

川崎机器人控制器  
F 系列

**通信协调动作控制  
功能手册**

Robot

## 前言

本手册为川崎机器人 F系列控制器通信协调动作控制功能的使用说明书。

本手册以操作人员对川崎机器人的基本使用方法较为熟悉为前提进行说明。

除了本手册以外，请仔细阅读下列手册，并在充分理解各手册内容的基础上使用机器人。

1. 《安全手册》
2. 《安装和连接手册》（手臂篇）
3. 《安装和连接手册》（控制器篇）
4. 《外部I/O手册》（与外部设备相连接时）
5. 《检查与维护手册》

本手册根据上述手册中记载的内容，以安装和连接作业已实施完毕为前提进行说明。

使用机器人的过程中，如对类似的操作等本手册中未记载的内容有疑问或发生问题时，请咨询川崎公司。关于川崎公司的联络方式，请参阅本手册的封底。

- 
1. 本手册不对使用机器人的系统提供保证。因此，如发生与系统有关的任何事故、损伤、工业所有权等问题，本公司不承担任何责任。
  2. 我们建议，负责机器人的操作、运行、示教、维护等作业的人员需从本公司准备的教育训练课程中选择必要的课程，并事先学习。
  3. 本公司有权在未经通知的情况下对本书中记载的内容进行修订、改良或变更。
  4. 未经本公司同意，禁止转载或复制本书中记载的部分或全部内容。
  5. 请妥善保管本手册以备需要时可随时参阅。此外，如因移设、转让、出售等情况导致使用方发生改变时，请务必将本手册一同转交给新的使用方，并对其说明阅读本手册的重要性。万一手册破损或丢失，请联系本公司营业负责人。
-

## 符号

本手册使用以下符号标注需特别注意的事项。

为防止人身事故及财产损失，请在充分理解下列符号的基础上，遵守注意事项，正确且安全地使用机器人。

 **危 险**

如果不遵守危险中记载的内容，会导致人员死亡或重伤等重大危险。

 **警 告**

如果不遵守警告中记载的内容，可能会导致人员死亡或重伤。

 **小 心**

如果不遵守小心中记载的内容，可能会发生人员受伤或财产损失。

— [ 注 意 ] —

记载有关机器人规格、操作、示教、运作及维护方面的注意事项。

 **警 告**

1. 针对特定作业，本手册中使用的图表以及对操作顺序的说明可能不够完善。根据本手册实施各项作业时如有疑问，请与就近的川崎公司联系。
2. 本手册中记载的安全事项仅以与本手册相关联的特定项目为对象，并不适用于其他常规项目及其他项目。为保证安全作业，请务必仔细阅读随附的安全手册，并结合国家及地方自治体在安全方面的法令法规，在充分理解内容的基础上，构建符合贵公司机器人使用内容的安全系统。

## 介绍性说明

### 1. 硬键和开关（按钮）

F系列控制器的操作面板和示教器上设有各种硬键和开关。本手册中，硬键和刚性开关的名称以方框标明（如下所示）。为了使描述更简洁，有时会省略“xxx”键或“xxx”开关/按钮中的键、开关/按钮等字眼。此外，同时按两个以上按键的描述方法为，将按键名按操作顺序排列，中间以十号连接。

#### 例如

选择: 表示名为“选择”的硬键。

TEACH/REPEAT: 表示操作面板上名为“TEACH/REPEAT”的模式切换开关。

A + 菜单: 表示按住“A”的同时按“菜单”。

### 2. 软键和开关

根据规格和具体使用情况，示教器画面上会显示F系列控制器的各种软键和开关。本手册中，软键和软开关的名称以尖括号“<>”标明。为了使描述更简洁，省略“xxx”键或“xxx”开关/按钮中的键、开关/按钮等字眼。

#### 例如

<ENTER>: 表示示教器画面上显示的“ENTER”键。

<下一页>: 表示示教器画面上显示的“下一页”键。

### 3. 项目

示教器操作画面上显示各种项目，本手册以方括号“[]”标注各项目的名称。

#### 例如

[基本设定]: 表示从菜单中选择的基本设定这一项目。需注意的是，如需选择该项目，完整的描述为通过光标操作键将光标移动至指定的项目，然后按选择键，但为了使描述更简洁，有时仅以“选择[xxx]”进行描述。

## 目录

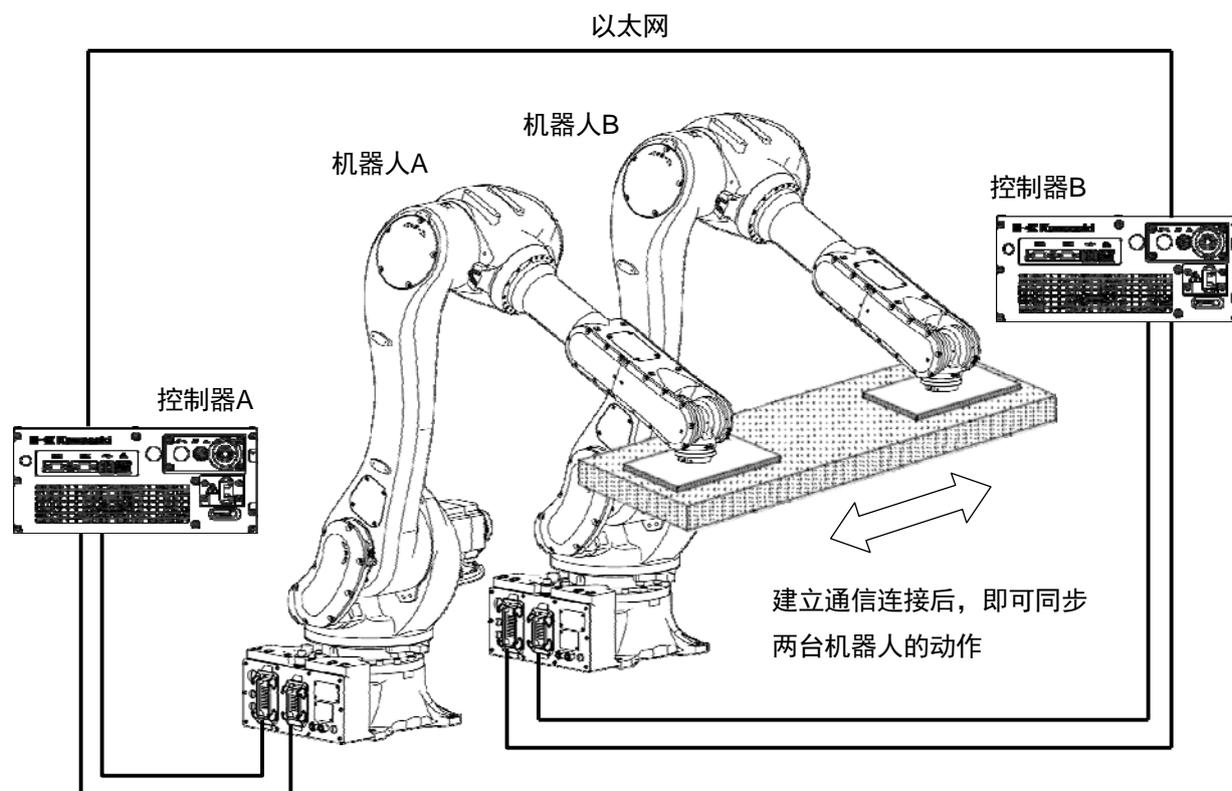
前言 .....	i
符号 .....	ii
介绍性说明 .....	iii
1 功能概要 .....	1
2 准备工作 .....	2
2.1 安装机器人 .....	2
2.2 连接配线 .....	3
2.2.1 连接以太网电缆 .....	3
2.2.2 其他、安全回路相关的限制和注意事项 .....	4
2.3 设置软件数据 .....	5
2.3.1 设置协调机器人之间的通信 .....	5
2.3.2 登录机器人安装位姿 .....	6
2.3.2.1 准备测量工具 .....	6
2.3.2.2 测量并设置机器人安装位姿 .....	8
3 示教—手动操作与动作编程— .....	13
3.1 示教前指定主或（SLAVE）从机器人 .....	13
3.2 手动执行协调动作 .....	14
3.3 编程与位姿示教 .....	16
3.3.1 协调动作编程 .....	16
3.3.2 协调动作编程示例（以两台协调机器人为例） .....	17
3.3.3 协调动作的位姿示教方法 .....	18
4 确认动作 .....	19
5 自动运行 .....	20
6 协调监控 .....	23
7 控制连接目标机器人的输入输出信号 .....	25
8 AS语言参考 .....	26
9 错误信息 .....	52
10 其他特别说明及限制事项 .....	55

## 1 功能概要

通信协调动作控制功能是指，通过以太网连接相互独立的多个机器人控制器，并经由网络控制这些机器人之间的信息交换与协调动作。此功能可使多个机器人实现如同被同一个控制器控制的动作。此动作便称为“协调动作”。本功能仅支持2个机器人的协调动作控制。

### 规格

功能名称	通信协调动作控制功能
功能说明	1 对已经建立通信连接的机器人之间的相对坐标关系、动作执行时间进行协调控制。 2 通过程序指定协调动作执行部分、独立动作执行部分。 3 使用AS语言进行编程并运行。
通信连接方式	以太网
可连接数量	两台
控制器	F控制器



## 2 准备工作

使用此功能前，需要对软件的各类数据进行设置。为了高效使用本功能，需要事先提高登录的执行协调动作控制的机器人安装位姿的精度，并进行必要的外部信号连接。此外，各机器人控制器均具有各自独立的电源回路、安全回路，因此存在使用限制和注意事项。

本章就这些限制和注意事项，与安装和导入步骤进行说明。请充分理解本功能的特性后，再执行这些步骤。但请注意，这里仅介绍本功能特有的事项。关于操作方面的常规事项，请参阅《安全手册》、控制器及手臂的《安装和连接手册》、《操作手册》、《AS语言参考》《外部I/O手册》等标准手册。

### 2.1 安装机器人

请按照各机器人手臂随附的《安装和连接手册》安装机器人。此外，使用通信协调控制功能时，需要校正协调机器人的相互坐标系。这一步骤通过软件设置执行。有关详细内容请参阅“2.3 设置软件数据”。

下面记载了使用本功能时机器人安装相关注意事项。

1. 不同机型的机器人的动态响应性能各异。因此，在不同机型的机器人之间使用本功能时，机器人的动作可能产生协调误差。在搬运大型工件等情况下使用本功能时，这种协调误差可能导致问题发生，因此，用于搬运作业时，请使用相同机型的机器人。
2. 即便是相同机型的机器人，也可能会因为机器人的个体差异、安装校正误差、坐标系绝对误差等产生协调误差。此外，在执行协调动作过程中紧急停止时，机器人相互的制动距离也可能产生差距，导致较大的协调误差。用于搬运作业时，这种协调误差可能导致作用于机械手或工件上的约束应力增大，严重时可导致机械手或工件损坏。为了解决这一问题，建议在机械手一侧安装浮动机构。两台协调机器人中，至少需要为从侧的一台机器人安装浮动机构。
3. 虽然可通过软件设置校正协调机器人相互之间的坐标系，但为了顺利且高精度地进行校正，最好在机器人安装阶段便做好准备。虽然未规定所需安装精度，但如果能事先尽量对准机器人的基本坐标轴向，后续便能较易于判断校正数据的有效性。建议使用水准器等确保机器人处于水平。

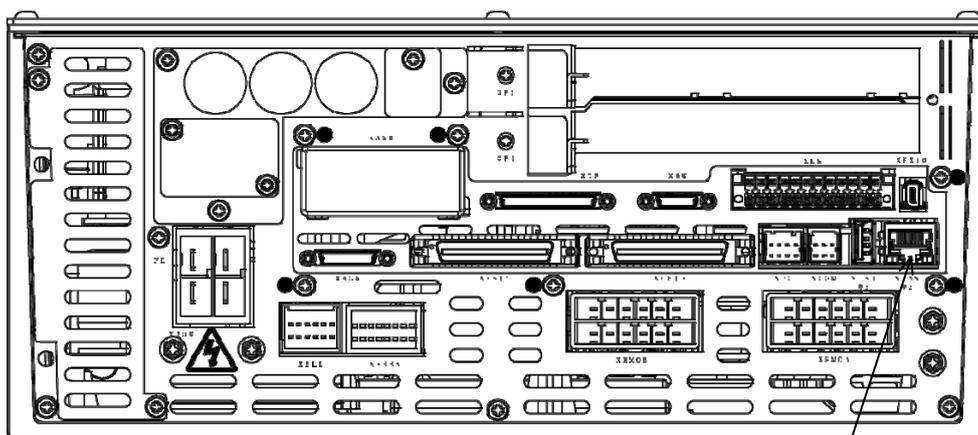
## 2.2 连接配线

关于机器人控制器的常规配线连接方法，请参阅另行随附的标准手册《安装和连接手册》、《外部I/O手册》。有关连接的注意事项，也请参阅这些标准手册。这里就通信协调动作控制功能固定配套的配线和连接进行说明。

### 2.2.1 连接以太网电缆

通信协调动作控制功能使用控制器背面的以太网端口进行通信协调。使用通信协调动作控制功能时，通信协调专用以太网端口不得用于除通信协调之外的其他用途。

两台主要CPU端口的以太网接口之间请用以太网电缆进行连接。（100Mbps超五类线和屏蔽双绞线和交叉电缆）。此外，使用集线器连接时，请选用支持1000BaseT或100BaseT的交换集线器，并使用100Mbps超五类线、屏蔽双绞线、直连电缆、RJ-45连接器进行连接。



通信协调专用  
以太网端口

控制器的背面

## 2.2.2 其他、安全回路相关的限制和注意事项

通信协调动作功能是在已经建立通信连接的机器人控制器之间以通信方式交换紧急停止等操作信息并进行控制。但在执行诸如紧急停止之类硬件优先的停机操作时，制动距离方面可能产生差异。通过协调动作执行搬运作业时，这一差异可能导致作用于机械手或工件上的约束应力增大，严重时可能导致机械手或工件损坏。为了避免制动距离的差异带来不利影响，除了如“2.1 安装机器人”一节所述用于搬运作业时在机械手上安装浮动机构之外，还应注意使用方面的限制和注意事项。下面对限制和注意事项进行说明。请在充分理解其内容的基础上，遵守限制和注意事项。

- (1) 请确保机器人停止运行后，再切换机器人控制面板上的`TEACH/REPEAT`开关。处于自动运行模式的再现状态时，请勿将此开关切换至“TEACH”。处于自动运行模式的再现状态时，如果将此开关切换至“TEACH”，机器人则由于安全回路优先而产生协调误差。
- (2) 除紧急情况外，需要中途停止正处于自动运行模式再现状态的机器人时，请使用`HOLD/RUN`开关、外部停止信号、HOLD指令、ABORT指令。
- (3) 示教操作时，示教器的无人警惕装置安全回路优先于软件。手动操作机器人时，需要按下所有协调机器人的`握杆触发开关`。执行轴操作时，请在主机器人一侧操作。(SLAVE)从机器人一侧仅需按下`握杆触发开关`即可。



### 警告

1. 如果在执行协调动作过程中切换`TEACH/REPEAT`，可能导致协调误差产生。
2. 未连接外部紧急停止时，如果执行紧急停止操作，可能导致协调误差产生。
3. 用于诸如搬运作业之类需要约束机器人的作业时，如果未安装浮动机构，可能会由于协调误差而导致工件或工具破损。

## 2.3 设置软件数据

本节就使用通信协调动作功能所需的软件数据设置进行说明。

### 2.3.1 设置协调机器人之间的通信

#### 1. 机器人网络功能设置

机器人之间通过机器人网络功能进行通信。机器人出厂时，机器人网络设为无效。通过终端软件（KRterm）或键盘输入界面，如下所示以按键输入，将功能设为有效。针对所有连接的机器人进行设置。

机器人网络需要设置的数据包括连接数量与机器人ID。可连接的数量为两台。使用本功能时，只需在最初设置一次即可。设置时，需要对所有连接的机器人控制器进行设置。

ROBOTNUM: 机器人网络连接数量。固定为两台。  
ROBOTID: 为-1时，机器人网络设置无效。这是出厂时的初始设置。  
为使机器人网络功能有效，设置两台机器人时，  
请设为1或2。

#### 例如

```
>ROBNETID□  
ROBOTNUM, ROBOTID  
      2      -1  
变更吗? (放弃请按RETURN键)  
2、1□  
ROBOTNUM, ROBOTID  
      2      1      <----- 连接数量为两台、ID设为1  
变更吗? (放弃请按RETURN键)  
□  
>
```

- 在第一台机器人的网络设置完毕后，系统将报错（E1023）“机器人网络通信错误。”，但这并非异常。在所有的控制器设置完毕后，请进行错误复位。
- 请为各机器人分别设置不同的机器人ID。如果设为相同值，系统将报错（E1108）“机器人网络ID号重复。”

## 2. 连接目标机器人的设置

接下来，设置连接目标机器人。在键盘输入界面或电脑终端作以如下所示按键输入并登录。针对所有的连接机器人进行设置。

>ROBNETROBOT 2:  ..... 设置连接机器人。2:表示连接目标机器人。

No.2=>机器人名:RS010N-A001

轴数6 编号109

ROBNETROBOT指令用于通过机器人网络获取，并设置连接机器人的数据。

机器人网络设置无效或未能正常工作时，系统将报错（E1023）“机器人网络通信错误。”请检查以太网电缆的连接、机器人网络功能的设置。

连接目标机器人设置完毕后，请关闭控制电源并重启。

## 3. 机器人网络功能的确认

确认机器人网络通信有无正常工作。WHERE 2: 通过指令确认是否已正确显示连接目标机器人的当前位姿。（也可通过后述的协调监控功能进行确认。）

>WHERE 2:

JT1	JT2	JT3	JT4	JT5	JT6
14.588	-12.145	-3.686	25.665	-2.757	-0.008
X[mm]	Y[mm]	Z[mm]	O[deg]	A[deg]	T[deg]
359.414	1387.611	1923.206	76.613	96.170	-64.240

>

### 2.3.2 登录机器人安装位姿

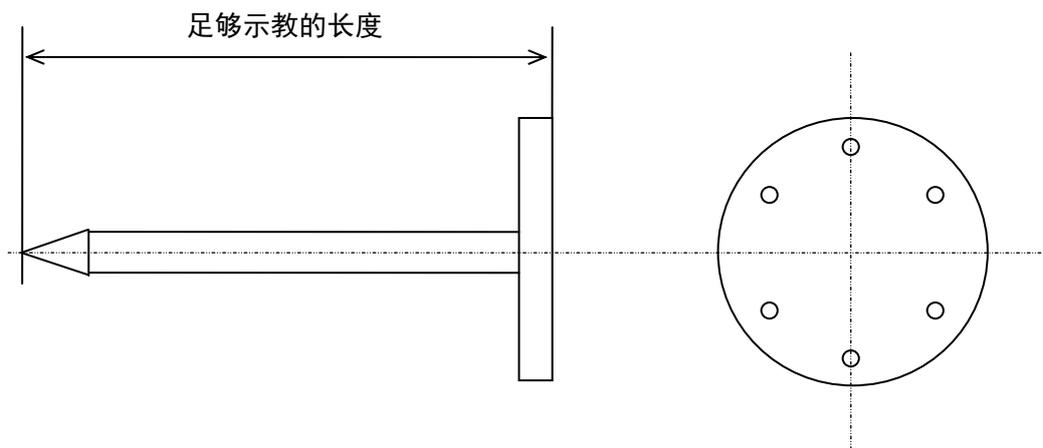
协调多台机器人的动作时，事先测量机器人的安装位置与姿势，并将其数据登录在控制器中。下面就该步骤进行说明。

#### 2.3.2.1 准备测量工具

测量时，需要使用能够准确测量尺寸的工具（由客户自行准备）。将其安装至机器人上，示教世界坐标系的3个基准点后，进行测量。建议使用满足下列条件的工具（校准工具）进行测量。

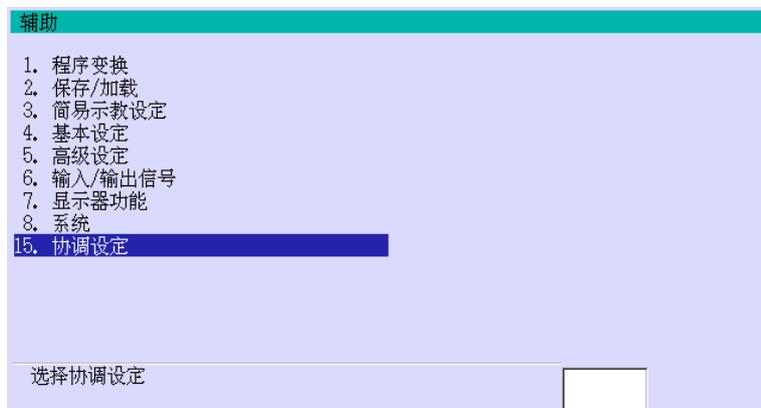
1. 能够准确读取尺寸。
2. 长度适合所有的机器人示教。
3. 进行示教时不会与周边发生干扰。
4. 前端的形状便于示教。最好为尖头。

但使用两台机器人的测量工具配合进行基准位置示教时，有时前端不尖、前端为平面（圆形或方形）的工具反而更便于示教。这是因为，在配合示教时，对准两个测量工具前端的面与面后示教位置，能够更便于调整位置以及平面的倾斜误差。具体选择使用哪一种类型的前端，请根据使用环境决定。

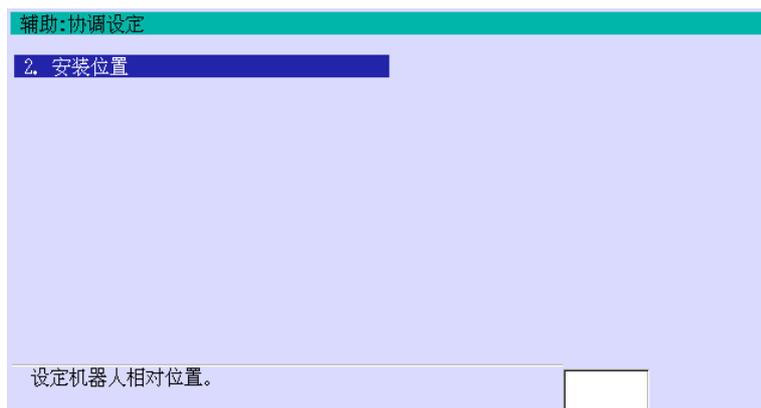


### 2.3.2.2 测量并设置机器人安装位姿

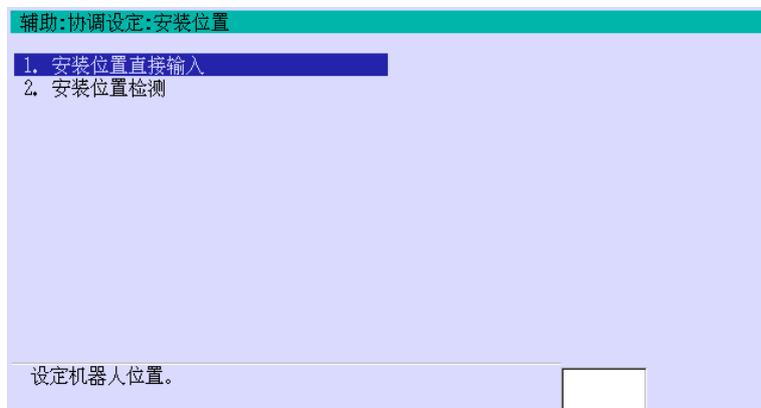
使用上述工具示教基准位置并进行测量，对机器人安装位姿的数据进行设置。下面就其步骤进行说明。



首先，从辅助菜单中选择[15. 协调设定]。



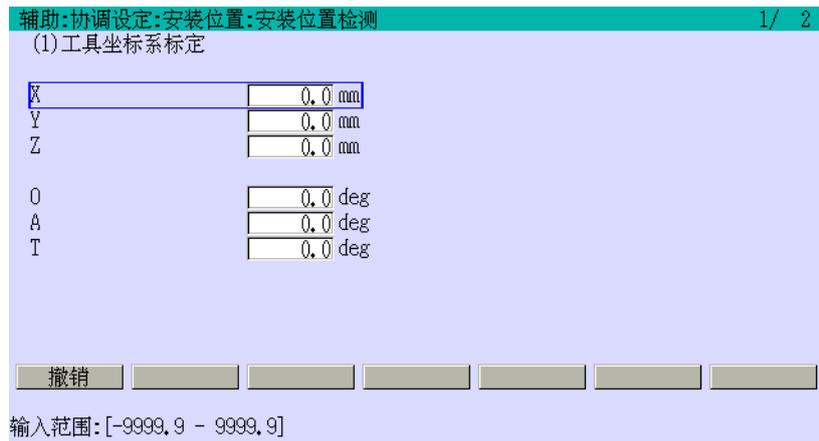
切换至上述画面后，选择[2. 安装位置]。



即可显示前述画面。已知安装位姿时，请选择[1. 安装位置直接输入]。需要自动测量安装位姿时，请选择[2. 安装位置检测]。

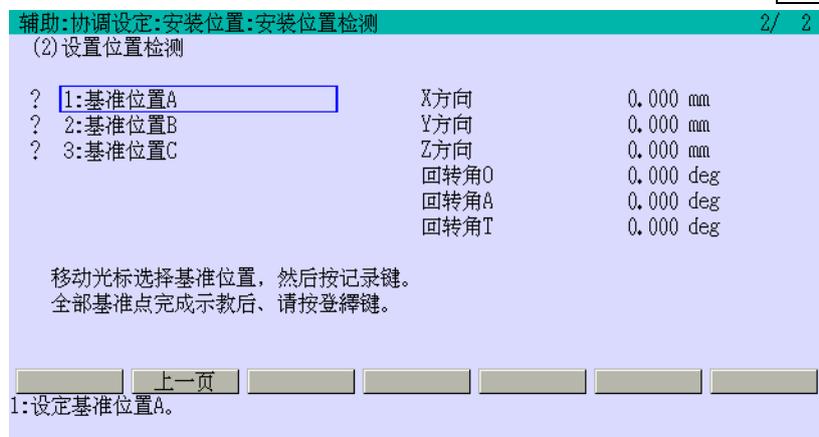


选择[1. 安装位置直接输入]后，即显示上述画面。请根据世界坐标系相对于机器人坐标的换算值进行设置。已知安装位姿时，至此安装位姿便登录完毕。请针对所有的机器人进行安装位姿登录。

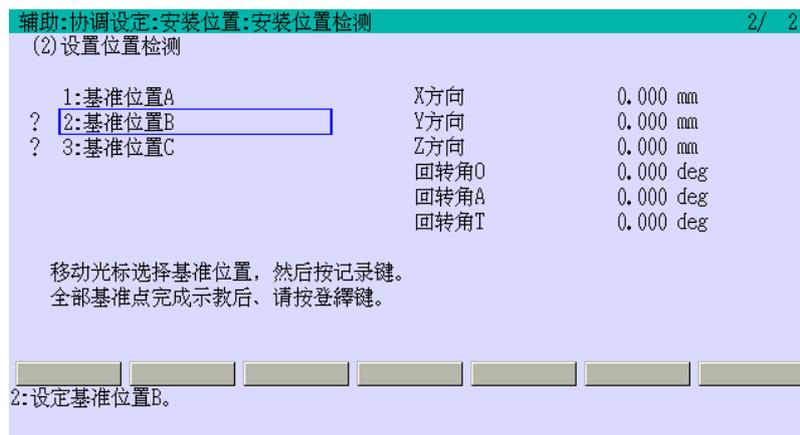
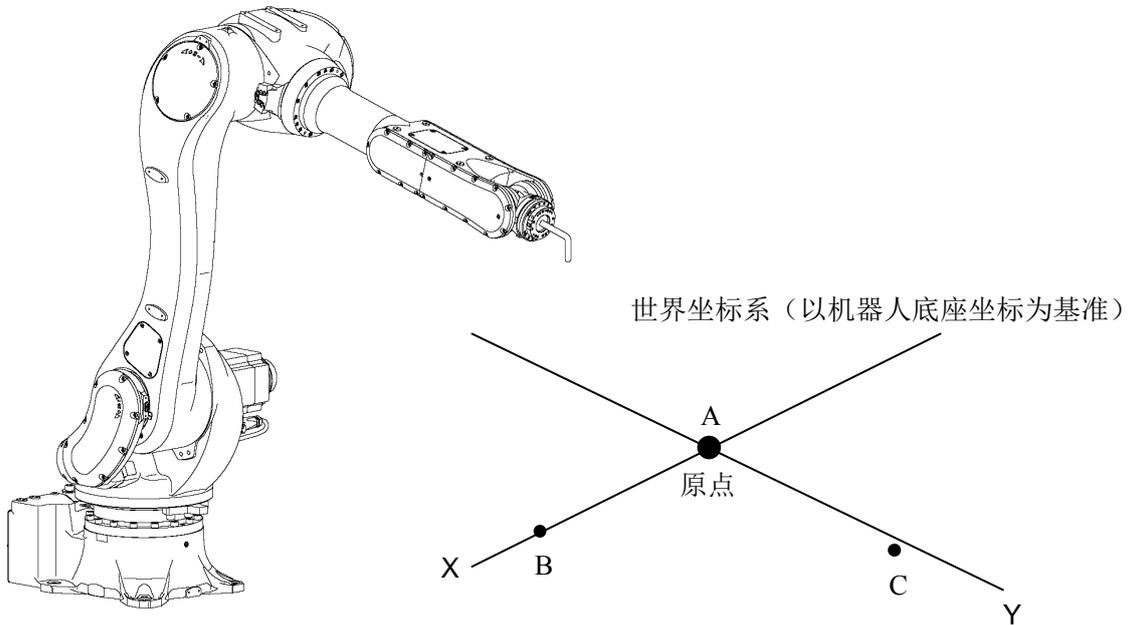


选择[2. 安装位置检测]后，即显示上述画面。

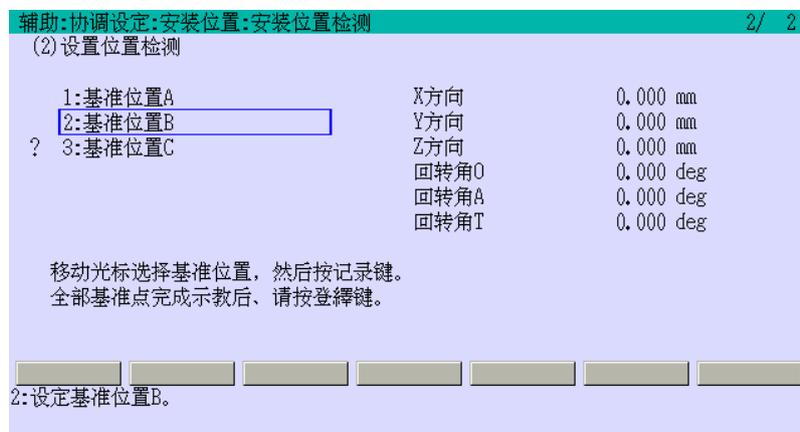
请输入2.3.2.1所述测量工具的尺寸与姿势（工具换算值）。按下[登录]键，进入下一画面。



首先，登录基准位置A。基准位置A将作为世界坐标的原点。移动机器人至A点，将工具前端对准A点后，按下 $\boxed{\text{REC}}$ 键。



基准位置A的? 标记即会消失。之后，按下 $\boxed{\text{REC}}$ 键，进入基准位置B的示教。



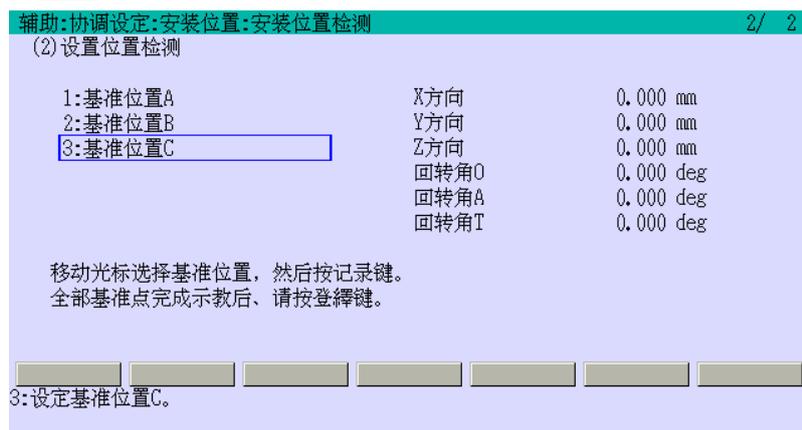
基准位置B决定世界坐标系的X轴正方向。

为了提高机器人安装位姿的校准精度，请注意以下几点。

- 基准位置A与基准位置B及基准位置C的取值应能覆盖实际的作业范围。
- 世界坐标系以基准位置A为原点，其X轴为通过基准位置A与基准位置B这两点的连线。而世界坐标系的Y轴处于包括基准位置A与基准位置B、基准位置C这几点的XY平面上，且基准位置C表示其正方向。因此，基准位置A与基准位置B的精度相比基准位置C的精度更为重要。考虑到周边干扰等，如果基准位置A、B、C的可取位置存在限制，请在设置基准位置A、B、C这三点时，使基准位置A与基准位置B的距离最远。
- 示教基准位置A、B、C三点时，请尽可能使手腕姿势保持恒定。

移动机器人至B点，将工具前端对准B点。按下 $\boxed{\text{REC}}$ 键，基准位置B的? 标记即会消失。按下 $\boxed{\text{F1}}$ 键，进入基准位置C的示教。

基准位置C决定世界坐标系的XY平面与Y轴的正方向。移动机器人至C点，将工具前端对准C点。按下 $\boxed{\text{REC}}$ 键，基准位置C的? 标记即会消失。



所有的? 标记消失后，测量数据示教完毕。请按下 $\boxed{\text{登录}}$ 键，开始计算安装位姿。



计算完毕后，即跳出上述弹窗。上面显示的数据表示以机器人底座坐标为基准的世界坐标系位置与姿势。

如果3点未正确示教，系统将提示测量错误。出现错误提示时，请重新示教3点。

请检查结果，如果确认无误后选择<是>。如果选择<否>，则不登录结果。

选择<是>或<否>后，即返回至(1)校准工具登录画面。

请同样登录其他的机器人的安装位姿。重新测量后，也请对所有的机器人重新进行设置。

在所有的机器人的安装位姿登录完毕后，请按照后述第3章的说明通过手动操作执行协调动作，并进行动作确认。在底座模式或工具模式下，向X、Y、Z各方向移动，检查两台机器人工具前端的距离变化。

两台机器人在动作方向上存在超出允许范围的误差时，表示安装位姿的精度不够。请参考上述提高校准精度的注意事项，重新进行测量。

### 3 示教—手动操作与动作编程—

本节就手动执行协调动作的方法与协调动作的编程方法进行说明。协调动作全部通过AS语言程序实现。下面列出了其限制和注意事项。

1. 协调动作全部通过AS语言程序实现。因此，不可使用示教器进行简易示教。
2. 协调动作全部通过专用的协调动作命令进行编程。示教器的AS命令位置示教功能不支持该命令。因此，需要全部使用HERE指令或命令进行位姿示教。
3. 手动执行协调动作时，需要对所有连接机器人的示教器进行操作。这是由于示教器的无人警惕装置安全回路优先于软件。操作时，应在主机器人一侧进行轴操作。这时，需要在（SLAVE）从机器人一侧按下握杆触发开关。

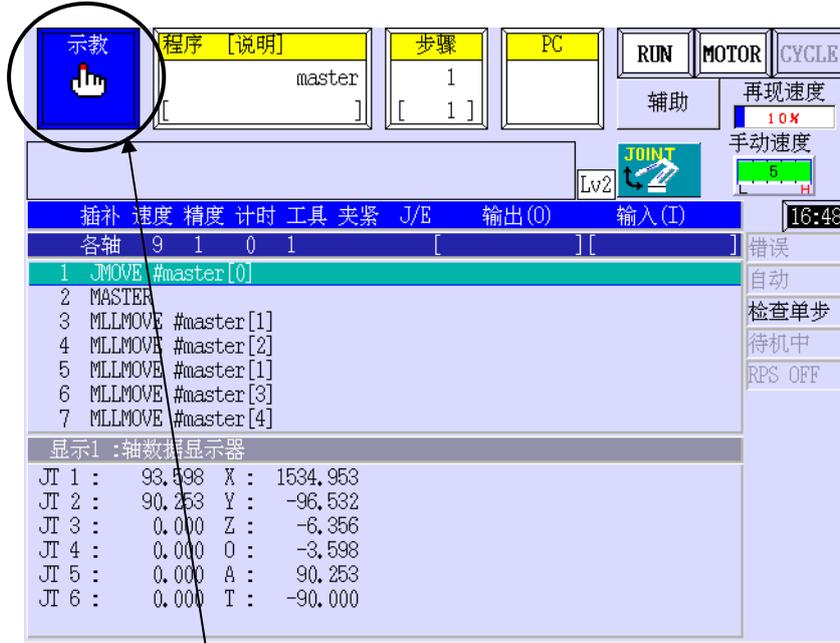
#### 3.1 示教前指定主或（SLAVE）从机器人

理论上安装连接、各种设置完毕后便可进行示教作业，但我们建议，这时最好事先指定执行协调动作时的主机器人与（SLAVE）从机器人。虽然通过本功能可以自由切换主/从，但事先指定主/（SLAVE）从机器人之后再行编程，更便于系统维护。

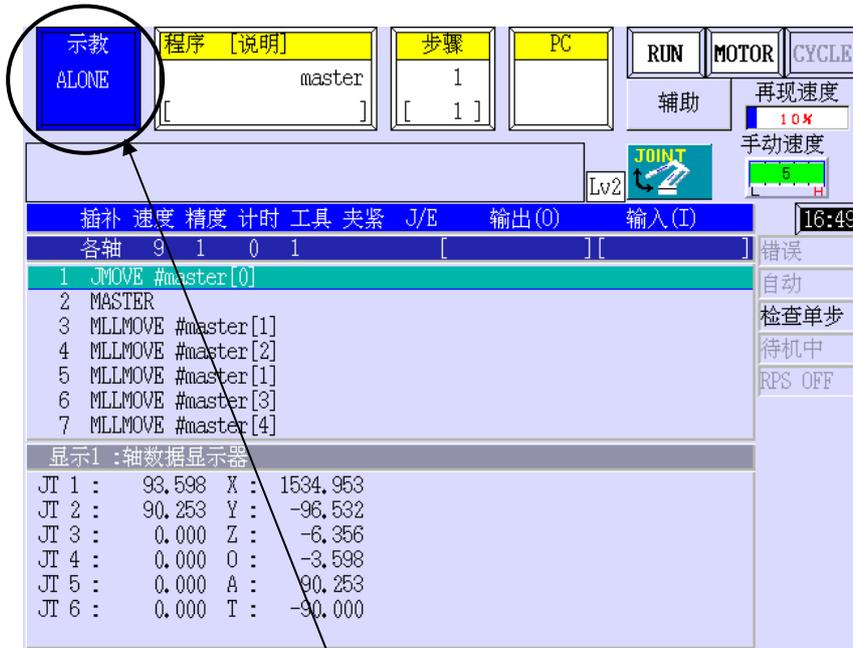
### 3.2 手动执行协调动作

手动执行协调动作时，连接机器人相对于已执行操作的机器人需要保持工具的相对位姿进行工作。

为了便于手动执行协调动作，需要通过示教器设置主/（SLAVE）从机器人。下面所示为操作画面。在TP画面的示教/再现模式区域内，手动协调动作模式与表示示教模式的图标交替闪烁显示，如果同



时按下  $\Delta$ +<示教/再现>模式键，即可如下切换模式。



手动协调模式闪烁显示。



为了便于手动执行协调动作, 需要将一台机器人的手动协调模式设为“主”, 并将另外一台机器人的手动协调模式设为“从”。将所有的机器人置于如下状态后, 方可进行手动操作。

	主机器人	(SLAVE) 从机器人
手动协调动作模式	主	从
马达电源	ON	ON
启动/停止	启动	启动
模式	示教	示教
示教锁定	ON	ON
握杆触发开关	ON	ON

主机器人通过操作示教器上的轴操作键工作, 而 (SLAVE) 从机器人则随之保持相对位姿工作。手动执行协调动作过程中, 不可对 (SLAVE) 从机器人的轴操作键进行操作。动作时, 动作速度及坐标系均以主机器人的设置为准。

手动执行协调动作过程中, 上述条件中如有一个不能满足, 则所有的机器人将立即停止运行。

### 3.3 编程与位姿示教

本节使用典型的协调动作适用示例就协调动作的AS编程与其对应的位姿示教进行说明。

但请注意，这里会使用协调动作相关的专用命令。下面会适当地对这些要点进行说明，详细内容还请参阅后述的“8 AS语言参考”。此外，关于编程方面的常规事项，请参阅《操作手册》、《AS语言参考》、《外部I/O手册》等标准手册。

#### 3.3.1 协调动作编程

下文就协调动作编程进行说明。

- 1.....协调动作中，主动作部分的程序以MASTER命令开始，以ALONE命令结束。而从动作部分的程序则以SLAVE命令开始，以ALONE命令结束。
- 2.....主动作部分程序（MASTER与ALONE之间）可执行的命令为协调动作命令与非动作命令。从动作部分程序（SLAVE与ALONE之间）可执行的命令仅为非动作命令。
- 3.....协调动作命令如下所示。详细内容请参阅后述的“8 AS语言参考”。
  - (1) 用于指定主机器人位姿与（SLAVE）从机器人位姿的动作命令  
MLLMOVE 位姿变量1, [位姿变量2]  
MLC1MOVE 位姿变量1, [位姿变量2]  
MLC2MOVE 位姿变量1, [位姿变量2]
  - (2) 用于指定主机器人位姿与相对于（SLAVE）从机器人的相对位姿的动作命令  
MRLMOVE 位姿变量1, [主/从相对换算值]  
MRC1MOVE 位姿变量1, [主/从相对换算值]  
MRC2MOVE 位姿变量1, [主/从相对换算值]
4. 编写协调动作程序时，不可使用示教器的辅助一体式示教画面及AS命令位置示教功能。

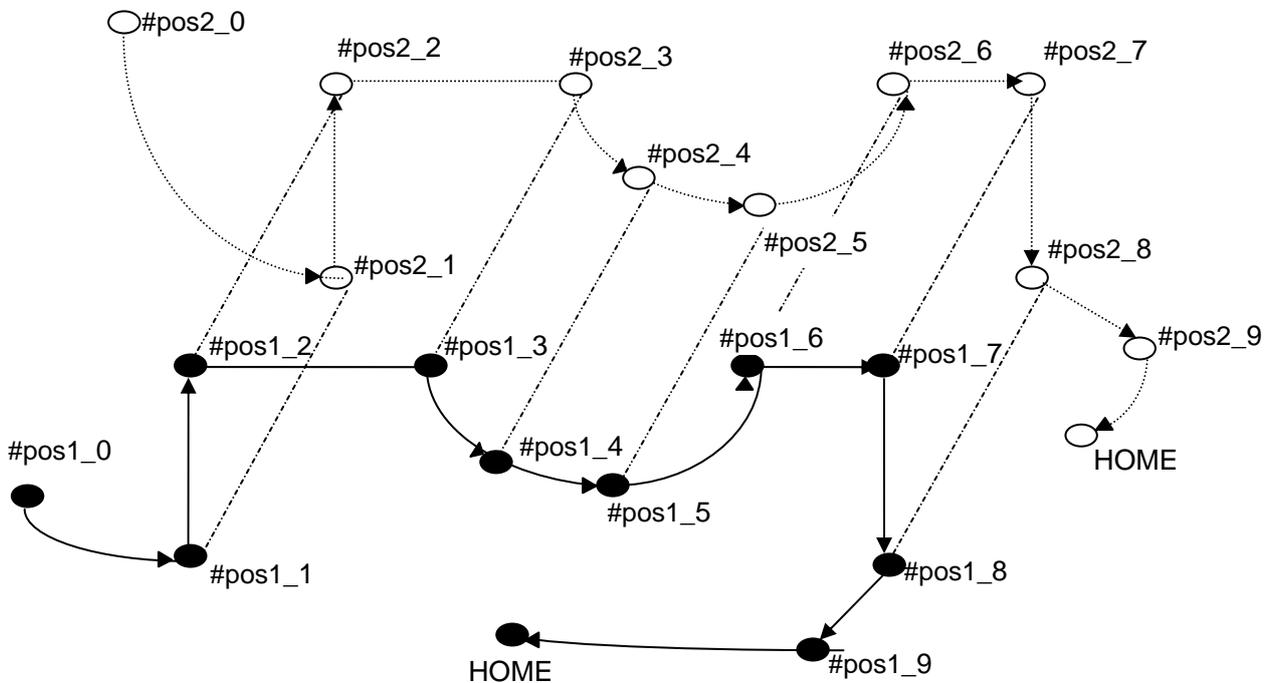
### 3.3.2 协调动作编程示例（以两台协调机器人为例）

机器人A（主）		机器人B（从）	
程序	master()	程序	slave()
WEIGHT	30、50、100、150	WEIGHT	30、50、100、150
SPEED	100 ALWAYS	SPEED	100 ALWAYS
ACCURACY	100 ALWAYS	ACCURACY	100 ALWAYS
JMOVE	#pos1_0	JMOVE	#pos2_0
ACCURACY	1	ACCURACY	1
LMOVE	#pos1_1	LMOVE	#pos2_1
CLOSE	;机械手闭合	CLOSE	;机械手闭合
SWAIT	1001;机械手闭合确认	SWAIT	1001;机械手闭合确认
MASTER	;协调动作开始（主）	SLAVE	;协调动作开始（从）
WEIGHT	60、100、150、200;机器人A 负载设置	WEIGHT	60、100、150、200;机器人B 负载设置
SPEED	70		
ACCEL	70		
SIGNAL	2;输出自身（机器人A）的输出信号2		
SIGNAL	2:2;输出对方（机器人B）的输出信号2		
MLLMOVE	#pos1_2、#pos2_2;协同上抬		
MLLMOVE	#pos1_3、#pos2_3;协同搬运		
MLC1MOVE	#pos1_4、#pos2_4;协同搬运		
MLC1MOVE	#pos1_5、#pos2_5;协同搬运		
MLC2MOVE	#pos1_6、#pos2_6;协同搬运		
MLLMOVE	#pos1_7、#pos2_7;协同搬运		
SWAIT	1002;等待输入自身（机器人A）的输入信号2		
SWAIT	2:1002;等待输入对方（机器人B）的输入信号2		
SPEED	70		
DECEL	70		
ACCURACY	1		
MLLMOVE	#pos1_8、#pos2_8;协同放下		
ALONE		ALONE	
OPEN	;机械手打开	OPEN	;机械手打开
SWAIT	1003; 机械手打开确认	SWAIT	1003; 机械手打开确认
LMOVE	#pos1_9	LMOVE	#pos2_9
HOME		HOME	

- (1)、(6) 独立动作部分 ..... 机器人各自独立工作。
- (2) 协调动作开始命令 ..... 使用MASTER命令设为协调动作的主机器人。使用SLAVE命令设为协调动作的（SLAVE）从机器人。所有的机器人在MASTER命令与SLAVE命令执行完毕后，开始执行协调动作。
- (3)、(4) 协调动作部分 ..... 各机器人协同工作。
- (5) 协调动作结束命令 ..... 使用ALONE命令结束协调动作。所有的机器人在ALONE命令执行完毕后，结束协调动作。

编程示例的位姿如下图所示。

从#pos1\_1:#pos2\_1至#pos1\_8:#pos2\_8为协调动作，其他为独立动作。



### 3.3.3 协调动作的位姿示教方法

1. 独立动作部分的位姿示教需要通过各自机器人的控制器分别执行。独立动作部分可以使用示教器的辅助一体式示教画面及AS命令位置示教功能。
2. 协调动作部分通过主机器人的控制器进行位姿示教。协调动作部分不可通过示教器的辅助一体式示教画面及AS命令位置示教画面进行示教。将机器人各自移动至协调位姿后，请如下所示通过主机器人控制器对主机器人与（SLAVE）从机器人的位姿进行示教。

```
>HERE #pos1_2
```

```
*** **
```

```
□
```

将主机器人的位姿数据存储至各轴位移变量 #pos1\_2。

```
>HERE 2:#pos2_2
```

```
*** **
```

```
□
```

将（SLAVE）从机器人的位姿数据存储至各轴位移变量#pos2\_2。

手动协调操作机器人的方法请参阅“3.2 手动执行协调动作”。

## 4 确认动作

本节就检测模式下协调动作程序部分的动作确认方法及其限制事项和注意事项进行说明。

1. 检测模式所需的主/从设置方法与手动协调动作相同。请参阅“3.2 手动执行协调动作”。
2. 检测模式下，协调动作的操作注意事项和限制事项与手动操作相同。在检测模式下执行协调动作时，需要针对所有连接机器人的示教器进行操作。这是由于示教器的无人警惕装置安全回路优先于软件。检测模式下的操作均在主机器人一侧执行，但这时（SLAVE）从机器人一侧也需要按下握杆触发开关。
3. 在检测模式下运行协调动作部分程序时，需要操作示教器设置主/（SLAVE）从机器人。这时的主/从与程序上MASTER命令/SLAVE命令所指定的主/从无关，它仅仅是服务于手动操作所需的设置。当然，如果能与程序上的主/从配合进行检测作业效果更佳。
4. 在检测模式下运行协调动作部分程序时，应在示教器进行手动操作所需的主/从设置完毕后，在主机器人一侧执行检测模式操作。（SLAVE）从机器人一侧仅需按下握杆触发开关。此时的检测模式操作与常规操作相同。有关其操作要领，请参阅《操作手册》等标准手册。此外，主侧的单步运行、连续运行模式将反映在从侧的单步运行、连续运行模式中。
5. 如需在检测模式下分别运行主/（SLAVE）从机器人的独立动作部分，请将示教器上的主/从设置



为（手动协调动作OFF）。如果手动操作所需的主/从设置进行完毕，系统将优先执行主机器人一侧的检测模式操作，主机器人与（SLAVE）从机器人将同时工作。

## 5 自动运行

机器人编程完毕后，便可通过与普通机器人相同的操作实现自动运行。本节记载了此时的通信协调特有的注意事项和限制事项与补充信息。

### 1. 开始协调动作

再现运行方法与常规机器人的操作相同。

上述程序示例中，如果执行再现运行，机器人则在各自独立工作后，执行到MASTER命令或SLAVE命令部分时停止运行。机器人在分别执行MASTER命令、SLAVE命令后，开始协调动作。

协调动作中的协调状态可以通过后述的协调监控进行确认。而输入STATUS指令也可显示协调状态。

```
>status
机器人状态:
再现循环开始 ON

运行中的程序 = master
现在步骤 = 1

环境设定状况:
监控速度 (%) = 100.0
ALWAYS 程序速度 (%) = 100.0 100.0
ALWAYS 精度 "mm" = 1.0

Stepper 状态: 程序运行中
程序运行次数
已运行完成次数: 20
剩余运行次数: 无限次
程序名 优先级 步骤号
master 0 4 MLLMOVE #coop1,#coop2

协调状态 MASTER ←
```

## 2. 协调动作的监控速度

协调动作中监控的速度（再现速度）为主机器人一侧的速度。例如，假设主机器人一侧的监控速度设为80%，（SLAVE）从机器人一侧的监控速度设为10%，则协调动作部分仍将以主机器人一侧的监控速度设置值80%动作。独立动作部分则按照各自控制器设置的监控速度动作。

## 3. 中途停止协调动作

- (1) 除紧急情况外，需要中途停止正处于自动运行模式再现状态的机器人时，请对任意一台机器人使用[HOLD/RUN]开关、外部停止信号、HOLD指令、ABORT指令。这些操作之后，机器人将保持协调位置并停止运行。
- (2) 执行协调动作过程中，如果将某一台机器人的[HOLD/RUN]开关置于“HOLD”一侧，或执行外部停止信号、HOLD指令，则其他机器人将保持协调位置并暂停运行。
- (3) 执行协调动作过程中，如果对某一台机器人执行ABORT指令，则其他机器人将保持协调位置并终止运行。
- (4) 执行协调动作过程中，如果某一台机器人被按下[紧急停止]，则其他机器人也将紧急停止。但由于紧急停止状态下硬件处理优先，未按下[紧急停止]键的机器人的惯性滑行距离将延长并导致停止时的协调位姿关系产生误差。
- (5) 执行协调动作过程中，如果某一台机器人的控制面板上[TEACH/REPEAT]开关被切换至“TEACH”，则所有的机器人均将立即停止运行。但在自动运行模式的再现状态下，如果将此开关从“REPEAT”切换至“TEACH”，则由于安全回路优先，其他的机器人的惯性滑行距离将延长并导致协调位姿关系产生误差。确保机器人完全停止运行之后，方可操作[TEACH/REPEAT]开关。处于自动运行模式的再现状态时，请勿将此开关从“REPEAT”切换至“TEACH”。

## 4. 重启协调动作

- (1) 重启协调动作时，需要确保所有的机器人均处于程序可运行状态。
- (2) 执行协调动作过程中，通过[HOLD/RUN]开关或外部停止信号使某一台机器人停止运行后，可以通过将[HOLD/RUN]开关置于“RUN”一侧或解除外部停止信号的方式重启协调动作。
- (3) 执行协调动作过程中，通过HOLD指令、ABORT指令使某一台机器人停止运行后，可以通过对任意一台机器人输入CONTINUE指令，或按下[A]+[循环启动]开关的方式重启协调动作。
- (4) 停止协调动作后，在手动移动机器人后再重启协调动作时，如果已经通过协调动作命令指定（SLAVE）从机器人的位姿，则机器人将从起始位姿向指定位姿重启。如果协调动作命令中未指定（SLAVE）从机器人的位姿，则将保持起始位姿重启。

#### 5. 协调动作过程中禁止执行的操作

协调动作过程中，为了确保不会破坏协调机器人的位姿关系，禁止执行以下操作。

EXECUTE指令

DO指令

步骤选择

#### 6. 协调动作的强制解除方法

一旦开始执行协调动作，则在所有的机器执行ALONE命令之前，无法解除协调动作。由于特殊需要强制解除协调动作时，需使用ALONE指令。请如下所述通过键盘输入界面或终端软件(KRterm)输入ALONE指令。

```
>ALONE □
```

对任意一台协调机器人执行ALONE指令后，所有机器人的协调状态均将复位至ALONE，并变为独立状态。

ALONE指令仅限在<CYCLE>指示灯关闭时方可执行。

#### 7. 协调动作解除示例

下列情况下，将解除目标机器人的协调状态，并变为独立状态。

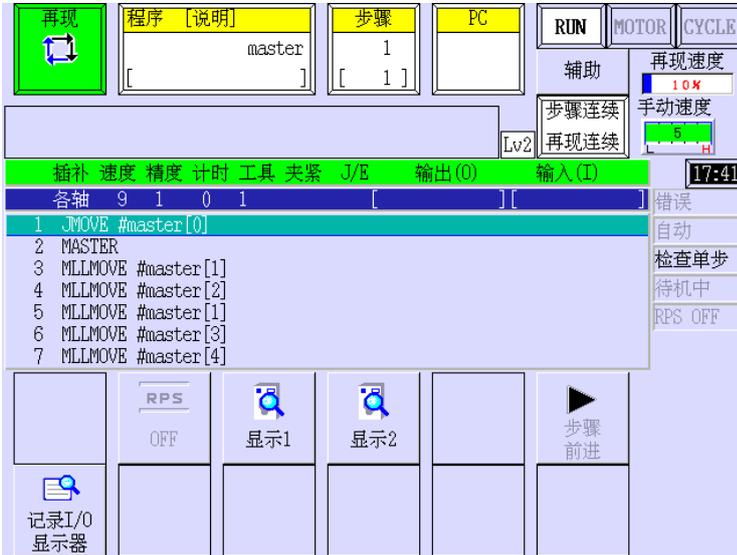
- 外部程序复位后
- 通过PRESET指令执行程序复位后
- 通过示教器切换运行程序后
- 通过PRIME指令切换运行程序后

#### 8. 协调动作过程中的错误

通信协调动作过程中出错时，所有机器人将根据出错内容相应地减速停止或立即停止（紧急停止）。立即停止时，由于通信延迟与其惯性滑行距离相异，协调位姿关系有时会产生误差。为了解决这一问题，请在（SLAVE）从机器人一侧的机械手上安装浮动机构。出错停止后恢复启动时，请仔细确认错误内容以及协调机器人之间的位姿关系。

## 6 协调监控

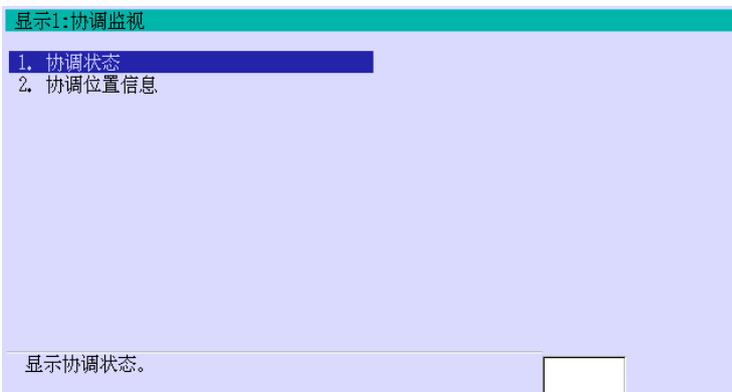
通过协调监控可以确认当前的协调状态。协调过程中显示此监控，不仅可以确认机器人自身，还能确认参与协调工作的其他机器人的状态。



打开显示1菜单或显示2菜单。



选择[26. 协调监视]。



选择[1. 协调状态]。

显示1 :协调监视 :协调状态		
ID		
* 1	REPEAT	主动机器人
2	REPEAT	等待(单独)

即可如上所述显示机器人ID、示教/再现、协调状态（主/从）。

左侧带有\*标识的为当前机器人自身的ROBOTID。

上述示例中，连接数量为两台。从程序可以看出，当前机器人自身ID为1，正处于再现模式下作为主动机器人工作，另一台机器人ID为2，正处于再现模式下等待解除协调（等待运行ALONE）。

再现模式下正处于循环启动的机器人，其ID编号的背景色显示为黄色。

示教模式下，如处于可示教状态，则其ID编号的背景色显示为黄色。

协调状态的显示，与处于status指令所显示的状态相同。

在协调监控菜单中选择[2. 协调位置信息]后，将显示如下画面。

显示1 :协调监视 :协调位置信息			
ID	:	*1	2
X [mm]	:	36.958	536.957
Y [mm]	:	194.324	194.334
Z [mm]	:	1426.789	1426.789
O [deg]	:	-90.002	-90.000
A [deg]	:	10.001	10.001
T [deg]	:	100.003	100.001

机器人ID与位姿信息如上所示。

左侧带有\*标识的ID编号为当前机器人自身的ROBOTID。

上述示例中，连接数量为两台。此机器人的ID为1，ID编号下方所示为其位姿信息。另一台机器人的ID为2，ID编号下方所示为其位姿信息。

## 7 控制连接目标机器人的输入输出信号

通过机器人网络功能可以控制连接目标机器人的输入输出信号。

1. 通过 SIGNAL 2:[信号编码,…………]可以输出连接目标机器人的信号。
2. 连接机器人之间互通外部输入、外部输出、各32路信号,通过SIG2()函数或SWAIT 2:[信号编码,…………]可以监控连接目标机器人的信号。通信的信号范围由ROBNETSIG指令设定。

有关各指令、命令、函数的详细内容,请参阅“8 AS语言参考”。

## 8 AS语言参考

通信协调动作控制功能的命令、指令使用以下AS语言。

MASTER

SLAVE

ALONE

MLLMOVE

MLC1MOVE

MLC2MOVE

MRLMOVE

MRC1MOVE

MRC2MOVE

WHERE

HERE

TOOL

BASE

ROBNETID

ROBNETROBOT

SIGNAL

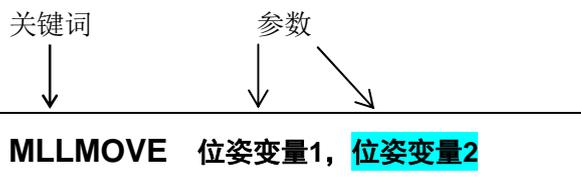
RONETSIG

SWAIT

SIG2 ()

ROBNET\_TCHMASTER

### 介绍性说明



标有xx的参数可省略。

输入关键词后需要留一个字符以上的空格。

文中的`↵`以ENTER（回车）键表示。

程序命令

**MASTER**

**功能**

定义协调动作的主机器人。

**详细说明**

执行本命令后，此机器人即成为通信协调动作的主机器人。执行本命令后，系统将等待连接目标机器人的SLAVE命令执行完毕。所有参与协调作业的机器人在MASTER命令或SLAVE命令执行完毕后，开始协调动作。

执行协调动作过程中，主机器人仅可使用协调动作命令与非动作命令。参与协调作业的所有机器人在ALONE命令执行完毕后解除协调动作。

**例**（两台协调机器人的程序示例）

机器人A（主）		机器人B（从）	
.PROGRAM	master()	.PROGRAM	slave()
WEIGHT	30、50、100、150	WEIGHT	30、50、100、150
SPEED	100 ALWAYS	SPEED	100 ALWAYS
ACCURACY	100 ALWAYS	ACCURACY	100 ALWAYS
JMOVE	#pos1_0	JMOVE	#pos2_0
ACCURACY	1	ACCURACY	1
LMOVE	#pos1_1	LMOVE	#pos2_1
CLOSE	;机械手闭合	CLOSE	;机械手闭合
SWAIT	1001;机械手闭合确认	SWAIT	1001;机械手闭合确认
MASTER	;协调动作开始（主）	SLAVE	;协调动作开始（从）
WEIGHT	60、100、150、200;机器人A 负载设置	WEIGHT	60、100、150、200;机器 人B负载设置
SPEED	70		
ACCEL	70		
SIGNAL	2;输出自身（机器人A）的输出信号2		
SIGNAL	2:2;输出对方（机器人B）的输出信号2		
MLLMOVE	#pos1_2、#pos2_2;协同上抬		
MLLMOVE	#pos1_3、#pos2_3;协同搬运		
MLC1MOVE	#pos1_4、#pos2_4;协同搬运		
MLC1MOVE	#pos1_5、#pos2_5;协同搬运		
MLC2MOVE	#pos1_6、#pos2_6;协同搬运		
MLLMOVE	#pos1_7、#pos2_7;协同搬运		
SWAIT	1002;等待输入自身（机器人A）的输入信号2		
SWAIT	2:1002;等待输入对方（机器人B）的输入信号2		
SPEED	70		
DECEL	70		
ACCURACY	1		
MLLMOVE	#pos1_8、#pos2_8;协同放下		
ALONE		ALONE	
OPEN	;机械手打开	OPEN	;机械手打开
SWAIT	1003; 机械手打开确认	SWAIT	1003; 机械手打开确认
LMOVE	#pos1_9	LMOVE	#pos2_9
HOME		HOME	

程序命令

SLAVE

功能

指定协调动作的（SLAVE）从机器人。

详细说明

执行本命令后，此机器人即设为通信协调动作的（SLAVE）从机器人。执行本命令后，系统将等待连接目标机器人的MASTER命令执行完毕。所有参与协调作业的机器人在SLAVE命令或MASTER命令执行完毕后，开始协调动作。

协调动作过程中，（SLAVE）从机器人仅可使用非动作命令。所有参与协调作业的机器人在ALONE命令执行完毕后，解除协调动作。

例 （两台协调机器人的程序示例）

	机器人A（主）		机器人B（从）
.PROGRAM	master()	.PROGRAM	slave()
WEIGHT	30、50、100、150	WEIGHT	30、50、100、150
SPEED	100 ALWAYS	SPEED	100 ALWAYS
ACCURACY	100 ALWAYS	ACCURACY	100 ALWAYS
JMOVE	#pos1_0	JMOVE	#pos2_0
ACCURACY	1	ACCURACY	1
LMOVE	#pos1_1	LMOVE	#pos2_1
CLOSE	;机械手闭合	CLOSE	;机械手闭合
SWAIT	1001;机械手闭合确认	SWAIT	1001;机械手闭合确认
MASTER	;协调动作开始（主）	SLAVE	;协调动作开始（从）
WEIGHT	60、100、150、200;机器人A 负载设置	WEIGHT	60、100、150、200;机器 人B负载设置
SPEED	70		
ACCEL	70		
SIGNAL	2;输出自身（机器人A）的输出信号2		
SIGNAL	2:2;输出对方（机器人B）的输出信号2		
MLLMOVE	#pos1_2、#pos2_2;协同上抬		
MLLMOVE	#pos1_3、#pos2_3;协同搬运		
MLC1MOVE	#pos1_4、#pos2_4;协同搬运		
MLC1MOVE	#pos1_5、#pos2_5;协同搬运		
MLC2MOVE	#pos1_6、#pos2_6;协同搬运		
MLLMOVE	#pos1_7、#pos2_7;协同搬运		
SWAIT	1002;等待输入自身（机器人A）的输入信号2		
SWAIT	2:1002;等待输入对方（机器人B）的输入信号2		
SPEED	70		
DECEL	70		
ACCURACY	1		
MLLMOVE	#pos1_8、#pos2_8;协同放下		
ALONE		ALONE	
OPEN	;机械手打开	OPEN	;机械手打开
SWAIT	1003; 机械手打开确认	SWAIT	1003; 机械手打开确认
LMOVE	#pos1_9	LMOVE	#pos2_9
HOME		HOME	

监控指令  
程序命令

**ALONE**

**功能**

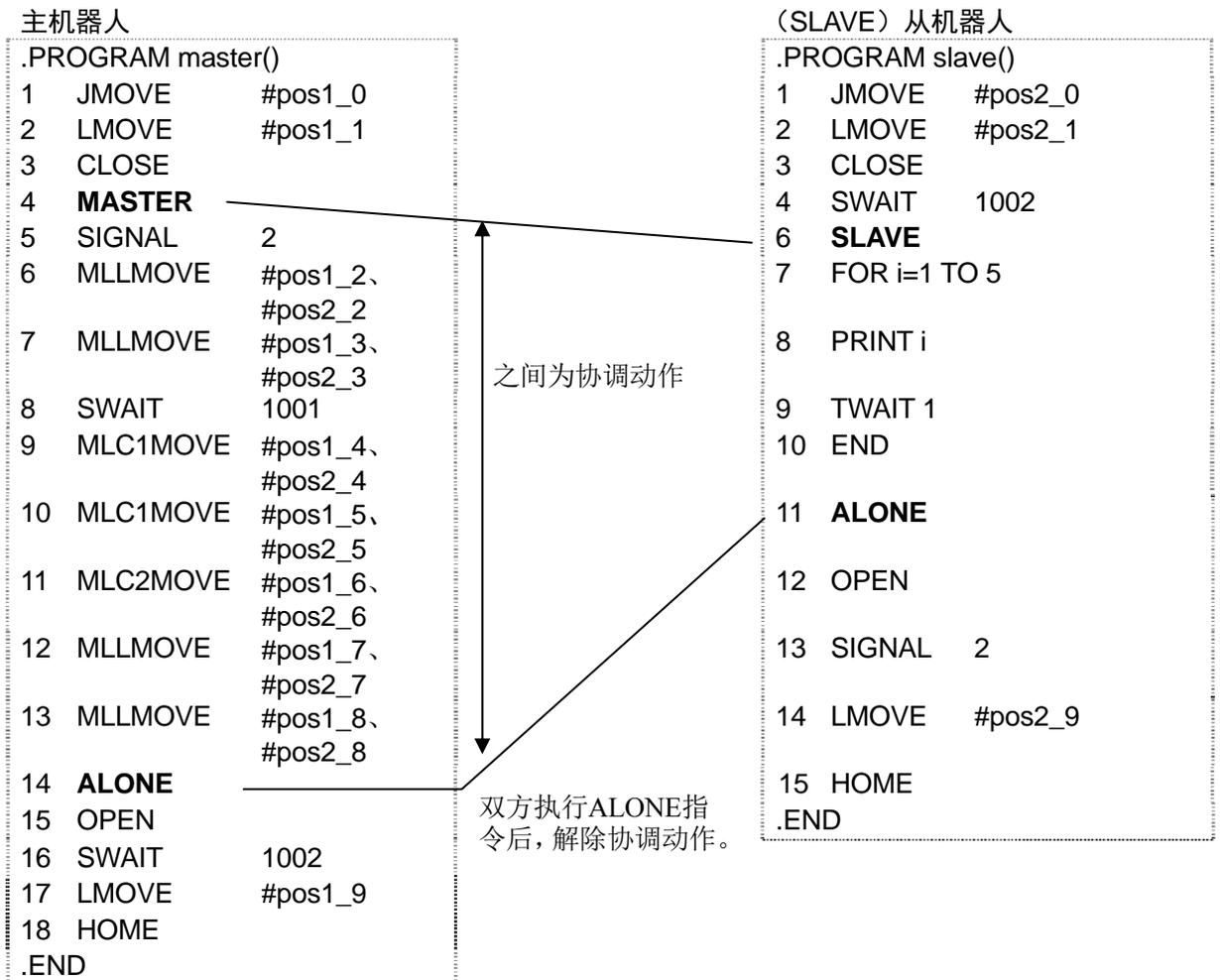
声明退出协调动作。

**详细说明**

执行本命令后，系统将等待所有的协调机器人的ALONE执行完毕。所有的协调机器人在ALONE执行完毕后，解除协调动作。

ALONE作为监控指令执行时，将强制解除协调动作。ALONE指令仅限在<CYCLE>指示灯关闭时方可执行。

**例**（两台协调机器人的程序示例）



作为监控指令使用时

**>ALONE** 解除正在执行协调动作的所有机器人的协调作业。对主/从任意一侧的机器人执行ALONE指令，结果均相同。

---

程序命令

---

**MLLMOVE 位姿变量1, 位姿变量2**

---

**功能**

由当前位姿向位姿变量1或位姿变量2所表示的位姿作协调直线运动。

**参数**

**位姿变量1**

指定主机器人的目标位姿。

可用换算值、各轴位移值、位姿函数或复合换算值进行定义。

**位姿变量2**

指定（SLAVE）从机器人的目标位姿。

可用换算值、各轴位移值、位姿函数或复合换算值进行定义。省略时，机器人将保持当前相对位姿运动。

**详细说明**

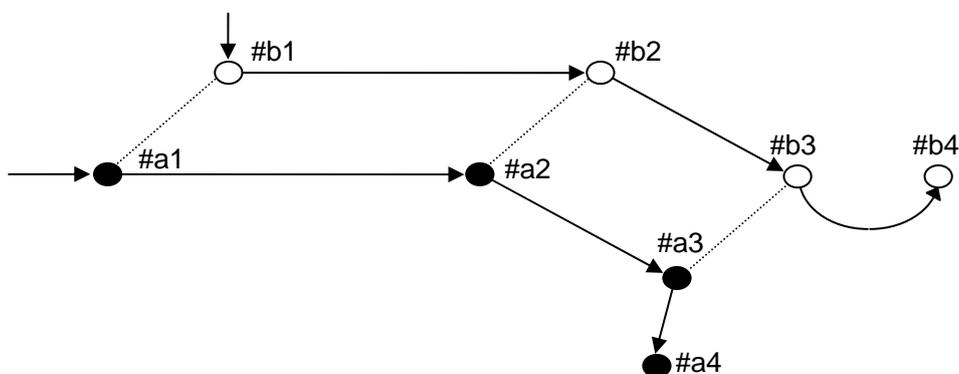
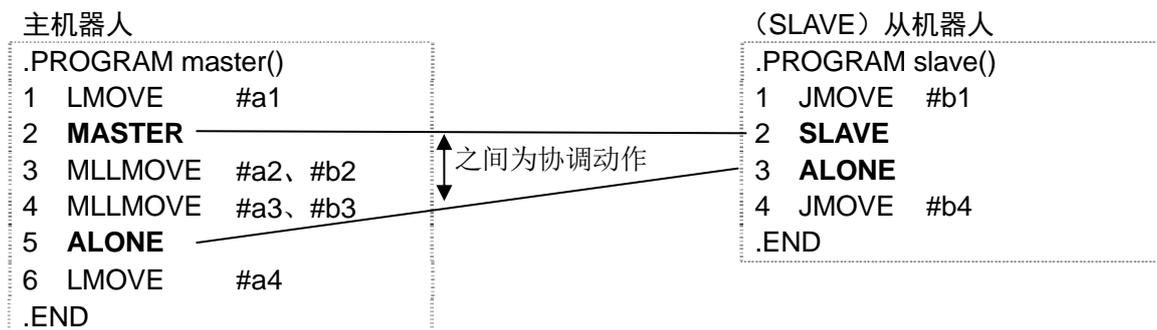
由当前位姿向位姿变量1或位姿变量2所表示的位姿作协调直线运动。位姿变量2省略时，主机器人将转为位姿变量1的位姿，而（SLAVE）从机器人将保持与开始动作时的主机器人的相对位姿关系并作直线运动。

但请注意，位姿变量2省略时，如果因中途暂停、紧急停止等导致相对位姿关系出现误差时，机器人将保持这种误差的相对位姿关系并继续运动。与此相反，如果指定位姿变量2，则各自的机器人在到达位姿1、位姿2之前将修正相对位姿。需要准确保持相对位姿关系时，请勿省略位姿变量2。

本命令在通信协调动作的主机器人一侧进行编程。不可在独立动作部分使用。

**例如**

两台协调机器人时



主/ (SLAVE) 从机器人各自保持指定位姿关系并作直线运动。

---

程序命令

---

**MLC1MOVE** 位姿变量1, 位姿变量2  
**MLC2MOVE** 位姿变量1, 位姿变量2

---

### 功能

由当前位姿向位姿变量1、位姿变量2所述的位姿作协调圆弧轨迹运动。

### 参数

#### 位姿变量1

指定主机器人的目标位姿。

可用换算值、各轴位移值、位姿函数或复合换算值进行定义。

#### 位姿变量2

指定（SLAVE）从机器人的目标位姿。

可用换算值、各轴位移值、位姿函数或复合换算值进行定义。

省略时，将保持动作开始时的相对位姿运动。

### 详细说明

由当前位姿向位姿变量1、位姿变量2所述的位姿作协调圆弧轨迹运动。位姿变量2省略时，主机器人将转至位姿变量1的位姿，而（SLAVE）从机器人将保持与开始动作时的主机器人的相对位姿关系并作圆弧运动。

但请注意，位姿变量2省略时，如果因中途暂停、紧急停止等导致相对位姿关系出现误差时，机器人将保持这种误差的相对位姿关系并继续运动。与此相反，如果指定位姿变量2，则各自的机器人在到达位姿1、位姿2之前将修正相对位姿。需要准确保持相对位姿关系时，请勿省略位姿变量2。

本命令在通信协调动作的主机器人一侧进行编程。不可在独立动作部分使用。本命令仅限在圆弧插补选项为ON时方可使用。

MLC1MOVE命令在圆弧中途使用，而MLC2MOVE命令则在圆弧终点使用。为了实现圆弧插补动作，需要进行三点示教，这三点根据MLC1MOVE命令或MLC2MOVE命令而相异，请尤为注意。（与C1MOVE、C2MOVE相同。）

MLC1MOVE:     (1)前一个协调动作命令的位姿  
                  (2)MLC1MOVE命令的位姿  
                  (3)后一个协调动作命令的位姿（MLC1MOVE或MLC2MOVE命令）

- MLC2MOVE: (1)前一个MLC1MOVE命令的位姿  
(2)MLC1MOVE命令前的协调动作命令的位姿  
(3)MLC2MOVE命令的位姿 (MLC1MOVE或MLC2MOVE命令)

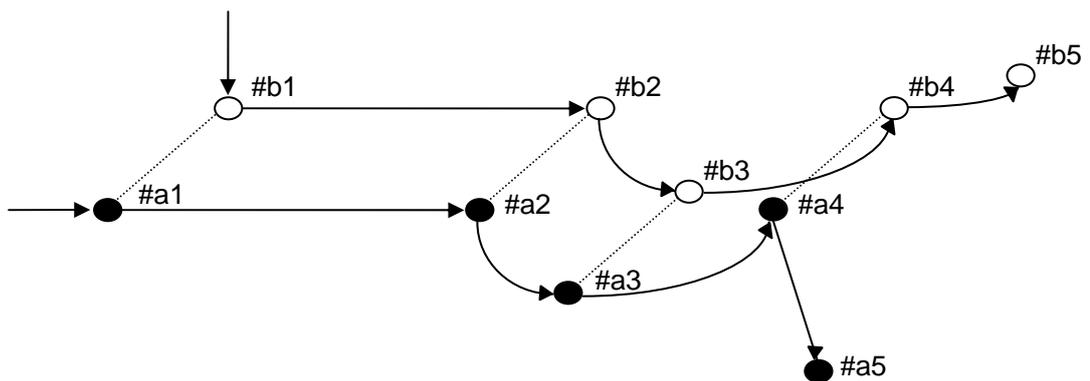
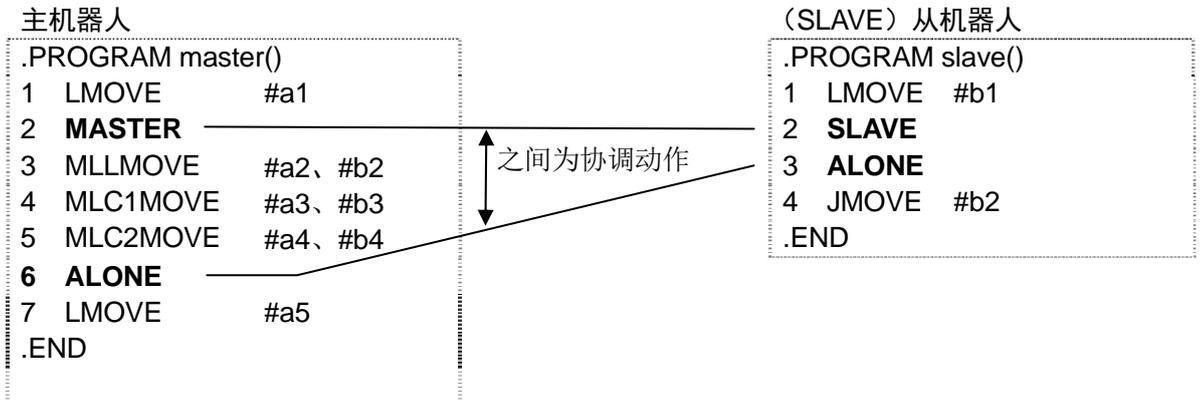
[ 注 意 ]

MLC1MOVE 命令之前需为下列协调动作命令。  
MLLMOVE、MLC1MOVE、MLC2MOVE、MRLMOVE、MRC1MOVE、MRC2MOVE

MLC2MOVE 之前必须为MLC1MOVE 或 MRC1MOVE。

MLC1MOVE 之后必须为MLC1MOVE、MLC2MOVE 命令、MRC1MOVE 或 MRC2MOVE。

**例** (两台协调机器人时)



主/ (SLAVE) 从机器人各自保持指定位姿关系并作圆弧运动。  
这里以#a2; #b2、#a3; #b3、#a4; #b4三对指令执行圆弧协调动作。

---

程序命令

---

**MRLMOVE 位姿变量1, 相对换算值变量**

---

**功能**

主机器人由当前位姿向位姿变量1所表示的位姿运动，而（SLAVE）从机器人由当前位姿向主机器人指定的相对位姿作协调直线运动。

**参数**

位姿变量1

指定主机器人的目标位姿。

可用换算值、各轴位移值、位姿函数或复合换算值进行定义。

相对换算值变量

指定（SLAVE）从机器人工具坐标相对于主机器人工具坐标的位姿。

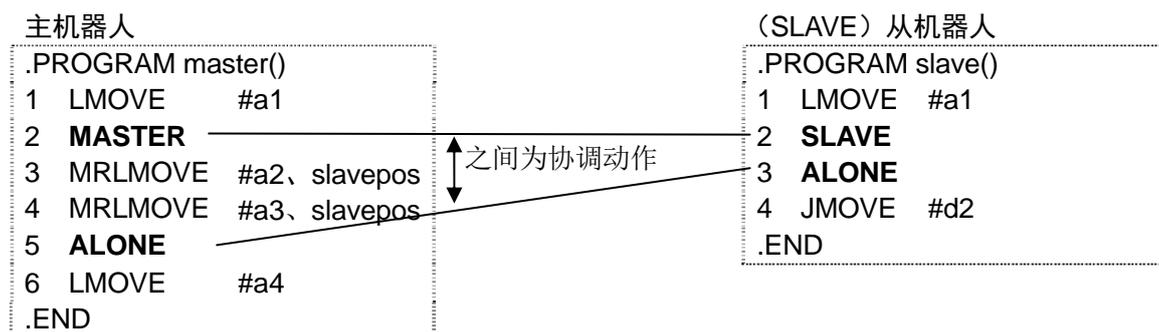
可以用换算值、位姿函数或复合换算值进行定义。

**详细说明**

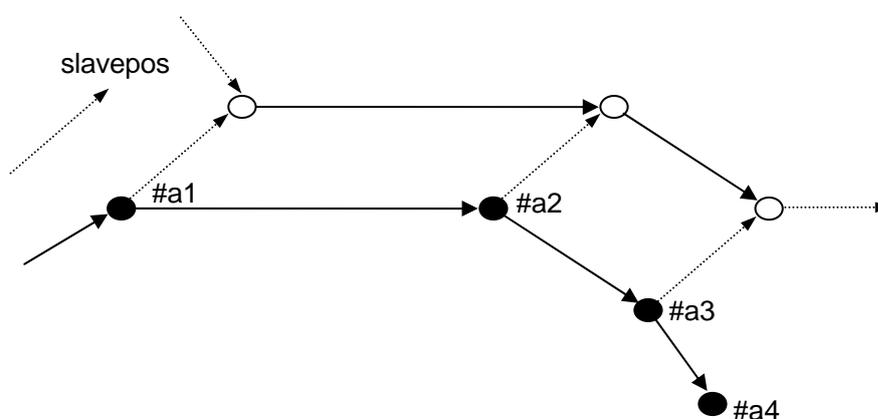
主机器人由当前位姿向位姿变量1所表示的位姿作直线运动。（SLAVE）从机器人由当前位姿向相对换算值所指定的位姿作协调直线运动。保持恒定相对位姿并执行协调动作时，如果能够事先设置这一恒定值将更为便利。

本命令在通信协调动作的主机器人一侧进行编程。不可在独立动作部分使用。

例 (两台协调机器人时)



但请注意，“slavepos”设有表示(SLAVE)从机器人工具坐标相对于主机器人工具坐标的位姿的换算值。



机器人将保持换算值变量slavepos所指定的主/(SLAVE)从机器人相对位姿关系并作直线运动。

相对换算值变量slavepos定义示例

slavepos=[0、0、600、0、0、0]

这时，(SLAVE)从机器人的工具坐标平行于主机器人的工具坐标，从主机器人的工具坐标来看，它处于[0、0、600]的位置。

---

程序命令

---

**MRC1MOVE 位姿变量1, 相对换算值变量**  
**MRC2MOVE 位姿变量1, 相对换算值变量**

---

### 功能

主机器人由当前位姿向位姿1所表示的位姿运动，(SLAVE)从机器人由当前位姿向主机器人所指定的相对位姿作协调圆弧轨迹运动。

### 参数

位姿变量1

指定主机器人的目标位姿变量。

可用换算值、各轴位移值、位姿函数或复合换算值进行定义。

相对换算值变量

指定(SLAVE)从机器人工具坐标相对于主机器人工具坐标的位姿变量。

可以用换算值、位姿函数或复合换算值进行定义。

### 详细说明

主机器人由当前位姿向位姿1所表示的位姿作圆弧轨迹运动。(SLAVE)从机器人向相对换算值变量所指定的位姿作协调圆弧轨迹运动。保持恒定相对位姿并执行协调动作时，如果能够事先设置这一恒定值将更为便利。

本命令在通信协调动作的主机器人一侧进行编程。不可在独立动作部分使用。本命令仅限在圆弧插补选项为ON时方可使用。

MRC1MOVE命令在圆弧中途使用，而MRC2MOVE命令则在圆弧终点使用。

为了实现圆弧插补动作，需要进行三点示教，这三点根据MRC1MOVE命令或MRC2MOVE命令而相异，请尤为注意。(要领与C1MOVE、C2MOVE相同。)

MRC1MOVE:       (1)前一个协调动作命令的位姿  
                  (2)MRC1MOVE命令的位姿  
                  (3)后一个协调动作命令的位姿 (MRC1MOVE或MRC2MOVE命令)

MRC2MOVE:       (1)前一个MRC1MOVE命令的位姿  
                  (2)MRC1MOVE命令前的协调动作命令的位姿  
                  (3)MRC2MOVE命令的位姿 (MRC1MOVE或MRC2MOVE命令)

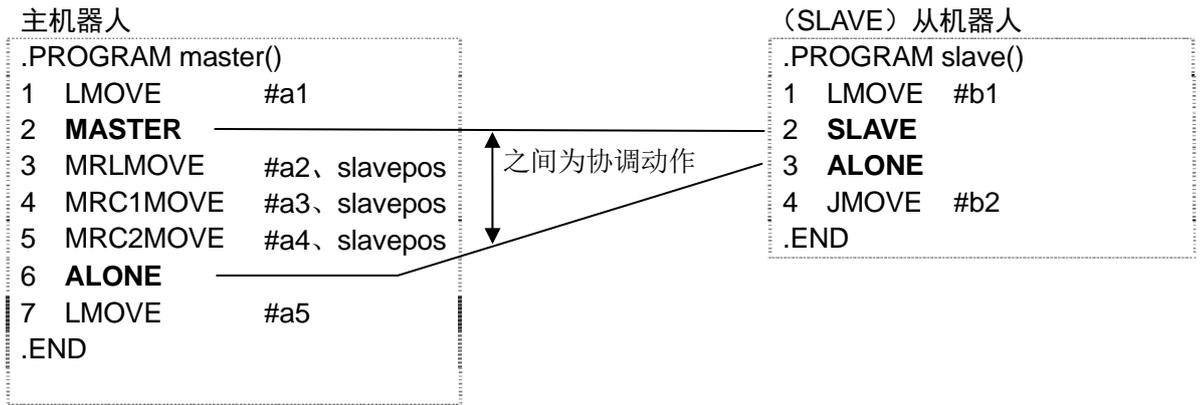
[ 注 意 ]

MRC1MOVE命令之前需为下列协调动作命令。  
MLLMOVE、MLC1MOVE、MLC2MOVE、MRLMOVE、MRC1MOVE、MRC2MOVE

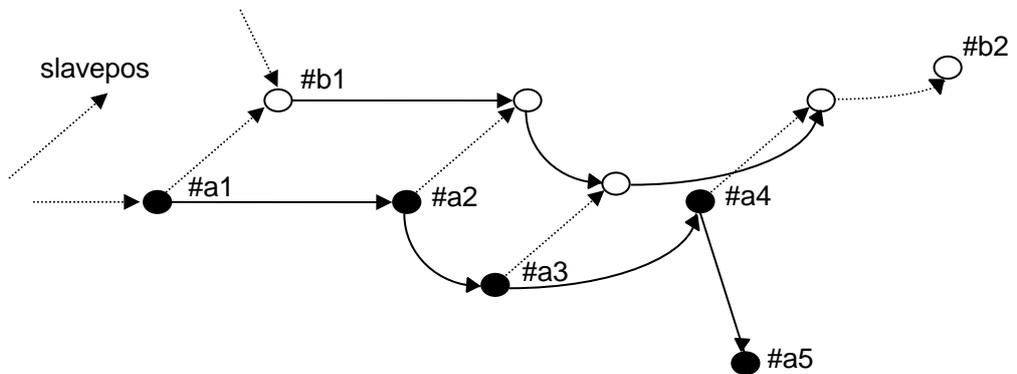
MRC2MOVE之前必须为MLC1MOVE或MRC1MOVE。

MRC1MOVE之后必须为MLC1MOVE、MLC2MOVE命令、MRC1MOVE或MRC2MOVE。

例 (两台协调机器人时)



但请注意，“slavepos”设有表示（SLAVE）从机器人工具坐标相对于主机器人工具坐标的位姿的换算值。



机器人将保持换算值slavepos所指定的主/（SLAVE）从机器人的相对位置关系并作圆弧运动。

相对换算值变量slavepos定义示例

slavepos=[0、 0、 600、 0、 0、 0]

这时，（SLAVE）从机器人的工具坐标平行于主机器人的工具坐标，从主机器人的工具坐标来看，它处于[0、 0、 600]的位置。

---

监控指令

---

**WHERE n:显示模式**

---

**功能**

显示当前的机器人位姿。附加1以外的n: 便可监控连接目标机器人的位姿。

**参数**

n:

指定需要显示的机器人。

1:可以省略。表示操作机器人。

2:不可省略。表示连接目标机器人。

**显示模式**

省略时, 表示当前机器人位姿的各轴角度值、XYZOAT。

- 1 当前各轴的角度值
- 2 当前XYZOAT
- 3 当前各轴指令值
- 4 各轴误差
- 5 各轴编码器值
- 6 各轴速度

**例** (两台协调机器人时)

>WHERE 2: 

JT1	JT2	JT3	JT4	JT5	JT6
23.053	35.492	-43.807	-0.001	-100.704	-23.049
X[mm]	Y[mm]	Z[mm]	O[deg]	A[deg]	T[deg]
200.019	470.003	169.972	-97.292	179.997	82.712

显示连接目标机器人的当前位姿。

---

## 监控指令

---

### HERE n:位姿变量

---

#### 功能

将指定机器人的换算值或各轴位移变量的值定义为等同于当前机器人位姿。

#### 参数

n:

指定需要示教位姿的机器人。

1:可以省略。表示操作机器人。

2:不可省略。表示连接目标机器人。

#### 位姿变量

指定换算值、各轴位移值、或复合换算值变量的名称。

#### 详细说明

基本操作与常规的HERE指令相同。

用2: 指定连接目标机器人，以便可对操作机器人示教连接目标机器人的位姿信息。

用于示教协调动作命令MLLMOVE、MLC1MOVE、MLC2MOVE所使用的（SLAVE）从机器人位姿信息时。

#### 例如

```
>HERE 2: #pos2_1   
                JT1      JT2      JT3      JT4      JT5      JT6  
                23.053    35.492    -43.807    -0.001    -100.704    -23.049
```

变更吗？（放弃请按RETURN键）

示教各轴位移值#pos2\_1连接目标机器人的当前位姿。

---

监控指令

---

**TOOL n:**

---

**功能**

表示连接目标机器人的当前工具换算值。

**参数**

n:

指定需要示教的机器人。

1:可以省略。表示操作机器人。

2:不可省略。表示连接目标机器人。

**详细说明**

指定为2: 时，表示连接目标机器人的当前工具换算值。但请注意，这里仅显示连接目标机器人的工具换算值，却不可对其进行设置。请对各机器人的工具换算值分别进行设置。

**例如**

>TOOL 2:

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]	O[deg]	A[deg]	T[deg]
0.000	120.00	470.000	90.000	0.000	0.000

变更吗？（放弃请按RETURN键）

表示连接目标机器人的当前工具换算值。数据不可更改。即使输入也将忽略。

---

监控指令

---

**BASE n:**

---

**功能**

表示连接目标机器人的当前底座换算值。

**参数**

n:

指定需要示教的机器人。

1:可以省略。表示操作机器人。

2:不可省略。表示连接目标机器人。

**详细说明**

指定为2: 时，表示连接目标机器人的当前底座换算值。

但请注意，这里仅显示连接目标机器人的底座换算值，却不可对其进行设置。请针对各机器人的底座换算值分别进行设置。

**例如**

>BASE 2:

X[mm]	Y[mm]	Z[mm]	O[deg]	A[deg]	T[deg]
10.000	120.00	10.000	90.000	0.000	0.000

变更吗？（放弃请按RETURN键）

表示连接目标机器人的当前底座换算值。数据不可更改。即使输入也将忽略。

---

监控指令

---

---

**ROBNETID**

---

**功能**

设置机器人网络。

**详细说明**

进行机器人网络连接设置。需要设置的数据为ROBOTNUM（连接数量）与ROBOTID。通信协调动作控制功能中，连接数量固定为两台。使用本功能时，只需在最初设置一次即可。需要对所有的连接机器人控制器进行设置。

ROBOTNUM :机器人网络连接数量。固定为两台。

ROBOTID :为-1时，机器人网络无效。应设为1或2。

值为1时，ROBOTID设为1。

值为2时，ROBOTID设为2。

**例如**

```
>ROBNETID 
```

```
ROBOTNUM、 ROBOTID
```

```
2 -1
```

```
变更吗？（放弃请按RETURN键）
```

```
2、1 
```

```
ROBOTNUM、 ROBOTID
```

```
2 1 连接数量为两台、ROBOTID设为1
```

```
变更吗？（放弃请按RETURN键）
```

```
>
```

---

监控指令

---

**ROBNETROBOT 2:**

---

**功能**

设置连接目标机器人的机型。

**参数**

2: 不可省略。表示连接目标机器人。

**详细说明**

设置进行机器人网络连接的机器人机型。在机器人网络中自动设置连接目标机器人。使用通信协调动作控制功能时，仅需在最初进行一次设置即可。需要对所有的连接机器人控制器进行设置。

**例如**

>ROBNETROBOT 2:

No.2=> 机器人名:RS010N-A001 轴数 6 编号123  
(W1012)伺服参数已改变，关闭后再开启控制器电源。

设置后，系统将报错（E1023），请重启电源。

监控指令  
程序命令

---

**SIGNAL 2: 信号编码, .....**

---

**功能**

在机器人网络中开启、关闭连接目标机器人的外部输出信号。

**参数**

信号编码

指定连接目标机器人的外部输出信号编码。

该值为正时，功能开启。该值为负时，功能关闭。

信号编码最多可罗列4个。

**详细说明**

基本操作与常规的SIGNAL相同。

信号编码的指定范围	
外部输出信号	1至实际通信信号数量
内部信号	不可指定
外部输入信号	不可指定

如果指定超出实际通信范围之外的信号或者专用信号，系统将报错。

**例如**

>SIGNAL 2: 1, -10□

值为1时，打开连接目标机器人的外部输出信号。值为10时，关闭信号。

## 监控指令

### ROBNETSIG

#### 功能

设置机器人网络中向连接目标机器人发出的信号编码头。

#### 详细说明

设置机器人网络之间通信的信号编码。需要设置的数据是OUT（外部输出信号）与IN（外部输入信号）。可以将预设的信号编码头发出的32条信号发送至连接目标机器人，从而通过连接目标机器人进行监控。

OUT :发送至连接目标机器人的外部输出信号（32条）的编码头  
IN :发送至连接目标机器人的外部输入信号（32条）的编码头

初始设置如下所示。

OUT :1  
IN :1001

#### 例如

```
>ROBNETSIG 
```

```
OUT,      IN  
  1,      1001
```

变更吗？（放弃请按RETURN键）

```
33,1065 
```

```
OUT,      IN
```

```
33,      1065          外部输出信号设为33、外部输入信号设为1065
```

变更吗？（放弃请按RETURN键）

```
>
```

这种情况下，外部输出信号[33至64]、外部输入信号[1065至1096]将发送至连接目标机器人，从而可以通过连接目标机器人进行监控。

连接目标机器人的信号通过下列命令或函数进行监控。

```
SWAIT  2:[信号编码,.....]
```

```
SIG2(信号编码,.....)
```

---

程序命令

---

**SWAIT 2: 信号编码, .....**

---

**功能**

等待机器人网络中连接目标机器人的外部输入输出信号变成指定状态。

**参数**

信号编码

指定连接目标机器人的外部输入输出信号编码。

值为负数时，表示该信号在OFF状态下满足条件。

**详细说明**

基本操作与常规的SWAIT相同。

信号编码的指定范围	
外部输出信号	由ROBNETSIG指令所指定的输出信号编码开始 向后32条连接目标机器人的信号
外部输入信号	由ROBNETSIG指令所指定的输入信号编码开始 向后32条连接目标机器人的信号
内部信号	不可指定

指定的信号超出通信范围时，系统将报错。

**例如**

SWAIT 2: 21, -1014□

等待连接目标机器人的外部输出信号21变为ON、外部输入信号1014变为OFF。

实值函数

**SIG2 (信号编码, ………)**

**功能**

返回机器人网络中连接目标机器人指定的二进制信号的逻辑积（AND）。

**参数**

信号编码

指定连接目标机器人的外部输入输出信号编码。

该值为负时，此信号作为负逻辑处理。

**详细说明**

基本操作与常规SIG函数相同。

信号编码的指定范围	
外部输出信号	由ROBNETSIG指令所指定的输出信号编码开始向后32条连接目标机器人的信号
外部输入信号	由ROBNETSIG指令所指定的输入信号编码开始向后32条连接目标机器人的信号
内部信号	不可指定

指定的信号超出通信范围时，系统将报错。

**例如**

假设二进制输入输出信号为1=ON, 1004=OFF, 21=OFF

SIG2(1)	真
SIG2(1004)	假
SIG2(-1004)	真
SIG2(1,1004)	假
SIG2(1,-1004)	真
SIG2(1,-1004,-21)	真

---

监控指令

---

---

**ROBNET\_TCHMASTER**

---

**功能**

在机器人网络中对手动操作时的主机器人与（SLAVE）从机器人进行固定设置。

**详细说明**

在机器人网络中，手动操作时系统会切换主/（SLAVE）从机器人，而使用本指令，可以固定手动操作时的主/从。固定主/（SLAVE）从机器人后，TP画面的手动协调操作模式将与连接目标机器人的设置联动并切换。

但请注意，本指令固定的只是手动操作时的主/（SLAVE）从机器人，与程序上通过MASTER命令/SLAVE命令指定的主/（SLAVE）从机器人无关。设置时，如果能配合程序上的主/从设置进行作业效果更佳。

将手动操作时希望作为主的机器人设为ON。从侧的机器人无须设置。  
仅可对操作机器人的ON/OFF进行切换，不可变更连接目标机器人的设置。  
此外，多台机器人均设为ON时，ID值最小的机器人将作为主机器人。

初始设置中，所有的机器人均为OFF。

**例如**

将ROBNETID 1机器人设为主机器人（在ROBNETID 1侧进行设置）。

```
>robnet_tchmaster
```

```
*ROBOTID 1 : (操作机器人)    OFF  
  ROBOTID 2 : (连接目标机器人) OFF
```

```
ROBOTID 1 : (操作机器人)  (0: OFF, 1: ON)  
  (仅登录: 无变更, ^C: 结束) : 现状  OFF  变更吗? 1
```

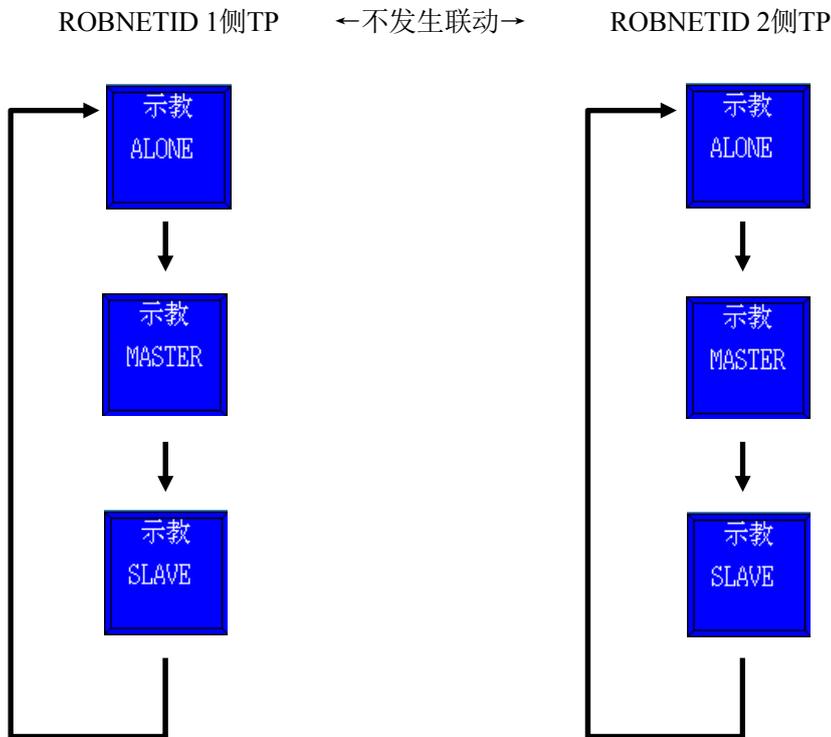
```
*ROBO99-+TID 1 : (操作机器人) ON  
  ROBOTID 2 : (连接目标机器人) OFF
```

```
ROBOTID 1 : (操作机器人)  设为示教协调动作的主机器人。
```

```
ROBOTID 1 : (操作机器人)  (0: OFF, 1: ON)  
  (仅登录: 无变更, ^C: 结束) : 现状  ON  变更吗?
```

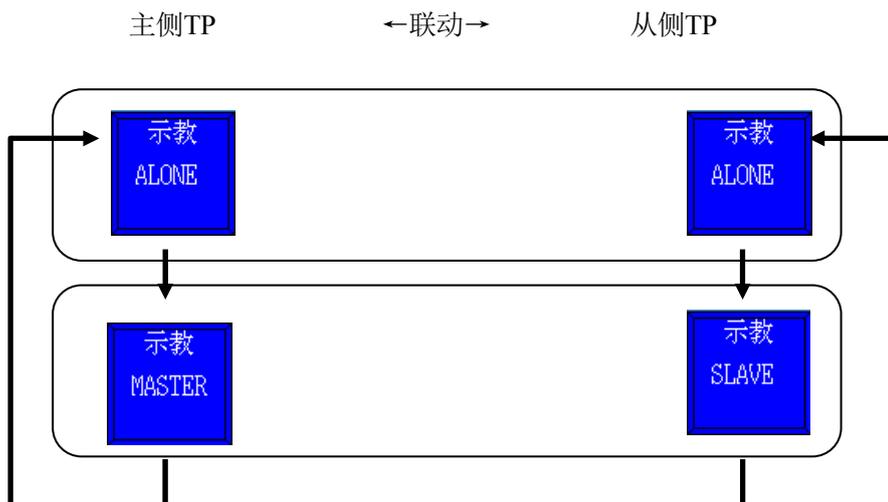
```
>
```

- 未固定主/从设置时手动协调模式的切换方法  
通过两台机器人的TP分别设置手动协调模式。



- 固定主/从设置时手动协调模式的切换方法  
设为主侧的机器人仅可通过“MASTER”、“ALONE”进行切换。设为从侧的机器人仅可通过“SLAVE”、“ALONE”进行切换。

而通过单侧机器人TP设置手动协调模式时，连接目标机器人的手动协调模式也会与之联动并切换。



## 9 错误信息

本节将就通信协调动作控制特有的错误相关信息与提示进行说明。

---

### (E1054) 不能执行运行指令。

#### [原因]

协调动作过程中，在（SLAVE）从机器人一侧执行动作命令时，系统将报错并停止程序运行。

#### [解决方法]

请勿在从协调动作程序中使用动作命令。仅可使用非动作命令。

---

---

### (E1056) 主机器人已存在。

#### [原因]

对两台以上的连接机器人执行MASTER命令时，系统将报错并停止程序运行。

#### [解决方法]

协调动作仅限存在一台主机器人。将一台机器人设为主机器人后，请将其他机器人设为（SLAVE）从机器人。

---

---

### (E1058) 从机器人已存在。

#### [原因]

将所有的协调机器人设为从时，再现过程中系统将报错并停止程序运行。

#### [解决方法]

执行协调动作时需有一台主机器人。请指定一台主机器人后再使用。

---

---

### (E1114) 协调控制被中断。

#### [原因]

执行协调动作过程中有一台机器人出错时，其他机器人将报错并停止运行。

#### [解决方法]

请排除故障原因。

---

---

**(E1115) 强行终止协调控制。**

**[原因]**

主程序或从程序如果未执行ALONE命令直接退出程序，系统将报错。这时，两台机器人将停止运行，并解除协调动作。

**[解决方法]**

请修正程序。

---

---

**(P2023) 当前处于协调模式动作。**

**[原因]**

协调动作过程中，执行EXECUTE、DO指令或选择步骤时，系统将报错误。

主侧程序一侧在MASTER命令至ALONE命令之间执行MASTER/SLAVE命令时，从侧程序一侧在SLAVE命令至ALONE命令之间执行MASTER/SLAVE命令时，均会报错。这时系统报错并停止程序运行。

**[解决方法]**

请修正程序。

请勿执行这些禁止执行的操作。（见“5 自动运行”）

---

---

**(E1059) 不是协调动作指令。**

**[原因]**

协调动作过程中，主机器人执行协调动作命令之外的动作命令时，系统将报错并停止程序运行。

**[解决方法]**

请勿在主协调动作程序中使用除协调动作命令之外的动作命令。

---

---

**(E1108) 机器人网络ID号重复。**

**[原因]**

连接机器人与机器人ID出现重复时报错。

**[解决方法]**

请通过ROBNETID指令更改机器人ID。

---

---

(E1023)                      机器人网络通信错误。

[原因]

无法连接机器人正常通信时报错。

[解决方法]

- 请检查连接电缆及连接目标机器人的机器人网络设置。
  - 考虑到可能还有干扰的影响，请检查电缆，消除干扰影响。
- 

---

(E1170)                      从机器人未准备好。

[原因]

通过HOLD指令等停止协调动作后重启时，因（SLAVE）从机器人的马达电源关闭或出错等处于程序不可运行状态时，系统将报错。

[解决方法]

将（SLAVE）从机器人变为程序可运行状态。

---

## 10 其他特别说明及限制事项

1. 协调动作过程中，不可使用高轨迹控制功能（动作类型2）。
2. 通信协调动作对协调动作精度未作规定。
3. 因紧急停止等情况而强制退出协调动作时，软件上机器人是在保持协调状态的同时停止运动，但在硬件优先的条件下，停止时协调动作机器人之间可能会出现协调误差。可能产生这种情况的停止操作如下所示。

紧急停止

握杆触发开关 OFF

动作过程中切换TEACH/REPEAT开关

出错时

4. 为了确保执行上述操作后仍能稳定使用系统，需要事先按需降低协调动作速度、加速度。协调动作速度、加速度命令应记入主机器人的协调动作程序内。建议在进行充分测试的基础上，调节并确定协调动作速度、加速度。
5. 用于搬运作业时，在搬运机械手、工件上可能产生约束应力。因此系统可能报错：(E1028)“轴XX电机过载。”这时，请修正协调动作机器人的机械手之间的相对位姿关系。并请使用强度、耐久性足以确保受到这种约束应力时也不会破损的搬运机械手、工件。并请从侧的机械手上安装浮动机构以降低约束应力。
6. 为使机器人的动作保持最佳状态，需要登录机器人所装工具的重量、重心位置。这些对跟踪精度也会产生影响。使用机器人之前，请通过WEIGHT命令、示教器上的“辅助0304工具登录”登录这些信息。估算值亦可。
7. 由于通信协调部分采用AS语言编程，因此请在程序中使用WEIGHT命令。通信协调动作部分使用WEIGHT命令描述机械手的重量+工件的重量/2与机械手重心位置。
8. 机器人网络有效时，如果控制电源置于ON，而其他机器人的控制电源未处于ON，则系统将报错(E1023)“机器人网络通信错误”。请将所有的控制电源置于ON后，复位错误。



---

川崎机器人控制器 F 系列  
通信协调动作控制功能手册

---

2017-08 : 第 1 版

川崎重工业株式会社出版  
90210-1346DCA

---

版权所有 © 2017 川崎重工业株式会社