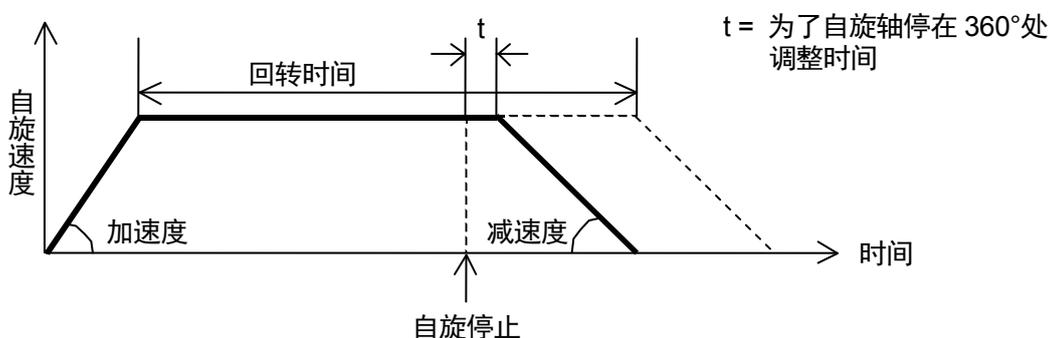
**SPINSTOP**

**功能**

停止自旋中的自旋运动。

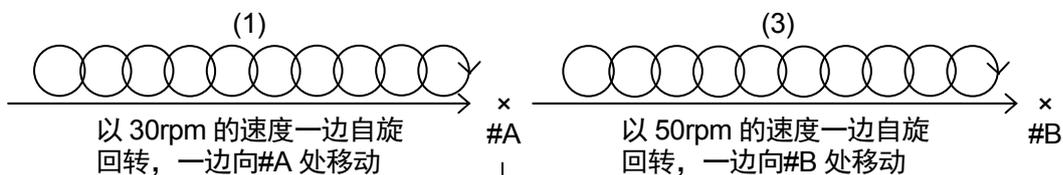
**详细说明**

即使正在自旋中，此命令也中止其自旋运动，以指定的回转减速度减速，并执行下一命令。此时，取消一系列的自旋命令。(请参阅“SPINBRAKE 命令”。)



**示例**

```
SPINMOVE 30, 10 ..... (1)
SPINMOVE 40, 10 ..... (2)
JMOVE #A
SPINSTOP
SPINMOVE 50, 10 ..... (3)
JMOVE #B
```



在#A 处自旋停止。(当向#A 处的移动时间在 10 秒内时) 取消命令(1)的剩余部分和命令(2)。

监控指令  
程序命令

**SPINRESET**

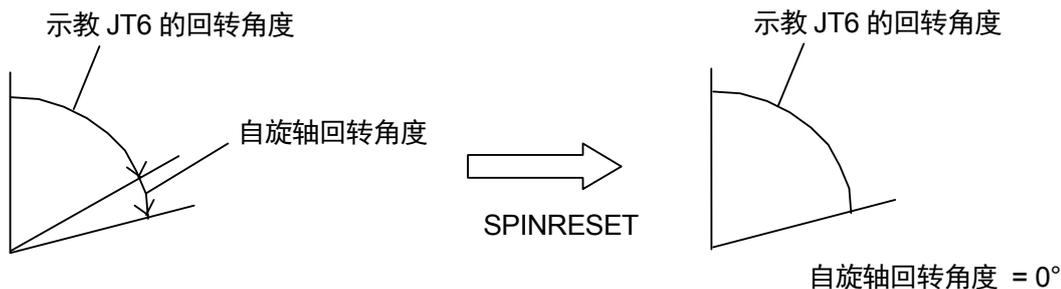
**功能**

用示教角度修正 JT6 的回转角度，以便自旋轴在 360°处停止。

**详细说明**

自旋运动中，如果紧急停止，保持中止或控制器电源关的话，则自旋轴不能停在 360°处。在这种情况下，无法继续执行程序时，JT6 将不对准示教点而停止。请务必执行 SPINRESET，以使用示教值修正 JT6 的当前值，使自旋轴的回转角度以 360°为单位。

**示例**



**[ 注 意 ]**

当自旋轴不在 360°处停止时，不能示教或编辑位置。试图示教或编辑位置，将会导致错误“旋转轴未在各 360 度处停止”产生。

程序命令

**SPINBRAKE** 回转减速度

**功能**

自旋中以指定的回转减速度立即停止标准自旋运动。

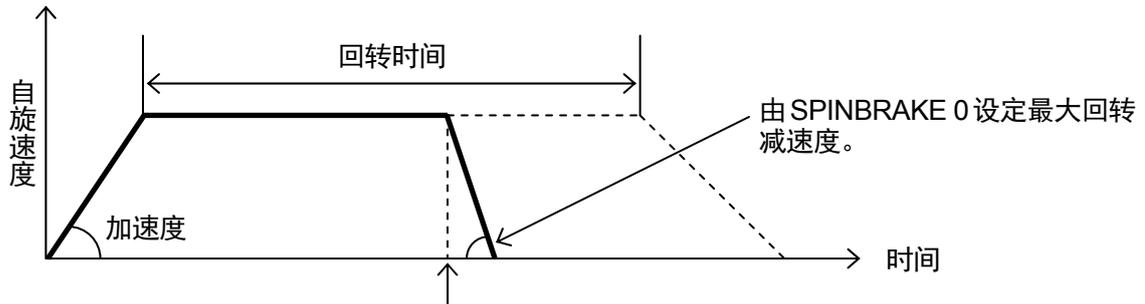
**参数**

回转减速度

指定回转减速度(单位: rpm/s)。设定范围随机器人机种的不同而不同。如果省略或为 0 的话, 则设定最大回转减速度。

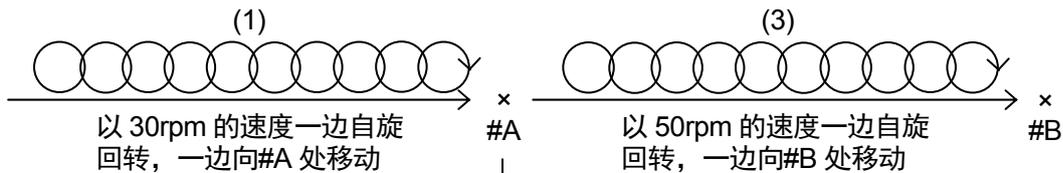
**详细说明**

即使正在自旋中, 此命令也中止其自旋运动, 以指定的回转减速度减速, 并执行下一命令。取消上一 SPINMOVE 命令。在 SPINSTOP 命令中, 有为了自旋轴在 360°处停止的调整时间, 但在 SPINBRAKE 命令中, 由于以指定的回转减速度立即停止, 因此无调整时间并且停止位置不在 360°处。(请参阅 SPINSTOP 命令。)



```

SPINMOVE 30, 10 ..... (1)
SPINMOVE 40, 10 ..... (2)
JMOVE #A
SPINBRAKE 0
SPINRESET
SPINMOVE 50, 10 ..... (3)
JMOVE #B
    
```



在#A处以最大回转减速度停止(当向#A处的移动时间在 10 秒内时), 然后用 SPINRESET 重新设定自旋轴。取消命令(1)的剩余部分和命令(2)。

程序命令

**SPINSPEED 自旋轴回转速度, 自旋轴回转加/减速度**

**功能**

将用 SPINMOVE 命令设定的自旋轴回转速度更改为用本命令指定的速度。

**参数**

1. 自旋轴回转速度

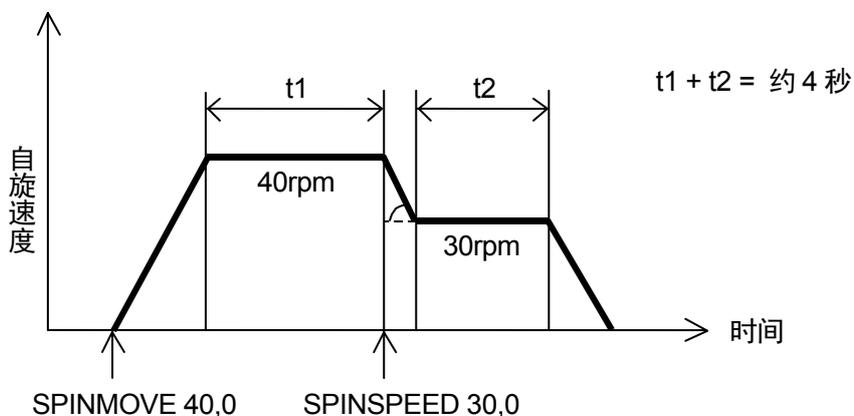
设定新的自旋轴回转速度。

单位: rpm。设定范围: 0.1 至最大值, 或-(0.1 至最大值)。最大值随机器人机种的不同而变化。  
设定负值时, 自旋轴逆时针回转。

2. 自旋轴回转加/减速度

当改变速度时, 设定自旋轴回转加/减速度。单位: rpm/s。自旋轴回转速度加快时, 作为回转加速度使用本参数, 自旋轴回转速度降低时, 作为回转减速度使用本参数。

- 指定为 0 时 : 最大回转加/减速度
- 1 至最大值(随机器人机种的不同而变化) : 指定的回转加/减速度
- 省略时 : 用 SPINACC/SPINDEC 命令设定回转加/减速度



**[ 注 意 ]**

即使使用本命令更改 SPINMOVE 的速度, 自旋轴也将在 360°处停止。仅当自旋轴以设定速度在运动中时, SPINSPEED 有效。

---

监控指令  
程序命令

---

**SPINHEREON**  
**SPINHEREOFF**

---

**功能**

当自旋轴在运动中使用 SPINMOVE 命令设定时，SPINHEREON 可以使读入当前位置值的指令/命令/函数(HERE 指令等)的执行有效。SPINHEREOFF 使这些功能无效(将显示为出错)

**[ 注 意 ]**

因为初始设置为 SPINHEREOFF，所以当自旋轴在 SPINMOVE 命令下运动时，如果执行读取当前值的指令/命令/函数，将导致“旋转轴未在各 360 度处停止。”错误发生。在设定 SPINHEREON 后，请注意用 HERE 命令等读入的自旋轴的当前位置值在规格上无效。

---

实数函数

---

**SPINCHK**

---

**功能**

当使用 SPINMOVE 命令时，如果自旋轴在运动中，则反馈-1，如果运动已结束，则反馈 0。

#### 4.5 与自旋控制功能相关的错误信息

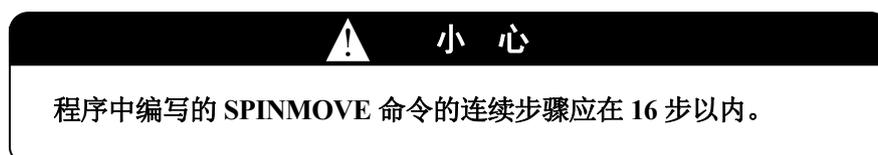
本章介绍自旋控制功能专有的错误产生时的故障排除方法。

##### ■ 错误代码：E1005

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 自旋轴编码器差值错误。                             |
| 主要原因 | 执行 RTSET 命令或打开控制器电源时，用于自旋轴计算的编码器值的偏差太大。 |
| 处理方法 | 实施自旋轴的调零。                               |

##### ■ 错误代码：E1104

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | SPINMOVE 指令太多。                            |
| 主要原因 | 程序中编写的 SPINMOVE 命令的连续步骤超过 16 步。           |
| 处理方法 | 从自旋轴运动开始到运动结束的 SPINMOVE 命令的连续步骤应在 16 步以内。 |



##### ■ 错误代码：E1116

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 旋转轴未在各 360 度处停止。  |
| 主要原因 | 自旋轴在运动时，按示教器上的[暂停]，或将<br>[TEACH/REPEAT(示教/再现)]转换到 TEACH(示教)处，或按下[紧急停止]。 |
| 处理方法 | 执行 SPINRESET 指令。其将修正 JT6 的回转角度，以便自旋轴在各 360 度处停止。                        |

# 5

---

## 软件缓冲器功能

## 5.1 功能说明

软件缓冲器功能就是，用软件实现的、根据作用于机器人的外力而进行规避运动的功能。通常的进行位置控制的机器人，由于它在控制的同时要保持原来的位置，所以它自身不能够为了减轻作用的外力，进行规避运动。因此，为了从工作机械取出工件而对工具施加外力的可行办法，就是在工具上设置不固定的机构来释放外力，但利用本功能可不必设置所述的不固定机构，通过机器人本身的规避动作就可减轻外力。软件缓冲器功能由表 1.1 记述的 AS 语言构成。

表 1.1 软件缓冲器功能 AS 语言一览

|                |                              |
|----------------|------------------------------|
| SAGAIN 命令      | 各轴的伺服增益通常根据伺服时的设定值，按百分率来设定。  |
| SAXYZ 命令       | 施加外力时的动作方向由基础坐标系来设定。         |
| SATXYZ 命令      | 施加外力时的动作方向用工具坐标系来设定。         |
| SADEGREE 命令    | 软件缓冲器功能动作有效范围用各轴角度来设定。       |
| SALENGTH 命令    | 软件缓冲器功能动作有效范围用坐标值(基础/工具)来设定。 |
| SAGRAV 命令      | 设定软件缓冲器功能有效时的重力补偿值。          |
| SASTART 命令     | 软件缓冲器功能有效。                   |
| SAEND 命令       | 软件缓冲器功能无效。                   |
| SAVDRAW 命令     | 在软件缓冲器动作中，向基础坐标方向动作。         |
| SATVDRAW 命令    | 在软件缓冲器动作中，向工具坐标方向动作。         |
| SAENVCHKOFF 命令 | 使偏差异常的检查无效。                  |
| SAENVCHKON 命令  | 使偏差异常的检查有效。                  |
| SAMONITOR 指令   | 表示软件缓冲器动作的状况和设定内容。           |
| SACHK 函数       | 检查软件缓冲器是否在进行着动作。             |

(细节请参考后叙的“5.4 AS 语言解说”。)

另，作为同样的可选功能，与另外准备的伺服系统增益的可变功能的区别如下所示。

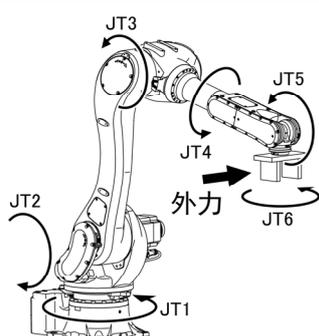
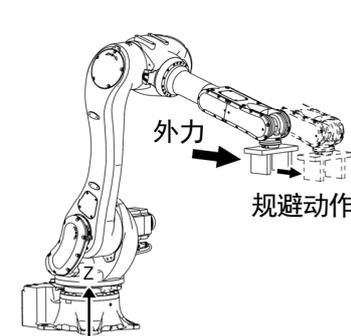
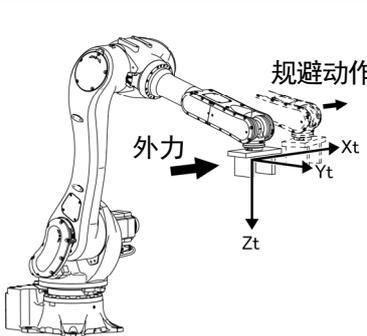
| 项目                                | 伺服系统增益的可变功能                               | 软件缓冲器功能           |
|-----------------------------------|---|-------------------|
| 在位置决定点除去外力时的应答                    | 复归到指令位姿。复归时位置决定的精度决定于设定的增益。增益小的时候，有时不能复归。 | 保持当时的位姿，不回到原来的位姿。 |
| 功能有效时的动作命令<br>(JMOVE, LMOVE 等)的使用 | 可   | 不可                |

### 5.1.1 动作模式

软件缓冲器功能包含，(1)各个轴方向，(2)基础坐标方向，(3)工具坐标方向 3 个动作模式，可以任意设定对应外力的规避动作的方向。这 3 个模式的特点如表 1.2 所示。

表 1.2 软件缓冲器功能 3 个模式

|          | 各轴方向<br>软件缓冲器             | 基础坐标方向<br>软件缓冲器         | 工具坐标轴方向<br>软件缓冲器 |
|----------|---------------------------|-------------------------|------------------|
| 对应外力     | 进行被动的规避动作。                |                         |                  |
| 位置，姿势    | 随外力变化。                    | 动作时，保持指定的位置和姿势。         |                  |
| 规避动作移动方向 | 指定轴旋转方向(图 A)              | 基础坐标指定轴方向(图 B)          | 工具坐标指定轴方向(图 C)   |
| 柔度       | 各轴依次调整。                   | 通过依次调整各轴，调节向指定的移动方向的柔度。 |                  |
| 功能结束时的动作 | 从功能结束时的位置开始再次开始通常的动作。     |                         |                  |
| 用法       | 按照 AS 语言的条件设定，开始，结束宣言来使用。 |                         |                  |

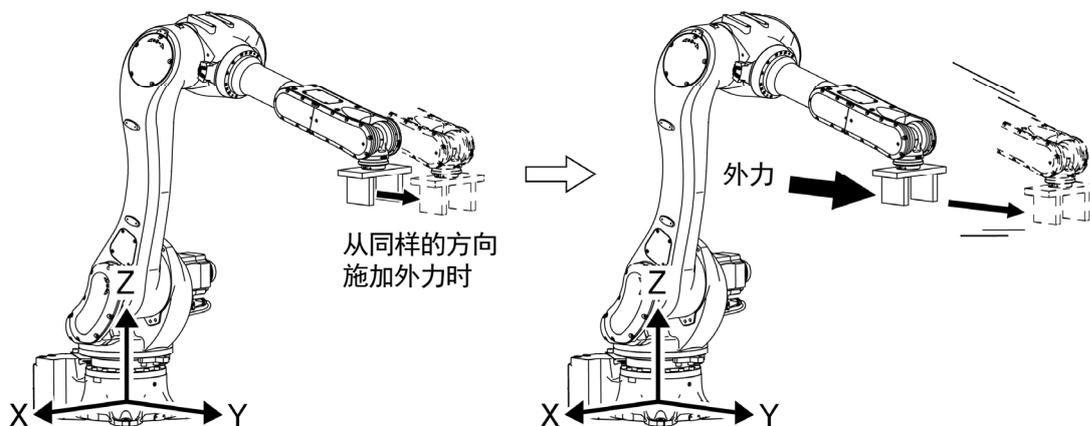
| 图 A. 各轴方向  | 图 B. 基础坐标方向  | 图 C. 工具坐标轴方向  |
|--|--|---|
|  <p>使用各轴软件缓冲器时，按照外力，通过各轴的旋转进行规避的动作。</p> |  <p>用基础坐标轴方向软件缓冲器的时候，按照外力向基础座标轴的指定方向进行规避动作。比如，当指定了基础坐标 Y 轴方向时，如图所示，就向基础 Y 轴方向做规避动作。</p> |  <p>用工具坐标轴方向软件缓冲器的时候，按照外力向工具座标轴的指定方向进行规避动作。比如，当指定了工具坐标 Xt 轴方向时，如图所示，向工具 Xt 轴方向做规避动作。</p> |

### 5.1.2 软件缓冲器功能中的直线动作

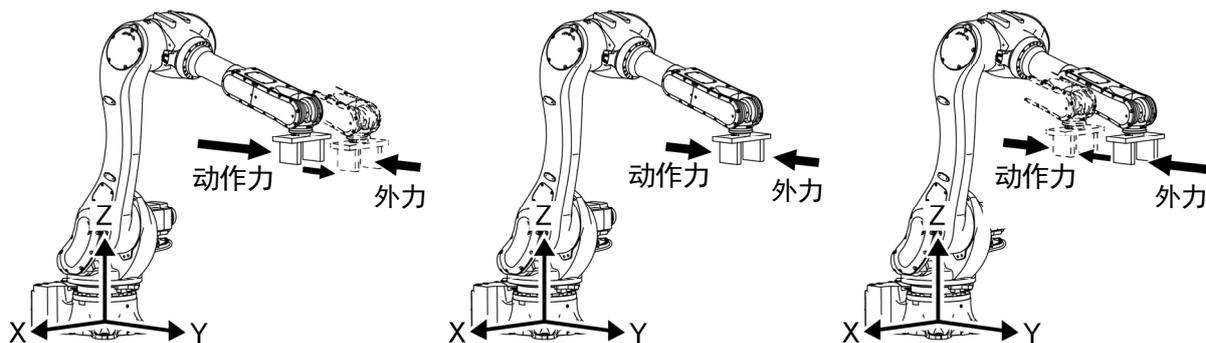
基本上来说，软件缓冲器功能就是对应外力做规避动作的功能，不受外力作用时机器人保持在原位置静止。但是，对于基础/工具模式下的软件缓冲器来说，执行 SAVDRAW 命令、和 SATVDRAW 命令时，即使不施加外力，也可使机器人进行直线的动作。

关于机器人朝基础坐标 Y 方向的动作，用以下的例子进行说明。

**例 1.** 从与机器人的动作方向同样的方向施加外力的话，进行更加快速的直线动作。



**例 2.** 从与机器人的动作方向相反的方向施加外力的话，机器人根据该外力的大小动作。



“动作力 $>$ 外力”时，向正在动作的方向动作。

“动作力 $=$ 外力”时，两个力均衡处于静止状态。

“动作力 $<$ 外力”时，向与正在动作的方向相反的方向动作。

## 5.2 使用方法

### 5.2.1 使用条件的探讨

用软件缓冲器功能使机器人作业时，有必要讨论外力作用于哪个方向，以及此时的规避动作应该是哪个轴做，应如何动作。用软件缓冲器功能进行规避动作时，由于至少需要克服机械静摩擦的力，所以向机器人施加外力时，需要成为有效的轴转矩那样的工具姿态。特别是使用基础坐标轴方向或工具坐标轴方向的软件缓冲器功能，施加外力时，需要对手腕轴施加准确的外力扭矩，使其做出规避动作。(参考图 2.1)

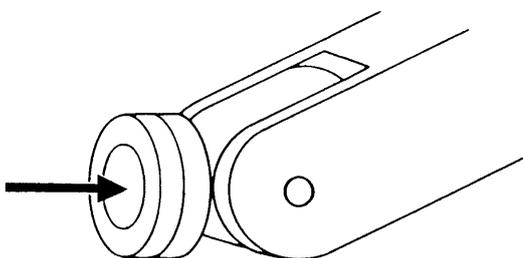


图 2.1 手腕轴不能做规避动作例

如左图所示，向手腕轴法兰施加垂直的外力时，由于没有在手腕轴上施加外力扭矩，所以不能进行规避动作。



### 5.2.3 使用条件的设定

软件缓冲器功能执行中的机器人的动作由程序中的条件设定部决定。下面对其要点进行说明。(细节请参看后面的“5.4 AS 语言解说”。)

#### 1. 功能有效范围(SADEGREE、SALENGTH 命令)

从软件缓冲器功能开始的点开始的功能有效范围用角度(SADEGREE 命令)和距离(SALENGTH 命令)来指定。在软件缓冲器功能动作中,机器人到达这个范围界限时,机器人返回到通常的动作。请在编制机器人程序时,使用这两个命令设定功能有效范围。另外,在设定功能有效范围时,请限于可应用的必需的最小限度。

#### 2. 重力补偿的设定(SAGRAV 命令)

软件缓冲器功能中的重力补偿用 SAGRAV 命令来设定条件。不过,因本设定的误差和计算误差等造成不能避免软件缓冲器中的偏移时,需要重新调整用 SAGAIN 命令进行的增益设定。为了避免这样的不利情况,建议将机器人的规避动作的方向设为水平方向,取消重力的影响以此来制订应用计划。

#### 3. 柔度的调整(SAGAIN 命令)

软件缓冲器功能中的顺从性(伺服的灵活性)用 SAGAIN 命令调整。设定范围在 0 至 100[%],增益的设定越小越可用小的外力进行规避动作。该设定值越小,伺服就变得越灵活,但外力开放时的残留偏差和惯性的影响下有时会出现偏移的动作。在这种情况下,请重新增大增益设定。

#### 4. 移动方向的设定(SAXYZ、SATXYZ 命令)

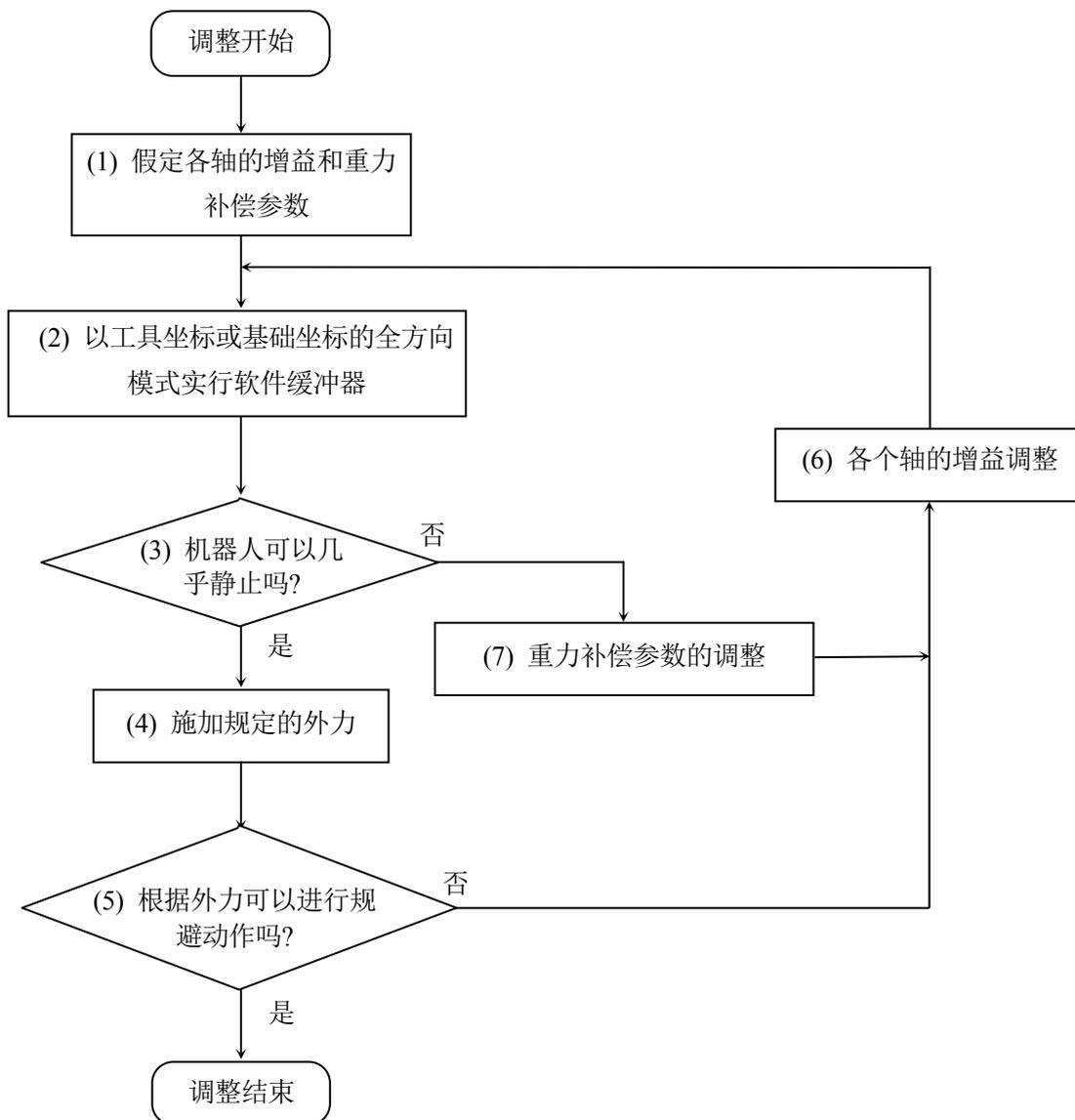
软件缓冲器功能中的移动方向可用各个轴的方向,基础坐标轴方向,工具坐标轴方向之一来指定。发布 SAXYZ 命令的话为基础坐标轴,发布 SATXYZ 命令的话为工具坐标轴,没有发布 SAXYZ、STXYZ 命令时就是各个轴的方向。但,不能保证功能的性质,轨迹的精度,对此请给以了解。

#### 5. 偏差异常检查的有无设定(SAENVCHKON、SAENVCHKOFF 命令)

设定软件缓冲器功能中的偏差异常检查的有无。发布 SAENVCHKON 命令的话,偏差异常检查为有效,发布 SAENVCHKOFF 命令的话,偏差异常检查为无效。

### 5.2.4 调整顺序

使用软件缓冲器功能使机器人动作，需要与机器人的姿势，动作方向相符的正确的各个轴的增益和重力补偿参数。调整软件缓冲器功能请按如下步骤进行。



### 程序例

```
SAGAIN 10,80,80,5,50,10  
SAGRAV 30,0,0,350  
SATXYZ 1,0,0,0,0,0  
SASTART  
:  
SAEND
```

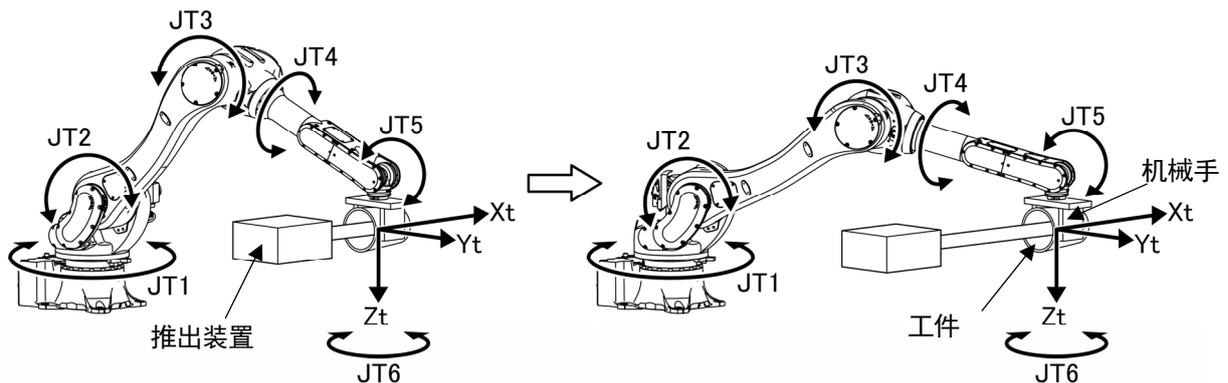


图 2.2 应用例

#### 1. 假定各轴的增益和重力补偿参数

(1) 各轴的增益根据机器人的姿势，动作的方向做出暂时决定。设定要执行 SAGAIN 命令。

[调整方法]

- 1) 从重力方向受力轴的增益尽量调高些。(50%以上)
- 2) 按照外力进行规避动作时，旋转轴的增益要尽量减低。

在图 2.2 的应用例中，从重力方向受力的轴是 JT2, JT3。再有，工件被推出时进行规避动作的轴是 JT1, JT4, JT6，所以使用 SAGAIN 10, 80, 80, 10, 50, 10。

(2) 重力补偿参数的假定，要根据机械手和工件的质量和重心位置的概算值来设定。

设定要执行 SAGRAV 命令。程序例中使用 SAGRAV 30, 0, 0, 350。

#### 2. 用工具或基础的全方向模式实行软件缓冲器

用工具坐标或基础坐标的全方向模式实行软件缓冲器。在图 2.2 的适用例中，程序例的 SATXYZ 暂时设为 1, 1, 1, 1, 1, 1。

### 3. 机器人可否几乎静止

确认机器人在软件缓冲器开始的位置可否几乎静止。在实际操作中没进行朝重力方向的软件缓冲器的动作时，不必进行精确的调整。

在图 2.2 的应用例中，因以 SATXYZ 1, 0, 0, 0, 0, 0 使软件缓冲器动作，从而不产生向重力方向(工具 Z 方向)的软件缓冲器动作，所以，不必进行精确的调整。

### 4. 施加规定以外的外力

施加规定的外力。在图 2.2 的应用例中，实际上由工件推出装置推出工件。

### 5. 能否按照外力进行规避动作

确认按照外力规避动作能否顺利地进行。

### 6. 各个轴增益的调整

进行各个轴的增益的微调。

- (1) 机器人不能静止时 → 适当增大偏差大的轴(常旋转的轴)的增益。
- (2) 按规定的外力不能进行规避动作时 → 各个轴的增益高，所以不能进行规避动作。  
在这时，适当减小偏差大的轴的增益。

### 7. 重力补偿参数的调整

实际地操作软件缓冲器的功能，进行重力补偿参数的微调。调整时，没有向软件缓冲器功能动作中施加外力的话，就在该位置寻找可几乎静止的参数。设定使用 SAGRAV 命令。

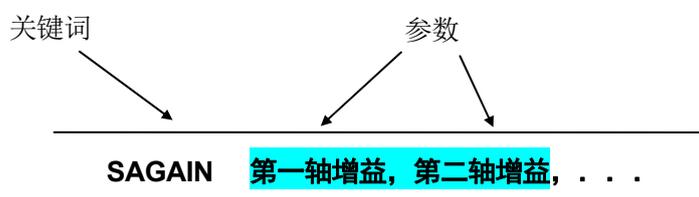
[调整方法]

- (1) 臂杆向重力方向移动(下降)时，加大质量参数。  
(因为参数比实际的质量小)
- (2) 臂杆朝与重力方向相反的方向移动(上升)时，减小质量参数。  
(因为参数比实际的质量大)
- (3) 重心位置的参数的调整随机器人作业姿势的变化而不同，但一般来说，离法兰面的距离越远，对载荷的轴来说，重力补偿的效果越明显。



## 5.4 AS 语言解说

### 示例



可以省略输入用          标记的参数值。

必须在关键词和参数之间输入一个空格。

示例中  代表回车键(Enter 键)。





---

**SATXYZ X 方向设定, Y 方向设定, Z 方向设定, RX 方向设定, RY 方向设定, RZ 方向设定**

---

### 功能

将软件缓冲器功能有效时施加外力时的动作方向，设定为工具坐标系的轴方向及围绕轴的回转方向。

### 参数

X 方向设定, Y 方向设定, Z 方向设定, RX 方向设定, RY 方向设定, RZ 方向设定

1: 为动作方向。

0: 保持 SASTART 命令实行时的坐标值。

各参数可以省略。省略时的值为前次此命令实行时的设定值。初始值均为 0。

### 详细说明

通过 SASTART 命令使软件缓冲器功能有效时，且想让机器人在外力作用下的规避动作是沿工具坐标轴进行时实行本命令。施加外力时，向设定为 1 的轴方向动作。实行本命令时，动作命令全部无效。而且，通过本命令想使其在外力作用下沿工具坐标进行规避动作时，一定要按 SAGAIN 命令，将外力作用时的动作回转方向的轴增益降低。

根据增益设定，除了设定的轴方向，规避运动也有可能向其他方向运动。另外，如果不在设定方向上施加外力，将不会运动。

### 示例

SAGAIN 100,100,100,10,10,10      各个轴增益设定  
SAXYZ 1,0,0,0,0,0                  要求沿工具坐标 X 进行规避

SASTART  
|  
| } 这之间进行的设定增益有效，机器人沿工具坐标 X 方向进行规避。  
|  
SAEND

---

**SADEGREE** 第 1 轴角度, 第 2 轴角度, 第 3 轴角度, 第 4 轴角度, 第 5 轴角度, 第 6 轴角度,  
第 7 轴角度, 第 8 轴角度, 第 9 轴角度

---

## 功能

通过各轴角度设定软件缓冲器功能的有效范围。

## 参数

第 1 轴角度, 第 2 轴角度, 第 3 轴角度, 第 4 轴角度, 第 5 轴角度, 第 6 轴角度, 第 7 轴角度, 第 8 轴角度, 第 9 轴角度

设定软件缓冲器功能有效领域的各轴的限制角度。单位是度。各参数可以省略。省略时的值为前次此命令实行时的设定值。初始值全部为 10°。

## 详细说明

软件缓冲器功能有效时, 当前位置由 SASTART 命令实行时的位置移动超过设定角度时, 将回归到通常伺服, 软件缓冲器功能终止。即使有 1 轴超越设定角度, 全轴均会回归通常伺服。想要限制受到外力的机器人的移动时使用。

## 示例

SAGAIN 100,100,100,10,10,10      各个轴增益设定  
SADEGREE 5,5,5,10,10,10      规避动作有效范围的角度设定  
SASTART  
    } 这之间进行的设定增益有效, 机械手执行规避动作。  
    } 即使有 1 轴超越设定角度, 全轴均会回归通常伺服。  
SAEND

---

**SALENGTH** X+, X-, Y+, Y-, Z+, Z-, RX+, RX-, RY+, RY-, RZ+, RZ-

---

### 功能

通过基础/工具坐标系设定软件缓冲器功能的有效范围。

### 参数

X+, X-, Y+, Y-, Z+, Z-, RX+, RX-, RY+, RY-, RZ+, RZ-

设定软件缓冲器功能的有效并进以及回转动作领域。单位分别为 mm 和°。SAXYZ 命令实行时为基础坐标系的有效领域，SATXYZ 命令实行时为工具坐标系的有效领域。各参数可以省略。省略时的值为前次此命令实行时的设定值。设定范围为 0 至 9999。X/Y/Z 相关初始值为 100mm、RX/RY/RZ 相关初始值为 10°。

### 详细说明

软件缓冲器功能有效时，当前位姿由 SASTART 命令执行时的位姿移动了超过设定值的距离时，回归通常伺服，软件缓冲器功能终止。即使是一个轴超越设定值，全轴均回归通常设定伺服。SAXYZ 命令实行时为基础坐标系的有效区域，SATXYZ 命令实行时为工具坐标系的有效区域。想要控制受到外力的机器人的移动范围时使用。

### 示例

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| SAGAIN 100,100,100,10,10,10 | 各轴增益设定   |
| SAXYZ 1,0,0,0,0,0           | 基础坐标 X 方向规避动作要求  |
| SALENGTH 10,10,100,10,5,5   | 规避动作有效领域的设定  |
| SASTART                     |  |
|                             | } 这之间进行的设定增益有效，机械手执行规避动作。<br>} 即使是一个轴超越设定值时，全轴均回归通常设定伺服。 |
|                             |  |
| SAEND                       |  |

---

**SAGRAV 负荷质量, 重心位置 X, 重心位置 Y, 重心位置 Z**

---

### 功能

设定软件缓冲器功能有效时的重力补偿值。

### 参数

负荷质量      单位为 kg。设定范围为 0 至 300。如果机器人的最大负荷质量比 300kg 重，则最大负荷质量成为上限值。不能省略。

重心位置 X    单位为 mm。设定范围为-1000 至 1000。省略时为 0。

重心位置 Y    单位为 mm。设定范围为-1000 至 1000。省略时为 0。

重心位置 Z    单位为 mm。设定范围为-1000 至 1000。省略时为 0。

通过工具坐标系设定重心位置的 XYZ 的值。

(请参照《AS 语言参考手册》的工具坐标系的说明。)

### 详细说明

软件缓冲器功能有效时，对应被设定的值进行重力补偿。本设定值与实际负荷存在差异、机械手没有被施加外力时，位置和姿态会存在漂移现象。

### 示例

SAGRAV 40,300,-350,400      重力补偿的重心位置，负荷位置的设定

SAGAIN 100,100,100,10,10,10      各轴增益设定

SAXYZ 1,0,0,0,0,0      基础 X 方向的规避动作要求

SASTART

      } 这之间进行的设定增益有效，机械手执行规避动作。  
      } 此时，被设定的数据实行原有的重力补偿。

SAEND

---

## **SASTART**

---

### **功能**

使软件缓冲器功能有效。

### **参数**

无

### **详细说明**

执行本命令后软件缓冲器功能有效。软件缓冲器功能在 SAEND 命令实行，并且 SADEGREE、SALENGTH 设定领域控制功能停止情况下有效。实行本命令前，有必要对 SAGAIN、SADEGREE、SAGRAV、SAXYZ 以及 SATXYZ 命令条件进行重新设定。

---

## SAEND

---

### 功能

使软件缓冲器功能无效。

### 参数

无

### 详细说明

实行本命令后软件缓冲器功能被设定为无效。

---

**SAVDRAW** X 方向移动速度, Y 方向移动速度, Z 方向移动速度,  
RX 方向移动速度, RY 方向移动速度, RZ 方向移动速度

---

## 功能

在软件缓冲器动作中，执行按基础坐标指定的动作。

## 参数

X 方向移动速度, Y 方向移动速度, Z 方向移动速度, RX 方向移动速度, RY 方向移动速度, RZ 方向移动速度

指定 X、Y、Z、RX、RY、RZ 方向的移动速度。X、Y、Z 方向的单位为 mm/s、RX、RY、RZ 方向的单位为°/s。请将直线运动插值最高速度设为以下的值。(本功能无法用超过直线运动插值最高速度的速度让机器人运动。)省略时为 0mm/s 或 0°/s。

## 详细说明

软件缓冲器动作中(SASTART 命令和 SAEND 命令之间)，执行按基础坐标基准指定的动作。指定了多方向的移动速度时，按各速度矢量合成后的方向和速度进行动作。(参照下图)不在软件缓冲器动作中时，会报故障。

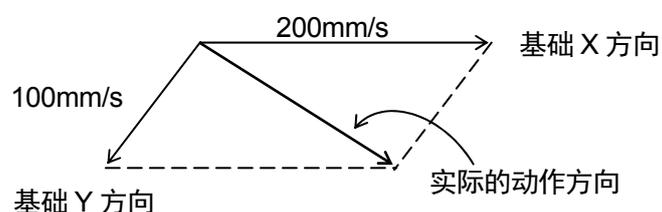
故障: (P0111) 当前模式下不能使用该条命令/指令。

## 注意事项

本命令只在基础坐标基准软件缓冲器动作中有效，在其它的动作模式中无效。因为实际的机器人动作速度依赖于各轴的设定增益。另外，请注意，即使是增益很高，也会出现机器人不能按照指定的移动速度运动的情况。

## 示例

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| SAGRAV 40,300,-350,400      | 重力补偿的重心位置、负荷位置的设定    |
| SAGAIN 100,100,100,10,10,10 | 各轴增益设定               |
| SAXYZ 1,0,0,0,0,0           | 基础 X 方向的规避动作要求       |
| SASTART                     |                      |
| SAVDRAW 200,100,0,0,0,0     | 基础 X, Y 方向的移动速度设定    |
| TWAIT 10                    | 按设定的方向和移动速度动作 10 秒钟。 |
| SAEND                       |                      |



---

**SATVDRAW** X 方向移动速度, Y 方向移动速度, Z 方向移动速度  
RX 方向移动速度, RY 方向移动速度, RZ 方向移动速度

---

### 功能

在软件缓冲器动作中，执行按工具坐标指定的动作。

### 参数

X 方向移动速度, Y 方向移动速度, Z 方向移动速度, RX 方向移动速度, RY 方向移动速度, RZ 方向移动速度

指定 X、Y、Z、RX、RY、RZ 方向的移动速度。X、Y、Z 方向的单位为 mm/s、RX、RY、RZ 方向的单位为°/s。请将直线运动插值最高速度设为以下的值。(本功能无法用超过直线运动插值最高速度的速度让机器人运动。)省略时为 0mm/s 或者 0°/s。

### 详细说明

软件缓冲器动作中(SASTART 命令和 SAEND 命令之间), 执行按工具坐标基准指定的动作。指定了多方向的移动速度时, 按各速度矢量合成后的方向和速度进行动作。(参照下图)不在软件缓冲器动作中时, 会报错。

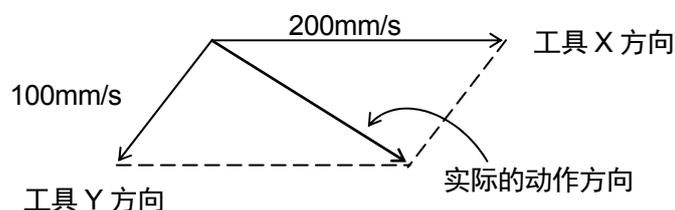
错误: (P0111) 当前模式下不能使用该条命令/指令。

### 注意事项

本命令只在工具坐标基准软件缓冲器动作中有效, 在其它的动作模式中无效。因为实际的机器人动作速度依赖于各轴的设定增益。另外, 请注意, 即使是增益很高, 也会出现机械人不能按照指定的移动速度移动的情况。

### 示例

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| SAGRAV 40,300,-350,400      | 重力补偿的重心位置、负荷位置的设定    |
| SAGAIN 100,100,100,10,10,10 | 各轴增益设定               |
| SATXYZ 1,0,0,0,0,0          | 工具 X 方向的规避动作要求       |
| SASTART                     |                      |
| SATVDRAW 200,100,0,0,0,0    | 工具 X, Y 方向的移动速度设定    |
| TWAIT 10                    | 按设定的方向和移动速度动作 10 秒钟。 |
| SAEND                       |                      |



---

## SAENVCHKOFF

## SAENVCHON

---

### 功能

控制偏差异常的检查。

### 详细说明

SAENVCHKOFF 是将偏差异常的检查设定为无效，SAENVCHKON 是将偏差异常的检查设定为有效。  
本命令只在软件缓冲器功能有效时，对偏差异常的检查进行控制。

### 示例

SAENVCHKOFF                      将偏差异常的检查设定为无效。

SAGAIN 100,100,100,10,10,10      各轴增益设定

SASTART

    |                      } 在这之间偏差异常的检查为无效。

SAEND

## 5.4.2 监控指令

### SAMONITOR

#### 功能

显示软件缓冲器功能的动作状态、设定状况。

#### 详细说明

执行本指令后、可以显示以下的状态。

- (1) 软件缓冲器功能动作中(EXECUTE)/停止中(STOP)
- (2) 是否超出动作范围
- (3) 设定各轴的增益
- (4) 各轴的动作范围
- (5) 基础/工具坐标系动作范围
- (6) 重力补偿值的设定
- (7) 软件缓冲器动作模式
- (8) 偏差异常的检查的有效(ENABLE)/无效(DISABLE)

#### 示例

>SAMONITOR

```

*** SOFT ABSORBER MONITOR ***
                                STOP .....(1)
                                OVER RANGE: X direction .....(2)
GAIN          100.0(1) 100.0(2) 100.0(3) 100.0(4) 100.0(5) 100.0(6) .....(3)
DEGREE        10.0(1)  10.0(2)  10.0(3)  10.0(4)  10.0(5)  10.0(6) .....(4)
LENGTH        100.0-100.0(x)      100.0-100.0(y)      100.0-100.0(z) .....(5)
                                10.0-10.0(rx)      10.0-10.0(ry)      10.0-10.0(rz) .....(5)
GRAV.         240.0(kg)  0.0(x)   0.0(y)   0.0(z) .....(6)
XYZ.          .....(7)
ENVCHK  DISABLE .....(8)
    
```

对应上面详细说明了  
项目编号。

### 5.4.3 实数值指令

---

#### SACHK

---

#### 功能

软件缓冲器功能有效的话为-1，软件缓冲器功能无效的话返馈 0。

但是，即使程序的动作阶段在 SASTART 至 SAEND 之间，受 SADEGREE、SALENGTH 控制时，软件缓冲器功能为无效并返馈 0。

## 5.5 编程例

### 5.5.1 压铸成形品的取出

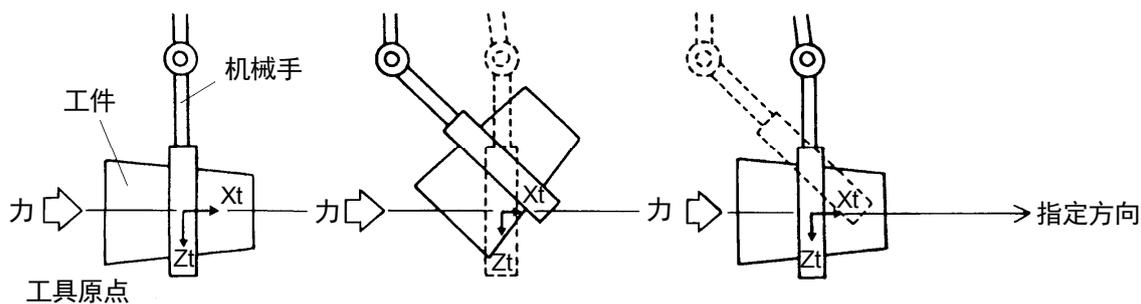
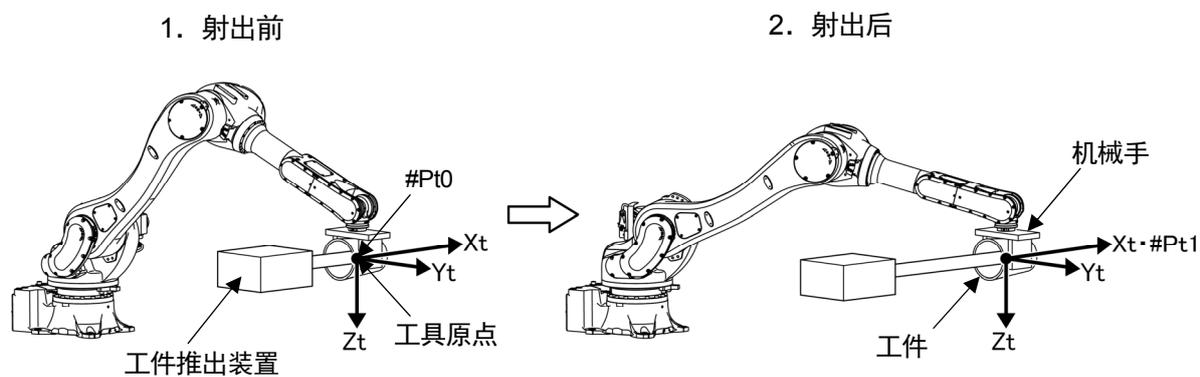
压铸成形品(以下称工件)从压铸机通过排出装置强制排出。通常，工件的取出作业由机器人来执行时，使用装配了浮动机构的机械手(以下称专用工具)。但因为如果具备了软件缓冲器功能后，机器人自身可以向工件的排出方向进行规避动作，所以没有浮动机构的机械手也可以进行本操作。

|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| .PROGRAM main()               | 主操作程序                      |
| TOOL TRANS(Xt,Yt,Zt,Ot,At,Tt) | 工具坐标系的设定                   |
| CALL knockout                 | 访问软件缓冲器条件设定子程序             |
| OPENI                         | 机械手打开                      |
| JMOVE #pt0                    | 向工件抓取位置的移动                 |
| CLOSEI                        | 机械手闭合，抓取工件                 |
| BREAK                         |                            |
| SASTART                       | 软件缓冲器功能启动                  |
| SIGNAL 1                      | 向成形机发出可以排出的信号(OUT1 ON)     |
| SWAIT 1001                    | 等待成形机排出完成(IN1 ON 等待)       |
| SAEND                         | 软件缓冲器功能终止                  |
| SWAIT 1001                    | 成形机排出完成确认                  |
| SIGNAL -1                     | 关闭向成形机发出的可以排出的信号(OUT1 OFF) |
| JMOVE #pt1                    | 向下一个操作位置移动                 |
| .END                          |                            |
| .PROGRAM knockout             | 软件缓冲器条件设定子程序               |
| SADEGREE 10,10,10,10,10,10    | 指定功能有效范围(角度)               |
| SALENGTH 100,20,20,20,20,20   | 指定功能有效范围(坐标值)              |
| SAGRAV 30,0,0,350             | 重力补偿的条件设定                  |
| SAGAIN 10,80,80,5,50,10       | 各轴增益的设定                    |
| SATXYZ 1,0,0,0,0,0            | 将规避动作方向指定到工具坐标 Xt 轴方向      |
| RETURN                        | 返回子程序                      |
| .END                          |                            |

## 机器人的动作

从压铸成形机中取出工件的动作概略如下图所示。

### 1. 装置图



### 2. 动作说明图

(1) 从工件推出装置推出。

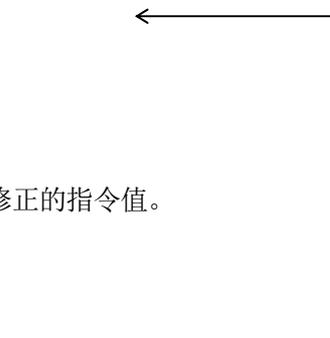


(2) 手腕轴弯曲。

补正将工具原点向指定方向修正的指令值。

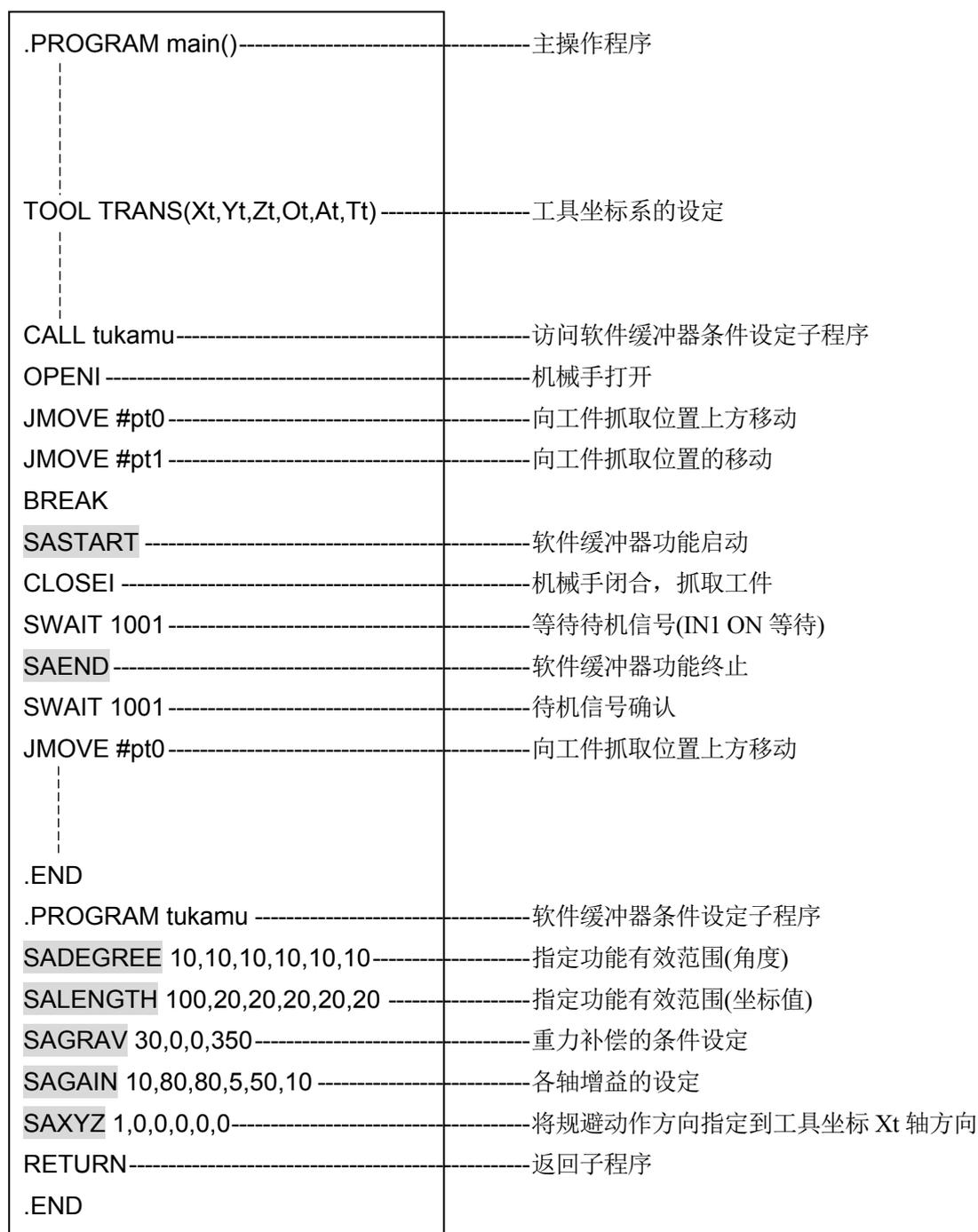


(3) 机器人按指令值进行动作。



### 5.5.2 偏移工件的抓取

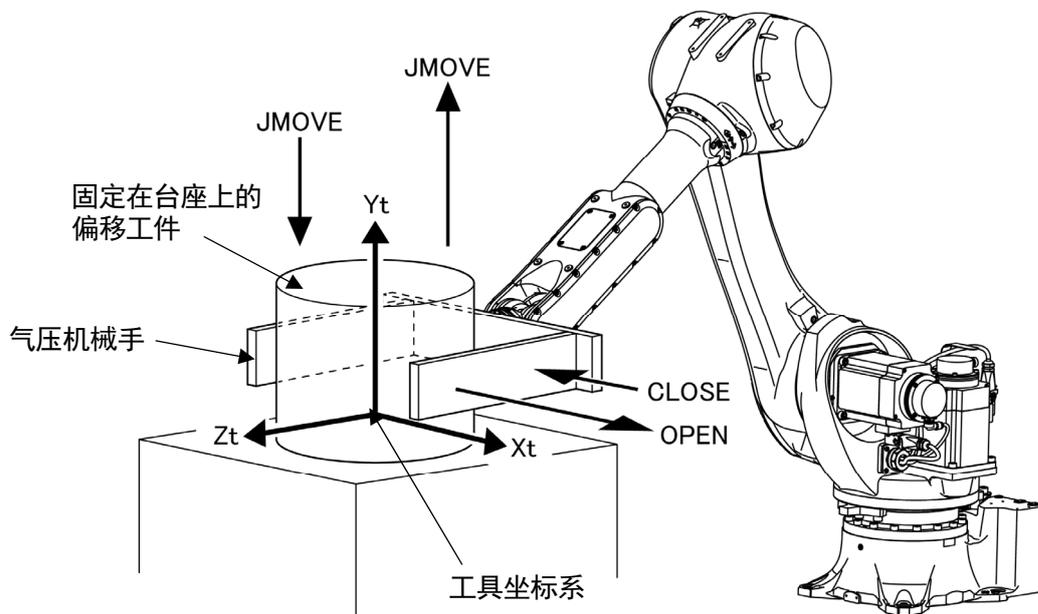
机器人抓取工件时，需要让机器人作出顺应动作以便顺利抓取位置偏移的工件。此时，需要对机械手进行特殊机构的设置。但是当使用了软件缓冲器功能后，即使机械手上没有设置特殊机构，也能跟随工件顺利抓取。



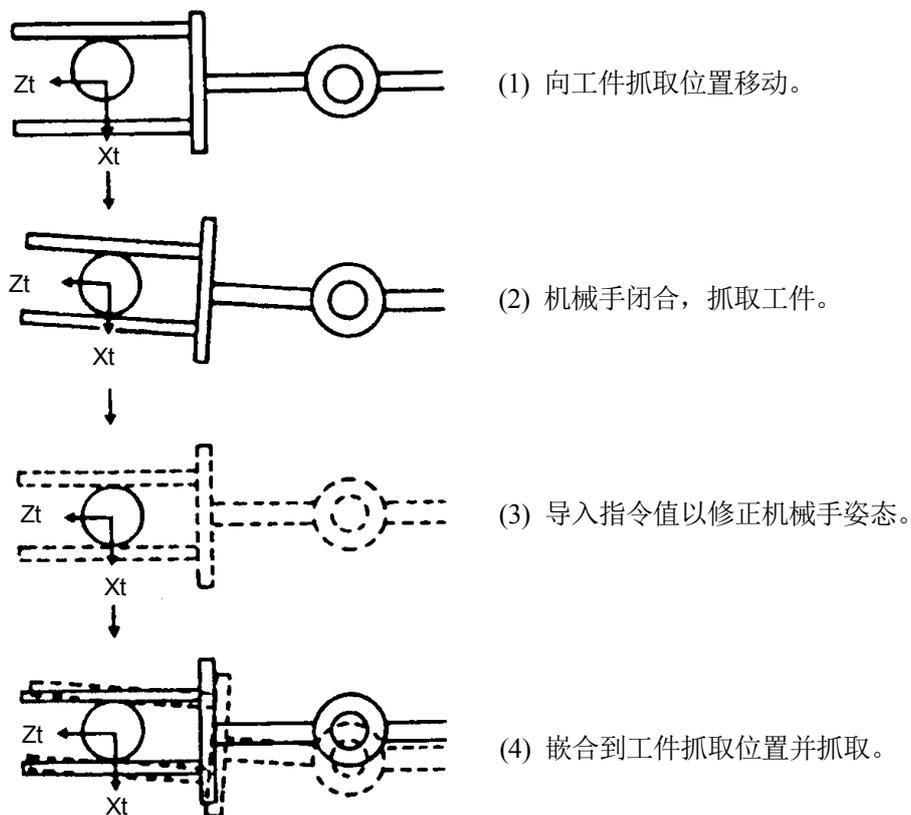
## 机器人的动作

偏移工件的抓取动作大致如下图所示。

### 1. 装置图

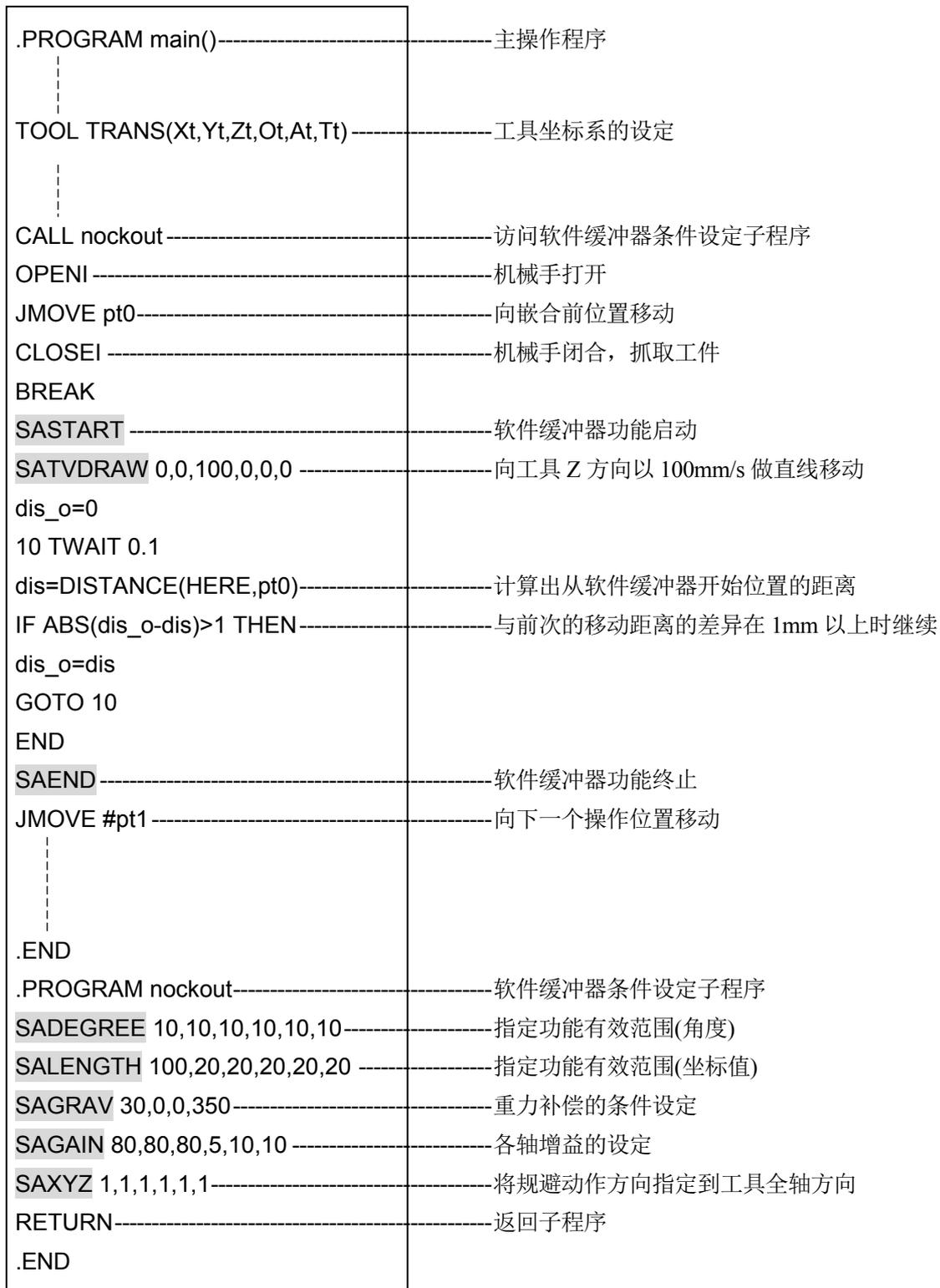


### 2. 抓取工件的动作说明图



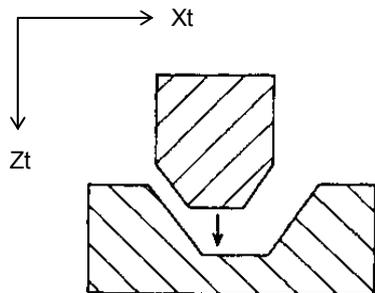
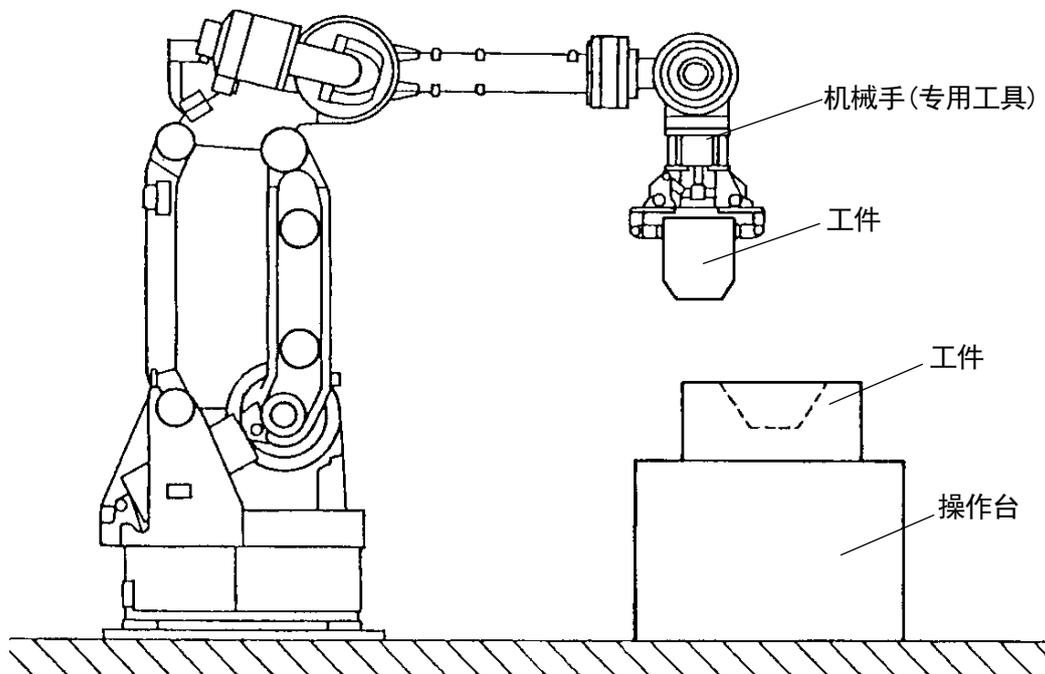
### 5.5.3 工件嵌合

要使机器人将抓取工件嵌合到固定位置的工件上时，通常需要使用装置了浮动机构的机械手(以下称专用工具)。但是具有软件缓冲器功能的机器人自己可以在抓取过程当中进行仿形动作，因此没有浮动机构的机械手也可以完成本动作。

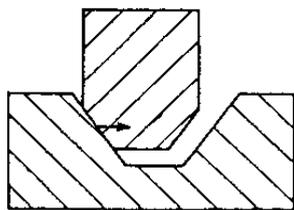


## 机器人的动作

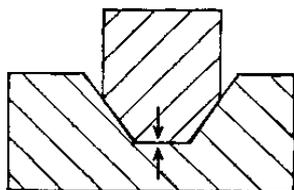
机器人将抓取的工作件嵌入到固定工件时的动作大致如下图所示。



(1) 机器人按 Z 方向作直线动作。



(2) 在外力作用下，手腕动作。



(3) 力量平衡后、停止 Z 方向的运动。

## 5.6 与软件缓冲器相关的错误

本选购功能中常出现的错误如下。

### ■ 错误代码：D2012

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 软吸收错误，关断后再开启控制电源。   |
| 内容   | 关于软件缓冲器功能，表示出现了伺服系统的数据发生变更的情况。因为存在伺服系统的数据不能被正确设定的可能性，所以只靠故障复位无法恢复。因此有必要将控制电源进行 OFF/ON 操作，对伺服系统的数据进行再设定。(将控制电源进行 OFF/ON 操作时伺服系统的全部数据会被设定。) |
| 主要原因 | 1. AS 软件和伺服软件的版本组合错误。<br>2. 主 CPU 电路板和伺服电路板的通信异常。<br>3. 伺服电路板故障。  |
| 处理方法 | 请将电源进行 OFF/ON 操作，再次实行程序。故障仍然发生时，请与川崎的服务商联系。   |

# 6

---

## 伺服系统增益 可变功能

## 6.1 功能说明

一般地，当机器人与工件接触或其他目标机器人的驱动力和外力处于平衡状态时，机器人停止。如果伺服刚度(增益)大，则产生的反作用力也会大，并且手爪/工件有可能会因受碰撞而损坏。为了避免这些问题的产生，本功能通过设置小的增益，来减小伺服刚度，减缓反作用力。(请注意，仅当偏差限制在偏差驱动力特性的线性范围内时，能有效地减缓反作用力。如果偏差超过某个值，用高/低增益设定的反作用力调节将无效。)

本功能，用表 1 中的 AS 语言命令设定。

表 1 伺服系统增益可变功能的 AS 语言一览表

| 命令/指令           | 内容                    |
|-----------------|-----------------------|
| CGNGAIN 命令      | 用正常伺服增益的百分比设定各轴的伺服增益。 |
| CGNGRAV 命令      | 当本功能有效时，设定重力补偿值。      |
| CGNSTART 命令     | 伺服系统增益可变功能为有效。        |
| CGNEND 命令       | 伺服系统增益可变功能为无效。        |
| CGNENVCHKOFF 命令 | 当此功能有效时，偏差错误检查为无效。    |
| CGNENVCHKON 命令  | 当此功能有效时，偏差错误检查为有效。    |
| CGNMONITOR 指令   | 显示此功能的设定条件。           |

尽管伺服系统增益可变功能和缓冲器功能很相似，但其也有不同之处。其不同之处请参阅下表。

| 项目                            | 伺服系统增益可变功能                                   | 缓冲器功能              |
|-------------------------------|--|--------------------|
| 在机器人定位位姿处去除外力时的响应             | 返回到指令位姿。返回时的定位精度由设定的增益来决定。当增益值小时，机器人停留在当前位姿。 | 保持那时的位姿，不返回到原来的位姿。 |
| 功能有效时的运动命令(JMOVE, LMOVE 等)的使用 | 有效   | 无效                 |

本功能对外部轴的应用仅限于使用川崎公司制造的放大器。

## 6.2 AS 语言参考

**示例**

关键词                      参数

↓                              ↙

---

**CGNGAIN** JT1 增益···, JT8 增益

---

可以省略输入用   标记的参数值。  
必须在关键词和参数之间输入一个空格。  
示例中   代表回车键(Enter 键)。

程序命令

---

**CGNGAIN** JT1 增益, JT2 增益, JT3 增益, JT4 增益, JT5 增益, JT6 增益, JT7 增益, JT8 增益,  
JT9 增益

---

**功能**

当伺服系统增益可变功能有效时，设定各轴的增益。

**参数**

JT1 增益, JT2 增益, JT3 增益, JT4 增益, JT5 增益, JT6 增益, JT7 增益, JT8 增益, JT9 增益

将各轴的伺服增益用正常伺服增益的百分比来设定。设定范围为 0 至 100。可以省略参数。省略时，使用在上一次 CGNGAIN 命令中指定的增益值。默认值为 100。仅 F 系列控制器可以指定 JT9 增益。

**详细说明**

通常增益设定为 100。增益设定的越小，机器人的伺服刚度会变的越小。尽管机器人运动自身的响应减慢，小增益设定使机器人易对外力反应。在 CGNSTART 命令和 CGNEND 命令的执行期间，增益设定为有效。

**示例**

CGNGRAV 40, 300, -350, 400

设定重力补偿的负载质量和重心位置。

CGNGAIN 100, 100, 100, 10, 10, 10

设定各轴的增益。

CGNSTART

.....



在此期间增益设定有效。

CGNEND

## 程序命令

**CGNGRAV** 负载质量, **重心位置 X**, **重心位置 Y**, **重心位置 Z**

### 功能

设定重力补偿值。

### 参数

1. 负载质量

单位为 kg。设定范围为 0 至 200。如果机器人的最大负荷质量比 200kg 重，则最大负荷质量成为上限值。不能省略。

2. 重心位置 X

单位为 mm。设定范围为-1000 至 1000。省略时，设为 0。

3. 重心位置 Y

单位为 mm。设定范围为-1000 至 1000。省略时，设为 0。

4. 重心位置 Z

单位为 mm。设定范围为-1000 至 1000。省略时，设为 0。

设定空坐标系的重心位置 X, Y 和 Z 值。(有关空坐标系的更多详情，请参阅《AS 语言参考手册》。)

### 详细说明

本功能有效时，根据设定值来进行重力补偿。当这些值不同于实际的负载时，位置和姿态可能偏离。

### 示例

CGNGRAV 40, 300, -350, 400

CGNGAIN 100, 100, 100, 10, 10, 10

CGNSTART

.....

CGNEND

设定重力补偿的负载质量和重心位置。

设定各轴的增益。

在此期间增益设定为有效，机器人执行顺应运动。根据设定值来进行重力补偿。



---

## 程序命令

---

### CGNSTART

---

#### 功能

开始伺服系统增益可变功能。

#### 详细说明

执行本命令，伺服系统增益可变功能为有效。执行 CGNEND 命令，伺服系统增益可变功能为无效。  
在执行 CGNSTART 命令前，请用 CGNGAIN 和 CGNGRAV 命令设定伺服系统增益可变功能的条件。

---

程序命令

---

**CGNEND**

---

**功能**

结束伺服系统增益可变功能。

**详细说明**

执行本命令，伺服系统增益可变功能为无效。

---

程序命令

---

**CGNENVCHKOFF**

**CGNENVCHKON**

---

**功能**

控制偏差错误检查。

**详细说明**

CGNENVCHKON 命令使偏差错误检查有效, CGNENVCHKOFF 命令使偏差错误检查无效。仅当伺服系统增益可变功能为有效时, 本命令控制偏差错误检查。

**示例**

CGNENVCHKOFF

CGNGRAV 40, 300, -350, 400

CGNGAIN 100, 100, 100, 10, 10, 10

CGNSTART

.....

CGNEND

使偏差错误检查无效。

设定重力补偿的负载质量和重心位置。

设定各轴的增益。

在此期间偏差错误检查为无效。



---

监控指令

---

**CGNMONITOR**

---

**功能**

显示伺服系统增益可变功能的操作状态和设定条件。

**详细说明**

显示下列项目的当前状态。

1. 伺服系统增益可变功能打开或关闭时，显示 EXECUTE(执行)或 STOP(停止)。
2. 各轴的增益设定
3. 重力补偿值的设定
4. 偏差错误检查的有效(ENABLE)或无效(DISABLE)。

**示例**

>CGNMONITOR

```
*** CHANGE GAIN MONITOR ***
                                STOP ..... 1
GAIN   100.0(1)  100.0(2)  100.0(3)  10.0(4)  10.0(5)  10.0(6) ..... 2
GRAV   40.0(kg)  300.0(x)  -350.0(y)  400.0(z) ..... 3
ENVCHK  ENABLE ..... 4
```



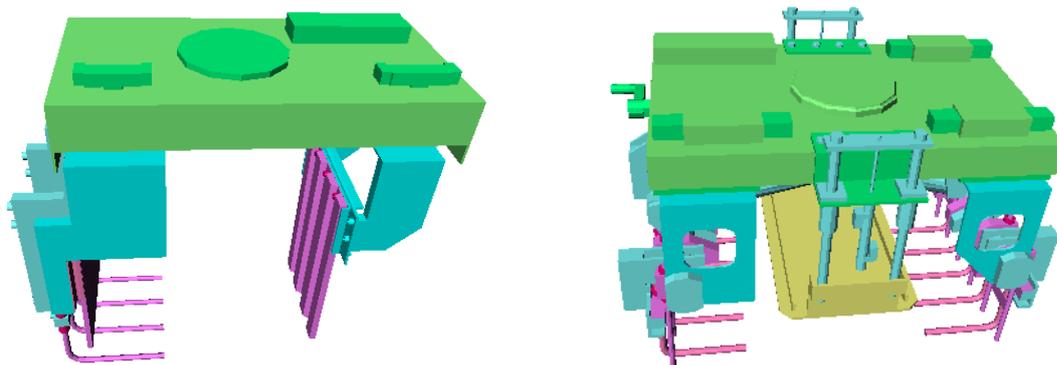
# 7

---

## 工具更换功能

## 7.1 功能说明

如要更换如下图所示的伺服手，让多个机器人可以使用，需要进行电气方面的分离/连接和标定操作(调零)。在本章中，将针对可以更换使用多个伺服手等外部轴(以下称为：工具轴)的工具更换功能，对其设定和操作方法进行说明。



另外，为了实现工具更换功能，在连接和分离工具轴时，为了避免给编码器带来电气冲击，需要在机器人中安装配有特殊单元的机内线束。

### [ 注 意 ]

以下的专用 AS 语言中使用的参数，在工具的机械构成发生改变时会变为其他的值，因此有必要对每个工具进行调整。

## 7.2 AS 语言解说

本节对工具更换功能特有的 AS 语言进行说明。(有关其他 AS 语言的详情, 请参阅别册的《AS 语言参考手册》)

1. SGHSETSPEC 指令/命令
2. SGHSETTUNE 指令/命令
3. SGHCUT 指令/命令
4. SGHCONNECT 指令/命令
5. SGHCALMOVE 命令
6. SGHSETZERO 命令
7. SGHSTATUS 函数
8. ZSGHIDISP 指令

**示例**

关键词                      参数

↓                              ↓                              ↘

---

**SGHSETSPEC 轴数据缓冲器编号=旋转/直动,运动范围上限,  
运动范围下限,分辨率,最高速度,加速时间,等价半径**

---

可以省略输入用            标记的参数值。

必须在关键词和参数之间输入一个空格。

示例中  代表回车键(Enter 键)。

---

监控指令/程序命令

---

**SGHSETSPEC 轴数据缓冲器编号 = 旋转/直动,运动范围上限,运动范围下限,分辨率,最高速度,加速时间,等价半径**

---

### 功能

将工具轴数据存放到 1 至 8 的轴数据缓冲器中。

### 参数

轴数据缓冲器编号

指定暂时保存以下工具轴数据的缓冲器编号(1 至 8)。

旋转/直动

根据运动形式, 指定 0: 旋转或者 1: 直动。

运动范围上限

指定工具轴的运动范围上限(mm 或者°(度))。

运动范围下限

指定工具轴的运动范围下限(mm 或者°(度))。越过 0 向负方向的运动, 请用负值指定。

分辨率

用(mm/bit 或者°/bit)的数值, 来指定编码器的 1 比特相当于工作轴移动量的几毫米(mm)或者几度(°)。如果需要马达向编码器值的增加方向旋转时工具轴向负方向移动, 请将此项设定为负值。

最高速度

指定轴的最高速度(mm/s 或者°/s)。这个值必须是: 比马达的最高旋转圈数所对应的轴的运动速度还要小的值。

加速时间

指定轴达到最高速度所需的时间(s)。利用这个值和最高速度设定值所决定的加速度, 机器人对工具轴进行控制。

等价半径

指定从轴的中心到端部的距离(mm)。但是, 如果是直动轴, 请输入 1.0mm。

### 详细说明

仅执行此命令, 是无法让设定的工具轴数据反映到机器人的实际运动上的。使用 SGHCONNECT 命令指定设置好的缓冲器编号并执行该命令, 才能使工具轴数据反映到机器人的实际运动上。

---

监控指令/程序命令

---

**SGHSETTUNE 轴数据缓冲器编号 = ON/OFF,KV,延迟时间**

---

**功能**

利用此处设定的 KV、延迟时间和在 SGHSETSPEC 中设定的分辨率和速度,进行内部的伺服简易调谐,并将数据保存到轴数据缓冲器中。

**参数**

轴数据缓冲器编号

指定暂时保存下一个调谐数据的缓冲器编号(1 至 8)。

ON/OFF

如果要使用下一个 KV 和延迟时间,指定为 ON; 不使用则指定为 OFF。如果指定为 OFF, 以前设置的伺服参数值可以原封不动的使用。

KV

指定 KV 的值。如果在轴运动时,伴随着“嘎嘎嘎”的声音有振动产生,请将此值调小。但是,如果设置的值过小,将对运动特性不利。

延迟时间

指定延迟时间(mm)。如果运动时发生过冲,请将此值调大。但是,如果设置值过大,将对周期时间不利。

**详细说明**

仅执行此命令,是无法让设定的调谐数据反映到机器人的实际运动上的。使用 SGHCONNECT 命令指定设置好的缓冲器编号并执行该命令,才能使工具轴数据反映到机器人的实际运动上。

---

监控指令/程序命令

---

**SGHCUT 轴编号**

---

**功能**

执行对工具轴的电气方面和软件方面的分离。

**详细说明**

请将轴编号指定为 7。执行此命令，将进行对工具轴的电气方面和软件方面的分离。分离时该轴的显示为 0(固定)。

另外，在进行分离处理期间(约 0.5s)，伺服装置将自动 OFF。

---

监控指令/程序命令

---

**SGHCONNECT 轴编号 = 轴数据缓冲器编号**

---

**功能**

执行工具轴的电气方面和软件方面的连接。

**参数**

轴编号

请将轴编号指定为 7。

轴数据缓冲器编号

使用哪一个在 SGHSETSPEC 和 SGHSETTUNE 中设定的工具轴数据，用保存了该数据的缓冲器的编号来指定。

**详细说明**

执行此命令，将进行对工具轴的电气方面和软件方面的连接。但是，仅执行此命令，并不能使通常的运动命令得到执行。通过 ZZERO 指令或以下的 SGHSETZERO 命令执行调零后，才可能运动。另外，执行连接处理期间(约 1s)伺服装置将自动 OFF。

执行了此命令后，在 SGHSETSPEC 和 SGHSETTUNE 命令中设定的数据才可能作为实际使用的数据被设置。另外，此运动范围上下限的数据也会被设置到“辅助功能 0507 动作上下限”中。

**[ 注 意 ]**

连接工具轴时需要工具轴数据。执行此命令前，请先执行 SGHSETSPEC 和 SGHSETTUNE，将工具轴数据设置到由轴数据缓冲器编号指定的缓冲器中。

---

程序命令

---

**SGHCALMOVE 轴编号 = 运动速度,扭矩极限, 检出机械停止位置的最低扭矩**

---

### 功能

执行标定运动。

### 参数

轴编号

指定工具轴的轴编号。

运动速度

指定标定运动的运动速度(mm/s)。向+方向的标定运动用正的数值/向-方向标定运动用负的数值来指定。50 至 150mm/s 左右比较合适。

扭矩极限

指定扭矩极限(相对最大扭矩(=最大电流)的百分比(%))。利用此值对标定运动中马达产生的扭矩进行限制。此值的设定, 应使马达产生的扭矩不会破坏到装置停止位置, 但如果设定值过小, 可能会出现标定开始时加速所需扭矩不足的情况, 因此不要设置过小的值。以下的测试调整 AS 语言 ZSGHIDISP 指令中显示的电流%值的 5 倍左右(40 至 80%)比较合适。

检出机械停止位置的最低扭矩

指定检出机械停止位置的最低扭矩(相对最大扭矩(=最大电流)的百分比(%))。如果标定运动中马达产生的扭矩超过此值, 机器人将认为已到达机械停止位置。如果此值过小, 标定运动开始时加速时的扭矩会被误认作机械停止位置的扭矩, 因此不要设置过小的值(机器人使用扭矩(电流值)和移动速度这两种数据来避免误判, 但这也是有限的。)以下的测试调整 AS 语言 ZSGHIDISP 指令中显示的电流%值的 2 至 4 倍左右(20 至 40%)比较合适。

### 详细说明

在标定运动中, 利用本命令使轴运动到机械运动的端部(机械停止位置)。之后, 使用下一个 SGHSETZERO 指令来执行调零, 至此标定运动的一系列运动结束。

---

## 程序命令

---

### **SGHSETZERO 轴编号 = 当前位置**

---

#### **功能**

为使当前编码器值与本命令指定的工具轴位置相对应，而对调零数据进行改写。

#### **参数**

轴编号

请将轴编号指定为 7。

当前位置

指定工具轴的当前位置。通常在使用 SGHCALMOVE 命令将轴移动到机械停止位置后，使用本命令。此时，指定在机械停止位置的工轴值。

#### **详细说明**

调零结束后，如果指定值在运动上下限范围外，工具轴会自动移动到运动范围内(此时的运动速度是此前刚执行完的 SGHCALMOVE 命令所使用的速度)。从本命令执行结束时起，工具轴可以在一般运动命令的驱使下运动。

---

## 函数

---

### **SGHSTATUS(轴编号)**

---

#### **功能**

使用经过连接处理的轴数据缓冲器编号，反馈指定的轴在软件方面处于怎样的状态。

#### **详细说明**

请将轴编号指定为 7。标定运动和调零结束时，反馈回来的是正值的缓冲器编号。标定运动或调零未结束时，反馈回来的是负值的缓冲器编号。软件上处于未连接状态时，反馈回来的是 0。另外，初始化时、或加载机器人数据文件时，使用了哪个轴数据缓冲器是不确定的，发生这种不确定的情况时，本函数反馈的值是 99 或-99。

---

## 监控指令

---

### ZSGHIDISP

---

#### 功能

为显示第 7 轴的电流值和速度的测试和调整指令。

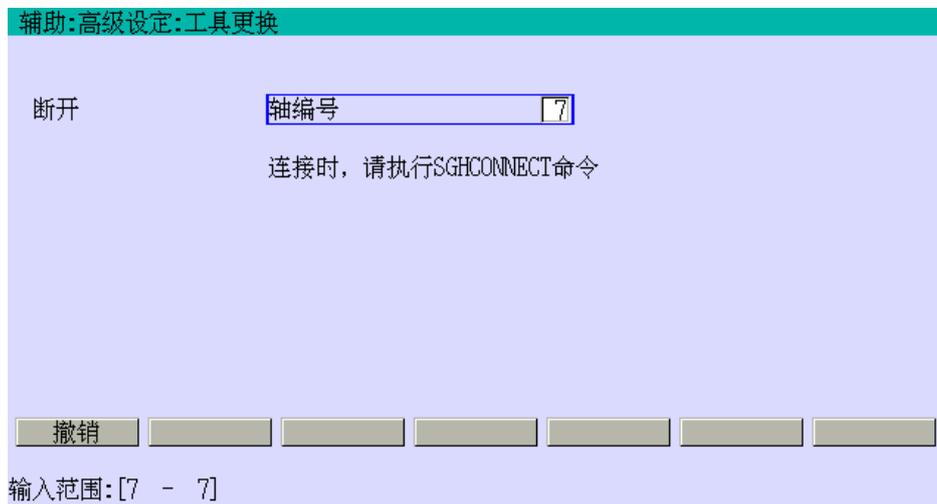
#### 详细说明

连续显示以下的数据。

- 电流指令(A 有效值)和相对于最大电流的比率(%)
- 电流反馈值(A 有效值)和相对于最大电流的比率(%)
- 速度指令值(mm/s)
- 速度反馈值(mm/s)

### 7.3 利用辅助功能进行的工具轴分离

利用辅助功能(0517)，执行工具轴电气方面和软件方面的分离。指定要进行分离的轴的编号，按 $\square$ 后显示确认画面，如要执行选择[是]，如要取消选择[否]。



#### [ 注 意 ]

连接工具时，需要执行 SGHCONNECT 命令。此时，请执行 SGHSETSPEC 和 SGHSETTUNE，在由轴数据缓冲器编号指定的缓冲器中设定工具轴数据。

#### 7.4 专用信号设定

针对进行工具更换的机器人，为了在电气连接/分离工具轴时关闭编码器电源和制动器电源，在其手臂内安装有小基板，并且使用内置阀门的信号线来打开/关闭电源。在软件上，通过将上述信号设置为名为“编码器·制动器电源 OFF”的用户定义专用信号(输出)，进行连接/分离时，电源的打开/关闭会被自动控制。

## 7.5 应用例

本节中将介绍：使用本功能分离、连接工具的程序例。

;数据初始设定处理

**SGHSETSPEC** 1 = 1,1260,0,-degbit1,1200,0.2;工具 1 的轴数据

**SGHSETSPEC** 2 = 1,1500,0,degbit2,800,0.2; 工具 2 的轴数据

**SGHSETTUNE** 1 = ON,600,50; 工具 1 的伺服数据

**SGHSETTUNE** 2 = ON,500,60; 工具 2 的伺服数据

;工具 1 的分离

JAPPRO put\_1hand,500;工具放置台上

SWAIT -xx;确认工具 1 放置台上没有工具

SPEED 70

LMOVE put\_1hand;工具 1 放置台

BREAK

TWAIT 0.3;稍等

**SGHCUT** 7;工具的电气方面和软件方面的分离

SIGNAL -xx,xx;工具更换器夹头 OFF

TWAIT 1;稍等

SWAIT -xx;工具更换器锁定销打开

SPEED 10

LAPPRO put\_1hand,80;慢慢地稍微上升

JAPPRO put\_1hand,500;工具 1 放置台上

;分离结束

;工具 1 连接

JAPPRO put\_1hand,500; 工具 1 放置台上

SWAIT xx;确认工具 1 放置台上有工具

JAPPRO put\_1hand,80;接近工具 1 放置台

SPEED 10

LMOVE put\_1hand;工具 1 夹头位置

BREAK

TWAIT 0.5;稍等

SWAIT xx;确认工具 1 工具更换器紧密连接

SIGNAL xx,-xx;工具更换器夹头 ON

TWAIT 1;稍等

SWAIT xx; 确认工具更换器锁定销锁定

SPEED 20

LAPPRO put\_1hand,100; 慢慢地稍微上升

JAPPRO put\_1hand,500;工具 1 放置台上

**SGHCONNECT** 7 = 1;执行电气和软件上的连接

**SGHCALMOVE** 7 = 100,50,20;移动到机械停止位置

**SGHSETZERO** 7 = zero1;执行工具 1 的调零

;工具 1 连接/调零结束

JMOVE ...

## 7.6 其他

### 7.6.1 示教模式下的连接/分离操作

在示教模式下，无法通过执行一系列的程序来进行分离/连接处理。但是，除了标定运动，其他的可以通过监视器指令等来执行。

#### 分离操作

可以通过执行 SGHCUT 指令或辅助 0517 来进行分离。

#### 连接操作

可以通过执行 SGHCONNECT 指令来进行连接。轴数据、伺服参数等可以预先使用 SGHSETSPEC/SGHSETTUNE 设定。

#### 标定/调零

示教模式下无法执行 SGHCALMOVE(向机械停止位置的移动)。但是，如果使用 ZZERO 指令(辅助 0501)进行调零，可以省略标定运动，使轴达到可以运动的状态。

### 7.6.2 设定调整流程中的注意事项

工具轴数据中，运动范围、分辨率、机械停止位置(执行调零的位置)需要从一开始就正确地决定好。(如果在之后的流程中更改这些数据，会影响运动的位置)除此之外的最高速度、加速时间、伺服调整值，可以视重复操作时的运动情况来调整。最初的普通调整流程如下所示。(如果轴已经处于连接状态，从步骤 3 开始进行)

1. 在示教模式下，将工具机械连接到工具更换器上。
2. 使用 SGHCONNECT 指令，使工具轴在电气方面和软件方面均处于连接状态。
3. 使用 ZAXIS 指令(辅助 2002)，为运动范围和分辨率输入适当的值。另外，使用 ZZERO 指令(辅助 0501)执行调零。根据需要执行 2007-1 简易调谐。
4. 在手动模式下移动工具轴，确认显示位置和实际的移动量是否相等。根据需要，可以利用轴移动量的实测值和由 WHERE 5 指令显示的编码器值求出分辨率，并进行设定。另外，确认实际的移动量，有必要时可再次进行调零。
5. 将工具轴移动到机械停止位置，由此时的位置(显示位置或实测位置)，决定出在机械停止位置上的调零执行位置(在 SGHSETZERO 命令中使用)。
6. 在手动模式下，一边移动工具轴，一边观察由测试·调整 ZSGHIDISP 指令显示的电流值(显示为%)，来决定在 SGHCALMOVE 命令中使用的扭矩极限和检出机械停止位置的最低扭矩的值应当设定为多少。

7. 其他的工具也按照步骤 1 至 6 执行。
8. 创建工具轴数据设定、连接、标定运动、执行调零等的测试程序，测试这些操作能否正常执行。

### 7.6.3 初始化、加载机器人数据文件时的注意点

初始化(对“初始化吗?”的确认,输入“是(1)”时)、加载机器人数据文件时,机器人在内部被设定为处于“轴连接”的状态,轴数据和调零信息都会返回到原来的值。因此,再次进行重复操作之前,有必要先手动进行轴分离的操作(执行 SGHCUT 指令或者辅助 0517),应用程序的执行,需要从轴的连接开始。

## 7.7 与工具更换功能相关的错误

发生错误时，请参照示教出的错误信息来排除故障。本节只针对工具更换时有可能发生的错误进行说明。其他的错误，请参阅分册的《故障查找和排除手册》。

### ■ 错误代码：D1500

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 轴 XX 编码器读取错误。   |
| 主要原因 | 在工具轴连接的状态下，控制电源由 OFF 切换为 ON 时、工具轴未安装(工具未夹住)、或者编码器异常时发生此错误。(不可重置)  |
| 处理方法 | <ol style="list-style-type: none"> <li>如果在工具连接时发生此错误，可能是工具轴的编码器异常或者是编码器的线束发生异常。更换编码器或线束，清除故障原因后，请将控制电源切换到 ON。另外，在故障原因得到清除之前，可以进行与后述工具轴未连接时的处理方法相同的操作，在工具轴分离的状态下可以操作机器人。(此时，无法使工具轴运动)</li> <li>如果在工具未连接时发生此错误，请利用示教模式的手动操作(执行 SGHCUT指令或辅助0517)暂时让工具轴处于分离状态，然后将控制电源切换到ON。此时，机器人在工具轴分离的状态下启动，请根据需要连接工具。</li> </ol> |

### ■ 错误代码：E1024

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 外部轴释放程序错误。代码=XX   |
| 主要原因 | <p>工具轴的分离操作未能正常结束时发生此错误。</p> <p>代码 0 : 伺服软件无应答</p> <p>代码 EF** : RGSO 为切断，无法执行</p> <p>代码 FF** : 同上</p> <p>代码 EE** : 通信错误(分离、或者连接以外的命令发送给了伺服软件时)</p> <p>代码 FE** : 同上</p> <p>代码 ED** : 通信错误(伺服软件的应答不正常时)</p> <p>代码 FD** : 同上</p> |
| 处理方法 | <ol style="list-style-type: none"> <li>请确认是否有工具更换器的接触不良、工具轴的线束不良等情况。</li> <li>再现性得不到确认、无法恢复正常时，请更换主CPU板、伺服板和主板。</li> <li>经过上述处理仍无法排除故障时，请与川崎联系，并告知上述错误发生时的全部信息内容、机种、控制形式、机器编号以及AS软件和伺服软件的版本。</li> </ol>                       |

■ 错误代码：E1025

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 外部轴连接程序错误。代码=XX   |
| 主要原因 | 工具轴的连接操作未能正常结束时发生此错误。<br>代码 0 : 伺服软件无应答<br>代码 EF** : RGSO 为切断, 无法执行<br>代码 FF** : 同上<br>代码 EE** : 通信错误(分离、或者连接以外的命令发送给了伺服软件时)<br>代码 FE** : 同上<br>代码 ED** : 通信错误(伺服软件的应答不正常时)<br>代码 FD** : 同上 |
| 处理方法 | 1. 请确认是否有工具更换器的接触不良、工具轴的线束不良等情况。<br>2. 再现性得不到确认、无法恢复正常时, 请更换主CPU板、伺服板和主板。<br>3. 经过上述处理仍无法排除故障时, 请与川崎联系, 并告知上述错误发生时的全部信息内容、机种、控制形式、机器编号以及AS软件和伺服软件的版本。                                       |

■ 错误代码：E1035

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 编码器响应错误。轴 XX 等与编码器相关的错误   |
| 主要原因 | 1. 工具更换器的接触不良、工具轴的线束不良。<br>2. 编码器的故障。<br>3. 伺服板的故障。等  |
| 处理方法 | 1. 请确认是否有工具更换器的接触不良、工具轴的线束不良等情况。另外, 请根据需要, 清扫工具更换器。本错误发生时, 利用示教模式的手动操作进行工具轴的分离后, 可以重置修复错误, 让机器人恢复运动。(此时, 机器人处在伺服工具分离状态, 因此无法使工具轴运动)<br>2. 经过上述处理仍无法排除故障时, 请更换编码器和伺服板。 |

■ 错误代码：E1050

|      |                                       |
|------|---------------------------------------|
| 错误信息 | 编码器和制动器的断电信号未专用。                      |
| 主要原因 | 执行工具更换时, 如果没有设置工具的分离信号, 则发生本错误。       |
| 处理方法 | 请将辅助功能“0602 专用输出信号”的[编码器·刹车电源(7)]专用化。 |

■ 错误代码：E1512

|      |  |
|------|--|
| 错误信息 | 轴数据缓冲未设定工具轴数据。                           |
| 主要原因 | 执行 SGHSETSPEC 前, 先执行了 SGHCONNECT 时发生本错误。 |
| 处理方法 | 请在执行 SGHCONNECT 前, 执行 SGHSETSPEC。        |

■ 错误代码：E5051

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 因未连接工具切换轴，不能标定。   |
| 主要原因 | 在工具轴处于分离状态时执行了 SGHCALMOVE 后，发生本错误。  |
| 处理方法 | 1. 在执行SGHCALMOVE之前，执行SGHCONNECT，使工具轴处于连接状态。<br>2. 利用辅助功能“2002 外部轴设定”，使工具轴的设定变为“连接”。 |

# 8

---

## 奇异点运动功能

## 8.1 功能说明

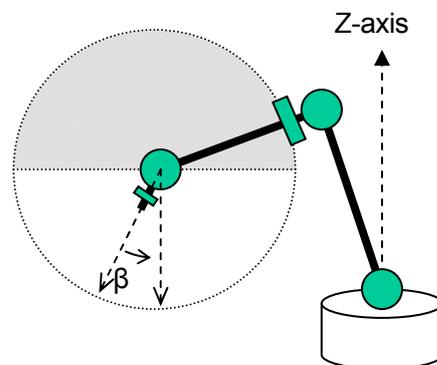
通常，机器人在做直线插值运动时，如果手腕从成为直线(6轴机，4轴和6轴的旋转轴一致)的奇异点附近经过，第4轴的指令值会发生突变，并出现错误“(E1118) 轴4的指令值突然改变”或“(E6007) 腕关节不能进一步伸直(奇异点1)。”。因此，机器人不能经过奇异点。

本功能通过改变处理方法，使机器人即使做直线插值运动，也可以经过该奇异点。

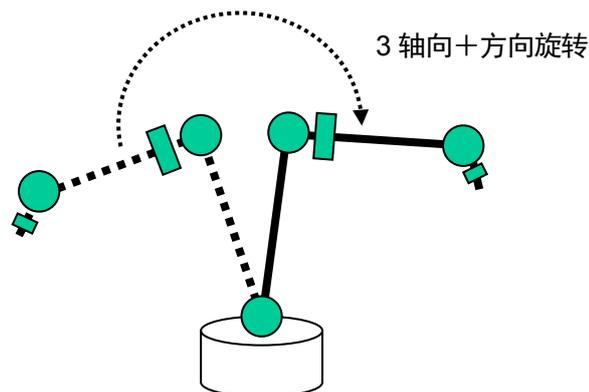
但是，要使用本功能，必须满足以下的制约条件。

1. 在插值的2点(起始点、目标点)上，第4轴需被示教为0度。(6轴机的情况)
2. 法兰面必须向下。\*

注\* 所谓向下，是指基准坐标系-Z方向和工具坐标系+Z方向所成的角 $\beta$ 在90度以下。



但是，如下图所示，3轴向+方向旋转，法兰转到下部手臂的后方的情况除外。



依照制约条件1，根据姿势，机器人在做直线插值运动时，可能出现无法严密地在直线上运动的情况。

以下，对具有本功能的软件称为奇异点运动版本，对普通的软件称为普通版本。

普通版本与奇异点版本的切换，通过监控指令“PALMODE”和程序命令“PALMODE”来进行。

普通版本 : PALMODE = OFF

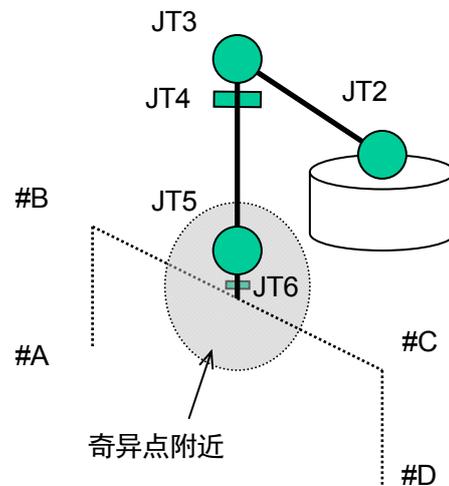
奇异点运动版本 : PALMODE = ON

有关详情，请参阅“8.4 AS 语言解说”。

999 初始化、11 初始化后，在普通版本的情况下(PALMODE = OFF)启动。如果关闭控制电源，PALMODE 的状态将被保持下去。PALMODE 的状态可以 save/load。

## 8.2 基本的程序构成

本节中，以如右图所示的经过奇异点附近的奇异点运动为例，对本功能的使用方法进行说明。



<<利用奇异点运动版本的程序>>

```

PALMODE OFF
DO HOME
JMOVE #B
LMOVE #A
LMOVE #B
PALMODE ON
LMOVE #C
PALMODE OFF
LMOVE #D
LMOVE #C
DO HOME
    
```

使用普通版本的运动

使用奇异点运动版本的运动

使用普通版本的运动

<<只利用普通版本的程序>>

```

DO HOME
JMOVE #B
LMOVE #A
LMOVE #B
LMOVE #C
LMOVE #D
LMOVE #C
DO HOME
    
```

发生错误“(E1118)轴 4 的指令值突然改变。”或“(E6007)腕关节不能进一步伸直。(奇异点 1)”。

### 8.3 创建程序时的注意事项

1. 在示教模式下改变机器人的姿势时，请使用各轴运动模式。在基准/工具坐标基准运动模式下，无法使用  $\boxed{-4rx/4rx+}$ 、 $\boxed{-5ry/5ry+}$ 、 $\boxed{-6rz/6rz+}$ 。如果按下按钮，会发出警告“W1033 不能改变姿势。”。
2. 在奇异点运动版本中，如果监控指令 POINT 等的 XYZ 变换值变换为各轴变位值，第 4 轴不是 0 度的点将变换为接近 0 度的近似值。如想正确变换，请切换到普通版本进行变换。可采用与普通版本相同的方法，将奇异点运动版本的各轴变位值变换为 XYZ 变换值。(6 轴机的情况)

## 8.4 AS 语言解说

本节将对奇异点运动功能特有的 AS 语言进行说明。有关其它的 AS 语言，请参阅分册的《AS 语言参考手册》。

**示例**

关键词                  参数

↓                          ↓

---

**PALMODE ON/OFF**

---

可以省略输入用        标记的参数值。

必须在关键词和参数之间输入一个空格。

文中的  代表回车键(Enter 键)。

### 8.4.1 监控指令

---

**PALMODE ON/OFF**

---

#### 功能

切换普通版本和奇异点运动版本。显示当前正在使用的版本。

#### 参数

ON/OFF: 显示奇异点运动版本的状态。

#### 详细说明

1. PALMODE ON  
切换至使用奇异点运动版本的状态。机器人正在运动时不能进行切换。
2. PALMODE OFF  
切换至使用普通版本的状态。机器人正在运动时不能进行切换。
3. PALMODE  
省略参数时，显示当前的状态。

---

## 8.4.2 程序命令

---

### **PALMODE ON/OFF**

---

#### **功能**

切换普通版本和奇异点运动版本。

#### **参数**

ON/OFF：显示奇异点运动版本的状态。

#### **详细说明**

切换普通版本和奇异点运动版本。执行到本命令的步骤时，机器人会暂时停下来，切换奇异点运动版本的状态(ON/OFF)。

## 8.5 与奇异点运动功能相关的错误

本节对奇异点运动功能使用中发生的错误、以及发生该错误时的处理方法进行说明。

### 8.5.1 错误信息一览表

| 错误代码  | 错误信息                 | 备考        |
|-------|----------------------|-----------|
| W1031 | 因第 4 轴不为 0 度，不能直线动作。 | 仅适用于 6 轴机 |
| W1032 | 因法兰面向上，不能直线动作。       |           |
| W1033 | 不能改变姿势。              |           |
| E1228 | 动作开始点的 JT4 值不是 0 度。  | 仅适用于 6 轴机 |
| E1229 | 动作目标点的 JT4 值不是 0 度。  | 仅适用于 6 轴机 |
| E1230 | 动作开始点的法兰面方向为向上。      |           |
| E1231 | 动作目标点的法兰面方向为向上。      |           |

### 8.5.2 发生错误时的处理方法

#### ■ 错误代码：W1031

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 因第 4 轴不为 0 度，不能直线动作。  |
| 主要原因 | 使用奇异点运动功能时 JT4 的指令值固定为 0 度，因此如果 JT4 以大幅偏离 0 度的姿势进行直线运动，指令值会发生突变。为了防止突变，当 JT4 不在 0 度附近时会出现此错误。 |
| 处理方法 | 请在各轴运动模式下将 JT4 的角度设置在±0.5 度以内。  |
| 备考   | 根据姿势，可能会先检出“(W1000)在此姿态形状下，轴 X 不能沿直线运动。”错误。   |

#### ■ 错误代码：W1032

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 因法兰面向上，不能直线动作。                              |
| 主要原因 | 奇异点运动功能，只有在法兰面向下时才能使用。                      |
| 处理方法 | 请在各轴运动模式下，将法兰面调整到向下。                        |
| 备考   | 根据姿势，可能会先检出“(W1000)在此姿态形状下，轴 X 不能沿直线运动。”错误。 |

■ 错误代码：W1033

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 不能改变姿势。   |
| 主要原因 | 使用奇异点运动功能时 JT4 的指令值固定为 0 度，所以在基准/工具坐标基准运动模式下，可能出现无法改变姿势的情况。因此，姿势的改变被禁止。 |
| 处理方法 | 请切换到各轴运动模式后，进行姿势的变更。  |

■ 错误代码：E1228

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 动作开始点的 JT4 值不是 0 度。   |
| 主要原因 | 使用奇异点运动功能时 JT4 的指令值固定为 0 度，因此如果 JT4 以大幅偏离 0 度的姿势进行直线运动，指令值会发生突变。为了防止突变，当 JT4 不在 0 度附近时会出现此错误。 |
| 处理方法 | 请切换到各轴运动模式后，将 JT4 的角度设置在±0.5 度以内。   |

■ 错误代码：E1229

|      |  |
|------|--|
| 错误信息 | 动作目标点的 JT4 值不是 0 度。  |
| 主要原因 | 使用奇异点运动功能时 JT4 的指令值固定为 0 度，因此如果 JT4 以不为 0 度的姿势作为目标点，则无法到达该点。                     |
| 处理方法 | 使用奇异点运动版本操作机器人时，请重新示教目标点，让目标点成为 JT4 的值为 0 度的点。使用普通版本操作机器人时，请在步骤中插入“PALMODE OFF”。 |

■ 错误代码：E1230

|      |  |
|------|--|
| 错误信息 | 动作开始点的法兰面方向为向上。                                |
| 主要原因 | 奇异点运动功能，只有在法兰面向下时才能使用。因此，如果以法兰面向上的姿势开始运动，则动不了。 |
| 处理方法 | 请在各轴运动模式下，将法兰面调整到向下。                           |

■ 错误代码：E1231

|      |   |
|------|---|
| 错误信息 | 动作目标点的法兰面方向为向上。   |
| 主要原因 | 奇异点运动功能只有在法兰面向下时才能使用，因此如果以法兰面向上的姿势作为目标点，则无法到达该点。                          |
| 处理方法 | 使用奇异点运动版本操作机器人时，请重新示教目标点，让法兰面向下的点作为目标点。使用普通版本操作机器人时，请在步骤中插入“PALMODE OFF”。 |

---

川崎机器人控制器 F 系列  
适用动作选项手册

---

2017-07 : 第 1 版

川崎重工业株式会社出版  
90210-1316DCA

---

版权所有 © 2017 川崎重工业株式会社