

川崎机器人控制器
D/E 系列

**软件缓冲器功能
说明书**

(选件)

Robot

川崎重工业株式会社

前言

本书是介绍「川崎机器人控制器 D/E 系列」的软件缓冲器功能的说明书。与本书配套，另外交付的还有基本操作手册(包含安全手册)，也请认真阅读，同时还要熟读本书所述的相关手册。在未掌握本书内容之前请不要开始任何操作。

该说明书对所述的可选功能进行了较为详尽的说明。但不能完全列举包括操作中的不得不回避的事项在内的全部内容，仅就主要的操作事项进行了说明。另外，对本书记述的类似操作的结果不能给以保证。(请单独商谈)。

-
1. 本手册并不构成对使用机器人的整个应用系统的担保。因此，川崎公司将不会对使用这样的系统而可能导致的事故、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，均不可进行任何形式的再版、重印、翻印、转载或复制。
 5. 请把本手册小心存放好，使之保持在随时备用状态。如果机器人重新安装或移动到另一个地点，或者卖给另一个使用者，请务必将本手册与机器人放在一起。一旦出现丢失或严重损坏，请和您的川崎公司代理商联络。

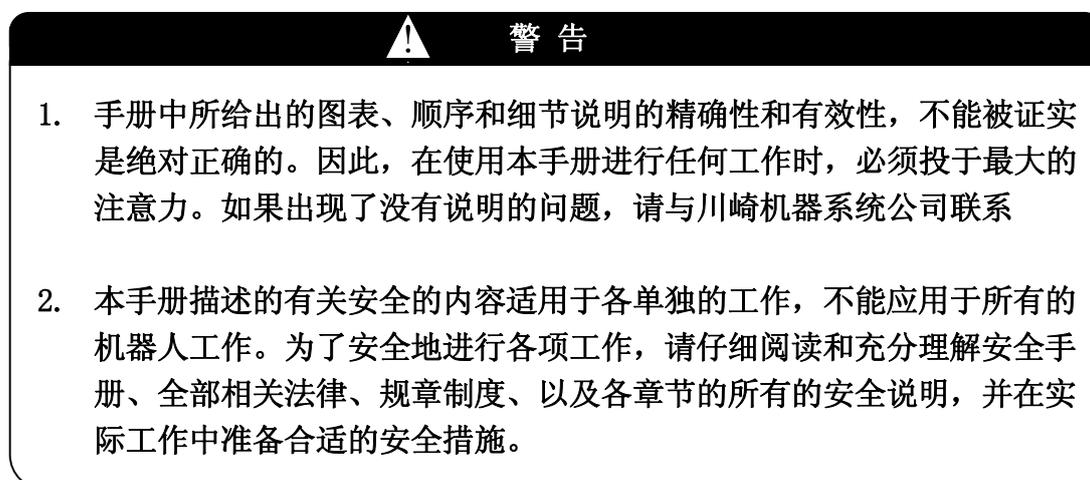
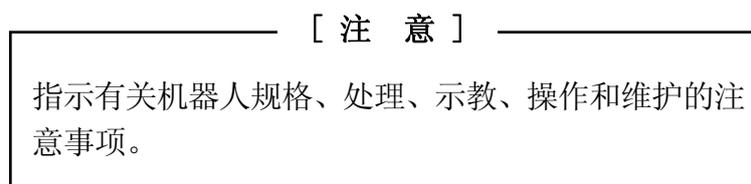
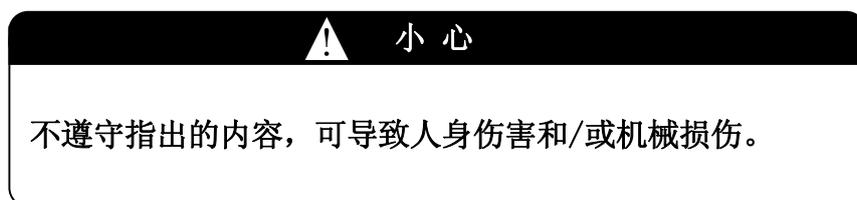
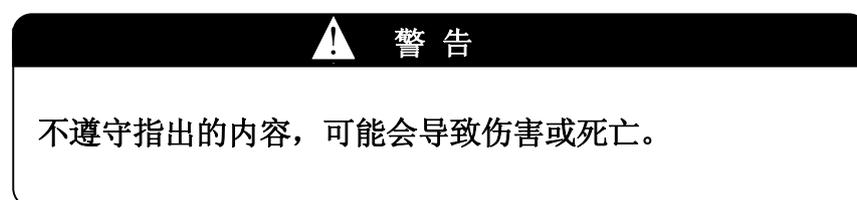
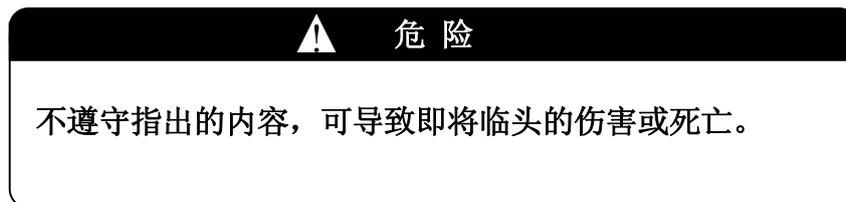
All rights reserved. Copyright © 2011 by Kawasaki Heavy Industries Ltd.

川崎重工 版权所有

符号

在本手册中，下述符号的内容应特别注意。

为确保机器人的正确安全操作、防止人员伤害和财产损失，请遵守下述方框符号表达的安全信息。



介绍性说明

1. 硬件键和开关（按钮）

为了满足各种操作，E 系列控制器在其操作面板和示教器上提供有各种硬件的键和开关。在本手册中，各硬件键和开关的名称用下面的方框框出。有时为方便表达，相关名称后的“键”或“开关”等术语有时会被省略。当需要同时按两个或更多键时，如同下面的例子，这些键通过“+”号来表示。

例

菜单: 表示硬件键“菜单”。

TEACH/REPEAT: 表示操作面板上的模式切换开关。

A + 程序: 表示按下并按住 A 然后按 程序。

2. 软件键与开关

E 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屏幕上的软件键和开关。本手册中，软件键和开关的名称将用尖括号“<>”括起来。有时为方便起见，相关名称后的“键”或“开关”等术语将会被省略。

例

<写入>: 表示一个出现在示教器画面上的“写入”键。

<列表>: 表示一个示教器画面上的“列表”键。

3. 选择项目

非常经常地，需要从示教器画面的菜单或下拉式菜单中选择一个项目。本手册中，这些菜单项目的名称将被方括号 [XXX] 括起来。

例

[焊接计数器]: 表示一个菜单中的项目“焊接计数器”。要选择它，用箭头键移动光标到相应项目上，然后按 ↵ 键。为了详细描述，此过程必须每次都描述一遍，但为了简化表达，“选择 [XXX]” 将被用来替代详细描述。

目 录

1.0	功能说明	5
1.1	动作模式	6
1.2	软件缓冲器功能中的直线动作.....	7
2.0	使用方法	8
2.1	使用条件的探讨	8
2.2	位置示教方法	9
2.3	使用条件的设定	10
2.4	调整顺序	11
3.0	注意事项/限制事项	14
4.0	AS 语言解说.....	15
4.1	程序命令	16
4.2	监控指令	27
4.3	实数值指令	28
附录 1.0	编程例	附-1
附录 1.1	压铸成形品的取出	附-1
附录 1.2	偏移工件的抓取	附-3
附录 1.3	工件嵌合	附-5
附录 1.4	软件缓冲器的常见错误	附-7

1.0 功能说明

软件缓冲器功能就是用软件实现根据作用于机器人的外力而产生规避动作的功能。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，所以它自身不能够减轻作用的外力产生规避动作。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。
SACURSET 命令	限制流向马达的电流指令值。
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「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。

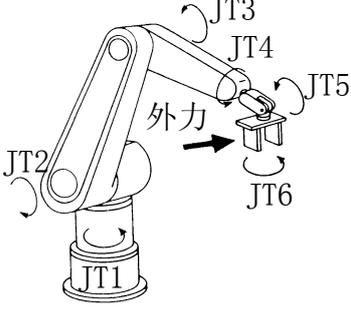
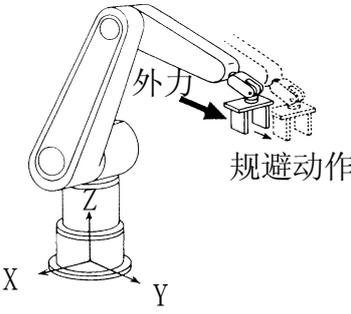
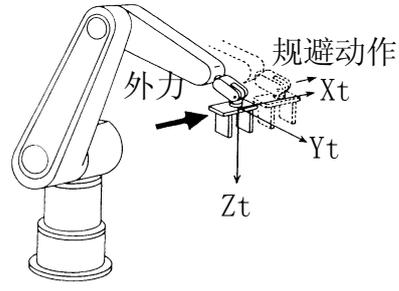
项目	伺服系统增益的可变功能	软件缓冲器功能
在位置决定点除去外力时的应答	复归到指令位姿。复归时位置决定的精度决定于设定的增益。增益小的时候，有时不能复归。	保持当时的位姿，不回到原来的位姿。
功能有效时的动作命令 (JMOVE, LMOVE 等) 的使用	可	不可

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 软件缓冲器	基础坐标方向 软件缓冲器	工具坐标轴方向 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，保持制定的位置和姿势。	
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。		

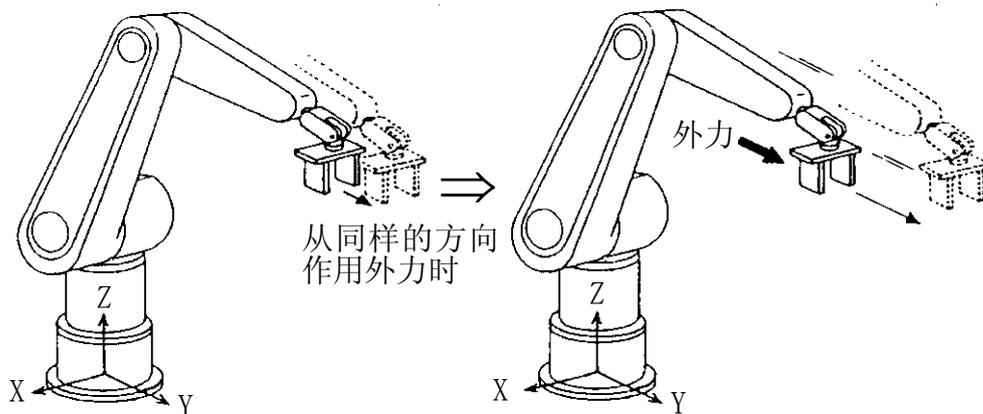
图 A. 各轴方向	图 B. 基础坐标方向	图 C. 工具坐标轴方向
 <p>使用各轴软件缓冲器时，按照外力，通过各轴的旋转进行规避的动作。</p>	 <p>用基础坐标轴方向软件缓冲器的时候，按照外力向基础坐标轴的指定方向进行规避动作。比如，当指定了基础坐标 Y 轴方向时，如图所示，就向基础 Y 轴方向做规避动作。</p>	 <p>用工具坐标轴方向软件缓冲器的时候，按照外力向工具坐标轴的指定方向进行规避动作。比如，当指定了工具坐标 Xt 轴方向时，如图所示，向工具 Xt 轴方向做规避动作。</p>

1.2 软件缓冲器功能中的直线动作

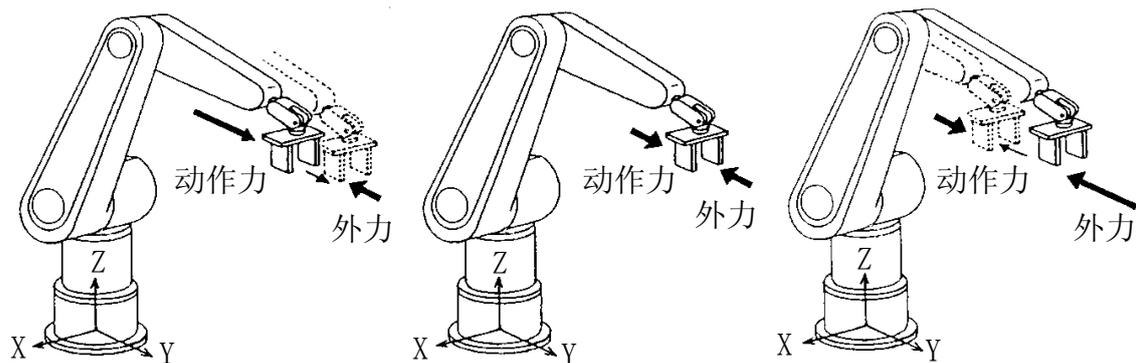
基本上来说，软件缓冲器功能就是对应外力做规避动作的功能，不作用外力的话机器人保持在原位置静止。但是，对于基础/工具模式下的软件缓冲器来说，执行 SAVDRAW 命令、和 SATVDRAW 命令时，即使不作用外力的话，也可使机器人进行直线的动作。

关于机器人朝基础坐标 Y 方向的动作，如下例做出说明。

例 1. 从与机器人的动作方向同样的方向施加外力的话，产生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，机器人按该外力的大小动作。



「动作力 > 外力」时，向正在动作的方向动作。

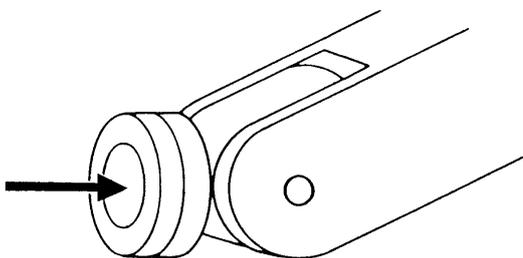
「动作力 = 外力」时，两个力均衡处于静止状态。

「动作力 < 外力」时，向与正在动作的方向相反的方向动作。

2.0 使用方法

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。用软件缓冲器功能使进行规避动作时，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，施加外力的时候，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）



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

图 2.1 手腕轴不能做规避动作例

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「AS 语言解说」。)

1. 功能有效范围(SAEGREE、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(SAEGREE 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 0~100[%],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)

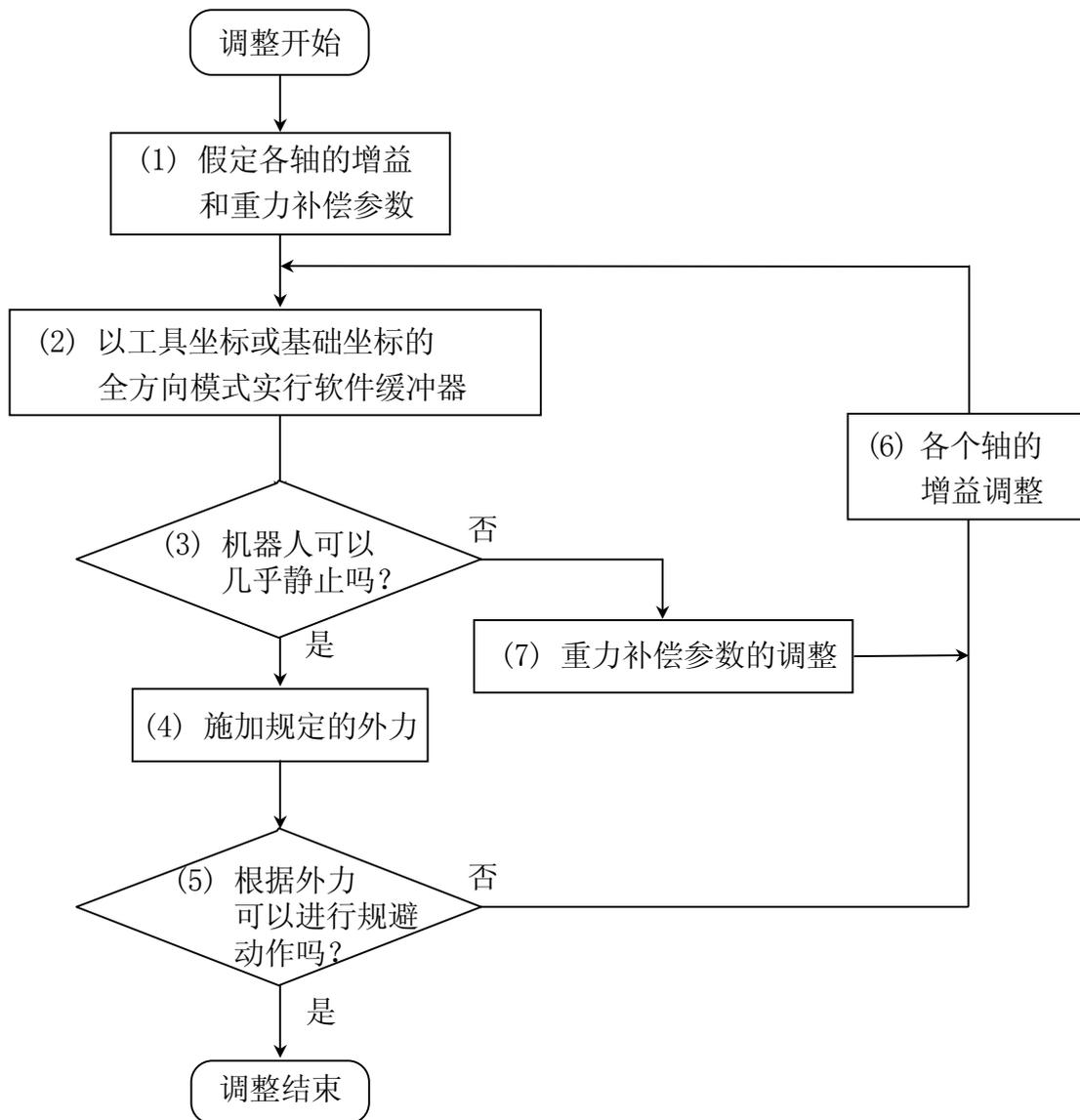
软件缓冲器功能中的移动方向可用各个轴的方向,基础坐标轴方向,工具坐标轴方向之一来指定。发布 SAXYZ 命令的话为基础坐标轴,发布 SATXYZ 命令的话为工具坐标轴,没有发布 SAXYZ、STXYZ 命令时就是各个轴的方向。但,因功能性质的关系,不能保证轨迹的精度,对此请给以了解。

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。

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
```

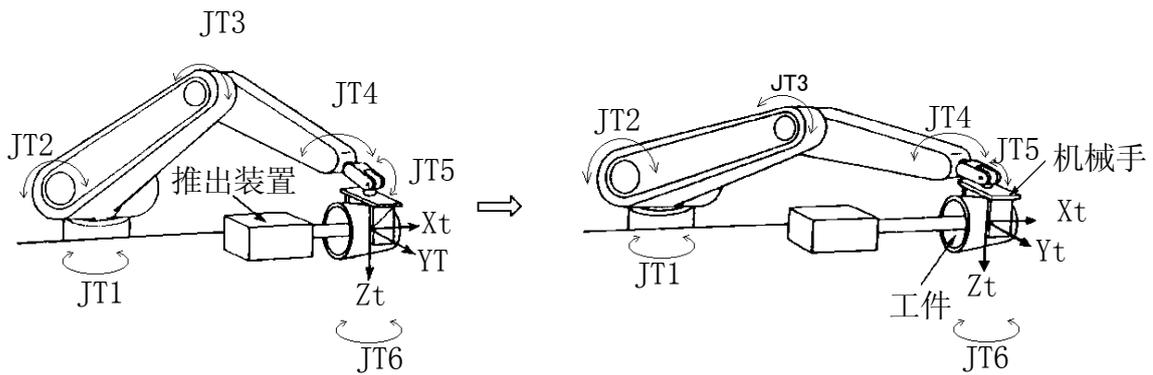


图 2.2 应用例

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。

3.0 注意事项/限制事项

1. 如下的情况本功能无效。
 - (1) 示教/检查模式时
 - (2) 马达电源切断出现故障时
 - (3) 按下紧急停止，马达电源切断时
 - (4) 用 EXECUTE 命令，从头开始重新操作程序时
 - (5) 程序选择后，循环开始时
 - (6) 打开控制电源时
2. 程序暂时停止后再启动时，服从当时的设定状态。
但，在前述的条件下本功能无效时，则功能不再启动，而执行以后的程序。
3. 在未实行本功能进行中的动作命令式 (JMOVE、LMOVE 等)，会出现故障报警。

SASTART
} 在使用软件缓冲器的功能时候，请不要使用通常的动作命令 (JMOVE,
LMOVE 等)。
SAEND

4. 本功能的外部轴的应用，仅限定在使用 KHI 放大器时。

4.0 AS 语言解说

通 例

关键词 参数

↓ ↓ ↓

SAGAIN 第一轴增益, 第二轴增益, ...

■ 标记的参数可以省略。

关键词后必须留出一个字的空白。

文中的  表示 进入(回车) 键。

4.1 程序命令

SAGAIN	第 1 轴增益, 第 2 轴增益, 第 3 轴增益, 第 4 轴增益, 第 5 轴增益, 第 6 轴增益, 第 7 轴增益, 第 8 轴增益, 第 9 轴增益
--------	---

功能

在软件缓冲器功能有效时设定各轴的增益。

参数

第 1 轴增益, 第 2 轴增益, 第 3 轴增益, 第 4 轴增益, 第 5 轴增益, 第 6 轴增益, 第 7 轴增益, 第 8 轴增益, 第 9 轴增益

按通常动作时的各轴伺服增益的百分率(%)进行设定。设定范围是 0~100 并可以省略。省略时设定范围为前次执行此命令时的设定值。初始值是 100。同时、第 9 轴增益只可以指定 E 系列。

详细说明

增益通常被设定为 100。随增益设定的减小、在相对较小的外力作用下各轴会做出规避动作。通常将可以向外力施加方向动作的轴的增益进行减小设定。而且、当被施加外力时、动作过大的情况下将增益进行放大设定。在 SASTART 命令和 SAEND 之间进行的增益设定是有效的。

例

SAGAIN 100, 100, 100, 10, 10, 10 各个轴增益设定

SASTART

 | } 在这之间进行的增益设定是有效的。
 |
SAEND

SAXYZ 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

在软件缓冲器功能有效情况下, 被施加外力时, 设定动作的方向为沿基础坐标系的轴方向及围绕此轴的回转方向。

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基础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基础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进行减低。

例

SAGAIN 100, 100, 100, 10, 10, 10 各个轴增益设定

SAXYZ 1, 0, 0, 0, 0, 0 要求沿基础坐标X进行规避

SASTART

 | } 这之间进行的设定增益有效、机器人沿基础坐标 X 方向进行规避。

SAEND

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进行减低。

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°。并且、第 9 轴角度只能指定 E 系列。

详细说明

软件缓冲器功能有效时、现在位置由 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 轴超越设定角度时、全轴均会回归通常伺服。想要限制在收到外力的机器人的移动时使用。

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 轴超越设定角度时、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 0~9999。X/Y/Z 相关初始值为 100 mm、RX/RY/RZ 相关初始值为 10 °。

详细说明

软件缓冲器功能有效时、现在位姿为由 SASTART 命令实行的位姿移动超过设定值时、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时、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。想要控制在收到外力的机器人的移动范围时使用。

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。
 | } 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 0~240。不能省略。

重心位置 X 单位为 mm。设定范围为-1000~1000。省略时为 0。

重心位置 Y 单位为 mm。设定范围为-1000~1000。省略时为 0。

重心位置 Z 单位为 mm。设定范围为-1000~1000。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以及机械手没有被施加外力时、位置和姿态会存在漂移现象。

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。指定范围在 ± 直线动作插值最高速度(不同机器人之间有差异)以内。省略时为 0 mm/s(°/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。

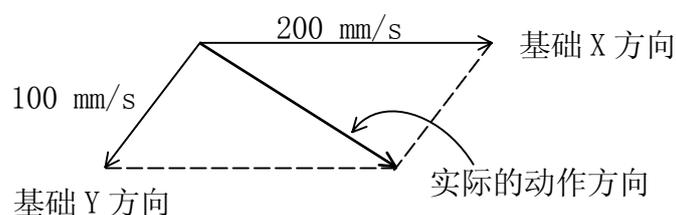
故障: (P0111)指定的指令(命令)在此未被接受。

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、因此要注意当设定低增益时、机器人不能按照指定的速度移动。

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。指定范围在 ± 直线动作插值最高速度(不同机器人之间有差异)以内。省略时为 0 mm/s(°/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。

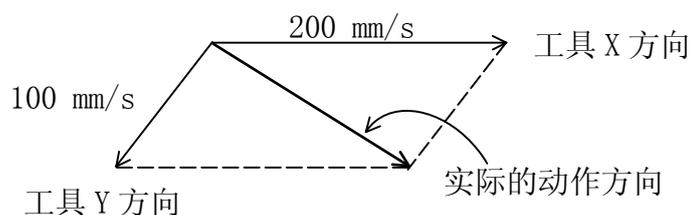
错误: (P0111)指定的指令(命令)在此未被接受。

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、因此要注意当增益设定低时、机械手不能按照指定的速度移动。

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



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回 0。

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

附录 1.0 编程例

附录 1.1 压铸成形品的取出

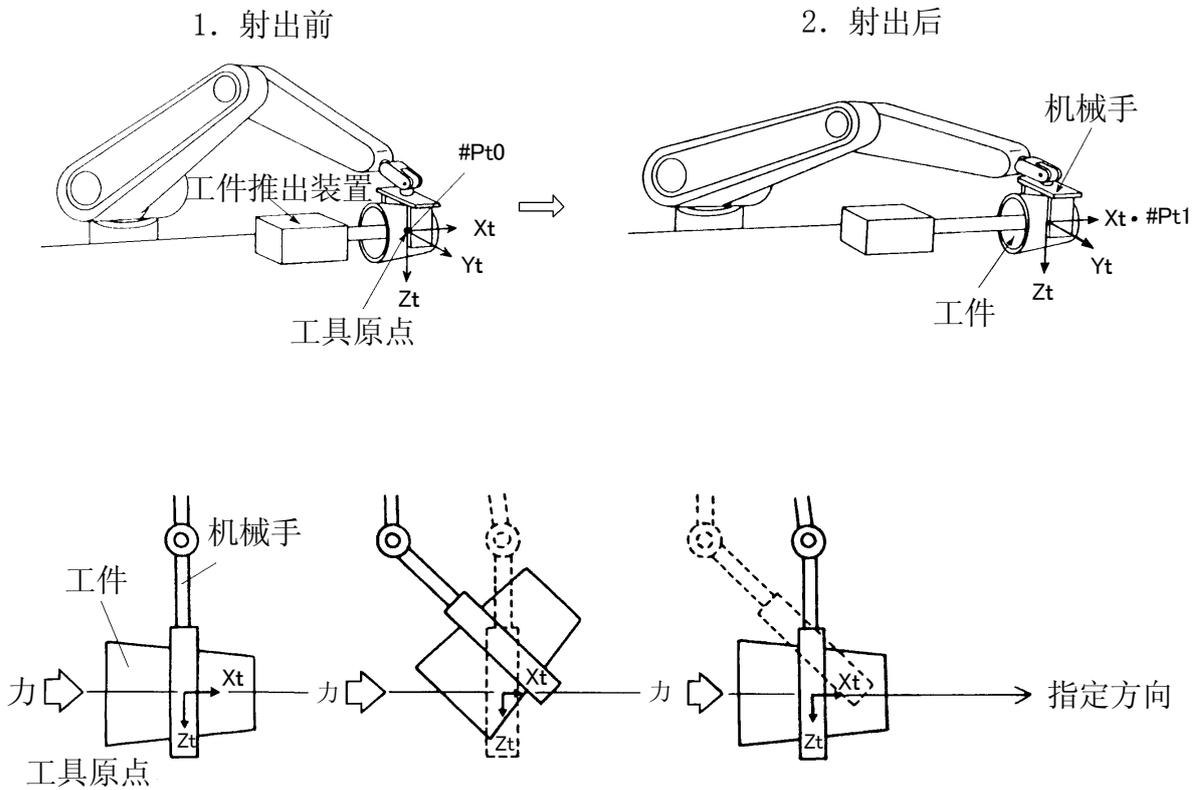
压铸成形品(以下称工件)从压铸机通过排出装置强制排出。通常、工件的取出作业由机器人来执行时、使用装配了浮动机构的机械手(以下称专用工具)、但因为如果具备了软件缓冲器功能后、机器人自身可以向工件的排出方向进行规避动作、所以没有浮动机构的机械手也可以进行本操作。

. 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		

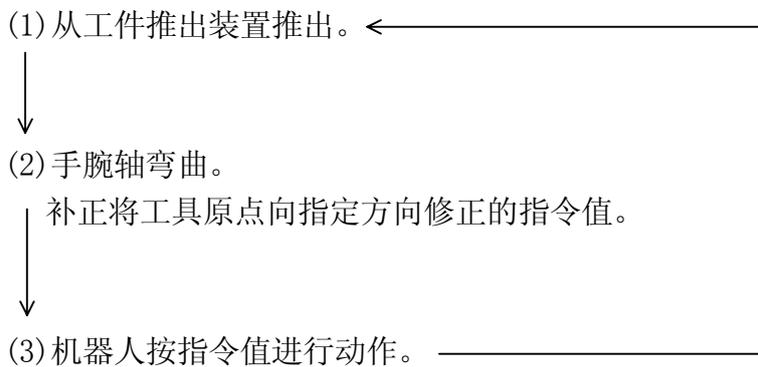
机器人的动作

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



附录 1.2 偏移工件的抓取

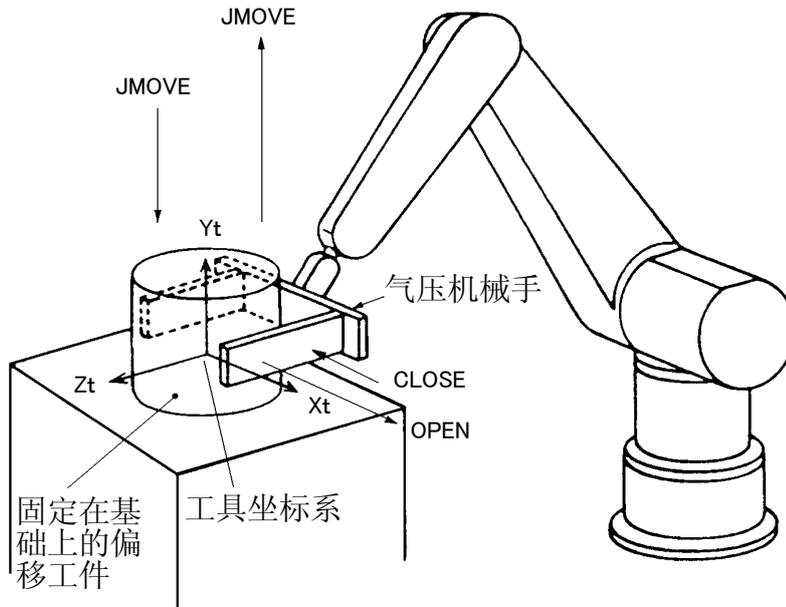
机器人抓取工件时、需要让机器人作出顺应动作以便顺利抓取位置偏移的工件。此时、需要对机械手进行特殊机构的设置、但是当使用了软件缓冲器功能后、即使机械手上没有设置特殊机构也能跟随工件顺利抓取。

.PROGRAM main()	-----	主操作程序
TOOL TRANS (Xt, Yt, Zt, Ot, At, Tt)	-----	工具坐标系的设定
CALL tukamu	-----	访问软件缓冲器条件设定子程序
OPENI	-----	机械手打开
JMOVE #pt0	-----	向工件抓取位置上方移动
JMOVE #pt1	-----	向工件抓取位置的移动
BREAK		
SASTART	-----	软件缓冲器功能启动
CLOSEI	-----	机械手闭合, 抓取工件
SWAIT 1001	-----	等待待机信号 (INI ON 等待)
SAEND	-----	软件缓冲器功能终止
SWAIT 1001	-----	待机信号确认
JMOVE #pt0	-----	向工件抓取位置上方移动
.END		
.PROGRAM tukamu	-----	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
SAXYZ 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		

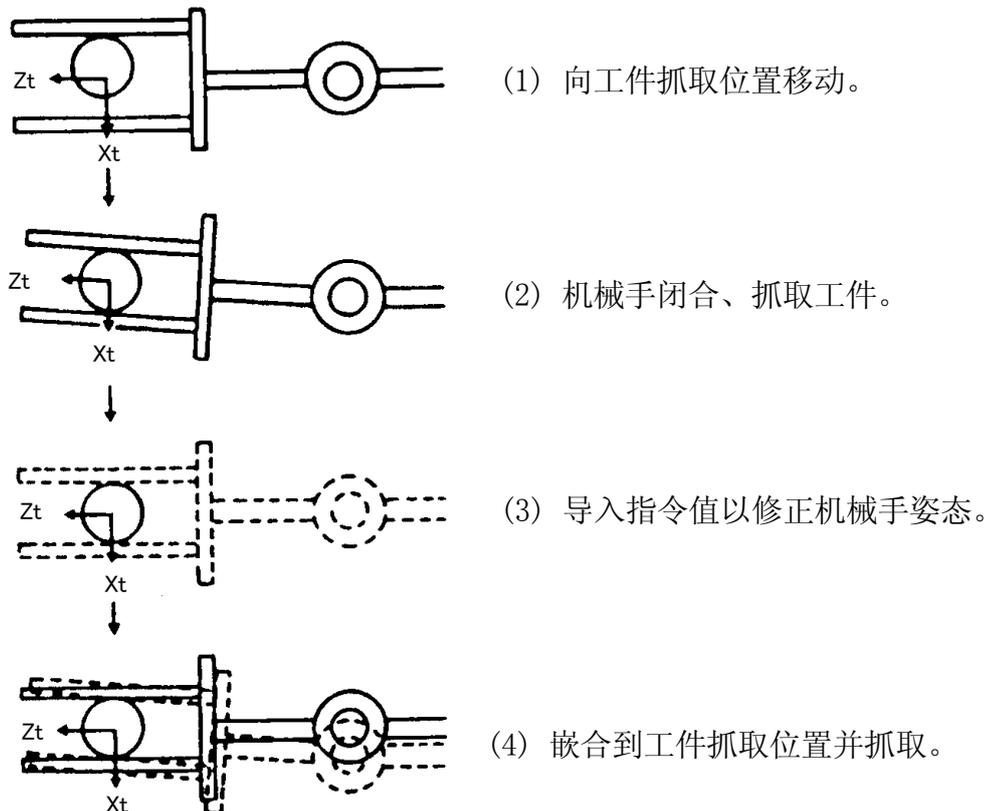
机器人的动作

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



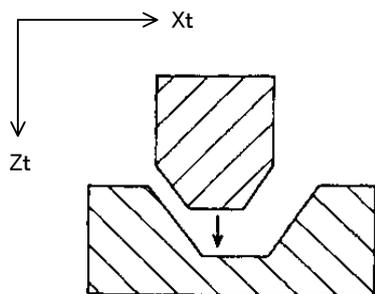
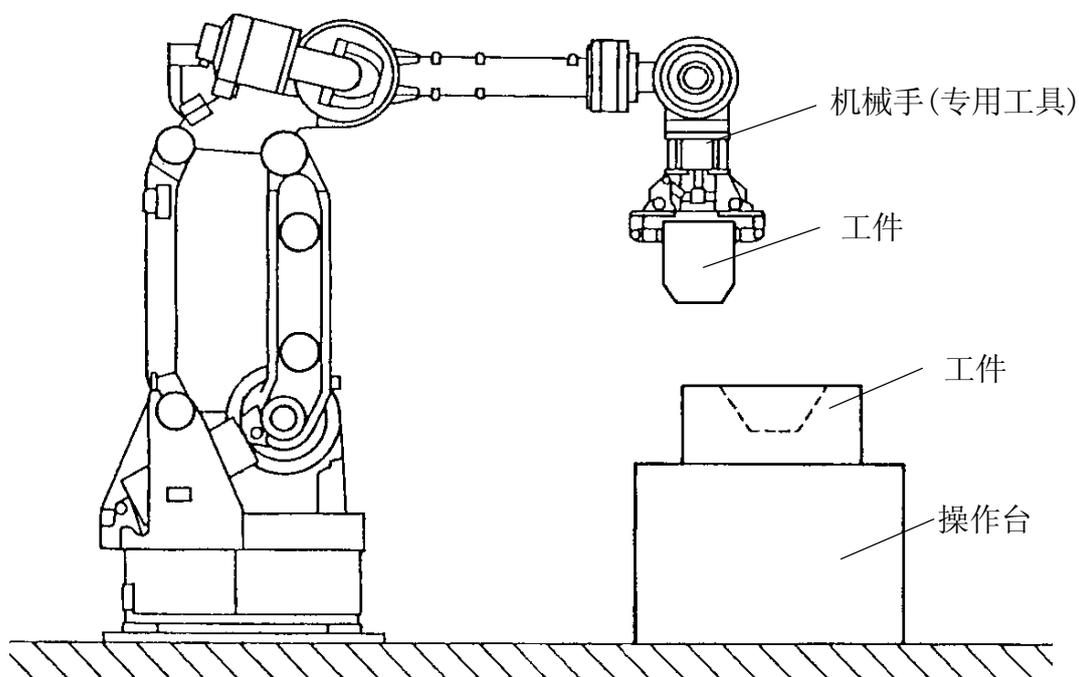
附录 1.3 工件嵌合

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。

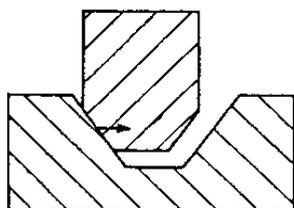
. PROGRAM main()	-----	主操作程序
TOOL TRANS(Xt, Yt, Zt, Ot, At, Tt)	-----	工具坐标系的设定
CALL nockout	-----	访问软件缓冲器条件设定子程序
OPENI	-----	机械手打开
JMOVE pt0	-----	向嵌合前位置移动
CLOSEI	-----	机械手闭合, 抓取工件
BREAK		
SASTART	-----	软件缓冲器功能启动
SATVDRAW 0, 0, 100, 0, 0, 0	-----	向工具 Z 方向以 100 mm/s 做直线移动
dis_o=0		
10 TWAIT 0.1		
dis=DISTANCE(HERE, pt0)	-----	计算出从软件缓冲器开始位置的距离
IF ABS(dis_o-dis)>1 THEN	-----	与前次的移动距离的差异在 1 mm 以上时继续
dis_o=dis		
GOTO 10		
END		
SAEND	-----	软件缓冲器功能终止
JMOVE #pt1	-----	向下一个操作位置移动
. END		
. PROGRAM nockout	-----	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 80, 80, 80, 5, 10, 10	-----	各轴增益的设定
SAXYZ 1, 1, 1, 1, 1, 1	-----	将规避动作方向指定到工具全轴方向
RETURN	-----	返回子程序
. END		

机器人的动作

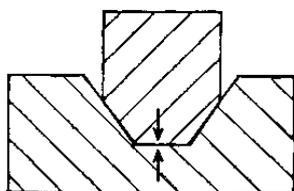
机器人将抓取的工作件嵌合到固定工作件时的动作大致如下图所示。



(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 方向的动作。

附录 1.4 软件缓冲器的常见错误

本可选功能中常见错误如下。

D2012 “软吸收(软件缓冲器)错误, 关断后再开启。”

错误内容

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、所以只靠错误复位无法恢复。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。)

发生要因

D 系列

1. 臂杆控制 AS 和臂杆伺服控制 AS 的版本不一致。
2. 1KB 或者 1RB 电路板故障。

E 系列

1. AS 软件和伺服软件的版本组合错误。
2. 主 CPU 电路板(1TA/1VA 电路板)和伺服电路板(1TB 电路板)的通信异常。
3. 伺服电路板(1TB 电路板)故障。

对策

请将电源进行 OFF/ON 操作、再次实程序。故障仍然发生时、请与川崎的服务商联系。



川崎机器人控制器 D/E 系列
软件缓冲器功能说明书(选件)

2011 年 12 月：第一版

川崎重工业株式会社出版

90210-1178DCA