

FANUC Robot series

R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus/R-30iB Mini Plus 控制装置

力觉传感器
操作说明书

B-83934CM/02

非常感谢您购买 FANUC 机器人。

在使用机器人之前，务须仔细阅读“FANUC Robot series 安全手册(B-80687CM)”，并在理解该内容的基础上使用机器人。

- 本说明书的任何内容不得以任何方式复制。
- 本机的外观及规格如需改良而变更，恕不另行通知。

本说明书中所载的商品，受到日本国《外汇和外国贸易法》的限制。从日本出口该商品时，可能需要日本国政府的出口许可。另外，将该商品再出口到其他国家时，应获得再出口该商品的国家的政府许可。此外，某些商品可能还受到美国政府的再出口法的限制。若要出口或再出口该商品时，请向我公司洽询。

我们试图在本说明书中描述尽可能多的情况。然而，要在本说明书中注明所有禁止或不能做的事，需要占用说明书的大量篇幅，所以本说明书中没有一一列举。因此，对于那些在说明书中没有特别指明可以做的事，都应解释为“不可”。

安全使用须知

本章对安全使用机器人的注意事项进行说明，在使用机器人之前，务必熟读并理解本章中所载的内容。

有关操作机器人时的详细功能，请用户通过说明书充分理解其规格。

在使用机器人和外围设备及其组合的机器人系统时，必须充分考虑作业人员和系统的安全措施。有关安全使用 FANUC 机器人的注意事项，归纳在“FANUC Robot series 安全手册 (B-80687CM)”中，可同时参阅该手册。

1 使用者

使用者的定义如下所示。

— **操作者**

进行机器人的电源 ON/OFF 操作。

从操作面板启动机器人程序。

— **程序员/示教作业者**

进行机器人的操作。

在安全保护范围内进行机器人的示教等。

— **维护技术人员**

进行机器人的操作。

在安全保护范围内进行机器人的示教等。

进行机器人的维修（修理、调整、更换）作业。

“操作者”不能在安全保护范围内进行作业。

“程序员/示教作业者”、“维护技术人员”可以在安全保护范围内进行作业。

安全保护范围内的作业，包括搬运、设置、示教、调整、维修等。

要在安全保护范围内进行作业，必须接受过机器人的专业培训。

表 1 (a) 表示安全保护范围外的作业。各个机器人作业者可以执行在此表中有「○」标示的作业项目。

表 1 (a) 安全保护范围外的作业

	操作者	程序员 /示教作业者	维护技术人员
控制装置电源的 ON/OFF	○	○	○
运行模式的选择 (AUTO, T1, T2)		○	○
遥控/本地模式的选择		○	○
以示教器选择程序		○	○
以外部设备选择程序		○	○
以操作盘开始程序	○	○	○
以示教器开始程序		○	○
以操作盘复位报警		○	○
以示教器复位报警		○	○
以示教器的数据设定		○	○
以示教器的示教		○	○
以操作盘的紧急停止	○	○	○
以示教器的紧急停止	○	○	○
操作盘的维修			○
示教器的维修			○

在进行机器人的操作、编程、维修时，操作者、程序员、维护技术人员必须注意安全，至少应穿戴下列物品进行作业。

- 适合于作业内容的工作服
- 安全鞋
- 安全帽

2 有关安全的记载的定义

本说明书包括保证使用者人身安全以及防止机床损坏的有关安全的注意事项，并根据它们在安全方面的重要程度，在正文中以“警告”和“注意”来叙述。

此外，有关的补充说明以“注释”来叙述。

用户在使用之前，必须熟读“警告”、“注意”和“注释”中所叙述的事项。

标识	定义
⚠ 警告	用于在错误操作时，有可能会出现使用者死亡或者受重伤等危险的情况。
⚠ 注意	用于在错误操作时，有可能会出现人员轻伤或中度受伤、物品受损等危险的情况。
注释	用于记述补充说明属警告或者注意以外的事项。

目录

安全使用须知	s-1
--------------	-----

导入篇

1 前言	3
1.1 关于本说明书	3
1.2 关于其它说明书	4
2 力觉传感器和力觉控制功能的概要	5
2.1 力觉传感器的概要	5
2.1.1 系统构成	5
2.1.2 标准适配器的类型	6
2.1.3 力觉传感器安装方式的设置	7
2.2 力觉控制能够完成的作业	7
2.2.1 力觉控制的功能	7
2.2.2 力觉控制的执行条件	7
2.3 力觉控制命令的种类	8
2.3.1 程序命令	8
2.3.1.1 力觉控制相关命令	8
2.3.1.2 力觉控制命令“FORCE CTRL”的构成	9
2.3.2 参数表数据编号和错误标签编号	9
2.3.2.1 力觉控制条件的设置	10
2.4 使用力觉传感器测量工件质量	10
3 力觉传感器安装向导	11
3.1 概述	11
3.1.1 力觉传感器安装向导画面	11
3.1.2 准备画面	13
3.1.3 选项安装状态画面	14
3.1.4 确认准备物品画面	15
3.2 力觉传感器的安装	16
3.2.1 力觉传感器安装设置画面	16
3.2.2 力觉传感器安装（手持安装式）	18
3.2.2.1 传感器类型选择（手持安装式）	18
3.2.2.2 力觉传感器安装（手持安装式）	19
3.2.2.3 校准数据加载	22
3.2.2.4 内部温度确认	23
3.2.2.5 传感器应变值确认	24
3.2.2.6 力/扭矩值重置	25
3.2.3 力觉传感器安装（固定安装式）	26
3.2.3.1 传感器类型选择（固定安装式）	26
3.2.3.2 力觉传感器安装（固定安装式）	28
3.2.3.3 校准数据加载	29
3.2.3.4 内部温度确认	29
3.2.3.5 传感器应变值确认	29
3.2.3.6 力/扭矩值重置	29
3.3 传感器坐标系设置	29
3.3.1 传感器坐标系设置（手持安装式）	30
3.3.2 传感器坐标系设置（固定安装式）	31
3.4 力觉确认	32

3.4.1	力觉确认（手持安装式）	32
3.4.2	力觉确认（固定安装式）	33

基本功能篇

1	力觉控制命令的编程和示教	37
1.1	注意和限制事项	37
1.2	示教的步骤	38
1.3	力觉控制命令	40
1.4	示例程序	48
1.5	参数表数据	49
1.5.1	未使用	52
1.5.2	恒力推压、平面匹配	53
1.5.3	圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配	64
1.5.4	搜索功能	77
1.5.4.1	搜索功能的概要	77
1.5.4.2	参数调整	79
1.5.4.3	搜索	81
1.5.4.4	相位搜索	93
1.5.4.5	孔搜索	105
1.5.4.6	离合器搜索	112
1.5.5	仿形功能	118
1.5.5.1	仿形功能的概要	118
1.5.5.2	仿形功能中的示教	118
1.5.5.3	力觉传感器的重力补偿	122
1.5.5.4	程序	123
1.5.5.5	仿形功能的注意事项	123
1.5.5.6	参数	124
1.5.5.7	仿形功能的其它功能	148
1.5.6	拧螺栓	157
1.5.6.1	参数	158
1.6	力觉控制的增益（阻抗参数）	168
1.7	力觉控制命令的连续执行（自定义功能）	169
1.7.1	力觉控制的复合动作	169
1.7.2	重试	170
1.7.3	简易自定义功能	171
1.7.3.1	基于简易自定义功能的复合动作	171
1.7.3.2	基于简易自定义功能的重试	173
1.7.3.3	已插入工件的拔出	176
1.7.4	自定义功能	178
1.7.4.1	父子关系的指定	178
1.7.4.2	基于自定义功能的复合动作	180
1.7.4.3	基于自定义功能的重试	180
1.7.4.4	注意和限制事项	180
1.7.5	自定义自动连续执行功能	182
1.8	用户坐标系补偿	186
1.9	3轴力觉传感器的设置	189
1.10	力觉控制参数自动调整	195
1.11	力觉控制的其他命令	198
1.11.1	力觉传感器自诊断命令	200
1.11.1.1	力觉传感器自诊断的执行方法	200
1.11.1.2	力觉传感器自诊断的结果显示	201
1.11.2	力觉控制增益自动调整命令	202
1.11.3	扭矩误差取得命令	204
1.11.4	结束条件取得命令	207
2	力觉传感器状态画面	209

2.1	力觉传感器当前值画面	209
2.2	力觉控制命令的执行历史	210
2.2.1	所有执行历史	211
2.2.1.1	力觉控制执行历史列表（所有）画面	211
2.2.1.2	力觉控制执行历史详细（全部）画面	212
2.2.2	发生报警的执行历史	213
2.2.2.1	力觉控制执行历史列表（报警）画面	213
2.2.2.2	力觉控制执行历史详细（报警）画面	214
2.3	力觉数据日志功能	215
2.3.1	选择记录了力的数据文件	217
2.3.2	启用和禁用力觉数据日志功能	219
2.3.3	选择存储力觉数据文件的设备	220
2.3.4	设置力觉数据取样周期	221
3	力觉传感器的实用工具	222
3.1	力觉传感器实用工具画面	222

辅助功能篇

1	工具质量和重心位置测量功能	227
1.1	测量工具的质量和重心画面	227
1.2	设置测量位置	228
1.2.1	设置测量位置画面	228
1.2.2	设置测量位置详细画面	229
1.3	进行测量	232
1.3.1	确认计算结果	233
1.3.2	显示执行开始时的错误信息	233
1.3.3	计算误差显示	235
1.4	测量结果	235
1.4.1	计算结果详细画面	236
1.5	设置重力补偿开关	238
1.6	更改参数	239
2	TP 程序自动生成功能	241
2.1	记录位置并自动生成 TP 程序	242
2.2	参数的设置画面	243
2.2.1	参数设置的列表画面	243
2.2.2	参数设置的详细画面	244
3	工件质量测量功能	246
3.1	工件质量测量功能	247
3.1.1	概要与使用方法	247
3.1.2	工件质量测量的设置画面	248
3.1.3	工件质量测量的结果画面	249
3.1.4	TP 程序例	251
3.1.5	不能获得正确的质量时	253
3.2	工件质量补偿功能	254
3.2.1	概要与使用方法	254
3.2.2	获取工件质量测量用补偿数据	255
3.2.3	测量并补偿工件质量	256
3.2.3.1	在不停止机器人的状态下获取已补偿工件质量的方法	256
3.2.3.2	在停止机器人的状态下获取已补偿工件质量的方法	257
3.2.4	TP 程序示例与 KAREL 程序	257
3.2.4.1	TP 程序示例	257
3.2.4.2	KAREL 程序	259
4	力觉传感器 4D 图形功能	260

4.1	使用方法.....	260
4.2	选择力显示文件/力显示的设置画面.....	261
4.3	4D 图形画面	264

维护篇

1	常见问题处理方法	269
1.1	所有报警都通用的处理方法.....	269
1.2	发生了超时错误时	269
1.3	发生了力的极限报警时	270
1.4	执行力觉控制中机器人移动方向错误时	272

附录

A	力觉控制画面构成	275
B	力觉控制报警代码	278
C	力觉传感器安装方式设置功能.....	307
C.1	概要.....	307
C.2	使用不需要扭矩扳手类型的标准适配器时的设置.....	308
C.2.1	设置程序的启动	309
C.2.2	安装方式的设置	309
C.2.3	传感器坐标系的设置	310
C.3	更改力觉传感器的安装位置时的设置.....	312
C.3.1	准备	312
C.3.2	设置程序的启动	313
C.3.3	安装方式的设置	313
C.3.4	传感器坐标系的设置	315
C.4	将力觉传感器固定在工作台上时的设置.....	319
C.4.1	准备	319
C.4.2	设置程序的启动	320
C.4.3	安装方式的设置	320
C.4.4	传感器坐标系的设置	321
C.5	只更改安装方式时的设置.....	324
C.5.1	设置程序的启动	324
C.5.2	安装方式的设置	324
C.5.3	传感器坐标系的设置	326
D	力觉传感器和力觉控制的系统文件	327
E	力觉数据显示功能(PC).....	328
E.1	概要.....	328
E.1.1	操作环境	328
E.1.2	连接方法	328
E.1.3	启动方法	329
E.2	各画面的说明	329
E.2.1	主画面	330
E.2.1.1	数据收集的开始/停止	330
E.2.1.2	力觉传感器输出确认	331
E.2.2	日志操作画面	332
E.2.2.1	设置日志的纪录条件	333
E.2.2.2	开始/停止日志的记录	333
E.2.2.3	显示日志历史一览	334
E.2.2.4	显示日志数据	334
E.2.2.5	输出日志数据	335

E.2.2.6	删除日志数据	336
E.2.2.7	读取日志文件	336
E.2.3	图形显示画面	337
E.2.3.1	图形(F)画面	337
E.2.3.2	图形(M)画面	338
E.2.4	日志阅览画面	339
E.2.5	图形设置画面	340
E.2.5.1	设置图形显示	341
E.2.6	日志设置画面	342
E.2.6.1	日志记录的参数设置	344
F	非 FANUC 生产的力觉传感器	345
F.1	概要	345
F.1.1	可连接的传感器	345
F.1.2	所需的硬件与软件	345
F.2	力觉传感器的连接方法	345
F.2.1	连接	345
F.2.2	端口设置	346

1

2

3

导入篇

- 1 前言
- 2 力觉传感器和力觉控制功能的概要
- 3 力觉传感器安装向导

1 前言

1

在使用力觉传感器之前，对关于本说明书和力觉传感器的概要，以及应该注意的安全对策进行说明。

◇ 本章的内容

- 1.1 关于本说明书
- 1.2 关于其它说明书

1.1 关于本说明书

“FANUC Robot series 力觉传感器操作说明书”，是关于力觉传感器的操作方法的说明书，该力觉传感器通过 R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus/R-30iB Mini Plus 控制装置进行控制。

使用本说明书的前提是已完成机器人的安装和启动等操作。本说明书只描述在机器人安装完成后的力觉控制功能的操作和编程方法。

和 FANUC Robot 通用的其他操作，请参阅《操作说明书(基本操作篇)》（B-83284CM）。

表 1.1 本说明书的内容

导入篇	第 1 章	前言	本说明书的使用方法。
	第 2 章	力觉传感器和力觉控制功能的概要	关于力觉传感器和力觉控制功能的概要。
	第 3 章	力觉传感器的安装	使用“力觉传感器安装指南”对力觉传感器的安装方法进行说明。
基本功能篇	第 1 章	力觉控制命令的编程和示教	基于力觉传感器的力觉控制功能的操作、示教、各种设置方法等。
	第 2 章	力觉传感器状态画面	确认力觉传感器的值和执行历史、力图形的方法。
	第 3 章	力觉传感器的实用工具	关于力觉传感器的实用工具的说明。
辅助功能篇	第 1 章	工具质量和重心位置测量功能	测量工具的质量和重心位置的方法。
	第 2 章	TP 程序自动生成功能	自动生成 TP 程序的方法。
	第 3 章	工件质量测量功能	在机器人运动时测量工件质量的方法。
	第 4 章	力觉传感器 4D 图形功能	使用 4D 图形功能显示所记录的力觉数据的方法。
维护篇	第 1 章	常见问题处理方法	说明发生报警时的应对措施。
附录	附录 A	力觉控制画面构成	画面的种类及其层级构成的说明。
	附录 B	力觉控制报警代码	报警的种类、确认、恢复方法等。
	附录 C	力觉传感器安装方式设置功能	设置力觉传感器安装方式的方法。
	附录 D	力觉传感器和力觉控制的系统文件	力觉传感器和力觉控制的系统文件的说明。
	附录 E	力数据显示功能(PC)	说明力数据显示功能 (PC 上的应用程序)。
	附录 F	非 FANUC 生产的力觉传感器	说明非 FANUC 生产的力觉传感器的连接方法。

1.2 关于其它说明书

以下是与力觉传感器的使用相关的说明书。关于机器人的机构部，请参阅各类型机器人的说明书。

表 1.2 关于其它说明书

控制装置	操作说明书 (基本操作篇) B-83284CM	内容: 机器人的功能、界面、编程方法、接口、报警 用途: 应用设计、机器人的导入、示教、现场调试
	力觉传感器 操作说明书 (本书) B-83934CM	内容: 力觉传感器的功能、操作、编程方法、 报警 用途: 示教、现场调试
	力觉控制去毛刺软件包 操作说明书 B-83934CM -1	内容: 力觉控制去毛刺软件包的功能、操作、 编程方法、报警 用途: 示教、现场调试
机构部	R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus 控制装置 传感器机构部/控制部 操作说明书 B-83984CM	

2

力觉传感器和力觉控制功能的概要

2

力觉控制功能，包括了使用力觉传感器进行机械部件的精密装配和使用恒定力进行研磨等的功能。此外，还可以在机器人运动时测量工件的质量。

本章就力觉传感器和力觉控制功能的概要等进行说明。

◇ 本章的内容

- 2.1 力觉传感器的概要
- 2.2 力觉控制能够完成的作业
- 2.3 力觉控制命令的种类
- 2.4 使用力觉传感器测量工件质量

2.1 力觉传感器的概要

概要

本公司有两种力觉传感器，分别是6轴力觉传感器和3轴力觉传感器。6轴力觉传感器可以同时检测作用在传感器本体上的力和力矩（共6个分量），因而对应本说明书中所说明的全部功能。

3轴力觉传感器只能同时检测力和力矩中的3个分量，因此有部分无法使用的功能。

CRX时，配备有仅内置传感器可使用的功能，而不使用力觉传感器。

详情请参阅“基本功能篇 1.3 力觉控制命令”。

2.1.1 系统构成

力觉传感器系统通过把力觉传感器安装到机器人机构部，并连接到机器人控制装置而构成。通过在力觉传感器上安装外围装置和外部控制设备可以构成综合的系统。力觉传感器的安装方式有两种。

- 手持安装（安装在机器人的手腕上）
- 固定设置（固定在工作台上）

下面说明上述两种安装方式的系统构成。

手持安装

力觉传感器安装在机器人手腕上使用。是标准的安装方法。

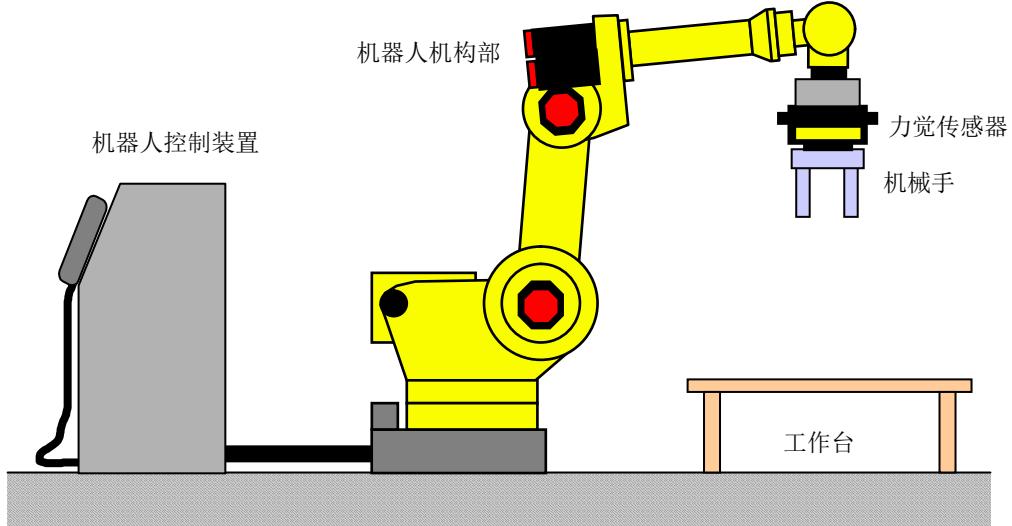


图 2.1.1(a) 力觉传感器的系统构成（手持安装）

固定设置

力觉传感器固定安装在工作台上使用。可以实现机械手部分小型化。但是，需要进行坐标系的初始设置。

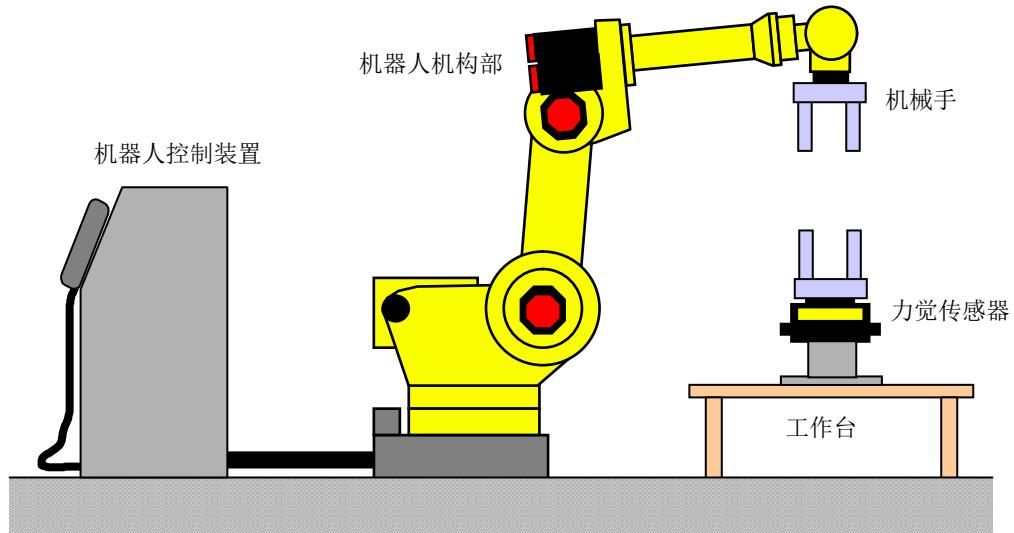


图 2.1.1(b) 力觉传感器的系统构成（固定设置）

2.1.2 标准适配器的类型

有些力觉传感器有以下两种类型的标准适配器。

- 需要扭矩扳手的标准适配器
- 不需要扭矩扳手的标准适配器

需要扭矩扳手的标准适配器

- 工厂出货时，需要扭矩扳手的标准适配器和力觉传感器已经安装在机器人上，则无需进行特别设置。
- 工厂出货时未安装力觉传感器的机器人在使用该适配器后，安装力觉传感器时需要使用扭矩扳手。



图 2.1.2(a) FS-250iA 的标准适配器（需要扭矩扳手的类型）

不需要扭矩扳手的标准适配器

工厂出货时，力觉传感器与适配器成一体连接的状态。将适配器安装到机器人上时无需扭矩扳手。
但是此时需要进行安装方式的设置。

（请参阅 “附录 C 力觉传感器安装方式设置功能”。）



图 2.1.2(b) FS-250iA 的标准适配器（不需要扭矩扳手的类型）

2.1.3 力觉传感器安装方式的设置

通常力觉传感器无需进行安装方式的设置。但是在如下情况下，需要设置安装方式等。有关力觉传感器的安装方式等的设置方法，请参阅“附录 C 力觉传感器安装方式设置功能”。

- (1) 力觉传感器的安装方式为“手持安装”，并满足如下任何一个条件。
 - 安装不需要扭矩扳手的标准适配器时。
 - 把力觉传感器安装到与工厂出货时不同的位置时（工具的前端等）。
- (2) 力觉传感器的安装方式为“固定设置”时。

2.2 力觉控制能够完成的作业

以下对可通过力觉传感器进行的作业以及可进行作业的条件进行说明。

2.2.1 力觉控制的功能

力觉控制中，可通过机器人执行如下作业。

- 机械部件的精密装配
- 齿轮的啮合
- 基于恒力的推压
- 将一个部件的端面与另外的部件的端面贴合
- 使用打磨机或抛光机进行部件的研磨

这些功能按照“恒力推压”、“圆柱装配”等应用的种类进行分类，并可进行最适合各自应用的设置。

（请参阅“基本功能篇 1.3 力觉控制命令”。）

2.2.2 力觉控制的执行条件

力觉控制的执行条件如下所示。

- (1) 装配的公差
 - 可进行 H7 / g7 或 G7 / h7 级的装配。
例如，对于孔径 φ10 mm 的工件，间隙配合需要 12 μm 左右。
 - 无法进行间隙配合为负(0 以下)的装配。
- (2) 力觉控制开始时的定位误差
 - 基本上定位误差需要小于部件所具有的倒角值。
图 2.2.2 是将圆柱状的部件插入圆孔的例子，若 $\Delta < C$ ，则可进行插入。

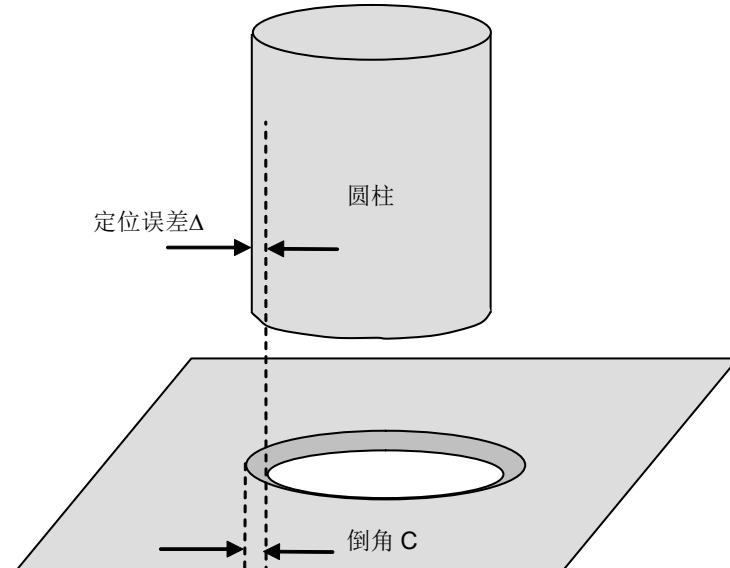


图 2.2.2 力觉控制功能的应用例

- 即使 $\Delta > C$ ，也可以通过使用力觉控制的搜索功能来搜索孔的中心位置后再进行插入。但是，搜索功能将增加作业所需的总时间。
(有关搜索功能，请参阅"基本功能篇 1.5.4 搜索功能" 或者 "基本功能篇 1.5.4.5 孔搜索"。)

2.3 力觉控制命令的种类

概要

本项中对力觉控制命令的种类进行说明。

2.3.1 程序命令

在机器人的通常的动作命令和控制命令之外，力觉控制功能还提供了通过力觉控制来使得机器人运动的力觉控制命令。

2.3.1.1 力觉控制相关命令

力觉控制相关的命令如表 2.3.1.1 所示。要进行基于力觉控制的作业，可以使用力觉控制命令 "FORCE CTRL"。此外，还提供了可以对力觉传感器进行诊断和自动调整其增益值等根据需要使用的特殊命令。

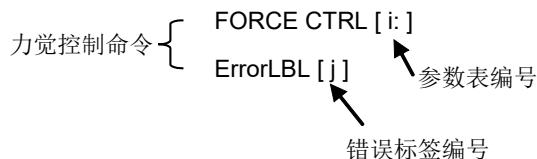
表 2.3.1.1 力觉控制相关命令

命令	说明
力觉控制 (FORCE CTRL)	执行力觉控制的主要命令。 力觉控制的功能总共有 12 种，可根据工件的种类选择适当的功能。 选择了功能后，通过参数表数据来设置力指令值和速度指令值等参数。 (详情请参阅 "基本功能篇 1.3 力觉控制命令" 以及 "基本功能篇 1.5 参数表数据"。)
传感器诊断 (SENSOR DIAGNOSIS)	用来确认力觉传感器是否发生故障的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.1 力觉传感器自诊断命令"。)
获得诊断数据 (GET DIAGNOSIS DATA)	用来确认力觉传感器是否发生故障的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.1 力觉传感器自诊断命令"。)
自动调整开 (AUTO TUNING ON)	用来自动调整决定力觉控制的响应性的增益的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.2 力觉控制增益自动调整命令"。)
自动调整关 (AUTO TUNING OFF)	用来自动调整决定力觉控制的响应性的增益的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.2 力觉控制增益自动调整命令"。)
扭矩误差取得开 (TORQUE ERROR ON)	在使用偏移非常大的机械手时会产生扭矩的误差。此命令为对扭矩进行补偿的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.3 扭矩误差取得命令"。)

命令	说明
扭矩误差取得关 (TORQUE ERROR OFF)	在使用偏移非常大的机械手时会产生扭矩的误差。此命令为对扭矩进行补偿的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.3 扭矩误差取得命令"。)
结束条件开 (END CONDITION ON)	用来自动测量工件插入深度的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.4 结束条件取得命令"。)
结束条件关 (END CONDITION OFF)	用来自动测量工件插入深度的命令。 (请参阅 "基本功能篇 1.10.4 结束条件取得命令"。)

2.3.1.2 力觉控制命令“FORCE CTRL”的构成

执行力觉控制的命令“FORCE CTRL”由如下 2 行构成。



例 1 : FORCE CTRL [1:]

: ErrorLBL [0]

2.3.2 参数表数据编号和错误标签编号

指定参数表数据编号和错误标签编号后，就可以执行力觉控制命令。

有关参数表编号和错误标签编号，请参阅表 2.3.2。

(请参阅 "基本功能篇 1.3 力觉控制命令"。)

表 2.3.2 力觉控制命令的构成

项目	说明
参数表数据编号	<p>把力觉控制的功能类型、接触判定力、目标作用力和作业时间等，确定各种指定值和条件的数据的集合叫做参数表数据。</p> <p>通过其编号来指定在各力觉控制命令中使用的 1 个参数表数据。参数表数据编号可以在 1 至 30 的范围内指定。</p> <p>此外，通过参数表数据设置的力觉控制的功能包括如下所示的 12 种。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.3 力觉控制命令"以及 "基本功能篇 1.5 参数表数据"。)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 恒力推压 · 平面匹配 · 圆柱装配 · 凹槽装配 · 四棱柱装配 · 搜索 · 相位搜索 · 孔搜索 · 离合器搜索 · 仿形 · 仿形结束 · 拧螺栓 <p>* 使用 3 轴力觉传感器时，只能使用 3 种力觉控制功能：“恒力推压”、“仿形”、“仿形结束”。</p> <p>* 使用 CRX 的内置传感器时，作为力觉控制功能，仅可使用“恒力推压”、“平面匹配”、“相位搜索”、“仿形”、“仿形结束”。</p>
错误标签编号	在力觉控制命令执行中发生了错误时，可以跳转到由此错误标签编号指定的 "LBL[]" 命令处。错误结束时，可以执行使其重试、或离开工件的命令。

2.3.2.1 力觉控制条件的设置

各力觉控制命令中，通过指定 1 个参数表数据来确定与动作相关的各种条件。设置判断与对象物接触的力的阈值、接近对象物的速度、装配时的目标作用力、装配时的目标速度、装配的深度、装配后的推压时间等。

不同的力觉控制功能可能具有不同的参数种类和数量。

(请参阅 "基本功能篇 1.5 参数表数据"。)

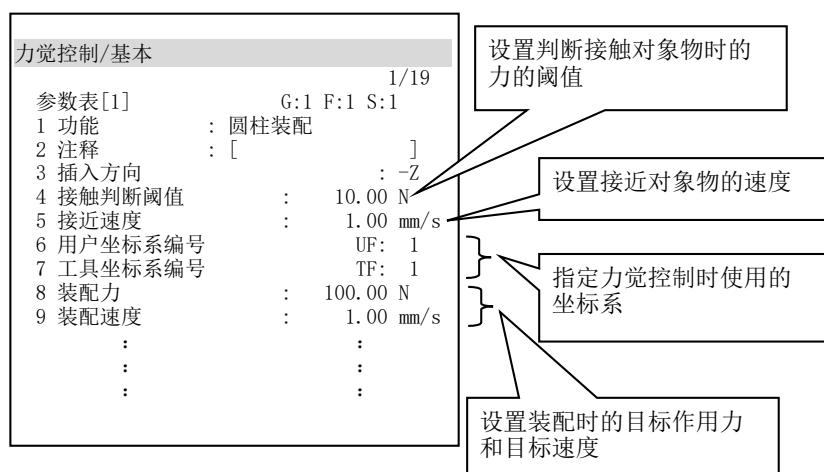


图 2.3.2.1 力觉控制条件的设置

2.4 使用力觉传感器测量工件质量

可以在机器人运动时测量工件的质量。在搬运作业等的动作中，可以在工件运动时中测量其质量，而不会对循环时间产生影响。此功能可以应用在工件的抓取确认、质量检查等方面。

(请参阅"辅助功能篇 3 工件质量测量功能"。)

此外，图 2.4 所示不是力觉控制命令，而是表示使用力觉传感器在移动中测量工件质量的模式图。

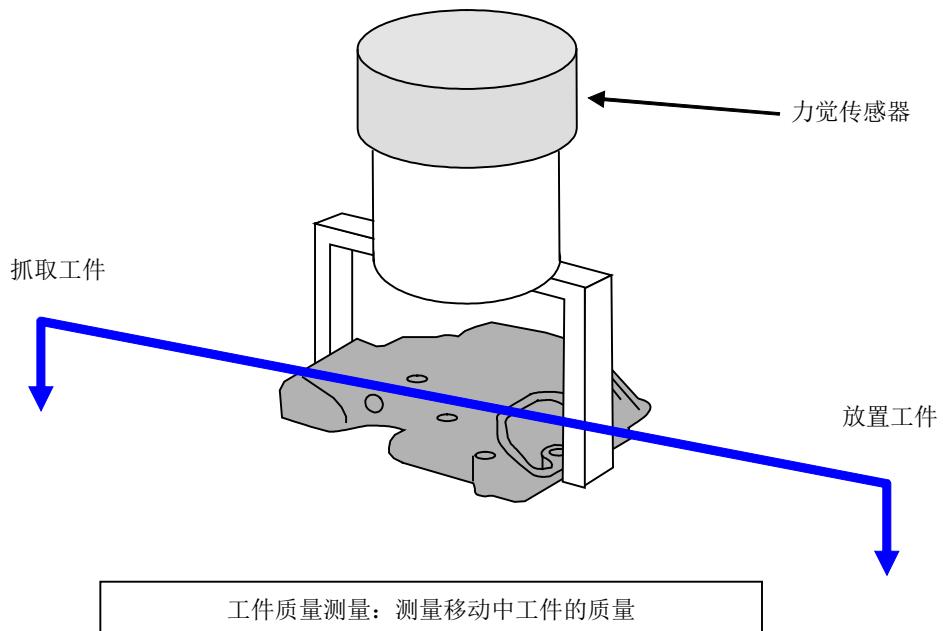


图 2.4 力觉传感器的其他应用实例

3 力觉传感器安装向导

本章主要介绍如何利用力觉传感器安装向导功能安装力觉传感器。

尚不能熟练使用力学传感器的用户，也可根据画面提示轻松安装力觉传感器并进行设置。

3

◇ 本章内容

- 3.1 概述
- 3.2 力觉传感器的安装
- 3.3 传感器坐标系设置
- 3.4 力觉确认

⚠ 警告

- 1 如在传感器坐标系设置错误的状态下进行力觉控制，可能导致施加的力过大。例如，在 X 或 Y 方向错误 180 度，将导致力逐渐增大，从而造成物品损坏甚至人身伤害，这一点需注意。
- 2 安装力觉传感器或用手触摸力觉传感器进行确认时，请先确定机器人已处于紧急停止状态。

注释

- 1 出厂时如已预装力觉传感器，且使用前未更改其安装位置，则无需使用本向导。请跳过本章。
- 2 出厂时如未预装力觉传感器或力觉传感器出现故障后需要进行更换或需要将传感器安装于特殊位置等情况时，需进行本设置。
(力觉传感器如需安装于特殊位置时，也可使用“力觉传感器安装方式设置”功能。详情请参阅“附录 C 力觉传感器安装方式设置”。)

3.1 概述

按以下步骤操作，显示“力觉传感器安装向导”画面。

力觉传感器安装向导画面的显示步骤

- 1 在机器人控制装置的示教操作面板上按下 MENU(菜单)键，显示主菜单。
- 2 从菜单上选择“实用工具” → “力觉传感器”，显示“力觉传感器实用工具”画面。
- 3 移动光标至“力觉传感器安装向导”，按下 F3“详细”键，显示“力觉传感器安装向导”画面。

3.1.1 力觉传感器安装向导画面

概述

力觉传感器安装向导画面将显示力觉传感器设置所需的全部项目以及设置状态。

各项目设置完成后，项目右侧将显示“完成”。项目设置未完成时，项目右侧将显示“未完成”。

全部项目均显示“完成”时，则表示力觉传感器安装所需设置已经完成。



图 3.1.1 力觉传感器安装向导画面

表 3.1.1 (a) 力觉传感器安装向导画面

项目	说明
准备	<p>按下述步骤切换为"准备"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 将光标对准"准备"，然后按下 F3"详细"。 <p>此时会显示"准备"画面。</p> <p>请参阅"3.1.2 准备画面"</p>
安装力觉传感器	<p>力觉传感器安装完成时，会显示"完成"。</p> <p>力觉传感器安装未完成时，会显示"未完成"。</p> <p>按下述步骤切换为"安装力觉传感器"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 将光标对准"安装力觉传感器"，然后按下 F3"详细"。 <p>此时会显示"安装力觉传感器"画面。</p> <p>请参阅"3.2 力觉传感器的安装"</p>
传感器坐标系设置	<p>力觉传感器的坐标系设置完成时，会显示"完成"。</p> <p>力觉传感器的坐标系设置未完成时，会显示"未完成"。</p> <p>按下述步骤切换为"传感器坐标系设置"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 将光标对准"传感器坐标系设置"，然后按下 F3"详细"。 <p>此时会显示"传感器坐标系设置"画面。</p> <p>请参阅"3.3 传感器坐标系设置"</p>
力觉确认	<p>力觉确认完成时，会显示"完成"。</p> <p>力觉确认未完成时，会显示"未完成"。</p> <p>按下述步骤切换为"力觉确认"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 将光标对准"力觉确认"，然后按下 F3"详细"。 <p>此时会显示"力觉确认"画面。</p> <p>请参阅"3.4 力觉确认"</p>

注释

- 画面上的上一项目未完成设置时，则无法进行下一项目的设置。请从上至下依次设置各项目。
- 控制器重启之前，不显示各类传感器的"传感器坐标系设置"画面。
- TP 画面可以分屏成双屏或 3 屏显示，但不可在第 2 屏或第 3 屏进行操作。仅可在第一屏进行操作。

功能键

力觉传感器安装向导画面所使用的功能键如下所示。

表 3.1.1 (b) 功能键

按键	显示名称	说明
F1	返回	退出力觉传感器安装向导画面，返回力觉传感器实用工具画面
F3	详细	显示光标所选项目的详细设置画面。
F5	重置	重置光标所选项目的"完成"状态。 点击"是"，则显示变为"未完成"。

注释

按下 F5"重置"后，设置内容将不更改。仅画面中显示变为"未完成"。

3.1.2 准备画面

概述

"准备"画面将显示软件选项安装状态、硬件、零点标定的状态。

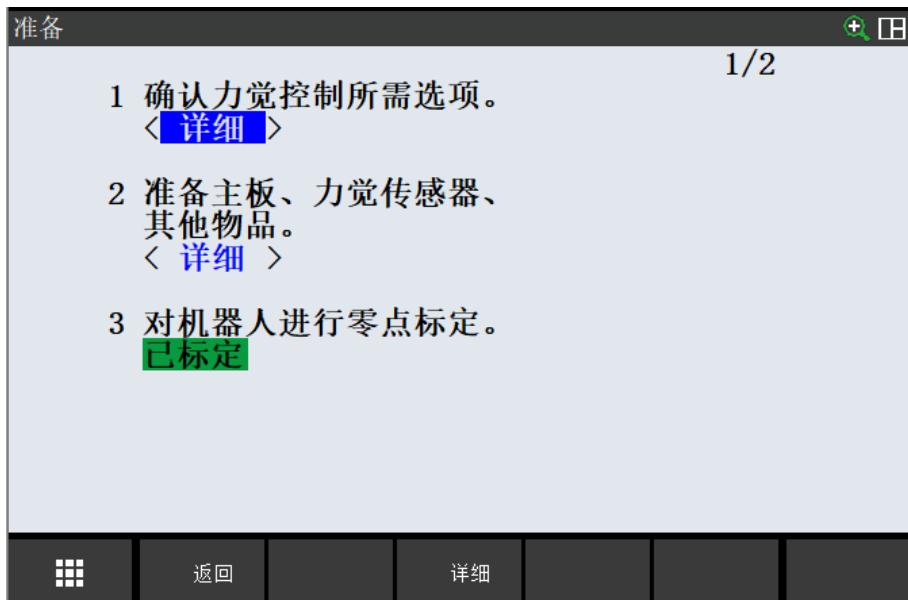


图 3.1.2 “准备”画面

表 3.1.2 (a) “准备”画面

项目	说明
确认力觉控制所需选项	按下述步骤切换为"选项"画面。 <ul style="list-style-type: none">将光标对准"详细"，然后按下 F3"详细"。此时会显示"选项"画面。 请参阅"3.1.3 选项安装状态画面"
准备主板、力觉传感器、其他物品	按下述步骤切换为"确认项目"画面。 <ul style="list-style-type: none">将光标对准"详细"，然后按下 F3"详细"。此时会显示"确认项目"画面。 请参阅"3.1.4 确认准备物品画面"
对机器人进行零点标定	如已完成零点标定，项目下方将显示"已标定"。如未完成零点标定，将显示"未标定"及"需要进行零点标定"。 请参阅"操作说明书 (基本操作篇)" (B-83284CM)

功能键

"准备"画面所使用的功能键如下所示。

表 3.1.2 (b) 功能键

按键	显示名称	说明
F1	返回	退出"准备"画面, 返回至前一画面。
F3	详细	显示光标所选项目的详细设置画面。

3.1.3 选项安装状态画面

概述

选项安装状态画面可用于确认是否已安装力觉控制所需相关软件选项。

如已安装, 项目右侧将显示"已安装"。如未安装, 项目右侧将显示"未安装"。



图 3.1.3 "选项安装状态"画面

表 3.1.3 (a) "选项安装状态"画面

项目	说明
力觉控制基本功能	使用 6 轴力觉传感器时必须安装。 6 轴力觉传感器安装此选项后, 可使用"恒定力推压"、"平面匹配"各功能。 (请参阅"基本功能篇 1.5.2 恒力推压、平面匹配"。)
3 轴力觉传感器	使用 3 轴力觉传感器时必须安装。 3 轴力觉传感器安装此选项后, 可使用"恒定力推压"功能。
力觉控制插入	6 轴力觉传感器需要使用"轴插入"、"槽插入"、"方形插入"、"搜索"、"相位搜索"、"孔搜索"、"离合器搜索"、"拧螺栓"各功能时必须安装。 (请参阅"基本功能篇 1.5.3 圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配"。)
力觉控制仿形	6 轴力觉传感器或 3 轴力觉传感器需要使用"仿形"及"仿形结束"功能时必须安装。 (请参阅"基本功能篇 1.5.5 仿形功能"。)
力觉控制去毛刺软件包	需要使用"自动生成去毛刺程序"功能时必须安装。 已安装时, 项目右侧会显示"已安装"。 未安装时, 会显示"未安装"。 (请参阅"去毛刺软件包操作说明书" (B-83934 CM-1)。)
固定力觉传感器	固定安装力觉传感器时必须安装。 已安装时, 项目右侧会显示"已安装"。 未安装时, 会显示"未安装"。

项目	说明
4D 图形	需要使用"4D 图形"功能时必须安装。 已安装时，项目右侧会显示“已安装”。 未安装时，会显示“未安装”。 (请参阅"辅助功能篇 4 力觉传感器 4D 图形功能"。)

功能键

"选项安装状态"画面所使用的功能键如下所示。

表 3.1.3 (b) 功能键

按键	显示名称	说明
F1	返回	退出"选项安装状态"画面，返回至前一画面。

注释

- 1 使用 3 轴力觉传感器时，请安装 3 轴力觉传感器 (J844) 选项。(请确认"3 轴力觉传感器"显示为"已安装"。)
- 2 使用固定安装式力觉传感器时，请安装固定力觉传感器 (J843) 选项。(请确认"固定力觉传感器"显示为"已安装"。)

3.1.4 确认准备物品画面

概述

"确认准备物品"画面用于显示主板类型、传感器类型、传感器适配器、平行销、螺栓、电缆，扭矩扳手和力觉传感器的校准数据信息。



图 3.1.4 "确认准备物品"画面

表 3.1.4 (a) "确认准备物品"画面

项目	说明
力觉传感器类型	确认力觉传感器类型为 FS-***iA 系列。
传感器安装专用适配器	传感器安装专用适配器、平行销、装配螺栓为套装配件。
平行销	确认是否已备齐。
装配螺栓	
传感器电缆	确认传感器电缆的长度适合相应的机器人机型、力觉传感器类型。
使用需要扭矩扳手的标准适配器时, 请事先准备扭矩扳手。	使用需要扭矩扳手的标准适配器时, 请事先准备扭矩扳手。

项目	说明
力觉传感器类型为 FS-***iA 系列时, 请事先准备校准数据。并用计算机将 CD-R 中的 CCSCB2.CM 拷贝至内存卡或 USB 储存器。"	

功能键

"确认准备物品"画面所使用的功能键如下所示。

表 3.1.4 (b) 功能键

按键	显示名称	说明
F1	返回	退出"确认准备物品"画面, 返回至前一画面。

3.2 力觉传感器的安装

本节主要介绍力觉传感器的安装步骤。

力觉传感器的安装步骤划分为以下安装方式。

(1) 手持安装式力觉传感器

- 标准适配器+需要扭矩扳手型
- 标准适配器+不需要扭矩扳手型
- 定制适配器+需要扭矩扳手型
- 定制适配器+不需要扭矩扳手型

(2) 固定力觉传感器

- 需要扭矩扳手型
- 不需要扭矩扳手型

力觉传感器的安装步骤及其画面根据安装方式的不同而有所差异, 但直至显示"力觉传感器安装设置"画面的步骤相同。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)

3.2.1 力觉传感器安装设置画面

概述

力觉传感器安装设置画面将显示安装力觉传感器所需项目以及设置完成状态。

各项目设置完成后, 项目右侧将显示"完成"。全部项目均显示"完成"后, 力觉传感器安装向导画面的"力觉传感器安装"显示为"完成"。(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"。)

手持安装式与固定安装式传感器的"力觉传感器安装设置"画面相同。



图 3.2.1 "力觉传感器安装设置"画面

表 3.2.1 (a) "力觉传感器安装设置"画面

项目	说明
安装方式选择	力觉传感器的安装方式选择完成时, 会显示"完成"。 安装方式选择未完成时, 会显示"未完成"。 按以下步骤切换至安装方式的选择画面。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"安装方式选择", 按下 F3"详细"键。 显示"安装方式选择"画面或"适配器类型选择"画面。 (画面根据力觉传感器类型及选项的不同而不同。) (请参阅"3.2.2.1 传感器类型选择 (手持安装式)"、"3.2.3.1 传感器类型选择 (固定安装式)"。)
安装方法	力觉传感器安装完成时, 会显示"完成"。 力觉传感器安装未完成时, 会显示"未完成"。 按以下步骤切换至力觉传感器安装方法画面。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"安装方法", 按下 F3"详细"键。 显示"力觉传感器安装姿势"画面或"确认准备物品"画面。 (画面根据力觉传感器类型的不同而不同。) (请参阅"3.2.2.2 力觉传感器安装 (手持安装式)"、"3.2.3.2 力觉传感器安装 (固定安装式)"。)
校准数据加载	校准数据的加载完成时, 会显示"完成"。 校准数据的加载未完成时, 会显示"未完成"。 按以下步骤切换至"校准数据加载"画面。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"校准数据加载", 按下 F3"详细"键。 显示"校准数据加载"画面。 (请参阅"3.2.2.3 校准数据加载"。)
内部温度确认	内部温度的确认完成时, 会显示"完成"。 内部温度的确认未完成时, 会显示"未完成"。 按以下步骤切换至对应传感器类型的"传感器温度确认"画面。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"内部温度确认", 按下 F3"详细"键。 显示传感器类型所对应的"传感器温度确认"画面。 (请参阅"3.2.2.4 内部温度确认"。)
传感器应变值确认	传感器应变值的确认完成时, 会显示"完成"。 传感器应变值的确认未完成时, 会显示"未完成"。 按以下步骤切换至"传感器应变值确认"画面。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"传感器应变值确认", 按下 F3"详细"键。显示"传感器应变值确认"画面。 (请参阅"3.2.2.5 传感器应变值确认"。)
力/扭矩值重置	如力/扭矩值已重置完毕, 则显示"完成"。 如力/扭矩值尚未重置, 则显示"未完成"。 按以下步骤切换至"力/扭矩值重置"画面。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"力/扭矩值重置", 按下 F3"详细"键。显示"力/扭矩值重置"画面。 (请参阅"3.2.2.6 力/扭矩值重置"。)

功能键

"力觉传感器安装设置"画面所使用的功能键如下所示。

表 3.2.1 (b) 功能键

按键	显示名称	说明
F1	返回	返回至前一画面。
F3	详细	显示光标所选项目的详细设置画面。
F5	重置	重置光标所选项目的"完成"状态。 点击"是", 则显示变"未完成"。

注释

按下 F5"重置"后, 设置内容将不更改。仅画面显示变为"未完成"。

3.2.2 力觉传感器安装（手持安装式）

本节主要介绍手持安装式力觉传感器的安装说明。

3.2.2.1 传感器类型选择（手持安装式）

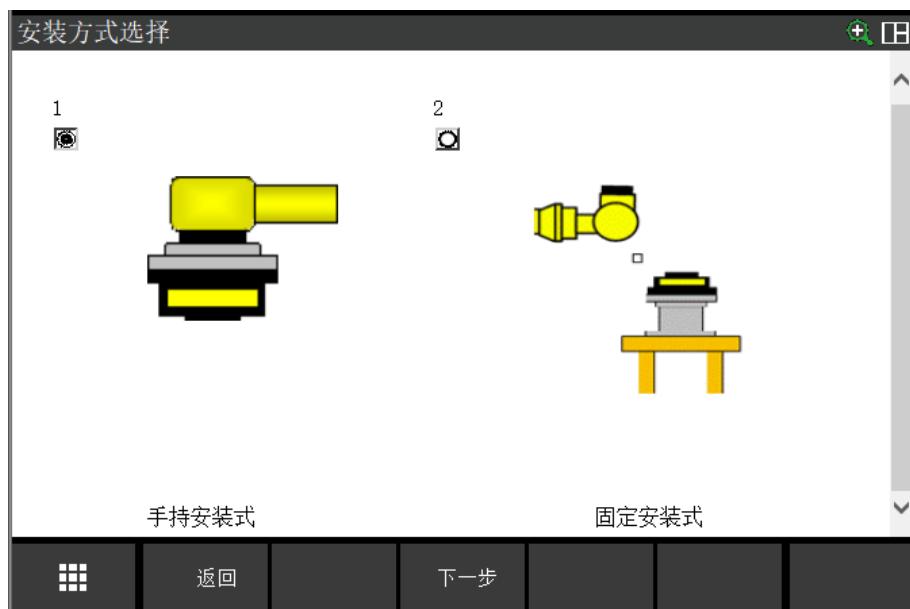
概述

用于选择手持安装式的传感器类型。

传感器类型选择完毕后，“力觉传感器安装设置”画面中的“安装方式选择”将显示为“完成”。

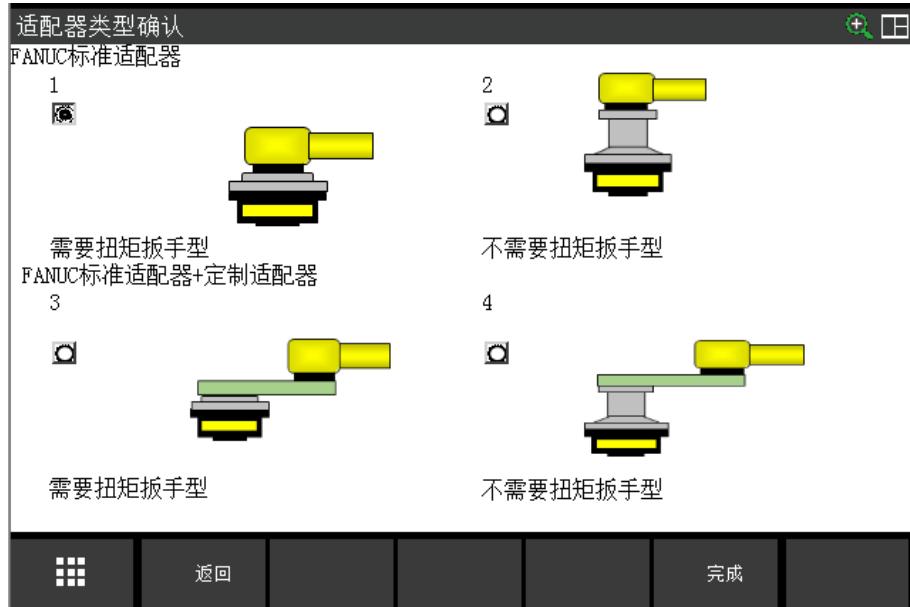
传感器类型的选择步骤（手持安装式）

- 1 显示“力觉传感器安装设置”画面。
(请参阅“3.1.1 力觉传感器安装向导画面”中的“力觉传感器安装”。)
 - 2 移动光标至“安装方式选择”，按下 F3“详细”键。
 - 如“固定力觉传感器（J843）”选项已安装，则显示“安装方式选择”画面。
 - 如“固定力觉传感器（J843）”选项未安装，则显示“适配器类型选择”画面。如无“安装方式选择”画面，则无以下步骤。请跳过步骤 3、步骤 4。
- ※ 已安装选项可通过“选项安装状态”画面进行确认。（请参阅“3.1.3 选项安装状态画面”。）



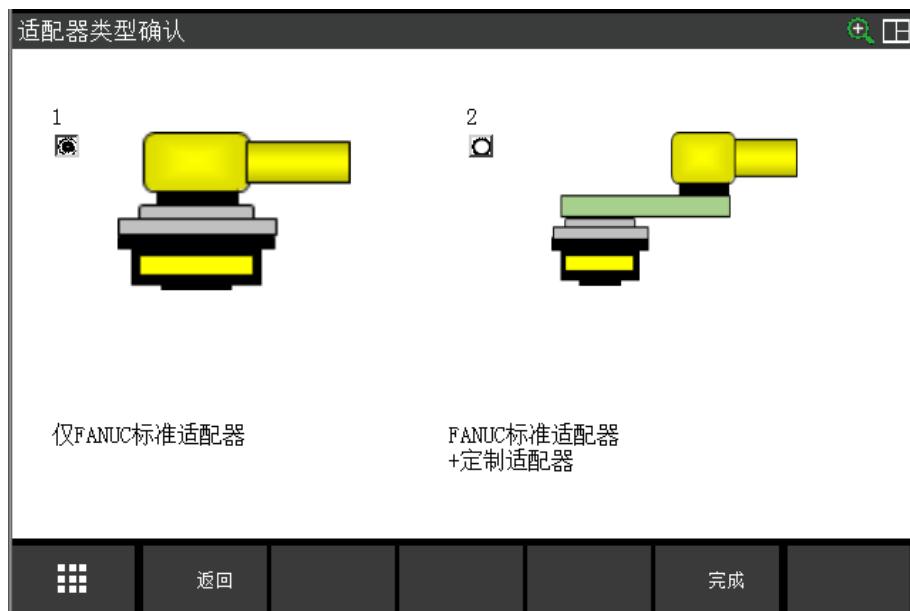
- 3 勾选“手持安装式”。
 - 4 按下 F3“下一步”，显示“适配器类型选择”画面。
 - 5 勾选所使用的适配器。
- “适配器类型选择”画面根据力觉传感器的机型不同而不同。

以下为“FS-250iA”力觉传感器的画面。



3

以下为"FS-250iA"之外的其他力觉传感器的画面。



6 按下 F5"完成"。

3.2.2.2 力觉传感器安装（手持安装式）

概述

根据画面提示安装手持安装式力觉传感器。

设置画面将分为左右双屏显示。

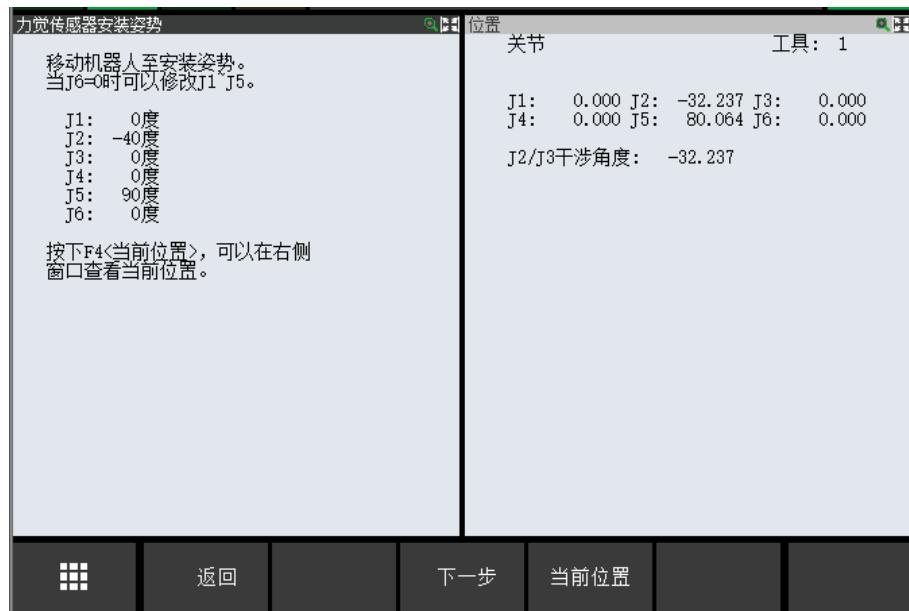
- 右屏自动显示。
- 左屏显示为便于安装力觉传感器所推荐的机器人姿势。确认画面的同时，将机器人调至适合安装力觉传感器的姿势。力觉传感器安装完毕后，"力觉传感器安装设置"画面中的"安装方法"将显示为"完成"。



将机器人调至推荐姿势后，请确认机器人已处于紧急停止状态，方可安装力觉传感器。

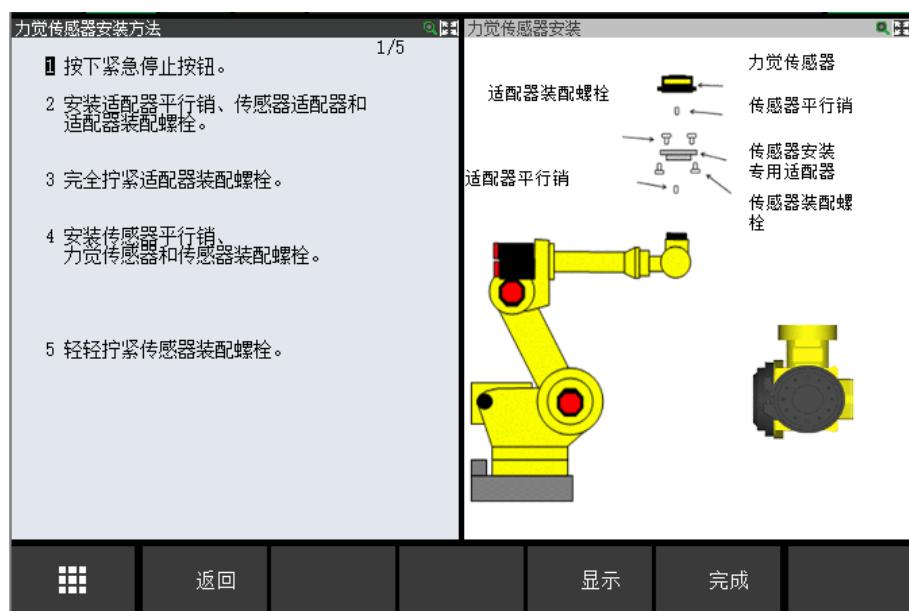
力觉传感器的安装步骤（手持安装式）

- 1 显示"力觉传感器安装设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)
- 2 移动光标至"安装方法", 按下 F3"详细"键, 分屏显示"力觉传感器安装姿势"与"位置"的 2 个画面。
※ 按下 F4"当前位置"后, 右屏将重新显示"位置"画面。

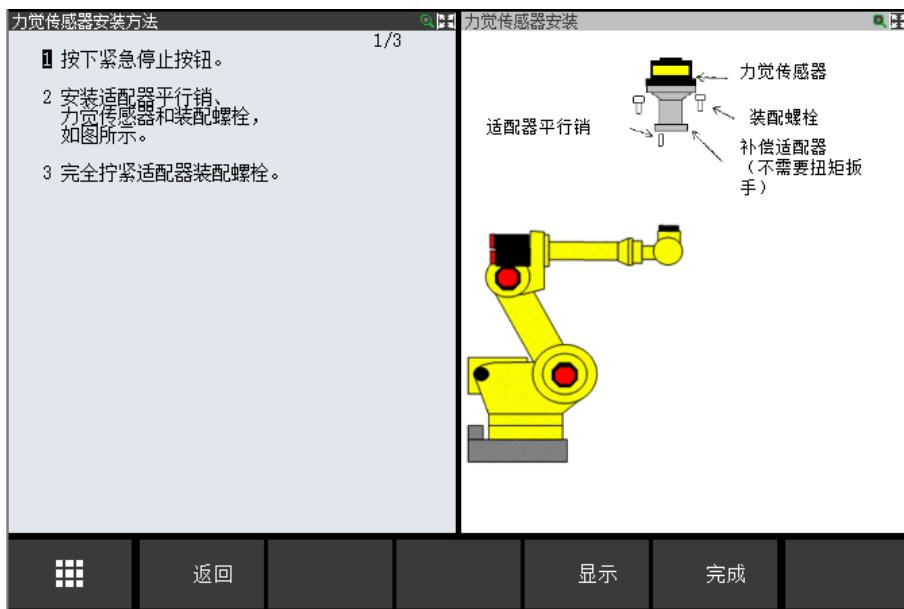


- 3 按下 F3"下一步"。
分屏显示"力觉传感器安装方法"与"力觉传感器安装"的 2 个画面。

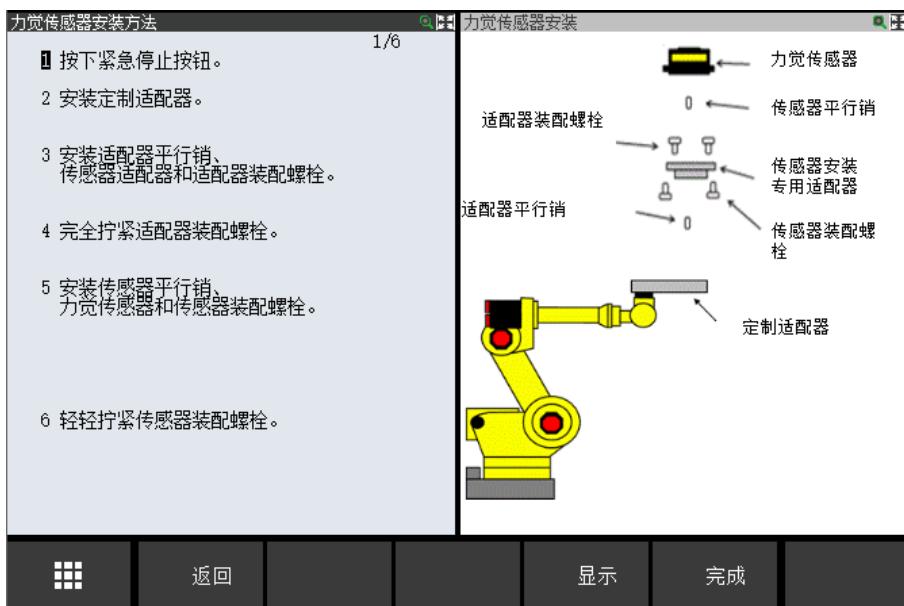
"力觉传感器安装方法"画面与"力觉传感器安装"画面根据力觉传感器的类型不同而不同。
● 以下为标准适配器+需要扭矩扳手型传感器的画面。



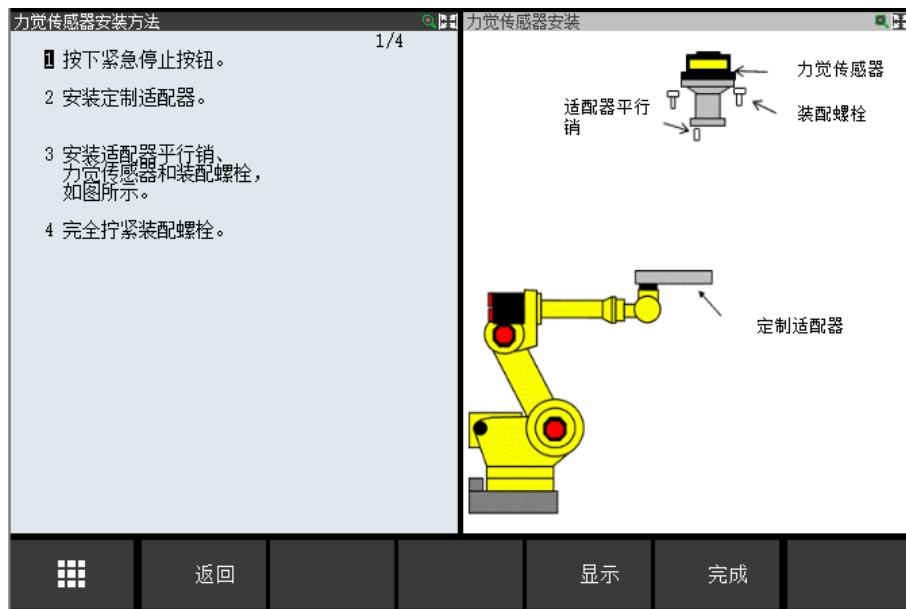
- 以下为标准适配器+不需要扭矩扳手型传感器的画面。



- 以下为定制适配器+需要扭矩扳手型传感器的画面。



- 以下为定制适配器+不需要扭矩扳手型传感器的画面。



4 按照左屏力觉传感器安装方法的步骤，将机器人调至适合安装力觉传感器的姿势，以安装力觉传感器。
※ 按下 F4"显示"后，右屏将重新显示"力觉传感器安装"画面。

5 按下 F5"完成"。

3.2.2.3 校准数据加载

概述

用于加载校准数据。

设置画面将分为左右 2 个屏幕显示。

- 右屏自动显示。
- 左屏显示校准数据的加载方法。

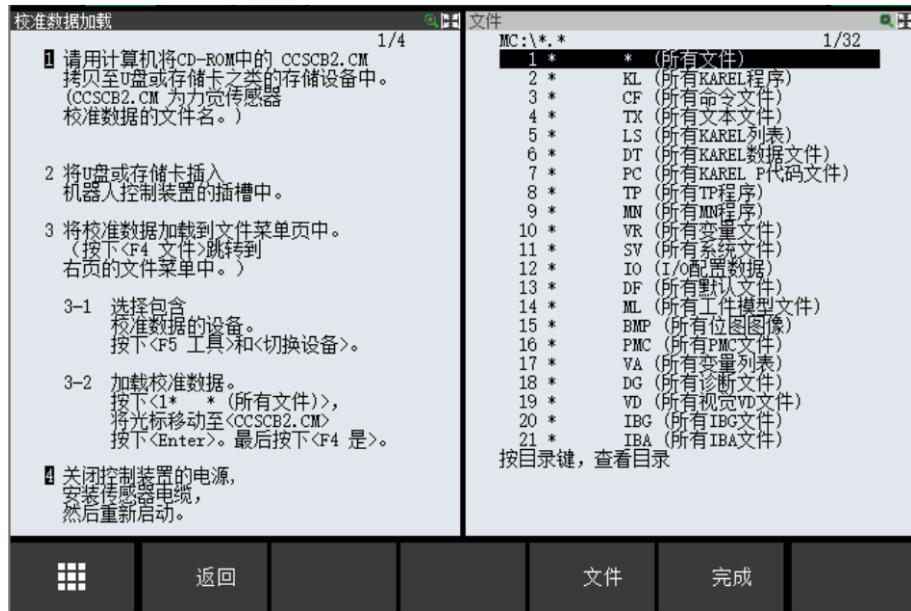
校准数据加载完毕后，"力觉传感器安装设置"画面中的"校准数据加载"将显示为"完成"。

注释

手持安装式与固定安装式传感器的校准数据加载步骤及画面相同。

校准数据的加载步骤

- 显示"力觉传感器安装设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)
- 移动光标至"校准数据加载"，按下 F3"详细"键。
分屏显示"校准数据加载"与"文件"2 个画面。



- 3 按下 F4"文件"。
- 右屏将重新显示文件菜单页面。
- 4 按下 F5"完成"。

3.2.2.4 内部温度确认

概述

用于确认力觉传感器的内部温度。

确认画面将分为左右 2 个屏幕显示。

- 右屏自动显示。
- 左屏显示力觉传感器内部温度的确认方法。

内部温度确认完毕后，"力觉传感器安装设置"画面中的"内部温度确认"将显示为"完成"。

注释

手持安装式与固定安装式传感器的内部温度确认步骤及画面相同。

内部温度的确认步骤

- 1 显示"力觉传感器安装设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)
- 2 移动光标至"内部温度确认"，按下 F3"详细"键。
分屏显示"传感器温度确认"与"状态>力觉传感器当前值"2 个画面。
根据力觉传感器的类型，可自动显示螺栓的紧固扭矩。

注释

力觉传感器的类型为 FS-15iA、FS-40iA、FS-100iA、FS-250iA 时，扭矩值分别如下所示。

- FS-15iA: 7.0 Nm
- FS-40iA: 4.5 Nm
- FS-100iA : 13.0 Nm
- FS-250iA : 14.0 Nm

"需要扭矩扳手型"与"不需要扭矩扳手型"传感器的"传感器温度确认"画面不同。

- 以下为需要扭矩扳手型传感器的画面。



- 以下为不需要扭矩扳手型传感器的画面。



- 按下 F4"力觉状态"。
- 右屏将重新显示"状态>力觉传感器当前值"画面。
- 按下 F5"完成"。

3.2.2.5 传感器应变值确认

概述

用于确认传感器应变值。

可通过传感器应变值的确认功能输出力觉传感器的传感器应变值。

传感器应变值确认完毕后, "力觉传感器安装设置"画面中的"传感器应变值确认"将显示为"完成"。

注释

手持安装式与固定安装式传感器的传感器应变值确认步骤及画面相同。

传感器应变值的确认步骤

- 1 显示"力觉传感器安装设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)
- 2 移动光标至"传感器应变值确认", 按下 F3"详细"键。
显示"传感器应变值确认"画面。

3



- 3 按下 F4"更新"。
获得当前的传感器应变值。
确认画面上的所有项目均显示为"正常"。
- 4 按下 F1"返回"。

注释

画面上的所有项目均显示为"正常"时, 按下 F1"返回", 完成传感器应变值的确认步骤。

画面上如果有其中 1 个显示为"过载"的状况下, 即便按下 F1"返回", 也无法完成传感器应变值的确认步骤。

3.2.2.6 力/扭矩值重置**概述**

用于重置力/扭矩值。

通过此画面, 重置力/扭矩值。

设置画面将分为左右两个屏幕显示。

- 右屏自动显示。
- 左屏显示力/扭矩值的重置方法。

力/扭矩值重置完毕后, "力觉传感器安装设置"画面中的"力/扭矩值重置"将显示为"完成"。

注释

手持安装式与固定安装式传感器的力/扭矩值重置步骤及画面相同。

力/扭矩值的重置步骤

- 1 显示"力觉传感器安装设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)

- 2 移动光标至"力/扭矩值重置"，按下 F3"详细"键。
分屏显示"力/扭矩值重置"与"状态>力觉传感器当前值"2个画面。



- 3 按下 F4"力觉状态"。
右屏将重新显示"状态>力觉传感器当前值"画面。
※ 步骤 3 所显示的"状态>力觉传感器当前值"画面与步骤 2 "力觉传感器" 的画面相同。

注释

F4"力觉状态"于触摸左屏"力/扭矩值重置"画面后显示。
如未显示 F4"力觉状态"，则触摸"力/扭矩值重置"画面的标题栏。

- 4 按下 F5"完成"。

3.2.3 力觉传感器安装（固定安装式）

本节主要介绍固定安装式力觉传感器的安装说明。

3.2.3.1 传感器类型选择（固定安装式）

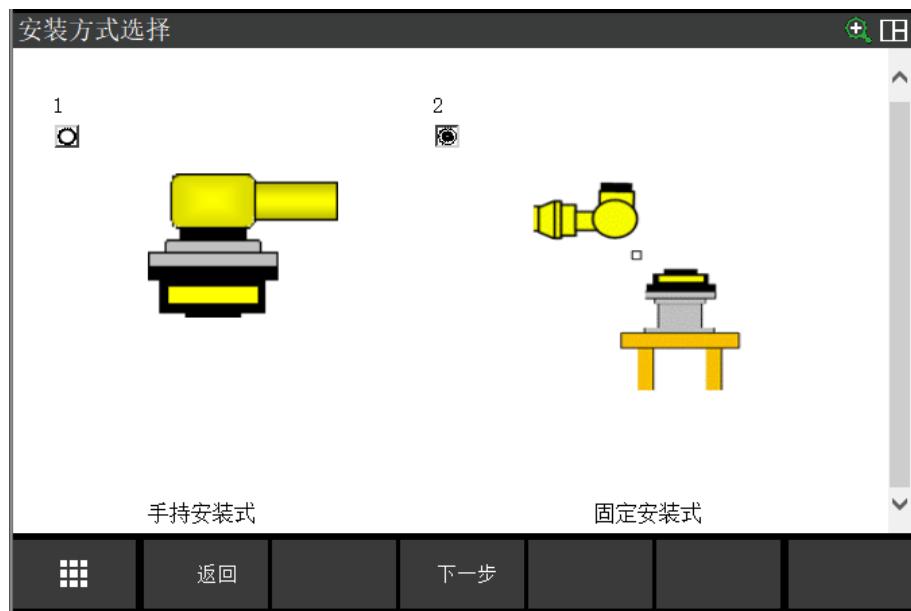
概述

用于选择固定安装式的传感器类型。

传感器类型选择完毕后，"力觉传感器安装设置"画面中的"安装方式选择"将显示为"完成"。

传感器类型的选择步骤（固定安装式）

- 1 显示"力觉传感器安装设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)
- 2 移动光标至"安装方式选择"，按下 F3"详细"键。
如"固定力觉传感器 (J843)"选项已安装，则显示"安装方式选择"画面。



3

注释

使用固定安装式力觉传感器时,请安装"固定力觉传感器 (J843)"选项。
已安装选项可通过"选项安装状态"画面进行确认。
(请参阅"3.1.3 选项安装状态画面"。)

- 3 勾选"固定安装式"。
- 4 按下 F3"下一步"。

如力觉传感器为"FS-250iA", 显示"传感器类型确认"画面。

**注释**

如力觉传感器并非"FS-250iA", 由于不存在"不需要扭矩扳手型", 因此不显示"传感器类型确认"画面。
按下 F3"下一步", 返回至"力觉传感器安装设置"画面。
请跳过步骤 5、步骤 6。

- 5 勾选所使用的适配器。

6 按下 F5"完成"。

3.2.3.2 力觉传感器安装（固定安装式）

概述

用于根据画面提示安装固定安装式力觉传感器。

设置画面将分为左右 2 个屏幕显示。

- 右屏自动显示。
- 左屏显示推荐的力觉传感器的固定安装方法。确认画面的同时，将力觉传感器固定于合适位置。

力觉传感器安装完毕后，"力觉传感器安装设置"画面中的"安装方法"将显示为"完成"。



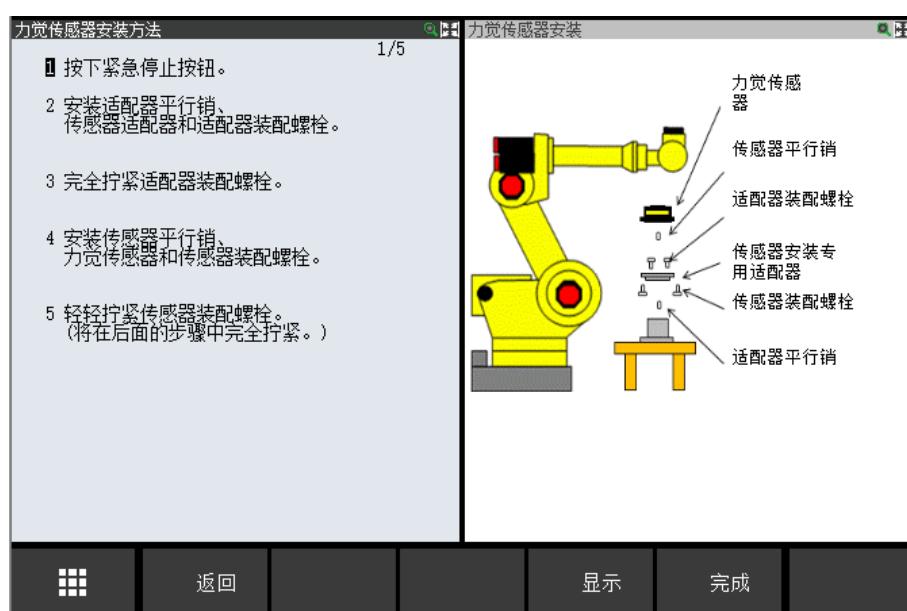
安装力觉传感器时，请先确认机器人已处于紧急停止状态。

力觉传感器的安装步骤（固定安装式）

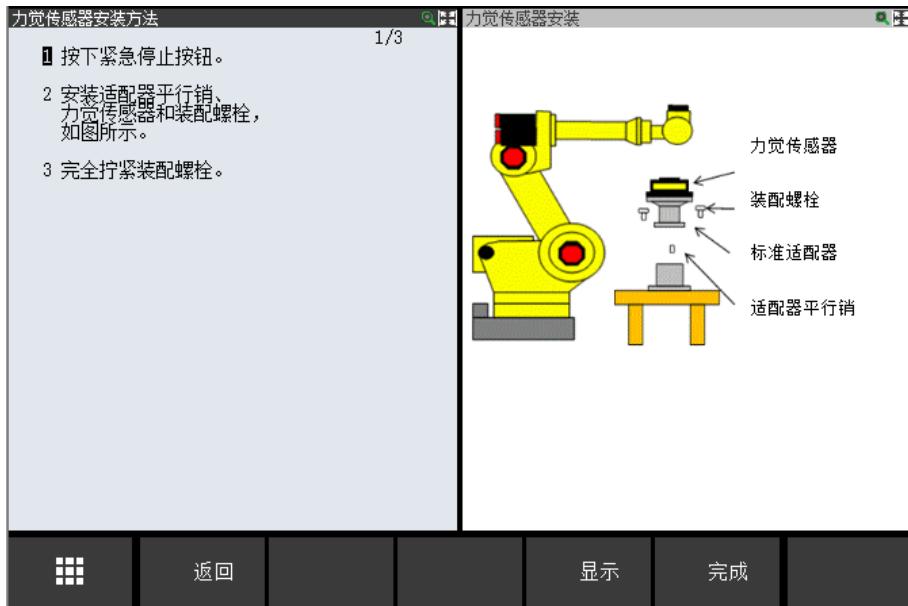
- 1 显示"力觉传感器安装设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉传感器安装"。)
- 2 移动光标至"安装方法"，按下 F3"详细"键。
分屏显示"力觉传感器安装方法"与"力觉传感器安装"2 个画面。

根据"需要扭矩扳手型"及"不需要扭矩扳手型"的不同，传感器的"力觉传感器安装方法"画面和"力觉传感器安装"画面有所不同。

- 以下为需要扭矩扳手型传感器的画面。



- 以下为不需要扭矩扳手型传感器的画面。



3 按照左屏力觉传感器安装方法的步骤，安装力觉传感器。
 ※ 按下 F4"显示"后，右屏将重新显示"力觉传感器安装"画面。

4 按下 F5"完成"。

3.2.3.3 校准数据加载

手持安装式与固定安装式传感器的校准数据加载步骤及画面相同。
 (请参阅"3.2.2.3 校准数据加载"。)

3.2.3.4 内部温度确认

手持安装式与固定安装式传感器的内部温度确认步骤及画面相同。
 (请参阅"3.2.2.4 内部温度确认"。)

3.2.3.5 传感器应变值确认

手持安装式与固定安装式传感器的传感器应变值确认步骤及画面相同。
 (请参阅"3.2.2.5 传感器应变值确认"。)

3.2.3.6 力/扭矩值重置

手持安装式与固定安装式传感器的力/扭矩值重置步骤及画面相同。
 (请参阅"3.2.2.6 力/扭矩值重置"。)

3.3 传感器坐标系设置

本节主要介绍传感器坐标系的设置步骤。

传感器坐标系设置步骤分为以下安装方式。

(1) 手持安装式力觉传感器

- 标准适配器型
- 定制适配器型

(2) 固定力觉传感器

传感器坐标系的设置步骤及其画面根据安装方式的不同而有所差异，但直至显示"传感器坐标系设置"画面的步骤相同。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"传感器坐标系设置"。)



警告

如在传感器坐标系设置错误的状态下进行力觉控制，可能导致施加的力过大。例如，在 X 方向或 Y 方向错误 180 度，将导致力逐渐增大，从而造成物品损坏甚至人身伤害，这一点需注意。

3.3.1 传感器坐标系设置（手持安装式）

概述

用于设置手持安装式的传感器坐标系。

传感器坐标系设置完毕后，"力觉传感器安装向导"画面中的"传感器坐标系设置"将显示为"完成"。

注释

- 1 如为手持安装式传感器（标准适配器型），将自动设为默认值，因此无须设置传感器坐标系。仅需重启机器人控制装置。
- 2 如为手持安装式传感器（定制适配器型），则需要设置传感器坐标系。

下面为手持安装式传感器（定制适配器型）的传感器坐标系设置步骤。

设置画面将分为左右双屏显示。

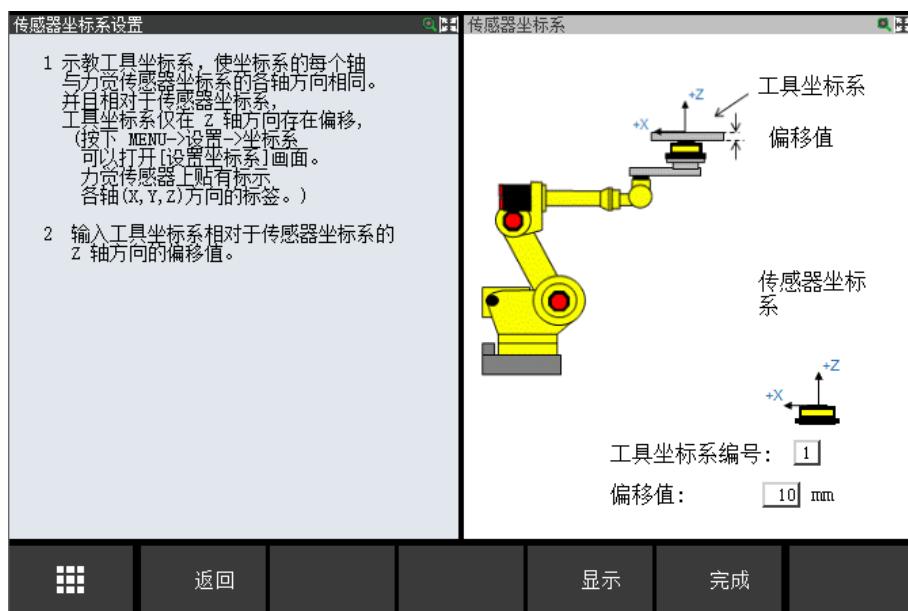
- 右屏自动显示。
- 左屏显示传感器坐标系的设置方法。

为了设置传感器坐标系，可临时使用工具坐标系。

传感器坐标系的设置步骤（手持安装式/定制适配器型）

- 1 显示"传感器坐标系设置"画面。

(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"传感器坐标系设置"。)



- 2 在右屏的"工具坐标系编号"一栏输入工具坐标系编号。
※ 输入小于可设置坐标系编号的值。默认值设置状态下，可输入的最大值为"10"。
- 3 在右屏的"补偿值"一栏输入补偿值。
补偿值无输入限制。
※ 按下 F4"显示"后，右屏将重新显示"传感器坐标系"画面。
- 4 按下 F5"完成"。

注释

如在"工具坐标系编号"一栏输入大于可设置坐标系编号的值，并按下"完成"，则左屏下方将显示"坐标系编号不正确"。

例如：坐标系编号的最大值设为默认值时，如在"工具坐标系编号"一栏输入"11"及以上的坐标系编号，并按下"完成"，则左屏下方将显示"坐标系编号不正确"。

3.3.2 传感器坐标系设置（固定安装式）

3

概述

用于设置固定安装式的传感器坐标系。

传感器坐标系设置完毕后，"力觉传感器安装向导"画面中的"传感器坐标系设置"将显示为"完成"。

以下所示为固定安装式传感器的坐标系设置步骤。

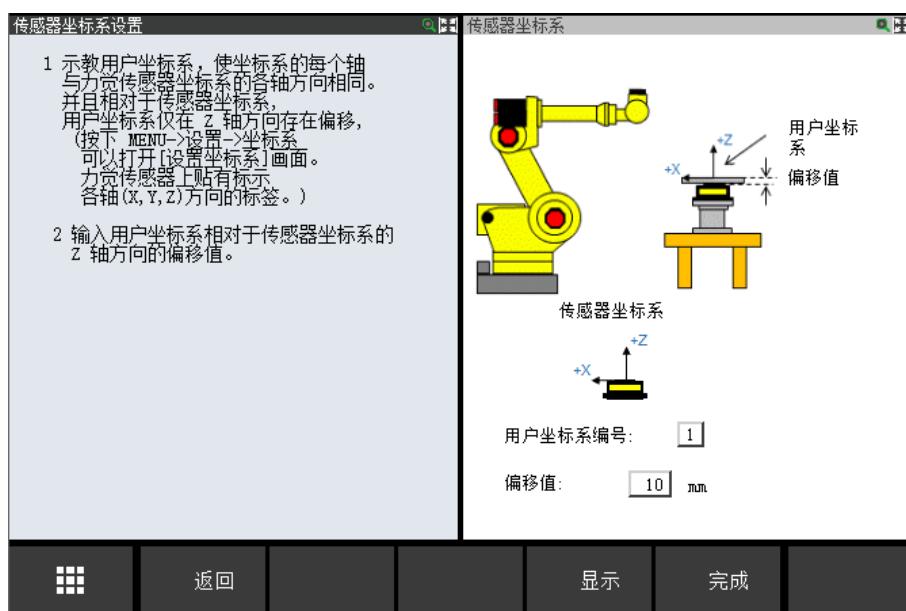
设置画面将分为左右两个屏幕显示。

- 右屏自动显示。
- 左屏显示传感器坐标系的设置方法。

为了设置传感器坐标系，可临时使用用户坐标系。

传感器坐标系的设置步骤（固定安装式）

- 1 显示"传感器坐标系设置"画面。
(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"传感器坐标系设置"。)



- 2 在右屏的"用户坐标系编号"一栏输入用户坐标系编号。
※ 输入小于可设置坐标系编号的值。默认值设置状态下，可输入的最大值为"9"。
- 3 在右屏的"补偿值"一栏输入补偿值。
补偿值无输入限制。
※ 按下F4"显示"后，右屏将重新显示"传感器坐标系"画面。
- 4 按下F5"完成"。

注释

如在"工具坐标系编号"一栏输入大于可设置坐标系编号的值，并按下"完成"，则左屏下方将显示"坐标系编号不正确"。

例如：坐标系编号的最大值设为默认值时，如在"用户坐标系编号"一栏输入"10"及以上的坐标系编号，并按下"完成"，则左屏下方将显示"坐标系编号不正确"。

3.4 力觉确认

本节主要介绍力觉确认步骤。

力觉确认步骤分为以下安装方式。

(1) 手持安装式力觉传感器

(2) 固定力觉传感器

力觉确认步骤及其画面根据安装方式的不同而有所差异，但直至显示"力觉确认"画面的步骤相同。

(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉确认"。)



警告

用手触摸力觉传感器进行确认时，请先确定机器人已处于紧急停止状态。

3.4.1 力觉确认（手持安装式）

概述

用于确认手持安装式传感器的力觉。

力觉确认完毕后，"力觉传感器安装向导"画面中的"力觉确认"将显示为"完成"。

如下所示为手持安装式传感器的力觉确认步骤。

确认画面将分为左右 2 个屏幕显示。

右屏自动显示。

左屏显示力觉确认方法。

注释

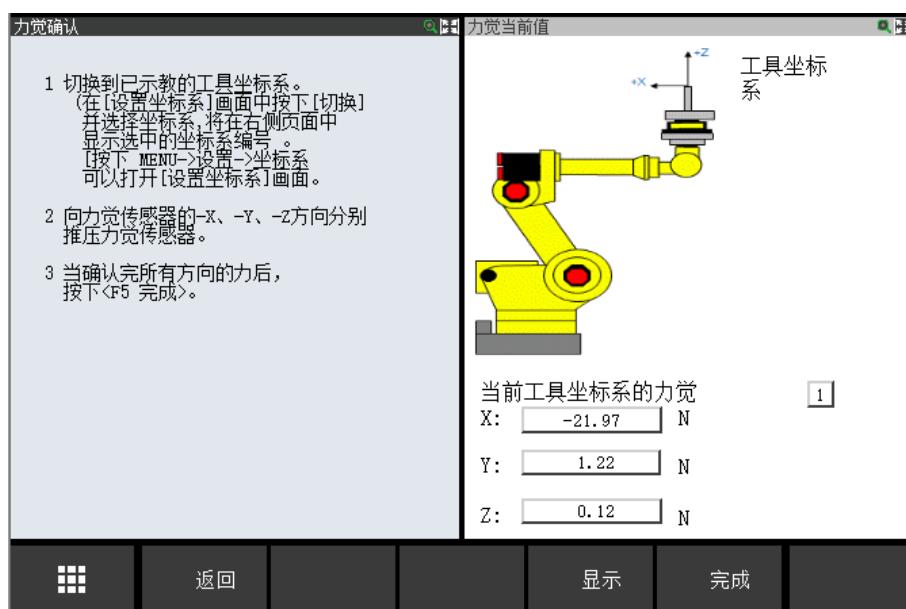
力觉确认之前需重启机器人控制装置。

力觉确认步骤（手持安装式）

1 显示"力觉确认"画面。

(请参阅"3.1.1 力觉传感器安装向导画面"中的"力觉确认"。)

※ 按下 F4"显示"后，右屏将重新显示"力觉当前值"画面。



2 在右屏（"力觉当前值"画面）确认当前选择的工具坐标系编号，并通过此工具坐标系确认力觉传感器的值。

3 向力觉传感器施力，确认力的方向是否正确。

4 按下 F5"完成"。

3.4.2 力觉确认（固定安装式）

概述

用于确认固定安装式传感器的力觉。

力觉确认完毕后，“力觉传感器安装向导”画面中的“力觉确认”将显示为“完成”。

如下所示为固定安装式传感器的力觉确认步骤。

设置画面将分为左右 2 个屏幕显示。

右屏自动显示。

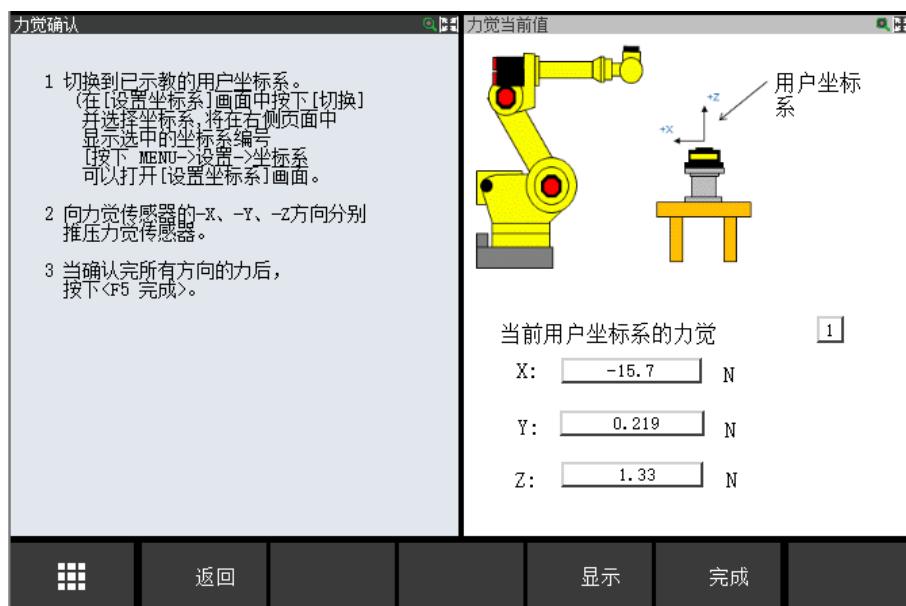
左屏显示力觉确认方法。

注释

力觉确认之前需重启机器人控制装置。

力觉确认步骤（固定安装式）

- 1 显示“力觉确认”画面。
(请参阅“3.1.1 力觉传感器安装向导画面”中的“力觉确认”。)
- ※ 按下 F4“显示”后，右屏将重新显示“力觉当前值”画面。



- 2 在右屏（“力觉当前值”画面）确认当前选择的用户坐标系编号，并通过此用户坐标系确认力觉传感器的值。
- 3 向力觉传感器施力，确认力的方向是否正确。
- 4 按下 F5“完成”。

1

2

3

基本功能篇

- 1 力觉控制命令的编程和示教
- 2 力觉传感器状态画面
- 3 力觉传感器的实用工具

1

力觉控制命令的编程和示教

力觉传感器的基本操作和编程大部分与 FANUC 机器人的通常动作相同。

本章就力觉控制功能的示教方法、操作方法等进行说明。

力觉控制相关的全部操作都通过示教器执行。

力觉控制功能不仅提供了在程序中使用的助记命令，还提供了此命令中使用的参数表数据。其中包括必须要设置的基本参数设置和根据需要进行设置的高级参数设置。

(基本参数和高级参数的详情，请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”。)

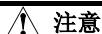
◇ 本章的内容

- 1. 1 注意和限制事项
- 1. 2 示教的步骤
- 1. 3 力觉控制命令
- 1. 4 示例程序
- 1. 5 参数表数据
- 1. 6 力觉控制的增益（阻抗参数）
- 1. 7 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）
- 1. 8 用户坐标系补偿
- 1. 9 3 轴力觉传感器的设置
- 1. 10 力觉控制的其他命令

1.1 注意和限制事项

力觉控制中包括如下的注意和限制事项。请在充分理解的基础上进行使用。

- 在执行力觉控制命令期间，碰撞检测功能将会自动禁用。力觉控制命令执行完成后，再次启用。
- 在执行力觉控制命令期间，制动器控制将被禁用。力觉控制命令执行完成后，再次启用。
- 在执行仿形功能之外的其他力觉控制命令期间，无论倍率值如何，均将以力觉控制参数中所设置的速度动作。
- 暂时停止后，力觉控制命令无法进行再启动或者后退。



注意

为避免工件在力觉控制中滑落或偏移，需要设计具有足够大的抓取力的机械手。

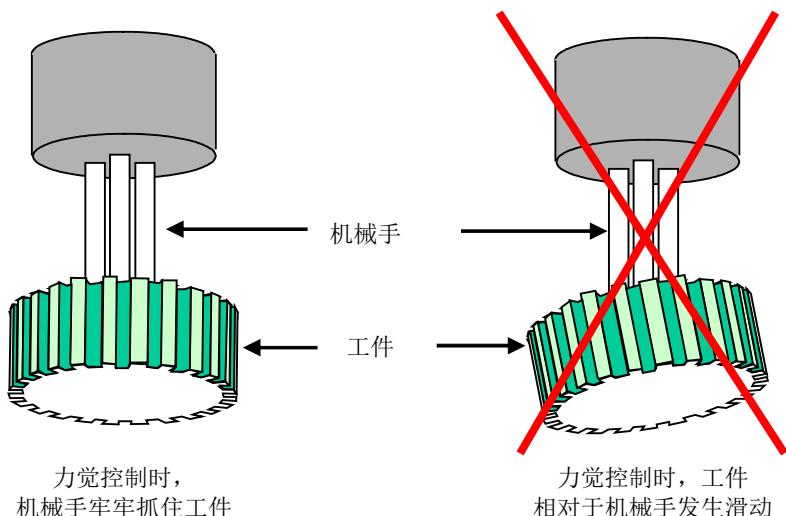


图 1.1 机械手的设计范例

- 需要设置力觉传感器的安装方式或传感器坐标系时,请正确地进行设置。
(有关需要设置的条件,请参阅“导入篇 2 力觉传感器和力觉控制功能的概要”。有关设置方法,请参阅“附录 C 力觉传感器安装方式设置功能”。)

△ 注意

机器人未进行零点标定时,无法执行力觉控制命令。力觉传感器当前值画面上也无法显示力觉传感器的值。
零点标定数据不正确时,力觉控制功能可能无法正常工作,例如向与设置方向相反的方向移动等。

1.2 示教的步骤

概要

本节主要介绍力觉控制的示教步骤。

满足如下条件时,在进行力觉控制的示教前,需要先设置力觉传感器的安装方式和传感器坐标系。

(详情请参阅“附录 C 力觉传感器安装方式设置功能”进行设置。)

(1) 力觉传感器的安装方式为手持安装”,并满足如下任何一个条件的情形

- 安装在机器人手腕和力觉传感器之间的适配器为不需要扭矩扳手的标准适配器,或者非标准适配器时。
- 在与工厂出货时不同的场所重新安装力觉传感器时(工具的前端等)。

(2) 力觉传感器的安装方式为“固定设置”时。

力觉控制的示教步骤

1 对力觉控制所使用的工具坐标系和用户坐标系进行示教。

- 工具坐标系设置:

先把要装配或者推压的工件安装在机械手上,然后设置工具坐标系。必须把工具坐标系的原点设置在工件前端的工件中心轴上。

- 用户坐标系设置:

在要进行装配或者推压的工件表面上设置用户坐标系。使得用户坐标系的坐标轴的其中一个与装配方向一致。

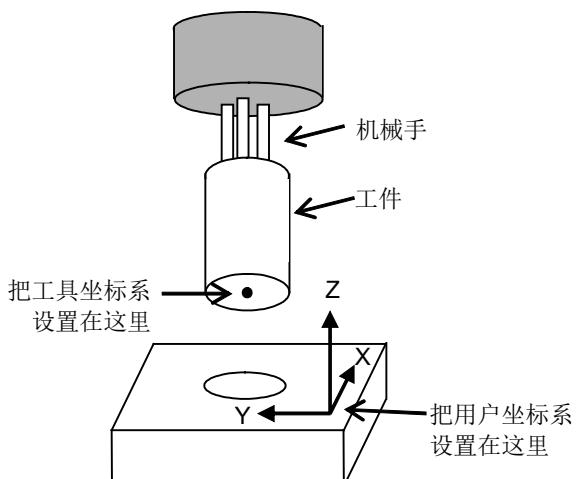


图 1.2 (a) 用户、工具坐标系的设置

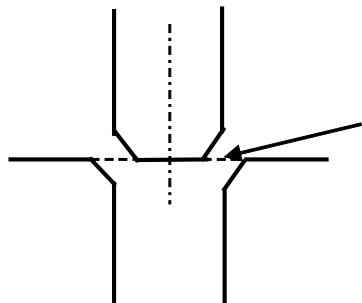
2 选择上述工具坐标系和用户坐标系,如下图的程序例所示,创建机器人的动作程序,并对接近点(通常指位置控制切换至力觉控制的点)进行示教。



图 1.2 (b) 在 TP 程序中添加接近点

根据力觉控制命令的功能不同，接近点的示教方法也不同。
请参考图 1.2 (c)~图 1.2 (e) 正确地进行示教。
(请参阅“基本功能篇 1.3 力觉控制命令”)

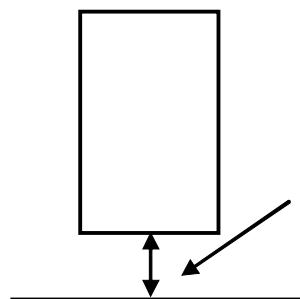
圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配、拧螺栓



示教接近点使得被装配侧的面和装配侧的面的高度尽量接近，并尽量减小工件和孔的位置误差。

图 1.2 (c) 接近点的示教（圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配、拧螺栓时）

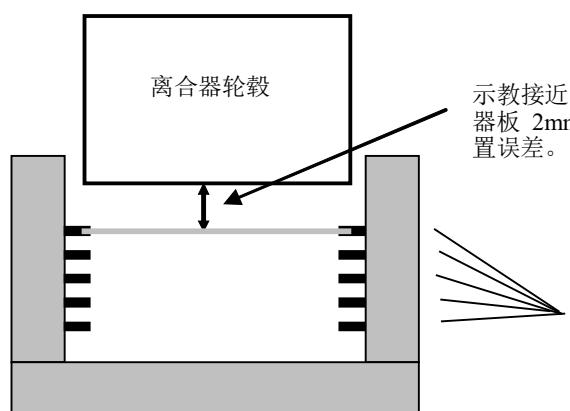
恒力推压、平面匹配、搜索、相位搜索、孔搜索



示教接近点使得此间距为1~2 mm左右。

图 1.2 (d) 接近点的示教（恒力推压、平面匹配、搜索、相位搜索、孔搜索）

离合器搜索



示教接近点使得离合器轮毂距离最上面的离合器板 2mm 左右，并尽量减小离合器轮毂的位置误差。

图 1.2 (e) 接近点的示教（离合器搜索）

- 3 如下图程序例所示，在接近点之后插入力觉控制命令。
(请参阅“基本功能篇 1.3 力觉控制命令”。)

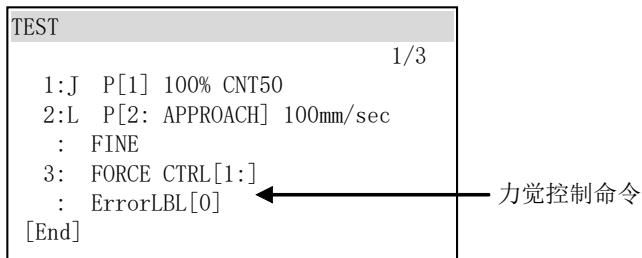


图 1.2 (f) 添加力觉控制命令

- 4 设置参数表数据的基本数据。
 - * 不同的力觉控制命令具有不同的参数。
(请参阅“基本功能篇 1.5.2 恒力推压、平面匹配”~“基本功能篇 1.5.5 仿形功能”中的相应项。)
- 5 在程序中插入自动调整命令，进行力觉控制增益自动调整。
(有关力觉控制增益自动调整，请参照“基本功能篇 1.10.2 力觉控制增益自动调整命令”。)
- 6 确认已正常执行自动调整命令后，从程序中删除自动调整命令。
- 7 使用力觉控制的实际动作来调整“基本参数设置”。
- 8 此外，请根据需要设置参数表数据的“高级参数设置”。

1.3 力觉控制命令

概要

力觉控制命令具有针对不同应用的多种功能。

请从中选择最适合当前作业的功能。

(有关各种功能的详细信息，请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”中相应的章节。)

注释

使用 3 轴力觉传感器时，可使用的力觉控制功能仅限“恒力推压”、“仿形”、“仿形结束”。

6 轴力觉传感器可使用全部功能。

表 1.3 (a) 力觉控制功能的种类

功能名	说明
未使用	未使用参数表数据的状态。 无法使用处于“未使用”的参数表而进行力觉控制。 (请参阅“基本功能篇 1.5.1 未使用”。)
恒力推压	使得工件沿着特定的方向施加一定的力量时使用的功能。 (请参阅“基本功能篇 1.5.2 恒力推压、平面匹配”。) 为 3 轴力觉传感器可使用的功能。 CRX 时，为“内置传感器”可使用的功能。
平面匹配	例如机床的夹具插入工件等、使得抓住的工件与作业对象的平面相互对齐时使用的功能。 (请参阅“基本功能篇 1.5.2 恒力推压、平面匹配”。)
圆柱装配	例如圆轴和定位销等圆柱物体，进行机械部件的装配时使用的功能。 (请参阅“基本功能篇 1.5.3 圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配”。)
凹槽装配	将四棱柱的工件装配到凹槽中时使用的功能。 (请参阅“基本功能篇 1.5.3 圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配”。)
四棱柱装配	将四棱柱的工件装配到四角形的孔中时使用的功能。 (请参阅“基本功能篇 1.5.3 圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配”。)
搜索	在开始力觉控制前执行的、用来补偿初始位置和姿势误差的功能。可补偿除了插入方向以外，最大 5 个方向（2 个平行方向+3 个旋转方向）的误差。 (请参阅“基本功能篇 1.5.4 搜索功能”。)

功能名	说明
相位搜索	进行带有键的圆轴和齿轮的装配等、轮齿与轮齿的相位匹配的功能。 (请参阅“基本功能篇 1.5.4 搜索功能”。) “相位搜索”具有如下特征。 <ul style="list-style-type: none"> “相位搜索”中如果在相位匹配中感测到力矩，就会反转。通过使得旋转速度和扭矩微妙地变动，进行相位匹配，以免损伤工件。 “相位搜索”功能中只进行相位匹配。如需继续进行装配，应连续执行“圆柱装配”。 (有关连续执行，请参阅“基本功能篇 1.7 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）”。) CRX 时，为“内置传感器”可使用的功能。但相位搜索时的旋转轴需要与 J6 一致。
孔搜索	“圆柱装配”和“凹槽装配”等装配作业中，初始位置误差必须小于倒角量。初始位置误差大于倒角量时，需要先使用“孔搜索”来搜索孔的位置。但是，“孔搜索”只是搜索孔的位置，要继续进行装配作业，就需要连续执行“圆柱装配”等装配功能。 (有关连续执行，请参阅“基本功能篇 1.7 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）”。其他详情请参阅“基本功能篇 1.5.4 搜索功能”。)
离合器搜索	可以进行汽车自动变速箱用的离合器组装的功能。同时进行绕插入轴的相位匹配、和与插入轴垂直的平面内的位置搜索。 (请参阅“基本功能篇 1.5.4 搜索功能”。)
仿形	在保持作用力恒定的同时，对加工工件的表面进行仿形的功能。通过与砂带磨光机等进行组合，即可进行研磨作业。 (请参阅“基本功能篇 1.5.5 仿形功能”。) 为 3 轴力觉传感器可使用的功能。 CRX 时，为“内置传感器”可使用的功能。
仿形结束	结束执行中的仿形功能。 (请参阅“基本功能篇 1.5.5 仿形功能”。) 为 3 轴力觉传感器可使用的功能。 CRX 时，为“内置传感器”可使用的功能。
拧螺栓	通过机器人或者附加轴来拧螺栓的功能。通过力觉传感器进行扭矩管理。 (请参阅“基本功能篇 1.5.6 拧螺栓”。)

各功能所需的软件选项如下所示。

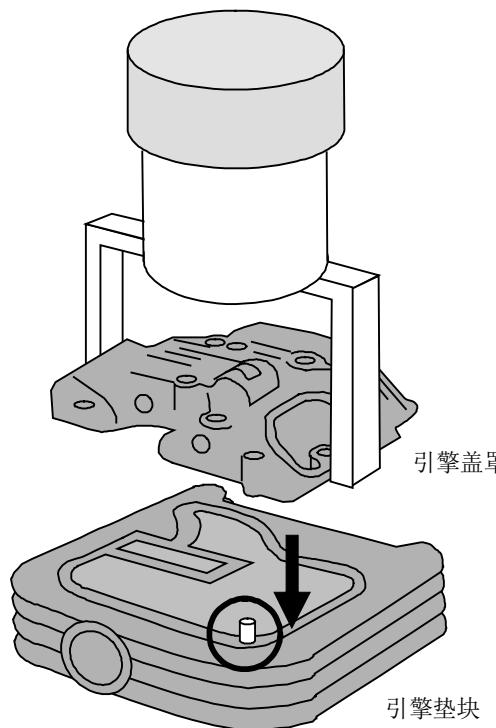
表 1.3 (b) 软件选项

力觉传感器	功能名	选项名			
		力觉控制基本功能 A05B-2600-J876	3 轴力觉传感器功能 A05B-2600-J844	力觉控制装配功能 A05B-2600-J877	力觉控制仿形功能 A05B-2600-J835
6 轴 力觉传感器	恒力推压	√	×	×	×
	平面匹配	√	×	×	×
	圆柱装配	√	×	√	×
	凹槽装配	√	×	√	×
	四棱柱装配	√	×	√	×
	搜索	√	×	√	×
	相位搜索	√	×	√	×
	孔搜索	√	×	√	×
	离合器搜索	√	×	√	×
	仿形	√	×	×	√
	仿形结束	√	×	×	√
	拧螺栓	√	×	√	×
3 轴 力觉传感器	恒力推压	×	√	×	×
	仿形	×	√	×	√
	仿形结束	×	√	×	√

力觉传感器	功能名	选项名			
		力觉控制基本功能 A05B-2600-J876	3 轴力觉传感器功能 A05B-2600-J844	力觉控制装配功能 A05B-2600-J877	力觉控制仿形功能 A05B-2600-J835
CRX 的 内置传感器	恒力推压	不需要选项。 (标准功能)			
	平面匹配				
	相位搜索				
	仿形				
	仿形结束				

力觉控制功能的应用例

如下所示为力觉控制应用例的示意图。



车床夹头

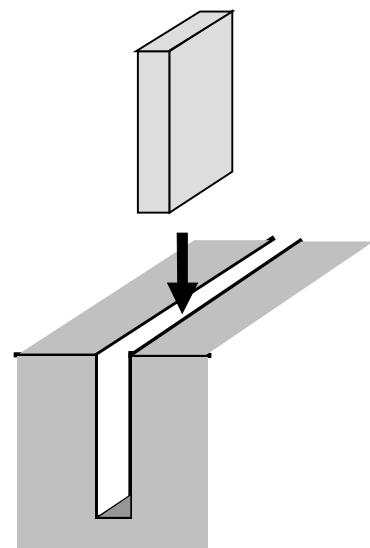
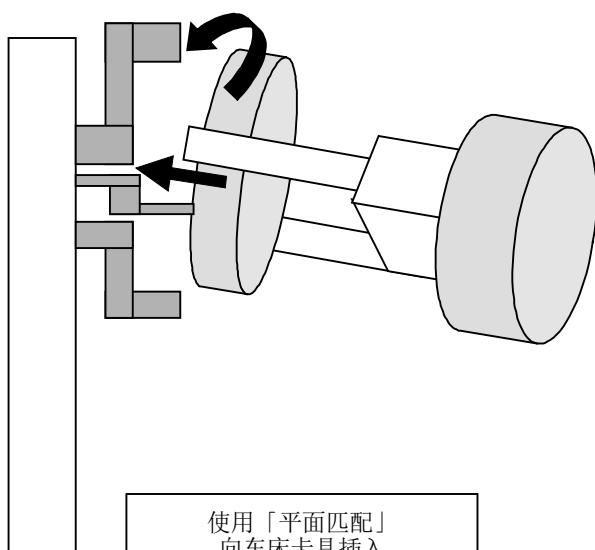


图 1.3 (a) 力觉控制功能的应用例 (1/3)

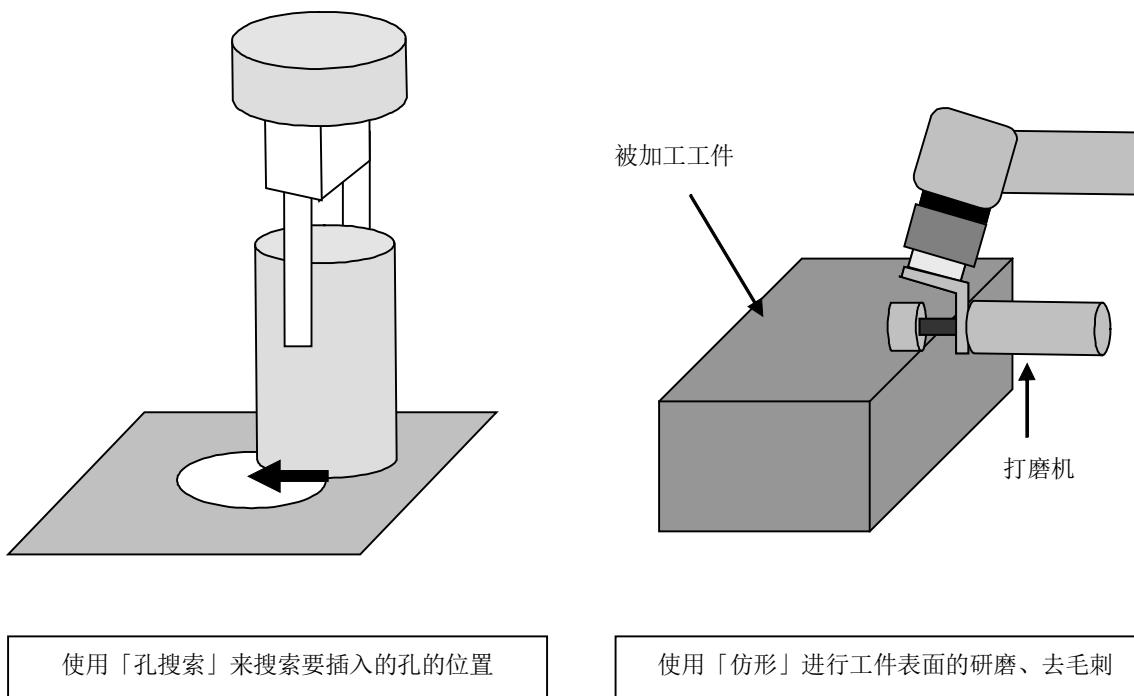
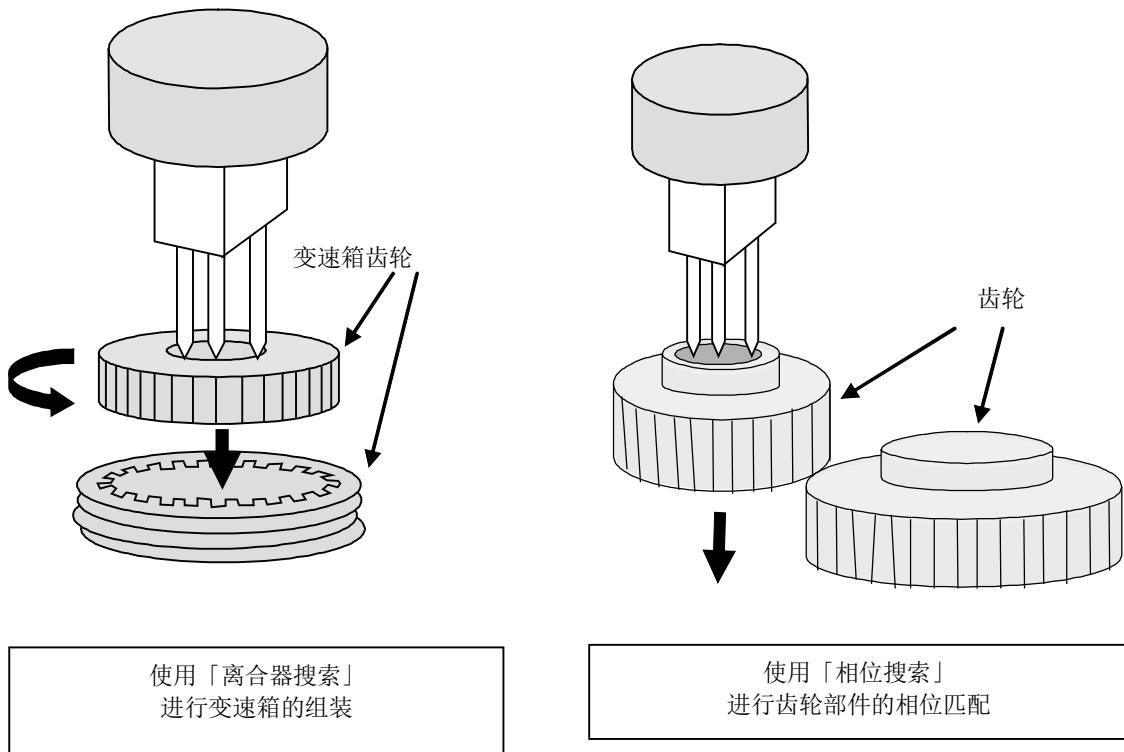


图 1.3 (b) 力觉控制功能的应用例 (2/3)

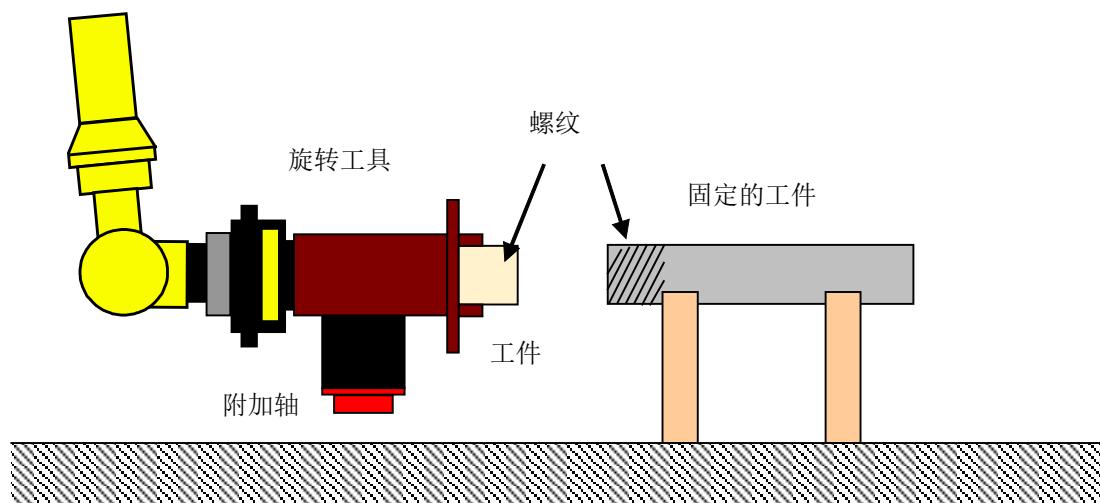


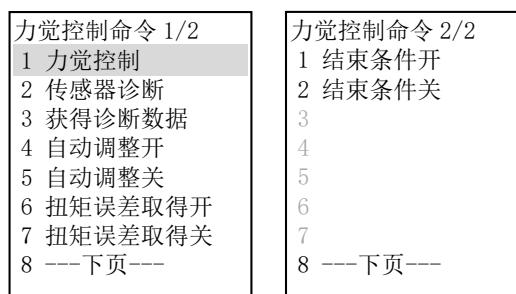
图 1.3 (c) 力觉控制功能的应用例 (3/3)

力觉控制相关命令的选择步骤

- 1 显示 TP 程序示教画面。
- 2 按下 F1 “指令”，显示菜单(“指令列表”画面)。



- 3 选择“力觉控制”，显示菜单。



- 4 选择“力觉控制”，在 TP 程序内添加力觉控制命令。



格式

FORCE CTRL[1]
 Error LBL[0]

参数表编号
 错误标签编号

上面所示为进行力觉控制的命令。需要对此命令指定下面说明的“参数表数据编号”和“错误标签编号”。

参数表数据编号

执行力觉控制命令前，需要事先设置供该命令使用的参数表数据。它表示该命令使用的参数表数据的编号。
 (有关参数表数据，请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”。)

错误标签编号

执行力觉控制命令发生了错误时，可以跳转到由此错误标签编号指定的“LBL”命令处。通过使用此功能，即可预先对发生错误时的恢复步骤进行编程。如果在错误标签编号中设置了“0”(示教时的初始值)，错误发生时，将停止程序。

力觉控制功能的选择

表 1.3 (a) 的力觉控制功能可通过参数表数据设置画面选择。
 (请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”。)

以下是力觉控制过程中出错后，松开机械手，直接移出加工失败的工件后对下一工件继续进行作业的示例。

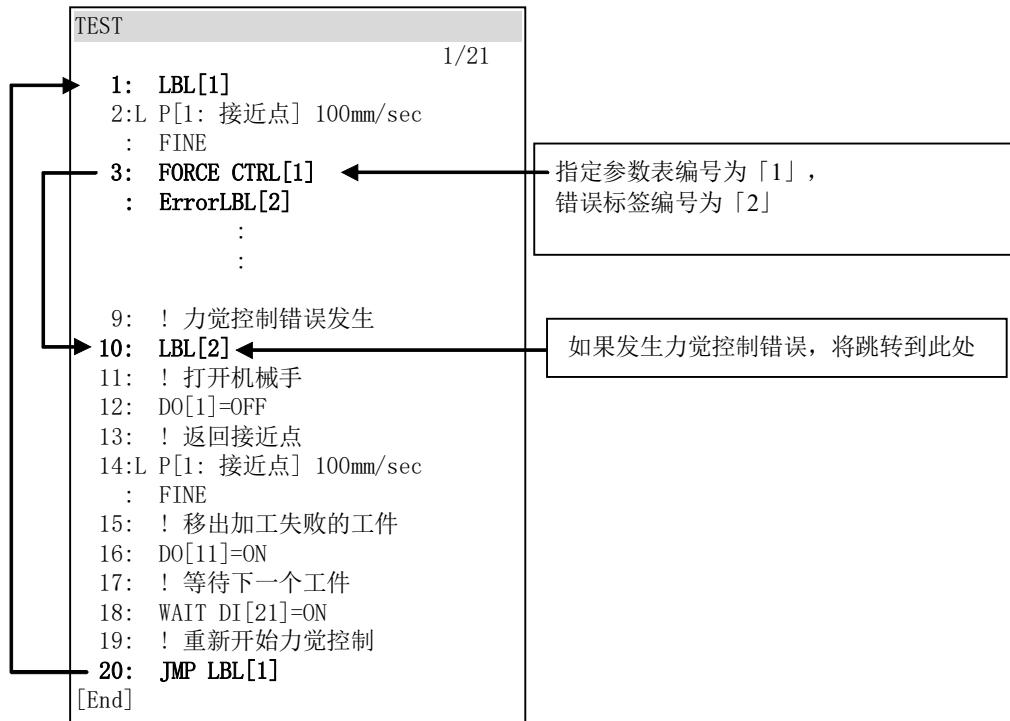


图 1.3 (d) 发生错误时恢复执行的例子

出错后，也可以添加程序进行重试。

（请参阅“基本功能篇 1.4 示例程序”。有关重试功能，请参阅“基本功能篇 1.7.2 重试”。）

1.4 示例程序

以下是当错误发生时，重新尝试的编程示例。
(请参阅“基本功能篇 1.7.2 重试”。)

```

SAMPLE
1/60
1: LBL[1]
2: UFRAME_NUM = 0
3: UTOOL_NUM = 2
4: ! 打开机械手
5: DO[1]=OFF
6:J P[1] 50% CNT100
7:L P[2] 500mm/sec CNT100
8:J P[3] 50mm/sec FINE
9: ! 抓取工件
10: DO[1]=ON
    :
    :
11 LBL[2]
12: ! 插入
13: UFRAME_NUM = 1
14: UTOOL_NUM = 3
15:L P[4: 接近点] 100mm/sec
    : FINE
16: FORCE CTRL[1]
    : ErrorLBL[3]
17: ! 插入成功
18: ! 打开机械手
19: DO[1]=OFF
20:L P[5] 100mm/sec FINE
    :
    :
21: JMP LBL[1]
    :
    :
22: ! 力觉控制发生错误
23: LBL[3]
24: ! 拔出失败工件
25: FORCE CTRL[2]
    : ERROR LBL[4]
26: JMP LBL[2]
    :
    :
28: LBL[4]
52: UALM[1]
    :
    :
[END]

```

图 1.4 示例程序

1.5 参数表数据

概要

确定力觉控制命令的动作条件的数据叫做参数表数据。

在参数表数据详细画面上，设置所需要的数据。

注释

使用 3 轴力觉传感器时，可使用的力觉控制功能仅限“恒力推压”、“仿形”、“仿形结束”。

6 轴力觉传感器可使用全部功能。

参数表数据详细画面的显示步骤

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“DATA”键。
- 2 按下 F1“类型”，显示菜单。
- 3 从菜单中选择“力觉控制”，在机器人控制装置的示教器上按下“ENTER”键，显示参数表数据列表画面。
※ 参数表数据列表画面有“列表 1”和“列表 2”两个画面。
在各自画面上按下 F5“列表 1”或 F5“列表 2”，切换画面。

列表 1

力觉控制/参数表		
力觉控制/参数表列表 1 1/30		
编号	功能	注释
1	未使用	[]
2	未使用	[]
3	恒力推压	[]
4	恒力推压	[]
5	平面匹配	[]
6	平面匹配	[]
7	圆柱装配	[]
8	相位匹配后装配	[]
9	装配后相位匹配	[]
10	凹槽装配	[]

[类型] [组] [详细] [复制] [列表 2] >

F1 F2 F3 F4 F5

列表 2

力觉控制/参数表		
力觉控制/参数表列表 2 1/30		
编号	功能	UF TF 父级
1	未使用	U: * T: * P: *
2	未使用	U: * T: * P: *
3	恒力推压	U: 0 T: 1 P: 0
4	恒力推压	U: 0 T: 1 P: 0
5	平面匹配	U: 0 T: 1 P: 0
6	平面匹配	U: 0 T: 1 P: 0
7	圆柱装配	U: 0 T: 1 P: 0
8	相位匹配后装配	U: 0 T: 1 P: 0
9	装配后相位匹配	U: 0 T: 1 P: 0
10	凹槽装配	U: 0 T: 1 P: 0

[类型] [组] [详细] [复制] [列表 1] >

F1 F2 F3 F4 F5

表 1.5 (a) 参数表数据的列表画面

列表	项目	说明
列表 1 / 列表 2	功能	显示力觉控制功能名称。 如果是尚未进行任何设置的参数表，则显示“未使用”。如果是已经设置某项功能的参数表，则显示功能名称。 目前，力觉控制功能共有 12 种（不包括“未使用”）。 (请参阅“基本功能篇 1.3 力觉控制命令”。)
列表 1	注释	显示参数表数据详细画面上所设置的注释。
列表 2	UF	显示参数表数据详细画面上所设置的用户坐标系编号。
	TF	显示参数表数据详细画面上所设置的工具坐标系编号。
	父级	显示自定义功能的父级参数表编号。 (请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”。)

功能键

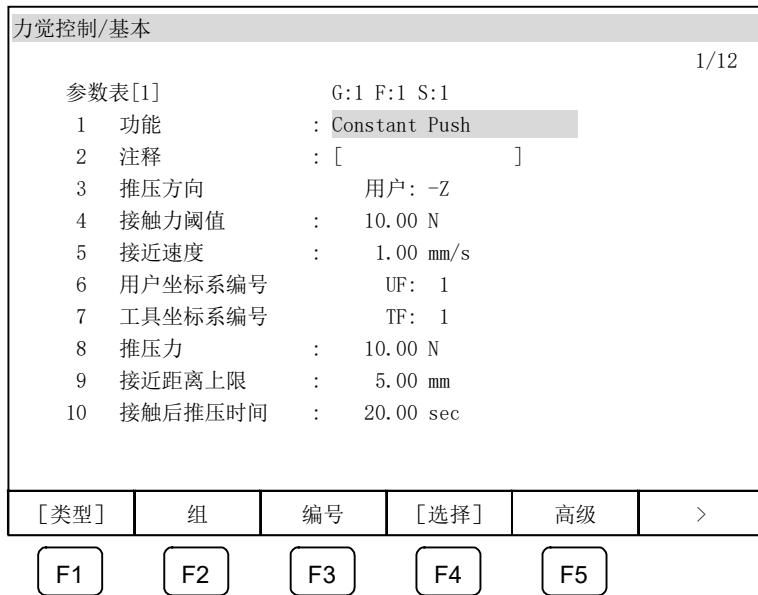
参数表数据列表画面所使用的功能键如下所示。

表 1.5 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
F3	详细	显示参数表数据详细画面。
SHIFT+F4	复制	将当前光标所指参数表数据拷贝至其他编号的参数表数据内。 * 请注意，拷贝目标位置上的参数表数据将被覆盖替换。
	列表 1	切换至参数表数据列表画面的列表 1。
F5	列表 2	切换至参数表数据列表画面的列表 2。

4 移动光标至需要设置的参数表，按下 F3“详细”。

显示参数表数据详细画面。



5 如需更改功能，则移动光标至“功能”，按下 F4“选择”，显示菜单（功能选择画面）。

6 从菜单（功能选择画面）中选择功能，在机器人控制装置的示教器上按下“Enter”键。

系统将弹出提示信息：“更改力觉控制类型？”。

7 按下 F4“是”，更改功能。

注释

1 详细数据包括 2 种参数设置，必须进行设置的基本参数设置与需要调整特殊动作等情况下设置的高级参数设置。

2 画面根据设置的力觉控制功能不同而不同。

（有关不同力觉控制功能画面的详细信息，请参阅“基本功能篇 1.5.1 未使用”～“基本功能篇 1.5.6 拧螺栓”。）

功能键

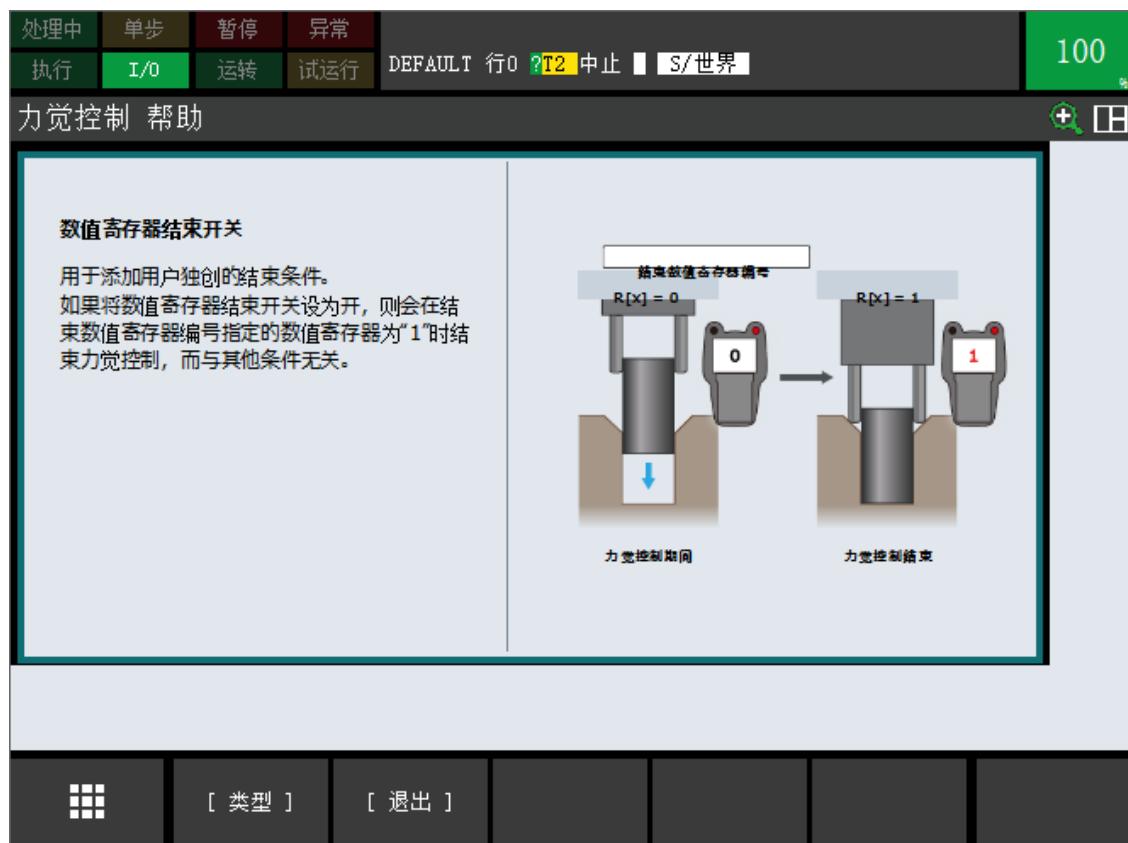
参数表数据详细画面所使用的功能键如下所示。

表 1.5 (c) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换至除力觉控制参数表数据之外的其他数据画面。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示用于说明参数含义的帮助画面。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
	选择	切换至其他参数表数据编号的画面。
	是	按下 SHIFT+F4"默认值"，系统提示"设置默认值？"时，对设置项目进行更改。
F4	ON	将设定值设置为"ON"。
	SHIFT+F4	将选中的参数表数据的所有设定值均重置为默认值。
F5	默认值	
	高级	切换至高级参数设置画面。
	基本	切换至基本参数设置画面。
	否	按下 SHIFT+F4"默认值"，系统提示"设置默认值？"时，停止更改设置项目。
	OFF	将设定值设置为"OFF"。

帮助画面

如果将光标对准要确认详情的参数并按下 F2"帮助"，则会显示帮助画面。如果在显示之后按下 F2"返回"，则会返回原来的画面。



1.5.1 未使用

概要

在“未使用”菜单中，除了注释和坐标系编号外，无法进行力觉控制的数据设置。

尚未进行力觉控制的参数表数据，全都处在“未使用”状态。

注释

不再使用参数表数据等情况下，为避免不必要的混乱，应选择“未使用”。

基本参数设置画面

以下为基本参数设置画面（未使用）的内容及设置项目。

仅可输入注释或坐标系编号。

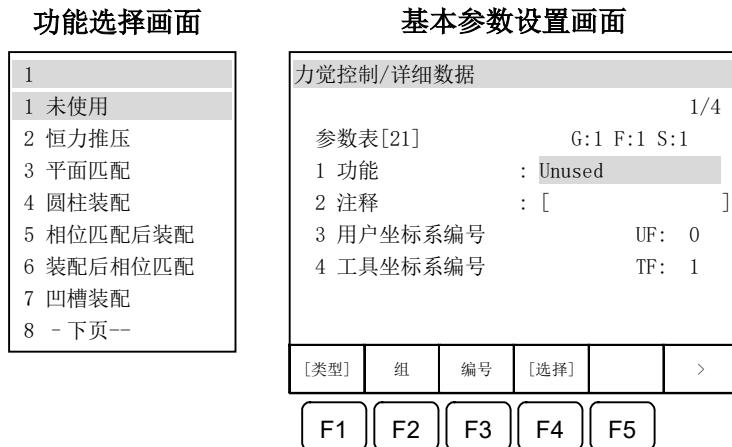


图 1.5.1 “未使用”详细数据的示教

表 1.5.1 (a) 基本参数设置画面

项目	说明
功能	从菜单（功能选择画面）中选择“未使用”。 (有关“未使用”之外的其他各种功能，请参阅“基本功能篇 1.5.2 恒力推压、平面匹配～基本功能篇 1.5.6 拧螺栓”。)
注释	输入用于识别参数表数据的注释。 最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）
用户坐标系编号	指用户坐标系的编号。
工具坐标系编号	指工具坐标系的编号。
G F S	“G”表示示教时的运动组，“F”表示力觉控制的编号，“S”表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。)

功能键

基本参数设置画面（未使用）所使用的功能键如下所示。

表 1.5.1 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换至除力觉控制参数表数据之外的其他数据画面。
F2	组	切换运动组。
F3	编号	切换至其他参数表数据编号的画面。
F4	选择	显示设置值的选项。

1.5.2 恒力推压、平面匹配

概要

“恒力推压”功能适用于所有以恒力推压工件的作业。

“平面匹配”功能，是向着机床的夾頭插入等、适合于一边进行推压一边将抓住的工件和作业对象的面进行贴合作业的功能。

设置画面包括 2 种，即用户必须进行设置的基本参数设置画面、和只在需要时进行设置的高级参数设置画面。

注释

- 1 机器人为 CRX 且软件版本为 7DF5/05 以后时，进行“恒力推压”时也可以使用“内置传感器”。此时，不需要外置力觉传感器。
- 2 机器人为 CRX 且软件版本为 7DF5/11 以后时，进行“平面匹配”时也可以使用“内置传感器”。此时，不需要外挂力觉传感器。但内置传感器时，如果工件的平面匹配直径过小，则可能导致无法匹配平面。（直径 50mm 左右以上为大致标准）
- 3 高级参数设置画面的设置项目中包括部分“平面匹配”专用的项目。因此，“恒力推压”和“平面匹配”中有的部分项目编号会发生变化。
(请参阅高级参数设置项。)
- 4 使用 3 轴力觉传感器时，不能使用“平面匹配”功能。
- 5 在使用 3 轴力觉传感器时，在“恒力推压”的基本参数设置画面上追加了 3 轴力觉传感器专用的设置项目。部分项目中项目编号会发生变化。
- 6 支持参数自动调整的机型与不支持参数自动调整的机型的显示各不相同。

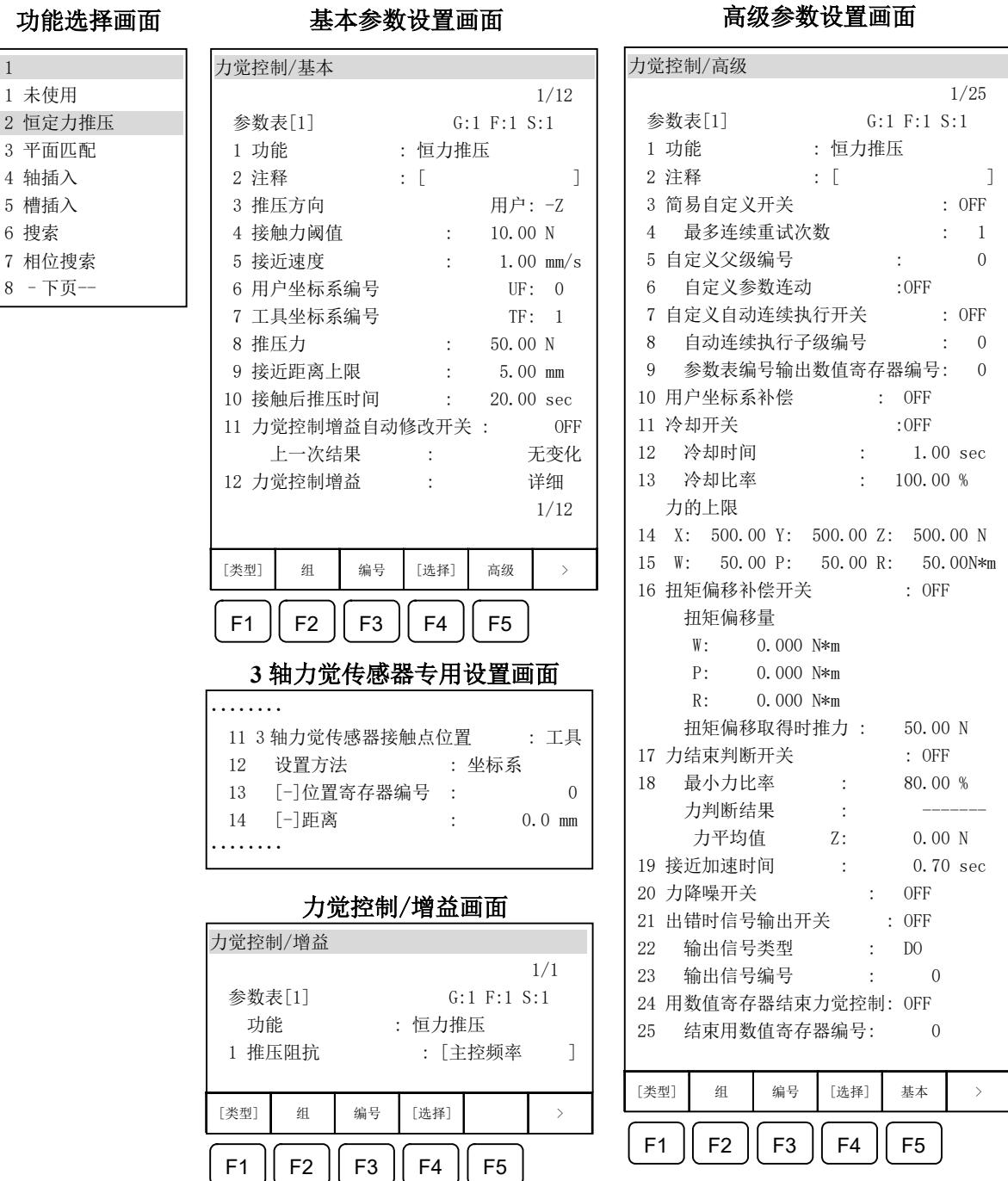


图 1.5.2 (a) "恒力推压"的画面 (1/2)



图 1.5.2 (b) "平面匹配"的画面

恒力推压、平面匹配功能的参数调整步骤

- 1 显示“恒力推压”、“平面匹配”功能的基本参数设置画面。
- 2 设置“推压方向”、“用户坐标系编号”、“工具坐标系编号”。
- 3 支持参数自动调整的机型时，会执行“参数自动调整”。

（详情请参阅“基本功能篇 1.10 力觉控制参数自动调整”。）

不支持参数自动调整的机型时，会执行“力觉控制增益自动调整”。

（请参阅“基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令”。）
- 4 设置基本参数设置画面中除上述之外的其他参数。
- 5 根据需要设置高级参数设置画面中的参数。

注释

有关力觉控制命令的编程概要，请参阅“基本功能篇 1.1 注意和限制事项”，“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。

下面是在力觉控制增益自动调整完成后，调整其他参数的方法。

（已执行“参数自动调整”时，无需下述调整步骤。）

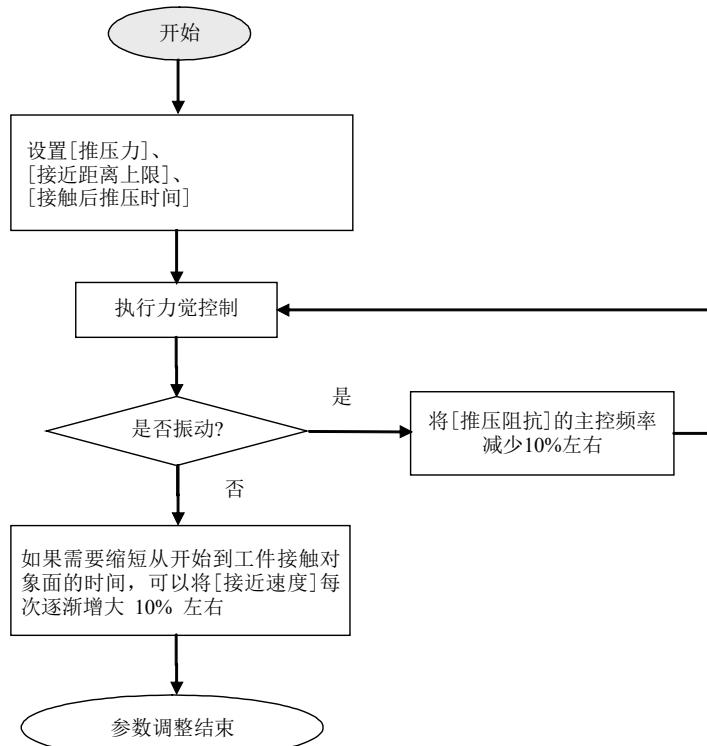


图 1.5.2 (c) 其他参数的调整方法

基本参数设置画面

以下为基本参数设置画面（恒力推压、平面匹配）的内容及设置项目。

表 1.5.2 (a) 基本参数设置画面

项目	说明
功能	从菜单（功能选择画面）中选择需要设置的功能。 可从“恒力推压”或“平面匹配”中选择。
传感器类型	选择要使用的传感器的类型。CRX 系列时，可选择“外置力觉传感器”、“内置传感器”。“内置传感器”时，无需力觉传感器。 CRX 系列以外的机器人时，会自动变为“外置力觉传感器”，不能更改。 “标准值：外置力觉传感器”
注释	输入用于识别参数表数据的注释。 最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）

项目	说明	
用户坐标系编号	输入要在推压时使用的用户坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的用户坐标系的编号。) "标准值: UF: 0"	
工具坐标系编号	输入要在推压时使用的工具坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的工具坐标系的编号。) "标准值: TF: 1"	
推压方向	在已设定的用户坐标系输入推压方向。 标准值: -Z 选择"恒力推压"时, "推压方向"的设置值之前将显示"工具"或"用户"。	
	工具	高级参数设置画面里的"用户坐标系补偿"设置成"工具坐标系"。此时, 对用户坐标系的位置姿势进行补偿, 以便与力觉控制开始时的、由"基本参数设置"的"工具坐标系编号"所指定的工具坐标系成为相同的位置姿势。 (请参阅"基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿"。)
	用户	"高级参数设置"的"用户坐标系补偿"已被设置为"工具坐标系"以外的坐标系。 (请参阅"基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿"。)
接近距离上限	输入力觉控制期间工件可移动的距离。 工件移动此处设置的值以上的距离时也未接触对象物时, 会发生报警。 "标准值: 5.00 mm"	
接近速度	输入接触作业对象的目标动作速度。 "标准值: 1.00 mm/s" 注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。	
接触力阈值	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 "标准值: 10.00 N" 注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。 ⚠ 注意 设置"接触力阈值"时, 会在接触后开始实际推压动作, 如果此值过大, 则可能会导致循环时间延长。	
推压力	输入实际进行推压动作时的目标推压力。 "标准值: 30.00 N"	
姿势变化检查开关	为平面匹配期间的姿势变化检查使用的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。如果置为"ON", 则会对比示教姿势检查平面匹配期间发生的姿势变化。 "标准值: 开" 注 为"平面匹配"时可使用的参数。另外, 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。	
姿势变化上限	"姿势变化检查有效开关"为"ON"时, 输入平面匹配期间允许相对于示教姿势发生的姿势变化的上限值。如果姿势变化超过此值, 则会发生报警。 "标准值: 10.00 deg" 注 为"平面匹配"时可使用的参数。另外, 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。	
推压时间	输入进行"恒力推压"或"平面匹配"的时间。 如果接触后经过此时间, 恒力推压或平面匹配则会结束。 "标准值: 20.00 sec" 注 支持平面匹配参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。	
发生力上限	在参数自动调整期间进行调整, 以免超过此值。请设为大于"推压力"的值。 注 为仅支持参数自动调整的机型时才会显示的参数。	
参数自动调整	显示参数自动调整的状态并执行。自动调整的状态会显示为"---"、"完成"、"中断"或"失败"。如果按下 SHIFT+F2 , 则会执行自动调整。如果按下 F3 , 则会显示经过自动调整的已调整参数。 "标准值: ---" 注 为仅支持自动调整的机型时才会显示的参数。	
G F S	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) 标准值 G F S : 1 1 1	

表 1.5.2 (b) 基本参数设置画面
(使用 6 轴力觉传感器进行 恒力推压或平面匹配, 机型不支持参数自动调整时)

项目	说明
力觉控制增益自动修改开关	在力觉控制增益自动调整中使用的开关。 执行力觉控制增益的自动调整时, 设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。) 标准值: OFF
上一次结果	显示"力觉增益自动修正"的上一次结果。 标准值: 无更改
力觉控制增益	向设置"力觉控制增益"的画面切换。 • 将光标指向此行, 按下"ENTER" (输入) 键, 则会向"力觉控制增益"画面切换。 (有关可从此画面进行设置的参数, 请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益 (阻抗参数)"。)

以下为 3 轴力觉传感器特有的基本参数设置画面的设置项目。

(有关使用概念图的详细说明, 请参阅"基本功能篇 1.9 3 轴力觉传感器的设置"。)

表 1.5.2 (c) 基本参数设置画面 (使用 3 轴力觉传感器执行恒力推压时)

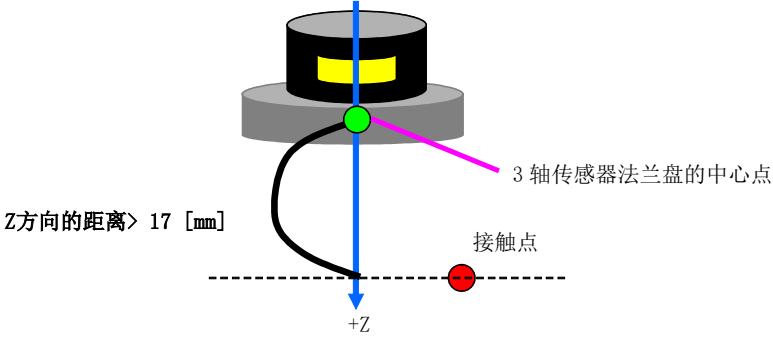
项目	说明				
3 轴力觉传感器接触点位置	<p>利用 3 轴力觉传感器功能, 将作为接触点的位置设置为与机器人一起移动, 或者固定于空间的参数。</p> <p>3 轴力觉传感器只能检测 F_z、M_x、M_y, 但是 3 轴力觉传感器功能可以进一步根据接触点的位置, 推算出 F_x、F_y、M_z。此接触点可以设置为机械接口坐标系上的值, 或者是世界坐标系上的值。</p> <p>从"工具"或"用户"进行选择。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">工具</td> <td>从世界坐标系上看时, 使得接触点的位置如同工具坐标系原点那样随着机器人的移动而一起移动。 将机械接口坐标系上的、由后述的参数决定的值作为接触点的位置。</td> </tr> <tr> <td>用户</td> <td>从世界坐标系上看时, 将接触点的位置如同用户坐标系原点那样作为固定的位置。 将世界坐标系上的、由后述的参数决定的值作为接触点的位置。</td> </tr> </table>	工具	从世界坐标系上看时, 使得接触点的位置如同工具坐标系原点那样随着机器人的移动而一起移动。 将机械接口坐标系上的、由后述的参数决定的值作为接触点的位置。	用户	从世界坐标系上看时, 将接触点的位置如同用户坐标系原点那样作为固定的位置。 将世界坐标系上的、由后述的参数决定的值作为接触点的位置。
工具	从世界坐标系上看时, 使得接触点的位置如同工具坐标系原点那样随着机器人的移动而一起移动。 将机械接口坐标系上的、由后述的参数决定的值作为接触点的位置。				
用户	从世界坐标系上看时, 将接触点的位置如同用户坐标系原点那样作为固定的位置。 将世界坐标系上的、由后述的参数决定的值作为接触点的位置。				
设置方法 (3 轴力觉传感器接触点) (图 1.5.2 (d))	<p>利用 3 轴力觉传感器功能, 指定作为接触点的位置的方法。</p> <p>如下的坐标系和位置寄存器值, 与参数表数据的其他参数一样, 使用力觉控制开始时被设置的值。</p> <p>可从"坐标系"、"位置寄存器"、"推压方向变换"之中选择。</p> <p>注意 利用 3 轴力觉传感器功能通过"设置方法"指定接触点的定位方法时, 力觉控制过程中, 接触点与 3 轴力觉传感器法兰盘中心点的 Z 向 (此方向已标注于力觉传感器机身上) 距离必须大于 17mm。此距离随机器人动作而变动时, 请予以注意。</p>  <p>(力觉传感器上标明了此方向)</p>				

图 1.5.2 (d) 3 轴力觉传感器法兰盘中心点的 Z 向距离

项目	说明	
设置方法 (3 轴力觉传感器接触点) (图 1.5.2 (d))	坐标系	<ul style="list-style-type: none"> “3 轴力觉传感器接触点位置”为“工具”时： 将由基本参数设置的“工具坐标系编号”所指定的工具坐标系的原点值作为接触点的位置。 “3 轴力觉传感器接触点位置”为“用户”时： 将由基本参数设置的“用户坐标系编号”所指定的用户坐标系的原点值作为接触点的位置。此时的用户坐标系，在高级参数设置的“用户坐标系补偿”有效时，会使用补偿过后的值。
	位置寄存器	<p>将执行力觉控制命令时的、由后述的“位置寄存器编号”所指定的位置寄存器的 X, Y, Z 的值作为接触点的位置。</p> <ul style="list-style-type: none"> “3 轴力觉传感器接触点位置”为“工具”时： 将机械接口坐标系上的、位置寄存器值的位置值作为接触点的位置。 “3 轴力觉传感器接触点位置”为“用户”时： 将世界坐标系上的、位置寄存器值的位置值作为接触点的位置。
设置方法 (3 轴力觉传感器接触点) (图 1.5.2 (d))	推压方向变换	<ul style="list-style-type: none"> “3 轴力觉传感器接触点位置”为“工具”时： 对于由基本参数设置的“工具坐标系编号”所指定的工具坐标系的原点位置，将向着由基本参数设置的“推压方向”所指定的方向只移动了后述的“距离”mm 的位置值作为接触点的位置。 “3 轴力觉传感器接触点位置”为“用户”时： 对于由基本参数设置的“用户坐标系编号”所指定的用户坐标系的原点位置，将向着由基本参数设置的“推压方向”所指定的方向只移动了后述的“距离”mm 的位置值作为接触点的位置。
位置寄存器编号 (3 轴力觉传感器接触点)	输入利用 3 轴力觉传感器功能，将上述“设置方法”设置为“位置寄存器”时所使用的“位置寄存器编号”。	
距离 (3 轴力觉传感器接触点)	输入利用 3 轴力觉传感器功能将上述“设置方法”设置为“推压方向”变换时所使用的“距离”。 单位: mm	
力觉控制增益自动修改开关	<p>在力觉控制增益自动调整中使用的开关。 执行力觉控制增益的自动调整时，设置为“ON”。 (请参阅“基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令”。) 标准值: OFF 注 为仅不支持参数自动调整的机型时才会显示的参数。</p>	
上一次结果	<p>显示“力觉增益自动修正”的上一次结果。 标准值: 无更改 注 为仅不支持参数自动调整的机型时才会显示的参数。</p>	
力觉控制增益	<p>按照以下步骤切换至力觉控制增益画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 移动光标至“详细”，在机器人控制装置的示教器上按下“Enter”键。 显示力觉控制增益画面。 (有关力觉控制增益画面中可以设置的参数，请参阅“基本功能篇 1.6 力觉控制的增益（阻抗参数）”。) 	

高级参数设置画面

以下为高级参数设置画面（恒力推压、平面匹配）的内容及设置项目。

表 1.5.2 (d) 高级参数设置画面

项目	说明
功能	从功能选择画面中选择要设置的功能。 选择“恒力推压”或“平面匹配”。
注释	请输入用于识别参数表数据的注释。 最大字符数: 全角 8 个字符 (半角 16 个字符)
简易自定义开关	是连续执行力觉控制时所使用的开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 将“简易自定义开关”置于“ON”，便可在任意的力觉控制参数表之后执行。 (请参阅“基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能”。) 标准值: OFF

项目	说明
最多连续重试次数	输入整数, 以指定能够连续几次执行已有效开启简易自定义功能的力觉控制参数表。 (请参阅“基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能”。) 标准值: 1
自定义父级编号	连续执行力觉控制时输入。 (请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”。) 标准值: 0
自定义参数连动	是连续执行力觉控制时所使用的功能。可从“双方向”、“父到子”、“子到父”、“OFF”之中选择。 (请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”。) 标准值: OFF
自定义自动连续执行开关 (自定义自动连续执行)	只指定顶层的父级编号, 自动地连续执行通过自定义功能连接起来的一系列的力觉控制参数表数据的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 在进行自定义自动连续执行的参数表数据中, 不管父级或者是子级, 都要将其设置为“ON”。 (请参阅“基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能”。) 标准值: OFF
自动连续执行子级编号 (自定义自动连续执行)	输入通过“自定义自动连续执行”功能后续需要执行的参数表数据编号。 针对此参数所指定的参数表数据, 在其高级参数设置画面的“自定义父级编号”中指定此参数表数据编号。 通过自定义自动连续执行而连接起来力量控制参数表数据最大上限可接续 10 个 标准值: 0
参数表编号输出数值寄存器编号 (自定义自动连续执行)	输入用于输出“自定义自动连续执行”功能执行状态的寄存器编号。 执行“自定义自动连续执行”时, 输出执行中的参数表数据的编号。 通过自定义自动连续执行而连接起来的一系列的参数表, 直至最后正常结束时, 向寄存器输出“0”。 “参数表编号输出数值寄存器编号”的值, 只使用通过自定义功能连接起来的一系列力觉控制参数表的顶层父级值。子级值即使予以设置也不会被使用。 顶层父级的“参数表编号输出数值寄存器编号”的值如果是“0”, 则不会向寄存器输出值。 “自定义自动连续执行”下的力觉控制失败时, 通过浏览这里指定的寄存器中设置的值, 就可以了解失败的参数表数据的编号。 标准值: 0
用户坐标系补偿	是使用 iRVision 对作业对象面中所设置的用户坐标系进行补偿的功能。在作业对象的倾斜度可能发生变化时有效。可从“OFF”、“位置寄存器”、“视觉寄存器”之中选择。 “平面匹配”时, 需要与位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令并用。 “恒力推压”时, 需要与位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令并用而进行补偿, 或者根据工具坐标系来进行补偿。 “恒力推压”时, 通过选择“工具坐标系”进行补偿, 以使用户坐标系的位置姿势与力觉控制开始时的、由基本参数设置的“工具坐标系编号”所指定的工具坐标系成为相同的位置姿势。由此, 可以将“推压方向”设为基于工具坐标系的方向。 (请参阅“基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿”。) 标准值: OFF
冷却开关	将推压结束后使得推压的力减弱叫做“冷却”。是用于冷却的开关, 可在“ON”和“OFF”之间切换。 置于“ON”时, 可以有效避免推压结束后松开机械手时因冲击较大而导致工件发生振动等现象。 标准值: OFF
冷却时间	输入开始冷却至冷却结束的时间。 标准值: 1.00 sec
冷却比率	输入相对于推压力的冷却比率。 最终力减少为“推压力”×“冷却比率”/ 100。 “100.00 %”时, 实质上不进行冷却, 在“0.00 %”下力完全成为“0”。 标准值: 100.00 %

项目	说明
力的上限 (图 1.5.2 (e))	<p>当施力满足图 1.5.2 (e) 所示条件时发出报警。</p> <p>首先, 请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”的“FORC-216”~“FORC-221”, 排除报警的原因。</p> <p>当报警无法于消除时, 请增大该值。</p> <p>就 X、Y、Z 这 3 个方向的力和 W、P、R 这 3 个方向的力矩予以设置。</p> <p>譬如, 就 X 方向示出如下:</p> <p>$F_x < -FL_x$ 或者 $F_x > F_{dx} + FL_x$ ($F_{dx} > 0$ 时)</p> <p>$F_x > FL_x$ 或者 $F_x < F_{dx} - FL_x$ ($F_{dx} < 0$ 时)</p> <p> F_x : 推压中或者平面匹配中发生的力 (X 方向)</p> <p> FL_x : 力的上限的 X 分量</p> <p> F_{dx} : X 方向的目标力</p> <p> 推压方向为“X”或“-X”时, F_{dx} 为“推压力”,</p> <p> 除此以外时, $F_{dx} = 0$。</p> <p>有关 Y, Z, W, P, R, 同样的关系也成立。</p> <p>“标准值: X: 200.00 Y: 200.00 Z: 200.00 N W: 15.00 P: 15.00 R: 15.00 N*m”</p> <p>“单位: N, N*m”</p> <p style="text-align: center;">$F_{dx} > 0$ 时</p>  <p style="text-align: center;">$F_{dx} < 0$ 时</p>  <p style="text-align: center;">图 1.5.2 (e) “力容许值”与报警的发生</p>
扭矩偏移补偿开关	<p>是用于扭矩偏移补偿的开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。</p> <p>将此开关置于“ON”, 则使用如下的“扭矩偏移量 W”、“扭矩偏移量 P”、“扭矩偏移量 R”、“扭矩偏移取得时推力”, 进行扭矩误差的补偿。</p> <p>※ 请在将此开关置于 ON 之前, 执行扭矩误差取得命令。</p> <p> (请参阅“基本功能篇 1.11.3 扭矩误差取得命令”。)</p> <p>“标准值: OFF”</p>
扭矩偏移量	<p>显示通过“扭矩误差取得”实际以“扭矩偏移取得时推力”推压时, 根据力觉传感器的力矩信息推算和设置的值。“W”、“P”、“R”表示所使用的用户坐标系 (UF) 分别绕 X 轴、绕 Y 轴、绕 Z 轴旋转。将“扭矩偏移补偿开关”置于“ON”, 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。(这些值无法变更。)</p> <p>“标准值: W: 0.000 N*m P: 0.000 N*m R: 0.000 N*m”</p>
扭矩偏移取得时推力	<p>显示执行“扭矩误差取得”时的实际推压力值。</p> <p>将“扭矩偏移补偿开关”置于“ON”, 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。</p> <p>(此值无法变更。)</p> <p>“标准值: 30.00 N”</p>
力结束判断开关	<p>用来确认是否产生了适当的力量而结束的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。</p> <p>如果进行“恒力推压”或“平面匹配”时将“力结束判断开关”置为“ON”, 则即使在“基本参数设置”的“推压时间”以内, 只要“力判断结果”为“成功”, 也会结束力觉控制。</p> <p>即使超过“推压时间”, 如果“力判断结果”不是“成功”, 也会发生报警。</p> <p>(平面匹配时, 如果“力结束判断开关”、“扭矩结束判断开关”、“速度结束判断开关”中有 2 个以上为“ON”, 并且为“ON”的所有功能判断均为“成功”, 则即使在“推压时间”以内, 也会结束力觉控制。)</p> <p>“标准值: OFF”</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>

项目	说明
最小力比率	<p>是用于判断是否发生适当力的值。以比率的形式进行输入。</p> <p>如果发生的"推压方向"的力的大小大于"最小力比率"×"推压力"/100, "力判断结果"则会变为"成功"。</p> <p>在未满足上述条件的状态下超过"推压时间"时, "力判断结果"会变为"失败"。 「標準値: 80.00 %」</p> <p>"標準値: 80.00 %"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
力判断结果	<p>显示将"力结束判断开关"设置为"ON"的"恒力推压"、"平面匹配"结束时的"力判断结果"。</p> <p>未在将"力结束判断开关"设置为"ON"的状态下执行时, 会显示"---"。"標準値: ---"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
力平均值	<p>显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"恒力推压"、"平面匹配"结束时的"推压方向"的力的大小。</p> <p>"標準値: Z: 0 N"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
扭矩结束判断开关 ※	<p>用来确认所发生的扭矩是否小至适当的值而结束的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>"平面匹配"时, 如果将"扭矩结束判断开关"置为"ON", 则即使在"基本参数设置"画面的"推压时间"以内, "扭矩判断结果"为"成功"时, 也会结束力觉控制。</p> <p>即使超过"推压时间", 但如果"扭矩判断结果"不是"成功", 也会发生报警。</p> <p>("平面匹配"时, 如果"力结束判断开关"、"扭矩结束判断开关"、"速度结束判断开关"中有2个以上为"ON", 并且为"ON"的所有功能判断均为"成功", 则即使在"推压时间"以内, 也会结束力觉控制。) "標準値: OFF"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
最大扭矩※	<p>输入用于判断发生的扭矩是否降低到适当值的值。</p> <p>如果发生的"推压方向"的轴以外的轴旋转扭矩为"最大扭矩"以下, "扭矩判断结果"则会变为"成功"。</p> <p>在未满足上述条件的状态下超过"推压时间"时, "扭矩判断结果"会变为"失败"。 「標準値: 0.50 N*m」</p> <p>"標準値: 0.50 N*m"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
扭矩判断结果※	<p>显示将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的"恒力推压"、"平面匹配"结束时的"扭矩判断结果"。</p> <p>未在将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时, 会显示"---"。 「標準値: ---」</p> <p>"標準値: ---"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
扭矩平均值※	<p>显示将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的"平面匹配"结束时的"推压方向"的轴以外的轴旋转扭矩。</p> <p>("推压方向"的轴为Z时, 会显示表示X轴旋转的W以及表示Y轴旋转的P。同样, 如果是X, 则显示P和R; 如果是Y, 则显示W和R。)</p> <p>"標準値: W: 0.00 N*m P: 0.00 N*m"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
速度结束判断开关 ※	<p>来确认向推压方向的速度是否充分变小而结束的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>"平面匹配"时, 如果将此开关置为"ON", 则即使在"基本参数设置"画面的"推压时间"以内", 但如果"速度判断结果"为"成功", 也会结束力觉控制。</p> <p>即使超过"推压时间", 但如果"速度判断结果"不是"成功", 也会发生报警。</p> <p>(平面匹配时, 如果"力结束判断开关"、"扭矩结束判断开关"、"速度结束判断开关"有两个以上为"ON", 并且为"ON"的所有功能判断均为"成功", 则即使在"推压时间"以内, 也会结束力觉控制。)</p> <p>"標準値: OFF"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
速度上限※	<p>如果推压方向的速度大小为"速度上限"以下, "速度判断结果"则会变为"成功"。</p> <p>在未满足上述条件的状态下超过"推压时间"时, "速度判断结果"会变为"失败"。</p> <p>"標準値: 0.30 mm/s"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>

项目	说明
速度判断结果※	<p>显示将"速度结束判断开关"置为"ON"的"恒力推压"、"平面匹配"结束时的"速度判断结果"。未在将"速度结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时, 会显示"---"。</p> <p>"标准值: -----"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
速度平均值※	<p>显示将"速度结束判断开关"置为"ON"的"平面匹配"结束时的"推压方向"的速度。</p> <p>"标准值: Z: 0.00 mm/ s"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
姿势修正高速化开关※	<p>是用于加快姿势修正动作的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>置于"ON"时, 可加快姿势修正动作。</p> <p>"标准值: ON"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
高速化倍率 ※	<p>输入姿势修正动作的速度。</p> <p>"高速化开关"为"ON"时, 如果输入大于当前值的"高速化倍率"值, 姿势修正动作则会加快。</p> <p>"标准值: 1.00"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p> <p> 注意 需要增大"高速化倍率"的值时, 出于安全考虑, 请每次仅逐级增大"0.50"左右。</p>
高速化加速时间※	<p>输入用于执行姿势修正动作的加速时间。</p> <p>"高速化开关"为"ON"时, 如果输入小于当前值的"高速化加速时间"值, 姿势修正动作则会加快。"标准值: 0.40 sec"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p> <p> 注意 需要减小"高速化加速时间"的值时, 出于安全考虑, 请每次仅逐级减小"0.10"左右。</p>
接近加速时间※	<p>输入从力觉控制命令开始直至速度达到"基本参数设置"画面的"接近速度"为止的时间。</p> <p>"标准值: 0.40 sec"</p> <p>注 支持参数自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
力降噪开关	<p>从力觉数据除掉较大杂讯的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>置于"ON"时, 将从力觉数据中去除较大杂讯。</p> <p>是在如下情况下有用的功能:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 工具和工件较重的情形 • 使用具有振动源的工具的情形 <p>"标准值: OFF"</p>
出错时信号输出开关	<p>在力觉控制执行中出错时, 输出所指定信号的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>置于"ON"时, 如果力觉控制执行过程中出错, 将输出指定的信号。</p> <p>"标准值: OFF"</p>
输出信号类型 (出错时信号输出)	<p>在出错时信号输出功能启用状态下, 选择当力觉控制执行过程中出错时需要输出的信号类型。</p> <p>可从"DO"、"RO"、"FLAG"之中选择。</p> <p>"标准值: DO"</p>
输出信号编号 (出错时信号输出)	<p>在出错时信号输出功能启用状态下当力觉控制执行过程中出错时, 需要输入输出的信号编号。</p> <p>"标准值: 0"</p>
用数值寄存器结束力觉控制	<p>在力觉控制中监控寄存器值, 除通常的结束条件外, 还在寄存器的值发生变化时用来结束力觉控制的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>通常情况时, 如果经过"推压时间", "恒力推压"与"平面匹配"则会结束。另外, "力结束判断开关"、"扭矩结束判断开关"、"速度结束判断开关"中有1个以上为"ON"时, 如果为"ON"的所有功能的判断结果均为"成功", 则即使在其以前, 也会结束。</p> <p>如果将本开关置于"ON", 则不管上述条件如何, 由"结束用数值寄存器编号"所指定的寄存器成为"1"时就结束。</p> <p>"标准值: OFF"</p>

项目	说明
结束用数值寄存器编号	"结束用数值寄存器力觉控制"处于"ON"时, 按如下方式动作。 <ul style="list-style-type: none"> "结束用数值寄存器编号"在需要执行的参数表的力觉控制命令开始时将自动变为"0"。 "结束用数值寄存器编号"变为"1"时, 正在执行的参数表的力觉控制命令立即结束。 "标准值: 0"
G F S	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

※ 是可用于"平面匹配"功能的参数。"恒力推压"功能中没有此参数。

功能键

"基本参数设置"画面(恒力推压、平面匹配)及"高级参数设置"画面(恒力推压、平面匹配)中所使用的功能键如下所示。

表 1.5.2 (e) 功能键

按键	显示名	说明
F1	"类型"	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	"选择"	切换至其他参数表数据编号的画面。
	ON	将设定值设置为"ON"。
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。
F5	高级	切换至"高级参数设置"画面。
	基本	切换至"基本参数设置"画面。
	OFF	将设定值设置为"OFF"。

1.5.3 圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配

概要

通过"圆柱装配"功能的菜单, 可进行适合于进行圆柱状部件装配的设置。

通过"凹槽装配"的菜单, 可进行适合于将工件插入凹槽的设置。

通过"四棱柱装配"的菜单, 可进行能够适合于将四棱柱形状的工件插入四方形孔内的设置(图 1.5.3 (a) 和图 1.5.3 (b))。

设置画面包括 2 种, 即用户必须进行设置的"基本参数设置"画面、和只在需要时进行设置的"高级参数设置"画面。

注释

1 使用 3 轴传感器时, 本功能无法使用。

2 支持参数自动调整的机型与不支持参数自动调整的机型的显示各不相同。另外, 凹槽装配不支持参数自动调整。



图 1.5.3 (a) "圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"的画面 (1/2)

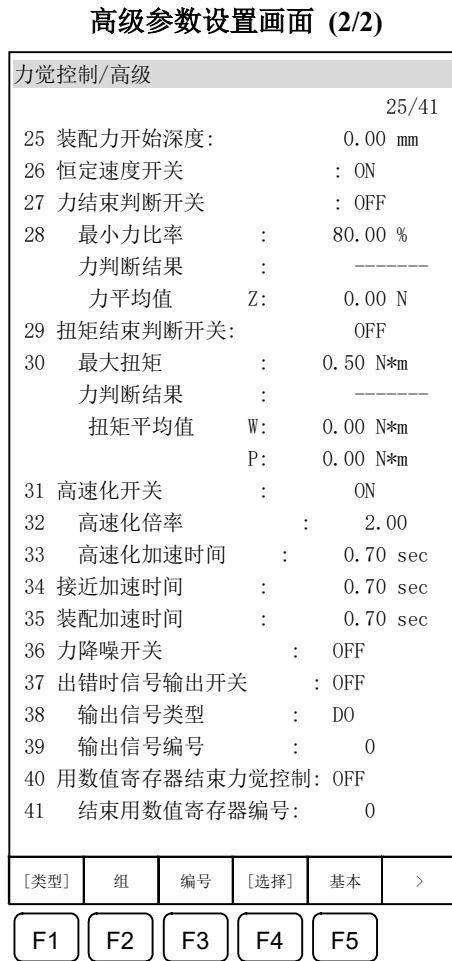


图 1.5.3 (b) "圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"的画面 (2/2)

圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配的参数调整步骤

- 1 显示"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"功能的"基本参数设置"画面。
- 2 设置"插入方向"、"用户坐标系编号"、"装配深度(目标值)"。
- 3 支持参数自动调整的机型时, 会执行"参数自动调整"。
(详情请参阅"基本功能篇 1.10 力觉控制参数自动调整"。)
不支持参数自动调整的机型时, 会执行"力觉控制增益自动调整"。
(请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。)
- 4 设置"基本参数设置"画面中除上述之外的其他参数。
- 5 根据需要设置"高级参数设置"画面中的参数。

注释

有关力觉控制命令的编程概要, 请参阅"基本功能篇 1.1 注意和限制事项", "基本功能篇 1.2 示教的步骤"。

下面说明在力觉控制增益自动调整完成后, 调整其他参数的方法。

(已执行"参数自动调整"时, 无需下述步骤。)

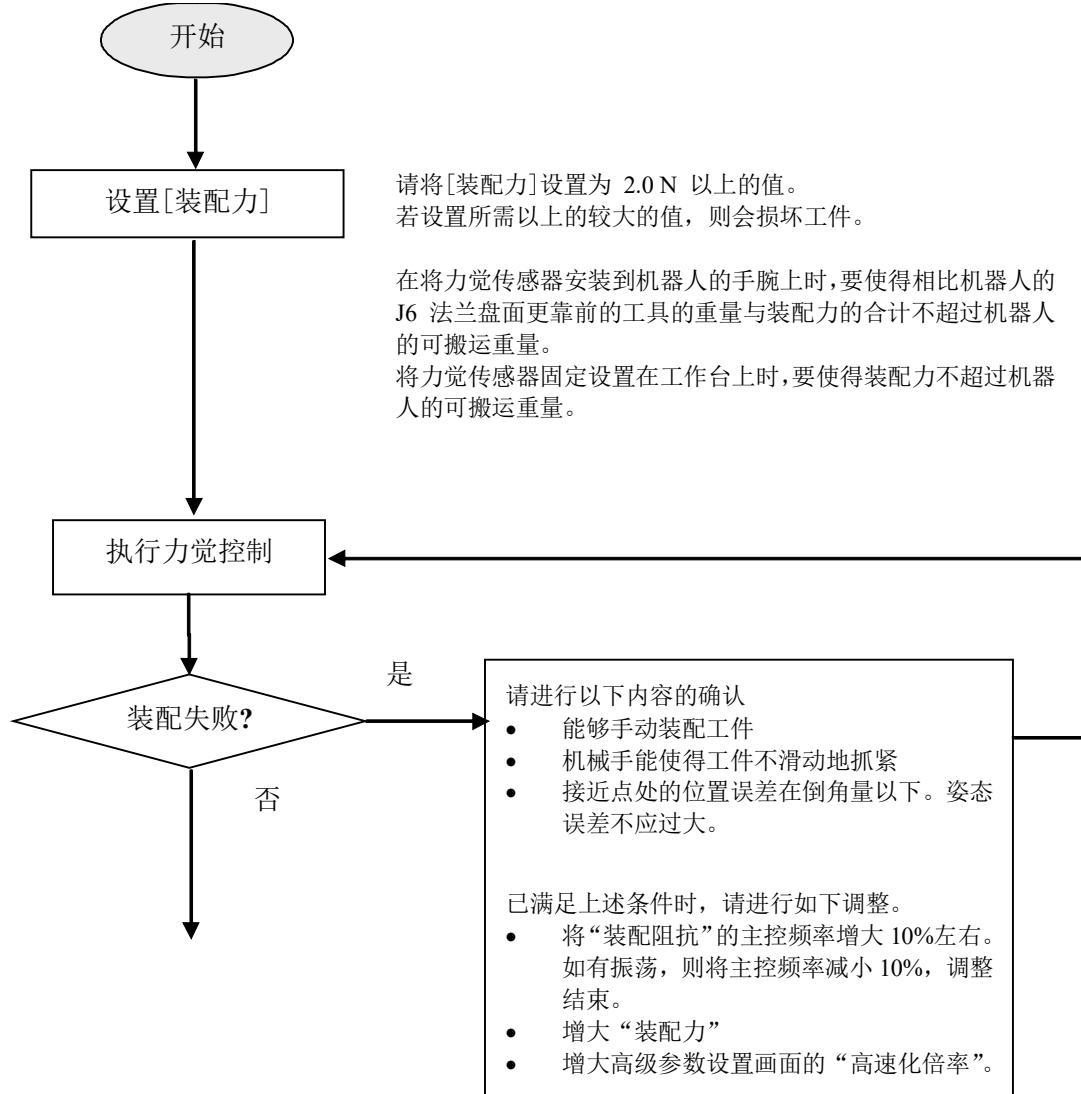


图 1.5.3 (c) 其他参数的调整方法 (1/2)

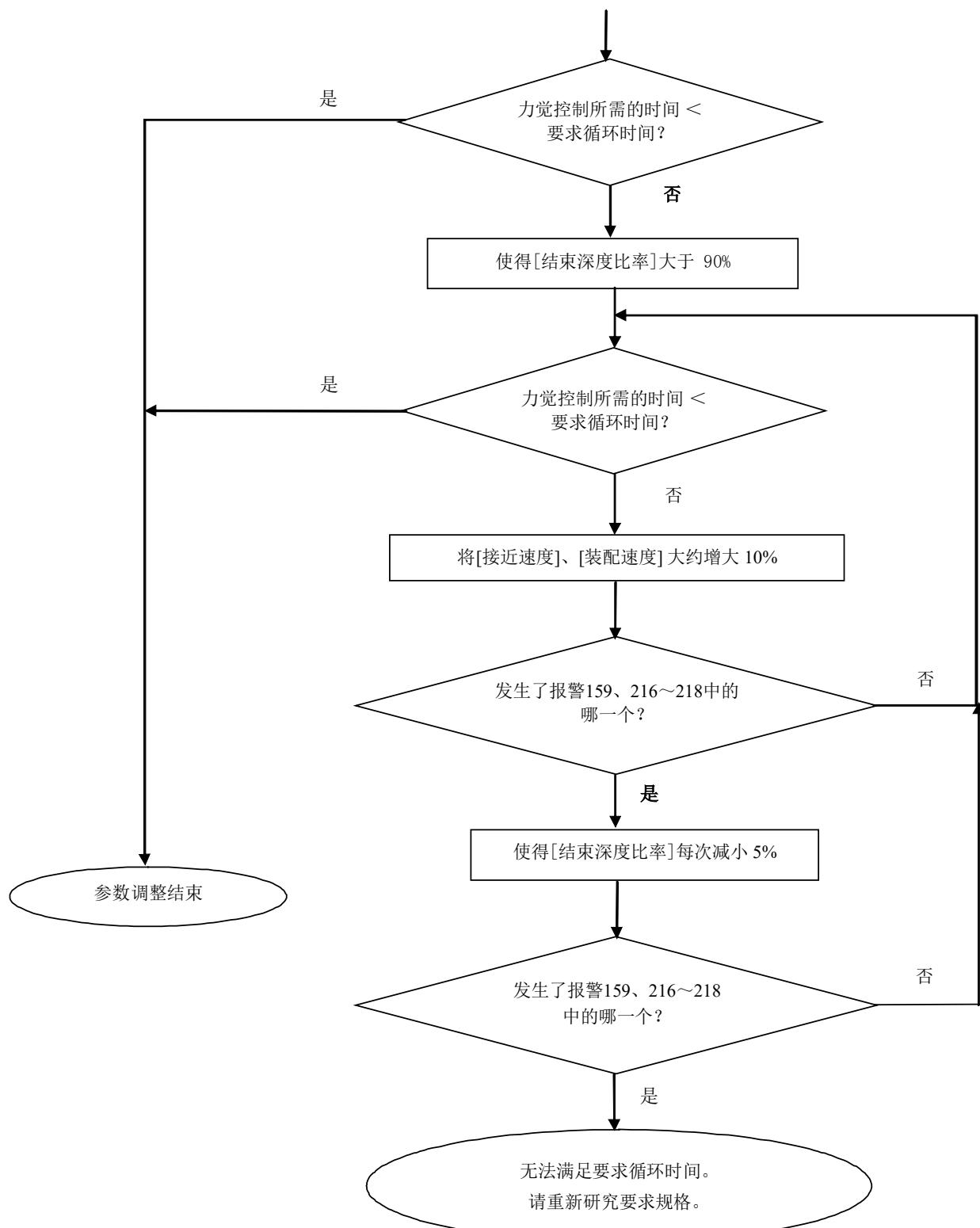


图 1.5.3 (d) 其他参数的调整方法 (2/2)

“基本参数设置”画面

以下为“基本参数设置”画面（圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配）的内容及设置项目。

表 1.5.3 (a) “基本参数设置”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这种情况下从“圆柱装配”，“凹槽装配”，“四棱柱装配”中选择。
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）”
“用户坐标系编号”	输入要在装配时使用的用户坐标系的编号。 (输入按“基本功能篇 1.2 示教步骤”设置的用户坐标系的编号。) “标准值：UF：0”
“工具坐标系编号”	输入要在装配时使用的工具坐标系的编号。 (输入按“基本功能篇 1.2 示教步骤”设置的工具坐标系的编号。) “标准值：TF：1”
“装配方向”	以设置的用户坐标系输入插入方向。 “标准值：-Z”
“凹槽走向”※	以设置的用户坐标系输入插入工件的凹槽的长度方向。 “标准值：Y”
“装配深度(目标值)”	输入力觉控制开始（接近点）～结束之间的工件插入深度。 “标准值：20.00 mm”
“装配深度个体差异(+)”	因工件个体差异，装配进行到“装配深度(目标值)”以上时，输入表示允许装配到何处的容许量。 如果装配超过（装配深度(目标值)-装配深度个体差异(-)+此值），则会发生报警。 “标准值：3.00 mm”
“装配深度个体差异(-)”	因工件个体差异，装配未达到“装配深度(目标值)”时，输入表示允许装配到何处的容许量。 如果达到（装配深度(目标值)-此值），则会判断为装配成功。 “标准值：0.00 mm”
“接近速度”	触摸到作业对象之前，接近目标物的速度。 “标准值：1.00 mm/ s” 注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。
“装配速度”	输入实际进行装配动作时的目标速度。 “标准值：2.00 mm/s” 注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。
“接触力判断阈值”	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 “标准值：10.00 N” 注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。 ⚠ 注意 设置“接触力阈值”时，会在接触后开始实际装配动作，如果此值过大，则可能会导致循环时间延长。
“装配力”	输入实际执行装配动作时的目标装配力。 (只希望在开始装配的部分减小目标力时，也请参阅“高级参数设置”画面的“初始力保持深度”项。) “标准值：30.00N” 注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。 ⚠ 注意 请将“装配力”设置为“2.0”N 以上的值。 如果设置的值过大，可能导致工件受损。
“装配后推压时间”	在判断装配成功时，为了吸收上述装配深度个体差异，向着装配进行中的方向执行推压动作。输入推压时间。 “标准值：0.00 sec”
“姿势变化检查开关”	用来检查装配中的姿势变化所使用的开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 置于“ON”时，将检查装配过程中实际姿势与示教姿势相比发生了多大变化。 一般情况下使用“ON”。 “标准值：ON” 注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。

项目	说明
"姿势变化上限"	<p>"姿势变化检查开关"处于"ON"状态时, 输入装配过程中允许实际姿势相较于示教姿势而言发生多大变化的上限值。</p> <p>如果姿势变化超过此值, 则会发出报警。</p> <p>"标准值: 3.00 deg"</p> <p>注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
"装配时间上限"	<p>装配时间, 是指在接触到作业对象开始装配动作后, 直至判断为装配成功的时间。输入该时间的上限值。</p> <p>在经过此时间后, 仍然没有到达"装配深度(目标值)"时会发出报警。另外, 在判断为装配成功后进行的推压动作的时间, 不包含在装配时间中。</p> <p>(请参阅"装配后推压时间"。)</p> <p>"标准值: 20.00sec"</p> <p>注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
"力觉控制增益自动修改开关"	<p>在力觉控制增益自动调整中使用的开关。</p> <p>执行力觉控制增益的自动调整时, 设置为"ON"。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。)</p> <p>"标准值: OFF"</p> <p>注 支持自动调整的机型时, 不会显示。</p>
"上一次结果"	<p>显示"力觉增益自动修正"的上一次结果。</p> <p>"标准值: 无更改"</p> <p>注 支持自动调整的机型时, 不会显示。</p>
"力觉控制增益"	<p>向设置"力觉控制增益"的画面切换。</p> <ul style="list-style-type: none"> 将光标指向此行, 按下"ENTE" (输入) 键, 则会向"力觉控制增益"画面切换。 <p>(有关可从此画面进行设置的参数, 请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)"。)</p>
"发生力上限"	<p>在参数自动调整期间进行调整, 以免超过此值。</p> <p>注 仅支持参数自动调整的机型时才会显示的参数。</p>
"参数自动调整"	<p>显示参数自动调整的状态并执行。自动调整的状态会显示为"----"、"完成"、"中断"或"失败"。如果按下 SHIFT+F2, 则会执行自动调整。如果按下 F3, 则会显示经过自动调整的已调整参数。</p> <p>"标准值: ----"</p> <p>注 为仅支持自动调整的机型时才会显示的参数。</p>
"G F S"	<p>"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。</p> <p>(这些值无法变更。)</p> <p>"标准值 G F S : 1 1 1"</p>

* 是可用于"凹槽装配"的参数。"圆柱装配"、"四棱柱装配"中没有此参数。

"高级参数设置"画面

以下为"高级参数设置"画面(圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配)的内容及设置项目。

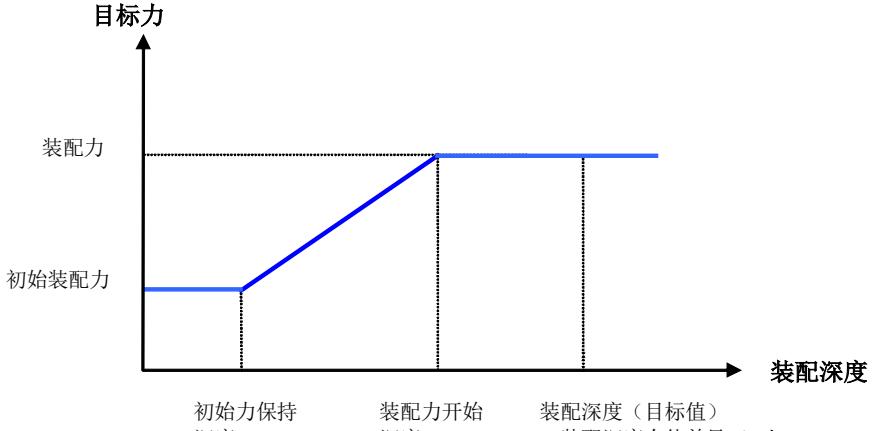
表 1.5.3 (b) "高级参数设置"画面

项目	说明
"功能"	<p>从功能选择画面中选择要设置的功能。</p> <p>这种情况下从"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"中选择。</p>
"注释"	<p>请输入用于识别参数表数据的注释。</p> <p>"最大字符数: 全角 8 个字符(半角 16 个字符)"</p>
"简易自定义开关"	<p>连续执行力觉控制时进行设置。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果将此开关置于 ON, 则可在任意的力觉控制参数表后执行。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。)</p> <p>"标准值: OFF"</p>

项目	说明
"重试开关"	因重试之前已执行的参数表而使用当前正在执行的力觉控制参数表时, 需要设置此开关。可从"OFF"、"返回位置 1"、"返回位置 2"之中选择。 如果是"OFF", 则只移动由"基本参数设置"画面的"装配深度(目标值)"所指定的距离。 如果是"返回位置 1", 则返回到之前执行的参数表的开始点。之前执行的参数表中如果已经设置了父级参数表, 则返回到父级参数表的开始点。 如果是"返回位置 2", 则不管是否已经设置了父级参数表, 都会返回到之前执行的参数表的开始点。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: OFF"
"最多连续重试次数"	输入整数, 以指定能够连续几次执行已有效开启简易自定义功能的力觉控制参数表。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: 1"
"自定义父级编号"	连续执行力觉控制时输入。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) "标准值: 0"
"自定义参数连动"	连续执行力觉控制时进行设置。可从"双方向"、"父到子"、"子到父"、"OFF"之中选择。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) "标准值: OFF"
"自定义自动连续执行开关" (自定义自动连续执行)	只指定顶层的父级编号, 自动地连续执行通过自定义功能连接起来的一系列的力觉控制参数表数据的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 在进行自定义自动连续执行的参数表数据中, 不管父级、子级如何, 都要将其设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。)
"自动连续执行子级编号" (自定义自动连续执行)	输入通过"自定义自动连续执行"功能后续需要执行的参数表数据编号。 对于由此参数指定的参数表数据, 请在"高级参数设置"的"自定义父级编号"中指定此参数表数据的编号。 能够通过自定义自动连续执行而连接起来的力觉控制的参数表数据数至多为 10 个。 "标准值: 0"
"参数表编号输出数值寄存器编号" (自定义自动连续执行)	输入用于输出"自定义自动连续执行"功能执行状态的寄存器编号。 执行"自定义自动连续执行"时, 现在执行中的参数表数据的编号会记入这个寄存器。通过"自定义自动连续执行"而连接起来的一系列的参数表, 直至最后正常结束时, 向寄存器输出"0"。 "自定义自动连续执行"力觉控制失败的话, 可以从这里所设置的继存器知道失败后的数据表编号 "标准值: 0"
"用户坐标系补偿"	使用 iRVision 来对在作业对象面中设置的用户坐标系进行补偿的开关。在作业对象的倾斜有可能变化时有效。可从"OFF"、"位置寄存器"、"视觉寄存器"之中选择。 需要与位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令并用。 (请参阅"基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿"。) "标准值: OFF"
"冷却开关"	将装配结束后使得推压的力减弱叫做"冷却"。是用于冷却的开关, 可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 可以有效避免装配结束后松开机械手时因冲击较大而导致工件发生振动等现象。 "标准值: OFF"
"冷却时间"	输入开始冷却至冷却结束的时间。 "标准值: 1.00 sec"
"冷却比率"	输入相对于装配力的冷却比率。 最终力减少为"装配力"×"冷却比率"/100。 "100.00 %"时, 实质上不进行冷却, 在"0.00 %"下力完全成为 0。 "标准值: 100.00 %"

项目	说明
"初始装配力"	<p>输入装配开始时的目标力。 在最初希望以较小的力装配时有效。 伴随着装配的进程，装配中的目标力将会逐渐靠近"基本参数设置"中的"装配力"。 (请参阅"高级参数设置"画面的"初始力保持深度"项。)</p> <p>"标准值: 30.00N"</p> <p>注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。</p>
"速度调整开关"	<p>在装配中调整"基本参数设置"画面的"装配速度"的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 在最初希望慢慢地装配，等装配进展到某种程度后提高速度时有效。 但请注意，"高级参数设置"画面中的"恒定速度开关"处于"ON"时，无论"调整增益"的值如何，均将受限于"基本参数设置"画面中的"装配速度"。</p> <p>"标准值: ON"</p> <p>注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。</p>
"调整增益"	<p>输入用于调整"基本参数设置"画面中"装配速度"的数值。 调整速度时，以"装配速度"乘以"速度增益"值所得的值，为实际的"装配速度"。</p> <p>"标准值: 2.00"</p> <p>注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。</p>
"开始深度比率"	<p>输入用于确定装配进入多深后开始调整速度的值（比率）。 装配进展到"基本参数设置"中的"装配深度（目标值）"×"开始深度比率" / 100 的深度后，开始速度调整。</p> <p>"标准值: 30.00 %"</p> <p>注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。</p>
"结束深度比率"	<p>输入用于确定装配进入多深后结束调整速度的值（比率）。 装配进展到"基本参数设置"中的"装配深度（目标值）"×"结束深度比率" / 100 的深度后，结束速度调整。为了避免施加过大的力，此深度以后的速度指令将会成为"0"。</p> <p>"标准值: 90.00 %"</p> <p>注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。</p>
"力的上限" (图 1.5.3 (e))	<p>发生的力满足下式时会发出报警 (FORC-216 - FORC-221)。 首先，请参阅"附录 B 力觉控制报警代码"，排除报警的原因。 报警难于消除时，请增大"力的上限"值。就 X、Y、Z 这 3 个方向的力和 W、P、R 这 3 个方向的力矩予以设置。 譬如，就 X 方向示出如下：</p> <p>$F_x < -FL_x$ 或者 $F_x > Fdx + FL_x$ ($Fdx > 0$ 时) $F_x > FL_x$ 或者 $F_x < Fdx - FL_x$ ($Fdx < 0$ 时)</p> <p>F_x : 装配中产生的力 (X 方向) FL_x : 力的上限的 X 分量 Fdx : X 方向的目标力 装配方向为"X" 或"-X"时，Fdx 为"装配力" 除此以外时，$Fdx = 0$。 有关 Y、Z、W、P、R，同样的关系也成立。</p> <p>"标准值: X: 200.00 Y: 200.00 Z: 200.00 N W: 15.00 P: 15.00 R: 15.00 N*m"</p> <p>"单位: N, N*m"</p>

项目	说明
"力的上限" (图 1.5.3 (e))	<p>$F_{dx} > 0$ 时</p>  <p>$F_{dx} < 0$ 时</p> 
图 1.5.3 (e) "力容许值"与报警的发生	
"结束条件开关"	<p>需要使用其他条件取代"基本参数设置"画面所设条件以判断装配是否成功时, 使用此开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果将此开关置于"ON", 则如下的"装配深度"会取代"基本参数设置"中的"装配深度(目标值)"而被用于装配成功的判断, "装配方向"取代"基本参数设置"中的"装配方向"而被使用。请在将此开关置于"ON"之前, 执行"结束条件取得命令"。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.11.4 结束条件取得命令"。)</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"装配深度"	<p>显示通过"结束条件取得"设置的值。</p> <p>实际尝试进行装配, 测量已插入了多少。如果将"结束条件开关"置于"ON", 则此值会取代"基本参数设置"中的"装配深度(目标值)"而被用于装配成功的判断。</p> <p>(此值无法变更。)</p> <p>"标准值: 0.00 mm"</p>
"接近深度"	<p>显示通过"结束条件取得"设置的值。</p> <p>实际尝试进行装配, 推算直至工件接触到作业对象的距离是多少。</p> <p>如果将"结束条件开关"置于"ON", 则在每次的装配中, 在直至工件接触到作业对象的距离没有到达此值时, 会被判断为与障碍物碰撞而发出报警。</p> <p>(此值无法变更。)</p> <p>"标准值: 0.00 mm"</p>
"装配方向"	<p>显示通过"结束条件取得"设置的值。</p> <p>实际尝试进行装配, 在现在的用户坐标系上, 测量已被向哪个方向装配。如果将"结束条件开关"置于"ON", 则此值取代"基本参数设置"中的"装配方向", 表示要装配的方向。</p> <p>(这些值无法变更。)</p> <p>"标准值: 0.000, 0.000, -1.000"</p>
"扭矩偏移补偿开关"	<p>是用于扭矩偏移补偿的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果将此开关置于"ON", 则使用如下的"扭矩偏移量 W"、"扭矩偏移量 P"、"扭矩偏移量 R"、"扭矩偏移取得时推力", 进行扭矩误差的补偿。</p> <p>※ 请在将此开关置于"ON"之前, 执行"扭矩误差取得命令"。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.11.3 扭矩误差取得命令"。)</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"扭矩偏移量"	<p>通过"扭矩误差取得", 根据实际以"扭矩偏移取得时推力"推压时的力觉传感器的力矩信息进行推算、设置的值。"W"、"P"、"R"表示所使用的用户坐标系(UF)分别绕X轴、绕Y轴、绕Z轴旋转。</p> <p>如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。</p> <p>(这些值无法变更。)</p> <p>"标准值: W: 0.000 P: 0.000 R: 0.000 N*m"</p>
"扭矩偏移取得时推力"	<p>"扭矩误差取得"时实际推压的力, 被作为此值设置。</p> <p>如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。</p> <p>(此值无法变更。)</p> <p>"标准值: 30.00 N"</p>

项目	说明
"初始力保持深度" (图 1.5.3 (f))	<p>开始装配后, 直至装配深度到此深度, 将装配中的目标力作为"高级参数设置"中的"初始装配力"。输入此深度值。 (但是, 如果将"初始力保持深度"设置为比("装配深度(目标值)" - "装配深度个体差异(-)")更大的值, 则使用初始装配力直至最终的深度。) "标准值: 0.00 mm"</p> 
"装配力开始深度"	<p>装配深度超过"初始力保持深度"后, 成为此深度时, 以装配中的目标力成为"基本参数设置"画面中的"装配力"的方式使得目标力变化。输入此深度值。 (但是, 如果将"装配力开始深度"设置为"0", 或者设置为比("装配深度(目标值)" - "装配深度个体差异(-)")更大的值, 则将("装配深度(目标值)" - "装配深度个体差异(-)")作为"装配力开始深度"。此外, 如果将"装配力开始深度"设置为比"初始力保持深度"更小的值, 则将"初始力保持深度"的值作为"装配力开始深度"的值。) "标准值: 0.00 mm"</p> <p>注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
"恒定速度开关"	<p>为了在反作用力突然消失的情况下, 速度也不会成为过大, 用来防止撬动的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 "圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"时, 如果将此开关置为"ON", 则可确保装配期间的速度不会超过"基本参数设置"画面的"装配速度"。 (即使"高级参数设置"画面中的"速度调整开关"处于"ON", 也会做到不超过"装配速度"。) "标准值: ON"</p> <p>注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。</p>
"力结束判断开关"	<p>如果将"力结束判断开关"置为"ON", 工件插入到指定深度后, 则会在"力判断结果"为"成功"时结束力觉控制。 即使超过"基本参数设置"画面的"装配时间上限", 但如果"力判断结果"不是"成功", 也会发生报警。 ("力结束判断开关"与"扭矩结束判断开关"均为"ON"时, 将工件插入到指定深度后, 如果双方的判断均为"成功", 则会结束力觉控制。) "标准值: OFF"</p>
"最小力比率"	<p>是用于判断是否发生适当力的值。以比率的形式进行输入。 将工件插入到指定深度后, 如果发生的"插入方向"的力的大小大于"最小力比率" × "装配力" / 100, "力判断结果"则会变为"成功"。 在未满足上述条件的状态下超过"装配时间上限"时, "力判断结果"会变为"失败"。 "标准值: 80.00 %"</p>
"力判断结果"	<p>显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"结束时的力判断结果。 未在将"力结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时, 会显示"---"。 "标准值: ----"</p>

项目	说明
"力平均值"	显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"结束时的力的大小。 "标准值: Z: 0.00N"
"扭矩结束判断开关"	用来确认所发生的扭矩是否小至适当的值而结束的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果将"扭矩结束判断开关"置为"ON"并将工件插入到指定深度, 则会在"扭矩判断结果"为"成功"时结束力觉控制。 即使超过"基本参数设置"画面的"装配时间上限", 但如果"扭矩判断结果"不是"成功", 也会发生报警。 ("力结束判断开关"与"扭矩结束判断开关"均为"ON"时, 将工件插入到指定深度后, 如果双方的判断均为"成功", 则会结束力觉控制。) "标准值: OFF"
"扭矩上限值"	输入用于判断发生的扭矩是否降低到适当值的值。 将工件插入到指定深度后, 如果发生的"插入方向"的轴以外的轴旋转扭矩为"最大扭矩"以下, "扭矩判断结果"则会变为"成功"。 在未满足上述条件的状态下超过"装配时间上限"时, "扭矩判断结果"会变为"失败"。 "标准值: 0.50 N*m"
"扭矩判断结果"	显示将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"结束时的"扭矩判断结果"。 未在将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时, 会显示"---"。 "标准值: ----"
"扭矩平均值"	显示将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"结束时的"插入方向"的轴以外的轴旋转扭矩大小。 ("插入方向"的轴为Z时, 会显示表示X轴旋转的W以及表示Y轴旋转的P。同样, 如果是X, 则显示P和R; 如果是Y, 则显示W和R。) "标准值: W: 0.00 N*m P: 0.00 N*m"
"高速化开关"	使得姿势的修改动作高速化的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 可加快姿势修正动作。 "标准值: ON" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。
"高速化倍率"	输入姿势修正动作的速度。 "高速化开关"为"ON"时, 如果输入大于当前值的"高速化倍率"值, 姿势修正动作则会加快。 "标准值: 2.00" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。 ⚠ 注意 考虑到安全, 请每次以"0.50"左右逐渐增大。
"高速化加速时间"	输入用于执行姿势修正动作的加速时间。 "高速化开关"为"ON"时, 如果输入小于当前值的"高速化加速时间"值, 姿势修正动作则会加快。 "标准值: 0.40 sec" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。 ⚠ 注意 考虑到安全, 请每次以"0.10"左右逐渐减小。
"接近加速时间"	输入从力觉控制命令开始直至速度达到"基本参数设置"画面的"接近速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。
"装配加速时间"	输入从力超出"基本参数设置"画面中的"接触力阈值"开始, 直至速度达到"基本参数设置"画面中的"装配速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。

项目	说明
"力降噪开关"	从力觉数据除掉较大杂讯的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 将从力觉数据中去除较大杂讯。 是在如下情况下有用的功能: <ul style="list-style-type: none"> • 工具和工件较重的情形 • 使用具有振动源的工具的情形 "标准值: OFF"
"出错时信号输出开关"	在力觉控制执行中出错时, 输出所指定信号的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 如果力觉控制执行过程中出错, 将输出指定的信号。 "标准值: OFF"
"输出信号类型" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下, 选择当力觉控制执行过程中出错时需要输出的信号类型。 可指定的信号的种类为"DO"、"RO"、"FLAG (旗标)"。 "标准值: DO"
"输出信号编号" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下当力觉控制执行过程中出错时, 需要输入输出的信号编号。 "标准值: 0"
"用数值寄存器结束力觉控制"	在力觉控制中监控寄存器值, 除通常的结束条件外, 还在寄存器的值发生变化时用来结束力觉控制的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 通常情况时, 如果插入深度达到"装配深度(目标值)", 则会结束"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"。另外, "力结束判断开关"和"扭矩结束判断开关"其中之一或双方均为"ON"时, 插入深度达到"装配深度(目标值)"后, 会继续进行装配动作, 直至为"ON"的所有功能的判断结果都变为"成功"。 如果将"用数值寄存器结束力觉控制"置为"ON", 则会在"结束数值寄存器编号"指定的数值寄存器变为"1"时结束, 而与其他条件无关。 "标准值: OFF"
"结束用数值寄存器编号"	"用数值寄存器结束力觉控制"处于"ON"时, 按如下方式动作。 <ul style="list-style-type: none"> • 此编号的寄存器在此参数表的力觉控制命令开始时会自动地成为"0"。 • 如果此编号的寄存器成为"1", 则使用了此参数表的力觉控制命令就会结束。 "标准值: 0"
"G F S"	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

功能键

在"基本参数设置设定"画面 (圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配) 及"高级参数设置"画面 (圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配) 使用的功能键如下。

表 1.5.3 (c) 功能键

按键	显示名	说明
F1	"类型"	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	"选择"	切换至其他参数表数据编号的画面。
	ON	将设定值设置为"ON"。
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。
F5	高级	切换至"高级参数设置"画面。
	基本	切换至"基本参数设置"画面。
	OFF	将设定值设置为"OFF"。

1.5.4 搜索功能

1.5.4.1 搜索功能的概要

概要

力觉控制功能具有使用上的限制，如接近点中定位误差应在倒角量以下，角度误差要尽量小。但是现实中还存在着几乎没有倒角的情形，以及难于在倒角量以下进行定位的情形。在进入装配之前，使得定位误差和角度误差减小到可允许的值就是搜索功能。如果在紧跟搜索功能执行装配功能，即使在接近点处有较大的误差也可以执行力觉控制。

注释

使用 3 轴传感器时，无法使用本功能。

搜索功能的种类

搜索功能中，最多可以针对除装配方向之外的五个方向进行搜索。5 个方向是指 2 个并进方向+3 个旋转方向。根据在哪个方向搜索，提供有如下 4 种功能。

(1) “搜索”

最多可对 5 个方向进行搜索。可对用户在参数中设定的方向进行实际搜索。以下所示的“相位搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”为搜索功能中最为常用的功能，其搜索方向的数量被限定。如图 1.5.4.1(a) 中所示为“搜索”的使用例，在匹配相位的同时还需匹配姿势。

(参数的详细信息请参照“基本功能篇 1.5.4.3 搜索”。

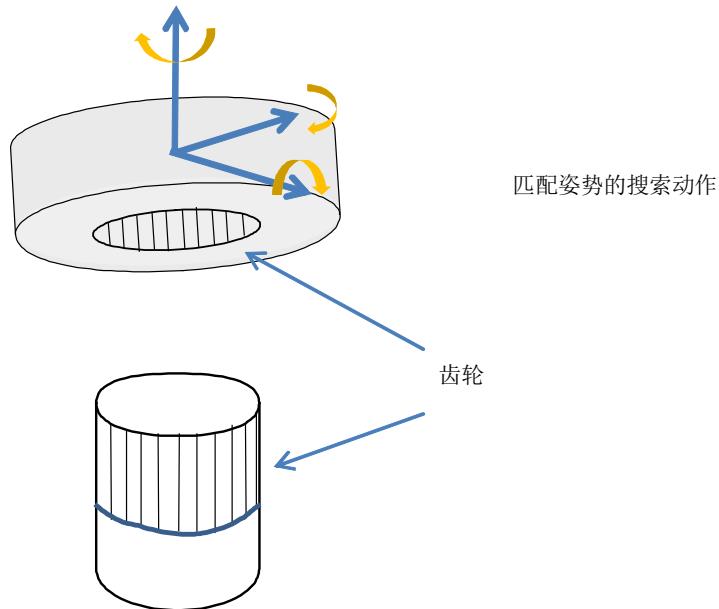


图 1.5.4.1 (a) 相位的搜索

(2) “相位搜索”

对于绕装配轴的旋转方向进行搜索。如图 1.5.4.1 (b) 中所示，可以使用于使得两个齿轮的轮齿对合的用途。
(参数的详情请参阅“基本功能篇 1.5.4.4 相位搜索”。)

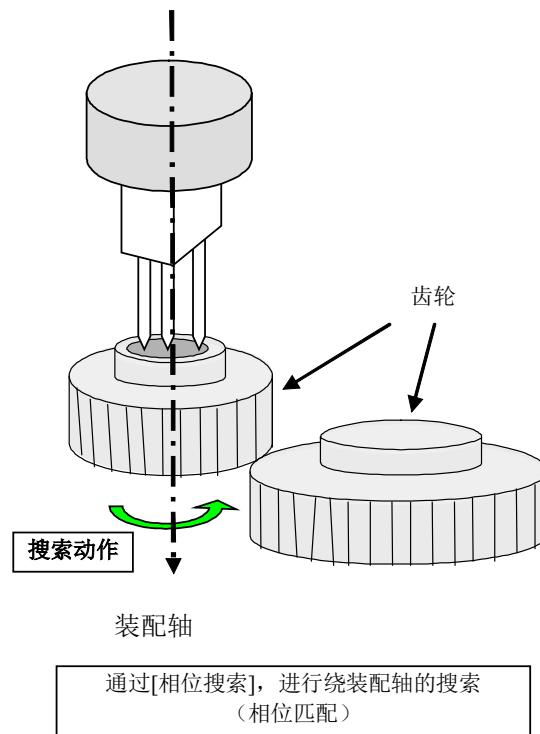


图 1.5.4.1 (b) 相位的搜索

(3) “孔搜索”

如图 1.5.4.1 (c) 所示, 通过在与装配方向垂直的平面内运动来搜索孔的位置。
(参数的详情请参阅“基本功能篇 1.5.4.5 孔搜索”。)

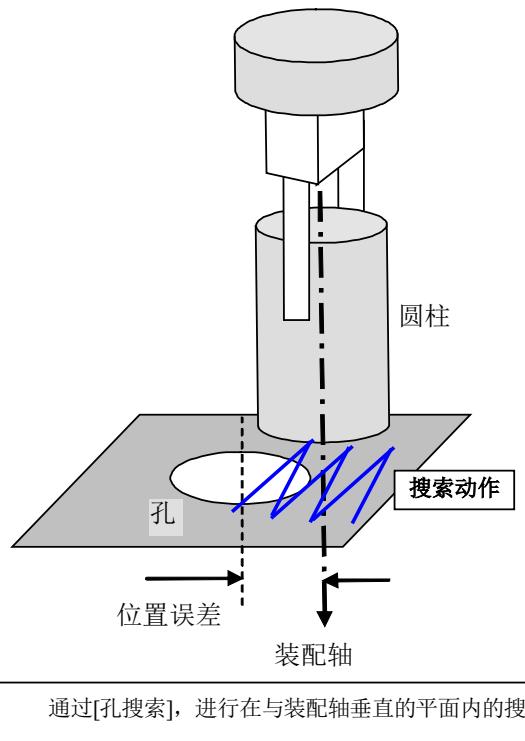


图 1.5.4.1 (c) 平面内的位置搜索

(4) “离合器搜索”

在组装汽车的自动变速箱部件也即离合器时使用。如图 1.5.4.1 (d) 所示，将外周有切齿的离合器轮毂插入到内侧有轮齿的多枚离合器板上的作业。离合器板尚未固定，因而在与装配轴垂直的平面内会有某种程度的运动（譬如 2 mm 左右）。此外，轮齿的初始相位在各板上也有所偏差。

“离合器搜索”中，同时进行绕装配轴的旋转、和在与装配轴垂直的平面内的搜索。

（参数的详情请参阅“基本功能篇 1.5.4.6 离合器搜索”。）

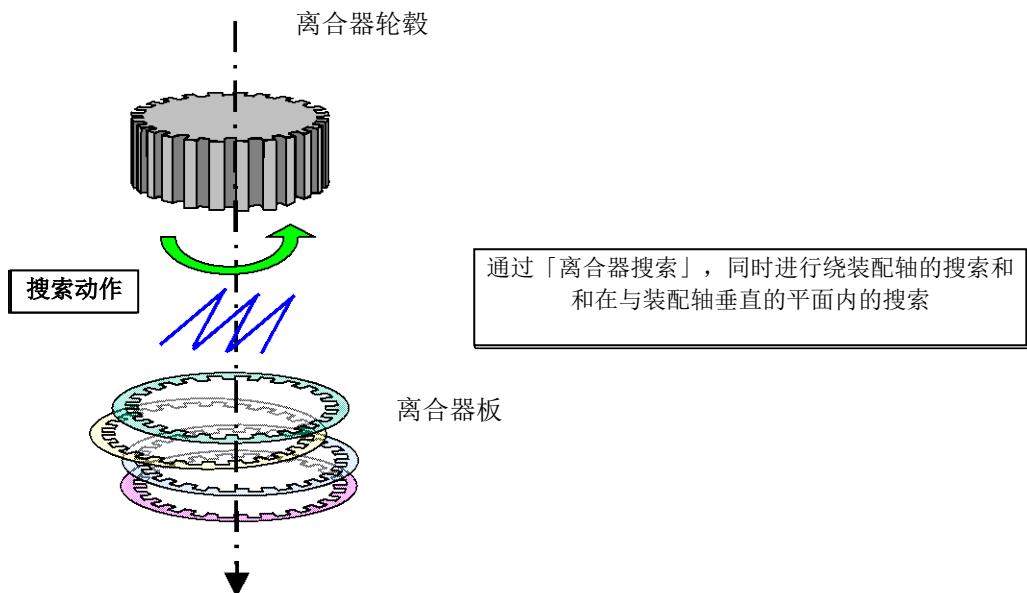


图 1.5.4.1 (d) 离合器组装（同时进行相位搜索和平面内的位置搜索）

1.5.4.2 参数调整

搜索范围的设置

使用 4 个搜索功能中的任何一个的情况下，都需要设置搜索的范围。本节中就搜索范围的确定方法进行说明。

如图 1.5.4.2 (a) 所示，思考将工件插入孔的情形。

假设

G: 工件与孔的间隙（间距）

C: $\begin{cases} \text{孔（或者工件）的倒角量} \\ \text{孔和工件上都有倒角时，两个倒角量之} \end{cases}$

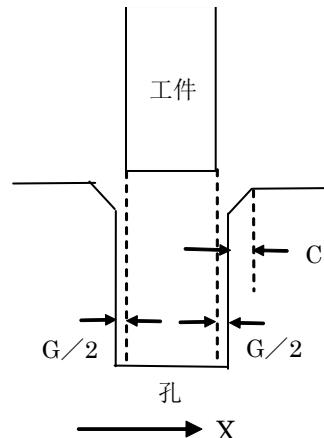


图 1.5.4.2 (a) 将工件插入孔内

图 1.5.4.2 (b) 表示 X 方向存在定位误差的情形。开始力觉控制前, 如果工件的 X 方向的误差量 Er 在 $(C+G/2)$ 以下, 则即使不使用搜索功能也可进行装配, 但是误差量超过此值时则需要搜索功能。

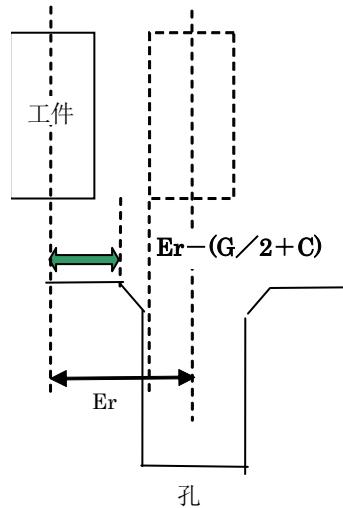


图 1.5.4.2 (b) 将工件插入孔内 (在一个方向存在误差时)

为了正确使用搜索功能, 必须设置具有所需的足够大小的搜索范围。

如果搜索范围过小, 则会导致搜索容易失败, 而搜索范围较大时需要过长的时间。

图 1.5.4.2 (b) 中的示例中, 如果不至少运动 $Er - (G/2 + C)$, 就不会到达可进行装配的位置。此外, 由于弄不清在正负的哪个方向发生了偏移, 因而搜索范围的长度只需要 $2 \times (Er - (G/2 + C))$ 。

如果加上适量的边界, 则搜索范围为

$$2 \times (Er - (G/2 + C)) + \alpha$$

如果增大 α , 搜索的成功率将会提高, 但是如果增加得过大, 则搜索所需的时间将会延长。

上例中, 示出了只在一个方向 (X 方向) 存在初始位置误差, 而实际上如图 1.5.4.2 (c) 所示, 有时会在两个方向 (X 和 Y) 发生误差。这种情况下, 就 X 和 Y 这两者, 以同样的方法设置搜索范围。

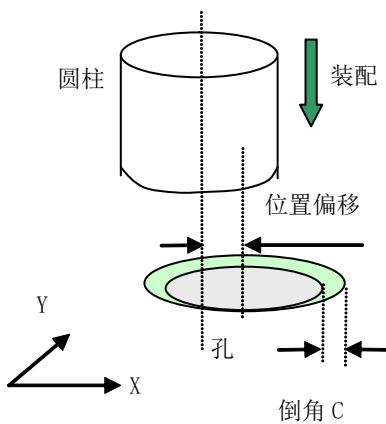


图 1.5.4.2 (c) 将工件插入孔内 (在两个方向存在误差时)

如同在平面内进行的位置搜索那样, 同时搜索多个方向时, 不仅搜索范围重要, 搜索的轨道也同样重要。只要在搜索范围内彻底地进行搜索, 找到目的位置的概率就会提高, 但是如果过于彻底进行搜索, 搜索所需的时间将会延长。由于设置为遵循最佳轨道需要繁琐的计算, 因此可利用搜索功能中的“搜索范围大小”、“搜索频率”、“间隙和倒角”等参数自动进行计算。

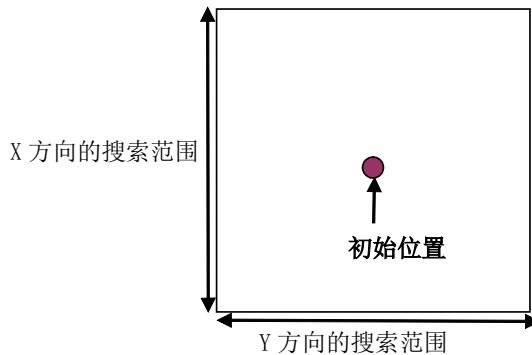


图 1.5.4.2 (d) 搜索范围

如果 X 方向和 Y 方向的搜索速度相等, 则会如图 1.5.4.2 (e) 所示, 搜索轨道只会在对角线上往返而无法对整个范围进行搜索。

图 1.5.4.2 (f) 表示将 X 方向的速度设为 Y 方向的速度的 4 倍, 图 1.5.4.2 (g) 表示将 X 方向的速度设为 Y 方向的速度的 8 倍时的搜索轨道。

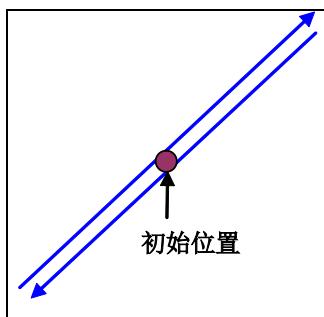


图 1.5.4.2 (e) 搜索轨道 (1/3)

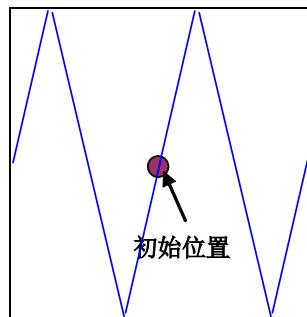


图 1.5.4.2 (f) 搜索轨道 (1/3)

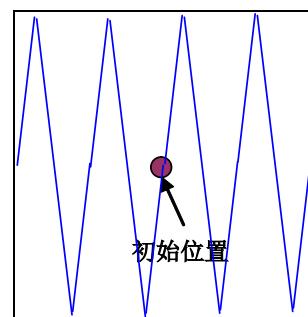


图 1.5.4.2 (g) 搜索轨道 (1/3)

越增大 X 和 Y 的速度比, 搜索轨道将变得越细, 可望提高搜索的成功率。但是, 如果过于增大速度比, 缓慢动作方向的速度将会随之放慢, 导致搜索时间延长。请根据工件设置适当的速度比。

目标力、目标扭矩

目标力、目标扭矩是向搜索方向施加的力 (或者扭矩) 的目标值。搜索方向的力 (或者扭矩) 到达此参数中指定的值时, 将速度 (或者角速度) 设为“0”, 按如下所示方动作。

- (1) 参数的反向开关处于“ON”时 (通常处于“ON”)

向摆动动作转移。摆动动作, 是使得力 (或者扭矩) 微少振动的动作。振动的频率由参数的“摆动频率”指定, 只在“摆动时间”内继续此动作。即使经过“摆动时间”, 在没有到达“搜索结束深度”时, 也会使得速度反转而重新开始搜索。反转的次数超过“重试次数”时, 会发出“报警 420”。
- (2) 参数的反向开关处于“OFF”时

向摆动动作转移。即使经过“重试次数”×“摆动时间”, 在没有到达“搜索结束深度”时, 也会发出“报警 420”。

1.5.4.3 搜索

概要

“搜索”功能最多可对 5 个方向进行搜索。

设置画面有 4 种, 包括用户必须设置的“基本参数设置”画面、“搜索基本参数”画面、以及仅在必要时设置的“高级参数设置”画面、“搜索高级参数设置”画面。



图 1.5.4.3 (a) "搜索"的画面 (1/2)

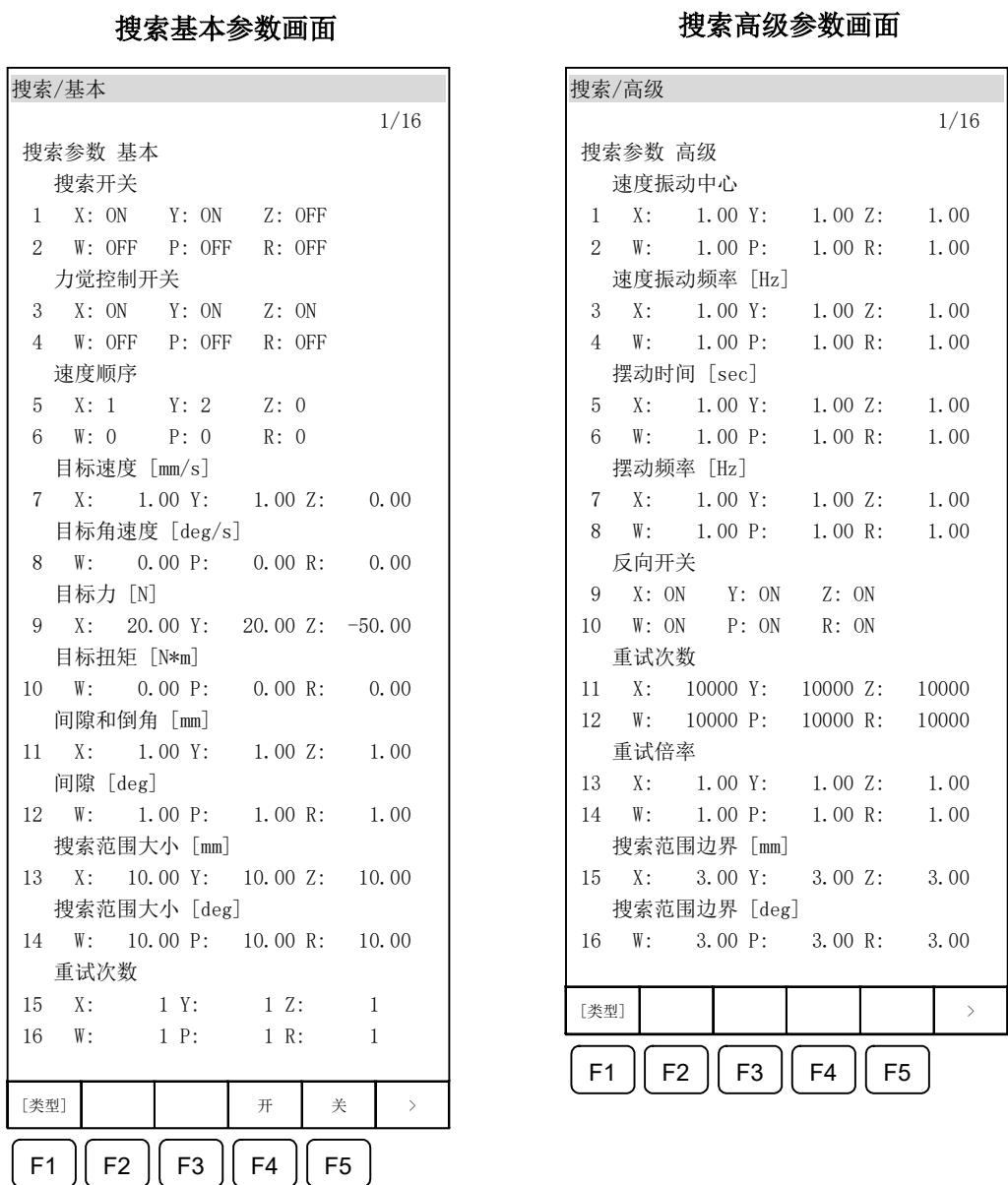


图 1.5.4.3 (b) "搜索"的画面 (2/2)

搜索相关参数的调整步骤

- 1 显示搜索功能的“基本参数设置”画面。
- 2 设置“插入方向”、“用户坐标系编号”、“工具坐标系编号”、“搜索结束深度”。
- 3 确定希望搜索的方向，设置“搜索基本参数”画面中的“搜索开关”、“力觉控制开关”。
针对“搜索开关”置于“ON”的方向，务必将“力觉控制开关”也置于“ON”。
- 4 针对搜索功能有效开启的方向设置“速度顺序”。
- 5 执行“力觉控制增益自动调整”。
(请参阅“基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令”。)
- 6 设置上述以外的“基本参数设置”画面、包括“搜索基本参数设置”画面中的参数设置。
- 7 根据设置需要，在“高级参数设置”画面中、设置需要的参数。

注释

有关力觉控制命令的编程概要，请参阅“基本功能篇 1.1 注意和限制事项”，“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。

下面示出在力觉控制增益自动调整完成后，调整其他参数的方法。

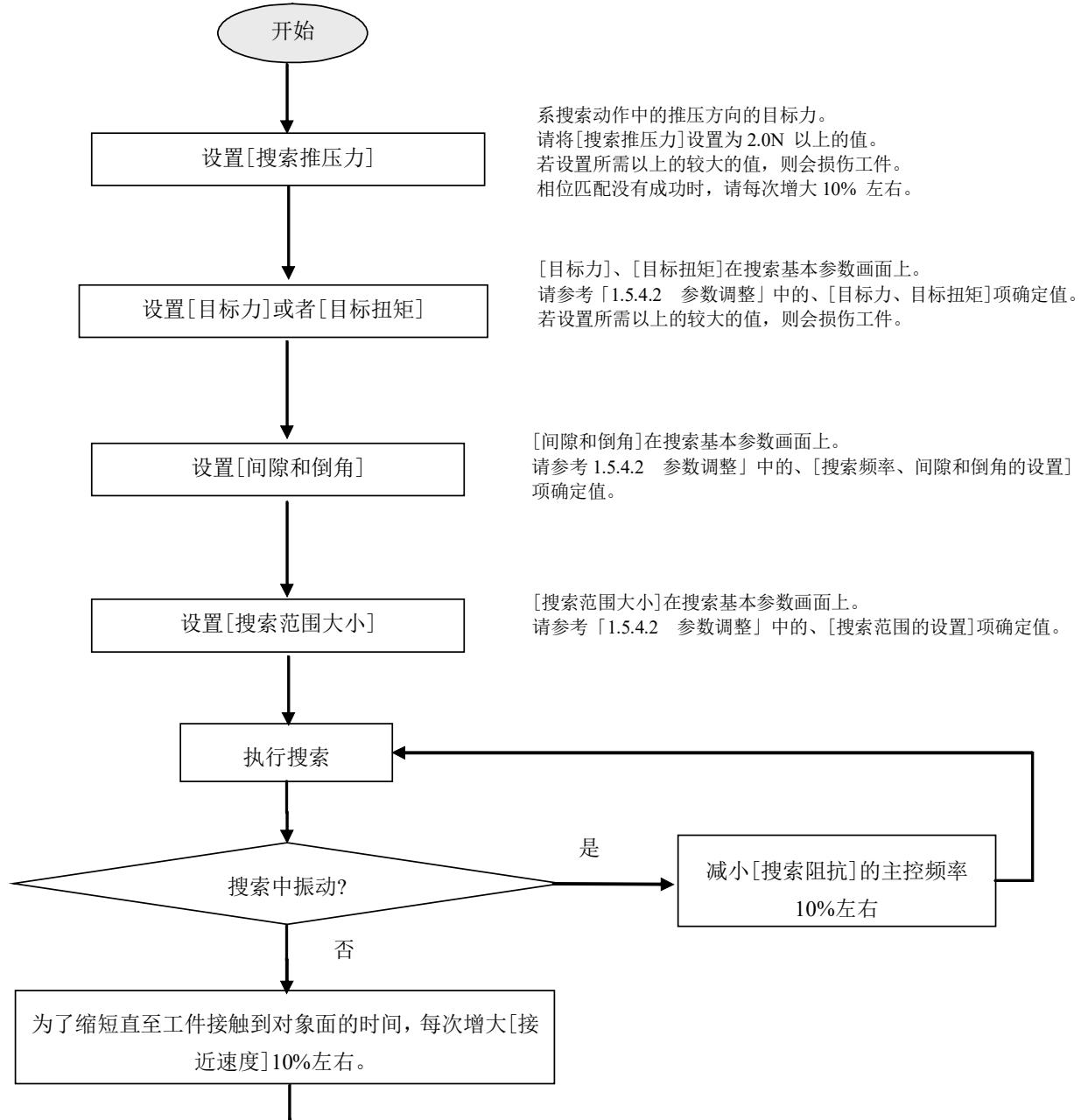


图 1.5.4.3 (c) 其他参数的调整方法 (1/2)

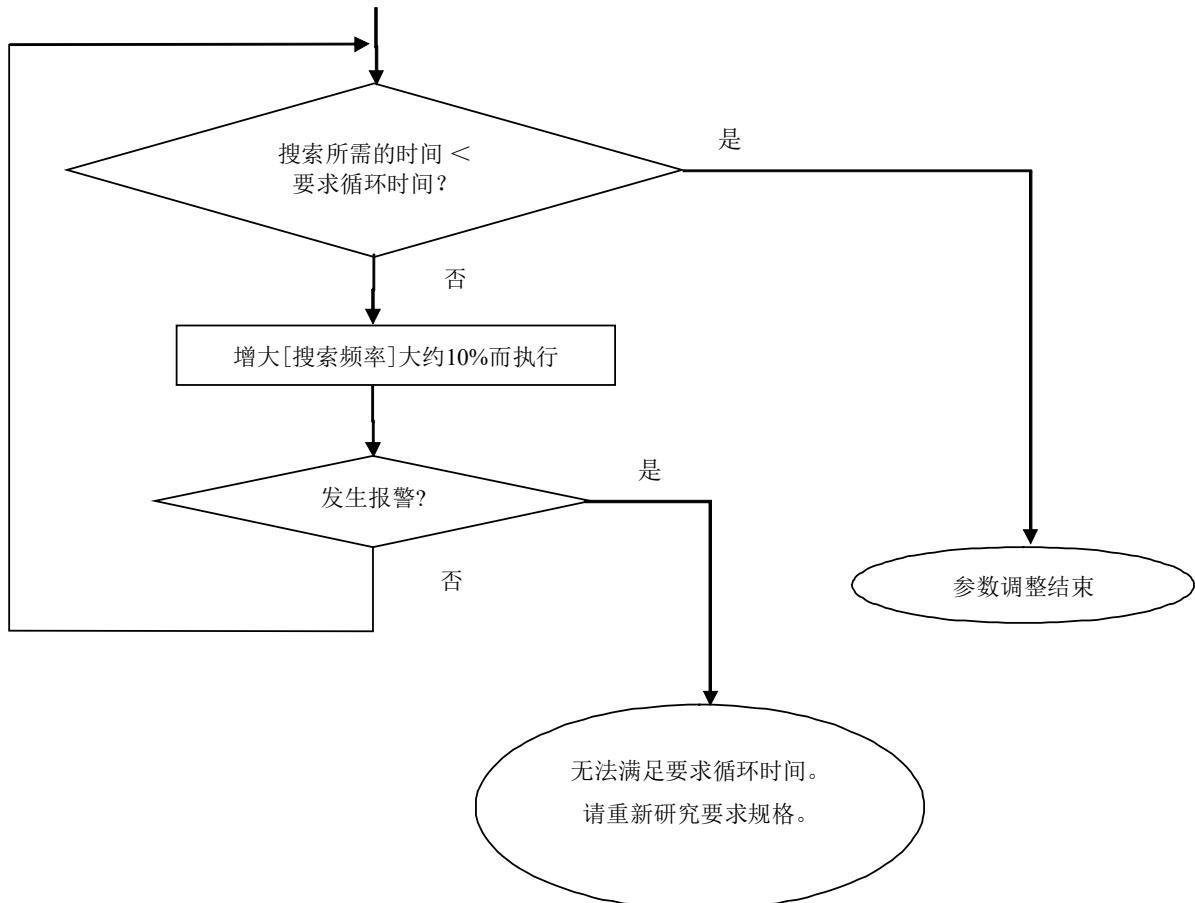


图 1.5.4.3 (d) 其他参数的调整方法 (2/2)

“基本参数设置”画面

以下为“基本参数设置”画面（搜索）的内容及设置项目。

表 1.5.4.3 (a) “基本参数设置”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这里选择“搜索”。
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）”
“用户坐标系编号”	输入要在搜索时使用的用户坐标系的编号。 (输入按“基本功能篇 1.2 示教步骤”设置的用户坐标系的编号。) “标准值：UF：0”
“工具坐标系编号”	输入要在搜索时使用的工具坐标系的编号。 (输入按“基本功能篇 1.2 示教步骤”设置的工具坐标系的编号。) “标准值：TF：1”
“插入方向”	以设置的用户坐标系输入插入方向。 “标准值：-Z”
“搜索结束深度”	输入力觉控制开始（接近点）～结束搜索之间的深度。 “标准值：5.00 mm”
“插入深度个体差异(+)”	因工件个体差异，装配进行到“搜索结束深度”以上时，输入表示允许装配到何处的容许量。 如果装配超过（搜索结束深度-插入深度个体差异(+)此值），则会发生报警。 “标准值：3.00 mm”
“插入深度个体差异(-)”	因工件个体差异，装配未达到“搜索结束深度”时，输入表示允许装配到何处的容许量。 如果达到（搜索结束深度-此值），则会判断为装配成功。 “标准值：0.00 mm”

项目	说明
"接近速度"	输入接触作业对象的目标动作速度。 "标准值: 1.00 mm/s"
"搜索插入速度"	输入要在搜索时插入工件的目标速度。 "标准值: 0.00 mm/s"
"接触力判断阈值"	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 "标准值: 10.00 N" ⚠ 注意 设置"接触力阈值"时, 会在接触后开始实际装配动作, 如果此值过大, 则可能会导致循环时间延长。
"搜索推压力"	输入搜索时向装配面推压工件的目标力值。 当位置及相位相互匹配却无法插入时, 应增大此值, 当被装配工件与装配工件一起转动时, 应减小此值。 "标准值: 30.00 N" 注释 更改"搜索推压力"时, 应每次逐级微调 1 成左右。
"搜索基本参数"	按照以下步骤, 切换至用于决定搜索轨道的参数中基本参数设置的"搜索基本参数"画面。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"基本", 在机器人控制装置的示教器上按下"Enter"键。显示"搜索基本参数"画面。 (有关可通过"搜索基本参数"画面设置的参数, 请参阅"搜索基本参数"画面的设置项目。)
"搜索后推压时间"	在判断为搜索成功时, 为了吸收上述插入深度个体差异, 向着装配进行中的方向执行推压动作。输入推压时间。 "标准值: 0.00 sec"
"搜索时间上限"	搜索时间, 是指在接触到作业对象开始搜索动作后, 直至判断为搜索成功的时间。输入该时间的上限值。 在经过此时间后, 仍然没有到达"搜索结束深度"时会发出报警。另外, 在判断为搜索成功后进行的推压动作的时间, 不包含在装配时间中。 (请参阅"搜索后推压时间"。) "标准值: 20.00 sec"
"力觉控制增益自动修改开关"	在力觉控制增益自动调整中使用的开关。 执行力觉控制增益的自动调整时, 设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。) "标准值: OFF"
"上一次结果"	显示"力觉增益自动修正"的上一次结果。 "标准值: 无更改"
"力觉控制增益"	向设置力觉控制增益的画面切换。 <ul style="list-style-type: none">将光标指向此行, 按下"ENTER"输入键, 则会向"力觉控制增益"画面切换。 (有关可从此画面进行设置的参数, 请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)"。)
"G F S"	"G"表示示教时的运动组、"F"表示力觉控制的编号、"S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

"搜索基本参数"画面

此画面的参数, 在使用"搜索"时必须进行设置。

各参数包括"X"、"Y"、"Z"、"W"、"P"、"R"这 6 个方向。

表 1.5.4.3 (b) "搜索基本参数"画面

项目	说明
"搜索开关"	可在"ON"和"OFF"之间切换, 以确定是否针对各方向进行搜索。 对于此开关处于 ON 的方向进行搜索。譬如, 如果对 X、Y、W 方向进行搜索, 则将该方向设为 ON, 将除此以外的 Z、P、R 方向设为 OFF。 如果将其置于 ON, 则还与该方向的"力觉控制开关"联动而成为 ON。 置于"OFF"时, 该方向的"力觉控制开关"的"ON"和"OFF"不变化。 "标准值: X: ON Y: ON Z: OFF W: OFF P: OFF R: OFF"

项目	说明
"力觉控制有效开关"	可在"ON"和"OFF"之间切换, 以确定是否针对各方向进行力觉控制。 对于此开关处于 ON 的方向进行力觉控制。 不会向此开关处于 OFF 的方向移动。 "标准值: X: ON Y: ON Z: ON W: OFF P: OFF R: OFF"
"目标速度"	使得工件动作的速度(角速度)的目标值。
"目标角速度"	"标准值: X: 1.00 Y: 1.00 Z: 0.00"(单位: mm/s) "标准值: W: 0.00 P: 0.00 R: 0.00"(单位: deg/s)
"目标力" "目标扭矩"	输入搜索方向的"目标力"(目标扭矩)。 在几乎没有运动下发生"FORC-264"或者"FORC-420"错误这样的情况下, 请每次增大此值1~2成左右。 "搜索高级参数设置"画面的"反向开关"处于"ON"(默认值)时, 产生的力矩或扭矩达到该值时, 将自动反转工件的行进方向或者旋转方向。相反, 在经过位置或者相位一致的场所时, 将此值每次减小1~2成左右。 (请参阅"基本功能篇 1.5.4.2 参数调整"中的、"目标力、目标扭矩"项确定值。) "标准值: X: 20.00 Y: 20.00 Z: -30.00"(单位: N) "标准值: W: 0.00 P: 0.00 R: 0.00"(单位: N*m)
"搜索范围大小"	确定各个搜索方向的搜索范围, 并将其大小输入此参数栏。 (请参阅"基本功能篇 1.5.4.2 参数调整"中的、"搜索范围的设置"项确定值。) "标准值: X: 10.00 Y: 10.00 Z: 10.00"(单位: mm) "标准值: W: 10.00 P: 10.00 R: 10.00"(单位: deg)

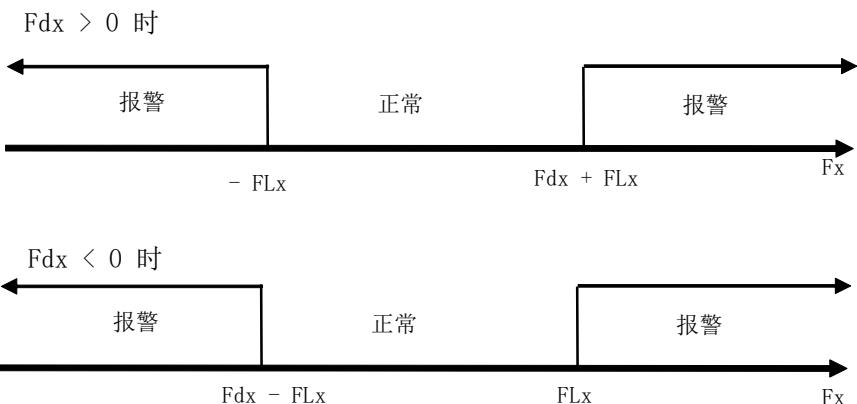
"高级参数设置"画面

以下为"高级参数设置"画面(搜索)的内容及设置项目。

表 1.5.4.3 (c) "高级参数设置"画面

项目	说明
"功能"	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这种情况下选择"搜索"。
"注释"	请输入用于识别参数表数据的注释。 "最大字符数: 全角8个字符(半角16个字符)"
"简易自定义开关"	连续执行力觉控制时进行设置。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果将"简易自定义开关"置于"ON", 则可在任意的力觉控制参数表后执行。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: OFF"
"最多连续重试次数"	输入整数, 以指定能够连续几次执行已有效开启简易自定义功能的力觉控制参数表。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: 1"
"自定义父级编号"	连续执行力觉控制时输入。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) "标准值: 0"
"自定义参数连动"	连续执行力觉控制时进行设置。可从"双方向"、"父到子"、"子到父"、"OFF"之中选择。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) "标准值: OFF"
"自定义自动连续执行开关" (自定义自动连续执行)	只指定顶层的父级编号, 自动地连续执行通过自定义功能连接起来的一系列的力觉控制参数表数据的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 在进行自定义自动连续执行的参数表数据中, 不管父级、子级如何, 都要将其设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。) "标准值: OFF"
"自动连续执行子级编号" (自定义自动连续执行)	输入通过"自定义自动连续执行"功能后续需要执行的参数表数据编号。 对于由此参数指定的参数表数据, 请在"高级参数设置"的"自定义父级编号"中指定此参数表数据的编号。 能够通过自定义自动连续执行而连接起来的力觉控制的参数表数据数至多为10个。 "标准值: 0"

项目	说明
"参数表编号输出数值寄存器编号" (自定义自动连续执行)	<p>输入用于输出"自定义自动连续执行"功能执行状态的寄存器编号。</p> <p>执行"自定义自动连续执行"执行时,输出执行中的参数表数据的编号。通过"自定义自动连续执行"而连接起来的一系列的参数表,直至最后正常结束时,向寄存器输出"0"。</p> <p>"参数表编号输出数值寄存器编号"的值,只使用通过自定义功能连接起来的一系列"力觉控制参数表"的顶层父级值。子级值即使予以设置也不会被使用。</p> <p>顶层父级的"参数表编号输出数值寄存器编号"的值如果是"0",则不会向寄存器输出值。</p> <p>自定义自动连续执行下的力觉控制失败时,通过浏览这里指定的寄存器中设置的值,就可以了解失败的参数表数据的编号。</p> <p>"标准值: 0"</p>
"用户坐标系补偿"	<p>使用 iRVision 来对在作业对象面中设置的用户坐标系进行补偿的开关。在作业对象的倾斜有可能变化时有效。可从"OFF"、"位置寄存器"、"视觉寄存器"之中选择。</p> <p>需要与位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令并用。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿"。)</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"搜索加减速时间"	<p>输入搜索速度的加减速时间常数。</p> <p>"标准值: 0.100 sec"</p>
"搜索减速深度比率"	<p>只要插入进展到"基本参数设置"的"搜索结束深度" \times "搜索减速深度比率" / 100, 就将搜索方向的速度(角速度)减速至"基本参数设置"中的"目标速度(角速度)" \times 0.1。</p> <p>尽管位置及相位匹配,但继续强行深入可能导致工件受损或停止装配时,系统将按照设置的比例缩小当前值输入。</p> <p>"标准值: 95.00 %"</p>
"搜索高级参数"	<p>"搜索高级参数"是用于确定搜索轨道的参数。可在"搜索高级参数"画面设置提高搜索性能所需的参数。</p> <p>按照以下步骤切换至"搜索高级参数"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 移动光标至"高级",在机器人控制装置的示教器上按下"Enter"键。 <p>显示"搜索高级参数"画面。</p> <p>(请参阅"搜索高级参数"画面。)</p>
"冷却开关"	<p>将装配结束后使得推压的力减弱叫做"冷却"。是用于冷却的开关,可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>装配结束后,在松开机械手时,冲击大且工件振动的情况下有效。</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"冷却时间"	<p>输入开始冷却至冷却结束的时间。</p> <p>"标准值: 1.00 sec"</p>
"冷却比率"	<p>输入相对于推压力的冷却比率。</p> <p>最终力减少为"搜索推压力" \times "冷却比率" / 100。</p> <p>"100%"时,实质上不进行冷却,在"0.00 %"下力完全成为0。</p> <p>"标准值: 100.00 %"</p>
"初始推压力" (图 1.5.4.3(e))	<p>输入开始插入时的目标力。</p> <p>在最初希望以较小的力装配时有效。</p> <p>伴随着插入的进程,插入中的目标力将会逐渐靠近"基本参数设置"中的"搜索推压力"。此功能仅在执行装配动作时有效。</p> <p>"标准值: 30.00N"</p> <p>图 1.5.4.3(e) 初始力深度</p>

项目	说明
"力的上限" (图 1.5.4.3(f))	<p>搜索过程中产生的力满足图 1.5.4.3 (e) 所示条件时发出报警。</p> <p>搜索中发生的力满足下式时会发出报警"FORC-216 - FORC-221"。首先, 请参阅"附录 B 力觉控制报警代码", 排除报警的原因。</p> <p>报警难于消除时, 请增大"力的上限"值。</p> <p>就 X、Y、Z 这 3 个方向的力和 W、P、R 这 3 个方向的力矩予以设置。</p> <p>譬如, 就 X 方向示出如下:</p> <p>$Fdx > 0$ 时, $Fx < -FLx$ 或者 $Fx > Fdx + FLx$</p> <p>$Fdx < 0$ 时, $Fx > FLx$ 或者 $Fx < Fdx - FLx$</p> <p>时会发出报警。</p> <p>Fx : X 方向的检出力 FLx : X 方向的力容许值 Fdx : X 方向的力指令值</p> <p>有关 Y、Z、W、P、R, 同样的关系也成立。</p> <p>"标准值: X: 200.00 Y: 200.00 Z: 200.00 N W: 15.00 P: 15.00 R: 15.00 N*m"</p> 
"扭矩偏移补偿开关"	<p>是用于扭矩偏移补偿的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果将此开关置于"ON", 则使用如下的"扭矩偏移量 W"、"扭矩偏移量 P"、"扭矩偏移量 R"、"扭矩偏移取得时推力", 进行扭矩误差的补偿。</p> <p>※ 请在将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON"之前, 执行"扭矩误差取得命令"。 (请参阅"基本功能篇 1.11.3 扭矩误差取得命令"。)</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"扭矩偏移量"	<p>通过"扭矩误差取得", 根据实际以"扭矩偏移取得时推力"推压时的力觉传感器的力矩信息进行推算、设置的值。W、P、R 表示所使用的用户坐标系 (UF) 分别绕 X 轴、绕 Y 轴、绕 Z 轴旋转。如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。(这些值无法变更。)</p> <p>"标准值: W: 0.000 N*m P: 0.000 N*m R: 0.000 N*m"</p>
"扭矩偏移取得时推力"	<p>"扭矩误差取得"时实际推压的力, 被作为此值设置。</p> <p>如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。 (此值无法变更。)</p> <p>"标准值: 30.00 N"</p>
"恒定速度开关"	<p>为了在反作用力突然消失的情况下, 速度也不会成为过大, 用来防止摆动的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>为"ON"时, 搜索期间的"插入方向"的速度限制如下。</p> <ul style="list-style-type: none"> "基本参数设置"画面的"搜索插入速度"为"0"时, 请勿超过"速度常数"。 "基本参数设置"画面的"搜索插入速度为"0"以外时, 请勿超过"基本参数设置"画面的"搜索插入速度", 而与"速度常数"值无关。 <p>为"OFF"时, 不会进行速度限制。</p> <p>"标准值: ON"</p>
"速度常数"	<p>是用于确定搜索期间的"插入方向"的速度上限值的参数。</p> <p>请一并参阅上面的"恒定速度开关"。</p> <p>"标准值: 5.00 mm/s"</p>

项目	说明
"力结束判断开关"	用来确认是否产生了适当的力而结束的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果将"力结束判断开关"置为"ON"，工件插入到指定深度后，则会在"力判断结果"为"成功"时结束力觉控制。 即使超过"基本参数设置"画面的"搜索时间上限"，但如果"力判断结果"不是"成功"，也会发生报警。 ("力结束判断开关"与"扭矩结束判断开关"均为"ON"时，将工件插入到指定深度后，如果双方的判断均为"成功"，则会结束力觉控制。) "标准值: OFF"
"最小力比率"	是用于判断是否发生适当力的值。以比率的形式进行输入。 将工件插入到指定深度后，如果发生的"插入方向"的力的大小大于"最小力比率"×"搜索推压力"/100，"力判断结果"则会变为"成功"。 在未满足上述条件的状态下超过"搜索时间上限"时，"力判断结果"会变为"失败"。 "标准值: 80.00 %"
"力判断结果"	显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"搜索"结束时的"力判断结果"。 未在将"力结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时，会显示"---"。 "标准值: ----"
"力平均值"	显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"搜索"结束时的"插入方向"的力的大小。 "标准值: Z: 0.00 N"
"扭矩结束判断开关"	用来确认所发生的扭矩是否小至适当的值而结束的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果将"扭矩结束判断开关"置为"ON"并将工件插入到指定深度，则会在"扭矩判断结果"为"成功"时结束力觉控制。 即使超过"基本参数设置"画面的"搜索时间上限"，但如果"扭矩判断结果"不是"成功"，也会发生报警。 ("力结束判断开关"与"扭矩结束判断开关"均为"ON"时，将工件插入到指定深度后，如果双方的判断均为"成功"，则会结束力觉控制。) "标准值: OFF"
"最大扭矩"	输入用于判断发生的扭矩是否降低到适当值的值。 将工件插入到指定深度后，如果发生的"插入方向"的轴以外的轴旋转扭矩为"最大扭矩"以下，"扭矩判断结果"则会变为"成功"。"标准值: 0.50 N*m"
"扭矩判断结果"	显示将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的"搜索"结束时的"扭矩判断结果"。 未在将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时，会显示"---"。"标准值: ----"
"扭矩平均值"	显示将"扭矩结束判断开关"置为"ON"的"搜索"结束时的"插入方向"的轴以外的轴旋转扭矩大小。 ("插入方向"的轴为Z时，会显示表示X轴旋转的W以及表示Y轴旋转的P。同样地，X时显示P与R；Y时显示W与R。)"标准值: W: 0.00 N*m P: 0.00 N*m"
"接近加速时间"	输入从力觉控制命令开始直至速度达到"基本参数设置"画面的"接近速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec"
"搜索加减速时间"	输入从力超过"基本参数设置"画面的"接触判定值"后，直至速度达到"基本参数设置"画面的"搜索中插入速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec"
"力降噪开关"	从力觉数据除掉较大杂讯的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时，将从力觉数据中去除较大杂讯。 是在如下情况下有用的功能： <ul style="list-style-type: none">• 工具和工件较重的情形• 使用具有振动源的工具的情形 "标准值: OFF"
"出错时信号输出开关"	在力觉控制执行中出错时，输出所指定信号的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时，如果力觉控制执行过程中出错，将输出指定的信号。 "标准值: OFF"
"输出信号类型" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下，选择当力觉控制执行过程中出错时需要输出的信号类型。 可指定的信号的种类为"DO"、"RO"、"FLAG (旗标)"。 "标准值: DO"

项目	说明
"输出信号编号" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下当力觉控制执行过程中出错时,需要输入输出的信号编号。 "标准值: 0"
"用数值寄存器结束力觉控制"	在力觉控制中监控寄存器值,除通常的结束条件外,还在寄存器的值发生变化时用来结束力觉控制的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 通常情况时,如果插入深度达到"搜索结束深度",则会结束"搜索"。另外,"力结束判断开关"和"扭矩结束判断开关"其中之一或双方均为"ON"时,插入深度达到"装配深度(目标值)"后,会继续进行装配动作,直至为"ON"的所有功能的判断结果都变为"成功"。如果将本开关置于"ON",则不管上述条件如何,由"结束用数值寄存器编号"所指定的寄存器成为"1"时就结束。 "标准值: OFF"
"结束用数值寄存器编号"	"用数值寄存器结束力觉控制"处于"ON"时,按如下方式动作。 <ul style="list-style-type: none"> 此编号的寄存器在此参数表的力觉控制命令开始时会自动地成为"0"。 如果此编号的寄存器成为"1",则使用了此参数表的力觉控制命令就会结束。 "标准值: 0"
"推压力变更开关"	此开关用于将按已设置插入方向推压力的周期进行变动的功能置为有效。可在"ON"和"OFF"之间切换。 插入期间因发生撬动而无法动作时、发生随工件旋转或工件内部存在离合器等游动部分时,此功能有助于提高成功率。
"推压力下限"	"推压力变更开关"为"ON"时,在"推压力下限"~"基本参数设置"画面的"搜索推压力"之间的范围内,推压力会以正弦波形状进行变化。
"推压力频率"	"推压力变更开关"为"ON"时,推压力会按"推压力频率"的周期以正弦波形状进行变化。
"G F S"	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

"搜索高级参数"画面

此画面的参数包括"X"、"Y"、"Z"、"W"、"P"、"R"这6个方向。

表 1.5.4.3 (d) "搜索高级参数"画面

项目	说明
"速度振动中心"	需使搜索过程中的"目标速度(角速度)"振动时,输入"0"~"1"。以便搜索过程中的"目标速度(角速度)"按照下式变化。 $V = Vd * \{ (1 - C) * \cos(2\pi ft) + C \}$ <p> V : 搜索中的目标速度(角速度) Vd : 目标速度(角速度)…搜索基本参数画面的参数 C : 速度振动中心 f : 速度振动频率 t : 时间 </p> <p>设置"0"时, "目标速度(角速度)"成为速度的振幅,未经移动当场就振动。 设置"1"时,振幅为"0",在"目标速度(角速度)"下成为恒速(角速度)的动作。 "标准值: X: 1.00 Y: 1.00 Z: 1.00 W: 1.00 P: 1.00 R: 1.00" (不振动的设置)</p>

项目	说明
“速度振动频率” (图 1.5.4.3 (g))	<p>“速度(角速度)振动中心”为不到“1”的值时, 目标速度(角速度)以此参数中规定的频率振动。</p> <p>请在“0.1”~“3”Hz 的范围内进行设置。</p> <p>“标准值: X: 1.00 Y: 1.00 Z: 1.00 W: 1.00 P: 1.00 R: 1.00”</p> <p>“单位: Hz”</p>
“摆动时间”	<p>摆动动作在搜索中, 在位置或者角度一致的位置使得力或者扭矩进行微小振动的动作。仅在此参数中输入的时间内执行摆动动作。</p> <p>“标准值: X: 1.00 Y: 1.00 Z: 1.00 W: 1.00 P: 1.00 R: 1.00”</p> <p>“单位: sec”</p>
“摆动频率”	<p>输入摆动动作的振动频率。</p> <p>“标准值: X: 1.00 Y: 1.00 Z: 1.00 W: 1.00 P: 1.00 R: 1.00”</p> <p>“单位: Hz”</p>
“反向开关”	<p>在即使进行摆动动作也无法插入时、或到达了搜索范围的上限时, 指定是否使得搜索方向反转的开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。</p> <p>此开关处于“OFF”时, 如果到达搜索范围的上限, 则在该处搜索结束。</p> <p>此开关处于“ON”时, 即使到达搜索范围的上限, 也会使得方向反转而继续搜索。</p> <p>“标准值: X: ON Y: ON Z: ON W: ON P: ON R: ON”</p>
“重试次数”	<p>输入执行摆动动作后仍无法插入时或到达搜索范围上限后“反向开关”处于“ON”时反向的重复次数。</p> <p>反转的次数如果在这里指定的值以上, 则会发出“FORC-420: 搜索重试次数超出”错误。频繁发生此错误时, 请将此参数变更为较大的值。</p> <p>“标准值: X: 10000 Y: 10000 Z: 10000 W: 10000 P: 10000 R: 10000”</p>
重试倍率	<p>在即使进行摆动动作也无法装配时、或到达搜索范围的上限而“反向开关”处于“ON”时, 反复进行反转, 其次数相当于由“重试次数”所指定的值。每次反向时, “目标力”或“目标扭矩”乘以这里输入的倍率所得出的值即为重新进行搜索时的目标力或目标扭矩。搜索的重试频繁发生时, 请将这里指定的值增大(或减小)1~2成左右。</p> <p>“标准值: X: 1.00 Y: 1.00 Z: 1.00 W: 1.00 P: 1.00 R: 1.00”</p>
搜索范围边界	<p>在“搜索基本参数设置”画面中的“搜索范围大小”所指定范围内进行搜索时, 如果移动达到搜索范围上限+此参数, 系统将发出报警。输入作为边界的范围值。</p> <p>“标准值: X: 3.00 Y: 3.00 Z: 3.00”(单位: mm)</p> <p>“标准值: W: 3.00 P: 3.00 R: 3.00”(单位: deg)</p>

功能键

在“基本参数设置”画面（搜索）及“高级参数设置”画面（搜索）使用的功能键如下。

表 1.5.4.3 (e) 功能键

按键	显示名	说明
F1	“类型”	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	“选择”	切换至其他参数表数据编号的画面。
	ON	将设定值设置为“ON”。
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。
F5	高级	切换至“高级参数设置”画面。
	基本	切换至“基本参数设置”画面。
	OFF	将设定值设置为“OFF”。

1.5.4.4 相位搜索

概要

“相位搜索”功能中将针对围绕装配轴旋转的方向进行搜索。

设置画面有 3 种，包括用户必须设置的“基本参数设置”画面、与仅在必要时设置的“高级参数设置”画面、“相位匹配高级参数”画面。

注

- 1 机器人为 CRX 且软件版本为 7DF5/08 以后时，进行“相位搜索”时也可以使用“内置传感器”。此时，不需要外挂力觉传感器。但相位搜索时的旋转轴需要与机器人的手腕轴 J6 一致。
- 2 支持参数自动调整的机型与不支持参数自动调整的机型的显示各不相同。
- 3 机器人软件版本为 7DF5/07 以前时，“基本数据设置”画面上没有“2 传感器”。



图 1.5.4.4 (a) "相位搜索"的画面 (1/2)

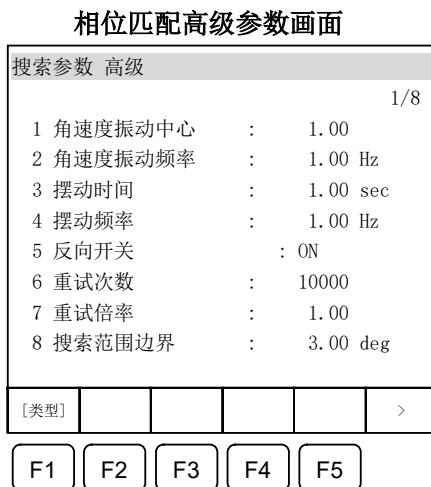


图 1.5.4.4 (b) "相位搜索"的画面 (2/2)

相位搜索的参数调整步骤

- 1 显示"相位搜索"功能的"基本参数设置"画面。
- 2 设置"插入方向"、"用户坐标系编号"、"工具坐标系编号"、"相位匹配末端深度"。
- 3 支持参数自动调整的机型时，会执行"参数自动调整"。
(详情请参阅"基本功能篇 1.10 力觉控制参数自动调整"。)
不支持参数自动调整的机型时，会执行"力觉控制增益自动调整"。
(请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。)
- 4 设置除上述之外的"基本参数设置"画面中的其他参数。
- 5 根据需要设置"高级参数设置"画面、"相位匹配高级参数"画面中的参数。

注释

有关力觉控制命令的编程概要，请参阅"基本功能篇 1.1 注意和限制事项"，"基本功能篇 1.2 示教的步骤"。

下面示出在力觉控制增益自动调整完成后，调整其他参数的方法。

(已执行"参数自动调整"时，无需下述步骤。)

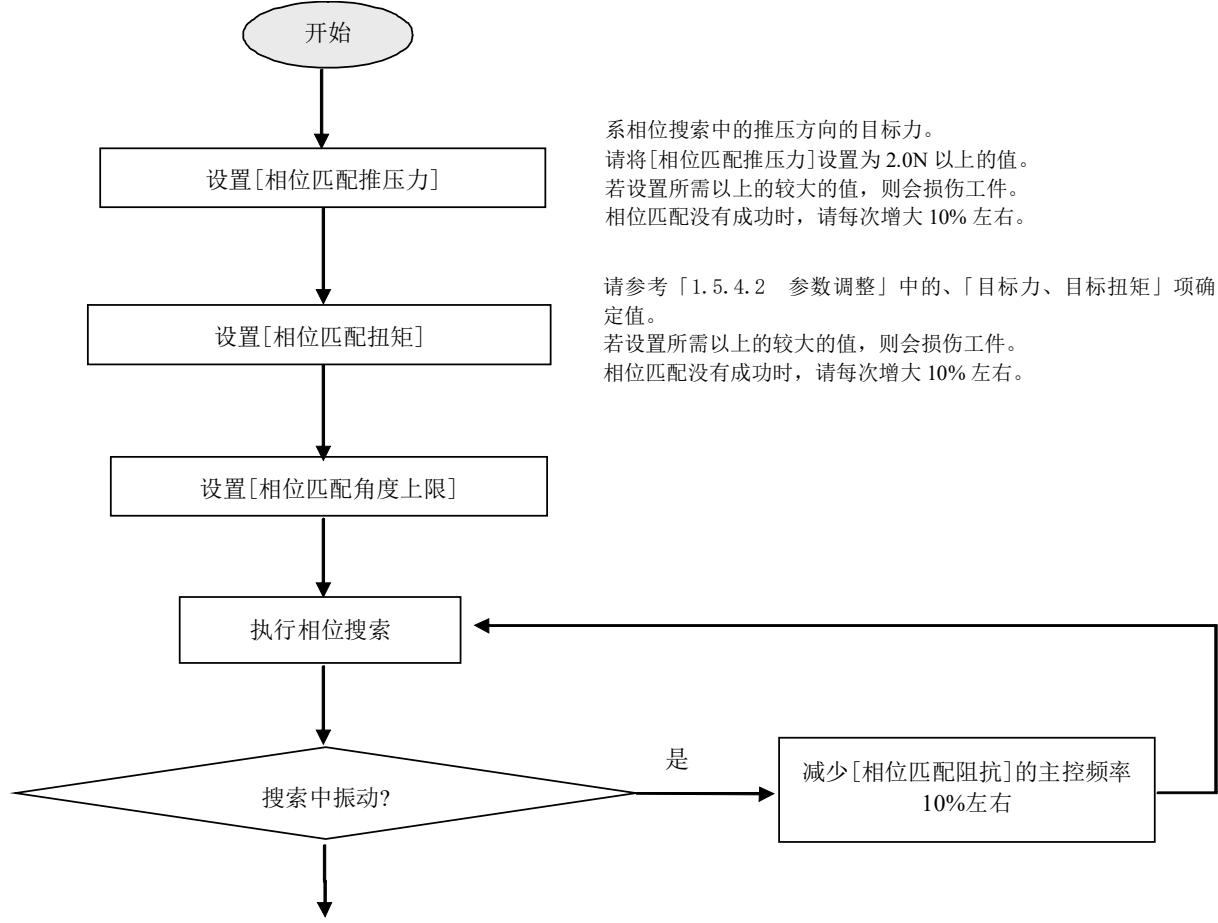


图 1.5.4.4 (c) 其他参数的调整方法 (1/2)

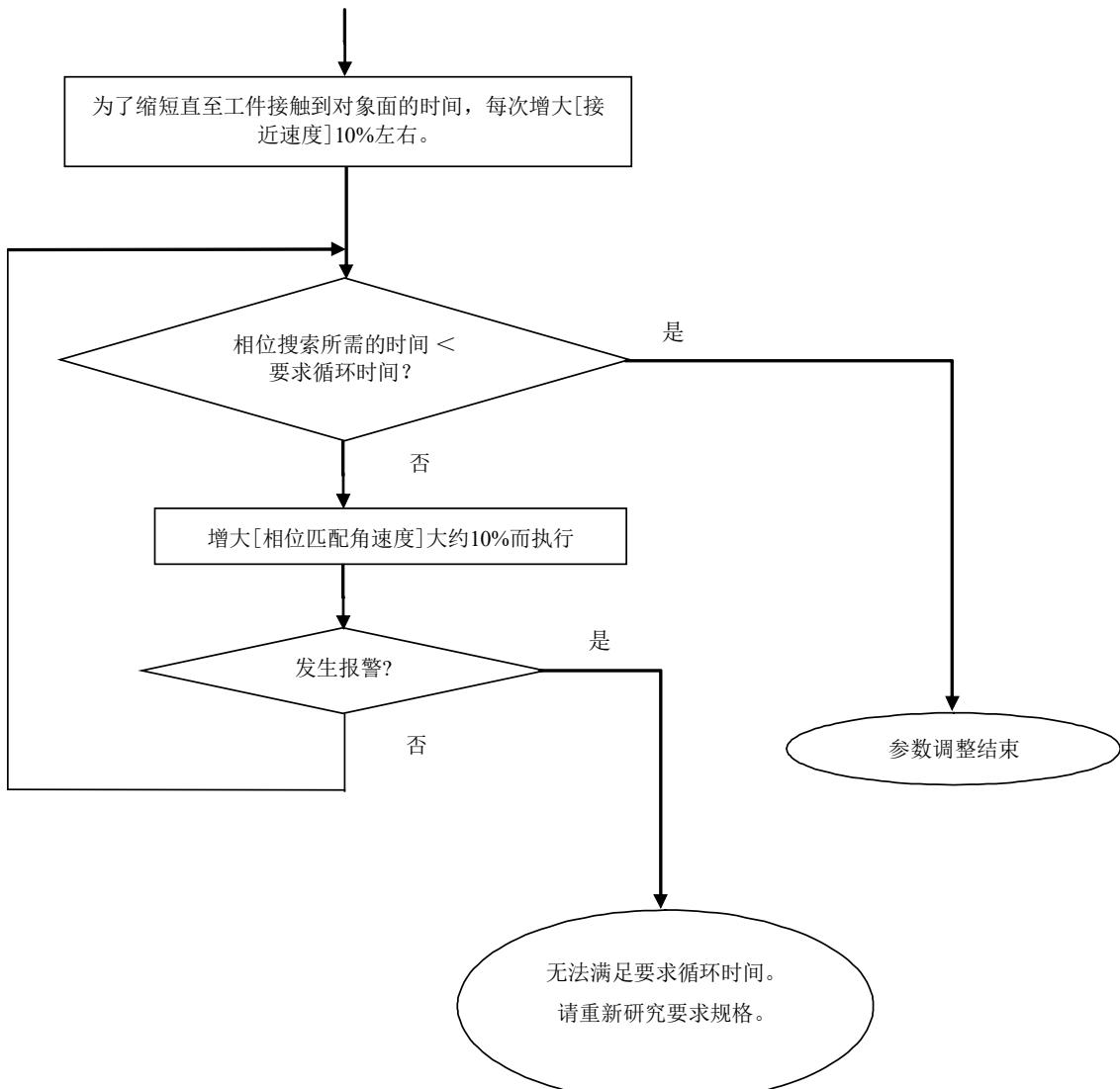


图 1.5.4.4 (d) 其他参数的调整方法 (2/2)

“基本参数设置”画面

以下为“基本参数设置”画面（相位搜索）的内容及设置项目。

表 1.5.4.4 (a) “基本参数设置”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这种情况下选择“相位搜索”。
“传感器类型”	选择要使用的传感器的类型。CRX 系列时，可选择“外挂力觉传感器”、“内置传感器”。“内置传感器”时，无需力觉传感器。 CRX 系列以外的机器人时，会自动变为“外挂力觉传感器”，不能更改。 “标准值：外挂力觉传感器”
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）”
“用户坐标系编号”	输入要在搜索时使用的用户坐标系的编号。 (输入按“基本功能篇 1.2 示教步骤”设置的用户坐标系的编号。) “标准值：UF：0”
“工具坐标系编号”	输入要在搜索时使用的工具坐标系的编号。 (输入按“基本功能篇 1.2 示教步骤”设置的工具坐标系的编号。) “标准值：TF：1”

项目	说明
"插入方向"	以设置的用户坐标系输入插入方向。 "标准值: -Z"
"相位匹配结束深度"	相位匹配时, 输入进行一定量的装配即可判断为相位匹配成功并结束的阈值。 "标准值: 5.00 mm"
"插入深度个体差异(+)"	因工件个体差异, 装配进行到"相位匹配结束深度"以上时, 输入表示允许装配到何处的容许量。 如果装配超过(相位匹配结束深度-插入深度个体差异(-)+此值), 则会发生报警。 "标准值: 3.00 mm"
"插入深度个体差异(-)"	因工件个体差异, 装配未达到"相位匹配结束深度"时, 输入表示允许装配到何处的容许量。 如果达到(相位匹配结束深度-此值), 则会判断为装配成功。 "标准值: 0.00 mm"
"接近速度"	触摸到作业对象之前, 接近目标物的速度。 "标准值: 1.00 mm/s" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。
"相位匹配插入速度"	输入要在相位匹配时插入工件的目标速度。 "标准值: 不支持自动调整的机型为 0.00 mm/s、支持自动调整的机型为 2.00 mm/s" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。
"接触力判断阈值"	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 "标准值: 10.00 N" ⚠ 注意 设置"接触力阈值"时, 会在接触后开始实际装配动作, 如果此值过大, 则可能导致循环时间延长。
"相位匹配推压力"	输入相位匹配时向装配面推压工件的目标力值。 当相位匹配却无法插入时, 应增大此值, 当被装配工件随相位匹配的旋转而一起转动时, 应减小此值。 "标准值: 不支持自动调整的机型为 30.00 N、支持自动调整的机型为 15.00 N" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。 注释 "相位搜索推压力"更改时, 应每次逐级微调一成左右。
"相位匹配角速度"	输入相位匹配过程中的目标角速度。 搜索虽然成功但耗费时间时, 请增大此值。此外, 搜索失败时, 请减小此参数。 "标准值: 不支持自动调整的机型为 1.00 deg/s、支持自动调整的机型为 5.00 deg/s" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。
"相位匹配扭矩"	输入相位匹配时旋转工件的目标扭矩。 "相位匹配高级参数"画面的"反向开关"处于"ON" (默认值), 发生扭矩成为此值时会自动地使得工件的旋转方向反转。 在几乎没有旋转而发生"FORC-264"或者"FORC-420"错误这样的情况下, 请每次增大此值 1~2 成左右。 相反, 在经过相位一致的场所时, 将此值每次减小 1~2 成左右。 (请参阅"基本功能篇 1.5.4.2 参数调整"中的"目标力、目标扭矩"项确定值。) "标准值: 1.00 N*m" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。
"相位匹配角度上限"	输入进行相位匹配的角度范围上限。 如果将"相位匹配高级参数"画面上的"反向开关"置于"ON", 则在到达角度上限时就会反转而继续相位匹配。 "标准值: 不支持自动调整的机型为 10.00 deg、支持自动调整的机型为 30.00 deg" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。
"相位匹配后推压时间"	在判断为搜索成功时, 为了吸收上述插入深度个体差异, 向着装配进行中的方向执行推压动作。输入推压时间。 "标准值: 0.00 sec" 注 支持自动调整的机型时, 会在自动调整结果画面中显示。

项目	说明
“相位匹配时间上限”	相位匹配时间是指从接触作业对象开始执行装配动作时起，直至判断搜索成功为止的时间。输入该时间的上限值。 在经过此时间后，仍然没有到达“相位匹配结束深度”时会发出报警。另外，在判断为搜索成功后进行的推压动作的时间，不包含在装配时间中。 (请参阅“搜索后推压时间”。) “标准值：不支持自动调整的机型为 20.00 sec、支持自动调整的机型为 60.00 sec” 注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。
“力觉控制增益自动修改开关”	在力觉控制增益自动调整中使用的开关。 执行力觉控制增益的自动调整时，设置为“ON”。 (请参阅“基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令”。) “标准值：OFF” 注 支持自动调整的机型时，不会显示。
“上一次结果”	显示“力觉增益自动修正”的上一次结果。 “标准值：无更改” 注 支持自动调整的机型时，不会显示。
“力觉控制增益”	向设置力觉控制增益的画面切换。 • 将光标指向此行，按下“ENTER”(输入)键，则会向“力觉控制增益”画面切换。 (有关可从此画面进行设置的参数，请参阅“基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)”。) 注 支持自动调整的机型时，不会显示。
发生力上限	在参数自动调整期间进行调整，以免超过此值。 注 为仅支持参数自动调整的机型时才会显示的参数。
参数自动调整	显示参数自动调整的状态并执行。自动调整的状态会显示为“----”、“完成”、“中断”或“失败”。如果按下 SHIFT+F2，则会执行自动调整。如果按下 F3，则会显示经过自动调整的已调整参数。 “标准值：----” 注 为仅支持自动调整的机型时才会显示的参数。
“G F S”	“G”表示示教时的运动组，“F”表示力觉控制的编号，“S”表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) “标准值 G F S : 1 1 1”

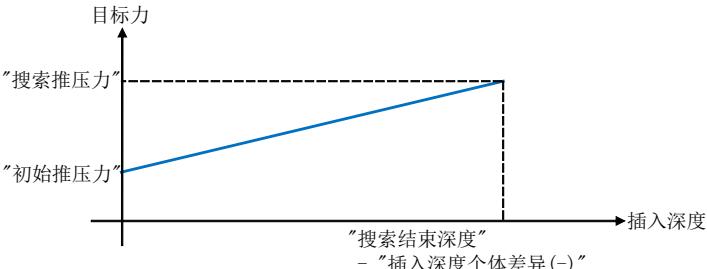
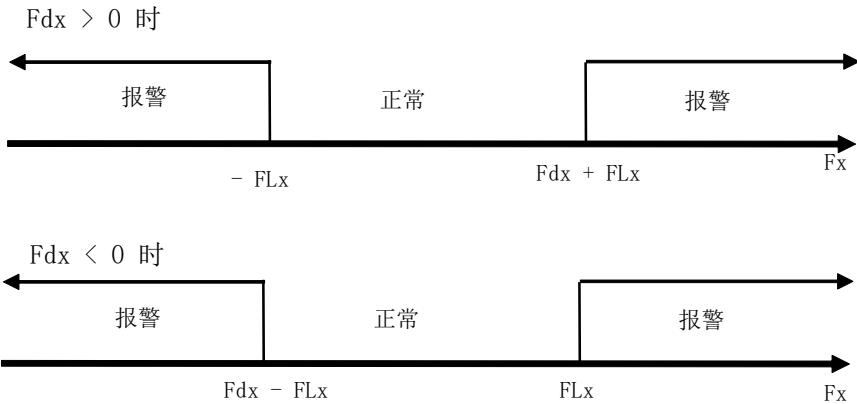
“高级参数设置”画面

以下为“高级参数设置”画面(相位搜索)的内容及设置项目。

表 1.5.4.4 (b) “高级参数设置”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这种情况下选择“相位搜索”。
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符(半角 16 个字符)”
“简易自定义开关”	连续执行力觉控制时进行设置。可在“ON”和“OFF”之间切换。 如果将此开关置于“ON”，则可在任意的力觉控制参数表后执行。 (请参阅“基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能”。) “标准值：OFF”
“最多连续重试次数”	输入整数，以指定能够连续几次执行已有效开启简易自定义功能的力觉控制参数表。 (请参阅“基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能”。) “标准值：1”
“自定义父级编号”	连续执行力觉控制时输入。 (请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”。) “标准值：0”
“自定义参数连动”	连续执行力觉控制时进行设置。可从“双方向”、“父到子”、“子到父”、“OFF”之中选择。 (请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”。) “标准值：OFF”

项目	说明
"自定义自动连续执行开关" (自定义自动连续执行)	只指定顶层的父级编号，自动地连续执行通过自定义功能连接起来的一系列的力觉控制参数表数据的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 在进行自定义自动连续执行的参数表数据中，不管父级、子级如何，都要将其设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。) "标准值: OFF"
"自动连续执行子级编号" (自定义自动连续执行)	输入通过"自定义自动连续执行"功能后续需要执行的参数表数据编号。 对于由此参数指定的参数表数据，请在"高级参数设置"中的"自定义父级编号"中指定此参数表数据的编号。 能够通过自定义自动连续执行而连接起来的力觉控制的参数表数据数至多为 10 个。 "标准值: 0"
"参数表编号输出数值寄存器编号" (自定义自动连续执行)	输入用于输出"自定义自动连续执行"功能执行状态的寄存器编号。 执行"自定义自动连续执行"时，输出执行中的参数表数据的编号。 通过"自定义自动连续执行"而连接起来的一系列的参数表，直至最后正常结束时，向寄存器输出"0"。 "参数表编号输出数值寄存器编号"的值，只使用通过自定义功能连接起来的一系列力觉控制参数表的顶层父级值。子级值即使予以设置也不会被使用。 顶层父级的"参数表编号输出数值寄存器编号"的值如果是"0"，则不会向寄存器输出值。 自定义自动连续执行下的力觉控制失败时，通过浏览这里指定的寄存器中设置的值，就可以了解失败的参数表数据的编号。 "标准值: 0"
用户坐标系补偿	使用 iRVision 来对在作业对象面中设置的用户坐标系进行补偿的开关。在作业对象的倾斜有可能变化时有效。可从"OFF"、"位置寄存器"、"视觉寄存器"之中选择。 需要与位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令并用。 (请参阅"基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿"。) "标准值: OFF"
相位搜索加速时间	输入相位调整速度的加减速时间常数。 "標準値: 0.100 sec"
搜索减速深度比率	只要插入进展到"基本参数设置"中的"相位匹配结束深度"×"此值"/100 的值，就将相位搜索角速度减速至"基本参数设置"中的"相位匹配角速度"×0.1。 尽管相位匹配，仍然继续试图勉强地移动而损伤工件，或停止装配时，减小此值将会有有效。 "标准值: 95.00 %"
相位匹配高级参数	可在"相位匹配高级参数"画面设置相位匹配所需的高级参数。 按照以下步骤切换至"相位匹配高级参数"画面。 <ul style="list-style-type: none"> 移动光标至"高级"，在机器人控制装置的示教器上按下"Enter"键。 显示"相位匹配高级参数"画面。 (请参阅"相位匹配高级参数"项。)
冷却开关	将装配结束后使得推压的力减弱叫做"冷却"。是用于冷却的开关，可在"ON"和"OFF"之间切换。 当"ON"的时候，装配结束后，在松开机械手时，冲击大且工件振动的情况下有效。 "标准值: OFF"
冷却时间	输入开始冷却至冷却结束的时间。 "标准值: 1.00 sec"
冷却比率	输入相对于推压力的冷却比率。 最终力减少为"相位匹配推压力"×"冷却比率"/100。"100%"时，实质上不进行冷却，在"0.00%"下力完全成为 0。 "标准值: 100.00 %"

项目	说明
初始推压力 (图 1.5.4.4(e))	<p>输入开始插入时的目标力。 在最初希望以较小的力装配时有效。伴随着插入的进程，插入中的目标力将会逐渐靠近“基本参数设置”中的“相位匹配推压力”。 “标准值：30.00 N”</p>  <p>图 1.5.4.4(e) 初始力保持深度 注 支持自动调整的机型时，会在自动调整结果画面中显示。</p>
力的上限 (图 1.5.4.4 (f))	<p>搜索过程中产生的力满足图 1.5.4.4 (f) 所示条件时发出报警。 首先，请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”的“FORC-216～FORC-221”，排除报警的原因。 报警难于消除时，请增大此值。 就 X, Y, Z 这 3 个方向的力和 W、P、R 这 3 个方向的力矩予以设置。 譬如，就 X 方向示出如下：</p> <p>$Fdx > 0$ 时， $Fx < -FLx$ 或者 $Fx > Fdx + FLx$ $Fdx < 0$ 时， $Fx > FLx$ 或者 $Fx < Fdx - FLx$</p> <p>时发出报警。 Fx : X 方向检出力 FLx : X 方向的力容许值 Fdx : X 方向的力指令值 有关 Y, Z, W, P, R 方向，也进行同样的确认。 “标准值：X: 200.00 Y: 200.00 Z: 200.00 N W: 15.00 P: 15.00 R: 15.00 N*m” “单位：N, N*m”</p>  <p>图 1.5.4.4 (f) “力容许值”与报警的发生</p>
“扭矩偏移补偿开关”	<p>是用于扭矩偏移补偿的开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 如果将此开关置于“ON”，则使用如下的“扭矩偏移量 W”、“扭矩偏移量 P”、“扭矩偏移量 R”、“扭矩偏移取得时推力”，进行扭矩误差的补偿。 ※ 请在将“扭矩偏移补偿开关”置于 ON 之前，执行“扭矩误差取得”命令。 (请参阅“基本功能篇 1.11.3 扭矩误差取得命令”。) “标准值：OFF”</p>

项目	说明
"扭矩偏移量"	通过"扭矩误差取得", 根据实际以"扭矩偏移取得时推力"推压时的力觉传感器的力矩信息进行推算、设置的值。"W"、"P"、"R"表示所使用的用户坐标系(UF)分别绕X轴、绕Y轴、绕Z轴旋转。 如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。 (这些值无法变更。) "标准值: W: 0.000 N*m P: 0.000 N*m R: 0.000 N*m"
"扭矩偏移取得时推力"	"扭矩误差取得"时实际推压的力, 被作为此值设置。 如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。 (此值无法变更。) "标准值: 30.00 N"
"恒定速度开关"	为了在反作用力突然消失的情况下, 速度也不会成为过大, 用来防止撬动的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 为"ON"时, 相位搜索期间的"插入方向"的速度限制如下。 <ul style="list-style-type: none">• "基本参数设置"画面的"相位匹配插入速度"为"0"时, 请勿超过"速度常数"。• "基本参数设置"画面的"相位匹配插入速度为"0"以外时, 请勿超过"基本参数设置"画面的"相位匹配插入速度", 而与"速度常数"值无关。 为"OFF"时, 不会进行速度限制。 "标准值: ON"
"速度常数"	是用于确定相位搜索期间的"插入方向"的速度上限值的参数。 请一并参阅上面的"恒定速度开关"。 "标准值: 5.00 mm/ s"
"力结束判断开关"	用来确认是否产生了适当的力而结束的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果将"力结束判断开关"置为"ON", 工件插入到指定深度后, 则会在"力判断结果"为"成功"时结束力觉控制。 即使超过"基本参数设置"画面的"相位匹配时间上限", 但如果"力判断结果"不是"成功", 也会发生报警。 "标准值: OFF"
"最小力比率"	将此值用于力判断。输入比率。 将工件插入到指定深度后, 如果发生的"插入方向"的力的大小大于"最小力比率"×"搜索推压力"/100, "力判断结果"则会变为"成功"。 在未满足上述条件的状态下超过"相位匹配时间上限"时, "力判断结果"会变为"失败"。 "标准值: 80.00 %"
"力判断结果"	显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"相位搜索"结束时的"力判断结果"。 未在将"力结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时, 会显示"---"。 "标准值: -----"
"力平均值"	显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"相位搜索"结束时的"插入方向"的力的大小。 "标准值: Z: 0.00 N"
"接近加速时间"	输入从力觉控制命令开始直至速度达到"基本参数设置"画面的"接近速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec"
"相位匹配加速时间"	输入从力超出"基本参数设置"画面中的"接触力阈值"开始, 直至速度达到"基本参数设置"画面中的"相位匹配插入速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec"
"相位匹配力觉控制有效开关"	相位匹配动作时用于向并进方向进行力觉控制的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 此开关处于"ON", 进行力觉控制。 此开关处于"OFF", 不移动。 "标准值: X: OFF Y: OFF W: OFF P: OFF" 注 支持自动调整的机型时, 并进方向开关的标准值为"开"。
"力降噪开关"	从力觉数据除掉较大杂讯的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 将从力觉数据中去除较大杂讯。 是在如下情况下有用的功能: <ul style="list-style-type: none">• 工具和工件较重的情形• 使用具有振动源的工具的情形 "标准值: OFF"
"出错时信号输出开关"	在力觉控制执行中出错时, 输出所指定信号的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 如果力觉控制执行过程中出错, 将输出指定的信号。 "标准值: OFF"

项目	说明
"输出信号类型" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下, 选择当力觉控制执行过程中出错时需要输出的信号类型。 可指定的信号的种类为"DO"、"RO"、"FLAG (旗标)"。 "标准值: DO"
"输出信号编号" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下当力觉控制执行过程中出错时, 需要输入输出的信号编号。 "标准值: 0"
"用数值寄存器结束力觉控制"	在力觉控制中监控寄存器值, 除通常的结束条件外, 还在寄存器的值发生变化时用来结束力觉控制的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 通常情况时, 如果插入深度达到"相位匹配结束深度", 则会结束"相位搜索"。另外, "力结束判断开关"为"ON"时, 会继续进行装配动作, 直至"力判断结果"变为"成功"。 如果将本开关置于"ON", 则不管上述条件如何, 由"用数值寄存器结束力觉控制"所指定的寄存器成为"1"时就结束。 "标准值: OFF"
"结束用数值寄存器编号"	"结束用数值寄存器编号"处于"ON"时, 按如下方式动作。 <ul style="list-style-type: none"> 此编号的寄存器在此参数表的力觉控制命令开始时会自动地成为"0"。 如果此编号的寄存器成为"1", 则使用了此参数表的力觉控制命令就会结束。 "标准值: 0"
"推压力变更开关"	此开关用于将按已设置插入方向推压力的周期进行变动的功能置为有效。可在"ON"和"OFF"之间切换。 插入期间因发生撬动而无法动作时、发生随工件旋转或工件内部存在离合器等游动部分时, 此功能有助于提高成功率。
"推压力下限"	"推压力变更开关"为"ON"时, 在"推压力下限"~"基本参数设置"画面的"搜索推压力"之间的范围内, 推压力会以正弦波形状进行变化。
"推压力频率"	"推压力变更开关"为"ON"时, 推压力会按"推压力频率"的周期以正弦波形状进行变化。
"G F S"	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

"相位匹配高级参数"画面

以下为"相位匹配高级参数"画面的内容及设置项目。

表 1.5.4.4 (c) "相位匹配高级参数"画面

项目	说明
"角速度振动中心"	希望使得搜索中的"目标角速度"振动时, 设置"0"~"1"的值。 使得搜索中的"目标速度"按照下式变化。 $V = Vd * \{ (1 - C) * \cos (2\pi ft) + C \}$ <p> V : 搜索中的目标速度 (角速度) Vd : 目标速度 (角速度) ... 搜索基本参数画面的参数 C : 速度振动中心 f : 速度振动频率 t : 时间 </p> <p>设置了"0"时, "目标角速度"成为速度的振幅, 未经移动当场就振动。 设置了"1"时, 振幅为"0", 在"目标角速度"下成为恒定角速度的动作。 "标准值: 1.00" (不振动的设置)</p>

项目	说明
“角速度振动频率” (图 1.5.4.4 (g))	<p>“角速度振动中心”不到“1”时，目标角速度以此参数中规定的频率振动。 请在“0.1”~“3”Hz 的范围内进行设置。 “标准值：1.00 Hz”</p>
	图 1.5.4.4 (g) 角速度振动频率
“摆动时间”	摆动动作在搜索中，在角度一致的位置使得扭矩进行微小振动的动作。只在此参数中指定的时间内进行摆动动作。 “标准值：1.00 sec”
“摆动频率”	输入摆动动作的振动频率。 “标准值：1.00 Hz”
“反向开关”	在即使进行摆动动作也无法插入时、或到达了搜索范围的上限时，指定是否使得搜索方向反转的开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 “反向开关”处于“OFF”时，如果到达搜索范围的上限，则在该处搜索结束。 “反向开关”处于“ON”时，即使到达搜索范围的上限，也会使得方向反转而继续搜索。 “标准值：ON”
“重试次数”	在即使进行摆动动作也无法装配时、或到达搜索范围的上限而“反向开关”处于“ON”时，反复进行反转，其次数相当于在此参数中所指定的值。 反转的次数如果在这里指定的值以上，则会发出“FORC-420：搜索重试次数超出”错误。 频繁发生此错误时，请将此参数变更为较大的值。 “标准值：10000”
“重试倍率”	在即使进行摆动动作也无法装配时、或到达搜索范围的上限而“反向开关”处于 ON 时，反复进行反转，其次数相当于由“重试次数”所指定的值。每次进行反转，将“目标扭矩”乘以这里指定的倍率而得的值设为新的搜索时的力或者扭矩目标值。 搜索的重试频繁发生时，请将“重试倍率”的值增大（或减小）“1”~“2”成左右。 “标准值：1.00”
“搜索范围边界”	在由“搜索基本参数设置”画面的“搜索范围大小”所指定的范围内进行搜索。移动至搜索范围的上限+此参数时会发出报警。输入作为边界的范围值。 “标准值：3.00 deg”

功能键

在“基本参数设置”画面（相位搜索）及“高级参数设置”画面（相位搜索）使用的功能键如下。

表 1.5.4.4 (d) 功能键

按键	显示名	说明
F1	“类型”	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	“选择”	切换至其他参数表数据编号的画面。
	ON	将设定值设置为“ON”。
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。

按键	显示名	说明
F5	高级	切换至“高级参数设置”画面。
	基本	切换至“基本参数设置”画面。
	OFF	将设定值设置为“OFF”。

1.5.4.5 孔搜索

概要

“孔搜索”功能通过在垂直于装配方向的平面内移动以搜索孔的位置。

设置画面有 4 种，包括用户必须设置的“基本参数设置”画面、“搜索基本参数”画面、以及仅在必要时设置的“高级参数设置”画面的、“搜索高级参数”画面。

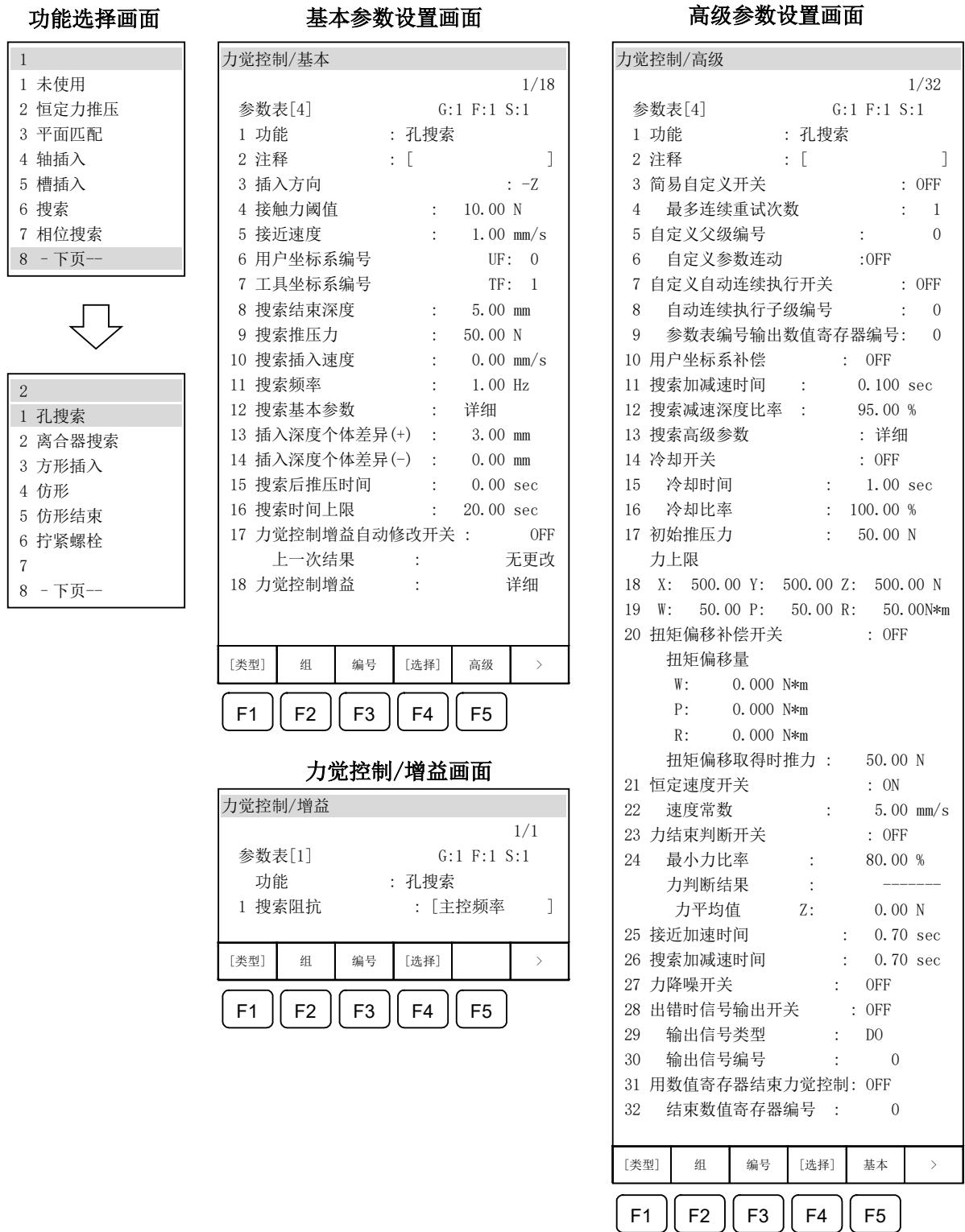


图 1.5.4.5 (a) "孔搜索"的画面 (1/2)

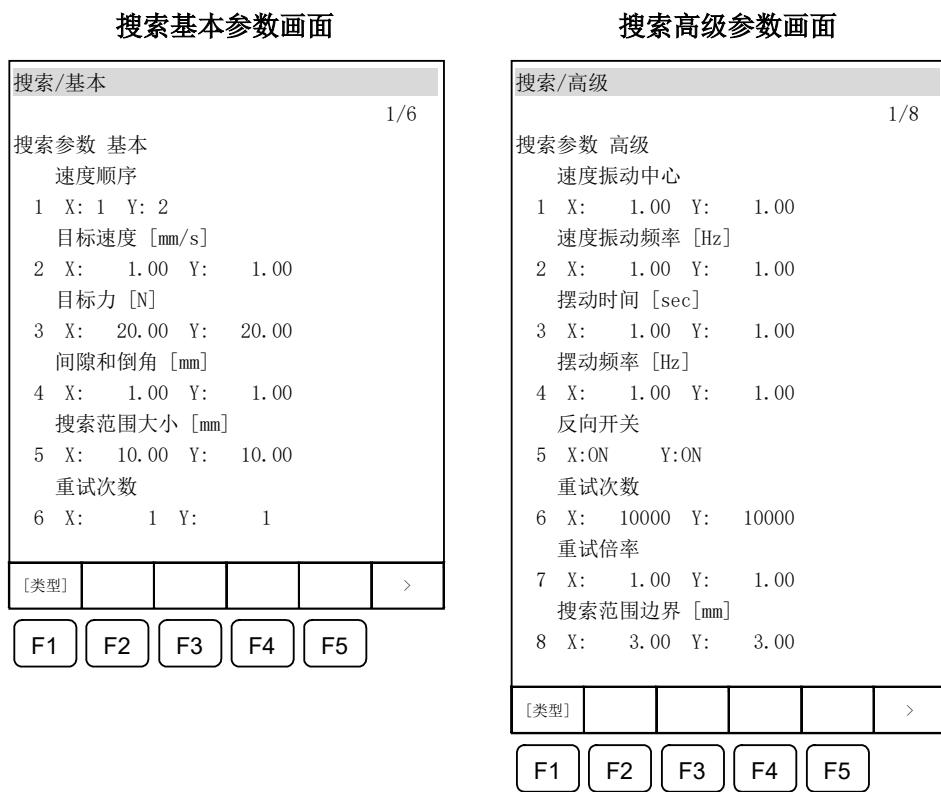


图 1.5.4.5 (b) "孔搜索"的画面 (2/2)

孔搜索的参数调整步骤

- 1 显示"孔搜索"功能的"基本参数设置"画面。
- 2 设置"插入方向"、"用户坐标系编号"、"工具坐标系编号"、"搜索结束深度"。
- 3 针对执行搜索的 2 个方向设置"速度顺序"。
- 4 执行力觉控制增益自动调整命令。
(请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。)
- 5 设置"基本参数设置"画面、"搜索基本参数设置"画面中除上述之外的其他参数。
- 6 根据需要设置"高级参数设置"画面、"搜索高级参数"画面中的参数。

注释

有关力觉控制命令的编程概要, 请参阅"基本功能篇 1.1 注意和限制事项", "基本功能篇 1.2 示教的步骤"。

下面示出在力觉控制增益自动调整完成后, 调整其他参数的方法。

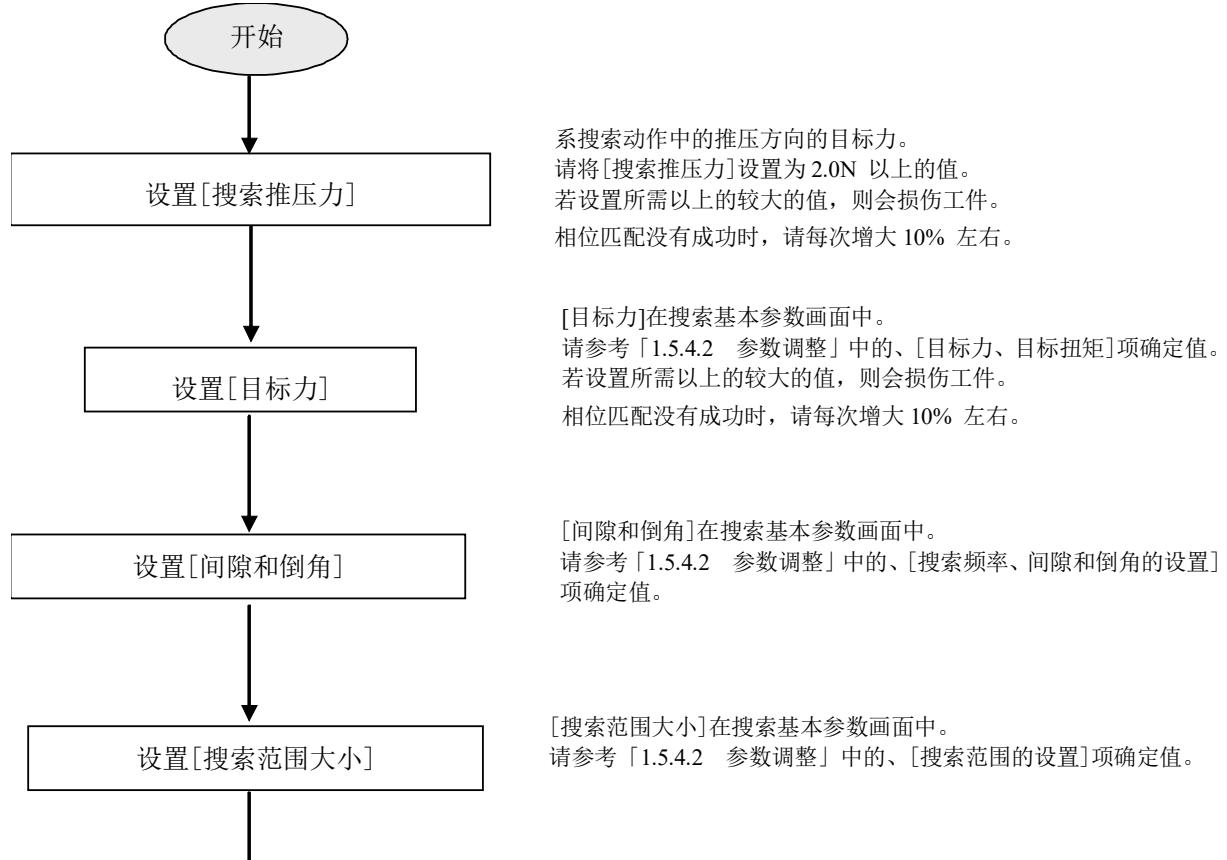


图 1.5.4.5 (c) 其他参数的调整方法 (1/2)

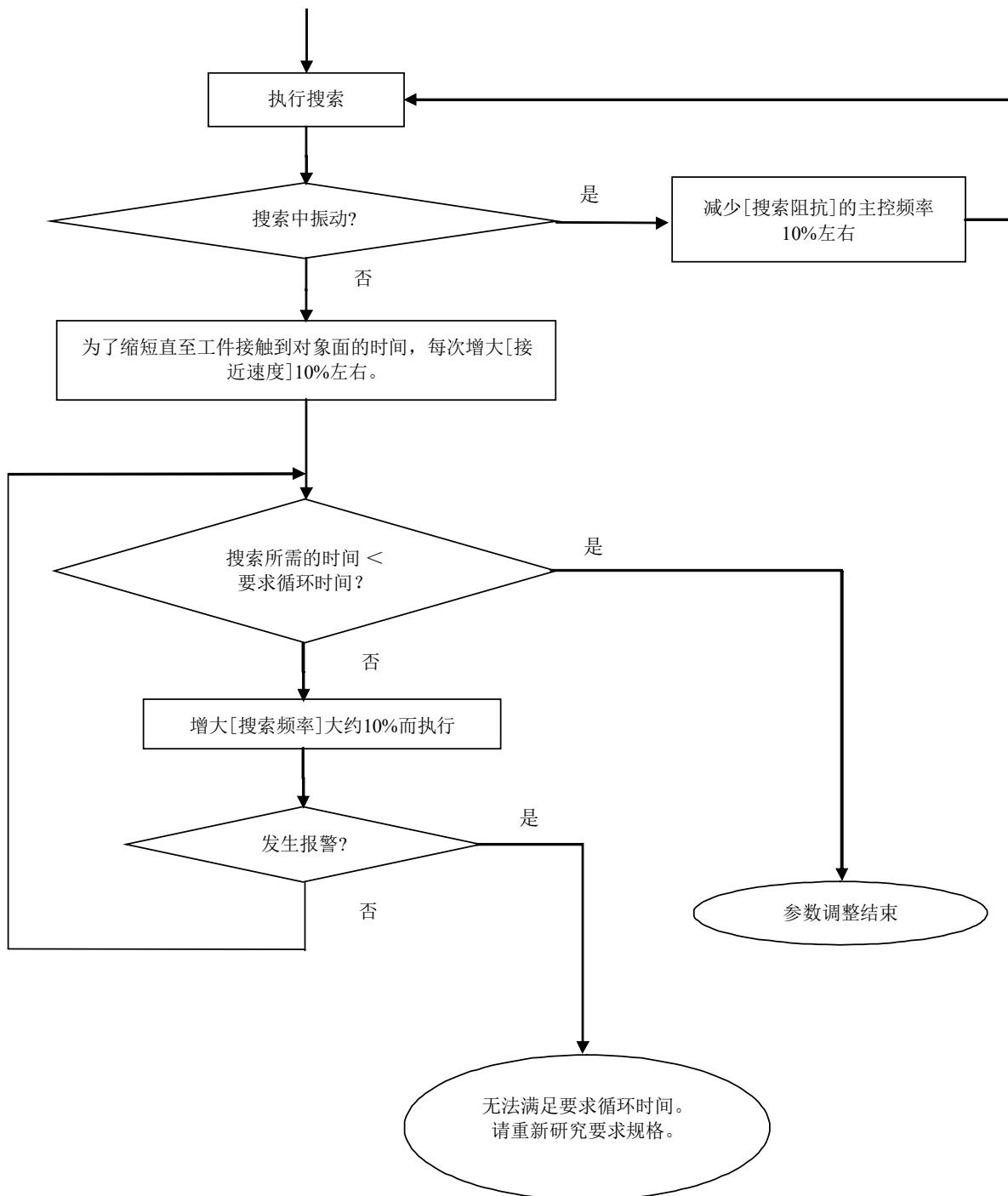


图 1.5.4.5 (d) 其他参数的调整方法 (2/2)

“基本参数设置”画面

以下为“基本参数设置”画面（孔搜索）的内容及设置项目。

表 1.5.4.5 (a) “基本参数设置”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这种情况下选择“孔搜索”。
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）”

项目	说明
"用户坐标系编号"	输入要在搜索时使用的用户坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的用户坐标系的编号。) "标准值: UF: 0"
"工具坐标系编号"	输入要在搜索时使用的工具坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的工具坐标系的编号。) "标准值: TF: 1"
"插入方向"	以设置的用户坐标系输入插入方向。 "标准值: -Z"
"搜索结束深度"	输入力觉控制开始(接近点)~结束搜索之间的深度。 "标准值: 5.00 mm"
"插入深度个体差异(+)"	因工件个体差异, 装配进行到"搜索结束深度"以上时, 输入表示允许装配到何处的容许量。 如果装配超过(搜索结束深度-插入深度个体差异(+)-此值), 则会发生报警。 "标准值: 3.00 mm"
"插入深度个体差异(-)"	因工件个体差异, 装配未达到"搜索结束深度"时, 输入表示允许装配到何处的容许量。 如果达到(搜索结束深度-此值), 则会判断为装配成功。 "标准值: 0.00 mm"
"接近速度"	触摸到作业对象之前, 接近目标物的速度。 "标准值: 1.00 mm/s"
"搜索插入速度"	输入要在搜索时插入工件的目标速度。 "标准值: 0.00 mm/s"
"接触力阈值"	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 "标准值: 10.00 N" △ 注意 设置"接触力阈值"时, 会在接触后开始实际装配动作, 如果此值过大, 则可能会导致循环时间延长。
"搜索推压力"	输入搜索时向装配面推压工件的目标力值。 虽然装配工件和孔的位置相互匹配但插不进去而通过时增大此值, 被装配工件因相位匹配的旋转而一起转动时减小此值。 "标准值: 30.00 N" 注释 "搜索推压力"更改时, 每次分别以1成左右予以变更。
"搜索基本参数"	向用来确定搜索轨道的参数中设置基本项的画面切换。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"基本", 在机器人控制装置的示教器上按下"Enter"键。 显示"搜索基本参数"画面。 (请参阅"搜索基本参数"画面项。)
"搜索后推压时间"	在判断为搜索成功时, 为了吸收上述插入深度个体差异, 向着装配进行中的方向执行推压动作。输入推压时间。 "标准值: 0.00 sec"
"搜索时间上限"	搜索时间, 是指在接触到作业对象开始搜索动作后, 直至判断为搜索成功的时间。输入该时间的上限值。 在经过此时间后, 仍然没有到达"搜索结束深度"时会发出报警。另外, 在判断为搜索成功后进行的推压动作的时间, 不包含在装配时间中。 (请参阅"搜索后推压时间"项。) "标准值: 20.00 sec"
"力觉控制增益自动修改开关"	在力觉控制增益自动调整中使用的开关。 执行力觉控制增益的自动调整时, 设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。) "标准值: OFF"
"上一次结果"	显示"力觉增益自动修正"的上一次结果。 "标准值: 无更改"
"力觉控制增益"	向设置"力觉控制增益"的画面切换。 <ul style="list-style-type: none">将光标指向此行, 按下"ENTER" (输入) 键, 则会向"力觉控制增益"画面切换。 (有关可从此画面进行设置的参数, 请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)"。)

项目	说明
G F S	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

"搜索基本参数"画面

此画面的参数, 在使用"孔搜索"时必须进行设置。

各参数包括 2 个方向部分。

表 1.5.4.5 (b) "搜索基本参数"画面

项目	说明
"目标速度"	使得工件动作的速度的目标值。 "标准值: X: 1.00 Y: 1.00" (单位: mm/ s)
"目标力"	输入搜索方向的"目标力"。 在几乎没有运动下发生"FORC-264"或者"FORC-420"错误这样的情况下, 请每次增大此值 1~2 成左右。 "反向开关"处于"ON" (标准值), 发生力成为此值时会自动地使得工件的行进方向反转。 相反, 在经过位置或者相位一致的场所时, 将此值每次减小 1~2 成左右。 (请参阅"基本功能篇 1.5.4.2 参数调整"中的"目标力、目标扭矩"项确定值。) "标准值: X: 20.00 Y: 20.00" (单位: N)
"搜索范围大小"	确定各个搜索方向的搜索范围, 并将其大小输入此参数栏。 (请参阅"基本功能篇 1.5.4.2 参数调整"中的"搜索范围的设置"项确定值。) "标准值: X: 10.00 Y: 10.00" (单位: mm)

"高级参数设置"画面

"孔搜索"的高级参数设置画面中的设置项目与"相位搜索"的"高级参数设置"画面相同。

(请参阅"基本功能篇 1.5.4.4 相位搜索"中的"高级参数设置"画面。)

注释

在"相位搜索"的"高级参数设置"画面中名为"相位匹配高级参数画面", 而在这里则更名为"搜索高级参数画面"。

"搜索高级参数"画面

在"搜索高级参数"画面可针对搜索方向设置更高级的参数。

参数的种类与"搜索"的搜索高级参数画面和"相位搜索"的"相位匹配高级参数"画面共同。

(请参阅"基本功能篇 1.5.4.3 搜索"或者"基本功能篇 1.5.4.4 相位搜索"。)

注释

"孔搜索"功能中, 仅针对平面上的 2 个方向进行搜索。因此, 画面上仅显示这 2 个方向的参数。

功能键

在"基本参数设置"画面(孔搜索)及"高级参数设置"画面(孔搜索)使用的功能键如下。

表 1.5.4.5 (c) 功能键

按键	显示名	说明
F1	"类型"	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	"选择"	切换至其他参数表数据编号的画面。
	ON	将设定值设置为"ON"。
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。
F5	高级	切换至"高级参数设置"画面。
	基本	切换至"基本参数设置"画面。
	OFF	将设定值设置为"OFF"。

1.5.4.6 离合器搜索

概要

用于组装汽车自动变速器部件中的离合器。该作业是将外围带花键齿形的离合器毂插入带内齿的多片离合器板内。

设置画面有4种，包括用户必须设置的“基本参数设置”画面、“搜索基本参数”画面、以及仅在必要时设置的“高级参数设置”画面、“搜索高级参数”画面。

功能选择画面

1
2 未使用
3 恒力推压
4 平面匹配
5 轴插入
6 槽插入
7 搜索
8 相位搜索
8 - 下页--



2
1 孔搜索
2 离合器搜索
3 方形插入
4 仿形
5 仿形结束
6 拧紧螺栓
7
8 - 下页--

基本参数设置画面

力觉控制/基本	
1/18	
参数表[5]	G:1 F:1 S:1
1 功能	: 离合器搜索
2 注释	: []
3 插入方向	: -Z
4 接触力阈值	: 10.00 N
5 接近速度	: 1.00 mm/s
6 用户坐标系编号	UF: 0
7 工具坐标系编号	TF: 1
8 搜索结束深度	: 5.00 mm
9 搜索推压力	: 50.00 N
10 搜索插入速度	: 0.00 mm/s
11 搜索频率	: 1.00 Hz
12 搜索基本参数	: 详细
13 插入深度个体差异(+)	: 3.00 mm
14 插入深度个体差异(-)	: 0.00 mm
15 搜索后推压时间	: 0.00 sec
16 搜索时间上限	: 20.00 sec
17 力觉控制增益自动修改开关	: OFF
上一次结果	: 无更改
18 力觉控制增益	: 详细
[类型] [组] [编号] [选择] 高级 >	
F1 F2 F3 F4 F5	

力觉控制/增益画面

力觉控制/增益	
1/1	
参数表[1]	
功能	: 离合器搜索
1 搜索阻抗	: [主控频率]
[类型] [组] [编号] [选择] >	
F1 F2 F3 F4 F5	

高级参数设置画面

力觉控制/高级	
1/32	
参数表[5]	G:1 F:1 S:1
1 功能	: 离合器搜索
2 注释	: []
3 简易自定义开关	: OFF
4 最多连续重试次数	: 1
5 自定义父级编号	: 0
6 自定义参数连动	: OFF
7 自定义自动连续执行开关	: OFF
8 自动连续执行子级编号	: 0
9 参数表编号输出数值寄存器编号	: 0
10 用户坐标系补偿	: OFF
11 搜索加减速时间	: 0.100 sec
12 搜索减速深度比率	: 95.00 %
13 搜索高级参数	: 详细
14 冷却开关	: OFF
15 冷却时间	: 1.00 sec
16 冷却比率	: 100.00 %
17 初始推压力	: 50.00 N
力的上限	
18 X: 500.00 Y: 500.00 Z: 500.00 N	
19 W: 50.00 P: 50.00 R: 50.00 N*m	
20 扭矩偏移补偿开关	: OFF
扭矩偏移量	
W: 0.000 N*m	
P: 0.000 N*m	
R: 0.000 N*m	
扭矩偏移取得时推力	: 50.00 N
21 恒定速度开关	: ON
22 速度常数	: 5.00 mm/s
23 力结束判断开关	: OFF
24 最小力比率	: 80.00 %
力判断结果	: -----
力平均值	Z: 0.00 N
25 接近加速时间	: 0.70 sec
26 搜索加减速时间	: 0.70 sec
27 力降噪开关	: OFF
28 出错时信号输出开关	: OFF
29 输出信号类型	: DO
30 输出信号编号	: 0
31 用数值寄存器结束力觉控制	: OFF
32 结束用数值寄存器编号	: 0
[类型] [组] [编号] [选择] 基本 >	
F1 F2 F3 F4 F5	

图 1.5.4.6 (a) “离合器搜索”的画面 (1/2)

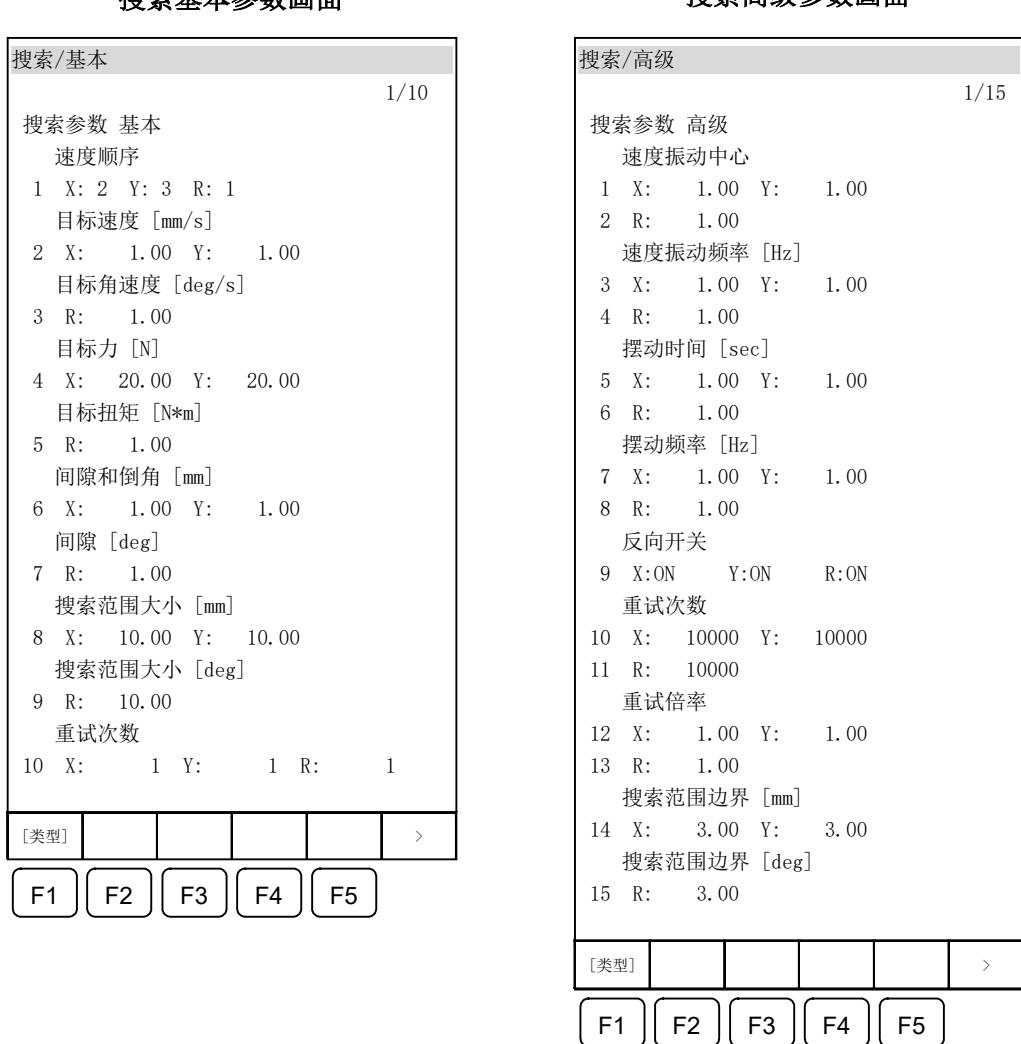


图 1.5.4.6 (b) "离合器搜索"的画面 (2/2)

离合器搜索的参数调整步骤

- 1 显示"离合器搜索"功能的"基本参数设置"画面。
- 2 设置"插入方向"、"用户坐标系编号"、"工具坐标系编号"、"搜索结束深度"。
- 3 针对执行搜索的3个方向设置"速度顺序"。
- 4 执行力觉控制增益自动调整命令。
(请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。)
- 5 设置除上述之外的"基本参数设置"画面、"搜索基本参数设置"画面的其他参数。
- 6 根据需要设置"高级参数设置"画面、"搜索高级参数"画面中的参数。

注释

有关力觉控制命令的编程概要, 请参阅"基本功能篇 1.1 注意和限制事项", "基本功能篇 1.2 示教的步骤"。

下面示出在力觉控制增益自动调整完成后, 调整其他参数的方法。

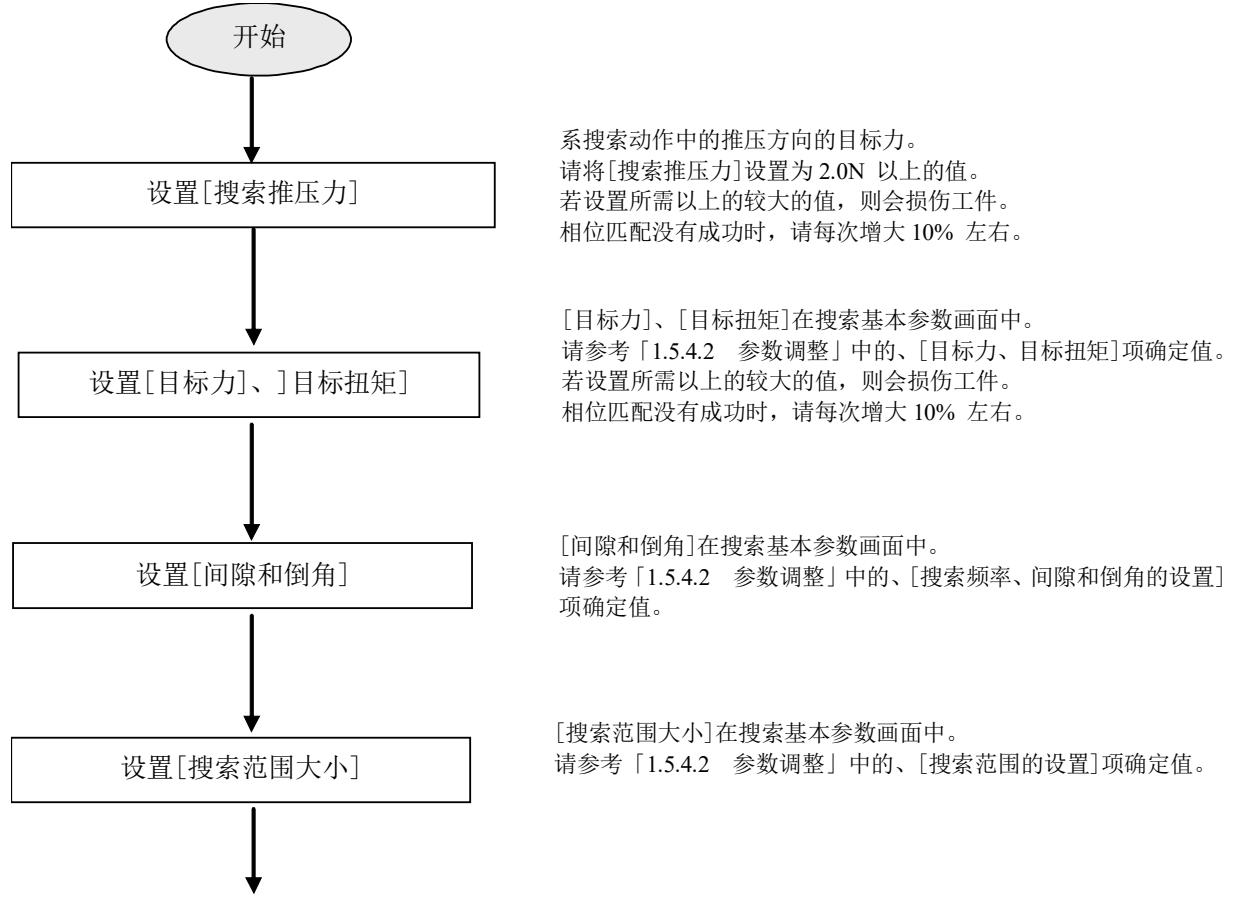


图 1.5.4.6 (c) 其他参数的调整方法 (1/2)

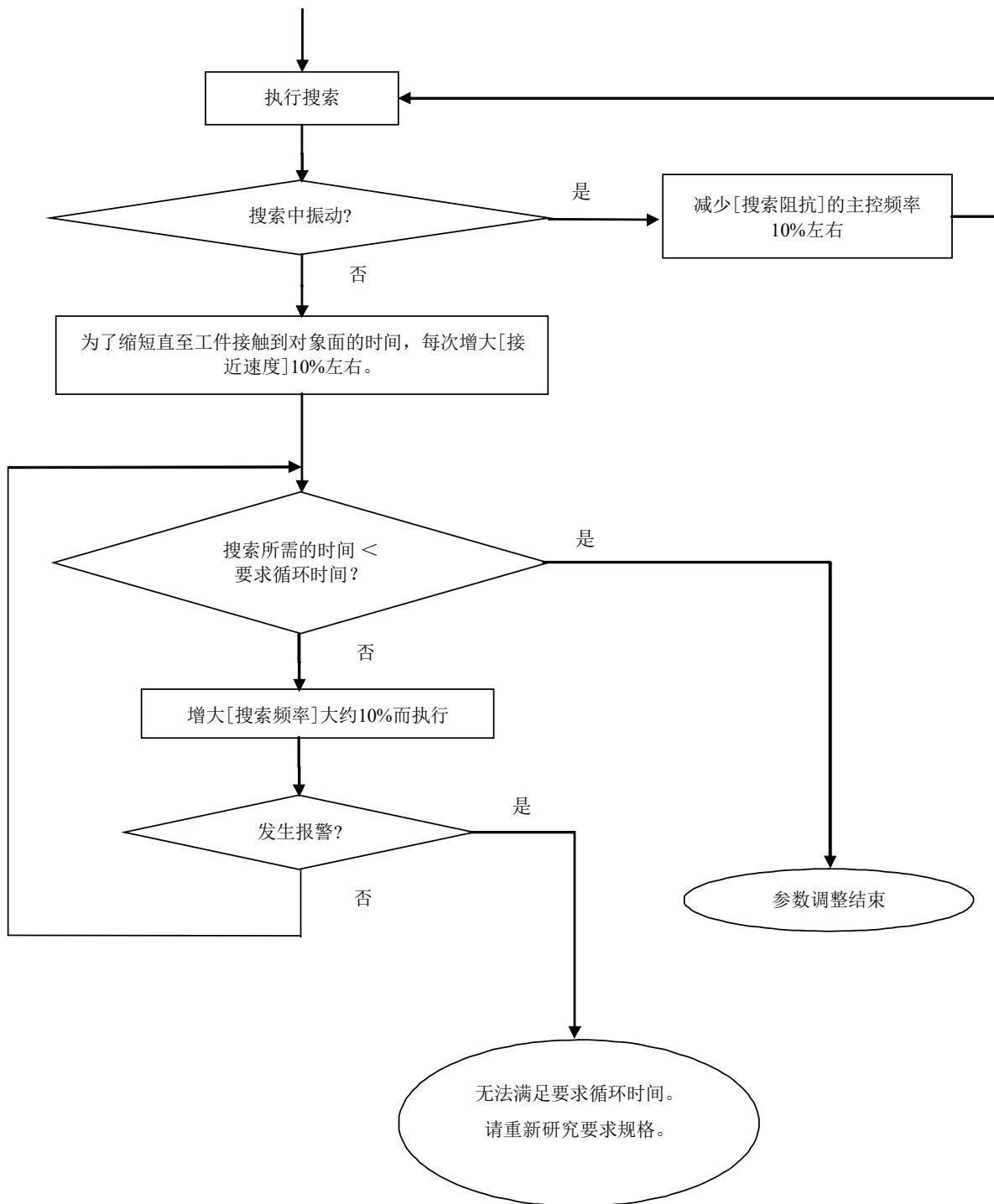


图 1.5.4.6 (d) 其他参数的调整方法 (2/2)

“基本参数设置”画面

以下为“基本参数设置”画面（离合器搜索）的内容及设置项目。

表 1.5.4.6 (a) “基本参数设置”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这种情况下选择“离合器搜索”。
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）”

项目	说明
"用户坐标系编号"	输入要在搜索时使用的用户坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的用户坐标系的编号。) "标准值: UF: 0"
"工具坐标系编号"	输入要在搜索时使用的工具坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的工具坐标系的编号。) "标准值: TF: 1"
"插入方向"	以设置的用户坐标系输入插入方向。 "标准值: -Z"
"搜索结束深度"	输入力觉控制开始(接近点)~结束搜索之间的深度。 "标准值: 5.00 mm"
"插入深度个体差异(+)"	因工件个体差异, 装配进行到"搜索结束深度"以上时, 输入表示允许装配到何处的容许量。 如果装配超过(搜索结束深度-插入深度个体差异(+)-此值), 则会发生报警。 "标准值: 3.00 mm"
"插入深度个体差异(-)"	因工件个体差异, 装配未达到"搜索结束深度"时, 输入表示允许装配到何处的容许量。 如果达到(搜索结束深度-此值), 则会判断为装配成功。 "标准值: 0.00 mm"
"接近速度"	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 "标准值: 1.00 mm/s"
"搜索插入速度"	输入要在装配期间插入工件的目标速度。 "标准值: 0.00 mm/s"
"接触力阈值"	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 "标准值: 10.00 N" △ 注意 设置"接触力阈值"时, 会在接触后开始实际装配动作, 如果此值过大, 则可能导致循环时间延长。
"搜索推压力"	输入装配时向装配面推压工件的力的目标值。 当相位匹配却无法插入时, 应增大此值, 当被装配工件随相位匹配的旋转而一起转动时, 应减小此值。 "标准值: 30.00 N" 注释 在边更"搜索推压力"时, 每次分别以1成左右予以变更。
"搜索基本参数"	以下的流程, 为用来切换画面到确定搜索轨道的基本参数数据的方法。 <ul style="list-style-type: none">移动光标至"基本", 在机器人控制装置的示教器上按下"Enter"键。 显示"搜索基本参数"画面。 (请参阅"搜索基本参数"画面项。)
"搜索后推压时间"	在判断为搜索成功时, 为了吸收上述插入深度个体差异, 向着装配进行中的方向执行推压动作。输入推压时间。 "标准值: 0.00 sec"
"搜索时间上限"	搜索时间, 是指在接触到作业对象开始搜索动作后, 直至判断为搜索成功的时间。输入该时间的上限值。 在经过此时间后, 仍然没有到达"搜索结束深度"时会发出报警。另外, 在判断为搜索成功后进行的推压动作的时间, 不包含在装配时间中。 (请参阅"搜索后推压时间"项。) "标准值: 20.00 sec"
"力觉控制增益自动修改开关"	在力觉控制增益自动调整中使用的开关。 执行力觉控制增益的自动调整时, 设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。) "标准值: OFF"
"上一次结果"	显示"力觉增益自动修正"的上一次结果。 "标准值: 无更改"
"力觉控制增益"	向设置力觉控制增益的画面切换。 <ul style="list-style-type: none">将光标指向此行, 按下"ENTER" (输入) 键, 则会向"力觉控制增益"画面切换。 (有关可从此画面进行设置的参数, 请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)"。)

项目	说明
"G F S"	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

"搜索基本参数"画面

此画面的参数, 在使用"离合器搜索"时必须进行设置。

各参数总共包括3个方向, 绕装配轴的旋转方向、与装配轴垂直的平面内的2个方向。

表 1.5.4.6 (b) "搜索基本参数"画面

项目	说明
"目标速度"	使得工件动作的速度(角速度)的目标值。
"目标角速度"	"标准值: X: 1.00 Y: 1.00" (单位: mm/s) "标准值: R: 1.00" (单位: deg/s)
"目标力" "目标扭矩"	输入搜索方向的"目标力"(目标扭矩)。 在几乎没有运动下发生"FORC-264"或者"FORC-420"错误这样的情况下, 请每次增大此值1~2成左右。 "搜索高级参数"画面的"反向开关"处于"ON"(标准值), 发生力或者发生扭矩成为此值时会自动地使得工件的行进方向或者旋转方向反转。 相反, 在经过位置或者相位一致的场所时, 将此值每次减小1~2成左右。 (请参阅"基本功能篇 1.5.4.2 参数调整"中的"目标力、目标扭矩"值而确定值。) "标准值: X: 20.00 Y: 20.00" (单位: N) "标准值: R: 1.00" (单位: N*m)
"搜索范围大小"	针对各个搜索方向, 确定搜索的范围, 将此大小设置到此参数中。 (请参阅"基本功能篇 1.5.4.2 参数调整"中的、"搜索范围的设置"项确定值。) "标准值: X: 10.00 Y: 10.00" (单位: mm) "标准值: R: 10.00" (单位: deg)

"高级参数设置"画面

"离合器搜索"的"高级参数设置"画面中的设置项目与"相位搜索"的"高级参数设置"画面相同。

(请参阅"基本功能篇 1.5.4.4 相位搜索"中的"高级参数设置"画面。)

注释

在"相位搜索"的"高级参数设置"画面中名为"相位匹配高级参数"画面, 而在这里则更名为"搜索高级参数画面"。

"搜索高级参数画面"

在"搜索高级参数"画面可针对搜索方向设置更高级的参数。

参数的种类与"搜索"的"搜索高级参数"画面和"相位搜索"的"相位匹配高级参数"画面共同。

(请参阅"基本功能篇 1.5.4.3 搜索"或者"基本功能篇 1.5.4.4 相位搜索"。)

注释

"离合器搜索"功能中, 仅针对围绕装配轴旋转的方向与垂直于装配轴的平面上的2个方向合计3个方向进行搜索。因此, 画面上仅显示这3个方向的参数。

功能键

在"基本参数设置"画面(离合器搜索)及"高级参数设置"画面(离合器搜索)使用的功能键如下。

表 1.5.4.6 (c) 功能键

按键	显示名	说明
F1	"类型"	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。
F3	"编号"	切换到其他的参数表数据编号的画面。
	选择	切换至其他参数表数据编号的画面。
F4	ON	将设定值设置为"ON"。

按键	显示名	说明
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。
F5	高级	切换至“高级参数设置”画面。
	基本	切换至“基本参数设置”画面。
OFF		将设定值设置为“OFF”。

1.5.5 仿形功能

1.5.5.1 仿形功能的概要

仿形功能，是一边施加所指定的力一边对工件表面进行仿形的功能。

通过将此功能与打磨机等的工具进行组合，即可进行研磨和磨削作业。

一般来说，要加工的工件质量和体积较大时，将工件固定工作台等上，并在机器人上安装打磨机。被加工工件小而工具大时，将工具固定在工作台等上，由机器人来抓住工件。任何一种情况下，都以所设置的力一边进行推压一边进行作业。

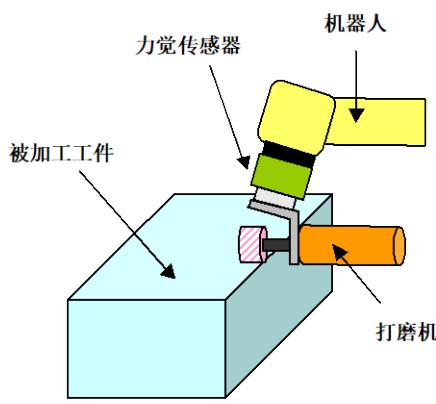


图 1.5.5.1 (a) 表面研磨例（工具抓住）

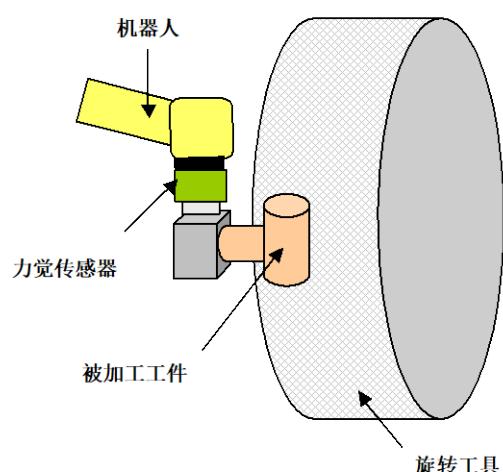


图 1.5.5.1 (b) 抛光例（工件抓住）

1.5.5.2 仿形功能中的示教

示教点的设置

仿形功能中，通过使用通常的动作指令设置示教点来确定大致的轨道。

示教点除了开始仿形的点、结束仿形的点外，还要在行进方向反转或姿势大幅度变化等的位置进行设置。图 1.5.5.2 (a) 表示姿势在中途变化的示例，图 1.5.5.2 (b) 表示行进方向反转的示例。

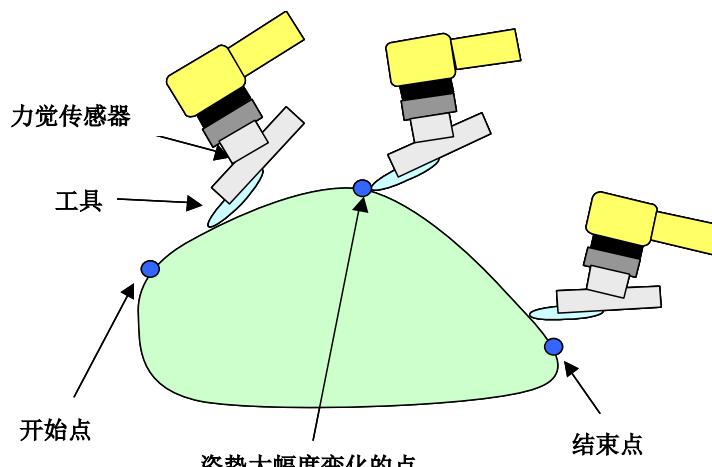


图 1.5.5.2 (a) 在姿势变化的位置设置示教点

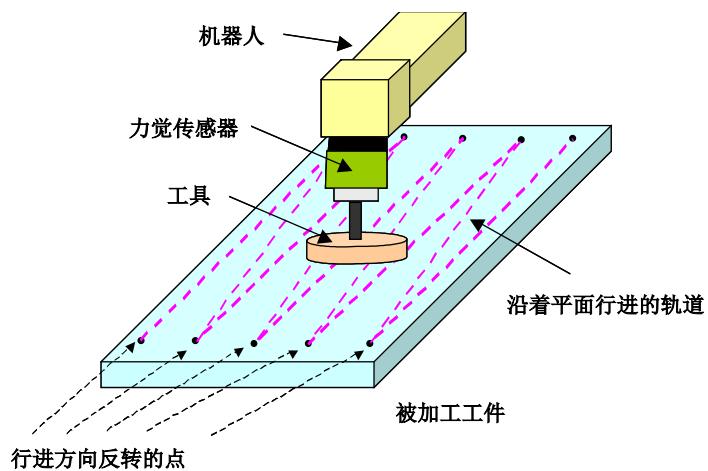


图 1.5.5.2 (b) 在行进方向反转位置设置示教点

设置示教点时需要考虑如下 2 个项目。

- 仿形中的控制坐标系
- 示教点处的姿势

详情请参阅以下内容。

仿形中的控制坐标系

首先，确定仿形动作是在工具坐标系中进行，还是在用户坐标系中进行。

如果仿形动作中推压方向不发生变化，则通过用户坐标系进行控制。

如果仿形动作中推压方向有所变化，则通过工具坐标系进行控制。

(1) 推压方向不变时（选择用户坐标系）

如果推压方向不发生变化（例如，向固定打磨机或抛光轮沿相同方向推压工件的同时进行研磨），应选择用户坐标系。

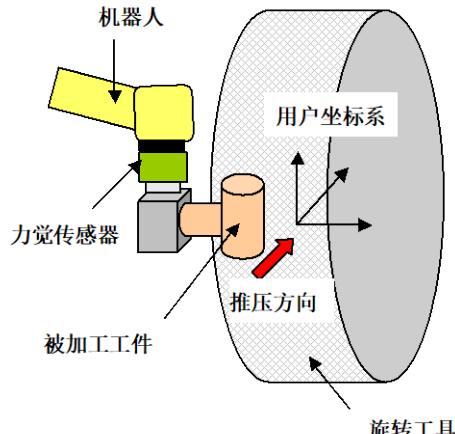


图 1.5.5.2 (c) 基于用户坐标系的控制

(2) 推压方向变化时（选择工具坐标系）

如果应用过程中推压方向可能随时发生变化，则选择工具坐标系。

设置坐标系时需确保所使用的坐标系 XYZ 轴均与推压方向保持一致。

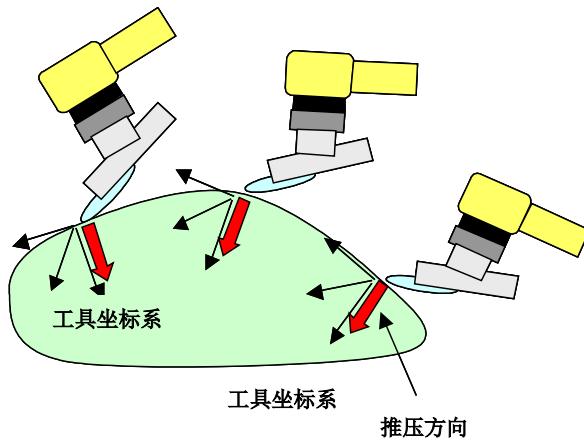


图 1.5.5.2 (d) 基于工具坐标系的控制

示教点处的姿势

研磨和磨削时，工具和工件始终以相同的姿势接触极为重要。在图 1.5.5.2 (e) 的示例中，示教为使得 θ_1 和 θ_2 尽量成为相同。

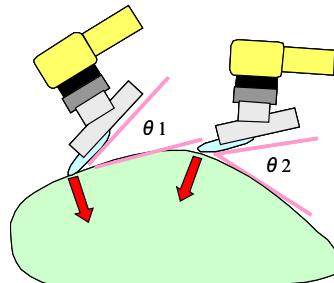


图 1.5.5.2 (e) 示教点处的姿势

示教点的设置例

各示教点设置在工具前端相距加工工件表面 1 mm 左右的位置。（图 1.5.5.2 (f)）即使示教点离开工件表面，也会因力觉控制的作用而在仿形动作中工具和工件会相互接触。

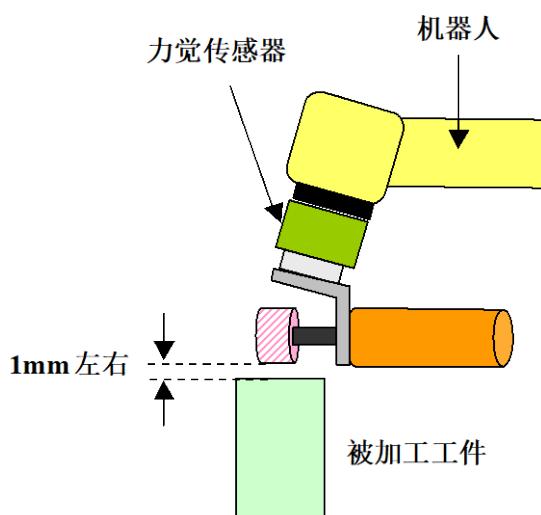


图 1.5.5.2 (f) 示教点的设置例



注意

如果在工具前端接触到加工工件表面的状态下进行示教，则实际的推压力会大于设置值，请予注意。

在对复杂形状的工件进行示教时，需要设置多个示教点。为了获得充分的仿形性能，对于所有的点都尽量正确地进行示教是很重要的。

为了减轻示教所需的工时，提供有最初对比较少的点进行示教，据此慢慢地进行描绘来自动设置正确的示教点的功能。
(请参阅“辅助功能篇 2 TP 程序自动生成功能”。)

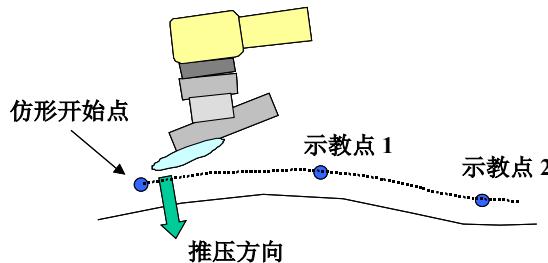


图 1.5.5.2 (g) 好的例子

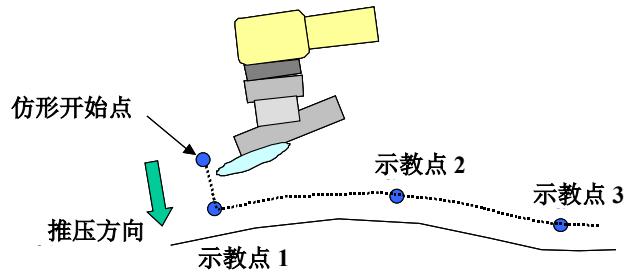


图 1.5.5.2 (h) 不好的例子

注意

如图 1.5.5.2 (g) 所示，请尽可能将各示教点及仿形开始点设置于距离工件表面相同的位置。

从仿形开始点至下一示教点的方向与图 1.5.5.2 (h) 所示推压方向相同或相近时，请勿进行设置，否则可能导致接触时施加的力过大。

从仿形开始点接触

从仿形开始点的接触方法有 2 种。1 种是如图 1.5.5.2 (i) 所示，如果开始仿形，行进方向和推压方向就会同时开始运动的方法，另外 1 种是如图 1.5.5.2 (j) 所示，先向着推压方向运动，感测到接触后向着行进方向开始运动的方法。

(请参阅“基本功能篇 1.5.5.6 参数”的“开始行进”。)

这 2 种方法根据前端安装的工具不同进行区分使用。

图 1.5.5.2 (i) 的方法中，在自开始点起的短时间内，不会与工件表面接触。不接触的距离 d ，受到自开始点至工件表面的距离 h 、接近速度 V_a 、行进方向的速度 V 的影响。

(请参阅“基本功能篇 1.5.5.6 参数”。)

h 和 V 的值越大， d 将越长； V_a 的值越大， d 将越短。请预测不接触的距离 d 来确定开始点的位置。

工具接触到工件表面后，机器人一边保持设置的作用力一边移动。

执行去毛刺或研磨作业等使用锋利的工具（如超硬刀头或打磨机等）时，采用此方法。

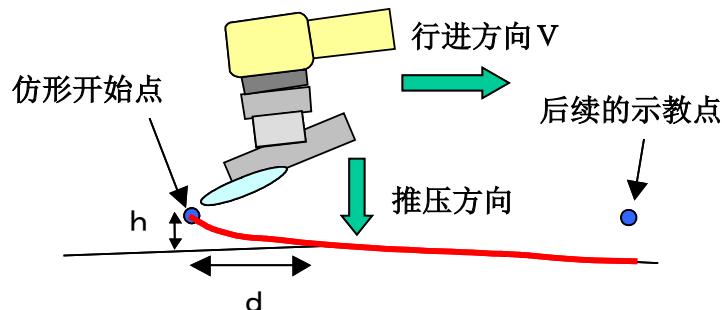


图 1.5.5.2 (i) 自仿形开始点向着行进方向和推压方向同时运动

采用图 1.5.5.2 (j) 所示的方法时，机器人会先向推压方向动作，并在工具接触对方设备之前持续进行推压。检测到接触之后，会维持已设置的推压力，同时开始向行进方向动作。

使用切削力较弱的工具（如磨轮等）时或者推压完全无需切削的工具（如滚轮等）时，则如图 1.5.5.2 (j) 所示，采用先接触后运动的方法。

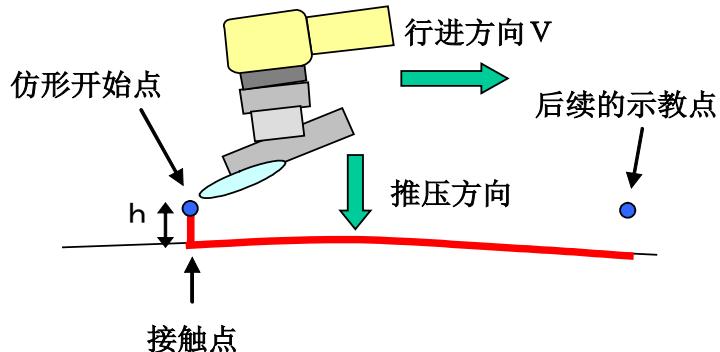


图 1.5.5.2 (j) 自仿形开始点首先向着推压方向运动, 接触后向着行进方向运动

注意

如果执行去毛刺或研磨等使用锋利的工具(如超硬刀头或打磨机等)时, 如图 1.5.5.2 (j) 所示采用先接触后运动的方法, 可能导致瞬间接触时误削工件或不慎钻孔。

仿形结束位置

仿形结束时, 机器人动作会有短暂的停止。使用切削力很强的工具(超硬切削刀或者研磨机)进行去毛刺或者研磨时, 可能会发生切削太深的情况。为了避免这种情况发生, 需要在“仿形结束”命令之前, 增加一个离开工件表面几 mm 位置的示教点。

请将“仿形结束”前的示教点定位形式设为“定位”而非“平滑”。

推压方向自动变化

执行某项力觉控制命令(仿形功能)的过程中, 可以根据示教轨道自动更改推压方向。

如为圆形轨道, 机器人将始终向圆心方向或反向向远离圆心的方向推压的同时进行移动。因此, 机器人无需大幅度旋转手腕, 便可围绕圆形轨道旋转 1 周。

如为方形轨道, 机器人可以自动更改向每 1 条边推压的方向。无需再针对每 1 条边切换力觉控制命令。

但请注意, 这一功能仅可用于平面内的轨道。

(请参阅“表 1.5.5.6 (e) 推压方向自动变化”一节。)

推压力的更改

执行某项力觉控制命令(仿形功能)的过程中, 可以更改推压力。

根据位置需要更改推压力时, 无需停止机器人运行, 便可进行切换。

(请参阅“基本功能篇 1.5.5.7 仿形功能的其它功能”。)

1.5.5.3 力觉传感器的重力补偿

对于力觉传感器不仅施加工具和工件之间作用的力, 而且还施加重力。仿形中如果机器人前端的姿势发生变化, 作用于力觉传感器的重力也会变动。对这部分变动进行补偿, 正确求得工具与工件之间实际作用的力之操作, 叫做力觉传感器的重力补偿。

如果不进行重力补偿就无法求得正确的推压力, 因而如果施加设置值以上的力, 或工具和工件相互离开, 将会导致磨削和研磨的性能恶化。

在图 1.5.5.1 (a) 所示的工具抓住的情况下, 务必在力觉传感器的前端安装了工具的状态下进行重力补偿; 在图 1.5.5.1 (b) 所示的工件抓住的情况下, 务必在力觉传感器的前端安装机械手抓住工件的状态下进行重力补偿。

为了进行重力补偿, 需要求取位于取力觉传感器前端的工具或者工件的质量和重心位置。提供有自动地对这些值进行计算的功能。

有关此功能的使用法, 请参阅“辅助功能篇 1 工具质量和重心位置测量功能”。

注释

此重力补偿, 用于对力觉传感器上所施加的重力进行补偿。其对力觉控制以外的动作性能不会产生影响。

1.5.5.4 程序

仿形功能中使用参数表数据中的“仿形”和“仿形结束”。

在开始仿形动作的点之后，设置“仿形命令”，在结束仿形的点之后，设置“仿形结束命令”。

但是，“仿形”以及“仿形结束”功能中，即使在执行中发生错误，也无法跳转至所设置的错误标签编号。

```
TEST
1:J @P[1:START] 100% FINE
2: FORCE CTRL[1: 仿形]
: ErrorLBL[0]
3:C @P[2]
: P[3] 50mm/sec CNT100
4:J @P[4:END] 50msec FINE
5: FORCE CTRL[2: 仿形结束]
: ErrorLBL[0]
[END]
```

图 1.5.5.4 程序例

上例中，仿形动作从程序的位置 1 开始，经由位置 2 和 3 附近，在位置 4 的附近结束。仿形中，由于工具和加工工件一边接触一边运动，因而会成为与示教点稍许偏离的轨道。

(有关仿形过程中的推压力等设置方法，请参阅“基本功能篇 1.5.5.6 参数”。)

1.5.5.5 仿形功能的注意事项

仿形动作中如果发生报警和急停等情况，则会按如下所示方式动作。

此时，打磨机和外围设备的停止等操作，在仿形功能下不会进行，请通过系统予以应对。

仿形动作中发生了错误的情形

- 1 仿形动作中断，机器人停止。
- 2 TP 上显示“FORC-279: Contouring aborted”的信息。
- 3 如果在排除错误的原因后，进行复位，机器人就会通常的位置控制下动作。要重新开始仿形动作，请从“FORCE CTRL”(力觉控制)命令重新操作。

仿形动作中进行了急停的情形

- 1 仿形动作中断，机器人停止。
- 2 TP 上显示“FORC-211: Servo error occurred”和“FORC-279: Contouring aborted”的信息。
- 3 如果进行复位，机器人就会在通常的位置控制下动作。要重新开始仿形动作，请从“FORCE CTRL”命令重新操作。

仿形动作中进行了暂时停止(保持)的情形

- 1 机器人停止。
- 2 重新开始后，仿形动作继续。
- 3 如果在暂时停止后从别的行执行，则仿形动作中断，TP 上显示“FORC-279: Contouring aborted”的信息。

仿形动作中执行了点动的情形

- 1 仿形动作中断。
- 2 TP 上显示“FORC-279: Contouring aborted”的信息。
- 3 机器人在通常的位置控制下进行点动动作。要重新开始仿形动作，请从“FORCE CTRL”命令重新操作。

仿形动作中执行了后退的情形

- 1 仿形动作中断。
- 2 TP 上显示“FORC-279: Contouring aborted”的信息。
- 3 之后，机器人在通常的位置控制下动作。要重新开始仿形动作，请从“FORCE CTRL”命令重新操作。

1.5.5.6 参数

概要

“仿形”的参数如下所示。

3 轴力觉传感器专用设置，只有在使用 3 轴力觉传感器时在“基本参数设置”画面上显示。务必设置“基本参数设置”画面上的参数。

注

1 机器人为 CRX 且软件版本为 7DF5/05 以后时，进行“仿形”时也可以使用“内置传感器”。此时，不需要外挂力觉传感器。

功能选择画面

1
2 恒定力推压
3 平面匹配
4 轴插入
5 槽插入
6 搜索
7 相位搜索
8 - 下页--



2
1 孔搜索
2 离合器搜索
3 方形插入
4 仿形
5 仿形结束
6 拧紧螺栓
7
8 - 下页--

基本参数设置画面

力觉控制/基本	
1/11	
参数表[6]	G:1 F:1 S:1
1 功能	：仿形
2 注释	：[]
3 推压方向	工具：-Z
4 接触力阈值	：10.00 N
5 接近速度	：1.00 mm/s
6 控制坐标系	：工具坐标系
7 用户坐标系编号	UF：0
8 工具坐标系编号	TF：1
9 推压力	：50.00 N
10 推压距离上限	：50.00 mm
11 力觉控制增益	：详细
[类型] [组] [编号] [选择] 高级 >	
F1 F2 F3 F4 F5	

3 轴力觉传感器专用设置画面

.....	
11 3 轴力觉传感器接触点位置	：工具
12 设置方法	：坐标系
13 [-]位置寄存器编号	：0
14 [-]距离	：0.0 mm
.....	

力觉控制/增益画面

力觉控制/增益	
1/1	
参数表[1]	G:1 F:1 S:1
功能	：仿形
1 仿形阻抗	：[主控频率]]
[类型] [组] [编号] [选择] >	
F1 F2 F3 F4 F5	

高级参数设置画面 (1/2)

力觉控制/高级	
1/58	
参数表[6]	G:1 F:1 S:1
1 功能	：仿形
2 注释	：[]
3 简易自定义开关	：OFF
4 最多连续重试次数	：1
5 自定义父级编号	：0
6 自定义参数连动	：OFF
7 用户坐标系补偿	：OFF
8 最小误差方向	：无
力的上限	
9 X: 500.00 Y: 500.00 Z: 500.00 N	
10 W: 50.00 P: 50.00 R: 50.00N*mm	
力变化的上限	
11 X: 200.00 Y: 200.00 Z: 200.00 N	
12 推压方向速度	：0.00 mm/s
13 开始行进	：接触前
14 过载检查	行进速度变化开关：OFF
15 监控力	：行进方向
16 最小力	：2.00 N
17 最大力	：8.00 N
18 最小速度比率	：1.00 %
19 过载力检测开关	：OFF
20 输出数值寄存器编号	：0
21 监控力	：行进方向
22 过载力判断阈值	：30.00 N
23 推压方向运动无效化开关	：OFF
24 输入数值寄存器编号	：0
25 推压力变化开关	：OFF
26 最小速度	：2.0 mm/s
27 最大速度	：50.0 mm/s
28 推压方向自动变化	：OFF
29 推压力检查	行进速度变化开关：OFF
30 最小力比率	：5.0 %
31 最大力比率	：70.0 %
32 最小速度比率	：1.00 %
[类型] [组] [编号] [选择] 基本 >	
F1 F2 F3 F4 F5	

图 1.5.5.6 (a) “仿形”的画面 (1/2)



图 1.5.5.6 (b) "仿形"的画面 (2/2)

仿形功能的参数调整步骤

- 1 显示“仿形”功能的“基本参数设置”画面。
- 2 选择“控制坐标系”。
 - 选择“工具坐标系”或“用户坐标系”。
- 3 设置“工具坐标系编号”、“用户坐标系编号”、“推压方向”、“推压力”、“接触力阈值”、“接近速度”、“推压距离上限”。
- 4 设置“力觉控制增益”。
 - (请参阅“基本功能篇 1.6 力觉控制的增益（阻抗参数）”。)

- 5 设置除上述之外的"基本参数设置"画面的其他参数。
 6 根据需要设置"高级参数设置"画面中的参数。

注释

- 1 "仿形"功能中无法执行力觉控制增益自动调整。请手动进行设置。
 2 有关力觉控制命令的编程概要, 请参阅"基本功能篇 1.1 注意和限制事项", "基本功能篇 1.2 示教的步骤"。

"基本参数设置"画面

以下为"基本参数设置"画面(仿形)的内容及设置项目。

表 1.5.5.6 (a) "基本参数设置"画面

项目	说明
"功能"	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这里选择"仿形"。
"传感器类型"	选择要使用的传感器的类型。CRX 系列时, 可选择"外挂力觉传感器"、"内置传感器"。"内置传感器"时, 无需力觉传感器。 CRX 系列以外的机器人时, 会自动变为"外挂力觉传感器", 不能更改。 "标准值: 外挂力觉传感器"
"注释"	请输入用于识别参数表数据的注释。 "最大字符数: 全角 8 个字符(半角 16 个字符)"
"用户坐标系编号"	输入要在仿形期间使用的用户坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的用户坐标系的编号。) "标准值: UF: 0"
"工具坐标系编号"	输入要在仿形期间使用的工具坐标系的编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的工具坐标系的编号。) "标准值: TF: 1"
"控制坐标系"	从"工具坐标"、"用户坐标"、"用户坐标 固定"中选择是通过工具坐标系还是用户坐标系进行推压。 针对固定打磨机或抛光轮始终向同一方向推压夹持工件进行研磨时, 选择"用户坐标"。如果应用过程中推压方向可能随时发生变化, 则选择"工具坐标"。 在诸如远程 TCP 那样, 在一边以与被固定在工具上的某 1 点接触的方式改变工件姿势一边进行推压时, 选择"用户坐标 固定"。 "标准值: 工具坐标"
"推压方向"	在已设定的用户坐标系中输入推压方向。 "标准值: -Z" 压方向的设置值之前的显示表示以下内容。 "自动变化" "高级参数设置"画面中的"推压方向自动变化"设置为"有效"。 "工具" "基本参数设置"画面中的"控制坐标系"设置为"工具坐标系"。 "用户" "基本参数设置"画面中的"控制坐标系"设置为"用户坐标系"。
"推压距离上限"	输入仿形期间工件可移动的距离。 仿形过程中, 即使稍微偏离示教轨道, 仍将沿着推压方向运动。 工件移动量超出此处设置的值时, 机器人将发出报警并停止工作。 "标准值: 50.00 mm"
"接近速度"	输入接触作业对象的目标动作速度。 "标准值: 1.00 mm/s" ⚠ 注意 如果增大"接近速度"值, 则可缩短接触时间, 但接触瞬间可能会施加大于设置值的力, 从而导致过度切削。
"接触力阈值"	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 实际的仿形动作在发生接触后开始, 输入小于"推压力"的值。 "标准值: 10.00 N"
"推压力"	输入实际执行推压动作时的目标推压力。 目标推压力如果在使用仿形执行中变更推压力的功能等, 则会被改变。 (请参阅"基本功能篇 1.5.5.7 仿形功能的其它功能"。) "标准值: 30.00N"

项目	说明
"G F S"	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

表 1.5.5.6 (b) "基本参数设置"画面 (6 轴力觉传感器基本功能的情形)

项目	说明
"力觉控制增益"	向设置力觉控制增益的画面切换。 <ul style="list-style-type: none"> 如果将光标指向此行, 按下"ENTER" (输入) 键, 则会向"力觉控制增益"画面切换。 "力觉控制增益"画面的参数需手动进行设置。 (有关可从此画面进行设置的参数, 请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益 (阻抗参数)"。)

如下的"3 轴力觉传感器接触点位置" ~ "距离 (3 轴力觉传感器接触点)" 是 3 轴力觉传感器特有的设置项目。
(请参阅"基本功能篇 1.9 3 轴力觉传感器的设置"。)

表 1.5.5.6 (c) "基本参数设置"画面 (3 轴力觉传感器基本功能的情形)

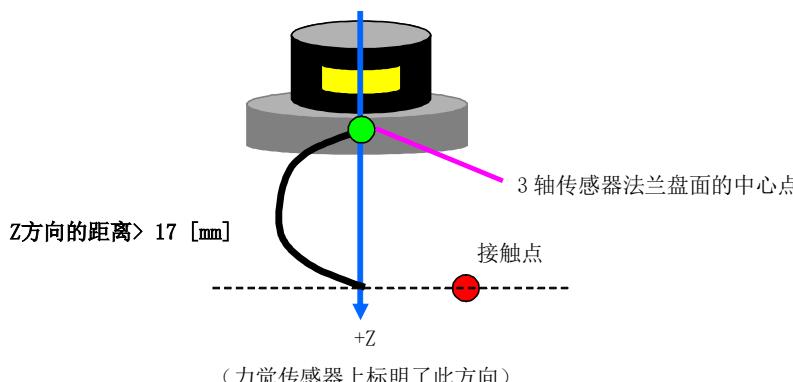
项目	说明				
"3 轴力觉传感器接触点位置"	设置在 3 轴力觉传感器功能中接触点位置随机器人移动或者固定于某空间范围内。 3 轴力觉传感器检测 Fz、Mx、My, 但是 3 轴力觉传感器功能, 则进一步根据作为接触点的位置, 推算 Fx、Fy、Mz。这里, 设置将此接触点作为机械接口坐标系上的值, 或者将其作为世界坐标系上的值。 从"工具"或"用户"进行选择。 <table border="1" data-bbox="491 1010 1428 1212"> <tr> <td>"工具"</td> <td>从世界坐标系上看时, 使得接触点的位置如同工具坐标系原点那样与机器人的移动一起移动。 将机械接口坐标系上的、由后述的参数赋予的值作为接触点的位置。</td> </tr> <tr> <td>"用户"</td> <td>从世界坐标系上看时, 将接触点的位置如同用户坐标系原点那样作为固定的位置。 将世界坐标系上的、由后述的参数赋予的值作为接触点的位置。</td> </tr> </table>	"工具"	从世界坐标系上看时, 使得接触点的位置如同工具坐标系原点那样与机器人的移动一起移动。 将机械接口坐标系上的、由后述的参数赋予的值作为接触点的位置。	"用户"	从世界坐标系上看时, 将接触点的位置如同用户坐标系原点那样作为固定的位置。 将世界坐标系上的、由后述的参数赋予的值作为接触点的位置。
"工具"	从世界坐标系上看时, 使得接触点的位置如同工具坐标系原点那样与机器人的移动一起移动。 将机械接口坐标系上的、由后述的参数赋予的值作为接触点的位置。				
"用户"	从世界坐标系上看时, 将接触点的位置如同用户坐标系原点那样作为固定的位置。 将世界坐标系上的、由后述的参数赋予的值作为接触点的位置。				
"设置方法" (3 轴力觉传感器接触点) (图 1.5.5.6 (c))	利用 3 轴力觉传感器功能, 指定作为接触点的位置的确定方法。 如下的坐标系和位置寄存器值, 与参数表数据的其他参数一样, 使用力觉控制开始时被设置的值。 可从"坐标系"、"位置寄存器"、"推压方向变换"之中选择。 <p>△ 注意</p> <p>利用 3 轴力觉传感器功能通过"设置方法"指定接触点的定位方法时, 力觉控制过程中, 接触点与 3 轴力觉传感器法兰盘中心点的 Z 向 (此方向已于力觉传感器机身上标明) 距离必须大于 17mm。此距离随机器人动作而变动时, 请予以注意。</p> 				

图 1.5.5.6 (c) 3 轴力觉传感器法兰盘中心点的 Z 向距离

项目	说明	
"设置方法" (3 轴力觉传感器接触点) (图 1.5.5.6 (c))	"坐标系"	<ul style="list-style-type: none"> "3 轴力觉传感器接触点位置"为"工具"时: 将由"基本参数设置"中的"工具坐标系编号"所指定的工具坐标系的原点值作为接触点的位置。 "3 轴力觉传感器接触点位置"为"用户"时: 将由"基本参数设置"中的"用户坐标系编号"所指定的用户坐标系的原点值作为接触点的位置。此时的用户坐标系, 在"高级参数设置"中的"用户坐标系补偿"有效时, 使用经过补偿的值。
"设置方法" (3 轴力觉传感器接触点) (图 1.5.5.6 (c))	"位置寄存器"	<p>将执行力觉控制命令时的、由后述的"位置寄存器编号"所指定的位置寄存器的 X、Y、Z 的值作为接触点的位置。</p> <ul style="list-style-type: none"> "3 轴力觉传感器接触点位置"为"工具"时: 将机械接口坐标系上的、位置寄存器值的位置作为接触点的位置。 "3 轴力觉传感器接触点位置"为"用户"时: 将世界坐标系上的、位置寄存器值的位置作为接触点的位置。
	"推压方向变换"	<ul style="list-style-type: none"> "3 轴力觉传感器接触点位置"为"工具"时: 对于由"基本参数设置"的"工具坐标系编号"所指定的工具坐标系的原点位置, 将向着由"基本参数设置"的"推压方向"所指定的方向只移动了后述的"距离"mm 的位置值作为接触点的位置; 或者在高级参数设置的"推压方向自动变化"有效时, 将向着已被更改的推压方向只移动了后述的"距离"mm 的位置值作为接触点的位置。 "3 轴力觉传感器接触点位置"为用户时: 对于由"基本参数设置"的"用户坐标系编号"所指定的用户坐标系的原点位置, 将向着由"基本参数设置"的"推压方向"所指定的方向只移动了后述的"距离"mm 的位置值作为接触点的位置; 或者在"高级参数设置"的"推压方向自动变化"有效时, 将向着已被更改的推压方向只移动了后述的"距离"mm 的位置值作为接触点的位置。
"位置寄存器编号" (3 轴力觉传感器接触点)	输入利用 3 轴力觉传感器功能将上述"设置方法"设置为位置寄存器时所使用的位置寄存器编号。	
"距离" (3 轴力觉传感器接触点)	输入利用 3 轴力觉传感器功能将上述"设置方法"设置为推压方向变换时所使用的距离。 "单位: mm"	
"力觉控制增益"	<p>向设置力觉控制增益的画面切换。</p> <ul style="list-style-type: none"> 将光标指向此行, 按下"ENTER" (输入) 键, 则会向"力觉控制增益"画面切换。 (有关可从此画面进行设置的参数, 请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益 (阻抗参数)"。) 	

"高级参数设置"画面

以下为"高级参数设置"画面 (仿形) 的设置项目。

表 1.5.5.6 (d) "高级参数设置"画面 (1/3)

项目	说明
"功能"	从功能选择画面中选择要设置的功能。 这里选择"仿形"。
"注释"	请输入用于识别参数表数据的注释。 "最大字符数: 全角 8 个字符 (半角 16 个字符)"
"简易自定义开关"	连续执行力觉控制时进行设置。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果将此开关置于"ON", 则可在任意的力觉控制参数表后执行。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: OFF"
"最多连续重试次数"	输入整数, 以指定能够连续几次执行已有效开启简易自定义功能的力觉控制参数表。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: 1"
"自定义父级编号"	连续执行力觉控制时输入。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) "标准值: 0"

项目	说明
“自定义参数连动”	连续执行力觉控制时进行设置。可从“双方向”、“父到子”、“子到父”、“OFF”之中选择。 (请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”。) “标准值：OFF”
“用户坐标系补偿”	使用 iRVision 来对在作业对象面中设置的用户坐标系进行补偿的开关。在作业对象的倾斜有可能变化时有效。 可从“OFF”、“位置寄存器”、“视觉寄存器”之中选择。 需要与位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令并用。 (请参阅“基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿”。) “标准值：OFF”
“力的上限” (图 1.5.5.6 (d))	发生的力满足下式时会发出报警“FORC-216 – FORC-221”。首先，请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”，排除报警的原因。报警难于消除时，请增大此值。就 X, Y, Z 这 3 个方向的力和 W, P, R 这 3 个方向的力矩予以设置。 譬如，就 X 方向示出如下： $F_x < -FL_x \text{ 或者 } F_x > F_{dx} + FL_x \quad (F_{dx} > 0 \text{ 时})$ $F_x > FL_x \text{ 或者 } F_x < F_{dx} - FL_x \quad (F_{dx} < 0 \text{ 时})$ <p> F_x：推压中或者平面匹配中发生的力 (X 方向) FL_x：力的上限的 X 分量 F_{dx}：X 方向的目标力 推压方向为“X”或“-X”时，F_{dx} 为“推压力”， 除此以外时，$F_{dx} = 0$。 有关 Y、Z、W、P、R，同样的关系也成立。 “标准值：X: 200.00 Y: 200.00 Z: 200.00 N W: 15.00 P: 15.00 R: 15.00 N*m”</p> <p style="text-align: center;">$F_{dx} > 0$ 时</p> <p style="text-align: center;">$F_{dx} < 0$ 时</p>
	图 1.5.5.6 (d) “力容许值”与报警的发生
“力变化的上限”	输入 X、Y、Z, 3 个方向的力的允许变化范围。 发生的力的变化值如果超过此值，则会发出报警。在从安装在机器人上的打磨机和螺母自动紧固装置等上受到过大的外力时、和力觉控制增益过大而机器人振荡时容易发生报警。 首先请排除报警的原因。报警难于消除时，请增大此值。 “标准值：X: 100.00 Y: 100.00 Z: 100.00 N”
“推压方向速度”	指推压方向的速度指令。通常输入“0”。 在工件曲率较大，仿形动作中工件脱离工具时，输入“1”mm / s 至“10”mm / s 左右的值。 “标准值：0.00 mm/ s”
“开始行进于”	选择仿形的开始动作。 如果在接触前开始，则选择“接触前”。如果在接触后开始，则选择“接触后”。 (请参阅“基本功能篇 1.5.5.2 仿形功能中的示教”中的、“从仿形开始点接触”项确定值。) “标准值：接触前”

项目	说明
"过载检查 行进速度变化开关" (图 1.5.5.6 (e))	<p>根据发生的力调整行进速度的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>此过载检查行进速度变化功能，根据所发生的力减小行进速度，以免在工具和工件上造成过载。此外，只有在负荷较大的情况下放慢行进速度，因而可以在总体上缩短循环时间。</p> <p>根据"最小力"、"最大力"、"最小速度比率"和实际发生的力，按如下所示方式，计算已被调整的速度指令。</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"监控力" (过载检查行进速度变化)	<p>选择过载检查行进速度变化功能中监控力的类型。</p> <p>"合力": 监控 X、Y、Z 方向上加载的作用力的合力。</p> <p>"X"、"Y"、"Z": 监控"控制坐标系"的 X、Y、Z 方向上加载的力。</p> <p>"行进方向": 监控行进方向上加载的力。</p> <p>"标准值: 行进方向"</p>
"最小力" (过载检查行进速度变化)	<p>输入通过过载检查行进速度变化功能监控的最小力值。</p> <p>监控力的大小小于该值时，不调整行进速度。</p> <p>"标准值: 2.00 N"</p>
"最大力" (过载检查行进速度变化)	<p>输入通过过载检查行进速度变化功能监控的最大力值。</p> <p>监控力的大小大于该值时，按照"最小速度比率"（过载检查行进速度变化）所设置的比率减慢行进速度。监控力大小在"最小力"以上、未满"最大力"时，根据力大小调整行进速度。</p> <p>"标准值: 8.00 N"</p>
"最小速度比率" (过载检查行进速度变化)	<p>利用过载检查行进速度变化功能，将调低行进速度时的最低速度作为动作中的行进速度×最小速度比率 / 100。</p> <p>将该值设置为"0.001"以上"100"以下。</p> <p>"标准值: 1.00 %"</p>
"过载力检测开关"	<p>对所发生的力大小和阈值进行比较，向指定的寄存器持续输出值的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>过载力检测功能中，通过同时使用高速跳过功能，预先监视该寄存器的值，可检测已发生过载力的情况而执行别的命令。</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"输出数值寄存器编号" (过载力检测)	<p>输入过载力检测功能中用于输出数值的寄存器编号。</p> <p>发生的力在后述的"过载力判断阈值"以上时，将所指定的寄存器的值设为"1"；除此以外时将其设为"0"。</p> <p>"标准值: 0"</p>
"监控力" (过载力检测)	<p>选择过载力检测功能中监控力的类型。</p> <p>如果是"合力": 则是从 X、Y、Z 方向施加的力的合力。</p> <p>如果是"X"、"Y"、"Z": 则是"控制坐标系"中从 X、Y、Z 各方向施加的力。</p> <p>如果是"行进方向": 则是从行进方向施加的力。</p> <p>"标准值: 行进方向"</p>

项目	说明
“过载力判断阈值” (过载力检测) (图 1.5.5.6 (f))	输入过载力检测功能中用于判定过载力的阈值。 利用过载力检测功能检测出所发生的力如果在此值以上，则向所指定的寄存器输出“1”；如果未满此值，则输出“0”。 ※ 作为“过载力检测功能”的应用例，这里在图 1.5.5.6 (f) 中示出使用“过载力检测功能”和“高速跳过”命令，在与已知大小在某种程度以下的障碍物碰撞时，用来尽快予以规避而运动的 TP 程序例。 (此例中，也使用后述的“推压方向运动无效化功能”，以免在规避障碍物的动作中向推压方向运动。) “标准值：30.00N”
“推压方向运动无效化开关”	在执行仿形功能时，根据寄存器的值，将通过力觉控制向着推压方向运动的作用暂时无效化的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 “标准值：OFF”
“输入数值寄存器编号” (推压方向运动无效化)	输入推压方向运动无效化功能中无效化的寄存器编号。 如果利用推压方向运动无效化功能，将此寄存器编号的、寄存器的值设为“1”，则可使得通过力觉控制向着推压方向运动的作用无效化。 “标准值：0”
“推压力变化开关”	根据行进速度来调整推压力的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 在推压力变化功能下，行进速度慢时，减小作为目标的推压力。 “标准值：OFF”
“最小速度” (推压力变化)	在行进速度小于此值时，利用推压力变化功能，尽量减小推压作用。输入该阈值。 “标准值：2.0 mm/s”

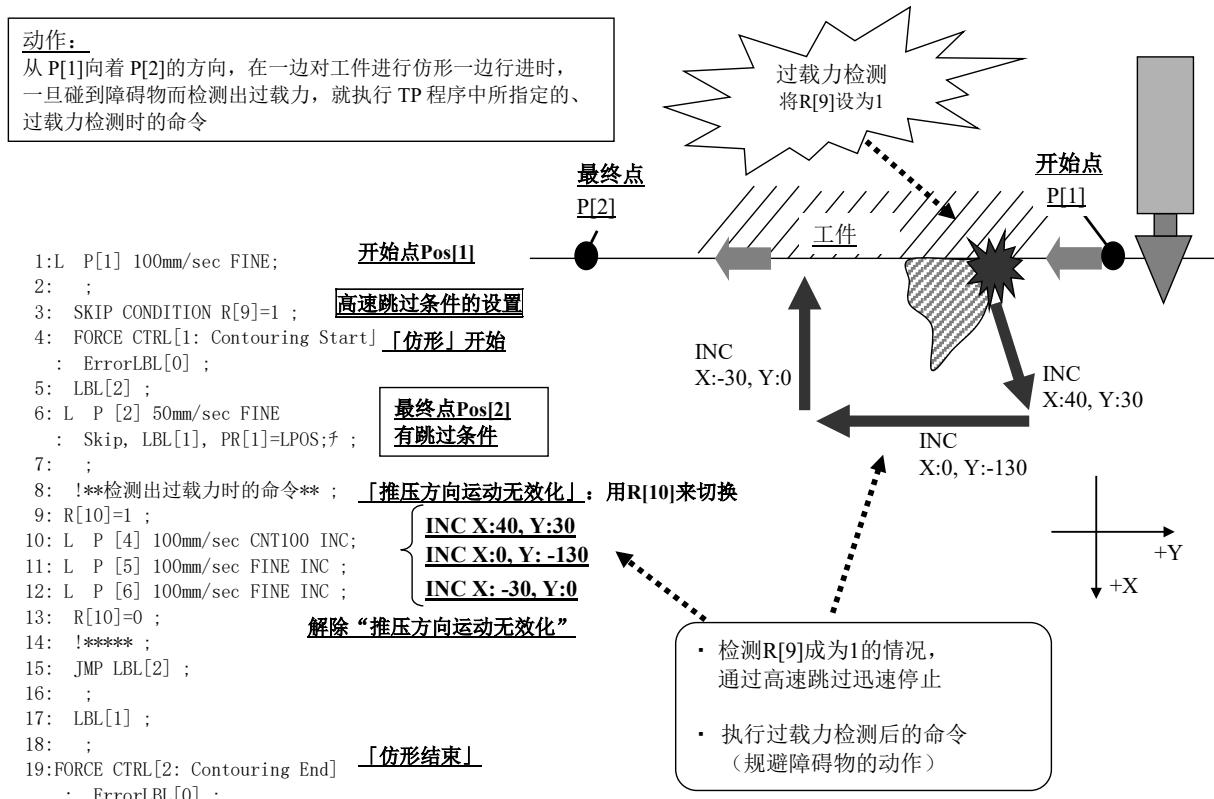
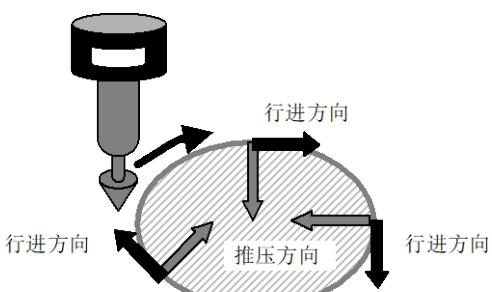
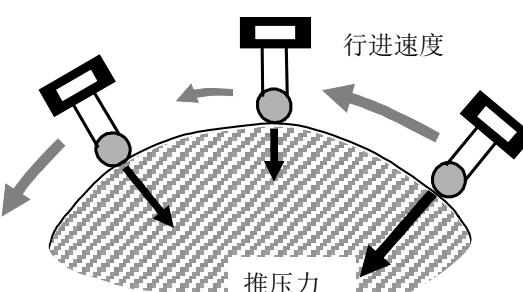
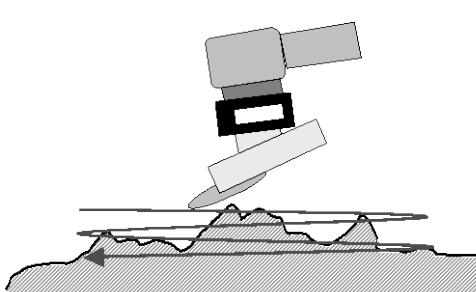


图 1.5.5.6 (f) 组合了“过载力检测功能”和高速跳过命令的 TP 程序例

表 1.5.5.6 (e) "高级参数设置"画面 (2/3)

项目	说明
"最大速度" (推压力变化)	行进速度在此值以上时, 推压力变化功能不会改变推压力的目标值。输入该阈值。 行进速度在"最小速度"以上、未满"最大速度"时, 根据行进速度, 减小作为目标的推压力。 "标准值: 50.0 mm/ s"
"推压方向自动变化" (图 1.5.5.6 (g))	该功能可以根据行进方向自动更改推压方向。可从"OFF"和"用户坐标系 X-"之中选择。 为了保持仿形开始时的推压方向和行进方向的关系, 根据工具坐标系原点的运动而自动改变推压方向。此时的推压方向, 是与所示教的行进方向正交的方向。 使用此功能时, "基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能"的数据如下所示: <ul style="list-style-type: none"> "推压方向"为"±X"时: Fx: 推压方向的力, Fy: 行进方向的力, Fz: 用户坐标系 Z 方向的力 "推压方向"为"±Y"时: Fx: 行进方向的力, Fy: 推压方向的力, Fz: 用户坐标系 Z 方向的力 ※ 即使在执行此功能的情况下, "高级参数设置"的"力的上限"、过载检查行进速度变化功能、过载力检测功能的、X、Y、Z 方向根据用户坐标系进行。 "标准值: OFF" ⚠ 注意 "推压方向自动变化"功能是在内部更改推压方向。"推压方向自动变化"过程中, 推压方向与"基本参数设置"画面的"推压方向"设置不同, 请予以注意。 
"推压力检查行进速度变化开关" (图 1.5.5.6 (h)、 图 1.5.5.6 (i))	当实际推压力小于目标推压力时, 该功能会根据推压方向的力相应地调整行进速度。可从"OFF"、"方向 1"、"方向 2"、"方向 1&2"之中选择。 此"推压力检查行进速度变化开关"功能, 在推压方向的力较小时, 可通过减小行进速度, 进行推压的确认, 以免工件和工具从推压方向偏离。 "方向 1"为向"基本参数设置"画面的"推压方向"进行推压的设置; "方向 2"为后述"第 2 方向推压"中设置的推压方向。详情请参阅"第 2 方向推压"。根据"最小力比率"、"最大力比率"、"最小速度比率"和实际产生的推压力, 按如下所示方式, 计算已被调整的速度指令。 (请参阅"图 1.5.5.6 (j)"。) "标准值: OFF" 

项目	说明
"推压力检查行进速度变化开关" (图 1.5.5.6 (h)、 图 1.5.5.6 (i))	<p>已被调整的行进速度</p> <p>行进速度×最小速度比率 100 目标推压力×最小力比率 100 目标推压力×最大力比率 100 实际的推压力</p>
	图 1.5.5.6 (i) 已被调整的速度指令的计算
"最小力比率" (推压力检查行进速度变化)	在实际的推压力小于目标推压力"最小力比率"/ 100 时, 利用推压力检查行进速度变化功能, 根据由后述的"最小速度比率" (推压力检查行进速度变化) 设置的比率放慢行进速度。输入其比率。 "标准值: 5.0 %"
"最大力比率" (推压力检查行进速度变化)	实际的推压力在目标推压力 × "最小力比率"/ 100 以上、且小于目标推压力 × "最大力比率"/ 100 时, 利用推压力检查行进速度变化功能, 根据"最小力比率"、"最大力比率"、后述的"最小速度比率", 放慢行进方向的速度。输入其比率。 实际的推压力在目标推压力 × "最大力比率"/ 100 以上时, 不调整行进速度。 "标准值: 70.0 %"
"最小速度比率" (推压力检查行进速度变化)	利用推压力检查行进速度变化功能, 将调低行进速度时的最低速度设为动作中的行进速度 × 最小速度比率 / 100。输入其比率。 将要此值设为 "0.001"以上"100"以下。 "标准值: 1.00 %"
"最小推压力监控开关" (图 1.5.5.6 (j))	监控推压力是否已变小的功能开关。可从"OFF"、"方向 1"、"方向 2"、"方向 1&2"之中选择。 在推压力在通过后述的"监控时间"所指定的时间内连续, 小于由后述的"最小力比率" (最小推压力监控) 所指定的值时, 发出报警并使得机器人的移动动作停止。通过此最小推压力监控功能, 可在刀具与工件接触后偏离时、或推压力不充分时, 使得机器人停止。 "标准值: OFF"
	图 1.5.5.6 (j) 最小推压力监控开关
"最小力比率" (最小推压力监控)	利用最小推压力监控功能, 将推压力、和目标力 × "最小力比率"/ 100 的值进行比较。输入其最小力比率。 "标准值: 10.0 %"
"监控时间" (最小推压力监控)	在推压力在此"监控时间""sec" 以上连续地小于目标力 × "最小力比率" (最小推压力监控) / 100 时, 利用最小推压力监控功能, 发出报警并使得机器人的移动动作停止。输入该时间。 "标准值: 1.0 sec"

项目	说明
"推压方向深度监控开关" (图 1.5.5.6 (k)、 图 1.5.5.6 (l)、 图 1.5.5.6 (m))	<p>为了避免超过推压方向上所指定的深度行进，并对是否已经到达指定深度进行监控的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。</p> <p>推压方向深度监控功能的目的是像铸件毛刺粗削一样，利用加工工具将工件切削至指定深度。</p> <p>此推压方向深度监控功能，通过进行深度监控动作、以及是否已经到达指定深度的结果判定，以避免超过指定深度而行进，并可确认是否已经到达指定深度。</p> <p>请设置“仿形”的参数，并在 TP 程序中设置为向由“监控运动输入数值寄存器编号”所指定的寄存器输入值而切换深度监控动作，根据向由“监控运动输出数值寄存器编号”所指定的寄存器输出的结果来改变处理。</p> <p>深度监控动作包括“开始”、“继续”、“结束”的动作。通过指定此动作，进行深度监控动作的切换、和结果判断的输出。</p> <p>（请参阅图 1.5.5.6 (l)、图 1.5.5.6 (m) 所示的 TP 程序例。）</p> <p>“标准值：OFF”</p>  <p>图 1.5.5.6 (k) “推压方向深度监控开关”</p>
关于深度监控动作的“开始”，“继续”，“结束”	<p>使用寄存器，指定深度监控动作的“开始”、“继续”、“结束”。</p> <p>用来设置深度监控动作的寄存器的编号，由“监控运动输入数值寄存器编号”来指定。</p> <p>在由“监控运动输入数值寄存器编号”所指定的寄存器中，</p> <ul style="list-style-type: none"> 如果是“开始”则输入“1”。 如果是“继续”则输入“2”。 如果是“结束”则输入“3”。 <p>开始深度监控动作时，或者从“继续”重新开始时，在由“监控运动输入数值寄存器编号”指定的寄存器中输入表示“开始”的“1”。</p> <p>在虽然继续深度监控动作但输出结果判断时，向由“监控运动输入数值寄存器编号”所指定的寄存器输入表示“继续”的“2”。</p> <p>在结束深度监控动作，输出结果判断时，向由“监控运动输入数值寄存器编号”所指定的寄存器输入表示“结束”的“3”。</p> <p>另外，在执行“仿形结束”时，或者中断“仿形”时，深度监控动作结束。</p>
关于结果判断	<p>结果判断中，在从“开始”到“继续”或者“结束”的期间，判断是否已到达由“最终深度”所指定的深度。</p> <p>深度是指推压方向的距离。</p> <p>结果判断中，以 TP 程序中设置的轨道为基准，在实际移动的轨道中，已到达“最终深度”的部分在“监控区域比率”以上时，判断为 OK；未满该值时，判断为 NG。</p> <p>用于输出结果判断的寄存器的编号，由“监控运动输出数值寄存器编号”来指定。</p> <p>在由“监控运动输出数值寄存器编号”所指定的寄存器中，</p> <ul style="list-style-type: none"> 如果结果为“OK”就输出“1”。 如果结果为“NG”就输出“2”。

项目	说明
"推压方向深度监控开关" (图 1.5.5.6 (k)、 图 1.5.5.6 (l)、 图 1.5.5.6 (m))	关于深度监控动作 深度监控动作中, 使得向推压方向移动的位置不超过指定的深度。在不超过指定深度的动作中, 包括有避免超过"单次加工最大深度"的动作、和避免超过"最终深度"的动作。 (请参阅 "单次加工最大深度"和"最终深度"。) 在推压方向的深度到达"单次加工最大深度"或者"最终深度"时, 避免继续向推压方向行进。如果在与推压方向相反的方向施加了目标推压力以上的力时, 此功能使工具向着与推压方向相反的方向移动。 如果在"开始"之后指定"继续", 则重复次数增加 1。 重复次数增加至"最多重复次数"时, 此功能发出报警而使得机器人停止。 "最多重复次数"如果是"0", 则不进行前述的重复次数确认。 在指定了"继续"之后, 通过指定"开始", 就会重新开始深度监控动作。
"监控运动输入数值寄存器 编号" (推压方向深度监控)	利用推压方向深度监控功能, 用来设置深度监控动作的寄存器的编号。在"监控运动输入 数值寄存器编号"中指定寄存器时, 根据深度监控动作输入以下数值。 <ul style="list-style-type: none">如果将深度监控动作设为"开始"则输入"1"。如果将其设为"继续"则输入"2"。如果将其设为"结束"则输入"3"。 仿形开始时, 指定的寄存器被初始化为"0"。 "标准值: 0"
"监控运动输出数值寄存器 编号" (推压方向深度监控)	利用推压方向深度监控功能, 用来输出结果判断的寄存器的编号。 在由"监控运动输出数值寄存器编号"所指定的寄存器中, <ul style="list-style-type: none">如果结果为"OK"就输出"1"。如果结果为"NG"就输出"2"。 "标准值: 0"
"最终深度" (推压方向深度监控)	输入通过推压方向深度监控功能执行深度监控动作时不得超出的深度。 "标准值: 2.0 mm"
"单次加工最大深度" (推压方向深度监控)	输入通过推压方向深度监控功能执行单次深度监控动作时不得超出的深度。 单次动作是指从"开始"至"继续"或"结束"为止的动作。 如果是"继续"之后的动作时, "单次允许深度"以上次最浅的部分为准。 "单次允许深度"一栏应输入不大于"最终深度"的值。 "标准值: 0.5 mm"
"最多重复次数" (推压方向深度监控)	利用推压方向深度监控功能, 在将深度监控动作从"开始"设为"继续"计数为 1 次时, 允许的执行次数。 "标准值: 10"
"监控区域比率" (推压方向深度监控)	在基于推压方向深度监控功能的、结果判断中, 在移动的轨道中, 已到达"最终深度"的部分在"监控区域比率"以上时, 判断为 OK; 未满该值时, 判断为 NG。输入该阈值的比率。 "标准值: 80.0 %"
"力降噪开关"	从力觉数据除掉较大杂讯的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 将从力觉数据中去除较大杂讯。 是在如下情况下有用的功能: <ul style="list-style-type: none">工具和工件较重的情形使用打磨机等工具时, 工具的振动较大的情形 "标准值: OFF"

注释

- 1 "推压方向自动变化"功能存在以下限制。
 - 指定的工件平面是用户坐标系的 X-Y 平面。
 - "基本参数设置"的"控制坐标系"是"用户坐标系"。
 - "基本参数设置"的"推压方向"是"±X"、"±Y"的任何一方。
 - 请勿使仿形开始时的推压方向和行进方向平行。
 - 请勿进行仿形开始前以及仿形动作中的、"基本参数设置"的"推压力"变更。
 - 请勿进行仿形开始前以及仿形动作中的、"基本参数设置"的"控制坐标系"变更。
 - 禁止与以下功能并用：
 - 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）
 - 与如下功能并用而执行"仿形"功能时，无法从暂时停止重新开始：
 - 推压力检查行进速度变化功能
 - 推压方向深度监控功能
- 2 "推压力检查行进速度变化开关"存在以下限制。
 - 功能有效，是在工件与目标物接触后（发生的力超过了"接触力阈值"后）。接触前不进行对应推压方向的力的行进速度的调整。
 - 禁止与以下功能并用：
 - 推压方向运动无效化功能
 - 推压力变化功能
 - 推压方向深度监控功能
- 3 "最小推压力监控开关"存在以下限制。
 - 功能有效，是在工件与目标物接触后（发生的力超过了"接触力阈值"后）。接触前不进行推压力的监视。
 - 禁止与以下功能并用：
 - 推压方向运动无效化功能
 - 推压力变化功能
 - 推压方向深度监控功能
 - 4 "推压方向深度监控开关"存在以下限制。
 - 将基于 TP 程序的轨道设为作为目标的最终轨道，也就是说，要使其与加工后的目标轨道平行。
 - 对于基于 TP 程序的轨道，要使得推压方向成为正交的方向。
 - 作为没有满足前述条件的 TP 程序，请勿示教为进行规避障碍物等的移动动作，譬如，在深度监控动作中，使用高速跳过，利用增量命令，使其向着包含与此前的推压方向相反方向的分量在内的方向退避，在规避障碍物之后，使其向着包含与此前的推压方向相同方向的分量在内的方向行进。
 - "推压方向深度监控开关"处于"ON"时，即使没有指定深度监控动作的"开始"，在"开始行进于"为"接触后"且没有接触的状态下，在向推压方向移动了"最终深度"以上时，此功能会发出报警而使得机器人停止。
 - 禁止与以下功能并用：
 - 推压方向运动无效化功能
 - 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）
 - 推压力检查行进速度变化功能
 - 最小推压力监控功能
 - 第 2 方向推压

作为"推压方向深度监控功能"的应用例，图 1.5.5.6 (l)、图 1.5.5.6 (m) 中示出使用加工工具切削工件的例子。

动作：
根据 P[1]和 P[2]的示教位置、“单次加工最大深度”、“最终深度”，一边进行往返移动，一边向着推压方向一直切削到目标工件表面的位置

```

9: L P[1] 500mm/sec FINE ;
10: !*** 仿形开始***;
11: FORCE CTRL[1: Start Contouring] : ErrorLBL[0]; // 「仿形」开
12: !*** 从 P[1]行进到 P[2]***;
13: LBL[1];
14: R[1: Motion Input]=1; // 开始深度监控动作
15:L P[2] 50mm/sec FINE ;
16: R[2: Result Output]=0; // 将结果输出的寄存器设为「0」
17: R[1: Motion Input]=2; // 深度监控动作没有结束，但是输出判定结果
    重复次数增加「1」
18: WAIT R[2: Result Output]<>0; // 等待向寄存器输出结果
19: IF R[2: ]=1,JMP LBL[2] // 若结果为「OK」，则结束「仿形」
20: !*** 从 P[2]行进到 P[1]***;
21: R[1: Motion Input]=1; // 开始深度监控动作
22:L P[1] 50mm/sec FINE ;
23: R[2: Result Output]=0; // 将结果输出的寄存器设为「0」
24: R[1: Motion Input]=2; // 深度监控动作没有结束，但是输出判断结果
    重复次数增加「1」
25: WAIT R[2: Result Output]<>0; // 等待向寄存器输出结果
26: IF R[2: Result Output]=1,JMP LBL[2]; // 若结果为「OK」，则结束「仿形」
27: IF R[2: Result Output]=2,JMP LBL[1]; // 若结果为「NG」，则从最初重复操作
28: !*** 仿形结束***;
29: LBL[2];
30: FORCE CTRL[2: Contouring End] : ErrorLBL[0]; // 「仿形结束」

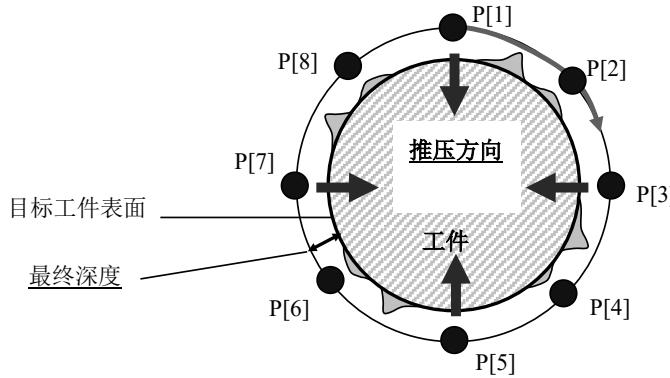
```

监控运动输入数值寄存器编号: 1
监控运动输出数值寄存器编号: 2

图 1.5.5.6 (I) "推压方向深度监控功能"的 TP 程序例 1 (使得直线形状的工件往返移动而进行切削的情形)

动作:

根据自 P[1]至 P[8]的示教位置、[单次加工最大深度]、[最终深度]，对工件一边进行旋转移动一边向推压方向切削至目标工件表面的位置



```

15:L P[1] 100mm/sec FINE ;
16: !***仿形开始 ***;
17: FORCE CTRL[1: Start Contouring] : ErrorLBL[0] ; // 「仿形」
18: !*** 围绕着工件从 P[1]行进到 P[1] ***;;
19: LBL[1] ;
20: R[1: Monit Input]=1 ; // 开始监视深度
21:C P[2]
: P[3] 50mm/sec CNT100 ;
22:C P[4]
: P[5] 50mm/sec CNT100 ;
22:C P[6]
: P[7] 50mm/sec CNT100 ;
22:C P[8]
: P[1] 50mm/sec FINE ;
23: R[2: Result Output]=0 ; // 将结果输出的寄存器设为「0」
24: R[1: Monit Input]=2 ; // 深度监控动作没有结束，但是输出判定结果
// 重复次数增加「1」
// 等待向寄存器输出结果
25: WAIT R[2: Result Output]<>0 ; // 若结果为「OK」，则结束「仿形」
26: IF R[2: Result Output]=1, JMP LBL[2] ;
27: JMP LBL[1] ;
28: !*** 仿形结束***;
29: LBL[2] ; // 「仿形结束」
30: FORCE CTRL[2: Contouring End] : ErrorLBL[0] ;

```

监控运动输入数值寄存器编号: 1

监控运动输出数值寄存器编号: 2

图 1.5.5.6 (m) "推压方向深度监控功能"的 TP 程序例 2 (使得圆形状的工件旋转移动而进行切削的情形)

表 1.5.5.6 (f) "高级参数设置"画面 (3/3)

项目	说明
"出错时信号输出开关"	在力觉控制执行中出错时, 输出所指定信号的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。置于"ON"时, 如果力觉控制执行过程中出错, 将输出指定的信号。 "标准值: OFF"
"输出信号类型" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下, 选择当力觉控制执行过程中出错时需要输出的信号类型。 可指定的信号的种类为"DO"、"RO"、"FLAG (旗标)"。 "标准值: DO"
"输出信号编号" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下当力觉控制执行过程中出错时, 需要输入输出的信号编号。 "标准值: 0"
"第 2 方向推压"	是向不同于"基本参数设置"画面"推压方向"的第二方向推压的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果仿形的其他功能也使用第 2 方向, 则将此功能设为有效。 "标准值: OFF"
"第 2 推压方向" (第 2 方向推压)	以所使用的控制坐标系的轴来表示在第 2 方向, 向哪个方向推压。选择与"基本参数设置"画面的"推压方向"不同的轴的值。 可从"+X"、"-X"、"+Y"、"-Y"、"+Z"、"-Z"之中选择。 "高级参数设置"的"推压方向自动变化"有效的情形, 对于"第 2 推压方向", 请设置"+Z"或者是"-Z"。 "高级参数设置"的"推压方向自动变化"有效的情形, 由"第 2 推压方向"所指定的方向不会被自动变更。 "标准值: -Z"
"第 2 推压力" (第 2 方向推压)	针对第二方向的推压方向, 输入执行推压动作时的目标推压力。 目标推压力如果在使用仿形执行中变更推压力的功能等, 则会被改变。 (请参阅"基本功能篇 1.5.5.7 仿形功能的其它功能"之"(1) 仿形执行中变更推压力的功能。) "标准值: 10.00N"
"第 2 接近速度" (第 2 方向推压)	输入直至接触作业对象时向第二方向推压的目标动作速度。 "标准值: 0.00 mm/ s" ⚠ 注意 如果增大"接近速度 2"的值, 可以缩短达到接触所需时间, 但在接触瞬间可能产生大于设定值的力, 而导致切削过度。
"第 2 推压速度" (第 2 方向推压)	接触到作业对象后的、相对于第 2 方向的推压方向的、推压方向的速度指令。通常输入"0.00"。 仿形动作中工件脱离工具时, 输入"1"mm / sec~"10"mm / sec 左右的值。 "标准值: 0.00 mm/ s"
"第 2 推压距离上限(个别)" (第 2 方向推压)	本功能就所使用的控制坐标系的 X、Y、Z 这 3 个方向, 个别监控从所示教的轨道偏移的距离是否在上限值以下。 仿形动作中, 在与所示教的轨道不同的轨道上移动。在"ON"和"OFF"之间切换, 确定此时是否监控偏移距离。 置于"ON"时, 针对每个方向输入监控时所允许的上限值。 对于监控有效的方向, 偏移量超过指定了的上限值时, 机器人发出报警而停止。 "标准值: X: OFF、Y: OFF、Z: OFF" (监视开关) "标准值: X: 10.0、Y: 10.0、Z: 10.0" (单位: mm)
"平面匹配"	按照以下步骤切换至"仿形/平面匹配"画面。 <ul style="list-style-type: none"> 移动光标至"设置", 在机器人控制装置的示教器上按下"Enter"键。 显示"仿形/平面匹配"画面。 在"仿形/平面匹配"画面设置"仿形"的平面匹配功能后, 将显示如下。 <ul style="list-style-type: none"> "OFF": "仿形"的"平面匹配"功能无效 "ON": "仿形"的"平面匹配"功能有效 ※ LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CR-35iA、CRX 系列、M-20iA 系列、M-20iB 系列、M-20iD 系列、M-710iC / 20L 以外的机器人或 3 轴力觉传感器时, 不会显示"平面匹配"。 <p>(请参阅"仿形/平面匹配"画面。)</p>

项目	说明
"自动仿形"	<p>按照以下步骤切换至"仿形/自动仿形"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 移动光标至"设置", 在机器人控制装置的示教器上按下"Enter"键。 显示"仿形/自动仿形"画面。 <p>在"仿形/自动仿形"画面设置"仿形"的自动仿形功能后, 将显示如下。</p> <ul style="list-style-type: none"> "OFF": "仿形"的"自动仿形"功能无效 "ON": "仿形"的"自动仿形"功能有效 <p>※ LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CRX 系列以外的机器人时, 不会显示"自动仿形"。</p> <p>(请参阅"仿形/自动仿形"画面。)</p>
"TP 程序自动生成开关"	<p>在仿形执行后自动生成 TP 程序的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>相对于"第 3 篇 第 2 章所述的 KAREL 所执行"的"TP 程序自动生成"功能, 此功能称为"仿形 TP 程序自动生成"功能。</p> <p>(请参阅"辅助功能篇 2 TP 程序自动生成功能"。)</p> <p>置于"ON"时, 将在下列条件生成 TP 程序。</p> <ul style="list-style-type: none"> 仿形动作接触后(产生的力超出"接触力阈值"后)结束仿形动作时。 仿形动作在接触后结束时。(无论正常结束或异常结束) <p>※ 如果仿形动作在接触前结束, 则不生成 TP 程序。</p> <p>按照以下步骤切换至 TP 程序自动生成功能的设置画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 移动光标至"TP 程序自动生成开关", 按下 F2"组"。 显示 TP 程序自动生成功能的设置画面。 <p>"标准值: OFF"</p> <p>△ 注意</p> <p>通过"TP 程序自动生成开关"所生成的 TP 程序移动机器人时, 可能会移动与实际移动轨道不同的轨道。</p> <p>执行前, 务必请确认所生成的 TP 程序的位置。</p>
"TP 程序自动生成参数表编号" (TP 程序自动生成)	<p>输入通过"仿形"的 TP 程序自动生成功能生成 TP 程序时所使用的 TP 程序自动生成参数表编号。</p> <p>仿形 TP 程序自动生成功能, 按照由此参数指定的 TP 程序自动生成参数表编号所设置的参数, 生成 TP 程序。</p> <p>按照以下步骤切换至 TP 程序自动生成功能的设置画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 将光标对准"TP 程序自动生成参数编号", 然后按下 F6"设置"。 显示 TP 程序自动生成功能的设置画面。 <p>"标准值: 0"</p>
"位置取得条件" (TP 程序自动生成)	<p>选择通过"仿形"的 TP 程序自动生成功能生成 TP 程序时原始位置的获取条件。</p> <p>如下所示生成 TP 程序。</p> <ul style="list-style-type: none"> "接近后": 取得接近后的仿形动作中的位置, 基于该位置生成 TP 程序。 "接触": 取得施加了超过"接触力阈值"的力时的位置, 基于该位置生成 TP 程序。 "全部": 取得开始仿形动作后直至仿形动作结束的全部位置, 基于该位置生成 TP 程序。 <p>"自动仿形"处于"ON"时, "接近后"时, 取得接近后的接触时的位置。</p> <p>按照以下步骤切换至 TP 程序自动生成功能的设置画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 移动光标至"位置取得条件", 按下 F2"组"。 显示 TP 程序自动生成功能的设置画面。 <p>"标准值: 接近后"</p>
"G F S"	<p>"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。)</p> <p>"标准值 G F S : 1 1 1"</p>

注释

- 1 “双向推压”功能存在以下限制。
 - 禁止与以下功能并用:
 - 推压方向深度监控功能
 - 仿形执行中变更推压方向的功能
- 2 “TP 程序自动生成开关”存在以下限制。
 - TP 程序根据由“TP 程序自动生成参数表编号”所指定的参数来生成。请配合由“TP 程序自动生成参数表编号”所指定的参数予以设置。
(请参阅“辅助功能篇 2 TP 程序自动生成功能”。)
 - TP 程序，在由“基本参数设置”的“用户坐标系编号”、“工具坐标系编号”所设置的、用户坐标系、工具坐标系中生成。
 - 生成 TP 程序时，以由“TP 程序自动生成参数表编号”所指定的参数中所设置的“DT 文件”的名称，输出参数的设置、以及所获取的位置。
 - 执行“自动仿形”时，无法调整速度。
(有关通过 TP 程序自动生成功能生成 TP 程序时的其他注意事项，请参阅“辅助功能篇 2.5 注意事项”)
 - 通过“仿形 TP 程序自动生成”功能获得的位置，无法在“TP 程序自动生成”功能中使用。
 - “仿形 TP 程序自动生成”功能，与“TP 程序自动生成”功能的以下内容不对应:
 - “辅助功能篇 2.3 改变参数并再次生成 TP 程序”
 - 请勿在力觉控制命令“仿形”执行中改变由“TP 程序自动生成参数表编号”所指定的参数。

“仿形/平面匹配”画面

以下为“仿形/平面匹配”画面的设置项目。

注释

- LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CR-35iA、CRX 系列、M-20iA 系列、M-20iB 系列、M-20iD 系列、M-710iC / 20L 以外的机器人或 3 轴力觉传感器时，不会显示“仿形/平面匹配”画面。

表 1.5.5.6 (g) “仿形/平面匹配”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 需要切换当前功能至其他功能时选择此项。
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）”
“平面匹配开关”	在执行仿形功能时，针对指定方向进行平面匹配的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 此开关“ON”时，针对指定方向进行平面匹配动作。 “标准值：OFF”
“平面匹配方向”	是执行仿形功能时针对各方向进行平面匹配动作的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。 显示可以设置的方向。 置于“ON”时，针对各方向进行平面匹配。 置于“OFF”时，不进行平面匹配。 “标准值：W: OFF、P: OFF”
“从轴到接触点的距离”	针对各个平面匹配方向，输入预估的从各旋转轴至接触部分的最大长度。 “从轴到接触点的距离”一栏内应针对进行平面匹配的每个方向，输入从平面匹配物体之间预估的最初接触部分至各旋转轴的最大距离。通过适当设置“从轴到接触点的距离”，有的情况下可以使得平面匹配的动作更加高速、稳定。 “标准值：W: 0.00、P: 0.00 mm”
“平面匹配最大旋转速度”	针对各平面匹配方向，输入旋转时的最大旋转速度 (deg / sec)。 以此值为上限对平面匹配动作中的旋转速度进行调整。 如果“平面匹配最大旋转速度”较大，则接触时的冲击会较大，或会作为平面匹配动作频繁地改变姿势。这种情况下，请根据状况调整“平面匹配最大旋转速度”的值。 “标准值：W: 1.0、P: 1.0 deg/ s”

项目	说明
“从接触开始到平面匹配的时间上限”	<p>如果“高级参数设置”画面的“动作开始”设置为“接触后”，则输入接触后（产生的力超出“接触力阈值”后）进行平面匹配的上限时间。</p> <p>即使是在这里指定的时间上限内，只要平面匹配完成，就会开始仿形动作。</p> <p>作为使用例，通过在“开始行进于”中设置“接触后”，在“从接触开始到平面匹配的时间上限”中设置适当的值，并在紧靠力觉控制“仿形”命令之后执行力觉控制“仿形结束”，就可以只执行平面匹配动作。</p> <p>“标准值：20.0 sec”</p>
“姿势变化检查开关”	<p>用来检查针对仿形动作中的示教姿势的姿势变化的功能开关。可在“ON”和“OFF”之间切换。</p> <p>处于“ON”时，检查姿势变化。</p> <p>在检查姿势变化时，在仿形动作中，相对于示教姿势的姿势超过由“姿势变化上限”所设置的值而变化时，系统会输出报警而停止仿形动作。</p> <p>“标准值：ON”</p>
“姿势变化上限” (姿势变化检查)	<p>输入姿势变化检查时允许的上限值。</p> <p>处于“ON”时，在仿形动作中，相对于示教姿势的姿势超过此上限值（deg）而变化时，系统会输出报警而停止仿形动作。</p> <p>请设置一个比在平面匹配中使得姿势移动的移动量更大的值。</p> <p>“标准值：30.0 deg”</p>
“G F S” “	<p>“G”表示示教时的运动组，“F”表示力觉控制的编号，“S”表示力觉传感器的编号。</p> <p>（这些值无法变更。）</p> <p>“标准值 G F S： 1 1 1”</p>

注

1 “平面匹配开关”存在以下限制。

- 与其它仿形的功能一样，设置安装在力觉传感器上的物体的质量、重心，并将“重力补偿”功能设为有效。
- 请将“高级参数设置”的“推压方向速度”设置为不会导致机器人振荡程度的较大的值(10~20 mm/sec 左右)。通过将“高级参数设置”的“推压方向速度”设置为不会导致机器人振荡程度的较大的值，有的情况下平面匹配的动作将会加快，且会稳定地动作。
- 直至根据“基本参数设置”的“接触力阈值”判断为接触，姿势不会移动。
- 由“基本参数设置”的“工具坐标系编号”所指定的作为工具坐标系原点的 TCP，将会成为平面匹配动作的旋转中心点。为了使旋转中心点成为如下所示的点，请设置工具坐标系编号、工具坐标系。
另外，有的情况下只要在平面匹配部分的平面内有 TCP 即可：
 - 平面匹配时，其旋转中心点周围的力矩相平衡的点
 - 平面匹配部分的几何中心点
- 希望调整各旋转方向的力觉控制的动作时，请对“基本参数设置”的“力觉控制增益”的“个别频率”、“平面匹配最大旋转速度”等进行调整。
- 与其它的力觉控制的功能一样，请勿在相互接触的状态下开始力觉控制。在相互接触的状态下开始力觉控制时，请并用“高级参数设置”的“简易自定义”功能、或者“自定义”功能。
- 禁止与以下机器人、力觉传感器、功能并用。
 - LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CR-35iA、CRX 系列、M-20iA 系列、M-20iB 系列、M-20iD 系列、M-710iC / 20L 以外的机器人
 - 3 轴力觉传感器(FS-15iAe)
 - “基本参数设置”：
“控制坐标系”为“用户坐标系固定”
 - “高级参数设置”：
“推压力变化开关”，“推压方向自动变化”，“推压方向深度监控开关”，
“自动仿形”，
“仿形执行中变更推压方向的功能”，
“仿形执行中变更接触点的功能(3 轴力觉传感器的情形)”

2 “平面匹配方向”一栏中可设置的平面匹配方向如下所示。

- “基本参数设置”的“推压方向”为“±X”的情形：“P”，“R”
- “基本参数设置”的“推压方向”为“±Y”的情形：“W”，“R”
- “基本参数设置”的“推压方向”为“±Z”的情形：“W”，“P”

3 “从轴到接触点的距离”一栏中的平面匹配方向如下所示。

- “基本参数设置”的“推压方向”为“±X”的情形：“P”，“R”
- “基本参数设置”的“推压方向”为“±Y”的情形：“W”，“R”
- “基本参数设置”的“推压方向”为“±Z”的情形：“W”，“P”

“仿形/自动仿形”画面

以下为“仿形/自动仿形”画面的设置项目。

⚠ 注意

设定或执行“自动仿形开关”时，请注意以下要点。

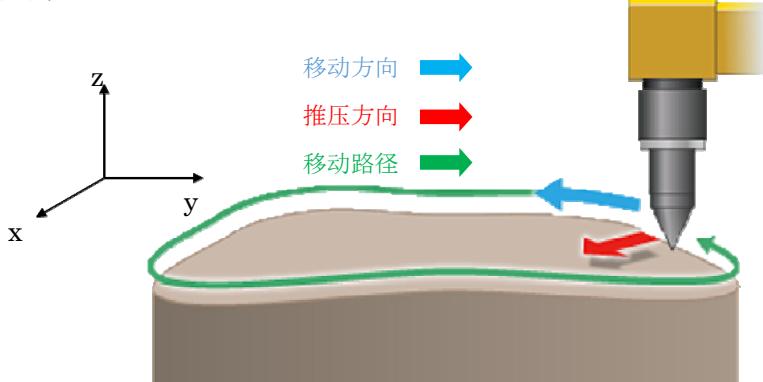
- “自动仿形”功能执行中，机器人会自动地仿形工件、导槽构件等的形状而移动，因而务必在确认机器人系统的周围状况的同时，注意机器人的移动动作进行使用。
- 请勿在与其它的力觉控制的功能一样相互接触的状态下开始力觉控制。在相互接触的状态下开始力觉控制时，请并用“简易自定义”功能。

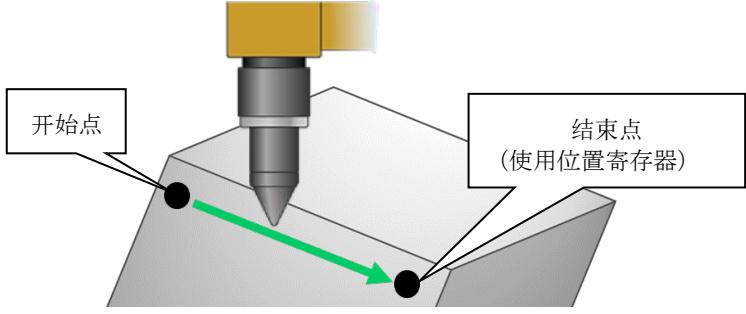
注释

- LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CRX 系列以外的机器人时，不会显示“仿形/自动仿形”画面。

表 1.5.5.6 (h) “仿形/自动仿形”画面

项目	说明
“功能”	从功能选择画面中选择要设置的功能。 需要切换当前功能至其他功能时选择此项。
“注释”	请输入用于识别参数表数据的注释。 “最大字符数：全角 8 个字符（半角 16 个字符）”

项目	说明
“自动仿形开关”	<p>自动地进行仿形的功能开关。可选择“用户坐标系 X-Y”或“OFF”。此开关为“用户坐标系 X-Y”时，功能有效，在将所设置的用户坐标系上的+Z 方向作为上方向的 X-Y 平面上，对于工件等其他物体，自动地进行仿形。如果执行力觉控制命令“仿形”，将向接近方向移动，接触后（产生的力超出“接触力阈值”后）自动对其他物体进行仿形。如果执行力觉控制命令“仿形”，则会向接近方向移动，接触后（产生的力超过“接触力阈值”后）进行推压或分离，自动对其他物体进行仿形。通过与“仿形 TP 程序自动生成”并用，就可对工件、导槽构件等形状自动地进行仿形，并生成沿着该形状移动的 TP 程序。</p> <p>“标准值： OFF”</p> 
“推压方向相对于行进方向”	<p>设置行进方向相对于推压方向的关系。可在“向左”、“向右”之间切换。</p> <ul style="list-style-type: none"> “向左”：按下 F5“向左”。相对于接近方向、推压方向向左，也就是说，在所设置的用户坐标系上相对于接近方向、推压方向，将绕+Z 轴旋转的+90 (deg) 的方向设为行进方向。 “向右”：按下 F4“向右”。相对于接近方向、推压方向向右，也就是说，在所设置的用户坐标系上相对于接近方向、推压方向，将绕+Z 轴旋转的-90 (deg) 的方向设为行进方向。 <p>“标准值：向左”</p>
“移动上限”	<p>在“移动上限”栏内，输入 3 种类型的上限。</p> <p>仿形动作中，如果到达 3 种上限中的任何一个上限，则会作为异常结束输出报警而停止。但是，有关由后述的“到达移动上限时正常结束”所指定的上限，到达上限时就正常结束。</p>
“从接触开始的距离” (移动上限)	<p>移动上限的第 1 上限。</p> <p>针对仿形动作中的位置，输入距离预估的最初接触（产生的力超出“接触力阈值”）位置的上限值 (mm)。</p> <p>“标准值： 100.0 mm”</p>
“总移动距离” (移动上限)	<p>移动上限的第 2 上限。</p> <p>将预估的最初接触（产生的力超出“接触力阈值”）位置作为起始位置，输入沿仿形物体移动的总距离上限值 (mm)。</p> <p>作为使用例，通过“到达移动上限时正常结束”设置为到达此上限时正常结束，就可以使得工具沿着工件等的形状只移动指定距离而结束。</p> <p>“标准值： 100.0 mm”</p>
“总移动时间” (移动上限)	<p>移动上限的第 3 上限。</p> <p>输入距离预估的最初接触（产生的力超出“接触力阈值”）时间点的相隔时间上限值 (sec)。</p> <p>“标准值： 20.0 sec”</p>
“指定结束位置”	<p>在仿形动作中的位置到达指定的位置时，使得力觉控制命令“仿形”正常结束时予以设置。可从“无”、“一周”、“位置寄存器”之中选择。</p> <ul style="list-style-type: none"> “无”：不指定正常结束的位置。 “一周”：从判断为最初接触（产生的力超过了“接触力阈值”）的位置开始移动并离开，返回最初接触的位置时，正常结束。 “位置寄存器”：在仿形动作中的 X、Y 的位置到达由后述的“位置寄存器编号”所指定的、位置寄存中所设置的位置时，正常结束。Z 位置不同时，会在进行线性变化的同时进行自动仿形，直至达到结束的 Z 位置。 <p>“标准值： 无”</p>

项目	说明
"位置寄存器编号" (指定结束位置)	<p>将"指定结束位置"设置为"位置寄存器", 输入在到达指定位置寄存器所设置位置后结束仿形时的相应位置寄存器编号。</p> <p>在指定的位置寄存器中输入仿形结束时的位置。</p> <p>在指定的位置寄存器中输入"基本参数设置"画面的"用户坐标系编号"或"工具坐标系编号"所指定的用户坐标系或工具坐标系上的位置。</p> <p>"标准值: 0"</p> <p>注释</p> <p>执行力觉控制命令"仿形"时, 根据指定的"位置寄存器编号"的、"X"、"Y"中所设置的值, 设置结束位置。指定位置寄存器的"Z"中所设置的值与开始位置的"Z"值不同时, 会在自动仿形期间进行线性调整, 以确保以指定位置寄存器的"Z"中设置的值结束。执行力觉控制命令"仿形"后, 即使变更指定的位置寄存器的值也不会被反映出来。</p> 
"结束位置阈值" (指定结束位置)	<p>"指定结束位置"的选项非"无"时, 输入判定是否到达指定位置时的阈值。设置值为"0" mm时, 系统内部将"2"mm左右的值作为阈值。在靠近所指定的位置后, 只偏离"结束位置阈值"的值时, 结束力觉控制"仿形"。</p> <p>"标准值: 0.0 mm"</p> <p>注释</p> <p>指定的值较小时, 不视为在移动中已进入到所设置的范围内, 有时即使在看似已到达所指定的位置附近的情况下, 也不会结束。</p>
"输入接近方向角度的寄存器编号"	<p>输入使用寄存器对开始"自动仿形"时移动的接近方向进行设置时所用寄存器的编号。</p> <p>设置为0时, 将"基本参数设置"的"推压方向"作为接近方向。执行力觉控制命令"仿形"时, 以指定的寄存器中所设置的值, 来设置接近方向。请在指定的寄存器中, 设置绕+Z轴旋转的、自+X方向的角度 (deg)。</p> <p>"标准值: 0"</p>
"到达移动上限时正常结束"	<p>到达移动上限时, 不进行异常结束而将其作为正常结束的设置。</p> <p>从第1上限 ("从接触开始的距离")、第2上限 ("总移动距离")、第3上限 ("总移动时间")这3种移动上限中, 选择到达哪1种移动上限后为正常结束。</p> <ul style="list-style-type: none"> • "无": 到达哪一个移动上限都作为异常结束。 • "1": 到达第1移动上限, 从最初接触的位置起至仿形动作中的位置的距离超过了上限值时, 不作为异常结束, 而作为正常结束。 • "2": 到达第2移动上限, 将最初接触的位置作为开始位置, 沿着仿形物体的总移动距离超过了上限值时, 不作为异常结束, 而作为正常结束。 • "3": 到达第3移动上限, 从最初接触(发生的力超过了"接触力阈值")时点起的经过时间超过了上限值时, 不作为异常结束, 而作为正常结束。 • "1, 2": 仿形动作中到达的移动上限为第1移动上限、或者第2移动上限时, 不作为异常结束, 而作为正常结束。 • "2, 3": 仿形动作中到达的移动上限为第2移动上限、或者第3移动上限时, 不作为异常结束, 而作为正常结束。 • "1, 3": 仿形动作中到达的移动上限为第1移动上限、或者第3移动上限时, 不作为异常结束, 而作为正常结束。 • "1, 2, 3": 不管仿形动作中到达的移动上限如何, 在到达移动上限时, 不作为异常结束, 而作为正常结束。 <p>"标准值: 无"</p>

项目	说明
"用数值寄存器结束"	使用寄存器，正常结束力觉控制命令"仿形"的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。在"自动仿形开关"处于"ON"且"用数值寄存器结束"处于"ON"时，可以使用寄存器，使得力觉控制命令"仿形"正常结束。开始力觉控制命令"仿形"时，指定的寄存器的值被设为"0"。而后，在指定的寄存器的值被设置为"1"时，正常结束力觉控制命令"仿形"。 "标准值: OFF"
"结束用数值寄存器编号" (用数值寄存器结束)	输入使用寄存器正常结束力觉控制命令"仿形"时所用寄存器的编号。 "标准值: 0"
"G F S"	"G"表示示教时的运动组，"F"表示力觉控制的编号，"S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

注释

- “自动仿形开关”存在以下限制。
 - 在将“基本参数设置”的“接近速度”设置为大于“10mm/ sec”时，在系统内部假设为“10mm/ sec”。
 - “输入接近方向角度的寄存器编号”为“0”时，请将“基本参数设置”的“推压方向”设置为“±X, ±Y”。
 - 根据仿形物体的形状和安装力觉传感器上的物体的状况，有的情况下无法顺畅地进行放行。
 - 请设置如下项目。
 - “基本参数设置”：
“推压方向”(不使用“输入接近方向角度的寄存器编号”的情形)
“接近速度”。但是，“接近速度”为“0 mm/sec”时，使用在系统内部已被确定的值。
请将“控制坐标系”设置为“用户坐标系”
“用户坐标系编号”，“工具坐标系编号”，“力觉控制增益”。(通过“主控频率”进行设置，并设置为使得“个别频率”的X、Y的值成为相同的值。)
 - “高级参数设置”：
“力的上限”，“力变化的上限”，“自动仿形”部分的设置项目
- ※ 自动仿形功能中包括多个禁止并用的功能，因而最好新建参数表，只设置必要的项目。
- 可以与以下功能并用。
 - “高级参数设置”：
“简易自定义开关”，“力降噪开关”，“出错时信号输出开关”，“TP 程序自动生成开关”
 - 禁止与以下机器人、功能并用。
 - LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CRX 系列以外的机器人
 - “基本参数设置”：
“控制坐标系”为“工具坐标”或者“用户坐标系固定”
 - “高级参数设置”：
“自定义父级编号”为“0”以外，“用户坐标系补偿”，
“过载检查行进速度变化开关”，“过载力检测开关”，“推压方向运动无效化开关”，
“推压力变化开关”，“推压方向自动变化”，“推压力检查行进速度变化开关”，
“最小推压力监控开关”，“推压方向深度监控开关”，“第 2 方向推压”，“平面匹配”，
仿形执行中变更推压力的功能，仿形执行中变更推压方向的功能，
仿形执行中变更接触点的功能(3 轴力觉传感器的情形)，
仿形执行中变更力觉控制增益的功能
 - 以下功能的设置不会被反映出来。
 - “基本参数设置”：
“接触力阈值”，“推压力”，“推压距离上限”
 - “高级参数设置”：
“推压方向速度”，“开始行进于”
 - 进行了如下操作等时，系统会异常结束。
 - 非 AUTO 模式时，在仿形动作中松开“SHIFT”按钮或者安全开关。
 - 仿形中按下“HOLD”(暂停)按钮。
- ※ “TP 程序自动生成开关”处于“ON”时，即使是如下所示的异常结束，只要是接触后(发生的力超过了“接触力阈值”后)并已被判断为接触后，就会生成 TP 程序。
- 如下操作时，系统会正常结束。
 - 在由“指定结束位置”所指定的结束位置结束的情形。
 - 有关移动上限中设置的项目，在到达上限时，且在“到达移动上限时正常结束”中指定了其上限的情形。
 - “用数值寄存器结束”处于“ON”，在仿形动作中，指定的寄存器处于“ON”的情形。
- 2 “输入接近方向角度的寄存器编号”存在以下限制。
 - “输入接近方向角度的寄存器编号”为“0”时，请将基本参数设置的“推压方向”设置为“±X, ±Y”。
 - 寄存器的值要设置为“-360”以上，且“360”以下。
 - 执行力觉控制命令“仿形”后，即使变更指定的寄存器的值也不会被反映出来。

功能键

在“基本参数设置”画面(仿形)及“高级参数设置”画面(仿形)使用的功能键如下。

表 1.5.5.6 (i) 功能键

按键	显示名	说明
F1	“类型”	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。

按键	显示名	说明
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	“选择”	切换至其他参数表数据编号的画面。
	ON	将设定值设置为“ON”。
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。
F5	高级	切换至“高级参数设置”画面。
	基本	切换至“基本参数设置”画面。
	OFF	将设定值设置为“OFF”。
F6	设置	切换为 TP 程序自动生成功能设置画面。

“仿形结束”的参数

下面示出“仿形结束”的画面，但是“注释”以外无需进行设置。

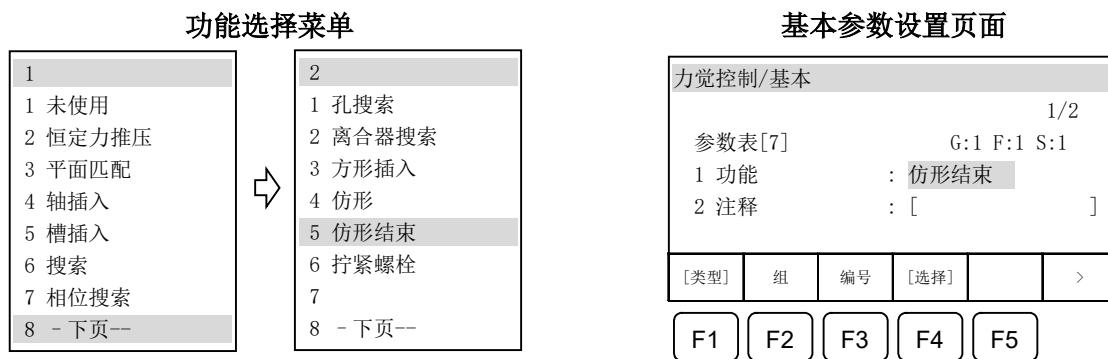


图 1.5.5.6 (n) “仿形结束”的画面

在“基本参数设置设定”画面（仿形结束）使用的功能键如下。

表 1.5.5.6 (j) 功能键

按键	显示名	说明
F1	“类型”	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	“选择”	切换至其他参数表数据编号的画面。

1.5.5.7 仿形功能的其它功能

这里就如下功能进行说明。

- (1) 仿形执行中变更推压力的功能
- (2) 仿形执行中变更推压方向的功能
- (3) 仿形执行中变更接触点的功能（3 轴力觉传感器的情形）
- (4) 仿形执行中变更力觉控制增益的功能
- (5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置设置的功能

(1) 仿形执行 中变更推压力的功能

可在仿形动作中变更作为目标的推压力的功能。

通常，目标推压力取决于“基本参数设置”画面的“推压力”及“高级参数设置”画面的“推压力 2”，在执行参数表期间不会发生变化。而利用这一功能，便可在操作中途更改目标推压力。

推压力的变更方法

- 在 TP 程序中插入名为 FCNCHPFN 的 KAREL 程序。
可在仿形执行中，通过执行该 KAREL 程序来变更目标推压力。

- 在“仿形”命令执行前执行 FCNCHPFN 时，在“仿形”开始后反映该设置。（但是，在“仿形”命令开始前执行了多个 FCNCHPFN、后述的 FCNCHCFR、FCNCH3CTP 和 FCNCHOFF 时，只反映最后执行的一个。）
(FCNCHCFR 部分请参阅“(2) 仿形执行中变更推压力的功能”，FCNCH3CTP 部分请参阅“(3) 仿形执行中变更接触点的功能（3 轴力觉传感器的情形）”，FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。)

注释

- 为了预防意外更改，除非有必要，请于仿形执行过程中而非“仿形”命令执行前执行 FCNCHPF。（仿形过程中执行的 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHOFF 将有体现。）
- FCNCHPFN 的设置在“仿形”命令结束时或者“仿形结束”命令执行时自动重置。（还原至基本参数设置。）在力觉控制命令之前执行 FCNCHOFF，可以预防意外更改，更为安全。
(FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。)

关于 FCNCHPFN（参数 1、参数 2）的参数

参数 1 的设置如下。

表 1.5.5.7 (a) 通过设置参数 1、2 更改推压力的方法

参数 1 的设置	说明
参数 1 为“0”	复原为“基本参数设置”的“推压力”的设置。 这种情况下无需进行参数 2 的设置。
参数 1 为“1”	改变由“基本参数设置”的“推压方向”所指定的推压方向的、推压力。
参数 1 为“2”	改变由“高级参数设置”的“第 2 推压方向”所指定的推压方向的、推压力。 这种情况下，请将“高级参数设置”的“第 2 方向推压”设为有效。

指定通过参数 2 来变更目标推压力时的推压力。由参数 2 所指定的值的单位为 N。

注释

- 参数 1、参数 2 也可以使用寄存器。
- 由参数 2 所指定的值的单位为 N。

FCNCHPFN 的参数设置例

FCNCHPFN 的参数设置例如下所示。

表 1.5.5.7 (b) FCNCHPFN 的参数设置例

设置例	说明
复原为“基本参数设置”的“推压力”设置的情形。	设为 FCNCHPFN (0)。
将由“基本参数设置”的“推压方向”所指定的推压方向的、目标推压力设为 30 N 的情形。	设为 FCNCHPFN (1, 30)。
在“高级参数设置”的“第 2 方向推压”有效，将由“高级参数设置”的“第 2 推压方向”所指定的推压方向的、目标推压力设为“30 N”的情形。	设为 FCNCHPFN (2, 30)。

TP 程序例

以下为移动过程中更改推压力的 TP 程序例。在执行第 4 行的动作指令时调用 FCNCHPFN。P“3”中不管基本参数设置的“推压力”值如何，由“基本参数设置”的“推压方向”所指定的推压方向的、目标推压力被变更为“30 N”。

```

1:L P[1: Start] 50mm/sec FINE
2: FORCE CTRL[1: Contouring Start]
: ErrorLBL[0]
3:L P[2] 100mm/sec CNT100
4:L P[3] 100mm/sec CNT100
: TB .20sec,
: CALL FCNCHPFN (1, 30)
5:L P[4:END] 100mm/sec FINE
6: FORCE CTRL[2: Contouring End]
: ErrorLBL[0]

```

图 1.5.5.7 (a) 变更推压力的 TP 程序例

注释

在此例的第 4 行中使用了先执行命令。在动作速度较快时，如果没有先执行命令，有时会在示教位置“3”瞬间停止。

(2) 仿形执行中变更推压方向的功能

在仿形中通过旋转或变更控制坐标系，可变更作为目标的推压方向的功能。

(以后的说明中，假设基本参数设置的“推压方向”的设置值为“推压方向 Pd”(值为“±X”、“±Y”、“±Z”)，“基本参数设置”的“控制坐标系”的设置值为“控制坐标系 Cf”(值为“工具坐标系”或者“用户坐标系”))

通常，仿形中的推压方向由基本参数设置的“控制坐标系 Cf”和“推压方向 Pd”来确定，执行该参数表期间不会变化。此功能通过旋转或变更控制坐标系，根据该变更的控制坐标系和“推压方向 Pd”的设置重新确定推压方向，可以在动作中途变更仿形中的推压方向。

注释

- 1 本功能中可更改的推压方向与“基本参数设置”画面中“推压方向”所指定的方向相同。
 - 2 禁止与以下功能并用。
 - 2 方向推压功能
 - 自定义功能
- (请参阅“基本功能篇 1.7 力觉控制命令的连续执行(自定义功能)”。)

推压方向的变更方法

- 在 TP 程序中，插入名为 FCNCHCFR 的 KAREL 程序。可在仿形执行中，通过执行该 KAREL 程序来变更目标推压方向。
- 在“仿形”命令执行前执行 FCNCHCFR 时，在“仿形”开始后反映该设置。(但是，在“仿形”命令开始前执行了多个 FCNCHPFN、FCNCHCFR、后述的 FCNCH3CTP、FCNCHOFF 时，只反映最后执行的一个。) 因而，为了预防预料外的变更，只要没有必要，请在仿形执行中而非“仿形”命令执行前执行 FCNCHCFR。(有关仿形中执行的 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHOFF，随时都会被反映)
(FCNCH3CTP 部分请参阅“(3) 仿形执行中变更接触点的功能(3 轴力觉传感器的情形)”，FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。)

注释

- 1 为了预防意外更改，非必要的情况下，请于仿形执行过程中而非“仿形”命令执行前执行 FCNCHCFR。(仿形过程中执行的 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHOFF 将有体现。)
- 2 FCNCHCFR 的设置，在“仿形”命令结束时、或者“仿形结束”命令执行时，会被自动复位(返回基本参数设置)。如果在力觉控制命令前执行后述的 FCNCHOFF，就可预防预料外的变更，确保安全。
(FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。)

关于 FCNCHCFR (参数 1、参数 2、参数 3)

通过参数 1、2，进行用于使得控制坐标系旋转的设置。

进行旋转的控制坐标系，由参数 3 来确定。

通过参数 3，来指定使用基本参数设置的“控制坐标系 Cf”作为控制坐标系，或者变更为另外一方的坐标系。进行旋转的控制坐标系也会成为此值。

控制坐标系的旋转方法包括如下 3 种：

- 以“基本参数设置”画面中的“工具坐标系”为准，仅按照指定角度旋转控制坐标系

- 以“基本参数设置”画面中的“用户坐标系”为准，仅按照指定角度旋转控制坐标系

- 为了使得推压方向成为指定的方向，使得控制坐标系旋转

通过参数 1 来指定控制坐标系的旋转方法。

通过参数 2 来指定使得控制坐标系向着哪个方向旋转。

参数 1、2、3 的详细设置如下所示。

表 1.5.5.7 (c) 通过参数 1、2 的设置使得控制坐标系旋转的方法

参数 1 的设置	说明
参数 1 为“0”	将已被旋转或变更的控制坐标系复原为“基本参数设置”的设置。 (控制坐标系的种类 (“工具坐标系”或“用户坐标系”) 也会复原为“基本参数设置”的设置。) 此时，与参数 2、3 的值无关，可以省略参数 2、3。
参数 1 为“1”	将由“基本参数设置”所指定的“工具坐标系”作为基准，使得控制坐标系只旋转指定的旋转角度 W、P、R deg。 此时，在参数 2 中指定已设置了使得控制坐标系旋转的角度“W”、“P”、“R” (deg) 的、位置寄存器的编号。“X”、“Y”、“Z”中无需进行任何设置。 控制坐标系如果是“工具坐标系”，则会在变更后，一边保持变更时的“工具坐标系”的姿势、和已变更的推压方向的关系，一边使得推压方向变化。 可以通过参数 3，从由基本参数设置所指定的“控制坐标系 Cf”变更进行旋转的控制坐标系。
参数 1 为“2”	将由基本参数设置所指定的“用户坐标系”作为基准，使得控制坐标系只旋转指定的旋转角度“W”、“P”、“R” (deg)。 此时，在参数 2 中指定已设置了使得控制坐标系旋转的角度“W”、“P”、“R” (deg) 的、位置寄存器的编号。“X”、“Y”、“Z”中无需进行任何设置。 控制坐标系如果是“工具坐标系”，则会在变更后，一边保持变更时的“工具坐标系”的姿势、和已变更的推压方向的关系，一边使得推压方向变化。 可以通过参数 3，从由“基本参数设置”所指定的“控制坐标系 Cf”变更进行旋转的控制坐标系。
参数 1 为“3”	使得控制坐标系旋转，以使将 TCP 作为原点的、在与世界坐标系平行的坐标系上所指定的矢量的方向成为推压方向。 此时，在参数 2 中指定设置了希望作为推压方向的方向之、位置寄存器的编号。 按以下方式，在位置寄存器中设置希望设置为推压方向的方向： 在指定的位置寄存器的“X”、“Y”、“Z”中，设置将 TCP 作为原点的、在与世界坐标系平行的坐标系上希望进行变更的方向的矢量值。其与位置寄存器“X”、“Y”、“Z”中的单位 mm 无关。譬如，如果在世界坐标系中，希望将+X 方向作为推压方向，则在“X”、“Y”、“Z”中输入“1”、“0”、“0”。“W”、“P”、“R”中无需任何设置。此外，矢量的大小可任选。 控制坐标系如果是“工具坐标系”，则会在变更后，一边保持变更时的“工具坐标系”的姿势、和已变更的推压方向的关系，一边使得推压方向变化。 可以通过参数 3，从由“基本参数设置”所指定的“控制坐标系 Cf”变更进行旋转的控制坐标系。

表 1.5.5.7 (d) 通过参数 3 的设置来变更控制坐标系的方法

参数 3 的设置	说明
参数 3 省略或者为“0”	将控制坐标系设为由“基本参数设置”所指定的“控制坐标系 Cf”。
参数 3 为“1”	与“基本参数设置”的“控制坐标系 Cf”的设置无关，将控制坐标系作为“工具坐标系”。
参数 3 为“2”	与“基本参数设置”的“控制坐标系 Cf”的设置无关，将控制坐标系作为“用户坐标系”。

注释

1 参数 1、参数 2、参数 3 也可以使用寄存器。

2 参数 3 设置为“0”或省略时，控制坐标系为“基本参数设置”画面所指定的“控制坐标系 Cf”，请予以注意。

FCNCHCFR 的参数设置例

FCNCHCFR 的参数设置例如下所示。

表 1.5.5.7 (e) FCNCHCFR 的参数设置例

设置例	说明
将控制坐标系的设置(种类或旋转)复原为"基本参数设置"设置的情形。	FCNCHCFR(0)。
将控制坐标系作为"基本参数设置"中设置的值,以由"基本参数设置"所指定的"工具坐标系"为基准,使得由"基本参数设置"的"控制坐标系 Cf"和"推压方向 Pd"所确定的推压方向只旋转 W1、P1、R1 deg 的情形。	将位置寄存器(PR"n")的(W、P、R)设置为(W1、P1、R1)。 将 KAREL 程序的参数设为 FCNCHCFR(1, n)。
将控制坐标系作为"基本参数设置"中设置的值,以由"基本参数设置"所指定的"用户坐标系"为基准,使得由"基本参数设置"的"控制坐标系 Cf"和"推压方向 Pd"所确定的推压方向只旋转 W1、P1、R1 deg 的情形。	将位置寄存器(PR"n")的(W、P、R)设置为(W1、P1、R1)。 将 KAREL 程序的参数设为 FCNCHCFR(2, n)。
将控制坐标系作为"基本参数设置"中设置的值,并将与世界坐标系的-Y 方向平行的方向作为推压方向的情形。	将位置寄存器(PR"n")的(X、Y、Z)设置为(0, -1, 0)。 将 KAREL 程序的参数设为 FCNCHCFR(3, n)。
将"基本参数设置"中设为"工具坐标系"的控制坐标系变为"用户坐标系",并将由该"用户坐标系"和"基本参数设置"的"推压方向 Pd"所确定的方向作为推压方向的情形	将位置寄存器(PR"n")的(W、P、R)设置为(0, 0, 0)。 将 KAREL 程序的参数设为 FCNCHCFR(2, n, 2)。

TP 程序例

在移动中变更推压方向的 TP 程序例。在执行第 4 行的动作指令时调用 FCNCHCFR。在 P"3" 中, 将推压方向变更为 PR"10" 中指定的方向。

```

1:L P[1:start] 50mm/sec FINE
2: FORCE CTRL[1: Contouring Start]
  : ErrorLBL[0]
3:L P[2] 100mm/sec CNT100
4:L P[3] 100mm/sec CNT100
  : TB .20sec,
  : CALL FCNCHCFR(1, 10, 0)
5:L P[4:end] 100mm/sec FINE
6: FORCE CTRL[2: Contouring End]
  : ErrorLBL[0]

```

图 1.5.5.7 (b) 变更推压方向的 TP 程序例

注释

在此例的第 4 行中使用了先执行命令。在动作速度较快时, 如果没有先执行命令, 有时会在示教位置"3"瞬间停止。

(3) 仿形执行中变更接触点的功能(3 轴力觉传感器的情形)

在仿形动作中, 可以变更利用 3 轴力觉传感器执行力觉控制时使用的、接触点的功能。

通常, 接触点是由"基本参数设置"的"3 轴力觉传感器接触点位置"、"设置方法"来确定的, 在执行该参数表期间不会变化。如果使用此功能, 就可以在仿形动作中途变更接触点。

注释

此功能变更相当于"基本参数设置"的"设置方法"的参数, 不会变更相当于"基本参数设置"的"3 轴力觉传感器接触点位置"的参数。

接触点的变更方法

- 在 TP 程序中, 插入名为 FCNCH3CTP 的 KAREL 程序。可在仿形执行中, 通过执行该 KAREL 程序来变更接触点。
- 在"仿形"命令执行前执行 FCNCH3CTP 时, 在"仿形"开始后反映该设置。(但是, 在"仿形"命令开始前执行了多个 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHOFF 时, 只反映最后执行的一个。)
(FCNCHOFF 部分请参阅"5 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能"。)

注释

- 1 为了预防意外更改, 非必要的情况下, 请于仿形执行过程中而非“仿形”命令执行前执行 FCNCH3CTP。(仿形过程中执行的 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHOFF 应随时有所体现。)
- 2 FCNCH3CTP 的设置, 在“仿形”命令结束时、或者“仿形结束”命令执行时, 会被自动复位(返回“基本参数设置”的设置)。如果在力觉控制命令前执行后述的 FCNCHOFF, 就可预防预料外的变更, 确保安全。FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。)

关于 FCNCH3CTP (参数 1、参数 2) 的参数

参数 1 的设置如下所示。

表 1.5.5.7 (f) 通过设置参数 1 更改接触点的方法

参数 1 的设置	说明
参数 1 为“0”	将接触点复原为“基本参数设置”的设置。 这种情况下无需进行参数 2 的设置。 “基本参数设置”的“设置方法”为位置寄存器时, 位置寄存器的值使用执行力觉控制命令时设置的值。这在 FCNCHOFF 中也相同。
参数 1 为“1”	将设置方法设为位置寄存器, 使用 FCNCH3CTP 执行时的、由参数 2 所指定的位置寄存器的值。 如果在希望将“基本参数设置”的“设置方法”设置为“位置寄存器”而反映该位置寄存器值的变更时, 通过执行 FCNCH3CTP 来反映值。
参数 1 为“2”	将设置方法设为推压方向变换, 作为使得由参数 2 所指定的值(单位:mm)变换的距离来使用。 如果在将“基本参数设置”的“设置方法”设置为“推压方向变换”而希望变更该“距离”时, 可通过执行 FCNCH3CTP 来变更值。

参数 2 的设置如下所示。

表 1.5.5.7 (g) 通过设置参数 2 更改接触点的方法

参数 1 的设置	说明
参数 1 为“0”	不需要设定。
参数 1 为“1”	在参数 2 中指定要使用的位置寄存器的编号。
参数 1 为“2”	在参数 2 中, 指定向推压方向变换的距离。这种情况下, 请在参数 2 中设置大于“0”的值。 这种情况下, 由参数 2 所指定的值的单位为 mm。

注释

参数 1、参数 2 也可以使用寄存器。

FCNCH3CTP 的参数设置例

FCNCH3CTP 的参数设置例如下所示。

表 1.5.5.7 (h) FCNCH3CTP 的参数设置例

设置例	说明
接将接触点复原为“基本参数设置”设置的情形。	设为 FCNCH3CTP (0)。
将“设置方法”设为“位置寄存器”, 使用编号为“10”的位置寄存器的情形。	设为 FCNCH3CTP (1, 11)。
将“设置方法”设为“推压方向变换”, 将进行变换的距离设为“30mm”的情形。	设为 FCNCH3CTP (2, 30)。

TP 程序例

在移动中变更接触点的 TP 程序例。在执行第 4 行的动作指令时调用 FCNCH3CTP。接触点被变更为在 P“3”中由“基本参数设置”的“3 轴力觉传感器接触点位置”所指定的坐标系上(机械接口坐标系或世界坐标系)的、在编号“10”的位置寄存器中指定的值。

```

1:L P[1: start] 50mm/sec FINE
2: FORCE CTRL[1: Contouring Start] ErrorLBL[0]
3:L P[2] 100mm/sec CNT100
4:L P[3] 100mm/sec CNT100
: TB .20sec,
: CALL FCNCH3CTP(1, 10)
5:L P[4: end] 100mm/sec FINE
6: FORCE CTRL[2: Contouring End] ErrorLBL[0]

```

图 1.5.5.7 (c) 变更接触点的 TP 程序例

注释

在此例的第 4 行中使用了先执行命令。在动作速度较快时，如果没有先执行命令，有时会在示教位置“3”瞬间停止。

(4) 仿形执行中变更力觉控制增益的功能

可在仿形动作中，变更接触后（发生的力超过了“接触力阈值”后）的力觉控制增益的功能。此功能变更相当于“基本参数设置”的“力觉控制增益”的参数。（有关“力觉控制增益”，请参阅“基本功能篇 1.6 力觉控制增益（阻抗参数）”。）通常，仿形动作中的力觉控制增益是由“基本参数设置”的“力觉控制增益”来确定的，在执行该参数表数据期间不会变化。如果使用此功能，就可以在仿形动作中途变更力觉控制增益。如果在接触前通过此功能变更了力觉控制增益时，在接触后应用该已被变更的值。如果在接触后通过此功能变更了力觉控制增益时，马上就应用该已被变更的值。

注释

禁止同时使用以下功能。

- 自定义功能

（请参阅“基本功能篇 1.7 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）”。）

力觉控制增益的变更方法

- 在 TP 程序中，插入名为 FCNCHFCG 的 KAREL 程序。可在仿形执行中，通过执行该 KAREL 程序来变更力觉控制增益。
- 在“仿形”命令执行前执行 FCNCHFCG 时，在“仿形”开始后反映该设置。（但是，在“仿形”命令开始前执行了多个 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHFCG、FCNCHOFF 时，只反映最后执行的一个。）
(FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。) (FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。)

注释

1 为了预防预料外的变更，只要没有必要，请在仿形执行中而非“仿形”命令执行前执行 FCNCHFCG。（有关仿形中执行的 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHFCG、FCNCHOFF，随时都会被反映）

2 FCNCHFCG 的设置，在“仿形”命令结束时、或者“仿形结束”命令执行时，会被自动复位（返回“基本参数设置”的设置）。如果在力觉控制命令前执行后述的 FCNCHOFF，就可预防预料外的变更，确保安全。

(FCNCHOFF 部分请参阅“(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置的功能”。)

关于 FCNCHFCG（参数 1、参数 2、参数 3、参数 4）

通过参数 1，进行力觉控制增益的变更方法的设置。

参数 1 的设置如下所示。

表 1.5.5.7 (i) 通过设置参数 1 变更力觉控制增益的方法

参数 1 的设置	说明
参数 1 为“0”	将力觉控制增益复原为“基本参数设置”的“力觉控制增益”的设置。这种情况下无需进行参数 2 以后的设置。即使通过 FCNCHOFF 也可复原为“基本参数设置”的“力觉控制增益”的设置，但在这种情况下，将通过 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP 变更的所有值复原为参数表数据的设置。 参数 1 为“0”时，不需要参数 2 以后的参数。

参数 1 的设置	说明
参数 1 为"1"	在"输入主控频率"下, 变更力觉控制增益。 (请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)"。) 参数 1 为"1"时, 需要参数 2。
参数 1 为"2"	在"输入个别频率"下, 变更力觉控制增益。 (请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)"。) 参数 1 为"2"时, 需要参数 2、参数 3、参数 4。

注释

也可以在参数中使用寄存器。

参数 1~4 的设置如下所示。

表 1.5.5.7 (j) 通过设置参数 1~4 更改力觉控制增益的方法

变更动作	参数	说明
复原	参数 1 为"0" FCNCHFCG (0)	将控制增益复原为"基本参数设置"的"力觉控制增益"的设置。 参数 1: 0
变更"主控频率"	参数 1 为"1" FCNCHFCG (1, 参数 2"Hz")	在"输入主控频率"下, 变更力觉控制增益。 参数 1: 1 参数 2: 主控频率的值"Hz" 要将参数 2 的值设置为大于"0"。
变更"个别频率"	参数 1 为"2" FCNCHFCG (2, 参数 2"Hz", 参数 3"Hz", 参数 4"Hz")	在"输入个别频率"下, 变更力觉控制增益。 参数 1: 2 参数 2: 个别频率 X 的值"Hz" 参数 3: 个别频率 Y 的值"Hz" 参数 4: 个别频率 Z 的值"Hz" 要将参数 2、参数 3、参数 4 的值设置为大于"0"。

注释

1 要注意不要在变更后的力觉控制增益的值中设置较大的值。

2 请在执行 FCNCHFCG 前, 确认参数是否设置适当。

FCNCHFCG 的参数设置例

FCNCHFCG 的参数设置例如下所示。

表 1.5.5.7 (k) FCNCHFCG 的参数设置例

设置例	说明
将力觉控制增益复原为"基本参数设置"的"力觉控制增益"设置的情形。	设为 FCNCHFCG (0)。
在"输入主控频率"下将力觉控制增益变更为"0.1"Hz 的值之情形。	设为 FCNCHFCG (1, 0.1)。
在"输入个别频率"下将力觉控制增益设为 X: "0.1"Hz, Y: "0.2"Hz, Z: "0.3"Hz 的情形。	设为 FCNCHFCG (2, 0.1, 0.2, 0.3)。

TP 程序例

在仿形动作中变更力觉控制增益的 TP 程序例。在执行第 4 行的动作指令时调用 FCNCHFCG。在 P"3"中不管"基本参数设置"的"力觉控制增益"值如何, 都会在"输入主控频率"下变更为"0.1"Hz 的值。

```

1:L P[1: start] 50mm/sec FINE
2: FORCE CTRL[1: Contour start]
  : ErrorLBL[0]
3:L P[2] 100mm/sec CNT100
4:L P[3] 100mm/sec CNT100
  : TB .20sec,
  : CALL FCNCHFCG (1, 0, 1)
5:L P[4: end] 100mm/sec FINE
6: FORCE CTRL[2: Contour end]
  : ErrorLBL[0]

```

图 1.5.5.7 (d) 变更力觉控制增益的 TP 程序例

注释

在此例的第 4 行中使用了先执行命令。在动作速度较快时, 如果没有先执行命令, 有时会在示教位置“3”瞬间停止。

(5) 将仿形执行中变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为“基本参数设置”的功能

可在上述名为 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHFCG 的 KAREL 程序中, 将仿形中变更的“目标推压力”、“推压方向”、“接触点”、“力觉控制增益复原”为“基本参数设置”的功能。在希望在仿形中变更了推压力和推压方向、接触点、力觉控制增益后, 通过一个命令将这些值复原为“基本参数设置”的设置时有效。

执行方法

- 在 TP 程序中, 插入名为 FCNCHOFF 的 KAREL 程序。在仿形执行中, 通过执行该 KAREL 程序, 就可以将“推压力”、“推压方向”、“接触点”、“力觉控制增益复原”为“基本参数设置”的画面。
- 在“仿形”命令执行前执行 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHFCG、FCNCHOFF 时, 在“仿形”开始后反映该设置。

注释

- 在“仿形”命令开始前执行了多个 FCNCHPFN、FCNCHCFR、FCNCH3CTP、FCNCHFCG、FCNCHOFF 时, 只反映最后执行的一个。
- 在“仿形”命令前执行 FCNCHOFF, 就可以将这些设置全部复位(返回“基本参数设置”的画面), 预防预料外的变更。

TP 程序例

将移动中变更的、“推压力”、“推压方向”、“接触点复原”为“基本参数设置”的 TP 程序例。在示教位置“4”返回原先的设置。

```

1:L P[1: start] 50mm/sec FINE
2: FORCE CTRL[1: Contouring Start]
  : ErrorLBL[0]
3:L P[2] 100mm/sec CNT100
4:L P[3] 100mm/sec CNT100
5: CALL FCNCHPF(1, 3)
6: CALL FCNCHCFR(1, 10, 0)
7:L P[4] 100mm/sec CNT100
8: CALL FCNCHOFF
9:L P[5:end] 100mm/sec FINE
10: FORCE CTRL[2: Contouring End]
  : ErrorLBL[0]

```

图 1.5.5.7 (e) 将已变更的推压力、推压方向、接触点、力觉控制增益复原为基本参数设置设置的 TP 程序例

1.5.6 拧螺栓

概要

“拧螺栓”功能，是使得 2 个工件中的其中一方旋转的同时，通过对于另外一个工件执行推压动作而进行拧螺栓的功能。在旋转方向的扭矩到达设置值的位置停止，因而可进行做好了扭矩管理的拧螺栓。可利用此功能选择通过机器人单体以 TCP 为中心旋转工件并拧螺栓，或使用附加轴旋转工件并拧螺栓。

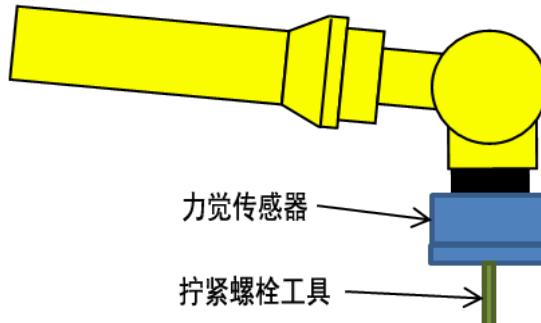


图 1.5.6 (a) 通过机器人单体以 TCP 为中心旋转工件并拧螺栓时

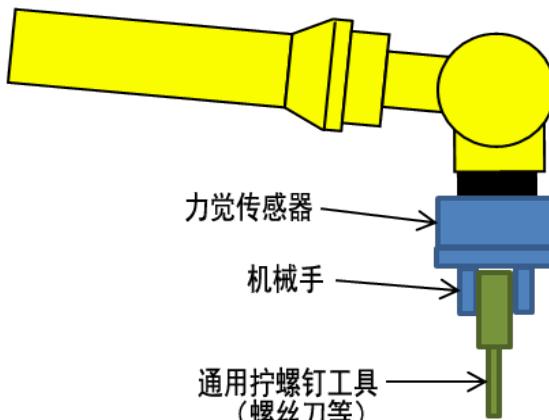


图 1.5.6 (b) 使用附加轴旋转工件拧螺栓时

此外，使用附加轴时，可以选择将附加轴安装在机械手上而使得抓住工件旋转，或将附加轴固定在架台上而使得固定工件旋转。

设置画面有 2 种，包括用户必须设置的“基本参数设置”画面与仅在必要时设置的“高级参数设置”画面。

注释

- 1 使用 3 轴力觉传感器时不能使用本功能。
- 2 通过机器人单体拧螺栓时，如果拧螺栓的旋转轴与机器人的 J6 轴不一致，则只能以 5 deg/s 以下的旋转速度拧螺栓，以确保安全。满足下述限制时，可按最大 200 deg/s 拧螺栓。有关设置方法等的详细说明，请参阅“基本参数设置”画面的“旋转速度”项目。
 - 螺栓的旋转中心(TCP)位于 J6 轴上
 - 插入方向与 J6 轴之间形成的角度为 3 deg 以下

使用附加轴时的制约

使用附加轴时受到如下制约。

- 附加轴相对于目标扭矩具有充分的额定扭矩
- 旋转工件和附加轴可无干涉、无限制地旋转
- 螺纹部的中心位于附加轴的旋转轴上
- 应存在嵌入式附加轴选项(J518)，并在与机器人相同的组中适当设置附加轴。
- 具有连续旋转选项 (J613)，已适当进行连续旋转的设置
- 附加轴的类型为 Auxiliary Rotary Axis。

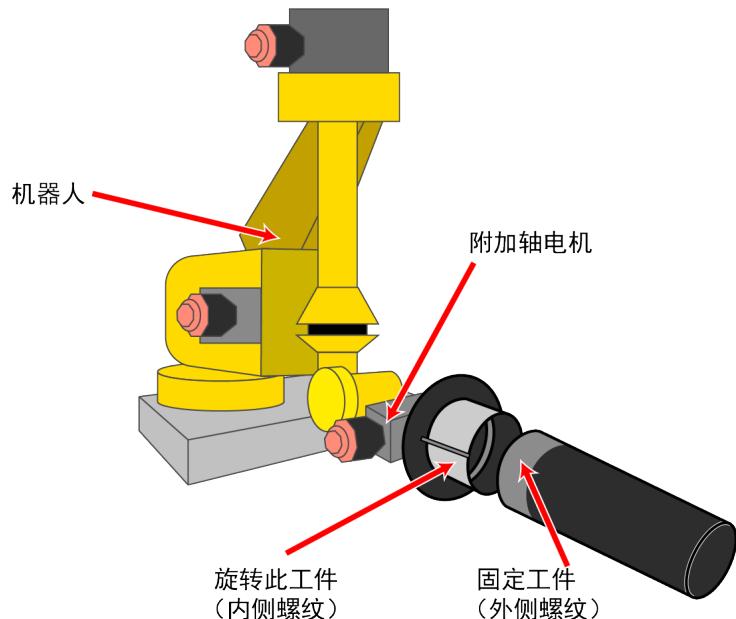


图 1.5.6 (c) 旋转工件与附加轴可以不受干扰、无限制地旋转

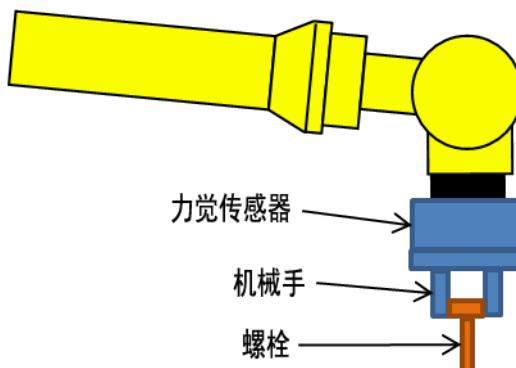


图 1.5.6 (d) 附加轴的旋转轴上有螺纹中心

1.5.6.1 参数

概要

“拧螺栓”的参数如下所示。

必须设置“基本参数设置”画面中的参数。



图 1.5.6.1 (a) "拧螺栓"的画面

"拧螺栓"功能的参数调整步骤

- 1 显示"拧螺栓"功能的"基本参数设置"画面。
- 2 设置"旋转机构"、"插入方向"、"螺纹旋向"、"旋转方向"。
- 3 设置"用户坐标系编号"、"工具坐标系编号"。
- 4 设置"目标扭矩"、"旋转速度"、"最小插入深度"、"最大插入深度"。

- 5 执行“力觉控制增益自动调整”。

(请参阅“基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令”。)
- 6 根据需要调整“高级参数设置”画面中的参数。

注释

有关力觉控制命令的编程概要, 请参阅“基本功能篇 1.1 注意和限制事项”, “基本功能篇 1.2 示教的步骤”。

下面示出在力觉控制增益自动调整完成后, 调整其他参数的方法。

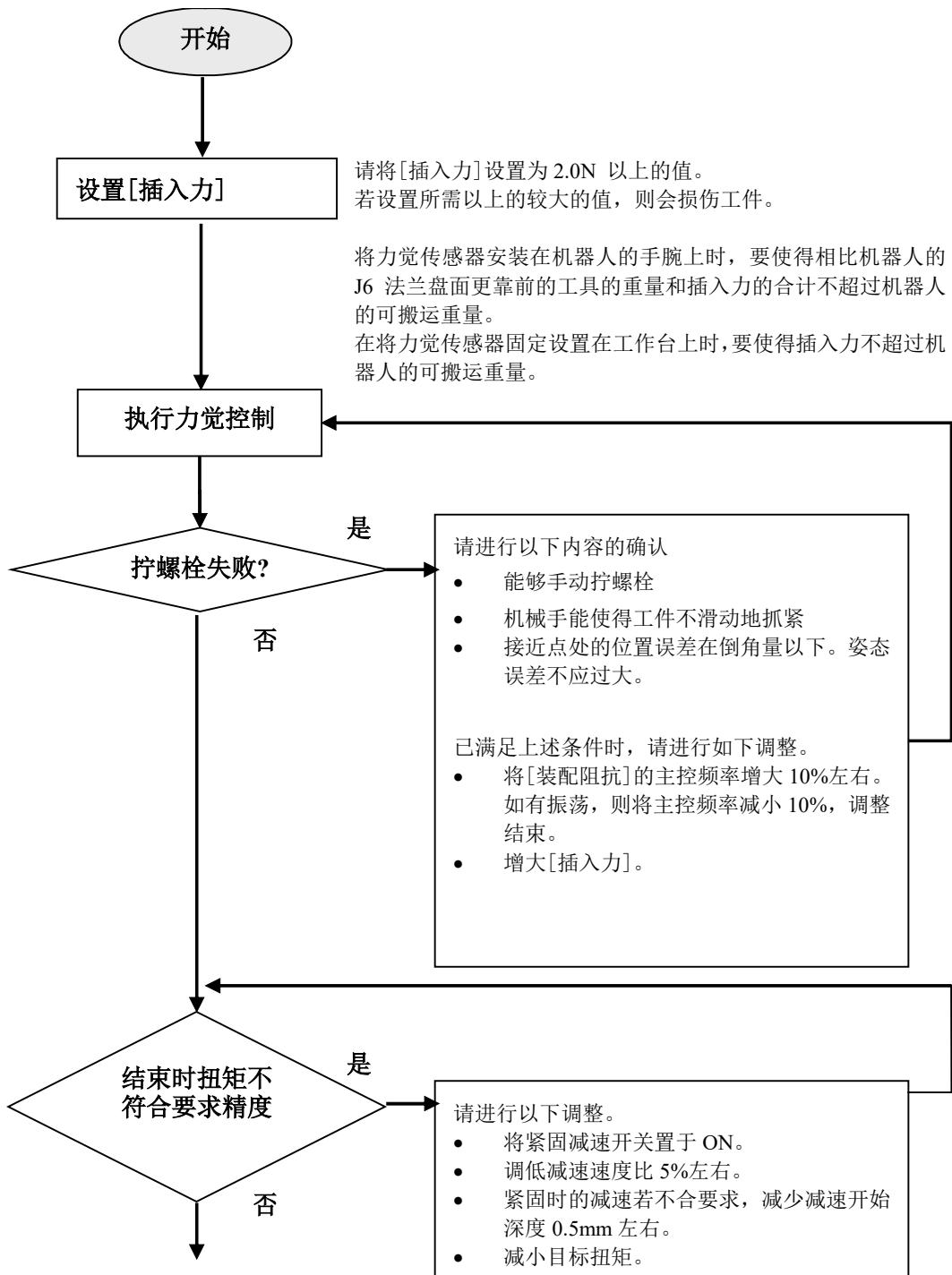


图 1.5.6.1 (b) 其他参数的调整方法 (1/2)

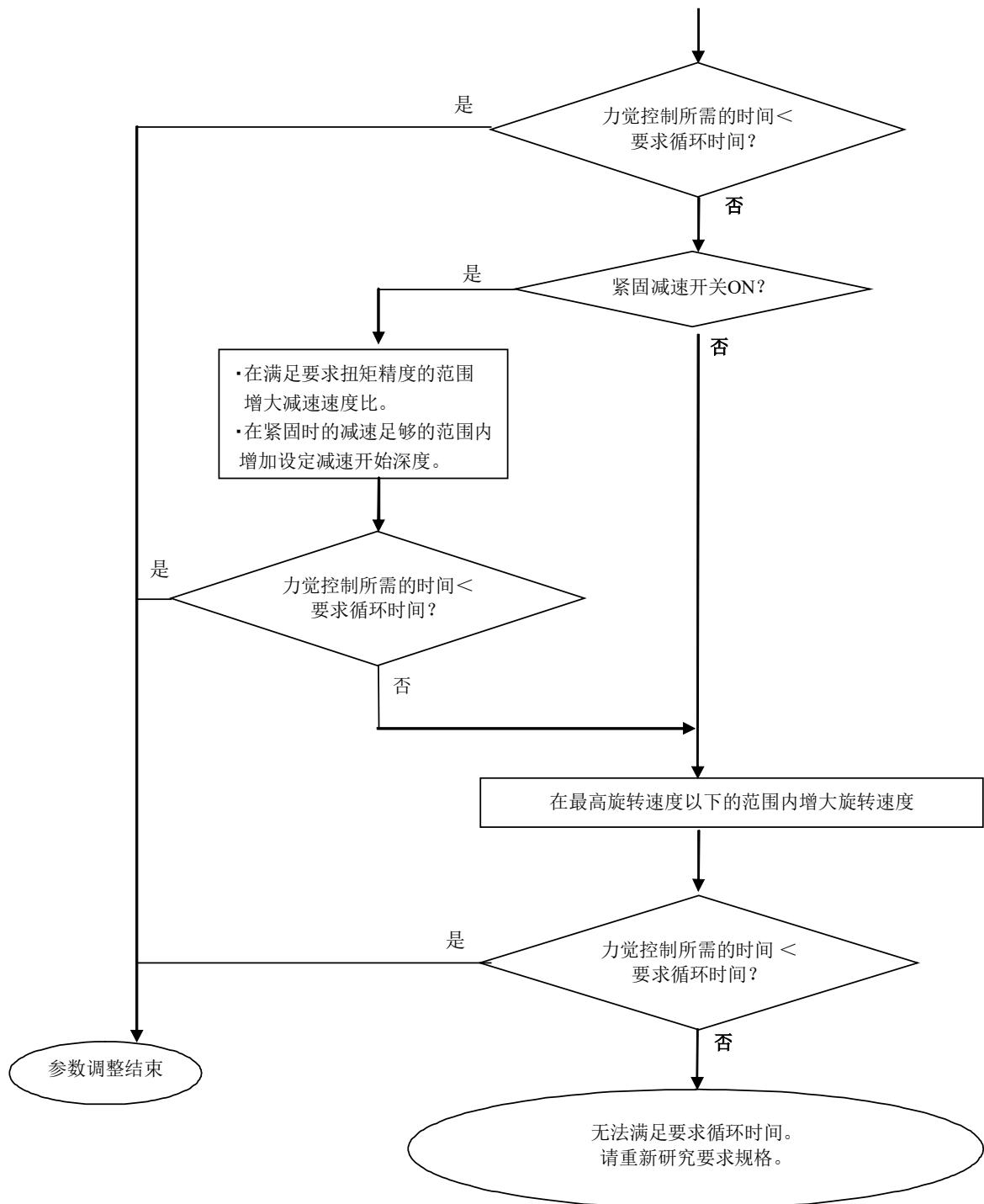


图 1.5.6.1 (c) 其他参数的调整方法 (2/2)

“基本参数设置”画面

以下为“基本参数设置”画面（拧螺栓）的内容及设置项目。

表 1.5.6.1 (a) “基本参数设置”画面

项目	说明
“功能”	从“功能选择”画面中选择要设置的功能。 本次的情况下选择“拧螺栓”。

项目	说明
"注释"	请输入用于识别参数表数据的注释。 "最大字符数: 全角 8 个字符 (半角 16 个字符)"
"旋转机构"	请选择对工件赋予旋转的机构。 不使用附加轴时, 请选择"机器人"; 使用附加轴, 请从"J7 轴"、"J8 轴"、"J9 轴"选择。 "标准值: 机器人"
"用户坐标系编号"	输入拧紧或拔出螺栓时所使用的用户坐标系编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的用户坐标系的编号。) "标准值: UF: 0"
"工具坐标系编号"	输入拧紧或拔出螺栓时所使用的工具坐标系编号。 (输入按"基本功能篇 1.2 示教步骤"设置的工具坐标系的编号。) "标准值: TF: 1"
"插入方向"	以用户坐标系设置插入方向。可从"+X"、"-X"、"+Y"、"-Y"、"+Z"、"-Z"之中选择。 "标准值: -Z"
"螺纹旋向"	选择螺纹方向为"左旋"或"右旋"。 用于确定旋转方向。 "标准值: 右旋"
"旋转方向"	选择"拧紧"或"拧松", 以确定沿螺纹旋向旋转或反向拧松方向旋转。用于确定旋转方向, 判断动作模式。选择"拧松"时, 成为拔出模式。 "标准值: 拧紧"
"目标扭矩"	以绝对值输入要用于力觉控制结束判断的扭矩值。 根据"插入方向"、"螺纹旋向"、"旋转方向"确定方向。 "标准值: 1.00 N*m"
"最终扭矩"	显示上次执行此参数表时的最终扭矩。 由于不是设置参数, 因此光标不会停留。 "标准值: 0.00 N*m"
"最小插入深度"	力觉控制结束时, 如果未达到"最小插入深度", 则会发生报警。输入该值。 处于拔出状态时, 如果达到此深度, 力觉控制则会正常结束。 "标准值: 20.00 mm"
"最大插入深度"	即使超过"最大插入深度", 扭矩也未达到目标值时, 会发生报警。输入该值。 "标准值: 30.00 mm"
"接近速度"	输入接触作业对象的目标动作速度。 "标准值: 1.00 mm/s"
"推压方向速度"	输入推压方向的目标速度。 输入比根据旋转速度与螺栓的螺距计算出的行进速度大数 mm/s 左右的值。 "标准值: 2.00 mm/s"
"接触力阈值"	输入用于判断是否已接触作业对象的阈值。 "标准值: 10.00 N"
"推压力"	输入推压方向的目标推压力。 "标准值: 30.00 N"
"旋转速度"	以绝对值输入旋转方向的目标速度。 不使用附加轴时, 以"deg/s"来输入; 使用附加轴时, 以"rpm"来输入。确定方向为"插入方向"、"螺纹旋向"或"旋转方向"。 "标准值: 1.00 deg/ s" 注) 关于不使用附加轴时的输入上限 如果旋转中心未在 J6 轴上, 则表明旋转轴与 J6 轴不一致, 因此只能设置 5 deg/s 以下。 如果旋转中心位于 J6 轴上, 则可在 200deg/s 以下的范围内进行设置, 但以 5deg/s 以上的速度拧螺栓时, 如果插入方向与 J6 轴之间形成的角度为 3 deg 以上, 则会发生报警。 如果开始拧螺栓时超过 3 deg, 则为 FORC-498 旋转速度不适当 如果拧螺栓期间超过 3 deg, 则为 FORC-265 角度变化过大

项目	说明
"最大旋转角度"	输入不使用附加轴时的动作上限值。 从旋转开始如果以这里设置的角度动作，则会发出报警而停止。因与机械手等外围设备的干涉而需要设置动作范围时，请设置适当的值。 不需要时，请设置"0.00"。 "标准值: 0.00 deg" 注) 使用附加轴时不能设置"最大旋转角度" (光标不停留)，另外，此时也不能附加项目编号。
"拧螺栓时间上限"	即使经过"拧螺栓时间上限"设置的时间，力觉控制也未结束时，会发生报警。输入该时间的上限值。 "标准值: 20.00 sec"
"力觉控制增益自动修改开关"	在力觉控制增益自动调整中使用的开关。 执行力觉控制增益的自动调整时，设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令"。) "标准值: OFF"
"上一次结果"	显示"力觉增益自动修正"的上一次结果。 "标准值: 无更改"
"力觉控制增益"	向设置力觉控制增益的画面切换。 <ul style="list-style-type: none">将光标指向此行，按下"ENTER" (输入) 键，则会向"力觉控制增益"画面切换。 (有关可从此画面进行设置的参数，请参阅"基本功能篇 1.6 力觉控制的增益 (阻抗参数)"。)
"G F S"	"G"表示示教时的运动组，"F"表示力觉控制的编号，"S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

"高级参数设置"画面

以下为"高级参数设置"画面 (拧紧螺栓) 的设置项目。

表 1.5.6.1 (b) "高级参数设置"画面

项目	说明
"功能"	从功能选择画面中选择要设置的功能。 本次的情况下选择"拧螺栓"。
"注释"	请输入用于识别参数表数据的注释。 "最大字符数: 全角 8 个字符 (半角 16 个字符)"
"简易自定义开关"	连续执行力觉控制时进行设置。可在"ON"和"OFF"之间切换。 如果将此开关置于 ON，则可在任意的力觉控制参数表后执行。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: OFF"
"重试开关"	将此力觉控制参数表用于之前执行的参数表的重试时进行设置。可从"OFF"、"返回位置 1"、"返回位置 2"之中选择。 选择"OFF"的情况下，则只会移动由"基本参数设置画面"的"最小插入深度"所指定的距离。 选择"返回位置 1"的情况下，则返回到之前执行的参数表的开始点。之前执行的参数表中如果已经设置了父级参数表，则返回到父级参数表的开始点。 选择"返回位置 2"的情况下，则不管是否已经设置了父级参数表，都会返回到之前执行的参数表的开始点。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: OFF"
"最多连续重试次数"	输入整数，以指定能够连续几次执行已有效开启简易自定义功能的力觉控制参数表。 (请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。) "标准值: 1"
"自定义父级编号"	连续执行力觉控制时输入。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) "标准值: 0"
"自定义参数连动"	连续执行力觉控制时进行设置。可从"双方向"、"父到子"、"子到父"、"OFF"之中选择。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) "标准值: OFF"

项目	说明
"自定义自动连续执行开关" (自定义自动连续执行)	只指定顶层的父级编号, 自动地连续执行通过自定义功能连接起来的一系列的力觉控制参数表数据的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 在进行自定义自动连续执行的参数表数据中, 不管父级、子级如何, 都要将其设置为"ON"。 (请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。) "标准值: OFF"
"自动连续执行子级编号" (自定义自动连续执行)	输入通过"自定义自动连续执行"功能后续需要执行的参数表数据编号。 对于由此参数指定的参数表数据, 请在"高级参数设置"的"自定义父级编号"中指定此参数表数据的编号。 能够通过自定义自动连续执行而连接起来的力觉控制的参数表数据数至多为 10 个。 "标准值: 0"
"参数表编号输出数值寄存器编号" (自定义自动连续执行)	指定输出"自定义自动连续执行"的执行状态的、寄存器的编号。 执行"自定义自动连续执行"时, 输出执行中的参数表数据的编号。 通过"自定义自动连续执行"而连接起来的一系列的参数表, 直至最后正常结束时, 向寄存器输出"0"。 "参数表编号输出数值寄存器编号"的值, 只使用通过自定义功能连接起来的一系列力觉控制参数表的顶层父级值。子级值即使予以设置也不会被使用。 顶层父级的"参数表编号输出数值寄存器编号"的值如果是"0", 则不会向寄存器输出值。 "自定义自动连续执行"下的力觉控制执行失败时, 通过浏览这里指定的寄存器中设置的值, 就可以了解失败的参数表数据的编号。 "标准值: 0"
"用户坐标系补偿"	使用 iRVision 来对在作业对象面中设置的用户坐标系进行补偿的开关。在作业对象的倾斜有可能变化时有效。可从"OFF"、"位置寄存器"、"视觉寄存器"之中选择。 需要与位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令并用。 (请参阅"基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿"。) "标准值: OFF"
"紧固减速开关"	在到达由减速开始深度所指定的深度后减速的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 "标准值: OFF"
"减速开始深度"	"紧固减速开关"处于"ON"时, 输入开始减速的深度。 "标准值: 20.00 mm"
"减速速度比"	"紧固减速开关"处于"ON"时, 输入减速比率。 减速开始深度以后, 将旋转速度乘以此比率而得的速度作为目标值。 "标准值: 30.00 %"
"力的上限" (图 1.5.6.1 (g))	发生的力满足图 1.5.6.1 (g) 的条件时会发出报警。 首先, 请参阅"附录 B 力觉控制报警代码", 排除报警的原因。报警难于消除时, 请增大此值。就 X、Y、Z 这 3 个方向的力和 W、P、R 这 3 个方向的力矩予以设置。 譬如, 就 X 方向示出如下: $F_x < -FL_x \quad \text{或者} \quad F_x > F_{dx} + FL_x \quad (F_{dx} > 0 \text{ 时})$ $F_x > FL_x \quad \text{或者} \quad F_x < F_{dx} - FL_x \quad (F_{dx} < 0 \text{ 时})$ F _x : 装配中产生的力 (X 方向) FL _x : 力的上限的 X 分量 F _{dx} : X 方向的目标力 装配方向为"X" 或 "-X" 时, F _{dx} 为"装配力"; 除此以外时, F _{dx} = 0。 有关 Y、Z、W、P、R, 同样的关系也成立。 "标准值: X: 200.00 Y: 200.00 Z: 200.00 N W: 15.00 P: 15.00 R: 15.00 N*m"

项目	说明
"力的上限" (图 1.5.6.1 (g))	<p>$Fdx > 0$ 时</p>  <p>$Fdx < 0$ 时</p> 
	图 1.5.6.1 (g) "力容许值"与报警的发生
"拧螺栓期间力觉控制有效开关"	<p>此开关用于在拧螺栓期间选择是否在推压方向、旋转方向以外进行力觉控制。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果处于"ON"则进行力觉控制, 如果处于"OFF"则力觉控制无效。</p> <p>如果将"X"、"Y"、"Z"方向设为有效, 则会在修改位置误差的同时进行拧螺栓; 如果将"W"、"P"、"R"方向设为有效, 则会在修改姿势误差的同时进行拧螺栓。</p> <p>"标准值: X: ON Y: ON W: ON P: ON"</p>
"扭矩偏移补偿开关"	<p>是用于扭矩偏移补偿的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果将此开关置于"ON", 则使用如下的"扭矩偏移量 W"、"扭矩偏移量 P"、"扭矩偏移量 R"、"扭矩偏移取得时推力", 进行扭矩误差的补偿。</p> <p>※ 请在将此开关置于 ON 之前, 执行"扭矩误差取得命令"。 (请参阅"基本功能篇 1.11.3 扭矩误差取得命令"。)</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"扭矩偏移量"	<p>通过"扭矩误差取得", 根据实际以"扭矩偏移取得时推力"推压时的力觉传感器的力矩信息进行推算、设置的值。"W"、"P"、"R"表示所使用的用户坐标系 (UF) 分别绕 X 轴、绕 Y 轴、绕 Z 轴旋转。</p> <p>如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。 (这些值无法变更。)</p> <p>"标准值: W: 0.00 P: 0.00 R: 0.00 N*m"</p>
"扭矩偏移取得时推力"	<p>"扭矩误差取得"时实际推压的力, 被作为此值设置。</p> <p>如果将"扭矩偏移补偿开关"置于"ON", 则使用这些值, 进行扭矩误差的补偿。 (此值无法变更。)</p> <p>"标准值: 30.00 N"</p>
"恒定速度开关"	<p>在反作用力突然消失的情况下, 用来避免速度过大的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果将此开关置于"ON", 就可以使得拧螺栓中的速度不会超过"基本参数设置"画面的"插入速度"。</p> <p>"标准值: ON"</p>
"力结束判断开关"	<p>用来确认是否产生了适当的力而结束的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。</p> <p>如果将"力结束判断开关"置为"ON"并到达目标扭矩, 则会在"力判断结果"为"成功"时结束力觉控制。</p> <p>即使超过"基本参数设置"画面的"最大旋转时间", 但如果"力判断结果"不是"成功", 也会发生报警。</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"最小力比率"	<p>是用于判断是否发生适当力的值。以比率的形式进行输入。</p> <p>如果发生的"推压方向"的力的大小大于"最小力比率"×"推压力"/100, "力判断结果"则会变为"成功"。</p> <p>在未满足上述条件的状态下经过"最大旋转时间"时, "力判断结果"会变为"失败"。</p> <p>"标准值: 80.00 %"</p>
"力判断结果"	<p>显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"拧螺栓"结束时的"力判断结果"。</p> <p>未在将"力结束判断开关"置为"ON"的状态下执行时, 会显示"---"。</p> <p>"标准值: ----"</p>

项目	说明
"力平均值"	显示将"力结束判断开关"置为"ON"的"拧螺栓"结束时的"推压方向"的力的大小。 "标准值: Z: 0.00 N"
"高速化开关"	使得姿势的修改动作高速化的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 可加快姿势修正动作。 "标准值: ON"
"高速化倍率"	输入姿势修正动作的速度。 "高速化开关"为"ON"时, 如果输入大于当前值的"高速化倍率"值, 姿势修正动作则会加快。 "标准值: 2.00" ⚠ 注意 考虑到安全, 请每次以"0.50"左右逐渐增大。
"高速化加速时间"	输入用于执行姿势修正动作的加速时间。 "高速化开关"处于"ON"时, 如果减小此值, 姿势的修改动作就会加快。 "标准值: 0.40 sec" ⚠ 注意 考虑到安全, 请每次以"0.10"左右逐渐减小。
"接近加速时间"	输入从力觉控制命令开始直至速度达到"基本参数设置"画面的"接近速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec"
"拧螺栓期间推压加速时间"	输入从"推压方向"的力超过"基本参数设置"画面的"接触力阈值"开始, 直至"推压方向"的速度到达"基本参数设置"画面的"推压方向速度"为止的时间。 "标准值: 0.40 sec"
"力降噪开关"	从力觉数据除掉较大杂讯的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 将从力觉数据中去除较大杂讯。 是在如下情况下有用的功能: <ul style="list-style-type: none">工具和工件较重的情形使用具有振动源的工具的情形 "标准值: OFF" ⚠ 注意 拧螺栓功能中的"力降噪开关"置于"ON"时, 力觉数据可能出现延迟, 并因惯性而导致紧固扭矩大幅超出目标值。
"出错时信号输出开关"	在力觉控制执行中出错时, 输出所指定信号的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 置于"ON"时, 如果力觉控制执行过程中出错, 将输出指定的信号。 "标准值: OFF"
"输出信号类型" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下, 选择当力觉控制执行过程中出错时需要输出的信号类型。 可指定的信号的种类为"DO"、"RO"、"FLAG (旗标)"。 "标准值: DO"
"输出信号编号" (出错时信号输出)	在出错时信号输出功能启用状态下当力觉控制执行过程中出错时, 需要输入输出的信号编号。 "标准值: 0"
"用数值寄存器结束力觉控制"	在力觉控制中监控寄存器值, 除通常的结束条件外, 还在寄存器的值发生变化时用来结束力觉控制的开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 需在结束条件中加入用户自行设置的条件等情况下, 将此开关置于"ON"。 "标准值: OFF"
"结束用数值寄存器编号"	"用数值寄存器结束力觉控制"处于"ON"时, 按如下方式动作。 <ul style="list-style-type: none">此编号的寄存器在此参数表的力觉控制命令开始时会自动地成为"0"。如果此编号的寄存器成为"1", 则使用了此参数表的力觉控制命令就会结束。 "标准值: 0"
"初始旋转速度减速开关"	是用于减慢初始旋转速度的功能开关。可在"ON"和"OFF"之间切换。 "标准值: OFF"
"初始减速完了深度"	输入完成初始减速的深度的阈值。 "标准值: 5.00 mm"
"初始减速比率"	输入初始减速比率。 "标准值: 10.00 %"

项目	说明
"G F S"	"G"表示示教时的运动组, "F"表示力觉控制的编号, "S"表示力觉传感器的编号。 (这些值无法变更。) "标准值 G F S : 1 1 1"

功能键

"基本参数设置"画面（拧螺栓）及"高级参数设置"画面（拧螺栓）使用的功能键如下。

表 1.5.6.1 (c) 功能键

按键	显示名	说明
F1	"类型"	切换到力觉控制以外的菜单。
F2	组	切换运动组。
	帮助	显示帮助画面。
F3	编号	切换到其他的参数表数据编号的画面。
F4	"选择"	切换至其他参数表数据编号的画面。
	ON	将设定值设置为"ON"。
SHIFT+F4	默认值	把参数表的设置恢复到标准值。
F5	高级	切换至"高级参数设置"画面。
	基本	切换至"基本参数设置"画面。
	OFF	将设定值设置为"OFF"。

1.6 力觉控制的增益（阻抗参数）

概要

力觉控制增益是决定力觉控制响应性能的参数。该值越大性能越高，但过大时，可能导致机器人发生振动。

力觉控制过程中振动明显或动作迟缓时，应调整力觉控制增益。

力觉控制功能设置为“仿形”之外的其他功能时，在力觉控制增益自动调整完毕状态下，通常无需进行设置。

（请参阅“基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令”。）

力觉控制功能设置为“仿形”时，由于系统无法自动调整，所以必须进行手动设置。

根据“○○阻抗”的设置不同，“阻抗详细”画面可能出现“主控频率”以及“个体频率”2种。

力觉控制增益的调整步骤

- 1 在各功能的“基本参数设置”画面中，移动光标至“力觉控制增益：详细”，在机器人控制装置的示教器上按下“ENTER”键。
显示“力觉控制/增益”画面。
（请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”。）
- 2 在“力觉控制/增益”画面移动光标至“○○阻抗”，按下 F4“选择”。
显示菜单。
- 3 从“个体频率”或“主控频率”选择目标阻抗后，在机器人控制装置的示教器上按下“ENTER”键。
显示如下“阻抗详细”画面。
 - “个体频率”的“阻抗详细”画面
 - “主控频率”的“阻抗详细”画面
- 4 调整力觉控制增益。
 - “个体频率”的“阻抗详细”画面中的调整

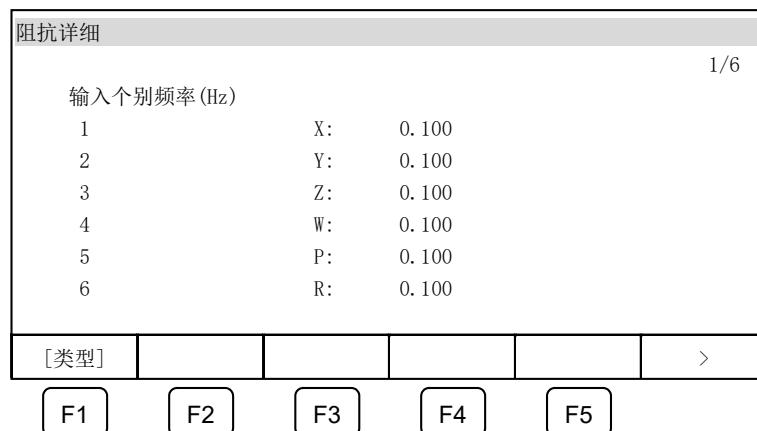


表 1.6 (a) “个别频率”的“阻抗详细”设置画面

项目	说明
个别频率	此参数决定力觉控制响应性能。不同于主控频率，可以按照每个方向改变响应性。 输入数值。在增大了此值的方向，力觉控制的响应性会提高，但振动有可能变大。 若减小此值，振动将会得到控制，但是力觉控制中的响应性会下降，动作变得缓慢。 “单位：Hz”

- “主控频率”的“阻抗详细”画面中的调整

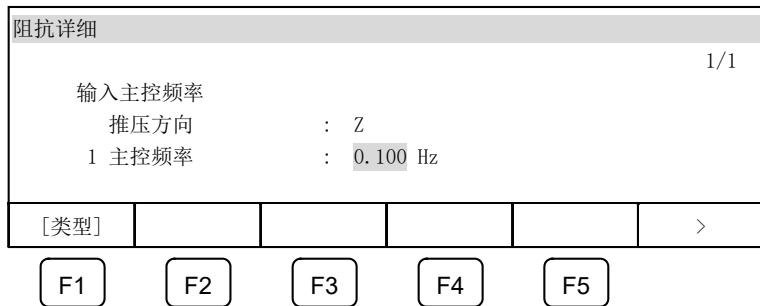


表 1.6 (b) "主控频率"的"阻抗详细"设置画面

项目	说明
"推压方向"	显示要进行推压的方向。 此值无法变更。
"主控频率"	此参数决定力觉控制响应性能。此参数尤其决定插入方向响应性能，称为"主控频率"。 输入数值。 若增大此值，力觉控制的响应性将会提高，但振动有可能变大。若减小此值，振动将会得到控制，但是力觉控制中的响应性下降，动作变得迟缓。 更改"主控频率"的值后，除插入方向之外，其他 5 个方向的频率均将以相同比例变化。 力觉控制功能设置为"仿形"时，不同机器人所设置的默认值如下所示。 LR Mate 200iD、M-10iA、M-20iA: 0.500 Hz 左右 M-710iC、R-1000iA、R-2000iB、R-2000iC: 0.100 Hz 左右 请在力觉控制中一边确认不会振动，一边每次以 0.100 Hz 左右增大值。 "单位: Hz"

1.7 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）

概要

"力觉控制"命令如"基本功能篇 1.3 力觉控制命令"中所示，总共提供有 13 种。除了通过 1 个力觉控制命令使其动作外，通过连续执行多个力觉控制命令，可以进行复杂的组装作业、和装配失败时的重试动作。

（请参阅"基本功能篇 1.7.1 力觉控制的复合动作"，"基本功能篇 1.7.2 重试"。）

由于用户可自由组合地执行力觉控制命令，因而将其叫做自定义功能。

自定义功能包括如下 3 种。

(1) 简易自定义功能

本功能有效的力觉控制参数表，可以在任意的力觉控制参数表后执行。作为基准值使用之前的参数表执行时取得的力觉传感器的初始值。

（请参阅"基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。）

(2) 自定义功能

通过在多个的力觉控制命令中设置父子关系，可以连续执行力觉控制命令。将执行父级参数表时取得的力觉传感器的初始值作为基准值，在全部的子级参数表中也进行使用。此外，在 1 个参数表中变更了力觉控制增益的值时，可在处于父子关系的参数表间联动地进行变更。

（请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。）

(3) 自定义自动连续执行功能

通过在将本功能设为有效的多个力觉控制命令中设置父子关系，即可自动地连续执行。在 TP 程序中只配置与父级参数表对应的力觉控制命令，子级参数表不会在表中显示出来。组合多个力觉控制命令，如同 1 个力觉控制命令那样地执行。

（请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。）

1.7.1 力觉控制的复合动作

本节主要介绍如何通过连续执行多个力觉控制命令以进行更为复杂的装配作业。

这里以执行以下连续作业为例进行说明。

图 1.7.1 表示

1 将齿轮插入圆柱。直至接触到另外 1 个齿轮继续插入

2 在接触到齿轮后，为了进行轮齿的相位匹配而使其旋转。
对于如此的复合动作，通过连续执行力觉控制即可对应。

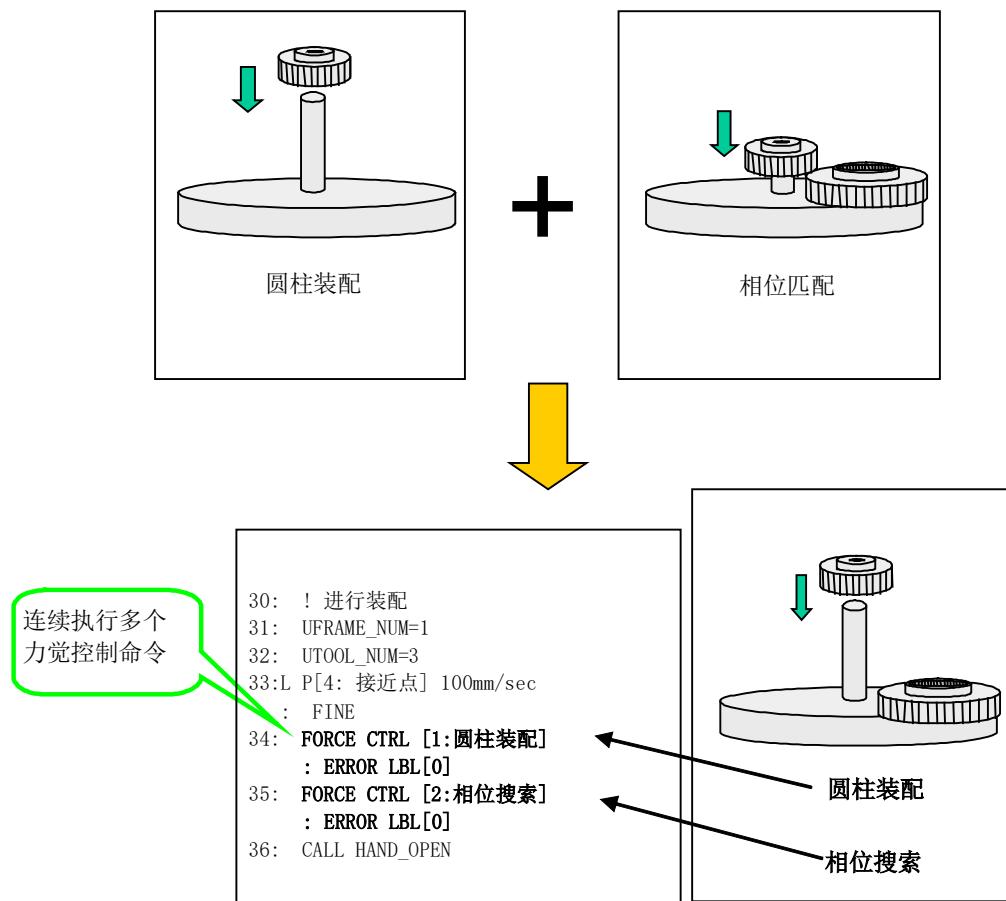


图 1.7.1 基于力觉控制的复合动作

1.7.2 重试

本节主要介绍插入失败后的重试作业。

下面以力觉控制过程中插入失败后，通过连续执行反向动作的力觉控制命令拔出工件的情况为例进行说明。
通过如此地进行重试，即可提高成功率。

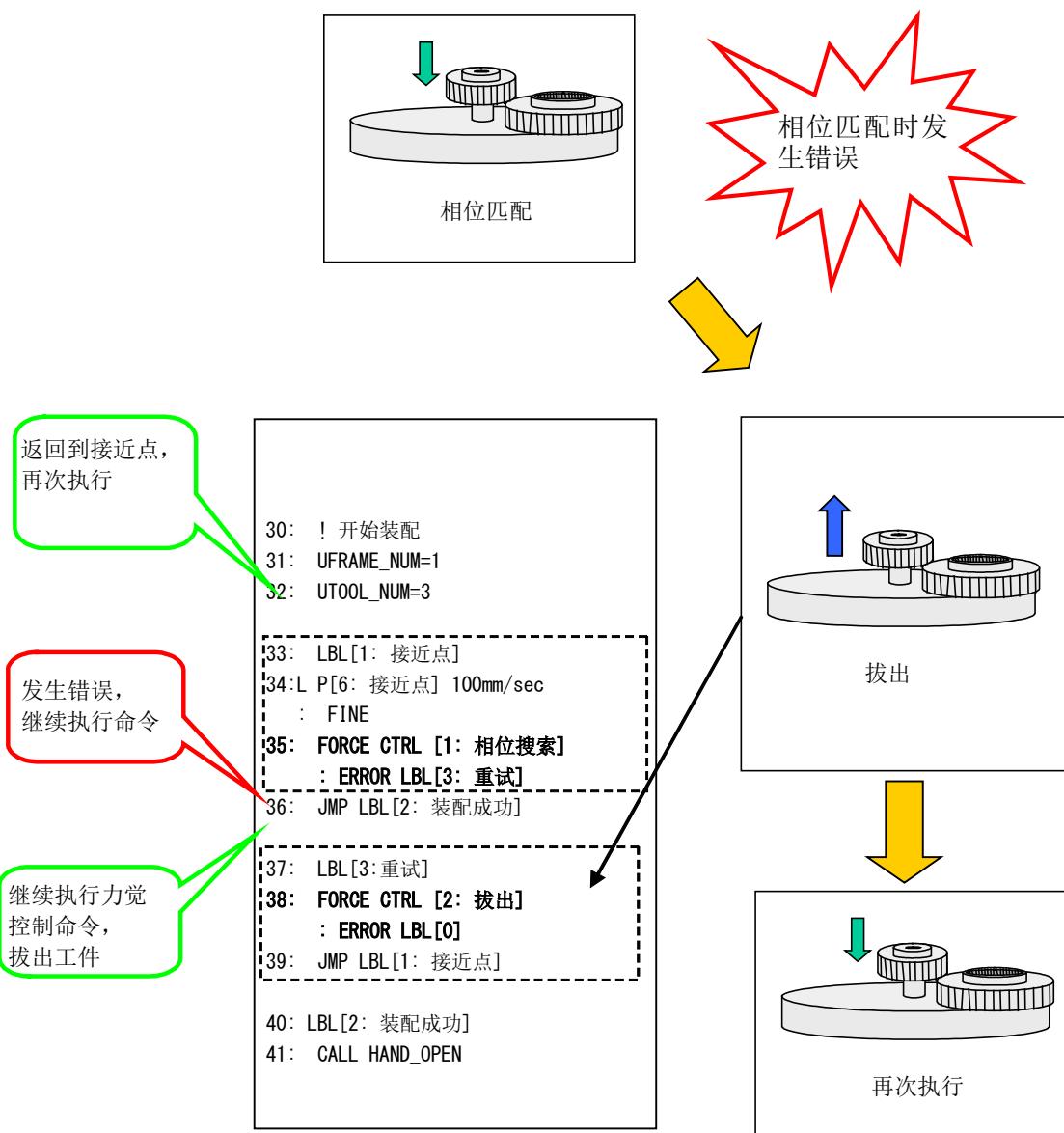


图 1.7.2 重试

1.7.3 简易自定义功能

已有效启用本功能的力觉控制参数表可在任意力觉控制参数表之后执行。

以下各节将分别对“基本功能篇 1.7.1 力觉控制的复合动作”中所述的复合动作、“基本功能篇 1.7.2 重试”中所述的重试所用方法进行说明。

但是，可作为重试动作的力觉控制参数表的种类，只限于“圆柱装配”、“凹槽装配”、“四棱柱装配”。

1.7.3.1 基于简易自定义功能的复合动作

程序例

下面以如下示例程序为例，对基于简易自定义功能的复合动作进行说明。

这里将通过简易自定义功能依次执行“圆柱装配”→“相位搜索”→“圆柱装配”这三项参数表数据的力觉控制命令。

```

:
30: !进行装配
31: UFRAME_NUM = 1
32: UTOOL_NUM = 3
33:L P[6: 接近点] 100mm/sec
: FINE

34: FORCE CTRL[1: 圆柱装配]
: ErrorLBL[0]
35: FORCE CTRL[2: 相位搜索]
: ErrorLBL[0]
36: FORCE CTRL[3: 圆柱装配]
: ErrorLBL[0]

37: CALL HAND_OPEN
38: L P [7] 100mm/sec FINE
[End]

```

图 1.7.3.1 (a) TP 程序例

执行第 1 项力觉控制命令（1 号参数表的“圆柱装配”）时，将简易自定义功能设置为无效，与单一参数表同样设置参数。

力觉控制/高级	
5/41	
参数表[1]	G:1 F:1 S:1
1 功能	: 圆柱装配
2 注释	: []
3 简易自定义开关	: OFF
4 重试开关	: OFF
5 最多连续重试次数	: 1
6 自定义父级编号	: 0

图 1.7.3.1 (b) 参数表数据的设置例（1 号参数表）

在第 2 个（2 号参数表的“相位搜索”）和第 3 个（3 号参数表的“圆柱装配”）力觉控制参数表中，“高级参数设置”画面上的参数如下。

力觉控制/高级	
1/33	
参数表[2]	G:1 F:1 S:1
1 功能	: 相位搜索
2 注释	: []
3 简易自定义开关	: ON
4 最多连续重试次数	: 1
5 自定义父级编号	: 0

图 1.7.3.1 (c) 执行简易自定义时的、参数表数据的设置例（2 号参数表）

力觉控制/高级	
5/41	
参数表[3]	G:1 F:1 S:1
1 功能	: 圆柱装配
2 注释	: [圆柱装配]
3 简易自定义开关	: ON
4 重试开关	: OFF
5 最多连续重试次数	: 2
6 自定义父级编号	: 0

图 1.7.3.1 (d) 执行简易自定义时的、参数表数据的设置例（3 号参数表）

表 1.7.3.1 "高级参数设置"画面

项目	说明
"简易自定义开关"	在其它参数表数据后执行编辑中的参数表数据使其进行复合动作时, 将本开关置于"ON"。处于"ON"时, 作为基准值使用之前执行的参数表的"力觉传感器初始值"。 "标准值: OFF"
"重试开关"※	将编辑中的参数表数据作为通常的复合动作使用而不是作为重试动作使用时, 请将本开关置于"OFF"。 "标准值: OFF"
"最多连续重试次数"	指定可以连续多少次执行"简易自定义开关"有效的力觉控制参数表。 图 1.7.3.1 (b) 中所示的程序中, 1 号参数表简易自定义功能无效, 2 号参数表和 3 号参数表简易自定义功能有效, 因而在执行 2 号参数表时执行 1 次, 执行 3 号参数表时连续执行 2 次。3 号参数表中, 必须将此参数设为 2 以上的值。 "标准值: 1"

* 只存在"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"。

 **注意**

如在"简易自定义开关"设置为"关"的状态下, 直接继前一参数表之后连续执行, 可能导致实际推压力大于设定值, 这一点请予以注意。

注释

- 1 "自定义父级编号"非"0"时, 不可将"简易自定义开关"设置为"开" (不可在同一参数表中同时使用自定义与简易自定义)。画面下方将显示"禁止同时使用自定义与简易自定义"。
(请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能")。
- 2 可以同时将"自定义自动连续执行开关"与"简易自定义开关"设置为"开" (允许在同一参数表中同时使用自定义自动连续执行与简易自定义)。
(请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能")。
但"重试开关"必须设置为"关"。如未设置为"关", 则画面下方将显示"不可在自定义自动连续执行状态下进行重试"。

1.7.3.2 基于简易自定义功能的重试

示例程序

这里以如下示例程序为例, 对重试动作进行说明。

本节示例中, 首先与"基本功能篇 1.7.3.1 通过简易自定义功能设置的复合动作"一样, 依次执行"圆柱装配"→"相位搜索"→"圆柱装配"的力觉控制命令。

```

:
30: ! 进行装配
31: UFRAME_NUM = 1
32: UTOOL_NUM = 3

33: LBL[1: 接近点]
34: L P[6: 接近点] 100mm/sec
: FINE
35: FORCE CTRL[1: 圆柱装配]
: ErrorLBL[2]
36: FORCE CTRL[2: 相位搜索]
: ErrorLBL[2]
37: FORCE CTRL[3: 圆柱装配]
: ErrorLBL[2]
38: JMP LBL[3: 装配完成]

39: LBL[2: 重试]
40: FORCE CTRL[4: 拔出]
: ErrorLBL[0]
41: JMP LBL[1: 接近点]

42: LBL[3: 装配完成]
[End]

```

图 1.7.3.2 (a) 通过简易自定义执行重试时的 TP 程序例

当各项力觉控制命令中途出错时，将执行用于启用重试功能的力觉控制参数表（4号参数表），自动拔出工件。可以执行重试动作的力觉控制参数表类型包括“圆柱装配”、“凹槽装配”、“四棱柱装配”。

为了便于重试，将4号参数表的“基本参数设置”画面与“高级参数设置”画面上的参数设置如下。

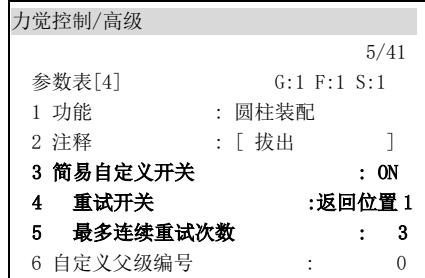


图 1.7.3.2 (b) 重试用参数表数据的设置例（4号参数表）

表 1.7.3.2 (a) “基本参数设置”画面

项目	说明
“插入方向”	使得编辑中的参数表数据的“插入方向”，与之前执行的参数表数据的插入方向相反。譬如，若之前执行的参数表数据的“插入方向”是“+Z”，这里就设置“-Z”。 之前执行的参数表数据将“自定义功能”和“自定义自动连续执行”设为“有效”时，被设置为与其处于父子关系的所有参数表的“插入方向”都相同，编辑中的参数表数据的“插入方向”必须与它们相反。 (请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”，“基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能”。) “标准值：-Z”

项目	说明
"用户坐标系编号"	<p>使得编辑中的参数表数据的"用户坐标系编号", 与之前执行的参数表数据的"用户坐标系编号"相同。</p> <p>譬如, 之前执行的参数表数据的"用户坐标系编号"若是"3", 这里就设置"3"。</p> <p>之前执行的参数表数据将"自定义功能"和"自定义自动连续执行"设为"有效"时, 被设置为与其处于父子关系的所有参数表的用户坐标系编号相同, 编辑中的参数表数据的"用户坐标"系编号也必须与它们相同。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能", "基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。)</p> <p>"标准值: UF: 0"</p>
"工具坐标系编号"	<p>使得编辑中的参数表数据的"工具坐标系编号", 与之前执行的参数表数据的"工具坐标系编号"相同。</p> <p>譬如, 之前执行的参数表数据的"工具坐标系编号"若是"2", 这里就设置"2"。</p> <p>之前执行的参数表数据将"自定义功能"和"自定义自动连续执行"设为"有效"时, 被设置为与其处于父子关系的所有参数表的"工具坐标系编号"相同, 编辑中的参数表数据的"工具坐标系编号"也必须与它们相同。</p> <p>(请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能", "基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。)</p> <p>"标准值: TF: 1"</p>

表 1.7.3.2 (b) "高级参数设置"画面

项目	说明
"简易自定义开关"	<p>要使得编辑中的参数表数据作为其它的参数表数据的重试动作, 将本开关置于"ON"。处于"ON"时, 作为基准值使用之前执行的参数表的"力觉传感器初始值"。</p> <p>"标准值: OFF"</p>
"重试开关" *	<p>要使得编辑中的参数表数据作为其它的参数表数据的重试动作, 将本开关设置在"返回位置 1"或者"返回位置 2"。</p> <p>即使设为"OFF", 也可进行重试动作, 但是移动的距离将会成为在"基本数据设置"画面的"装配深度(目标值)"中设置的值。</p> <p>"标准值: OFF"</p> <p>"返回位置 1"时</p> <p>根据之前执行的参数表的设置, 要返回的位置不同。任何一种情况下, 编辑中的参数表的"装配深度(目标值)"的值都将被忽略。</p> <ul style="list-style-type: none"> 之前执行的参数表的"自定义父级编号"若是"0", 返回至其开始点附近。(请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) 之前执行的参数表的"自定义父级编号"为"0"以外的值, 若是"自定义功能"中说明的自定义功能的子级参数表, 则会返回至顶层父级参数表的开始点附近。譬如, 图 1.7.3.2 (a) 中从 1 号参数表至 3 号参数表设置了"自定义功能"中说明的自定义功能的父子关系而非简易自定义时, 若在 3 号参数表发生错误, 则会返回至 1 号参数表的开始点附近。 <p>(请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。)</p> <ul style="list-style-type: none"> 前执行的参数表的"自定义父级编号"为"0", 且"自定义自动连续执行功能"中说明的自定义自动连续执行功能有效的情况下, 也会返回至其开始点附近。也包括其参数表的全部子级参数表在内, 不管在何处发生错误, 都会返回至相同的位置。 <p>(请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。)</p>

项目	说明
"重试开关"※	<p>"返回位置 2"时</p> <p>根据之前执行的参数表的设置, 要返回的位置不同。任何一种情况下, 编辑中的参数表的"装配深度(目标值)"的值都将被忽略。</p> <ul style="list-style-type: none"> 之前执行的参数表的"自定义父级编号"若是"0", 返回至其开始点附近。(请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) 之前执行的参数表的自定义父级编号为 0 以外的值, 若是"自定义功能"中说明的自定义功能的子级参数表, 则会返回至其参数表的开始点附近。再者, 父级参数表中行进的部分不会返回。譬如, 图 1.7.3.2 (a) 中从 1 号参数表至 3 号参数表设置了"自定义功能"中说明的自定义功能的父子关系而非简易自定义时, 若在 3 号参数表发生错误, 则会返回至 3 号参数表的开始点附近。 (请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。) 之前执行的参数表的"自定义父级编号"为"0", 且"自定义自动连续执行功能"中说明的自定义自动连续执行功能有效的情况下, 也会返回至其开始点附近。也包括其参数表的全部子级参数表在内, 不管在何处发生错误, 都会返回至相同的位置。 (请参阅"基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能"。)
"最多连续重试次数"	<p>指定可以连续多少次执行简易自定义开关有效的力觉控制参数表。</p> <p>图 1.7.3.2 (a) 中所示的程序中, 若 1 号参数表简易自定义功能无效, 2 号至 4 号参数表简易自定义功能有效, 则在执行 2 号参数表时执行 1 次, 执行 3 号参数表时连续执行 2 次, 在执行 3 号参数表期间发生错误, 在执行 4 号参数表时连续执行 3 次。此时 4 号参数表中, 必须将此参数设为 3 以上的值。</p> <p>"标准值: 1"</p>

* 只存在"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"。



注意
如在"简易自定义开关"设置为"关"的状态下, 直接继前一参数表之后连续执行, 则可能会导致无法顺利拔出。

注释

- "自定义父级编号"为"0" 以外时, 不可将"简易自定义开关"设置为"开"
(不可针对同一参数表同时使用自定义与简易自定义)。画面下方将显示"禁止同时使用自定义与简易自定义"。
(请参阅"基本功能篇 1.7.4 自定义功能"。)
- 之前执行的参数表数据必须是"仿形"、"仿形结束"以外。之前执行的参数表数据和与其处于父子关系的参数表数据若是"仿形"或者"仿形结束", 而试图执行基于简易自定义的重试, 则会发出报警。

1.7.3.3 已插入工件的拔出

示例程序

下面说明夹持并拔出已插入工件的示例。例如, 为了使用机床进行加工, 将工件插入到夹具中, 然后在加工后拔出工件的情况。由于工件抓取动作会施加力, 因此仅使用单独的力觉控制命令有时可能无法顺利拔出。
在这种情况下, 按照"圆柱装配(用于获取力的基准值)" → "圆柱装配(用于拔出)"的顺序执行力觉控制命令。

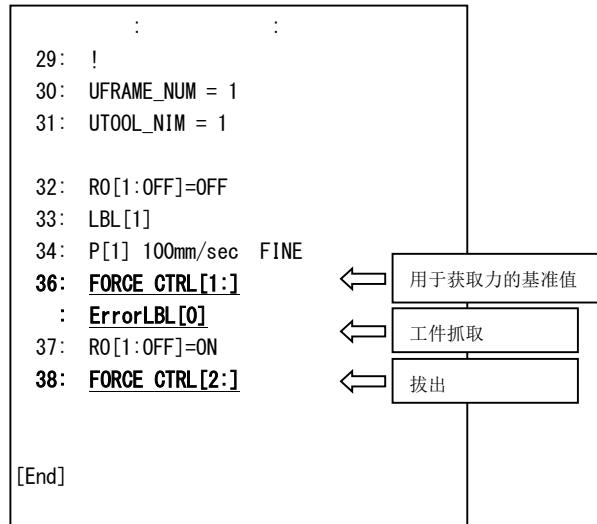


图 1.7.3.3(a) TP 程序示例

在上例中, 请将位置"1"设为工件抓取位置, 并确保机械手不会接触工件或外围设备, 以免向力觉传感器施加力。在此位置执行 1 号参数表的力觉控制命令。为了获取力觉传感器的基准值, 需要此力觉控制命令。例如按上述方式进行设置以确保短时间内结束。(将装配深度设计值设为 0mm、将接近速度或装配力设为尽可能小的值)



图 1.7.3.3(b) 参数表数据设置示例 (1 号参数表)

抓取工件后, 执行 2 号参数表的力觉控制命令。利用此力觉控制命令进行拔出, 但为了使用通过 1 号参数表获取的力觉传感器基准值, 需要设置"高级参数设置"画面中的简易自定义开关。请一并参阅表 1.7.3.3(a)与表 1.7.3.3(b)。



图 1.7.3.3(c) 参数表数据设置示例 (2 号参数表)

表 1.7.3.3(a) "基本参数设置"画面

项目	说明
"插入方向"	请将"插入方向"设为拔出方向。 "标准值: -Z"
"用户坐标系编号"	将编辑中的参数表数据的"用户坐标系编号"设为与此前执行的参数表数据(用于获取力觉传感器的基准值)的"用户坐标系编号"相同。 例如, 此前执行的参数表数据的"用户坐标系编号"为"3", 则在此处设置"3"。 "标准值: UF: 0"
"工具坐标系编号"	将编辑中的参数表数据的"工具坐标系编号"设为与此前执行的参数表数据(用于获取力觉传感器的基准值)的"工具坐标系编号"相同。 比如, 此前执行的参数表数据的"工具坐标系编号"为"2", 则在此处设置"2"。 "标准值: TF: 1"

表 1.7.3.3(b) "高级参数设置"画面

项目	说明
"简易自定义开关"	将本开关设为"ON"。为"ON"时, 将此前执行的参数表的"力觉传感器初始值"用作基准值。
"重试开关"※	请设为"OFF"。移动距离为"基本参数设置"画面的"装配深度设计值"设置的值。

※ 仅"圆柱装配"、"凹槽装配"、"四棱柱装配"存在。

⚠ 注意

如果在"简易自定义开关"为"OFF"的状态下执行, 则可能会导致无法顺利拔出。

注

- "自定义父级编号"为"0"以外时, 不能将"简易自定义开关"设为"ON" (不能在同一参数表中同时使用自定义与简易自定义开关)。画面下方会显示"自定义和简易自定义不能同时使用"。
(请参阅"基本功能篇 1.7.4 カスタマイズ機能"。)
- 此前执行的参数表数据需为"仿形"、"仿形结束"以外。此前执行的参数表数据或与其为父子关系的参数表数据为"仿形"或"仿形结束"时, 如果通过简易自定义执行重试, 则会发生报警。

1.7.4 自定义功能

为多个力觉控制命令设置父子级关系, 便可用于复合动作和重试。与简易自定义功能类似, 本功能明确规定并使用力觉控制参数表的执行顺序。此外, 在某个参数表修改力觉控制增益的值后, 存在父子级关系的参数表之间可能联动地发生变化。

(请参阅"基本功能篇 1.7.1 力觉控制的复合动作", "基本功能篇 1.7.2 重试", "基本功能篇 1.7.3 简易自定义功能"。)

1.7.4.1 父子关系的指定

概要

连续执行力觉控制命令时, 先执行的力觉控制命令叫做"父级参数表", 将后执行的力觉控制命令叫做"子级参数表"。通过"子级力觉控制命令"的高级画面上的"自定义父级编号"来指定父级参数表编号, 设置父子关系。"自定义父级编号"的初始设置值为"0"。"0"表示: 作为独立的动作来执行该力觉控制; 或者在连续执行时, 最早执行的参数表数据。

程序例

这里以如下示例程序 (三项力觉控制命令的连续执行) 为例进行说明。

这里, 按照"圆柱装配"、"相位搜索"、"圆柱装配"的顺序连续执行。

最初的"圆柱装配"设置在 1 号参数表数据中, "相位搜索"设置在 2 号参数表数据中, 第 2 个"圆柱装配"设置在 3 号参数表数据中。

```

:
30: !进行装配
31: UFRAME_NUM = 1
32: UTOOL_NUM = 3
33:L P[6: 接近点] 100mm/sec
: FINE

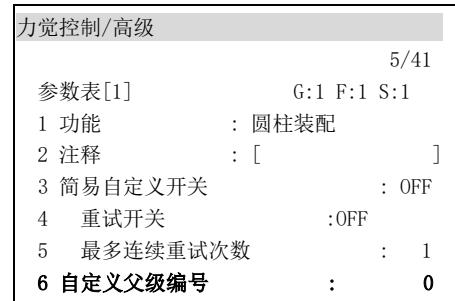
34: FORCE CTRL[1: 圆柱装配]
: ErrorLBL[0]
35: FORCE CTRL[2: 相位搜索]
: ErrorLBL[0]
36: FORCE CTRL[3: 圆柱装配]
: ErrorLBL[0]

37: CALL HAND_OPEN
38: L P [7] 100mm/sec FINE
[End]

```

图 1.7.4.1 (a) TP 程序例

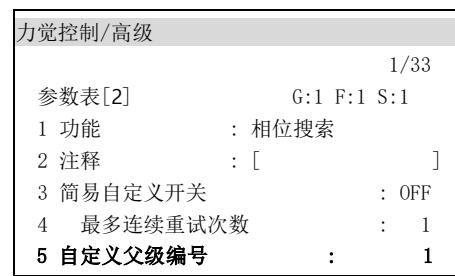
1号参数表数据不存在父级，因此将其“自定义父级编号”设置为“0”。



参数表[1]	
1 功能	: 圆柱装配
2 注释	: []
3 简易自定义开关	: OFF
4 重试开关	: OFF
5 最多连续重试次数	: 1
6 自定义父级编号	: 0

图 1.7.4.1 (b) 参数表数据设置例 (1号参数表)

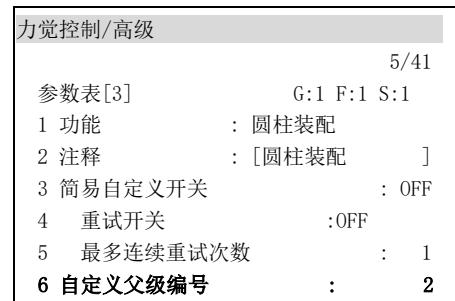
2号参数表数据以1号参数表数据为父级，因此如下所示将其“自定义父级编号”指定为“1”。



参数表[2]	
1 功能	: 相位搜索
2 注释	: []
3 简易自定义开关	: OFF
4 重试开关	: OFF
5 最多连续重试次数	: 1
6 自定义父级编号	: 1

图 1.7.4.1 (c) 参数表数据设置例 (2号参数表)

同样，3号参数表数据以2号参数表数据为父级，因此如下所示将其“自定义父级编号”指定为“2”。



参数表[3]	
1 功能	: 圆柱装配
2 注释	: [圆柱装配]
3 简易自定义开关	: OFF
4 重试开关	: OFF
5 最多连续重试次数	: 1
6 自定义父级编号	: 2

图 1.7.4.1 (d) 参数表数据设置例 (3号参数表)

表 1.7.4.1 "高级参数设置"画面

项目	说明
"自定义父级编号"	将编辑中的参数表数据作为其它参数表数据的子数据来使用时, 指定父级参数表数据编号。进行了指定时, 按照如下所示的"自定义连动开关", 从父到子、或者从子到父复制力觉控制增益。 初始状态下已被设置为"0", 此时表示作为单独或者其它参数表之父级来执行。将执行此参数表时取得的力觉传感器的初始值作为基准值, 在子级参数表中也进行使用。 "标准值: 0"
"自定义参数连动"	处于父子关系的参数表数据通过如下任何一个操作, "力觉控制增益"将会被复制。 <ul style="list-style-type: none"> • 变更了"力觉控制增益"时 • 设置了前述"自定义父级编号"时 通过此参数来指定在父子间朝着哪一个方向进行复制。可从以下 4 种中选择方向。 <ul style="list-style-type: none"> (a) "双方向" : 即使父、子任何一方被变更, 都会向另外一方复制 (b) "父到子" : 从父级参数表向子级参数表复制 (c) "子到父" : 从子级参数表向父级参数表复制 (d) "OFF" : 即使连动参数被变更也不予复制 "标准值: OFF"

1.7.4.2 基于自定义功能的复合动作

通过自定义功能连续执行力觉控制命令时, 务必如图 1.7.4.1 (c)、(d) 中所示指定父子关系。

△ 注意

若没有指定父子关系就连续执行多个力觉控制命令, 则在第 2 个以后的力觉控制命令中有时实际的推压力会大于设置值, 请予注意。

1.7.4.3 基于自定义功能的重试

使用与父级参数表数据相同的用户坐标系、工具坐标系, 将"装配方向"相反的子级参数表数据视为重试用的参数表数据。
(例: 父级的"装配方向"为 "-Z"), 子级的"装配方向"为 "+Z")
但是, 仿形功能中没有重试用的子级参数表。

1.7.4.4 注意和限制事项

- (a) 1 个参数表数据可拥有的子级参数表数据最多为 2 个, 即重试用 1 个, 非重试用 1 个。
但是, 仿形功能只可拥有 1 个非重试的子参数。
- (b) 重试用的参数表数据, 无法拥有其自身的子级参数表数据。

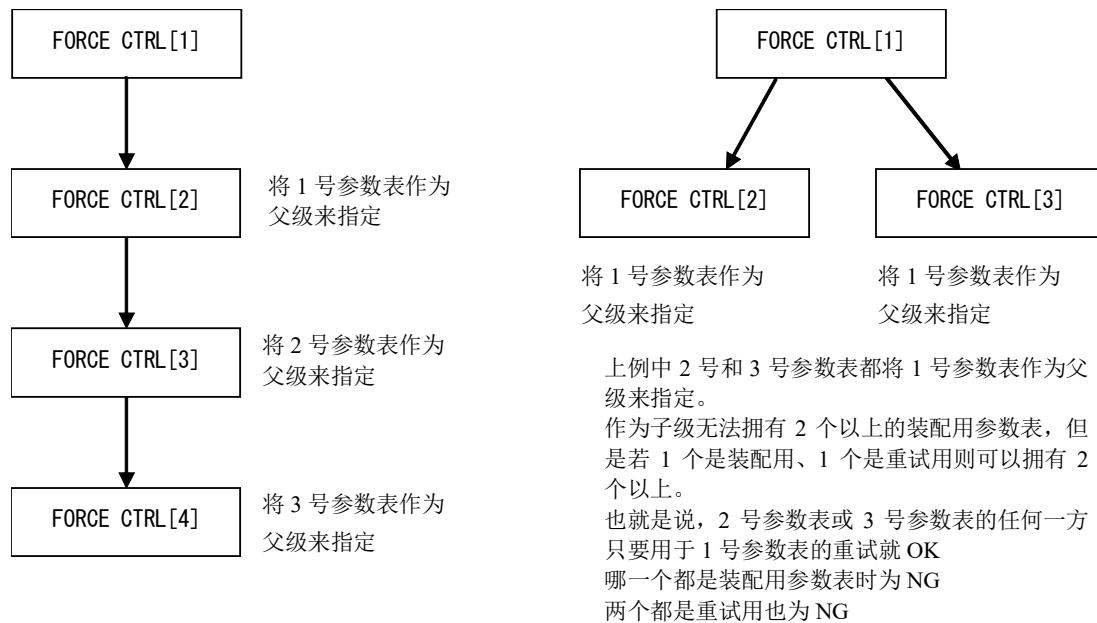
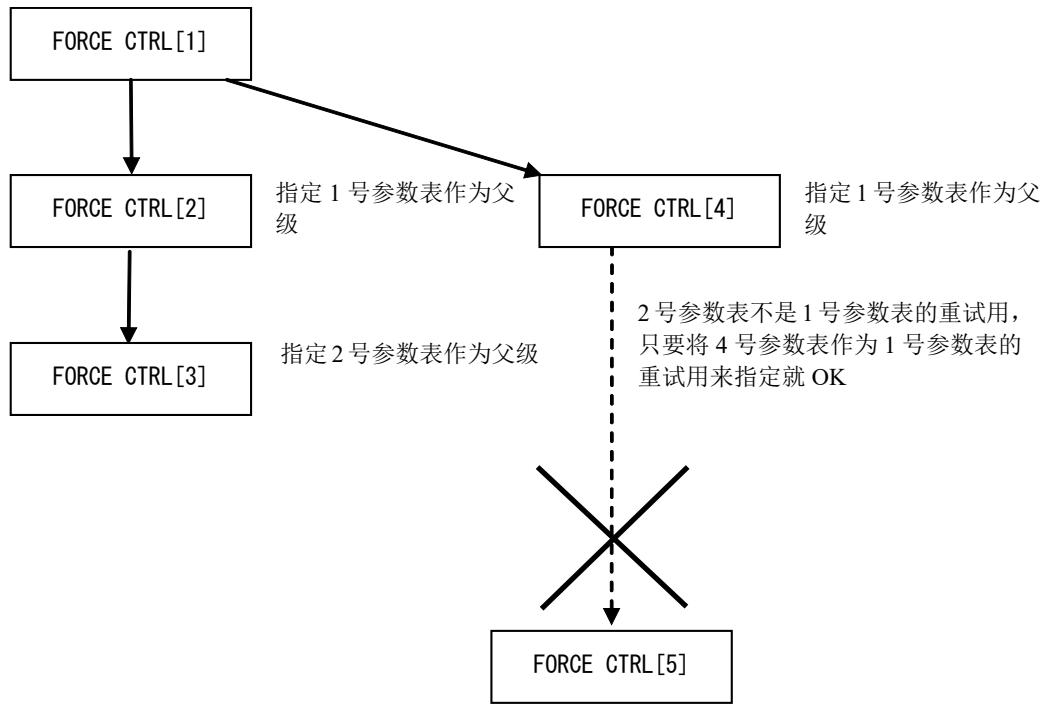


图 1.7.4.4 (a) 力觉控制的连续执行例 (1/2)



4 号参数表是 1 号参数表的重试用，因而无法拥有子级参数表。
因此，4 号参数表之下无法连接上别的参数表。

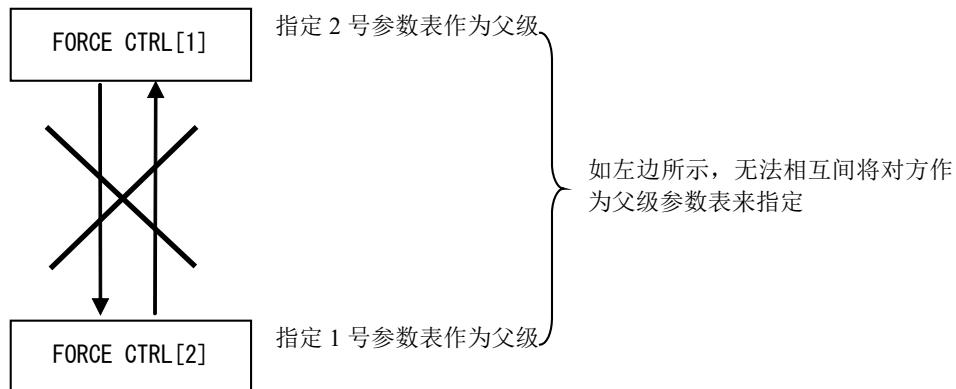


图 1.7.4.4 (b) 力觉控制的连续执行例 (2/2)

1.7.5 自定义自动连续执行功能

概要

此功能只在 TP 程序上指定顶层父级编号的参数表，自动地连续执行通过自定义功能连接起来的一系列的力觉控制参数表数据。

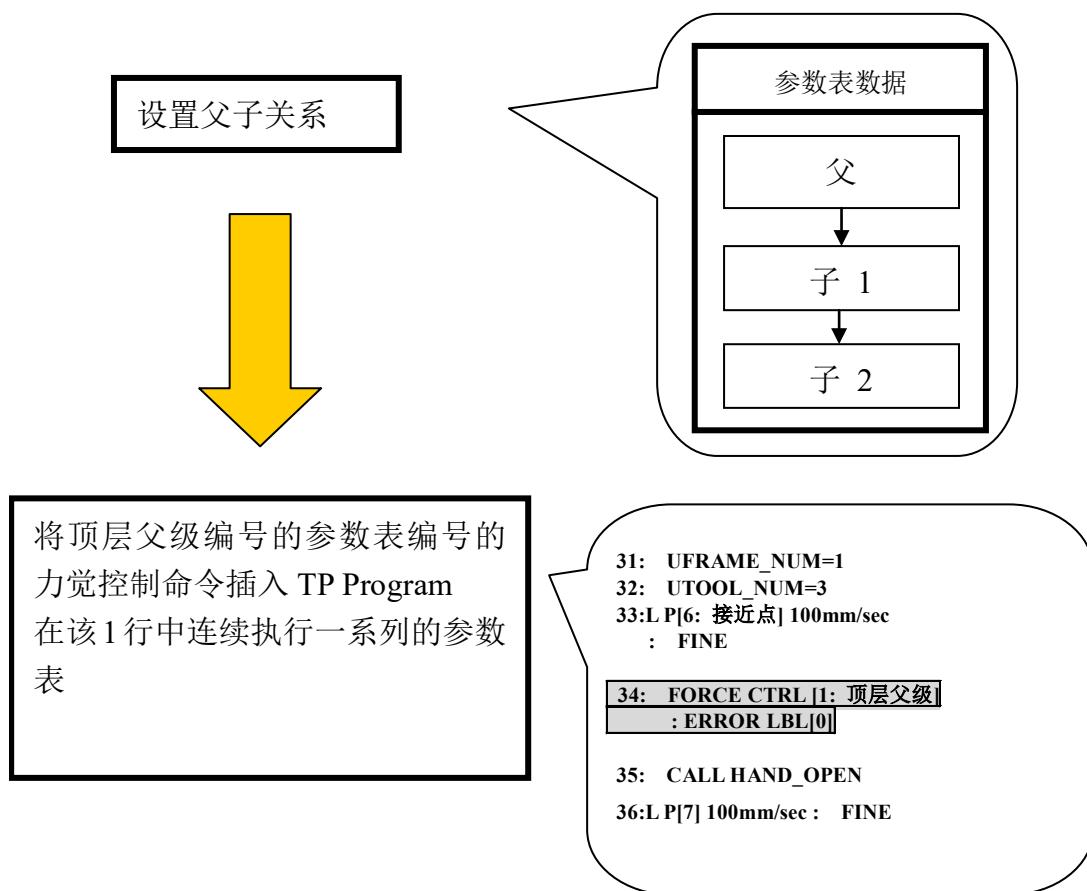
如同将通过父子关系连接起来的一系列的力觉控制命令作为 1 个新的力觉控制命令那样地执行。

设置参数表数据时，自定义功能是通过在“自定义父级编号”中指定父级以连接参数表数据。与此相反，自定义自动连续执行功能则是通过指定父级、子级以连接参数表数据。

自定义功能要求必须在 TP 程序内插入需要执行的所有父子级力觉控制命令。与此相反，自定义自动连续执行功能仅需在 TP 程序内插入最顶层的父级力觉控制命令。换而言之，它可以通过父级追溯到子级，从而自动地连续执行参数表数据所设置的力觉控制命令。

通过自定义功能连续执行力觉控制命令时，从父级连接至子级需要一定时间（0.3 秒左右）。与此相反，自定义自动连续执行功能则无需这一时间。

(请参阅“基本功能篇 1.7.4 自定义功能”。)



⚠ 注意

- 1 在进行自定义自动连续执行时, 请在一系列的参数表数据中, 将如下功能设为无效。
 - 扭矩误差取得
 - 结束条件取得
 - 力觉控制增益自动调整
- 2 执行自定义自动连续执行功能时, 请将一系列参数表数据中与下列坐标系设置相关的参数设置为相同。
 - “用户坐标系”的设置
 - “工具坐标系”的设置
 - “用户坐标系补偿”的设置
- 3 能够通过自定义自动连续执行功能连接起来的力觉控制功能的种类包括:
“恒力推压”、“平面匹配”、“圆柱装配”、“四棱柱装配”、“凹槽装配”、“搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”、“相位搜索”、“拧螺丝”。
无法指定除此以外的功能的参数表数据。
- 4 能够通过自定义自动连续执行而连接起来的参数表数据数至多为 10 个。也就是说, 顶层父级之后, 最多可以将 9 个子级连接起来。

程序例

这里以如下示例程序为例, 对自定义自动连续执行功能进行说明。

这里以图 1.7.5 (a) 中所示的示例程序 (通过 1 个力觉控制命令执行包含 3 个参数表数据的自定义自动连续执行) 为例进行说明。这里, 按照“圆柱装配”、“相位搜索”、“柱装配”的顺序连续执行。

最初的圆柱装配设置在 1 号参数表数据中, “相位搜索”设置在 2 号参数表数据中, 第二个“圆柱装配”设置在 3 号参数表数据中。

```

30:
31: UFRAME_NUM=1
32: UTOOL_NUM=3
33:L P[6: 接近点] 100mm/sec
    : FINE

34: FORCE CTRL [1: 顶层父级]
    : ERROR LBL[0]

35: CALL HAND_OPEN
36:L P[7] 100mm/sec : FINE

```

图 1.7.5 (a) TP 程序例

注释

- 1 TP 程序中，在执行自定义自动连续执行的、顶层父级参数表数据的力觉控制命令之后，无法执行以其为父级的自定义功能的子级力觉控制命令。（自定义功能中，无法拥有 2 个非重试用的子级。）
- 2 自定义自动连续执行功能中，一系列的参数表数据执行中失败时的跳跃，不管该时刻执行的参数表数据的编号如何，都使用 TP 程序中插入顶层父级的力觉控制命令时指定的错误标签的编号。

将需要自动连续执行自定义作业的 1、2、3 号参数表数据的“自定义自动连续执行开关”设置为“开”。

1 号参数表数据不存在父级，因此将其“自定义编号”设置为“0”。

1 号参数表数据的子级为 2 号参数表数据，因此将其“自动连续执行子级编号”设置为“2”。

“参数表编号输出数值寄存器编号”由于使用一系列参数表数据的顶层父级值，因而只设置 1 号参数表数据。

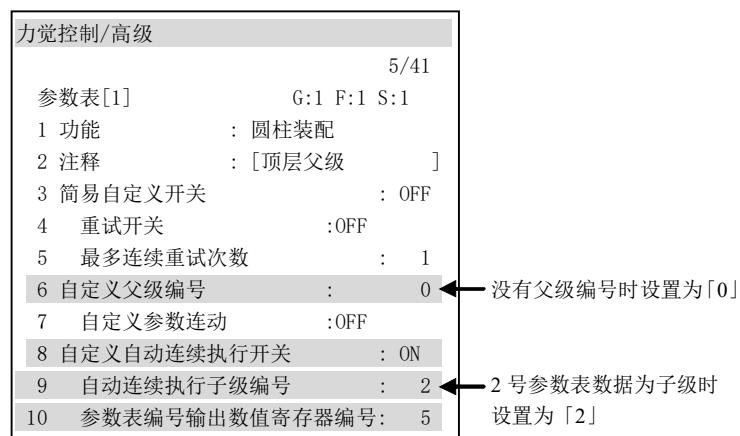


图 1.7.5 (b) 参数表"1"数据的设置例 (1/3)

2 号参数表数据以 1 号参数表数据为父级，因此将其“自定义父级编号”指定为“1”。

2 号参数表数据的子级为 3 号参数表数据，因此将其“自动连续执行子级编号”设置为“3”。



图 1.7.5 (c) 参数表"2"数据的设置例 (2/3)

3号参数表数据以2号参数表数据为父级，因此将其“自定义父级编号”指定为“2”。

3号参数表数据没有子级，因此将其“自动连续执行子级编号”设置为“0”。

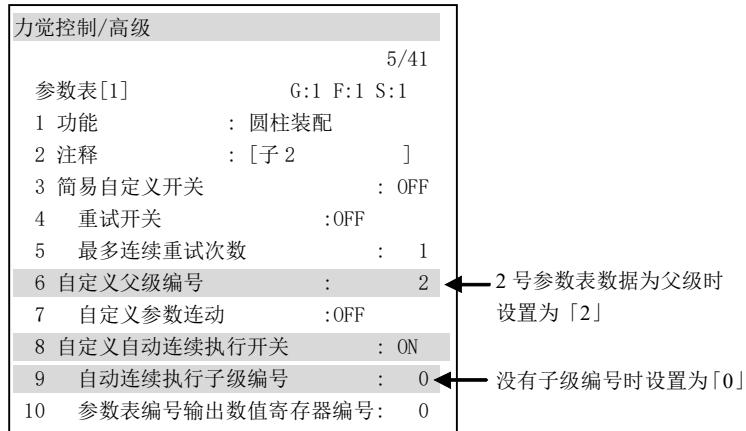


图 1.7.5 (d) 参数表"3" 数据的设置例 (3/3)

自定义自动连续执行功能相关参数设置如下。

表 1.7.5 “高级参数设置”画面

项目	说明
“自定义父级编号”	用于指定父级参数表数据编号。
“自定义自动连续执行开关”	将需要执行自定义自动连续执行功能的一系列参数表数据，无论父级、子级，均设置为“开”。 原本在自定义功能启用状态下通常被视为用于执行重试动作的子级参数表数据的参数表数据，在“自定义自动连续执行开关”有效启用的参数表数据中，将不再作为执行重试动作的子级参数表数据。
“自动连续执行子级编号”	用于指定子级参数表数据编号。 不指定子级编号时，输入“0”。 针对“自动连续执行子级编号”已指定的参数表数据，将其高级数据的“自定义父级编号”设置为上述已指定子级的参数表数据编号。换而言之，在“自动连续执行子级编号”中父级所指定的子级、与在“自定义父级编号”中子级所指定的父级应保持一致。
“参数表编号输出数值寄存器编号”	可以向寄存器输出执行中的参数表数据的编号。 一系列的参数表数据全都正常结束时，向寄存器输出“0”。 执行一系列的参数表数据时，通过确认寄存器的值，就可了解是否直至最后的参数表数据已正常结束，或者，在力觉控制失败时，在哪个编号的力觉控制中失败。 力觉控制在一系列的参数表数据的中途失败时，可根据寄存器的值，编制 TP 程序，以便进行对应失败的参数表数据编号的处理。 一系列的参数表数据的、顶层父级“参数表编号输出数值寄存器编号”的值若是“0”，则不会向寄存器输出值。

注释

- 1 下列设置项目仅使用一系列参数表数据中最顶层的父级设置，而该父级所连接的子级设置项目即便进行设置也不予使用。
 - 自定义自动连续执行功能的、“参数表编号输出数值寄存器编号”
 - “重力补偿开关”
 - “力降噪开关”
 - “出错时信号输出开关”
 - “用数值寄存器结束力觉控制”、“结束用数值寄存器编号”
- 2 一系列参数表数据的下列设置项目将使用各自参数表数据中的设置。
 - 扭矩误差补偿的数据
 - 结束条件的数据
 - 接触判断阈值
 - 力结束判断、扭矩结束判断的设置
- 3 一系列的参数表数据中，即使插入方向不相同也无妨。
- 4 在执行一系列的参数表数据时，执行某个参数表数据时，力的大小超过该参数表数据的接触判断阈值时，在执行之后的参数表数据时，作为接触后被执行。
在执行某个参数表数据期间，力的大小没有超过接触判断阈值而正常结束时，在执行后续的参数表数据时，作为尚未接触来对待，执行力觉控制。
- 5 姿势变化检查的“姿势变化上限”，根据执行该参数表数据时的姿势观察其变化。
- 6 搜索功能的“搜索范围”，将执行该参数表数据时的位置作为基准。
- 7 自定义自动连续执行时，力觉控制命令的执行历史中将会显示以下资讯。
 - 在一系列的参数表数据中，显示直至已执行的参数表数据的结果。（在自定义自动连续执行的中途失败时，不显示已失败的参数表数据以后的结果。一直执行到最后的参数表数据时，在力觉控制命令的执行历史中显示所有参数表数据的结果。）
 - 顶层父级以后的参数表数据的执行时刻，显示执行顶层父级参数表数据时的执行时刻。除此以外的执行历史的数据，是执行该参数表数据时的值。

1.8 用户坐标系补偿

概要

“仿形”功能以外的力觉控制功能沿着参数表中指定的用户坐标系的轴方向（X, Y, Z）动作。“仿形”功能中一边沿着示教轨道运动，一边向着参数表中指定的用户坐标系或者工具坐标系的轴向推压。

本功能可以与发那科的视觉系统 iRVision 并用，对在力觉控制中使用的用户坐标系进行补偿。譬如，在“圆柱装配”功能下进行精密装配时，可通过 iRVision 根据被装配物的基准位置检测出倾斜并对行进方向进行补偿。

此外，借助本功能，无需变更参数表中指定的用户坐标系的设置值，可通过对用户坐标系进行补偿，来变更推压的方向和插入方向等。

根据工件的倾斜对力觉控制中的
行进方向进行补偿

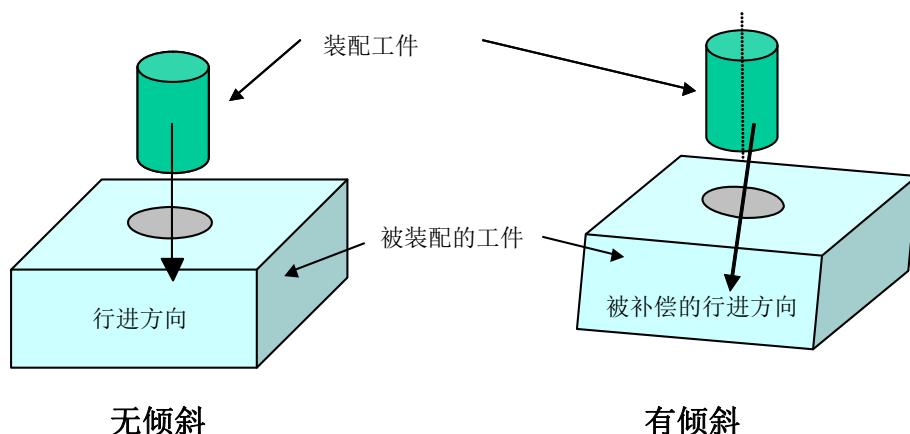


图 1.8 使用用户坐标系补偿对行进方向进行补偿

用户坐标系补偿的使用步骤

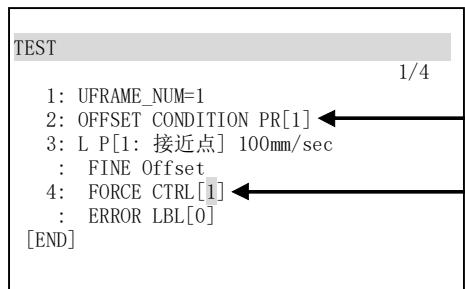
用户坐标系补偿的使用方法有 2 种：使用位置补偿条件命令的方法 1 和使用视觉补偿条件命令的方法 2。此外，在“恒力推压”功能中，还有根据工具坐标系进行补偿的方法 3。

方法 1 使用位置补偿条件命令的方法

使用指定的位置寄存器对行进方向进行补偿。

1 通过位置补偿条件命令指定用于补偿的位置寄存器编号。

TP 程序例如下所示。



```

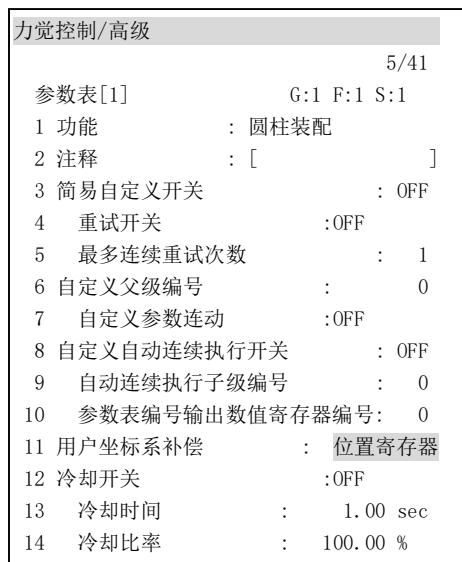
TEST
1: UFRAME_NUM=1
2: OFFSET CONDITION PR[1] ← 1 号位置寄存器使用于补偿
3: L P[1: 接近点] 100mm/sec
   : FINE Offset
4: FORCE CTRL[1] ← 力觉控制命令
   : ERROR LBL[0]
[END]

```

2 将通过 iRVision 测出的补偿量存储至位置寄存器中。

（请参阅“iRVision 操作说明书 参考篇”（B-83914CM）。）

3 将力觉控制命令的“用户坐标系补偿”设置为“位置寄存器”。



力觉控制/高级	
5/41	
参数表[1]	G:1 F:1 S:1
1 功能	: 圆柱装配
2 注释	: []
3 简易自定义开关	: OFF
4 重试开关	: OFF
5 最多连续重试次数	: 1
6 自定义父级编号	: 0
7 自定义参数联动	: OFF
8 自定义自动连续执行开关	: OFF
9 自动连续执行子级编号	: 0
10 参数表编号输出数值寄存器编号	: 0
11 用户坐标系补偿	: 位置寄存器
12 冷却开关	: OFF
13 冷却时间	: 1.00 sec
14 冷却比率	: 100.00 %

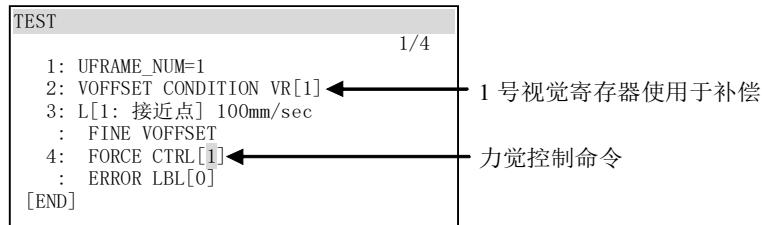
方法 2 使用视觉补偿条件命令的方法

使用指定的视觉寄存器对行进方向进行补偿。

（有关通过视觉在位置寄存器或视觉寄存器内设置补偿量的方法，请参阅“iRVision 操作说明书 参考篇（B-83914CM）”。）

1 通过视觉补偿条件命令指定用于补偿的视觉寄存器编号。

TP 程序例如下所示。



- 2 将通过 iRVision 测出的补偿量存储在视觉寄存器中。
(有关具体的方法, 请参阅“iRVision 操作说明书 参考篇”(B-83914CM)。)
- 3 将力觉控制命令的“用户坐标系补偿”设置为“视觉寄存器”。



⚠ 注意

- 1 如需使用视觉补偿条件, 必须安装 iRVision 选项。
- 2 将视觉补偿条件命令设置为有效。从“MENU”键选择“设置”→“常规”。
将其中的“视觉补偿命令”设置为有效。
- 3 请将要使用的视觉寄存器的补偿类型设为“固定坐标系偏移”。

方法 3 使用工具坐标系的方法 (恒力推压的情形)

选择“工具坐标系”, 进行补偿, 直至用户坐标系的位置姿势与力觉控制开始时基本数据的“工具坐标系编号”栏所指定工具坐标系的位置姿势相同。由此便可将“恒力推压”功能的推压方向设置为基于工具坐标系的方向。

但请注意, 在“恒力推压”功能启用状态下, 当“用户坐标系补偿”设置为“工具坐标系”时, 基本数据的“推压方向”栏将显示为“工具”, 而当“用户坐标系补偿”设置为“工具坐标系”之外的其他选项时, “推压方向”则显示为“用户”。

- 1 将力觉控制命令的“用户坐标系补偿”设为“工具坐标系”。

力觉控制/高级	
1/25	
参数表[1]	G:1 F:1 S:1
1 功能	: 恒力推压
2 注释	: []
3 简易自定义开关	: OFF
4 最多连续重试次数	: 1
5 自定义父级编号	: 0
6 自定义参数联动	: OFF
7 自定义自动连续执行开关	: OFF
8 自动连续执行子级编号	: 0
9 参数表编号输出数值寄存器编号:	0
10 用户坐标系补偿	: 工具坐标系
11 冷却开关	: OFF
12 冷却时间	: 1.00 sec
13 冷却比率	: 100.00 %

1.9 3 轴力觉传感器的设置

发那科的 3 轴力觉传感器检测 Fz (Z 方向的力)、Mx (X 周围的力矩)、My (Y 周围的力矩)。

为推算 Fx (X 方向的力)、Fy (Y 方向的力)、Mz (Z 周围的力矩)，需要设置工件和作业工具的“3 轴力觉传感器接触点位置”，力觉控制中要始终示教为在此位置接触。

作为“接触点位置”，可选择如同工具坐标系的原点那样随着机器人手腕的移动而运动的位置、和如同用户坐标系的原点那样固定的位置。

注意

- 若实际的接触点从“3 轴力觉传感器接触点位置”离开，或者在中途偏移，则 Fx、Fy、Mz 的推算误差将会增大，从而导致力觉控制性能恶化，请予注意。

另外，3 轴力觉传感器上能够对应的力觉控制功能只限于“恒力推压”和“仿形”。它们的基本画面上备有如下参数。

- 3 轴力觉传感器接触点位置
 - 设置方法 (3 轴力觉传感器接触点位置)
 - 位置寄存器编号 (3 轴力觉传感器接触点位置)
 - 距离 (3 轴力觉传感器接触点位置)
- (有关“恒力推压”，“基本功能篇 1.5.2 恒力推压、平面匹配”中也进行了说明；有关仿形，“基本功能篇 1.5.7.6 参数”中也进行了说明，请结合参阅。)

本节中就这些参数的含义，使用概念图进行说明。

注释

- 图 1.9 (a) 和图 1.9 (b) 示出使用 3 轴力觉传感器必须理解的内容，请务必阅读。

在3轴力觉传感器中设置“3轴力觉传感器接触点位置”。

力觉控制中，工件和作业工具必须在此位置接触。

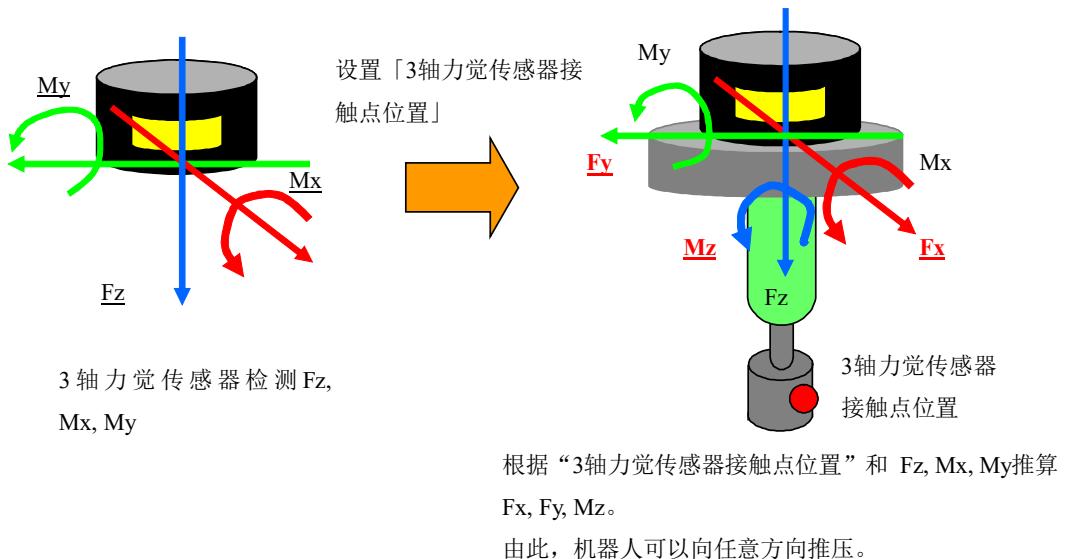


图 1.9 (a) 3 轴力觉传感器接触点位置

「3轴力觉传感器接触点位置」的设置 「工具」或者「用户」

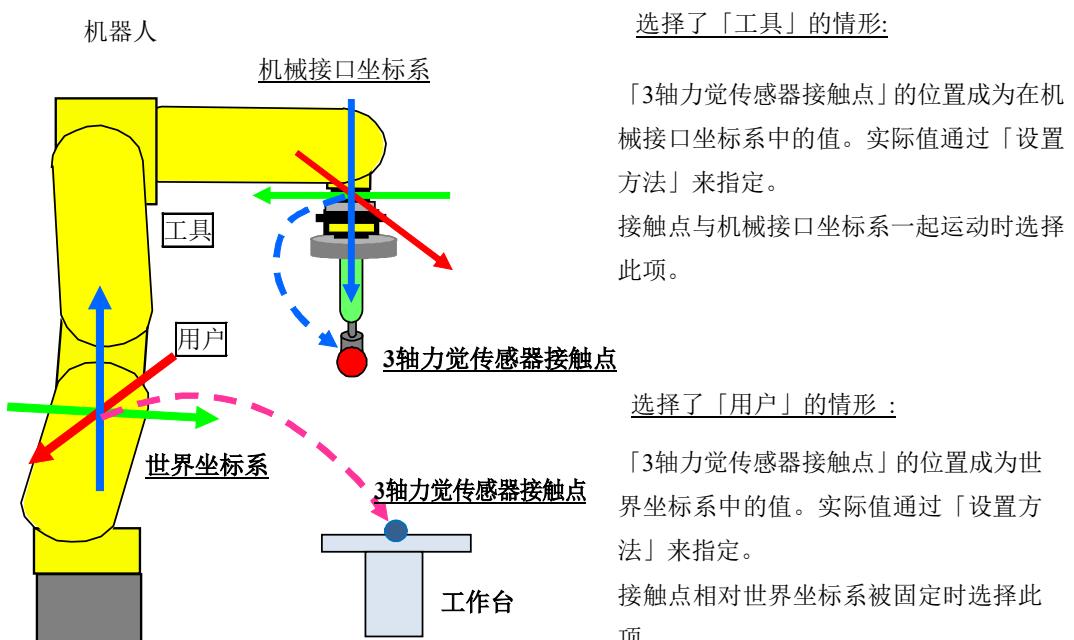


图 1.9 (b) "3 轴力觉传感器接触点位置"的设置

接触点位置被固定在机器人手腕上时，请参阅图 1.9 (c)、图 1.9 (e)、图 1.9 (f)、图 1.9 (g)。但是，“恒力推压”时，与图 1.9 (g)无关。

接触点位置被固定在地板面上时，请参阅图 1.9 (d)、图 1.9 (h)、图 1.9 (i)。

「3轴力觉传感器接触点位置」为「工具」时的接触点设置

3轴力觉传感器接触点位置作为机械接口坐标系上的位置被赋予

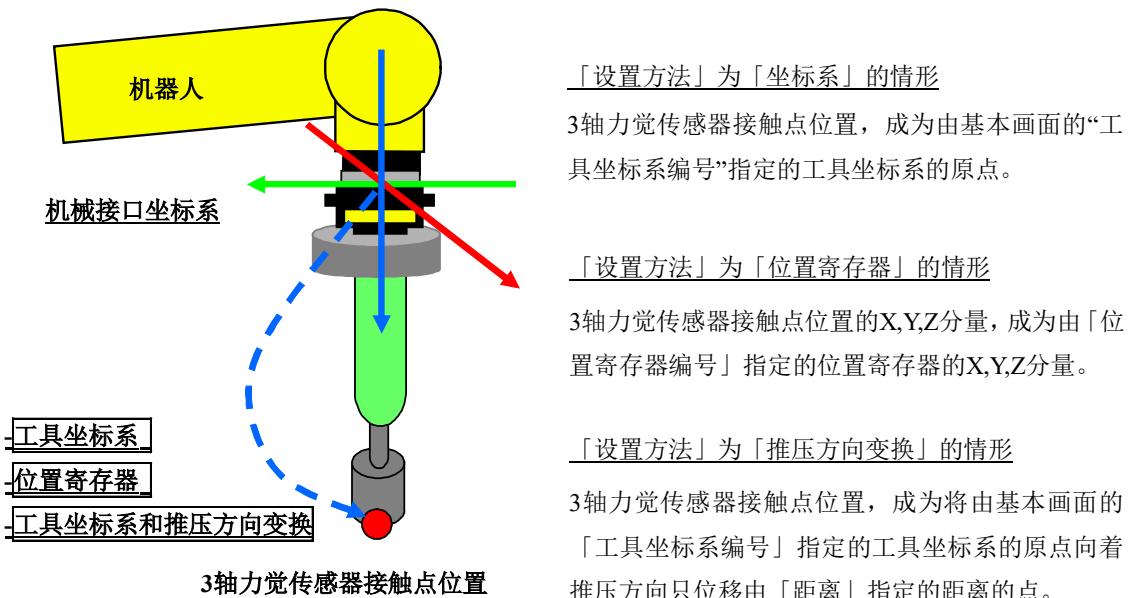


图 1.9 (c) "3 轴力觉传感器接触点位置"为工具的情形

「3轴力觉传感器接触点位置」为「用户」时的接触点设置

3轴力觉传感器接触点位置作为世界坐标系上的位置被赋予

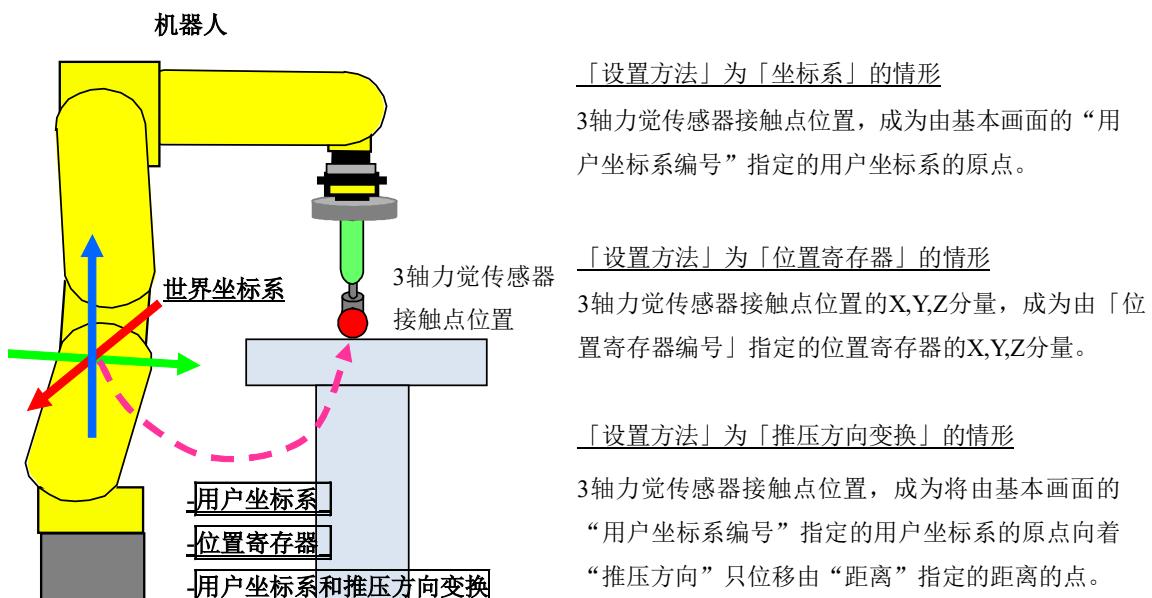


图 1.9 (d) "3 轴力觉传感器接触点位置"为用户的情形

3 轴力觉传感器的设置例

3 轴力觉传感器的设置例如下所示。

将3轴力觉传感器接触点位置设为「工具」的例 1 「设置方法」为坐标系或者位置寄存器

接触点作为机械接口坐标系上的位置被赋予

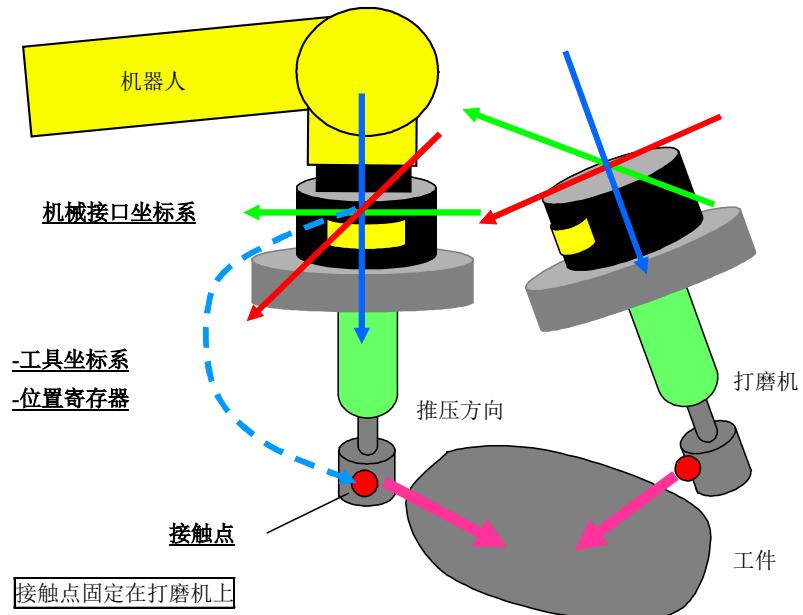


图 1.9 (e) "3 轴力觉传感器接触点位置"为"工具"的例 1

将3轴力觉传感器接触点位置设为「工具」的例 2 「设置方法」为推压方向变换

接触点作为机械接口坐标系上的位置被赋予

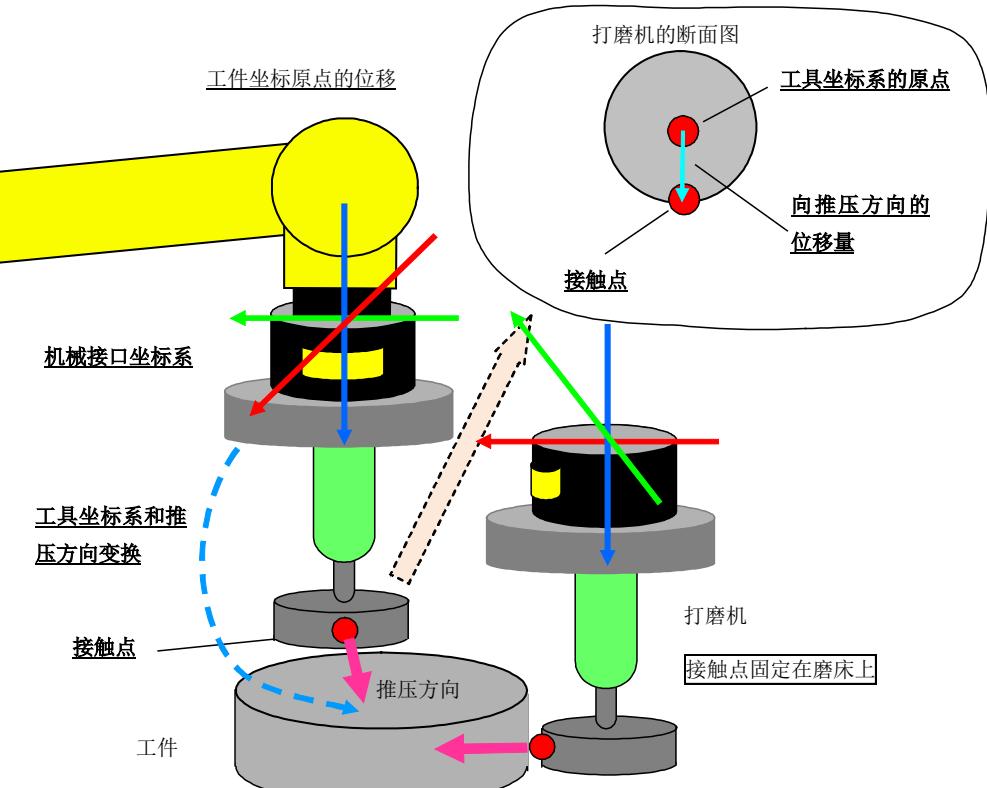


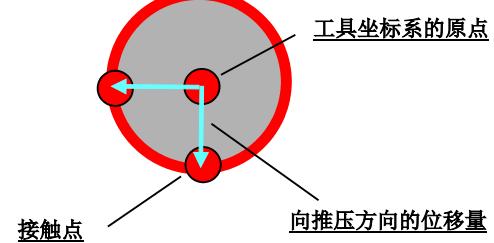
图 1.9 (f) "3 轴力觉传感器接触点位置"为"工具"的例 2

将3轴力觉传感器接触点位置设为「工具」的例3

「仿形」的「推压方向自动变化」处于ON,「设置方法」为推压方向变换时

接触点作为机械接口坐标系上的位置被
赋予

打磨机的断面图



「仿形」的「推压方向自动变化」有效时,
接触点向着自动变化的推压方向位移

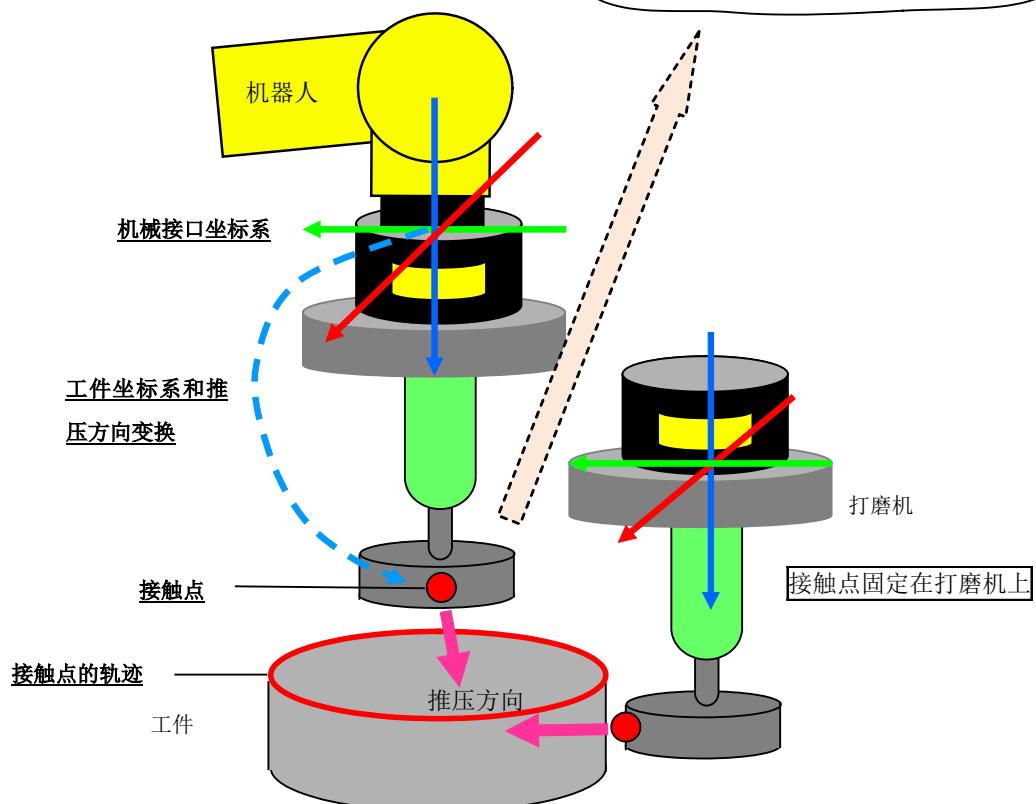


图 1.9 (g) "3 轴力觉传感器接触点位置"为"工具"的例 3

将3轴力觉传感器接触点位置设为「用户」的例 1 「设置方法」为坐标系或者位置寄存器

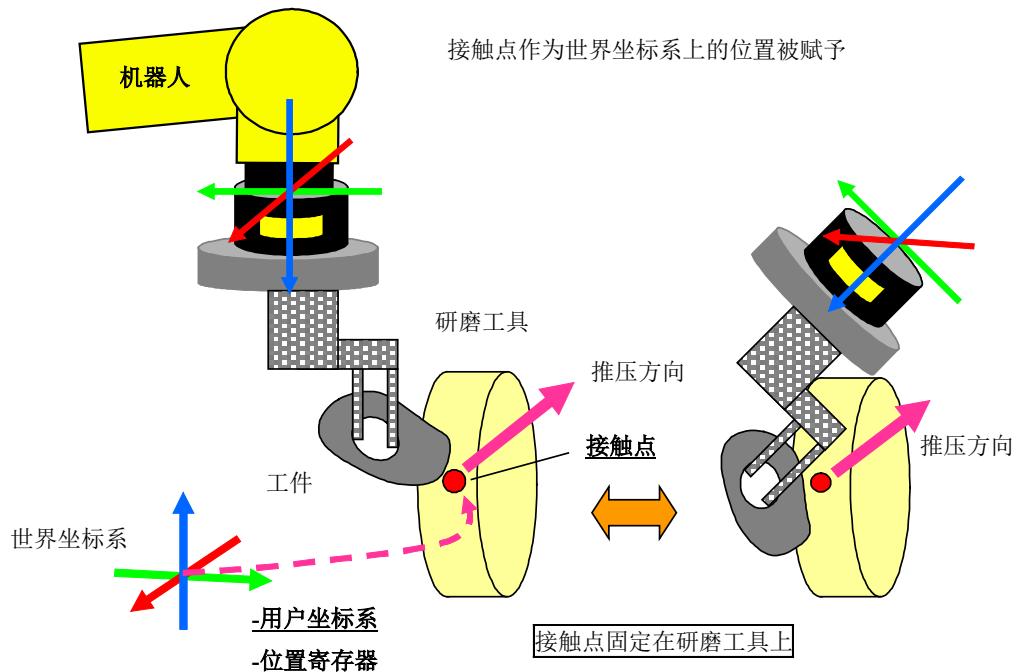


图 1.9 (h) "3 轴力觉传感器接触点位置"为"用户"的例 1

将3轴力觉传感器接触点位置设为「用户」的例2 「设置方法」为推压方向变换

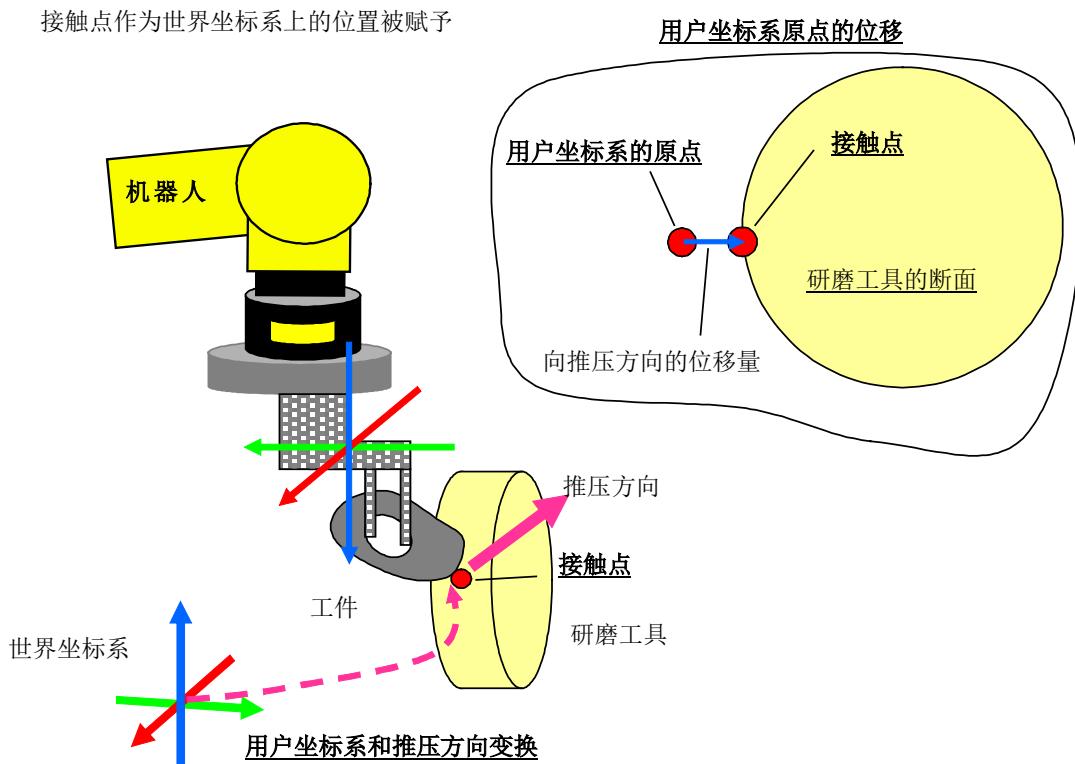


图 1.9 (i) "3 轴力觉传感器接触点位置"为"用户"的例 2

1.10 力觉控制参数自动调整

概要

本功能用于通过多次执行力觉控制命令以自动调整部分力觉控制参数（力觉控制增益、接近速度等）。适当的力觉控制参数会因机器人机型、机械手、工件等各种原因而异，但通过使用本功能，可调整为适合于使用条件的参数。

限制与注意事项

- 本功能可用于 7DF5 系列 05 版本以后的软件、CRX 等部分机器人机型与功能。可使用本功能时，“基本参数设置”画面中会显示名为“参数自动调整”的参数。请参阅图 1.10(a)。
- 未显示“参数自动调整”时，请使用力觉控制增益自动调整。有关力觉控制增益自动调整，请参阅“基本功能篇 1.11.2 力制御ゲイン自動調整命令”。
- 显示“参数自动调整”时，不能使用力觉控制增益自动调整。
- 本功能根据自动调整开始时的工件、机械手、机器人位置/姿势自动调整参数。因此，自动调整后，请通过多个工件个体进行验证。另外，更改机械手或机器人位置/姿势时，请再次进行自动调整或利用更改后的参数验证有无问题。
- 平面匹配、圆柱装配、四棱柱装配时，通过第 1 次自动调整的力觉控制，根据要修正的姿势误差调整参数。因此，请从系统预计的最大误差状态开始执行自动调整。如果姿势误差比自动调整时增大，则请验证该姿势误差有无问题。
- 自动调整后，可手动更改已调整的参数，但请务必利用更改后的参数验证有无问题。
- 本功能不支持 3 轴力觉传感器。
- 本功能不支持用户坐标系补偿。
- 本功能不支持自定义功能。但可执行父级参数表。
- 仅可通过第一窗口执行本功能。
- 本功能可在 AUTO/T1/T2 模式下执行。在 T1/T2 模式下执行本功能时，自动调整动作期间需要握住失能开关并按住“SHIFT”键。

调整画面

如果将光标对准“参数自动调整”，则会显示 F2“执行”键与 F3“结果确认”键。此画面所示为力觉控制命令为“恒力推压”的情况。



图 1.10(a) 自动调整用画面

键	显示名称	说明
F2	执行	如果与“SHIFT”键同时按下，则会开始自动调整用动作。
F3	结果确认	显示经过自动调整的参数画面。

⚠ 警告

为了确保安全, 需要同时按下 F2"执行"键与"SHIFT"键。

动作内容

如果执行本功能, 则会重复指定次数的力觉控制命令执行动作与自动调整开始时的机器人位置/姿势的恢复动作。由于力觉控制命令根据打开参数表编号的基本数据画面的设置值执行, 因此设置基本数据画面的所有项目后, 请执行自动调整。

⚠ 注意

- 执行自动调整之前, 请将机器人移动到力觉控制命令的执行位置/姿势。
- 自动调整期间, 请目视确认机器人的动作, 可能会干扰到周围等时, 请确保可立即停止。平面匹配、圆柱装配、四棱柱装配时, 会进行下述动作, 需要特别注意。
 - 通过第 1 次力觉控制修正姿势误差
 - 通过第 2 次以后的力觉控制向其他方向赋予与第 1 次同等大小的姿势误差
- 自动调整期间可更改倍率, 但请设为可对机器人进行 HOLD 停止或紧急停止程度的倍率, 以免发生干扰。

操作步骤

本功能的操作概要如下所示。

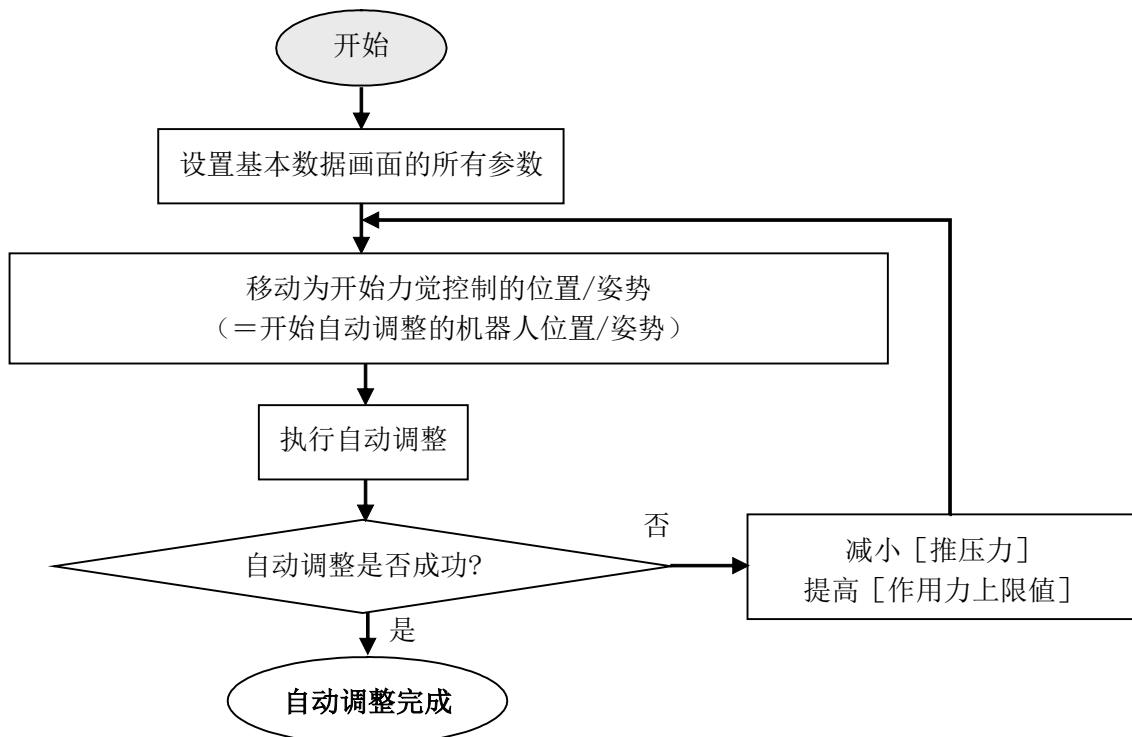


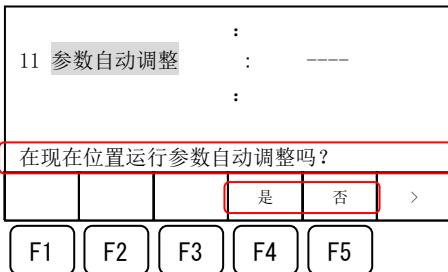
图 1.10(b) 自动调整操作步骤

下面说明操作步骤的详细内容。

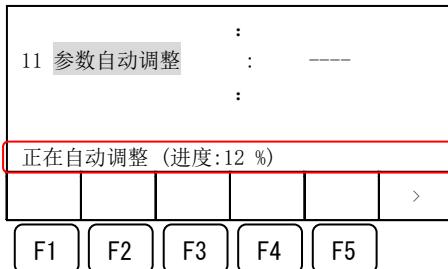
1. 进行基本数据画面的所有参数设置。（请参阅图 1.10(a)）
2. 移动为开始自动调整的机器人位置/姿势。请将此位置设为与力觉控制命令的执行位置/姿势相同。
3. 发生报警时, 请解除报警。
4. 同时按下"SHIFT"键与 F2"执行"键。



5. 此时会显示自动调整开始的确认信息，按下 F4"是"键。不执行时，按下 F5"否"键。另外，不能开始自动调整时，会显示原因信息，因此请排除原因，然后再次执行。



6. 自动调整期间，会重复进行力觉控制（恒力推压等）动作与原来位置恢复动作。自动调整完成之前，会如下显示进度。另外，自动调整开始时，会自动更改倍率，但执行期间可更改倍率。



7. 自动调整期间按下 HOLD 键或紧急停止按钮时或发生报警时，会显示下述信息，自动调整也会进入中断状态。要再次执行自动调整时，请返回到步骤 3.。



注

- 1 自动调整意外中断时，请确认已发生报警的履历并采取措施。
- 2 显示"执行-105 (~CC_ATTUNE, 1) 无法开始执行"信息时，请选择辅助菜单的"结束程序"，结束当前执行的程序，然后再次执行。
- 3 T1/T2 模式时，如果在自动调整期间松开"SHIFT"键，自动设置则会中断；但 AUTO 模式时，如果未按下 HOLD 键或紧急停止按钮，自动调整则不会中断。
- 4 自动调整中断时，不会反映自动调整期间的结果。

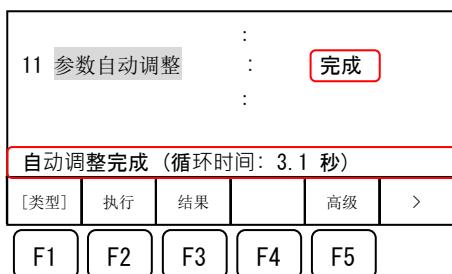
8. 通过自动调整找不到适当的参数时，会进入自动调整失败状态，并显示下述信息。

**注**

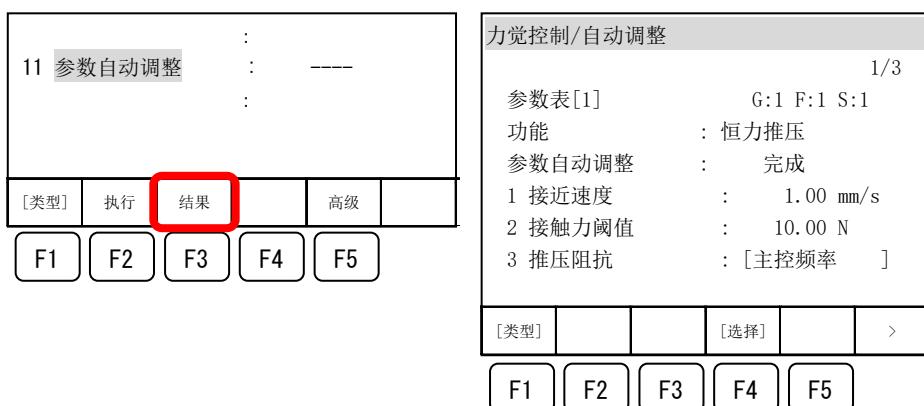
参数自动调整失败时, 请确认已发生报警的信息并采取下述措施。

- "FORC-518 自动调整: 请减小姿势误差": 圆柱装配与四棱柱装配时, 即使自动提高装配力, 装配也没有成功, 因此自动调整失败。由于因姿势误差过大而发生, 因此请缩小姿势误差并再次执行自动调整。
- "FORC-519 自动调整: 无法利用此机械手进行调整": 力觉控制期间产生振动并无法调整时发生。由于无法利用当前的机械手进行自动调整, 因此请将机械手更改为轻短的型号并执行自动调整或手动调整参数。
- "FORC-520 自动调整: 无法在此位置上进行调整": 由于力觉控制期间发生过大的力, 因此导致自动调整失败。可能是发生的力超过"发生力上限"或接触停止功能有效时即将超过接触停止阈值。请提高"发生力上限"或以其他机器人的位置或姿势再次执行自动调整。

9. 如果完成自动调整, 则会显示下述信息。最后执行的力觉控制时间会显示为循环时间。



10. 请按下 F3"结果确认"键, 确认已调整的参数。自动调整至此结束。



1.11 力觉控制的其他命令

概要

本节主要介绍力觉控制相关的命令。

力觉控制相关命令有以下 8 种。

- 力觉传感器自诊断

- 获得诊断数据
- 力觉控制增益自动调整开
- 力觉控制增益自动调整关
- 扭矩误差取得开
- 扭矩误差取得关
- 结束条件开
- 结束条件关

各命令的具体内容请参阅后述章节。

力觉控制相关命令的选择步骤

1 在“TP 程序示教”画面按下 F1“命令”。

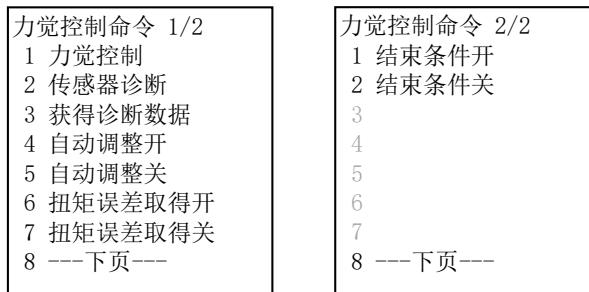
显示“命令列表”画面。

2 选择“力觉控制”。

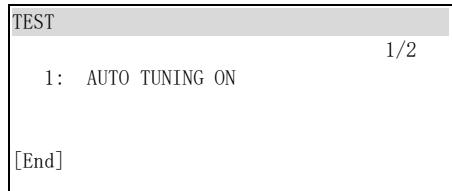


显示如下菜单。

3 从 9 个选项中选择所需的命令。



下面为选择“自动调整开”后显示的程序。



各选项的具体内容请参阅后述章节。

(有关“力觉传感器自诊断”、“获得诊断数据”的详细内容, 请参阅“基本功能篇 1.11.1 力觉控制增益自诊断命令”。

有关“自动调整开”、“自动调整关”的详细内容, 请参阅“基本功能篇 1.11.2 力觉控制增益自动调整命令”。

有关“扭矩误差取得开”、“扭矩误差取得关”的详细内容, 请参阅“基本功能篇 1.11.3 扭矩误差取得命令”。

有关“结束条件开”、“结束条件关”的详细内容, 请参阅“基本功能篇 1.11.4 结束条件取得命令”。)

1.11.1 力觉传感器自诊断命令

概要

力觉传感器自诊断命令的功能用于诊断因示教中的操作失误等原因引起碰撞后 6 轴力觉传感器是否出现异常。命令包括“传感器自诊断”和“获得诊断数据”，使用方式如图 1.11.1.1(a)、图 1.11.1.1(b) 所示。

注释

3 轴力觉传感器本身具备诊断功能，因此无需使用本功能。即使执行本功能，也不会进行诊断，而是获取力觉传感器数据，并通过图 1.11.1.2 对值进行确认。

格式

GET DIAGNOSIS DATA

首次使用力觉传感器时，在用户确定的位置执行本命令，获得力觉传感器数据。务必在执行“传感器诊断”命令前执行。执行完成后，则会显示“FORC - 026 初始数据已设置”。
原则上只在最初执行 1 次，但是在变更工具时，要在之后再次执行。

SENSOR DIAGNOSIS

希望接着进行力觉传感器的诊断时，使得机器人移动到相同的位置，执行“传感器诊断”命令。此命令通过将执行“获得诊断数据”命令时的力觉传感器数据与现在的力觉传感器数据进行比较，来诊断现在的力觉传感器的状态。请在与执行“获得诊断数据”命令时相同的状态（机械手、工件的有无等）下执行。诊断的结果

- 正常时，显示“FORC-016 诊断正常结束”
- 异常时，显示“FORC-015 力觉传感器误差超过极限值”。

3 轴力觉传感器时，只进行力觉传感器数据的获取，不会进行诊断。

显示“FORC-017 已经设置诊断数据”。

1.11.1.1 力觉传感器自诊断的执行方法

需要进行力觉传感器诊断时，应移动机器人至同一位置，并执行“传感器诊断”命令。

如下所示，在确定的位置，执行“获得诊断数据”命令。请在此位置确认力觉传感器以及安装在其上的工具和工件在任何位置都没有接触。若接触到某处就无法正确进行判断。

此操作只进行 1 次。

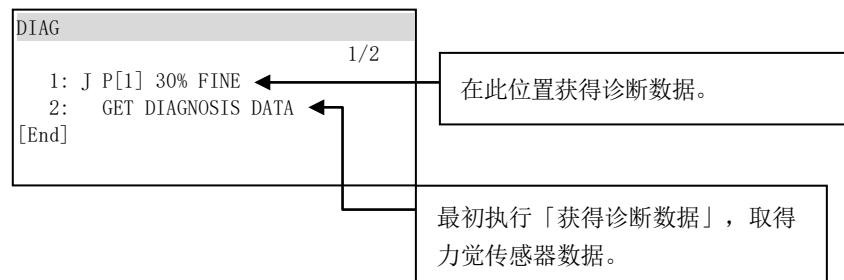


图 1.11.1.1 (a) 力觉传感器自诊断命令

为了确认力觉传感器的状态，执行如下所示的程序。

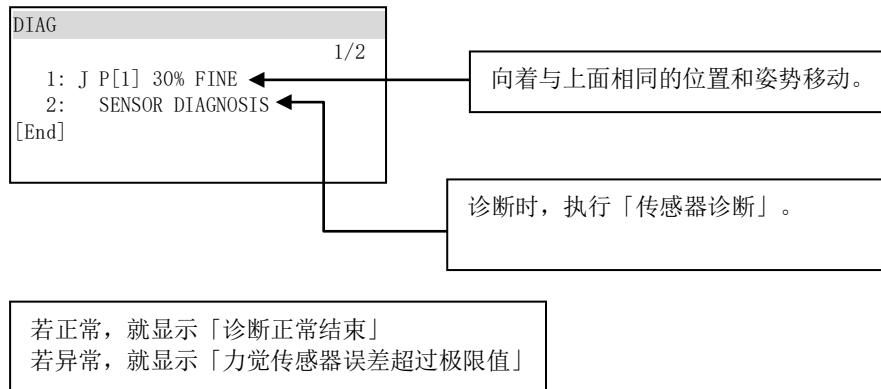


图 1.11.1.1 (b) 力觉传感器自诊断命令的示教

1.11.1.2 力觉传感器自诊断的结果显示

概要

通过“力觉传感器自诊断结果”画面，对照上一节中所取得的力觉传感器数据等。

(请参阅“基本功能篇 1.11.1.1 力觉传感器自诊断的执行方法”。)

力觉传感器自诊断结果的显示步

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“MENU”键。
显示菜单。
- 2 从菜单中选择“实用工具”。
显示“实用工具”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具画面”。)
- 3 移动光标至“力觉传感器诊断结果”，按下 F5“详细”或在机器人控制装置示教器上按下“ENTER”键。
显示如下画面。

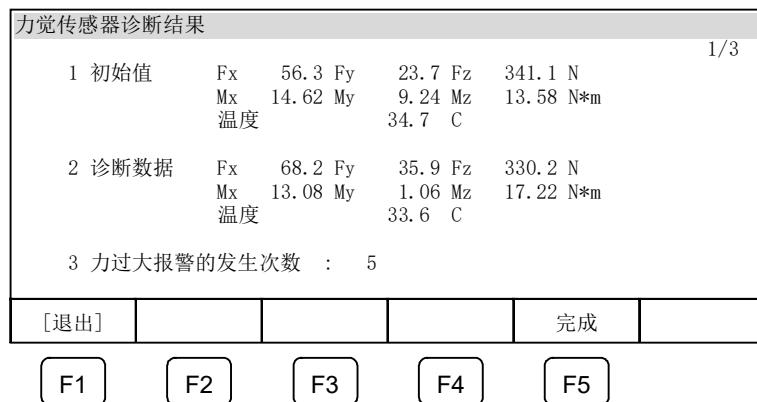


表 1.11.1.2 力觉传感器自诊断的结果画面

项目	说明
“初始值”	显示执行“获得诊断数据”命令时的、力 (Fx, Fy, Fz)、力矩 (Mx, My, Mz) 和传感器温度。 “单位: N, N*m” (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) “单位: °C” (温度)
“诊断数据”	显示执行“传感器诊断”命令时的、力 (Fx, Fy, Fz)、力矩 (Mx, My, Mz) 和传感器温度。 “单位: N, N*m” (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) “单位: °C” (温度)

项目	说明
“力过大报警的发生次数”	虽然与力觉传感器自诊断没有直接关系，但是显示“FORC-159 力觉传感器超过力极限值”报警的累计发生次数。若频繁发生此报警，则有可能力觉传感器已经损坏。执行力觉传感器自诊断命令，如显示“力觉传感器正常”，则可以继续使用。如显示“力觉传感器误差过大”，请更换传感头。

1.11.2 力觉控制增益自动调整命令

概要

力觉控制增益是在力觉控制中决定机器人响应性能的参数。实际的力觉控制响应性，除了此力觉控制增益外，还根据作为力觉控制对象的工件、机器人的姿势、工具的刚性等来确定。工件、机器人的姿势、工具等每项作业都不同，因而为提高响应性，还需要针对每项作业将力觉控制增益设置为适当的值。此命令是用来自动调整此力觉控制增益的命令。

另外，通过自动调整而设置的力觉控制增益是一个保守值，是一个相比最佳值性能方面略为下降的安全值。为了求得最佳值，大多数情况下，在执行自动调整后还需要手动进行最终调整。

⚠ 警告

在力觉控制增益自动调整的“自动调整开”命令后的力觉控制命令中，将在当前位置进行±1 mm、±1 deg 左右的往返动作。请确认机器人在此位置运动时不会与周边接触。

⚠ 注意

“仿形”、“仿形结束”中无法进行自动调整。

格式

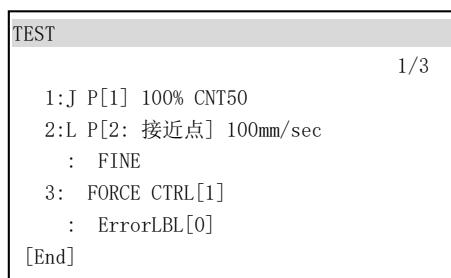
AUTO TUNING ON

AUTO TUNING OFF

在力觉控制增益自动调整的步骤中，执行“自动调整开”命令后，直至执行“自动调整关”命令的期间，具有执行“力觉控制”命令的步骤。实际的作业步骤，如下述“力觉控制增益自动调整步骤”所示。

力觉控制增益自动调整步骤

- 1 进行力觉控制示教。
(请参阅“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。)



- 2 将使用的参数表的“力觉控制增益自动修改开关”置于“ON”。

力觉控制/基本		1/12
参数表[1]	G:1 F:1 S:1	
1 功能	: 恒力推压	
2 注释	: []	
3 推压方向	用户: -Z	
4 接触力阈值	: 10.00 N	
5 接近速度	: 1.00 mm/s	
6 用户坐标系编号	UF: 0	
7 工具坐标系编号	TF: 1	
8 推压力	: 50.00 N	
9 接近距离上限	: 5.00 mm	
10 接触后推压时间	: 20.00 sec	
11 力觉控制增益自动修改开关	: ON	设置成 ON
上一次结果	: 无变化	
12 力觉控制增益	: 详细	
[类型]	组	编号
	开	关
		>

3 将“AUTO TUNING ON”（自动调整开）、“AUTO TUNING OFF”（自动调整关）、“PAUSE”（暂时停止）的各命令插入到“FORCE CTRL”（力觉控制）命令的前后。

TEST		1/6
1:J P[1] 100% CNT50		
2:L P[2: 接近点] 100mm/sec		
: FINE		
3: AUTO TUNING ON	←	
4: FORCE CTRL[1]		
: ErrorLBL[0]		
5: AUTO TUNING OFF	←	增加这些命令
6: PAUSE	←	
[End]		

4 执行上述程序。

只要“FORCE CTRL”命令正常结束，在第六行的“PAUSE”处停止，此前的步骤就结束。

此时，在力觉控制命令中，将在当前位置执行±1 mm、±1 deg 左右的往返动作。请在不会与周边接触的位置执行。

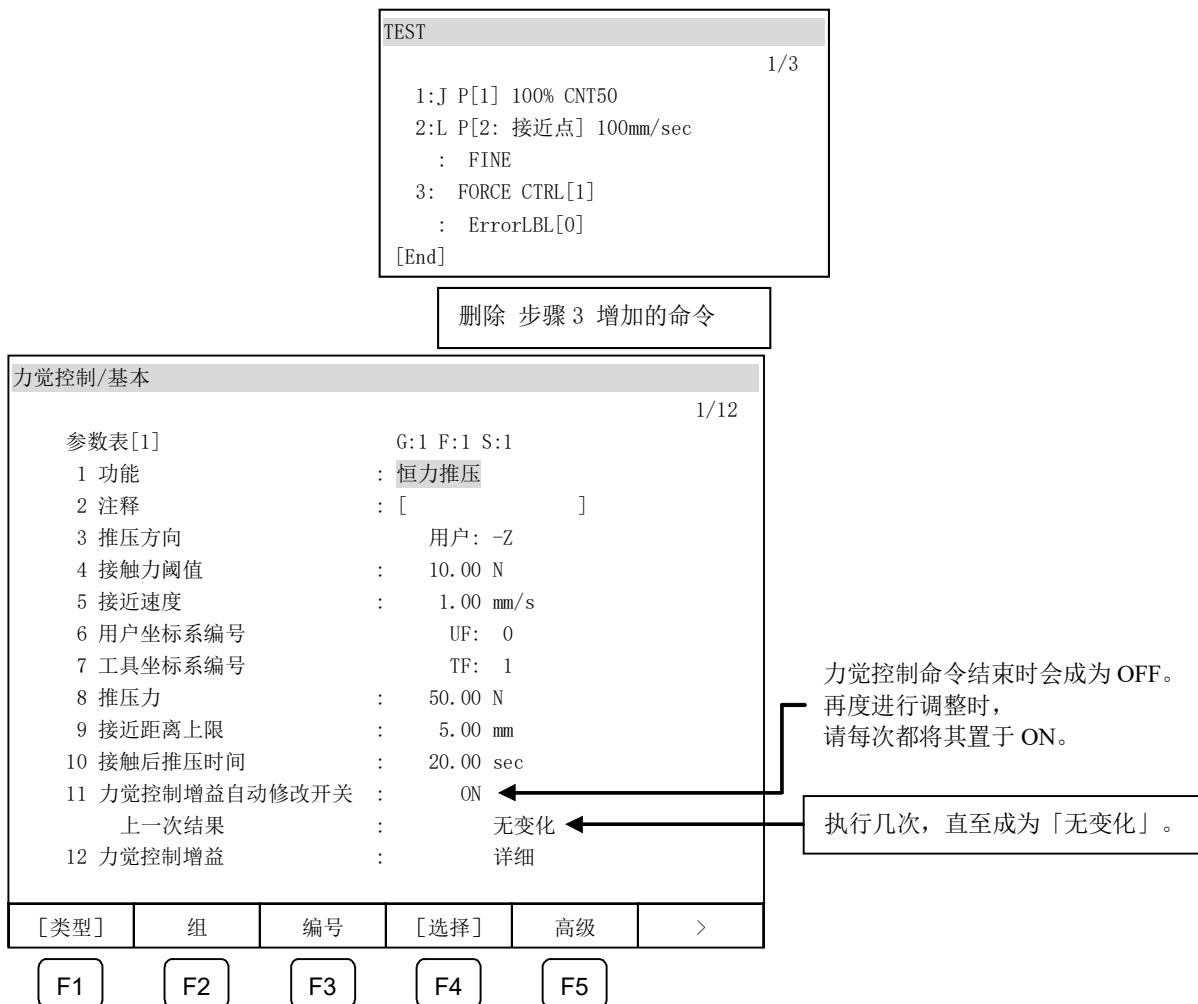
注释

FORCE CTRL 命令因与力觉控制增益自动调整相关的报警而结束，在第 5 行停止时，执行修改参数表数据等操作，并再度执行程序。

（有关报警的处理方法，请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”。）

5 按照如下步骤进行确认。

- (1) 从程序中删除 3. 中增加的命令。
- (2) 执行程序。在力觉控制命令执行中，自动持续监视不稳定化的征兆，根据需要下调增益。
- (3) 反复执行程序，直至参数表数据的上一次结果稳定显示为无变化。但是，力觉控制命令结束时，基本数据的“力觉控制增益自动修改开关”会成为 OFF，因而在进行调整时，请每次都将其置于 ON。



只要能够顺畅执行力觉控制动作就结束。

- 6 力觉控制动作的响应缓慢，或者出现振动时，执行如下任何一个操作。
 (1) 在“基本参数设置”画面上，进行“装配阻抗”或者“推压阻抗”参数的修改。
 (有关修改方法，请参阅“基本功能篇 1.6 力觉控制增益（阻抗参数）”。)
 (2) 返回 2.，再度重新进行“力觉控制增益自动调整”。

1.11.3 扭矩误差取得命令

概要

力觉控制功能计算工具中心点 (TCP) 周围发生的扭矩，但是 TCP 从力觉传感器的中心轴偏移的工具形状时，因 TCP 的设置误差等原因，有时将无法正确计算。若扭矩不正确，则在“平面匹配功能”、“圆柱装配”功能等中无法充分发挥性能。

“扭矩误差取得”，是自动取得正确的计算所需参数的功能。具体而言，就是取得并设置后述的“高级参数设置”中的“扭矩偏移量 W”、“扭矩偏移量 P”、“扭矩偏移量 R”、“扭矩偏移取得时推力”的值。

准备

准备具有与实际装配时和推压时相同的 TCP 的特殊夹具。通过在与装配或者推压时相同的姿势下，使得该 TCP 在力觉控制中与平面 1 点接触，取得扭矩误差。

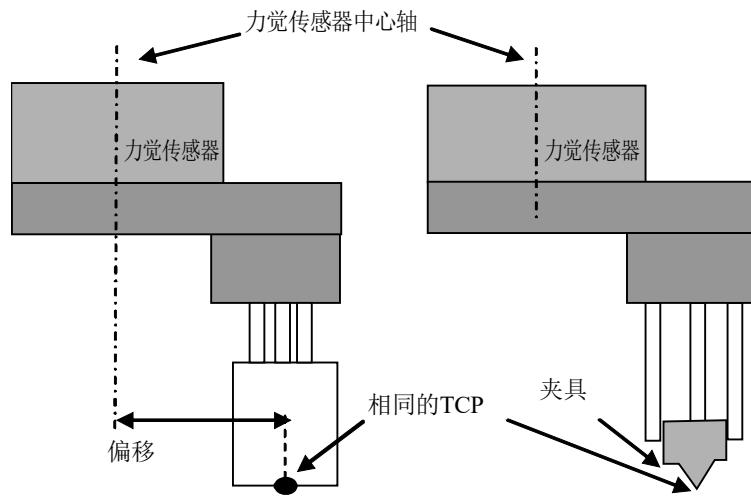


图 1.11.3 取得扭矩误差的准备

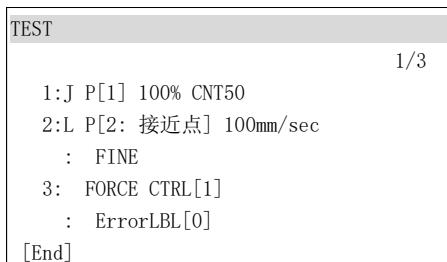
格式

TORQUE ERROR ON **TORQUE ERROR OFF**

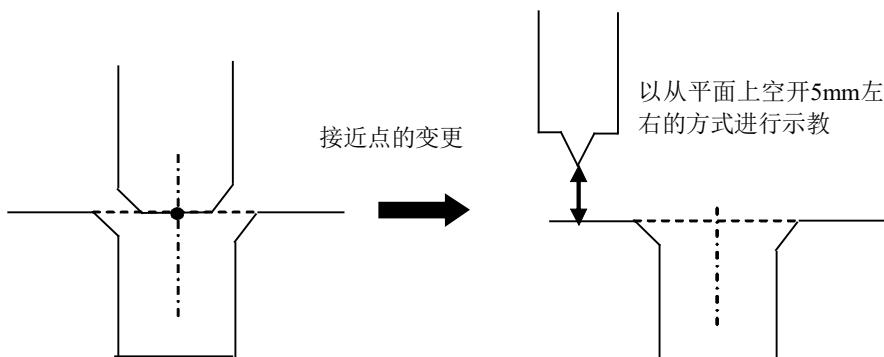
对于在执行“扭矩误差取得开”命令后，执行“扭矩误差取得关”期间所执行的“力觉控制”命令，取得扭矩误差。实际步骤如下所示。

扭矩误差取得步骤

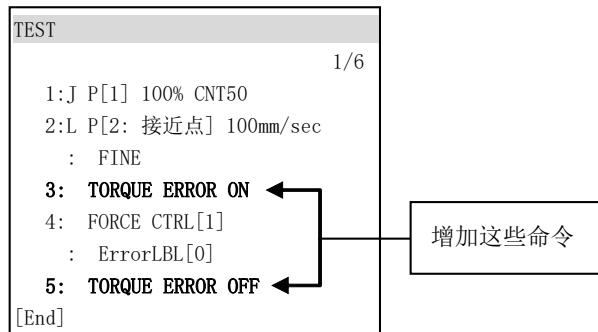
- 1 进行力觉控制示教。
(请参阅“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。)



- 2 安装准备中所述的夹具。
 - * 功能名为“圆柱装配”、“凹槽装配”、“相位匹配后装配”、“四棱柱装配”、“搜索”、“相位搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”时，将程序复制到其他程序中，将接近点更改至装配部位附近。
 - * 功能名为“恒力推压”、“平面匹配”时，直接使用程序。也无需进行接近点的变更。



- 3 将“TORQUE ERROR ON”（扭矩误差取得开）、“TORQUE ERROR OFF”（扭矩误差取得关）的各命令插入“FORCE CTRL”（力觉控制）命令的前后。

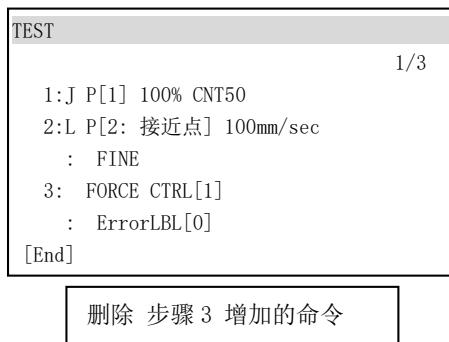


- 4 执行所创建的上述程序。
只要“FORCE CTRL”命令正常结束，扭矩误差取得就结束。

注释

“FORCE CTRL”命令因报警而结束，并在第 5 行停止时，执行修改参数表数据等操作，并再度执行程序。（有关报警的处理方法，请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”。）

- 5 功能名为“恒力推压”、“平面匹配”时，从程序中删除 3. 中增加的命令。
除此以外的功能时，请直接使用复制前的程序。



已获取的扭矩误差的应用步骤

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“DATA”键。
- 2 按下 F1“类型”。
显示菜单。
- 3 从菜单中选择“力觉控制”，在机器人控制装置的示教器上按下“ENTER”键。
显示“参数表数据列表”画面。
- 4 移动光标至设定的参数表，按下 F3“详细”。
显示参数表数据的“基本参数设置”画面。
- 5 按下 F5“高级”。
显示参数表数据的“高级参数设置”画面。
(请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”。)
“扭矩误差数据”的“W”、“P”、“R”将显示已取得的扭矩值。
※ “W”、“P”、“R”分别表示围绕所用用户坐标系（UF）的 X 轴、Y 轴、Z 轴转动的力矩。
- 6 将“高级参数设置”画面的“扭矩偏移补偿开关”置于“开”。
之后执行力觉控制，对扭矩误差进行补偿，“扭矩偏移量 W”、“扭矩偏移量 P”、“扭矩偏移量 R”、“扭矩偏移取得时推力”栏将自动显示数值。

1.11.4 结束条件取得命令

概要

结束条件, 是判断通过力觉控制来结束作业的要素。这些数据通常在参数表数据的“高级参数设置”画面上进行设置。(请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”。) 所谓结束条件取得是指, 当结束条件设置与实际作业不符时, 通过实际操作自动获取结束条件数据并进行设置的功能。具体而言, 指获取后述的高级参数“装配深度”、“接近深度”、“装配方向”的值, 并进行设置。

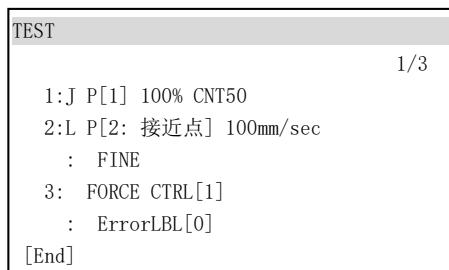
格式

END CONDITION ON
END CONDITION OFF

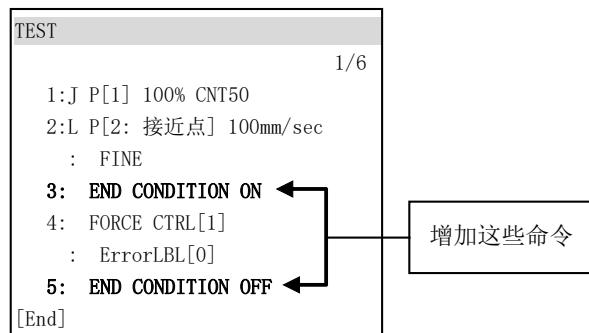
对于在执行“结束条件开”命令后, 执行“结束条件关”期间所执行的“力觉控制”命令, 取得结束条件。实际步骤如下所示。

结束条件取得步骤

- 1 进行力觉控制示教。
(请参阅“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。)



- 2 将“END CONDITION ON”(结束条件开)“END CONDITION OFF”(结束条件关)的各命令插入到“FORCE CTRL”(力觉控制)命令的前后。

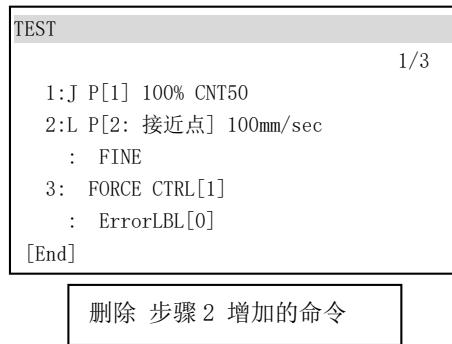


- 3 执行所创建的上述程序。
“力觉控制”命令正常结束后, 即停止获取结束条件。

注释

“FORCE CTRL”命令因报警而结束, 并在第 5 行停止时, 执行修改参数表数据等操作, 并再度执行程序。→请跳到步骤 3。
(有关报警的处理方法, 请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”。)

- 4 从程序中删除步骤 2 所增加的命令。



为使用已取得的结束条件的步骤

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“DATA”键。
- 2 按下 F1“类型”。
显示菜单。
- 3 从菜单中选择“力觉控制”，在机器人控制装置的示教器上按下“ENTER”键。
显示“参数表数据列表”画面。
- 4 移动光标至设定的参数表，按下 F3“详细”。
显示参数表数据的“基本参数设置”画面。
- 5 按下 F5“高级”。
显示参数表数据的“高级参数设置”画面。
(请参阅“基本功能篇 1.5 参数表数据”。)
“装配深度”中显示实际尝试进行装配而插入的深度。
“接近深度”中显示工件接触到作业对象为止的深度。
“装配方向”中显示实际以用户坐标系的矢量形式装配的方向。
- 6 将“高级参数设置”的“结束条件开关”置于“ON”。
从下次的执行开始，“装配深度”中显示的值将会成为深度的设计值。
此外，装配在“装配方向”中显示的方向进行。

2 力觉传感器状态画面

在力觉传感器的状态画面上，可以确认力觉传感器的当前值、力觉传感器的安装方式、力觉控制命令的执行历史、力觉控制中的力和力矩的变化等。

◇ 本章的内容

- 2.1 力觉传感器当前值画面
- 2.2 力觉控制命令的执行历史
- 2.3 力觉数据日志功能

2.1 力觉传感器当前值画面

概要

在“力觉传感器当前值”画面上，可以确认力觉传感器的安装方式、力觉传感器的当前值、力觉传感器内部的温度等。力觉传感器的安装方式有手持安装和固定设置2种。依照安装方式不同时，画面有所不同。
(请参阅“导入篇 2.1 力觉传感器的概要”。)

“力觉传感器当前值”画面的显示步骤

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“MENU”键。
显示菜单。
- 2 从菜单中选择“下页”→“状态”。
- 3 按下F1“类型”。
显示菜单。
- 4 选择“力觉传感器”。
显示“力觉传感器当前值”画面。

力觉传感器的安装方式有手持安装和固定设置2种。

- “力觉传感器当前值”的画面

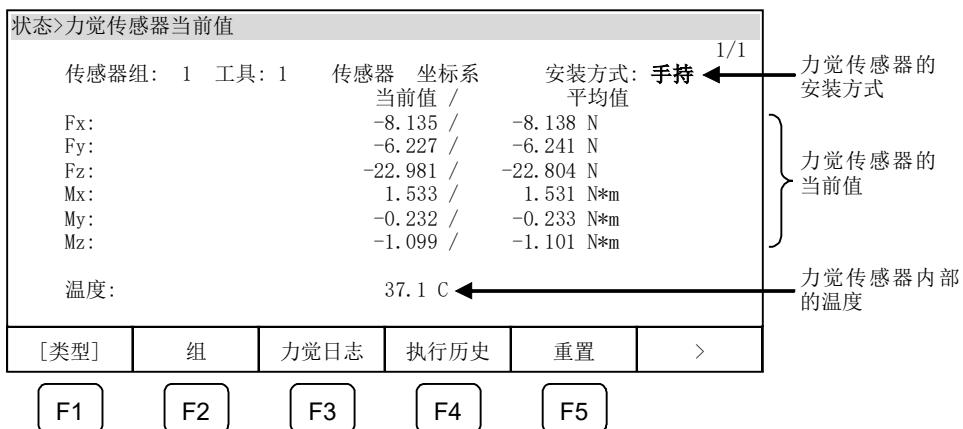


表 2.1 (a) 力觉传感器当前值画面

项目	说明
传感器组	固定为“1”。
坐标系	显示“传感器”。
安装方式	显示力觉传感器的安装方式。 手持安装时显示“手持”。
当前值	显示力觉传感器的当前值。 单位: N, N*m

项目	说明
平均值	显示力觉传感器值 1 秒左右的平均值。 单位: N, N*m
传感器温度	显示传感器内部的温度。

* Fx, Fy, Fz 的单位是 N; Mx, My, Mz 的单位是 N*m。

- 固定设置时的“力觉传感器当前值”的画面

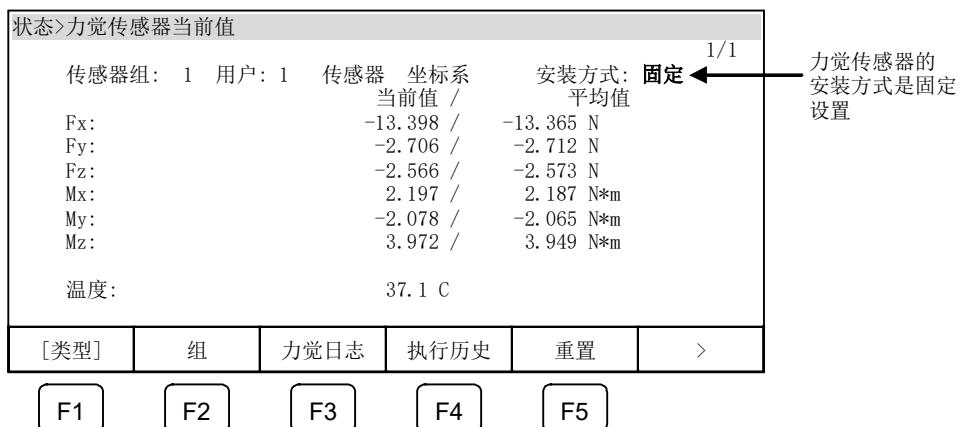


表 2.1 (b) “固定设置时的力觉传感器当前值”画面

项目	说明
传感器组	固定为“1”。
坐标系	显示“传感器”。
安装方式	显示力觉传感器的安装方式。 固定设置时显示“固定”。
当前值	显示“力觉传感器的当前值”。 单位: N, N*m
平均值	显示力觉传感器值 1 秒左右的平均值。 单位: N, N*m
传感器温度	显示传感器内部的温度。

* Fx, Fy, Fz 的单位是 N; Mx, My, Mz 的单位是 N*m。

功能键

功能键如下所示。

表 2.1 (c) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到“力觉传感器状态”画面以外的菜单。
F2	组	切换传感器的组。(目前, 只能安装 1 个力觉传感器, 因而无法切换)
F3	力觉日志	显示“力觉数据日志”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
F4	执行历史	显示所执行的力觉控制命令的历史。 (请参阅“基本功能篇 2.2 力觉控制命令的执行历史”。)
F5	重置	将当前值和平均值全都设为“0”。

2.2 力觉控制命令的执行历史

概要

在力觉控制命令的执行历史画面上, 可以确认力觉控制命令的执行时间、力觉控制中到达的深度、姿势变化量、所发生的力和力矩的最小值和最大值等。

执行历史包括两种。

- 显示已执行的所有力觉控制命令的执行历史（请参阅“基本功能篇 2.2.1 所有执行历史”。）
- 只显示发生了报警的力觉控制命令的执行历史（请参阅“基本功能篇 2.2.2 发生报警的执行历史”。）

2.2.1 所有执行历史

2.2.1.1 力觉控制执行历史列表（所有）画面

力觉控制执行历史列表（所有）画面的显示步骤

- 显示“力觉传感器当前值”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面”。)
- 按下 F4“执行历史”。
显示“力觉控制执行历史列表（所有）”画面。

状态>力觉控制执行历史列表（全部）					1/20
编号	程序名称	参数表编号	功能	执行日期和时间	
1	SAMPLE3	3	相位搜索	5-22 15:30:22	
2	SAMPLE1	1	恒定力推压	5-22 15:11:13	
3	A0000	2	未使用	5-22 14:32:31	
4	A0000	5	未使用	5-21 12:10:45	
5	0				
6	0				
7	0				
8	0				
9	0				
10	0				

[类型] [报警] [力觉日志] [当前值] [详细] >

F1 F2 F3 F4 F5

注释

- 各行显示 1 个力觉控制命令。
- 只记录过去 20 次的力觉控制命令。

表 2.2.1.1 (a) “力觉控制执行历史列表”画面

项目	说明
程序名称	TP 程序名称。
参数表编号	参数表数据编号。
执行日期和时间	力觉控制命令的开始时刻。 最上面的行是最后执行的力觉控制命令，越往下为越早执行的力觉控制命令。

功能键

“力觉控制执行历史列表（所有）”画面中的功能键如下所示。

表 2.2.1.1 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到“力觉传感器状态画面”以外的菜单。
F2	报警	切换到只显示发生了报警的执行历史。 (请参阅“基本功能篇 2.2.2 发生报警的执行历史”。)
F3	力觉日志	显示“力觉数据日志”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
F4	当前值	切换到“力觉传感器”的“当前值”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面”。)
F5	详细	显示执行历史的详细。 (请参阅“基本功能篇 2.2.1.2 力觉控制执行历史详细（全部）画面”。)

2.2.1.2 力觉控制执行历史详细（全部）画面

力觉控制执行历史详细（全部）画面的显示步骤

- 显示“力觉控制执行历史列表（所有）”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.2.1.1 力觉控制执行历史列表（所有）画面”。)
- 将光标移至需确认详情的行，按下 F5“详细”。
显示“力觉控制执行历史详细（全部）”画面。

状态>力觉控制执行历史详细（全部）			1/17
历史 1 全部			
1	执行日期和时间	2015- 4-23 13:49:52	
2	程序名称	SAMPLE3	
3	参数表编号	3	
4	功能	相位搜索	
5	报警号码	1: 0 2: 0 3: 0 4: 0 5: 0	
6	到达深度	5.002 mm	
7	动作时长	5.300 sec	
8	姿势变化	.005 deg	
	结束力	(轴向 N / 旋转 N*m)	
9	X	(0.080/ 0.8000)	
10	Y	(0.020/ 0.0700)	
11	Z	(0.100/ -1.0100)	
	作用力	最小 / 最大	
12	作用力 X	-1.081 / 2.148	
13	作用力 Y	-0.129 / 3.015	
14	作用力 Z	-0.260 / 1.189	
15	轴旋转 X	-0.008 / 4.003	
16	轴旋转 Y	0.000 / 0.117	
17	轴旋转 Z	-2.001 / 0.008	

[类型] 编号 力觉日志 当前值 列表 >

F1 F2 F3 F4 F5

表 2.2.1.2 (a) “力觉控制执行历史的详细（全部）”画面

项目	说明
执行日期和时间	力觉控制命令的开始时刻。
程序名称	TP 程序名称。
参数表编号	参数表数据编号。
功能	所执行的参数表的功能。
报警号码	所发生的报警的编号（最多 5 个）。 (请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”。)
到达深度	力觉控制中机器人向指定的方向移动的距离。 单位: mm
动作时长	力觉控制命令的执行时间。 单位: sec
姿势变化	力觉控制中在 TCP 周围变化的角度。 单位: deg
结束力	力觉控制结束时的力（力觉控制中使用的用户坐标系中的 X, Y, Z 方向的力）和力矩（用户坐标系中的 X, Y, Z 周围的力矩）。 单位: N, N*m
作用力	力觉控制中产生的力（力觉控制中使用的用户坐标系中的 X, Y, Z 方向的力）和力矩（用户坐标系中的 X, Y, Z 周围的力矩）的最小值和最大值。 单位: N, N*m

功能键

“力觉控制执行历史列表（所有）”画面中的功能键如下所示。

表 2.2.1.2 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到“力觉传感器状态”画面以外的菜单。
F2	编号	切换到别的执行历史编号的画面。此编号相当于“所有执行历史的列表”画面的行编号。
F3	力觉日志	显示“力觉数据日志”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
F4	当前值	切换到“力觉传感器”的“当前值”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面”。)
F5	列表	显示“力觉控制执行历史列表（所有）”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.2.1.1 力觉控制执行历史列表（所有）画面”。)

2.2.2 发生报警的执行历史

2.2.2.1 力觉控制执行历史列表（报警）画面

力觉控制执行历史列表（报警）画面的显示步骤

- 显示“力觉控制执行历史列表（所有）”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.2.1.1 力觉控制执行历史列表（所有）画面”。)
- 按下 F2“报警”。
显示“力觉控制执行历史列表（报警）”画面。

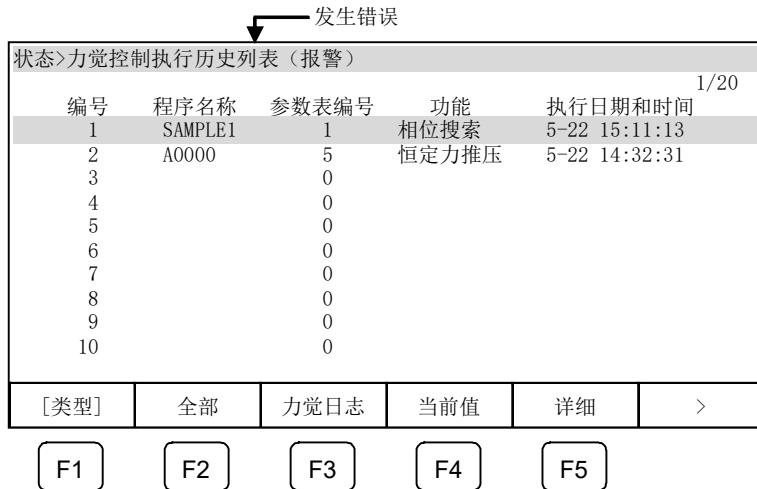


表 2.2.2.1 (a) “力觉控制执行历史的列表（报警）”画面

项目	说明
报警发生	有报警发生历史时显示。
编号	各行对应一个力觉控制命令。 记录过去 40 次的力觉控制命令。 最上面的行是最后执行的力觉控制命令，越往下为越早执行的力觉控制命令。
程序名称	显示包含执行的力觉控制命令的 TP 程序名称。
参数表编号	显示力觉控制的参数表编号。
执行日期和时间	显示力觉控制命令执行的日期和时间。

功能键

“力觉控制执行历史列表（报警）”画面中的功能键如下所示。

表 2.2.2.1 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到“力觉传感器状态”画面以外的菜单。
F2	全部	切换到所有执行历史的列表画面。 (请参阅“基本功能篇 2.2.1.1 力觉控制执行历史列表（所有）画面”。)
F3	力觉日志	显示“力觉数据日志”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
F4	当前值	切换到“力觉传感器”的“当前值”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面”。)
F5	详细	显示发生了所示报警的执行历史的详细。 (请参阅“基本功能篇 2.2.2.2 力觉控制执行历史详细（报警）画面”。)

2.2.2.2 力觉控制执行历史详细（报警）画面

力觉控制执行历史详细（报警）画面的显示步骤

- 显示“力觉控制执行历史列表（报警）”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.2.2.1 力觉控制执行历史列表（报警）画面”。)
- 按下 F5“详细”。
显示“力觉控制执行历史详细（报警）”画面。



- 在机器人控制装置的示教器上按下“PREV”（返回）键。
返回“力觉控制执行历史列表（报警）”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.2.2.1 力觉控制执行历史列表（报警）画面”。)

表 2.2.2.2 (a) “力觉控制执行历史的详细（报警）”画面

项目	说明
执行日期和时间	力觉控制命令的开始时刻。
程序名称	TP 程序名称。
参数表	参数表数据编号。

项目	说明
功能	所执行的参数表的功能。
报警号码	所发生的报警的编号（最多 5 个）。 (请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”。)
到达深度	直至发生报警时，向机器人指定的方向移动的距离。 单位：mm
动作时长	直至发生报警时，力觉控制命令的执行时间。 单位：sec
姿势变化	直至发生报警时，TCP 周围变化的角度。 单位：deg
结束力	发生了报警时的力（力觉控制时使用的用户坐标系中的 X, Y, Z 方向的力）和力矩（用户坐标系中的 X, Y, Z 周围的力矩）。 单位：N, N*m
作用力	力觉控制中产生的力（力觉控制中使用的用户坐标系中的 X, Y, Z 方向的力）和力矩（用户坐标系中的 X, Y, Z 周围的力矩）的最小值和最大值。 单位：N, N*m

注释

可以从此画面中的信息，推测发生了报警的原因。

例如，“到达深度”为“5.002 mm”，“动作时长”为“20.3 秒”。如果参数表数据的“插入深度(目标值)”为“10 mm”，“插入时间上限”为“20 sec”，则可知在指定时间内未能到达指定的“插入深度(目标值)”。

功能键

“力觉控制执行历史的详细（报警）”画面中的功能键如下所示。

表 2.2.2.2 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到“力觉传感器状态”画面以外的菜单。
F2	编号	切换到别的执行历史编号的画面。此编号相当于“所有执行历史的列表”画面的行编号。
F3	力觉日志	显示“力觉数据日志”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
F4	当前值	切换到“力觉传感器”的“当前值”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面”。)
F5	列表	显示“力觉控制执行历史列表（报警）”画面。 (请参阅“基本功能篇 2.2.2.1 力觉控制执行历史列表（报警）画面”。)

2.3 力觉数据日志功能

概要

力觉数据日志功能，记录力觉控制执行中的力觉传感器数据（力觉数据），并在 iPendant 上对该数据进行图形显示。每执行一次力觉控制，就将其记录在一个数据文件中。

在力觉控制执行结束后指定要看的数据文件，就可以显示力和力矩的图形。

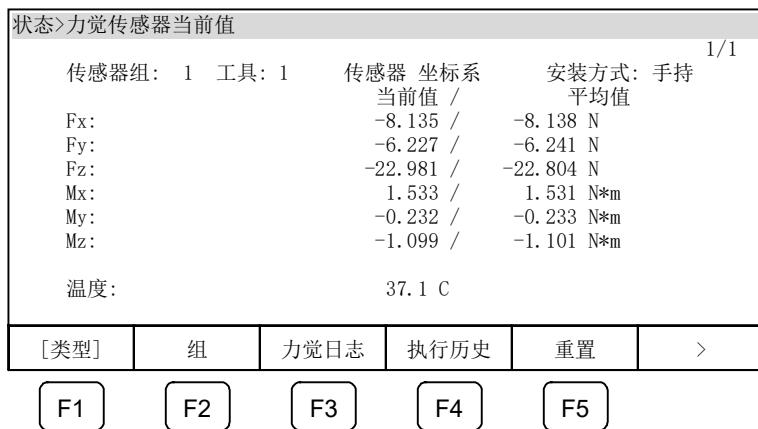
在“力觉数据日志”画面上，除了显示力和力矩的图形外，还可以进行如下设置。

- 选择记录了力的数据文件
(请参阅“基本功能篇 2.3.1 选择记录了力的数据文件”。)
- 启用/禁用力觉数据日志功能
(请参阅“基本功能篇 2.3.2 启用和禁用力觉数据日志功能”。)
- 选择存储力觉数据文件的设备
(请参阅“基本功能篇 2.3.3 选择存储力觉数据文件的设备”。)
- 设置力觉数据的取样周期
(请参阅“基本功能篇 2.3.4 设置力觉数据取样周期”。)

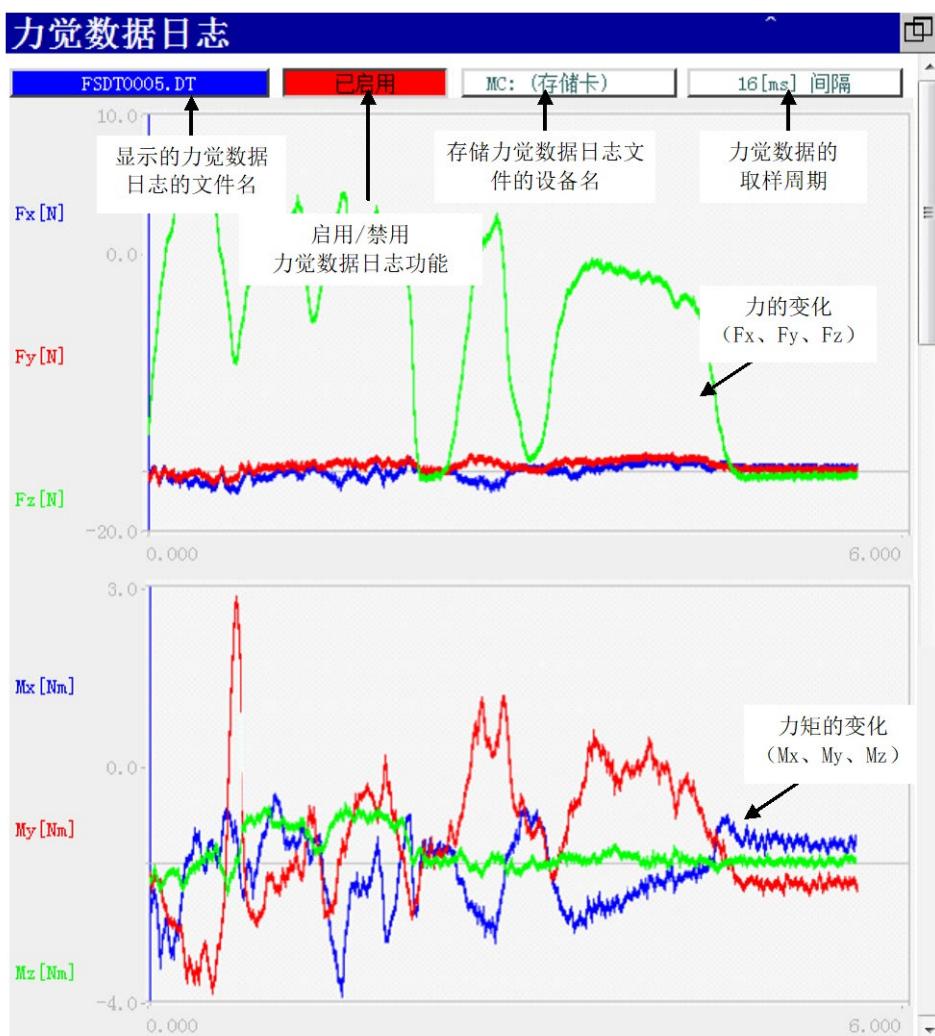
除力觉传感器数据之外，数据文件中还记录有力觉控制执行期间的机器人位置与姿势。请参阅 2.3.1。

"力觉数据日志"画面的显示步骤

- 1 显示"力觉传感器当前值"画面。
(请参阅"基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面"。)



- 2 在此画面上按下 F→F3"力觉日志"键，则会显示所示的"力觉数据日志"画面。
* 按下功能键"→"切换显示，显示 F3"力觉日志"。
* 力矩 Mx、My、Mz 的图形最初会被隐藏起来。若持续按箭头键"↓"，画面就会向上卷动，从而可以看到力矩的图形。



注释

- 在力觉数据的图形显示中，将力觉控制开始时刻作为基准，显示自此以后的变化部分。
上半部分的图形中，纵轴为力的 F_x 、 F_y 、 F_z 分量，横轴为时间。
下半部分的图形中，纵轴为力矩的 M_x 、 M_y 、 M_z 分量，横轴为时间。
- 除了“仿形”功能以外， X 、 Y 、 Z 的方向和参数表中指定的用户坐标系的轴的方向相同。
“仿形”功能的情况下，控制坐标系如果是工具坐标系，则是参数表中指定的工具坐标系的轴向；控制坐标系如果是用户坐标系，则是参数表中指定的用户坐标系的轴向。但是，将“推压方向自动变化”设为“用户坐标系 X - Y ”时， F_x 、 F_y 将会成为与自动变更后的推压方向一致的值。也就是说，参数表的“推压方向”为 $\pm X$ 时， F_x 为推压方向的力， F_y 为与其垂直方向的力；参数表的“推压方向”为 $\pm Y$ 时， F_y 为推压方向的力， F_x 为与其垂直方向的力。
- 在“力觉数据日志”画面上按下“PREV”（返回）键，就会打开“力觉传感器当前值”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面”。)

表 2.3 (a) “力觉数据日志”画面

項目	説明
数据文件	在菜单中切换至其他力觉数据文件。
日志已启用/已禁用	切换日志（记录功能）的“已启用”或“已禁用”。
设备名称	从菜单中切换至其他设备。 可从“MC：（存储卡）”、“UD1：（USB 盘）”、“RD：（RAM 盘）”和“FR：（FROM 盘）”中选择。
取样周期间隔	修改取样周期间隔。 在显示的数字输入窗口中输入数值。

* F_x 、 F_y 、 F_z 的单位是 N， M_x 、 M_y 、 M_z 的单位是 N*m。

功能键

使用的功能键如下所示。

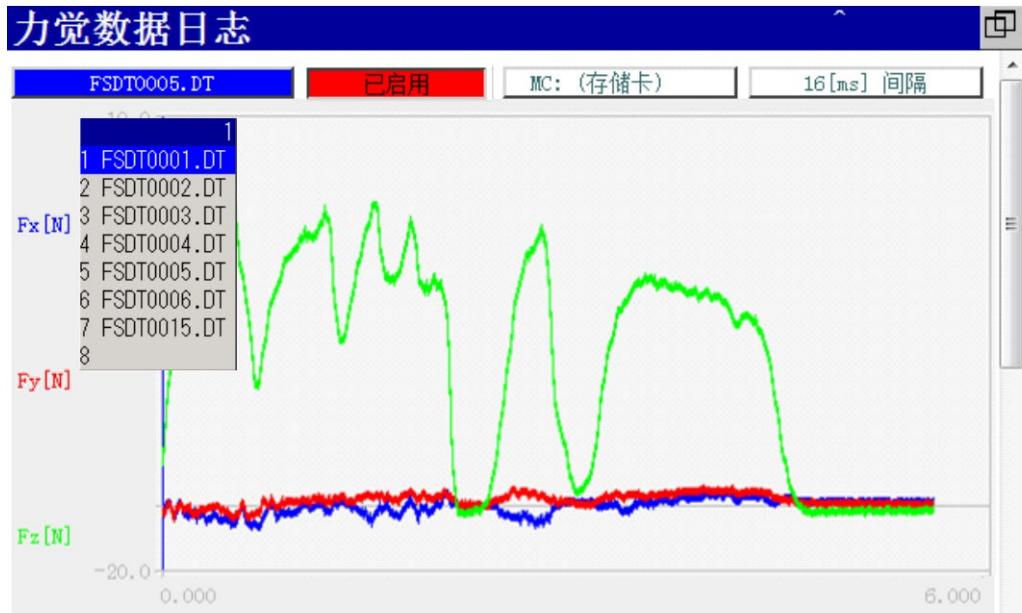
表 2.3 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到力觉传感器状态画面以外的菜单。

2.3.1 选择记录了力的数据文件

力觉数据文件的选择步骤

- 显示“力觉数据日志”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
- 点击“数据文件”。
显示力觉数据文件的菜单。
- 选择需显示的文件，点击“是”。
记录的力觉数据以图形显示。



注释

- 1 记录文件名为“FSDT”+4位数的数字+.DT”。4位数的数字在0001~9999的范围内按照日志记录的顺序自动递增，如果超过9999，则会自动返回0001，覆盖之前保存的文件。
 - 2 如果取样周期过短，或力觉控制的时间过长，有时会忽略掉部分数据来描绘图形。
 - 4 如果希望确认力觉数据的图形细节部分时，可以把力觉数据文件复制到PC上，通过表格处理软件或数值解析软件进行处理。
- 下例中显示通过Microsoft Excel打开的力觉数据文件。

力觉控制开始的日期和时间
调用力觉控制命令的TP程序名
力觉控制命令使用的参数表编号

Time	2009/2/19 9:21:54																																																																																																																																																																																																																															
Program name	FCTEST																																																																																																																																																																																																																															
Schedule	20																																																																																																																																																																																																																															
<hr/>																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gtime</th> <th>Time</th> <th>Fx[N]</th> <th>Fy[N]</th> <th>Fz[N]</th> <th>Mx[Nm]</th> <th>My[Nm]</th> <th>Mz[Nm]</th> <th>Px[m]</th> <th>Py[m]</th> <th>Pz[m]</th> <th>Rx[rad]</th> <th>Ry[rad]</th> <th>Rz[rad]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>22247</td><td>0.008</td><td>1.26E+00</td><td>3.35E+00</td><td>-1.44E+01</td><td>3.91E-01</td><td>-4.06E-02</td><td>-2.16E-01</td><td>0.00E+00</td><td>0.00E+00</td><td>0.00E+00</td><td>6.21E-22</td><td>-1.81E-20</td><td>1.74E-21</td></tr> <tr><td>22249</td><td>0.012</td><td>-9.25E-01</td><td>-7.81E+00</td><td>1.49E+01</td><td>3.43E-01</td><td>-4.84E-02</td><td>-9.18E-01</td><td>-1.33E-07</td><td>2.63E-07</td><td>-6.80E-08</td><td>3.64E-12</td><td>5.12E-08</td><td>2.74E-07</td></tr> <tr><td>2224b</td><td>0.016</td><td>-8.08E-01</td><td>5.09E+00</td><td>7.96E-01</td><td>-2.06E+00</td><td>1.49E-01</td><td>-1.67E-01</td><td>-9.39E-08</td><td>4.35E-07</td><td>6.74E-08</td><td>2.96E-12</td><td>-5.07E-08</td><td>3.79E-07</td></tr> <tr><td>2224d</td><td>0.02</td><td>-6.04E+00</td><td>-8.20E+00</td><td>8.37E+01</td><td>-1.09E+01</td><td>7.79E-01</td><td>1.09E+00</td><td>-8.30E-08</td><td>2.58E-07</td><td>-3.10E-10</td><td>1.51E-15</td><td>2.33E-10</td><td>1.57E-07</td></tr> <tr><td>2224f</td><td>0.024</td><td>-7.10E+00</td><td>-3.04E+00</td><td>3.26E+01</td><td>-4.48E+00</td><td>-2.26E+00</td><td>-2.04E+01</td><td>8.03E-09</td><td>5.74E-08</td><td>6.77E-08</td><td>2.96E-12</td><td>-5.09E-08</td><td>1.17E-07</td></tr> <tr><td>22251</td><td>0.028</td><td>5.95E-01</td><td>-4.51E+00</td><td>1.06E+01</td><td>-5.05E-01</td><td>4.46E-01</td><td>1.24E-01</td><td>-1.13E-07</td><td>7.33E-13</td><td>-1.36E-07</td><td>6.62E-13</td><td>1.02E-07</td><td>3.50E-20</td></tr> <tr><td>22253</td><td>0.032</td><td>-3.07E-01</td><td>-2.06E-01</td><td>9.36E+00</td><td>-8.24E-01</td><td>7.30E-01</td><td>8.03E-01</td><td>-9.56E-08</td><td>-8.01E-08</td><td>-6.80E-08</td><td>3.64E-12</td><td>5.12E-08</td><td>6.49E-08</td></tr> <tr><td>22255</td><td>0.036</td><td>-4.67E+00</td><td>-4.63E+00</td><td>-9.22E+00</td><td>3.93E+00</td><td>-2.84E+00</td><td>-3.36E-01</td><td>8.39E-08</td><td>-5.44E-13</td><td>6.80E-08</td><td>-3.32E-13</td><td>-5.12E-08</td><td>1.02E-20</td></tr> <tr><td>22257</td><td>0.04</td><td>-3.55E-01</td><td>-3.45E+00</td><td>5.11E+01</td><td>-7.05E+00</td><td>2.37E+00</td><td>1.70E+00</td><td>-1.32E-07</td><td>1.72E-07</td><td>-1.36E-07</td><td>6.62E-13</td><td>1.02E-07</td><td>1.05E-07</td></tr> <tr><td>22259</td><td>0.044</td><td>-1.48E+00</td><td>-2.54E+00</td><td>3.97E+01</td><td>-6.49E+00</td><td>7.96E-01</td><td>5.53E-01</td><td>-6.40E-08</td><td>1.15E-08</td><td>2.02E-07</td><td>5.57E-12</td><td>-1.52E-07</td><td>2.34E-07</td></tr> <tr><td>2225b</td><td>0.048</td><td>4.49E+00</td><td>2.54E+00</td><td>1.21E+01</td><td>-3.30E+00</td><td>3.10E+00</td><td>1.36E+00</td><td>-2.36E-08</td><td>-8.58E-08</td><td>-2.03E-07</td><td>9.90E-13</td><td>1.53E-07</td><td>-5.23E-08</td></tr> <tr><td>2225d</td><td>0.052</td><td>-1.24E-02</td><td>-4.56E+00</td><td>3.26E+01</td><td>-4.78E+00</td><td>8.59E-01</td><td>7.55E-01</td><td>7.02E-08</td><td>5.74E-09</td><td>3.38E-07</td><td>1.62E-12</td><td>-2.54E-07</td><td>1.17E-07</td></tr> <tr><td>2225f</td><td>0.056</td><td>3.21E+00</td><td>4.62E+00</td><td>-1.27E+01</td><td>4.54E-01</td><td>1.25E+00</td><td>5.89E-01</td><td>-7.96E-08</td><td>5.74E-09</td><td>-1.35E-07</td><td>3.97E-12</td><td>1.02E-07</td><td>1.17E-07</td></tr> <tr><td>22261</td><td>0.06</td><td>3.20E+00</td><td>2.14E+00</td><td>-1.07E-01</td><td>-7.22E-01</td><td>1.80E+00</td><td>4.29E-01</td><td>2.93E-08</td><td>-7.44E-08</td><td>2.70E-07</td><td>5.23E-12</td><td>-2.04E-07</td><td>1.82E-07</td></tr> <tr><td>22263</td><td>0.064</td><td>-9.09E-02</td><td>-2.05E+00</td><td>3.72E+01</td><td>-5.72E+00</td><td>1.61E+00</td><td>1.29E+00</td><td>-1.17E-07</td><td>-7.44E-08</td><td>-6.80E-08</td><td>6.94E-12</td><td>5.12E-08</td><td>1.82E-07</td></tr> </tbody> </table>	Gtime	Time	Fx[N]	Fy[N]	Fz[N]	Mx[Nm]	My[Nm]	Mz[Nm]	Px[m]	Py[m]	Pz[m]	Rx[rad]	Ry[rad]	Rz[rad]	22247	0.008	1.26E+00	3.35E+00	-1.44E+01	3.91E-01	-4.06E-02	-2.16E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.21E-22	-1.81E-20	1.74E-21	22249	0.012	-9.25E-01	-7.81E+00	1.49E+01	3.43E-01	-4.84E-02	-9.18E-01	-1.33E-07	2.63E-07	-6.80E-08	3.64E-12	5.12E-08	2.74E-07	2224b	0.016	-8.08E-01	5.09E+00	7.96E-01	-2.06E+00	1.49E-01	-1.67E-01	-9.39E-08	4.35E-07	6.74E-08	2.96E-12	-5.07E-08	3.79E-07	2224d	0.02	-6.04E+00	-8.20E+00	8.37E+01	-1.09E+01	7.79E-01	1.09E+00	-8.30E-08	2.58E-07	-3.10E-10	1.51E-15	2.33E-10	1.57E-07	2224f	0.024	-7.10E+00	-3.04E+00	3.26E+01	-4.48E+00	-2.26E+00	-2.04E+01	8.03E-09	5.74E-08	6.77E-08	2.96E-12	-5.09E-08	1.17E-07	22251	0.028	5.95E-01	-4.51E+00	1.06E+01	-5.05E-01	4.46E-01	1.24E-01	-1.13E-07	7.33E-13	-1.36E-07	6.62E-13	1.02E-07	3.50E-20	22253	0.032	-3.07E-01	-2.06E-01	9.36E+00	-8.24E-01	7.30E-01	8.03E-01	-9.56E-08	-8.01E-08	-6.80E-08	3.64E-12	5.12E-08	6.49E-08	22255	0.036	-4.67E+00	-4.63E+00	-9.22E+00	3.93E+00	-2.84E+00	-3.36E-01	8.39E-08	-5.44E-13	6.80E-08	-3.32E-13	-5.12E-08	1.02E-20	22257	0.04	-3.55E-01	-3.45E+00	5.11E+01	-7.05E+00	2.37E+00	1.70E+00	-1.32E-07	1.72E-07	-1.36E-07	6.62E-13	1.02E-07	1.05E-07	22259	0.044	-1.48E+00	-2.54E+00	3.97E+01	-6.49E+00	7.96E-01	5.53E-01	-6.40E-08	1.15E-08	2.02E-07	5.57E-12	-1.52E-07	2.34E-07	2225b	0.048	4.49E+00	2.54E+00	1.21E+01	-3.30E+00	3.10E+00	1.36E+00	-2.36E-08	-8.58E-08	-2.03E-07	9.90E-13	1.53E-07	-5.23E-08	2225d	0.052	-1.24E-02	-4.56E+00	3.26E+01	-4.78E+00	8.59E-01	7.55E-01	7.02E-08	5.74E-09	3.38E-07	1.62E-12	-2.54E-07	1.17E-07	2225f	0.056	3.21E+00	4.62E+00	-1.27E+01	4.54E-01	1.25E+00	5.89E-01	-7.96E-08	5.74E-09	-1.35E-07	3.97E-12	1.02E-07	1.17E-07	22261	0.06	3.20E+00	2.14E+00	-1.07E-01	-7.22E-01	1.80E+00	4.29E-01	2.93E-08	-7.44E-08	2.70E-07	5.23E-12	-2.04E-07	1.82E-07	22263	0.064	-9.09E-02	-2.05E+00	3.72E+01	-5.72E+00	1.61E+00	1.29E+00	-1.17E-07	-7.44E-08	-6.80E-08	6.94E-12	5.12E-08	1.82E-07
Gtime	Time	Fx[N]	Fy[N]	Fz[N]	Mx[Nm]	My[Nm]	Mz[Nm]	Px[m]	Py[m]	Pz[m]	Rx[rad]	Ry[rad]	Rz[rad]																																																																																																																																																																																																																			
22247	0.008	1.26E+00	3.35E+00	-1.44E+01	3.91E-01	-4.06E-02	-2.16E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.21E-22	-1.81E-20	1.74E-21																																																																																																																																																																																																																			
22249	0.012	-9.25E-01	-7.81E+00	1.49E+01	3.43E-01	-4.84E-02	-9.18E-01	-1.33E-07	2.63E-07	-6.80E-08	3.64E-12	5.12E-08	2.74E-07																																																																																																																																																																																																																			
2224b	0.016	-8.08E-01	5.09E+00	7.96E-01	-2.06E+00	1.49E-01	-1.67E-01	-9.39E-08	4.35E-07	6.74E-08	2.96E-12	-5.07E-08	3.79E-07																																																																																																																																																																																																																			
2224d	0.02	-6.04E+00	-8.20E+00	8.37E+01	-1.09E+01	7.79E-01	1.09E+00	-8.30E-08	2.58E-07	-3.10E-10	1.51E-15	2.33E-10	1.57E-07																																																																																																																																																																																																																			
2224f	0.024	-7.10E+00	-3.04E+00	3.26E+01	-4.48E+00	-2.26E+00	-2.04E+01	8.03E-09	5.74E-08	6.77E-08	2.96E-12	-5.09E-08	1.17E-07																																																																																																																																																																																																																			
22251	0.028	5.95E-01	-4.51E+00	1.06E+01	-5.05E-01	4.46E-01	1.24E-01	-1.13E-07	7.33E-13	-1.36E-07	6.62E-13	1.02E-07	3.50E-20																																																																																																																																																																																																																			
22253	0.032	-3.07E-01	-2.06E-01	9.36E+00	-8.24E-01	7.30E-01	8.03E-01	-9.56E-08	-8.01E-08	-6.80E-08	3.64E-12	5.12E-08	6.49E-08																																																																																																																																																																																																																			
22255	0.036	-4.67E+00	-4.63E+00	-9.22E+00	3.93E+00	-2.84E+00	-3.36E-01	8.39E-08	-5.44E-13	6.80E-08	-3.32E-13	-5.12E-08	1.02E-20																																																																																																																																																																																																																			
22257	0.04	-3.55E-01	-3.45E+00	5.11E+01	-7.05E+00	2.37E+00	1.70E+00	-1.32E-07	1.72E-07	-1.36E-07	6.62E-13	1.02E-07	1.05E-07																																																																																																																																																																																																																			
22259	0.044	-1.48E+00	-2.54E+00	3.97E+01	-6.49E+00	7.96E-01	5.53E-01	-6.40E-08	1.15E-08	2.02E-07	5.57E-12	-1.52E-07	2.34E-07																																																																																																																																																																																																																			
2225b	0.048	4.49E+00	2.54E+00	1.21E+01	-3.30E+00	3.10E+00	1.36E+00	-2.36E-08	-8.58E-08	-2.03E-07	9.90E-13	1.53E-07	-5.23E-08																																																																																																																																																																																																																			
2225d	0.052	-1.24E-02	-4.56E+00	3.26E+01	-4.78E+00	8.59E-01	7.55E-01	7.02E-08	5.74E-09	3.38E-07	1.62E-12	-2.54E-07	1.17E-07																																																																																																																																																																																																																			
2225f	0.056	3.21E+00	4.62E+00	-1.27E+01	4.54E-01	1.25E+00	5.89E-01	-7.96E-08	5.74E-09	-1.35E-07	3.97E-12	1.02E-07	1.17E-07																																																																																																																																																																																																																			
22261	0.06	3.20E+00	2.14E+00	-1.07E-01	-7.22E-01	1.80E+00	4.29E-01	2.93E-08	-7.44E-08	2.70E-07	5.23E-12	-2.04E-07	1.82E-07																																																																																																																																																																																																																			
22263	0.064	-9.09E-02	-2.05E+00	3.72E+01	-5.72E+00	1.61E+00	1.29E+00	-1.17E-07	-7.44E-08	-6.80E-08	6.94E-12	5.12E-08	1.82E-07																																																																																																																																																																																																																			
时间	力的 X,Y,Z 方向分量	力矩的 X,Y,Z 方向分量	位置的 X,Y,Z 方向分量	姿态的 X,Y,Z 方向分量																																																																																																																																																																																																																												
[sec]	[N]	[N*m]	[m]	[rad]																																																																																																																																																																																																																												

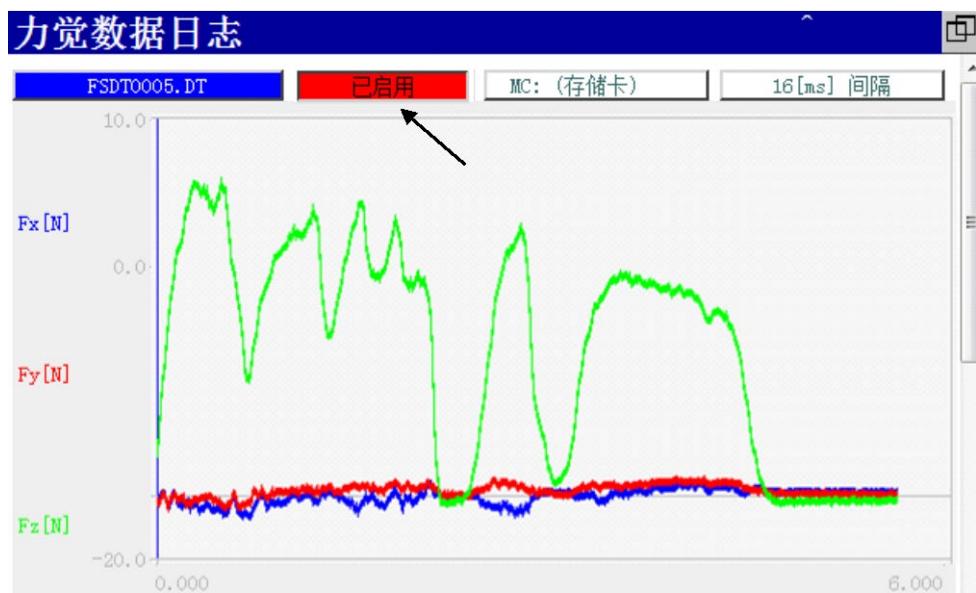
注释

- 1 力觉数据文件成为用制表符隔开的文本文件。
- 2 力觉数据文件中的力、力矩、姿势的数据，为将力觉控制开始时刻作为基准，自此以后的变化部分的数据。
- 3 位置数据是机器人通用坐标系中的位置。

2.3.2 启用和禁用力觉数据日志功能

启用/禁用力觉数据日志功能的切换步骤

- 1 显示“力觉数据日志”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
- 2 按以下操作切换日志的禁用/启用。
 - 显示“已禁用”时
点击“已禁用”。
画面上的按钮切换为“已启用”。
在该状态下执行力觉控制命令，将记录力觉控制中的力觉数据。
 - 显示“已启用”时
点击“已启用”。
画面上的按钮切换为“已禁用”。
在该状态下即使执行力觉控制命令，也不会记录力觉控制中的力觉数据。



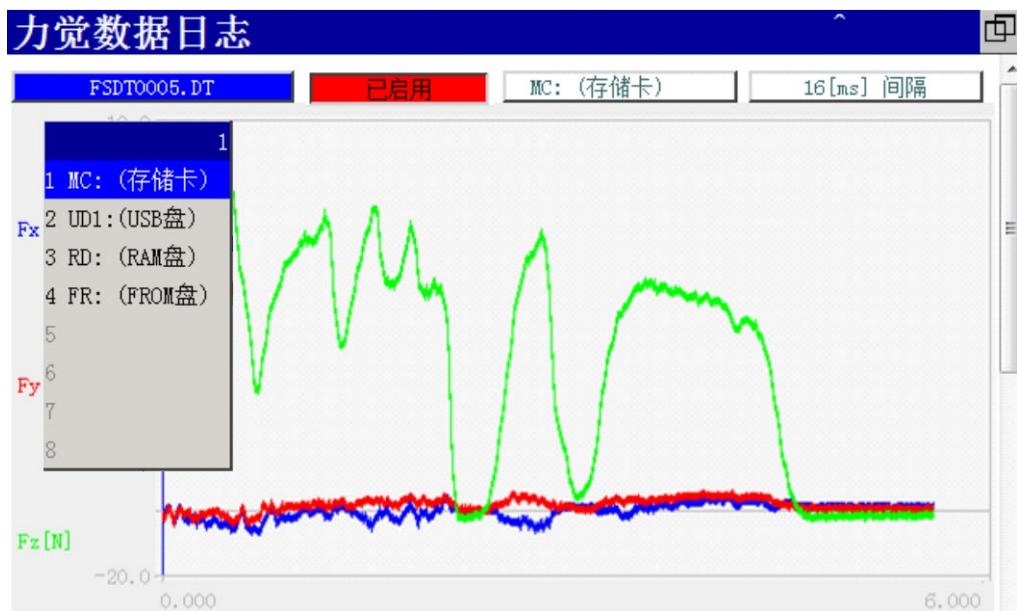
注释

启用了力觉数据日志功能的状态下，执行力觉控制命令，则力觉控制命令的执行时间会比禁用了力觉数据日志功能时的作业时间要长。请只在力觉控制的示教时启用本功能。

2.3.3 选择存储力觉数据文件的设备

存储力觉数据文件的设备的选择步骤

- 1 显示“力觉数据日志”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
- 2 点击“设备名称”。
显示菜单。
- 3 选择力觉数据文件保存位置的设备名称，在机器人控制装置的示教器上按下“输入”键。
画面上的按钮切换为保存位置的设备名称。
※ 保存力觉数据文件的设备，可以从“MC: (存储卡)”, “UD1: (USB 盘)”, “RD: (RAM 盘)”和“FR: (FROM 盘)”中进行选择。



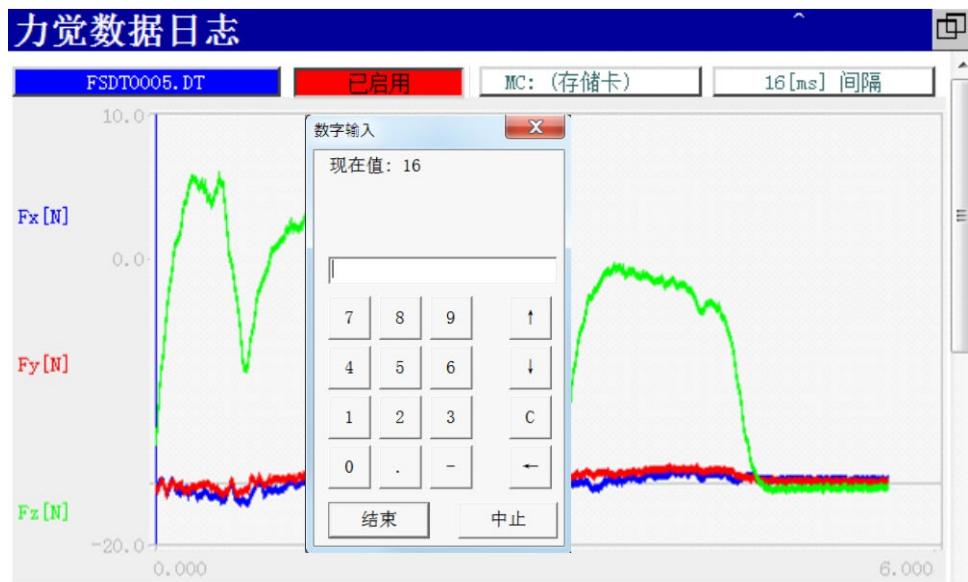
注释

- 1 已记录的力觉数据文件，将被存放在所选设备的名为“FSDT1”的目录下。文件名为“FSDT”+4位数的数字+“.DT”。4位数的数字在 0001~9999 的范围内按照日志记录的顺序自动递增，若超过 9999，则会自动返回 0001，并覆盖之前保存的文件。
- 2 保存力觉数据文件的设备，可以从“MC: (存储卡)”, “UD1: (USB 盘)”, “RD: (RAM 盘)”和“FR: (FROM 盘)”中进行选择。
建议用户选择处理速度快的“MC: (存储卡)”或“UD1: (USB 盘)”。请预先准备好本公司指定的存储卡或 USB 盘。

2.3.4 设置力觉数据取样周期

力觉数据的取样周期的设置步骤

- 1 显示“力觉数据日志”画面。
(请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
- 2 点击“取样周期间隔”。
显示数字输入窗口。
※ 显示默认值为“16”ms”间隔”。
- 3 输入整数并按下 ENTER 键，则会设置力觉数据的取样周期。
※ 单位为“ms”。



- 4 点击“结束”。
设置力觉数据取样周期。

注释

每一次获取的最大数据量受到限制。如果要长时间获得力觉数据，请延长取样周期。

3 力觉传感器的实用工具

本章中对力觉传感器的实用工具功能进行说明。

◇ 本章的内容

3.1 力觉传感器实用工具画面

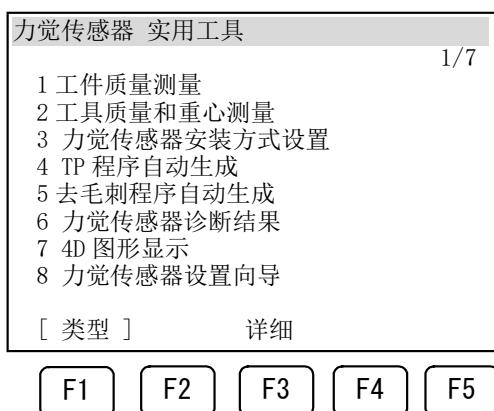
3.1 力觉传感器实用工具画面

可以在力觉传感器的实用工具画面上，打开“工件质量测量”功能、“工具质量和重心测量”功能、“力觉传感器安装方式设置”、“TP 程序自动生成”、“去毛刺程序自动生成”、“力觉传感器诊断结果”、“4D 图形显示”，以及“力觉传感器安装向导”的画面。

本章中对“力觉传感器实用工具”画面上的操作进行说明。

力觉传感器实用工具画面的操作

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“MENU”键，显示菜单。
- 2 从菜单中选择“实用工具”→“力觉传感器”，显示“力觉传感器菜单”画面。



- 3 将光标移至需设置的项目，按下 F3“详细”，显示选中项目的“力觉传感器实用工具”画面。

表 3.1 (a) 是力觉传感器实用工具画面上所显示项目的概要。
(各功能的详情，请参阅各相关功能的章节。)

表 3.1 (a) 力觉传感器实用工具画面

项目	说明
工件质量测量	打开工件质量测量功能的画面。 (请参阅“辅助功能篇 3 工件质量测量功能”。)
工具质量和重心测量	打开工具质量和重心测量功能的画面。 (请参阅“辅助功能篇 1 工具质量和重心位置测量功能”。)
力觉传感器安装方式设置	打开力觉传感器安装方式设置功能的画面。 (请参阅“附录 C 力觉传感器安装方式设置功能”。)
TP 程序自动生成	打开 TP 程序自动生成功能的设置画面。 (请参阅“辅助功能篇 2 TP 程序自动生成功能”。)

项目	说明
去毛刺程序自动生成	打开去毛刺程序自动生成功能的设置画面。 该去毛刺程序用来去掉将铸件等进行加工后的平面上所出现的加工毛刺。 在 ROBOGUIDE 上指定去毛刺线，利用 iRVision 相机或者 iRVision 立体传感器，检测加工面上的工件的棱线，自动生成去毛刺工具在该棱线上动作的机器人程序。可以对应个体差异较大的铸件工件。 要使用本功能，需要安装“力觉控制去毛刺软件包”（J840）。 详情请参阅“力觉控制去毛刺软件包操作说明书（B-83934 CM -1）”。
力觉传感器诊断结果	打开“力觉传感器自诊断功能”的画面。 (请参阅“基本功能篇 1.10.1 力觉传感器自诊断命令”。)
4D 图形显示	打开“力觉传感器 4D 图形功能”的画面。 (请参阅“辅助功能篇 4 力觉传感器 4D 图形功能”。)
力觉传感器安装向导	显示力觉传感器安装向导的“主页”画面。 (请参阅“导入篇 3 力觉传感器的安装”。)

功能键

“力觉传感器实用工具”画面中的功能键如下所示。

表 3.1 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换到“力觉传感器”以外的菜单。
F3	详细	打开各个“力觉传感器实用工具”的画面。

1

2

3

4

辅助功能篇

- 1 工具质量和重心位置测量功能
- 2 TP 程序自动生成功能
- 3 工件质量测量功能
- 4 力觉传感器 4D 图形功能

1 工具质量和重心位置测量功能

使用本程序可以测量安装在力觉传感器前端的工具和工件的质量和重心位置，并对力觉控制中所施加的重力的影响进行补偿。

◇ 本章的内容

- 1. 1 测量工具的质量和重心画面
- 1. 2 示教测量位置
- 1. 3 测量工具的质量和重心
- 1. 4 显示计算结果
- 1. 5 设置重力补偿开关
- 1. 6 更改参数

⚠ 注意

F4"PREV"的按键，在按下了"SHIFT"键的期间不会动作。

注释

- 1 使用仿形功能前，必须先执行本程序。
- 2 执行仿形以外的力觉控制功能时，如果姿势发生了较大的变化，不进行基于力觉传感器的重力补偿时，有可能无法获得良好的性能。

1.1 测量工具的质量和重心画面

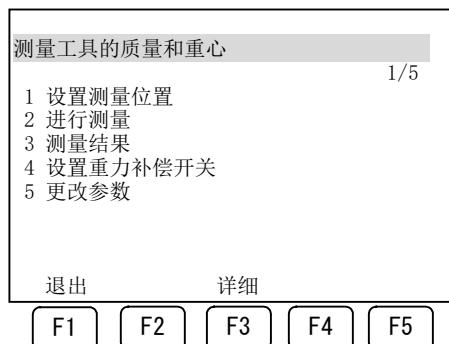
概要

从力觉传感器的实用工具画面可以打开测量工具质量和重心功能的主菜单画面。

(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)

测量工具的质量和重心画面的显示步骤

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下"MENU"键。
显示菜单。
- 2 从菜单中选择“实用工具”→“力觉传感器”。
显示“力觉传感器菜单”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)
- 3 将光标移至“测量工具的质量和重心”，按下 F3“详细”。
显示“测量工具质量和重心”画面。



- 4 将光标移至需显示的项目，按下 F3“详细”。
显示各项目的详细设置画面。

表 1.1(a) "测量工具质量和重心"画面

项目	说明
设置测量位置	<p>按下述步骤切换为"位置示教"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 单击"设置测量位置"。 <p>此时会显示"设置测量位置"画面。 (请参阅"辅助功能篇 1.2 设置测量位置"。)</p>
进行测量	<p>按下述步骤计算工件质量和重心。</p> <ul style="list-style-type: none"> 单击"设置测量位置"。 单击"是"。 <p>利用三个示教点进行测量, 计算工件质量和重心。 此时会显示"执行结果"画面。 (请参阅"辅助功能篇 1.3 进行测量"。)</p>
测量结果	<p>按下述步骤切换为"结果一览"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 单击"测量结果"。 <p>此时会显示"结果一览"画面。 (请参阅"辅助功能篇 1.4 测量结果"。)</p>
设置重力补偿开关	<p>按下述步骤切换为"设置重力补偿开关"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 单击"设置重力补偿开关"。 <p>此时会显示"设置重力补偿开关"画面。 (请参阅"辅助功能篇 1.5 设置重力补偿开关"。)</p>
更改参数	<p>按下述步骤切换为"更改参数"画面。</p> <ul style="list-style-type: none"> 单击"更改参数"。 <p>此时会显示"更改参数"画面。 (请参阅"辅助功能篇 1.6 更改参数"。)</p>

功能键

功能键如下所示。

表 1.1 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	退出 "测量工具质量和重心位置" 画面, 返回 "力觉传感器实用工具" 画面。
F3	详细	显示光标所在项目的详细设置画面。 ※ 光标位于"进行测量"时, 将测量工具质量和重心。

1.2 设置测量位置

示教测量位置时必须设置三个测量位置。

1.2.1 设置测量位置画面

概要

可在"设置测量位置"画面中以各轴形式保存当前位置。

另外, 可确认三个示教点为"未示教"还是"已示教"。

通过"测量工具的质量和重心"画面显示"设置测量位置"画面。

(请参阅"辅助功能篇 1.1 测量工具的质量和重心画面"。)

设置测量位置画面的显示/设置步骤

- 显示"测量工具的质量和重心"画面。
(请参阅"辅助功能篇 1.1 测量工具的质量和重心画面"。)
- 单击"设置测量位置"。
此时会显示"设置测量位置"画面。
 - 未示教时, 会显示"未示教"。
 - 已示教时, 会显示"已示教"。



- 3 以各轴形式保存当前位置时, 将光标移至保存位置 ("位置 1"、"位置 2"或"位置 3") , 按下 F5"记录"。显示从"未示教"变为"已示教"。

功能键

位置示教画面中的功能键如下所示。

表 1.2.1 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	按下此键或“PREV”（返回）, 则会返回主菜单画面。
F2	详细	打开光标所在位置 X 的详细画面。
SHIFT+F3	清除	清除光标所在位置 X 的数据, 显示“未示教”。
SHIFT+F4	移至	光标所在位置 X 为“已示教”时, 把示教器的 ON/OFF 开关置于“ON”, 在一边按住安全开关和 SHIFT 键一边按下 F4 “移至”时, 机器人会向着位置 X 移动。ON/OFF 开关处于“OFF”时, 画面最上部的错误信息显示部将显示错误信息“请打开开关”。如果对“未示教”的位置执行此操作, 则会在画面最上部的错误信息显示部显示错误信息“请先设置位置!”。
SHIFT+F5	记录	在光标所在位置 X 以各关节形式保存当前位置, 状态将从“未示教”变为“已示教”。

1.2.2 设置测量位置详细画面

概要

设置测量位置详细画面中可确认测量位置的详细。

也可通过直接输入设置测量位置。

注释

需要设置 3 个测量位置。如果没有正确设置 3 点的位置, 将无法计算质量和重心位置。为了使得施加于力觉传感器的力和力矩变化较大, 需要较大幅度地改变姿势。

显示详细画面的步骤

- 1 显示“测量位置”画面。
(请参阅“1.2.1 位置示教画面”。)
- 2 将光标移至示教位置 ("位置 1"、"位置 2"或"位置 3") , 按下 F2"详细"。
显示“详细”画面。

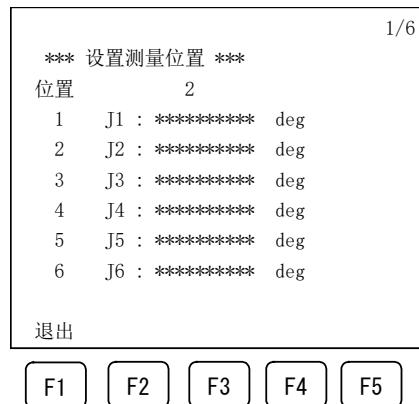
注释

- 1 对于旋转轴, 以"deg"显示各轴位置的单位。
- 2 对于直动轴, 以"mm"显示各轴位置的单位。

以下为“已示教”时的“详细”画面例。
测量位置画面中所选位置的 J1-J6 显示各轴形式的值。



以下为“未示教”时的“详细”画面例。
各数据的显示部位显示“*”。



3 设置测量位置时，按下设置的项目名。
显示数值输入画面。

4 设置 3 个测量位置。
推荐的示教姿势如表 1.2.2 (a) 所示。

- 优先选择姿势 1~3 进行示教。
- 姿势 1~3 中存在无法完成的姿势时，选择姿势 4、5 进行示教。

表 1.2.2 (a) 推荐的示教姿势

姿势	各关节的值 (单位: deg)						机器人手腕的朝向
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	
1	0	0	0	0	-90	0	通用坐标系的-Z 轴方向 (向下)
2	0	0	0	0	0	0	通用坐标系的+X 轴方向 (向前)
3	0	0	0	0	90	0	通用坐标系的+Z 轴方向 (向上)
4	0	0	0	90	-90	0	通用坐标系的-Y 轴方向 (横向)
5	0	0	0	-90	-90	0	通用坐标系的+Y 轴方向 (横向)

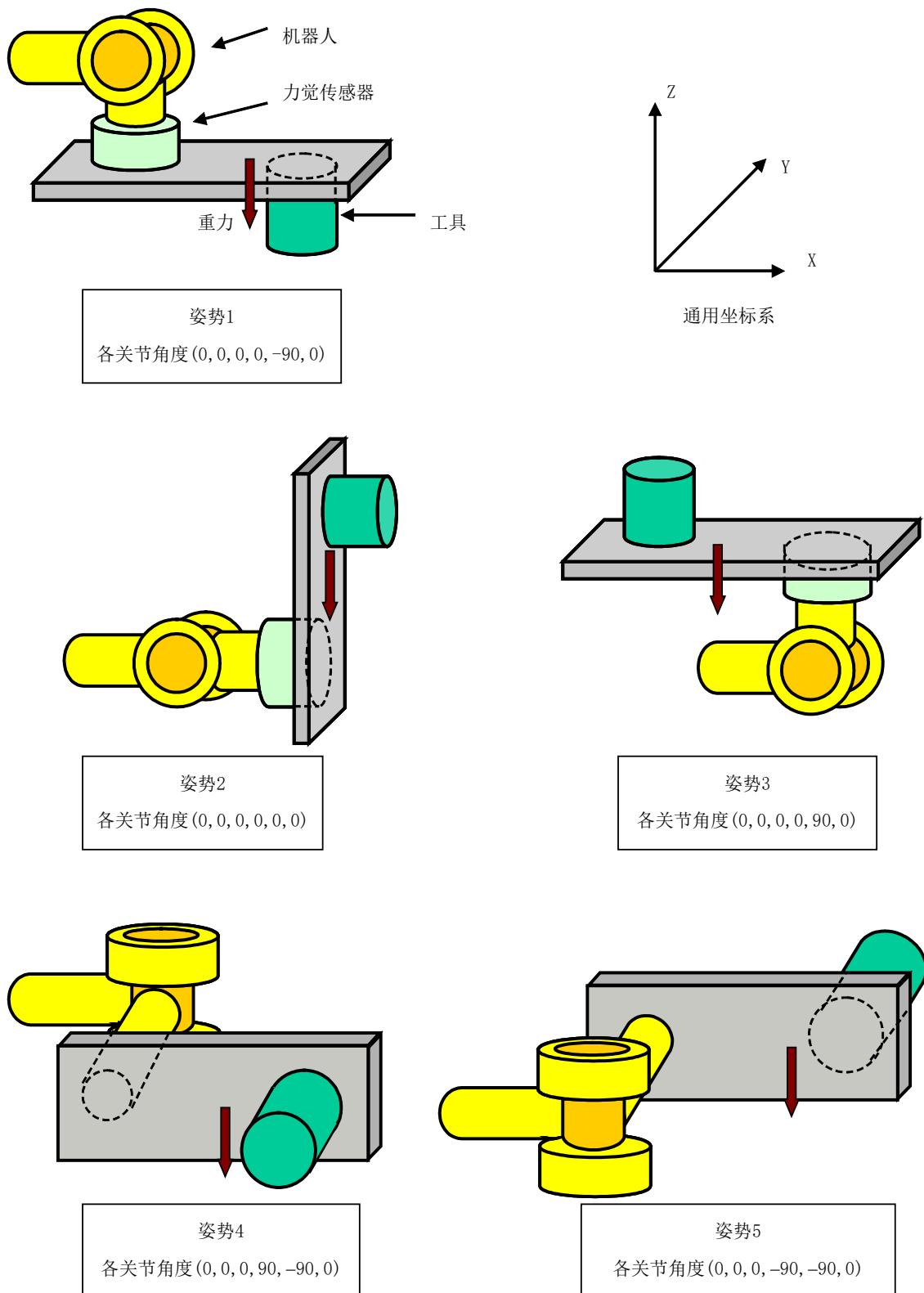


图 1.2.2 示教测量时的姿势

注释

本功能利用向力觉传感器施加的重力在 3 个不同姿势下的特性进行测量和计算。

但是, 如果姿势只是绕通用坐标系的 Z 轴变化, 此时重力方向相对于传感器不会发生变化, 因此无法完成测量。

因此要像上述姿势 1 至 5 那样, 使得姿势绕通用坐标系的 X 或 Y 轴变化。

- 5 按下 F5“完成”或 F4“退出”。
 “J1”-“J6”所有的值均已设置时，将储存这些值。
 “测量位置”画面的显示为“未示教”时，将变为“已示教”。

注释

- 1 “详细”画面中设置的值，在机器人控制装置重启后依旧保留。
- 2 在“J1”-“J6”中输入超出各轴限制范围的值并按下 F5“完成”或 F4“退出”时，将恢复输入前的值，并在画面最上方的行内显示“输入值错误！”。

功能键

在“详细”画面中使用的功能键如下所示。

表 1.2.2 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回主菜单画面。

1.3 进行测量

概要

在 3 个测量位置进行测量，计算工具的质量和重心。

工具质量和重心的计算步骤

- 1 显示“测量工具的质量和重心”画面。
 (请参阅“1.1 测量工具的质量和重心画面”。)
- 2 将光标移至“进行测量”，按下 F3“详细”。
 显示“开始测量吗？”的信息。



- 3 按下“是”。
 在 3 个测量位置进行测量，计算工具的质量和重心。
 机器人依次移动至 3 个测量位置，获取力觉传感器数据。然后计算工具的质量和重心位置。
 * 若按下“否”，将返回“测量工具的质量和重心”画面。

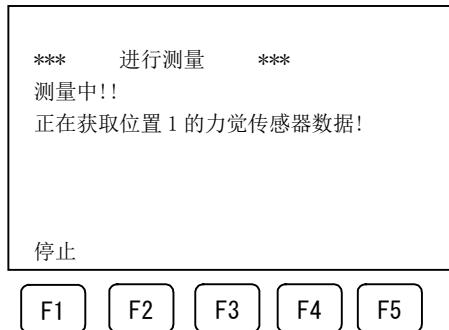
⚠ 注意

- 1 速度的倍率将自动成为 10 %，并且机器人会移动，因此要非常注意。
- 2 在本程序的执行中，机器人会按照顺序向着已示教的 3 个测量位置移动，因此要确认机器人不会与周围物体发生干涉。

注释

使用时请将机器人控制装置设置为 T1/T2 模式，并将示教器的 ON/OFF 开关置于“ON”。

在获取位置 X (X 为 1, 2, 3) 的力觉传感器的值时，如图所示，在“测量中!!”的下方显示“正在获取位置 X 的力觉传感器数据!”。



计算完成后，显示“结果”画面。

1.3.1 确认计算结果

计算结果画面中可确认和保存计算结果。

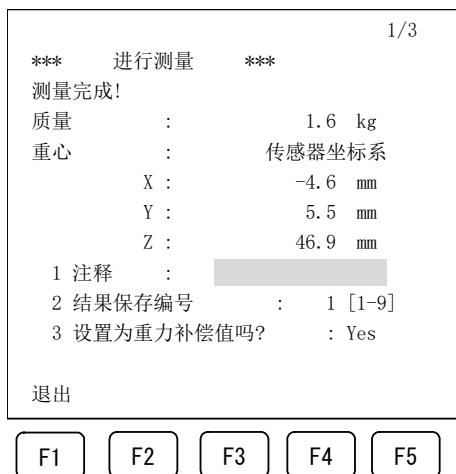


图 1.3.1 结果画面

表 1.3.1 (a) “执行结果”画面

项目	说明
注释	输入注释。
结果保存编号 (1~9)	输入“1”~“9”的数字，作为保存计算结果的编号。 最多可保存 9 个计算结果。 保存的计算结果可在之后使用。
设置为重力补偿值吗？	从“是”、“否”中选择是否设置为重力补偿值。 如需在之后执行的力觉控制中使用该质量和重心位置，选择“是”。

功能键

计算结果画面的功能键如下所示。

表 1.3.1 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回主菜单画面。

1.3.2 显示执行开始时的错误信息

在按下“是”开始测量时，有可能会发生如下所示的错误。

(1) 请打开示教器开关

示教器的 ON/OFF 开关如果处在“OFF”，则会在画面的最上面一行显示“请打开示教器开关”的错误信息。请将 ON/OFF 开关置于“ON”。

(2) 请先设置所有位置

所有位置的示教尚未完成时，画面上会显示此信息。请对所有位置进行示教。

(请参阅“1.2.1 设置测量位置画面”。)

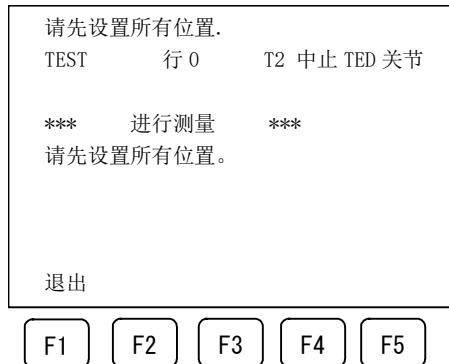


图 1.3.2 (b) 存在未示教位置时的错误信息

(3) 存在相同的位置，请先改变位置。

存在 2 个以上相同的位置时，画面上会显示“存在相同的位置，请先改变位置。”的错误信息。请在不同的位置进行示教。
(请参阅“1.2.2 设置测量位置详细画面”。)

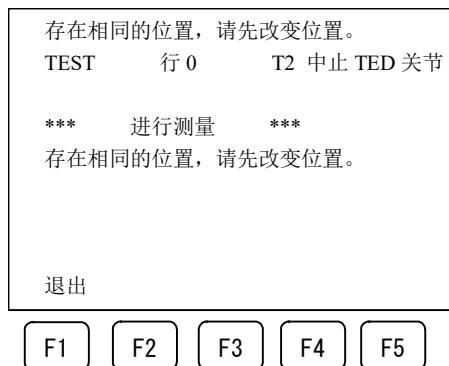


图 1.3.2 (c) 存在相同示教位置时的错误信息

(4) 姿势变化不足。请先改变位置。

3 个示教位置之间的姿势变化量不足时，则会如图 1.3.2 (d) 所示，画面上显示“姿势变化不足。请先改变位置。”的错误信息。姿势的变化幅度应尽可能大。

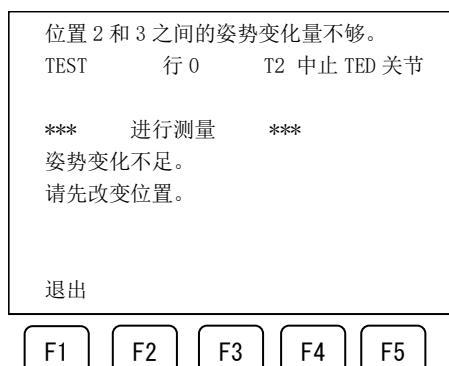


图 1.3.2 (d) 姿势变化量不足时的错误信息

上述姿势变化量不足时，在画面的最上面一行显示如下错误信息。请按照右侧所示的处理方法进行处理。

表 1.3.2 姿势变化量不足时的错误信息

错误信息	发生原因和处理方法
位置 1 和位置 2 之间的姿势变化量不够。	测量位置 1 和测量位置 2 的姿势变化过小。 以使得 2 个姿势离开“姿势变化阈值”以上的方式进行示教。 (请参阅“1.6 更改参数”。)
位置 2 和位置 3 之间的姿势变化量不够。	测量位置 2 和测量位置 3 的姿势变化过小。 以使得 2 个姿势离开“姿势变化阈值”以上的方式进行示教。 (请参阅“1.6 更改参数”。)
位置 1 和位置 3 之间的姿势变化量不够。	测量位置 1 和测量位置 3 的姿势变化过小。 以使得 2 个姿势离开“姿势变化阈值”以上的方式进行示教。 (请参阅“1.6 更改参数”。)

1.3.3 计算误差显示

计算结果错误时，显示如下画面的错误信息。



图 1.3.3 计算结果有误差时的错误信息

在发生了计算误差时，根据误差内容显示如下错误信息。请按照右侧所示的处理方法进行处理。

表 1.3.3 计算结果错误时的错误信息

错误信息	发生原因和处理方法
质量计算结果小于阈值。	质量计算结果小于质量误差阈值。请减小“质量误差阈值”。(请参阅“1.6 更改参数”。)
力没有发生变化。	各测量位置处的力觉传感器的力分量的输出没有差异。请确认力觉传感器已经正确设置。请确认工具是否已被安装。有可能工具质量过小。
扭矩没有发生变化。	各测量位置处的力觉传感器的力矩分量的输出没有差异。请确认力觉传感器已经正确设定。请确认工具是否已被安装。有可能工具质量过小。
质量计算结果为负。	质量计算结果为负。请确认机器人坐标系或者力觉传感器已正确设置。
其他错误。	因上述以外的原因而发生。

1.4 测量结果

概要

在主菜单画面上选择“测量结果”，则会显示如图所示的“结果”画面。可以查看已经测量的结果。

结果列表画面的显示方法

- 1 显示“测量工具的质量和重心”画面。
(请参阅“1.1 测量工具的质量和重心画面”。)
- 2 将光标移至“测量结果”，按下 F3“详细”。
显示结果列表画面。

- * 显示迄今为止执行的测量工具的质量和重心的计算结果。
- * 对于“结果”“1”～“9”，显示质量、重心的“X”、“Y”、“Z”分量。
- * 未设置值的数据，将在各数据的显示部分显示“*”。
- * 最左边的复选框中已勾选的行的数据将在力觉传感器的重力补偿中使用。



图 1.4 计算结果的列表画面

功能键

功能键如下所示。

表 1.4 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回主菜单画面。
F2	详细	显示现在光标所在位置的结果的详细。
F3	清除	清除现在光标所在位置的结果。

注释

无法在程序执行时清除结果或者显示结果的详细画面。

1.4.1 计算结果详细画面

概要

结果的详细画面上，显示“注释”、“质量”、“重心”的“X 坐标值”、“重心”的“Y 坐标值”、“重心”的“Z 坐标值”、是否将此结果使用于基于力觉传感器的重力补偿中。对于 1-6 的各项目，可以移动光标，进行输入或更改。

注释

重心的单位为“mm”，质量的单位为“kg”。

计算结果详细画面的显示步骤

- 1 显示“结果列表”画面。
(请参阅“1.4 计算结果列表”。)
- 2 将光标移至需显示数据的编号，按下 F2“详细”。
显示“详细”画面。
数据已设置值时，显示如下画面。



尚未设置任何值时, 如图所示, 在注释以外的各值的显示部分显示“*”。



3 输入或修改值时, 按下项目名。

显示各项目的输入画面。

注释

- 1 将光标指向“设置为重力补偿值吗?”并按下“是”, 则在以后的力觉控制中, 使用此结果进行基于力觉传感器的重力补偿。按下“否”, 则不使用此结果。
- 2 在进行基于力觉传感器的重力补偿时, 还需要针对每个参数表数据将“重力补偿开关”设置为“ON”。
(请参阅“1.5 设置重力补偿开关”。)

4 按下 F1“退出”。

显示“结果列表”画面。

功能键

计算结果详细画面的功能键如下所示。

表 1.4.1 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	显示计算结果列表画面。

在 TP 程序中切换计算结果的方法

通过如下命令语句，可以在 TP 程序中切换将“结果”的“1”～“9”中的哪一个用于重力补偿。在利用机械手更换装置等来更换工具的系统中，只要预先求取各工具中的结果，就可以进行适当的重力补偿。

1: CALL SET_WCG(1)

参数是计算结果的编号。(1～9)
指定编号的结果不存在时，将发生错误。

1.5 设置重力补偿开关

概要

要使用“1.4 计算结果一览”中所求得的质量和重心位置进行基于力觉传感器的重力补偿，还需要设置“重力补偿开关”。此项中说明针对每个力觉控制的参数表编号设置开关的方法。

设置重力补偿开关画面的显示方法

- 1 显示“测量工具的质量和重心”画面。
(请参阅“1.1 测量工具的质量和重心画面”。)
- 2 将光标移至“设置重力补偿开关”，按下 F3“详细”。
显示“设置重力补偿开关”画面。



- 3 通过箭头键来移动光标，选择参数表编号。或者，若通过数字键输入参数表编号，按下“ENTER”（输入）键，则所输入的参数表编号会显示在最上面一行，光标移动。



4 按下 F2"ON"或 F3"OFF"。

注释

- 1 按下“NEXT”键，则 F1 键会成为“返回”。再次按下“NEXT”键，则会返回“设置重力补偿开关”画面。
按下 F1 “返回”，则会使得全重力补偿开关的设置返回到从主菜单画面选择了“4: 设置重力补偿开关”时的设置状态。
- 2 在程序执行时无法更改重力补偿开关的设置。

功能键

“设置重力补偿开关”画面功能键如下所示。

表 1.5 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回“结果列表”画面。
F2	ON	将光标所在位置的参数表编号的设置变更为“ON”。
F3	OFF	将光标所在位置的参数表编号的设置变更为“OFF”。
F4	全部 ON	将全部参数表编号的设置变更为“ON”。
F5	全部 OFF	将全部参数表编号的设置变更为“OFF”。

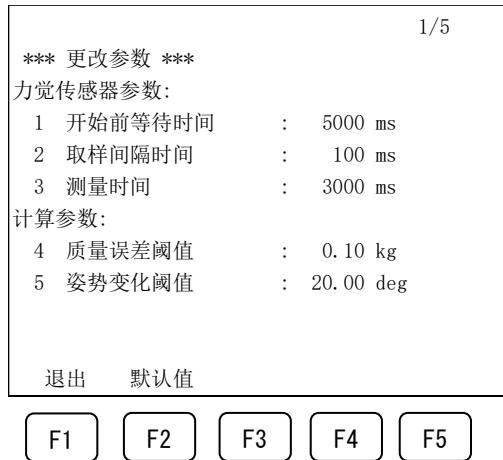
1.6 更改参数

概要

“更改参数”画面中可更改“力觉传感器参数”和“计算参数”。

更改参数画面的设置步骤

- 1 显示“测量工具的质量和重心”画面。
(请参阅“1.1 测量工具的质量和重心画面”。)
- 2 将光标移至“更改参数”，按下 F3“详细”。
显示“更改参数”画面。



3 按下需更改的项目，输入参数。

以下为“更改参数”画面的设置项目。

表 1.6 (a) “更改参数”画面

项目		说明
力觉传感器参数	开始前等待时间	开始获取力觉传感器值之前等待的时间。 标准值: 5000 ms
	取样间隔时间	获取力觉传感器值的取样周期。 标准值: 100 ms
	测量时间	获取力觉传感器值的时间。 标准值: 3000 ms
计算参数	质量误差阈值	能够测量的工件质量的最小值。 标准值: 0.1 kg
	姿势变化阈值	“1.2 示教测量位置”中所示教的 3 点中的任意 2 点的姿势变化量的最小值。 标准值: 20.0 deg

功能键

“更改参数”画面的功能键如下所示。

表 1.6 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	若按下此键或“PREV”（返回），则会返回主菜单画面。
F2	默认值	在全部参数中设置标准值。

2 TP 程序自动生成功能

使用机器人去除复杂形状的工件的毛刺时，需要正确设置多个示教点，示教作业中要耗费大量的人力和时间。本功能通过实际仿形工件，自动生成能够再现此轨道的 TP 程序来缩短示教时间。

如下图所示，首先示教大致的轨道，然后利用力觉控制的“仿形”功能来仿形所示教的轨道。

本功能将记录仿形时的机器人位置信息，自动生成适合该轨道的 TP 程序。

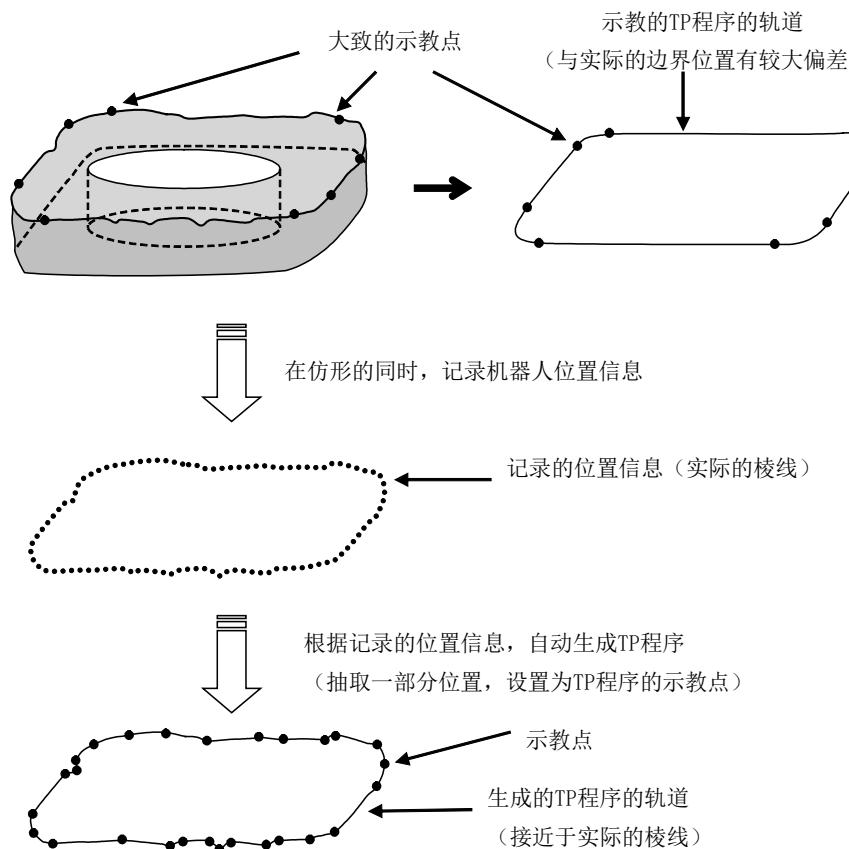


图 2 (a) TP 程序自动生成功能

◇ 本章的内容

- 2.1 记录位置并自动生成 TP 程序
- 2.2 参数的设置画面

注释

- 1 在程序执行时无法更改参数值。
- 2 可记录的位置的最大数，依赖于控制装置的可用空间。
- 3 要生成的 TP 程序的最大示教点数为 2000。

本功能的使用方法

- (1) 设置 TP 程序自动生成的参数（请参阅“辅助功能篇 2.2 参数的设置画面”）
- (2) 设置仿形功能的“高级参数设置”画面的“TP 程序自动生成开关”、“TP 程序自动生成参数表编号”和“位置取得条件”。（请参阅“基本功能篇 1.5.5 仿形功能的 1.5.5.6 参数”）
- (3) 仿形实际工件的形状，自动生成能够再现此轨道的 TP 程序。

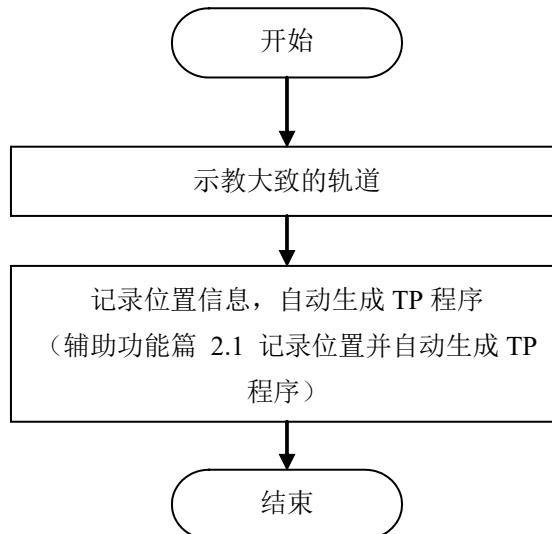


图 2 (b) TP 程序自动生成功能的使用方法 (1/2)

2.1 记录位置并自动生成 TP 程序

概要

利用力觉控制的仿形功能，在仿形工件期间记录位置，然后生成适合该轨道的 TP 程序。

注释

为了切实仿形工件，建议用户在曲线部分等处把记录位置时的仿形速度设置为 5mm/s 以下。

记录位置的 TP 程序自动生成步骤

- 1 创建 TP 程序“M_MAIN_01.TP”。
以下为“M_MAIN_01.TP”的程序例。

```

M_MAIN_01.TP

1:J  P[1] 30% FINE          ← 仿形的接近点
3:  FORCE CTRL[1:]          ← 仿形开始
  : ErrorLBL[0] ;           (设置参数表[1]为「仿形」)
4:L  P[2] 50mm/sec CNT100
5:L  P[3] 50mm/sec CNT100  }  示教的大致轨道
6:L  P[4] 50mm/sec CNT100
...
7:  FORCE CTRL[2:]          ← 仿形结束
  : ErrorLBL[0] ;           (设置参数表[2]为「仿形结束」)
8:  9:L  P[5] 50mm/sec FINE  ← 仿形的离开点

[END]
  
```

注释

利用“M_MAIN_01.TP”基于大致的示教点和力觉控制的仿形功能仿形工件。其中，也指定了开始记录位置的点和结束记录位置的点。

- 2 打开力觉控制的参数表设置画面。（“DATA”->F1“类型”->“力觉控制”）
- 3 选中 M_MAIN_01.TP 使用的力觉控制参数表设置编号，（本例中为 1），按下 F3“详细”。

- 4 按下 F5“高级”打开高级参数设置画面。
 - 5 把“TP 程序自动生成开关”切换到“ON”，并设置“TP 程序自动生成参数表编号”。关于参数表设置编号，请参照“辅助功能篇 2.2 参数的设置画面”。
 - 6 如有必要，设置“位置取得条件”。
 - 7 执行程序“M_MAIN_01.TP”，在仿形工件的同时记录位置。
- 位置记录结束后，将自动生成 TP 程序（文件名的标准值为 M_PROG_01.TP）。在 TP 程序的生成完成后，显示“已生成 M_PROG_01.TP 程序。”的信息。

 **注意**

- 1 位置记录的中途暂停后希望重新开始时，请结束程序，并从程序“M_MAIN_01.TP”的开头重新开始执行。
- 2 执行所生成的 TP 程序，机器人向各示教点移动时，请确认机器人是否与外围设备干涉。

2.2 参数的设置画面

可以从力觉传感器的实用工具画面来打开参数的设置画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)

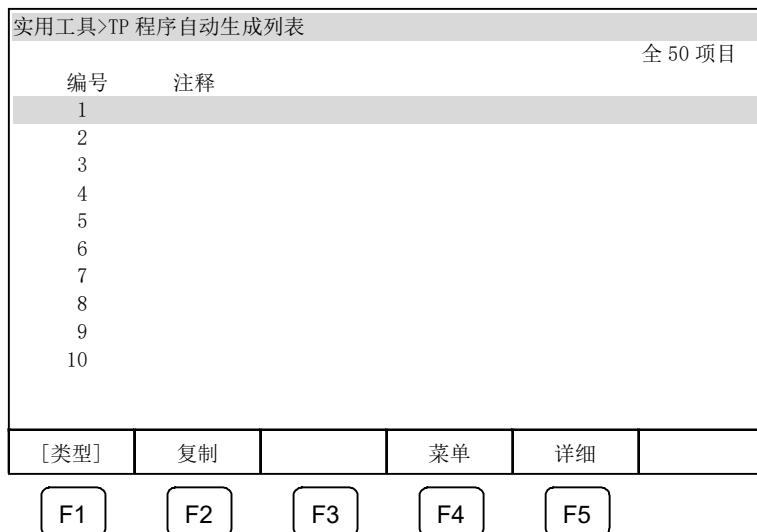
2.2.1 参数设置的列表画面

概要

从力觉传感器实用工具的“力觉传感器菜单”画面中显示“自动生成 TP 程序/列表”画面。

自动生成 TP 程序/列表画面的显示步骤

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“MENU”键。
显示菜单。
- 2 从菜单中选择“实用工具”→“力觉传感器”。
显示“力觉传感器菜单”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)
- 3 将光标移至“自动生成 TP 程序”，按下 F5“详细”。
显示“自动生成 TP 程序/列表”画面。
此画面上显示 50 个参数设置的编号和注释。



功能键

“自动生成 TP 程序/列表”画面的功能键如下所示。

表 2.2.1 功能键

按键	显示名	说明
F1	“类型”	切换至“自动生成 TP 程序/列表”画面以外的菜单。
F2	复制	将参数设置复制到其他编号中。 (TP 程序名、输出目的地的 DT 文件名和记录的位置不予复制。)
F4	菜单	显示力觉传感器实用工具的“菜单”画面。
F5	详细	打开“参数设置”的详细画面。

2.2.2 参数设置的详细画面

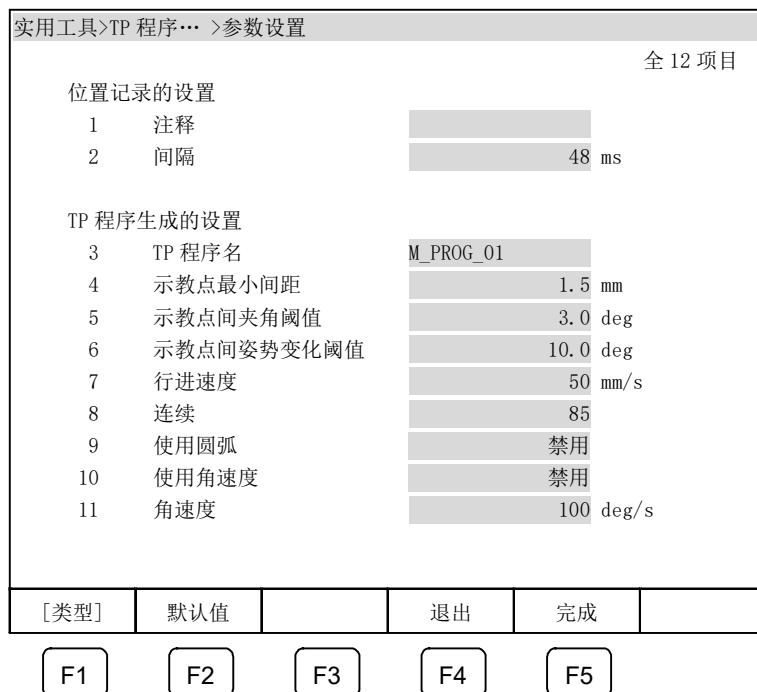
概要

从“自动生成 TP 程序/列表”画面中显示“参数设置”画面。

在“参数设置”画面中设置与 TP 程序生成和位置记录相关的参数。

参数设置画面的显示方法

- 1 显示“自动生成 TP 程序/列表”画面。
(请参阅“辅助功能篇 2.2.1 参数设置的列表画面”。)
- 2 将光标移至需显示的参数编号，按下 F5“详细”。
显示“参数设置”画面。



可以在“参数设置”画面上，设置 TP 程序生成和与位置记录相关的参数。

表 2.2.2 (a) TP 程序自动生成用参数设置画面

项目	说明
位置记录的设置	注释 参数设置说明。
	间隔 位置记录的取样周期。 标准值：48ms

项目		说明
TP 程序生成的设置	TP 程序名	生成的 TP 程序名。 标准值: M_PROG_** “**”表示参数设置的编号。
	示教点最小间距	生成的 TP 程序中相邻示教点的距离的最小值。若减小此值，则在曲线部分示教点数会增加，从而接近实际的工件形状。 标准值: 1.5 mm 注释 请把示教点间最小间距设置为不超过工件的拐角部的最小曲率半径。
	示教点间夹角阈值	生成的 TP 程序中连续的 3 个示教点的角度的最小值。若减小此值，则在曲线部分示教点数会增加，从而接近实际的工件形状。 标准值: 3.0 deg
	示教点间姿势变化阈值	生成的 TP 程序中连续 2 点的姿势角的变动量的最小值。若减小此值，则在曲线部分示教点数会增加，从而接近实际的工件形状。 标准值: 10.0 deg
	行进速度	生成的 TP 程序的示教速度。 标准值: 50 mm/s
	连续	直线或者圆弧运动的连续值。 标准值: 85
	使用圆弧	拐角部等处是否使用圆弧命令的开关。 <ul style="list-style-type: none">禁用: 在所有的示教点使用直线命令。启用: 在拐角部使用圆弧命令。 本功能将会自动判断是否为拐角部。 标准值: 禁用
	使用角速度	拐角部等处是否使用角速度的开关。 <ul style="list-style-type: none">禁用: 在拐角部不使用下述“角速度”。启用: 在拐角部使用下述“角速度”。 本功能将会自动判断是否为拐角部。 标准值: 禁用 注释 启用“使用角速度”时，请根据工件的拐角部的曲率半径设置拐角部角速度。
	角速度	拐角部的 TP 程序的角速度。 在“使用角速度”为“启用”时，且拐角部等工具姿势大幅变化时使用。 标准值: 100 deg/s

功能键

“参数设置”画面的功能键如下所示。

表 2.2.2 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换至“参数设置”画面以外的菜单。
F2	默认值	将参数值设置为默认值。
F4	退出	返回“自动生成 TP 程序/列表”画面。
F5	完成	显示力觉传感器实用工具的“菜单”画面。

3 工件质量测量功能

本功能使用力觉传感器，对机器人抓住或者吸附的工件质量进行测量。由于在机器人运动中进行测量，因而对作业的循环时间不会产生影响。

在测得的质量与标准值有显著不同时，将其判断为不良品，或者可在判断吸附机械手尚未抓取规定个数以上的工件时使用。

◇ 本章的内容

- 3.1 工件质量测量功能
- 3.2 工件质量补偿功能

注

- 测量工件质量时，如果力觉传感器的法兰面处于水平状态且工件与机械手的重心位于力觉传感器法兰面的中心轴上（图 3(a)），则请使用"3.1 工件质量测量功能"。
- 测量工件质量时，如果力觉传感器的法兰面未处于水平状态或工件与机械手的重心偏离力觉传感器法兰面的中心轴（图 3(b)），则请使用"3.2 工件质量补偿功能"。

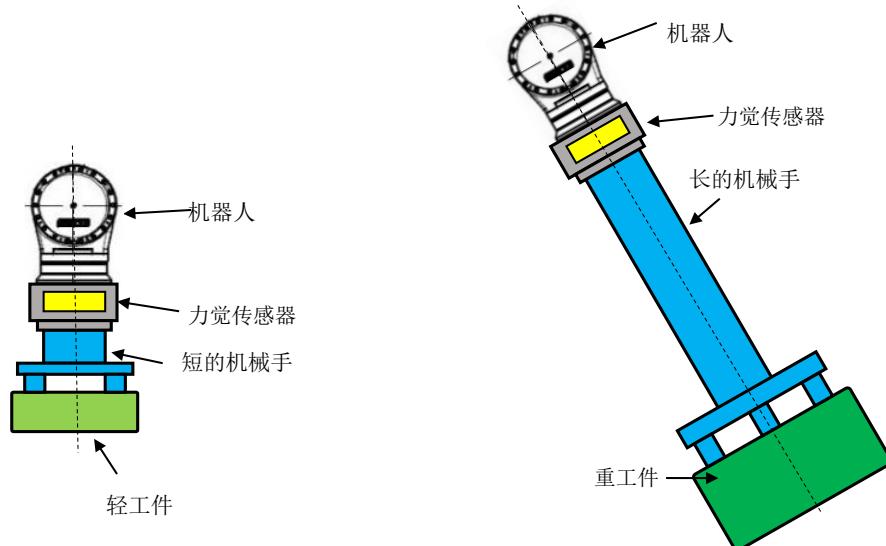


图 3(a) 测量工件质量

图 3(b) 补偿工件质量

3.1 工件质量测量功能

3.1.1 概要与使用方法

3

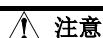
概要

工件质量测量功能由 2 个步骤构成。

即在尚未抓取工件的状态下进行的“基准值测量”、和在抓住或吸附工件后进行的“质量测量”。从这 2 个测量值的差值计算工件的质量。

计算出的工件质量将被写入指定的数值寄存器中，因而可使用该值来进行不良品的判断。

通过在去抓取工件的动作中进行“基准值测量”，在抓取了工件后进行“质量测量”，因而质量测量几乎不再需要延长机器人的程序工时。



注意

测量期间，请以一定速度进行直线路径动作。加减速期间或路径包括曲线时，获得的质量误差会增大。

工件质量测量功能的使用方法

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“MENU”键。
显示菜单。
- 2 从菜单中选择“实用工具”→“力觉传感器”。
显示“力觉传感器菜单”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具画面”。)
- 3 将光标移至“工件质量测量”，按下 F5“详细”。
显示“工件质量测量设置”画面。
- 4 由“工件质量测量设置”设置测量的参数。
(请参阅“辅助功能篇 3.2 工件质量测量的设置画面”。)
- 5 创建用于质量测量的 TP 程序。
对用于“基准值测量”的动作、和用于“质量测量”的动作进行示教，在动作指令中追加测量用的附加命令。
※ 如上所述，使得进行测量的区间成为直线轨道。
(请参阅“辅助功能篇 3.4 TP 程序例”。)
- 6 在未抓取工件的状态下进行“基准值测量”的设置。

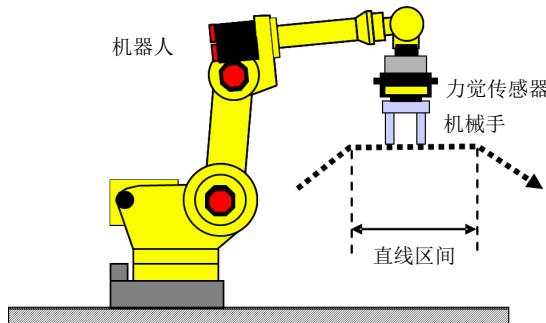


图 3.1 (a) 基准值测量（尚未抓取工件）

- 7 在已抓取工件的状态下进行“质量测量”。

使用步骤 6 中获得的基准值自动计算工件质量，并写入到参数设置画面上所指定的数值寄存器中。

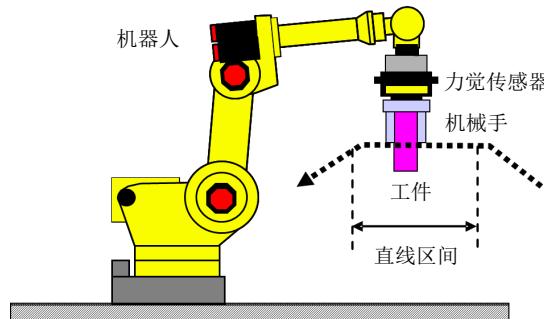


图 3.1 (b) 质量测量 (已抓取工件)

注释

此外，在结果画面上显示工件质量、测量时间、力的变化范围、标准偏差。获得的质量不正确时，参考这里显示的信息对动作程序进行微调整。

(请参阅“辅助功能篇 3.1.3 工件质量测量的结果画面”、“辅助功能篇 3.1.5 不能获得正确的质量时”。)

8 按下 F3“测量结果”。

显示“工件质量测量结果”画面。

“工件质量测量结果”画面中显示工件质量、测量时间、力的变化范围、标准偏差。

⚠ 注意

- 不仅要针对每个工件每次执行“质量测量”，而且还要执行“基准值测量”。若在只求取一次基准值后一直继续使用该值，有时质量误差将会增大。
- 在“基准值测量”动作和“质量测量”动作中，要使得机器人手腕的姿势相同。此外，在测量中途要保持姿势不变。
- 3 轴力觉传感器时，要在力觉传感器的 Z 方向与重力方向一致的姿势下使其动作。6 轴力觉传感器时，只要中途没有变化，可以使用任意的姿势。

3.1.2 工件质量测量的设置画面

概要

在设置画面上设置用于质量测量所需的参数。

工件质量测量设置画面的显示步骤

1 在机器人控制装置的示教器上按下“画面选择”键。

显示菜单。

2 从菜单中选择“实用工具”→“力觉传感器”。

显示“力觉传感器菜单”画面。

(请参阅“辅助功能篇 3 工件质量测量功能”。)

3 将光标移至“工件质量测量”，按下 F5“详细”。

显示“工件质量测量设置”画面。



注释

在已经打开了“质量测量结果”画面中说明的结果画面时，只要按下 F3“设置”就可以打开。

表 3.1.2 (a) “质量测量设置”画面

项目	说明
“质量测量开关”	进行质量测量时，请将此开关置于“ON”。 但是，在变更如下的“基准值测量的数值寄存器编号”、“质量测量的数值寄存器编号”、“测量结果的数值寄存器编号”值时，要在此开关处于“OFF”的状态下进行。 此开关为“ON”时，将根据如下的“基准值测量的数值寄存器编号”、“质量测量的数值寄存器编号”的值进行实际的质量测量。 “标准值： OFF”
“基准值测量的数值寄存器编号”	指定用来决定基准值测量状态的数值寄存器编号。 如“3.4 TP 程序例”中所示，此寄存器成为“1”时开始基准值测量，成为“2”时结束基准值测量。基准值的计算完成后，本功能将此寄存器值设为“3”。请在尚未抓取工件的状态时以测量基准值的方式创建程序。 (请参阅“辅助功能篇 3.1.4 TP 程序例”。) “标准值： 0”
“质量测量的数值寄存器编号”	指定用来决定质量测量状态的数值寄存器编号。 如“3.4 TP 程序例”中所示，此寄存器成为“1”时开始质量测量，成为“2”时结束质量测量。质量的计算完成后，本功能将此寄存器值设为“3”。请在已抓取工件的状态时以测量质量的方式创建程序。 (请参阅“辅助功能篇 3.1.4 TP 程序例”。) “标准值： 0”
“测量结果的数值寄存器编号”	将计算得到的质量写入到由此编号所示的数值寄存器中。 “标准值： 0”
“获取数据的最长时间”	系基准值测量或者质量测量的最大时间。测量超过此时间时中断测量，根据其前所获得的数据计算质量，并写入到由“测量结果的数值寄存器编号”所示的寄存器中。 “标准值： 10”

注释

无法在程序执行时变更质量测量开关的设置。

功能键

“工件质量测量设置画面”的功能键如下所示。

表 3.1.2 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	“类型”	切换至“工件质量测量设置”画面以外的菜单。
F3	测量结果	切换到结果画面。 (请参阅“辅助功能篇 3.1.3 质量测量的结果画面”。)
F4	菜单	返回“力觉传感器的实用工具”画面。

3.1.3 工件质量测量的结果画面

概要

在结果画面上显示计算得到的质量和测量中的力平均值等项。

工件质量测量结果画面的显示步骤

- 1 显示“工件质量测量设置”画面。
(请参阅“辅助功能篇 3.1.2 工件质量测量的设置画面”。)
- 2 按下 F3“测量结果”。
显示“工件质量测量结果”画面。

实用工具>工件质量测量结果												
全 7 项目												
1 工件质量	0.43 kg											
2 基准值测量时间	1.24 sec											
3 质量测量时间	1.32 sec											
4 基准值测量时的力变化范围	Fx	0.5	Fy	1.7	Fz	2.0 N						
5 质量测量时的力变化范围	Fx	0.9	Fy	2.1	Fz	2.9 N						
6 基准值测量时的力标准偏差	Fx	0.4	Fy	0.3	Fz	0.4 N						
7 质量测量时的力标准偏差	Fx	0.2	Fy	0.3	Fz	0.3 N						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">[类型]</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;">测量设置</td> <td style="width: 15%;">菜单</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> </table>							[类型]		测量设置	菜单		
[类型]		测量设置	菜单									
F1	F2	F3	F4	F5								

表 3.1.3 (a) "质量测量结果"画面

项目	说明
"工件质量"	进行基准值测量和质量测量，显示计算得到的工件质量。 进行基准值测量和质量测量而计算得到的工件质量。与写入到由设置画面的"测量结果的数值寄存器编号"所指定的寄存器中的值相同。 "单位: kg"
"基准值测量时间"	通过"基准值测量"获得力觉传感器数据的实际时间。 *若此时间过短（0.3秒以下左右），工件质量的误差有可能增大。请延长测量中的直线轨道，或者减小移动速度。 "单位: sec"
"质量测量时间"	表示通过"质量测量"获得力觉传感器数据的实际时间。若此时间过短（0.3秒以下左右），工件质量的误差有可能增大。请延长测量中的直线轨道，或者减小移动速度。 "单位: sec"
"基准值测量时的力变化范围"（图 3.1.3）	表示在"基准值测量"时所获得的力觉数据（"Fx", "Fy", "Fz"）的最大值和最小值之差（图 3.3）。这些值越小，测量的质量将越正确。3轴力觉传感器时，只写入 "Fz"，而 "Fx", "Fy" 始终为 "0"。 "单位: N"
"质量测量时的力变化范围"（图 3.1.3）	表示在"质量测量"时所获得的力觉数据（"Fx", "Fy", "Fz"）的最大值和最小值之差（图 3.3）。这些值越小，测量的质量将越正确。3轴力觉传感器时，只写入 "Fz"，而 "Fx", "Fy" 始终为 "0"。 "单位: N"
"基准值测量时的力标准偏差"（图 3.1.3）	表示在"基准值测量"时所获得的力觉数据（"Fx", "Fy", "Fz"）的标准偏差（图 3.3）。这些值越小，测量的质量将越正确。3轴力觉传感器时，只写入 "Fz"，而 "Fx", "Fy" 始终为 "0"。 "单位: N"
"质量测量时的力标准偏差"（图 3.1.3）	表示在"质量测量"时所获得的力觉数据（"Fx", "Fy", "Fz"）的标准偏差（图 3.3）。这些值越小，测量的质量将越正确。3轴力觉传感器时，只写入 "Fz"，而 "Fx", "Fy" 始终为 "0"。 "单位: N"

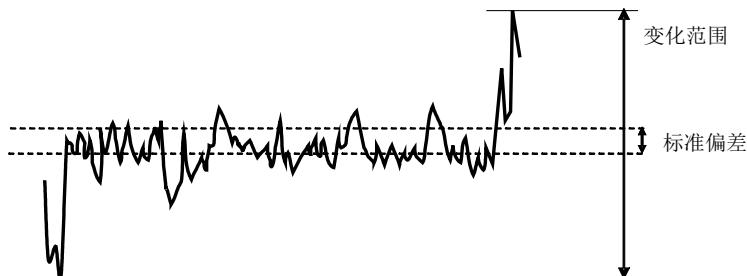


图 3.1.3 变化范围和标准偏差

功能键

“质量测量结果”画面的功能键如下所示。

表 3.1.3 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	“类型”	切换至“工件质量测量设置”画面以外的菜单。
F3	测量设置	切换到设置画面。 (请参阅“辅助功能篇 3.1.2 工件质量测量的设置画面”。)
F4	菜单	返回“力觉传感器的实用工具”画面。

3.1.4 TP 程序例

概要

本项说明 TP 程序例。

对水平面上的直线轨道进行示教。实际移动的轨道如图 3.1.4 (a) 和图 3.1.4 (b) 所示，由于在示教点附近包含曲线。

此例中为了只在直线部进行测量，在动作指令中附加先执行命令。

(有关先执行命令，请参阅“基本操作篇 操作说明书 (B-83284CM) 第 9 章的先执行命令功能章节”。)

基准值测量

从示教点 1 经由示教点 2、3 向示教点 4 移动
示教点 4 抓取工件。在示教点 2 和 3 之间进行测量。

以示教点 2 的后执行命令将寄存器设为 1

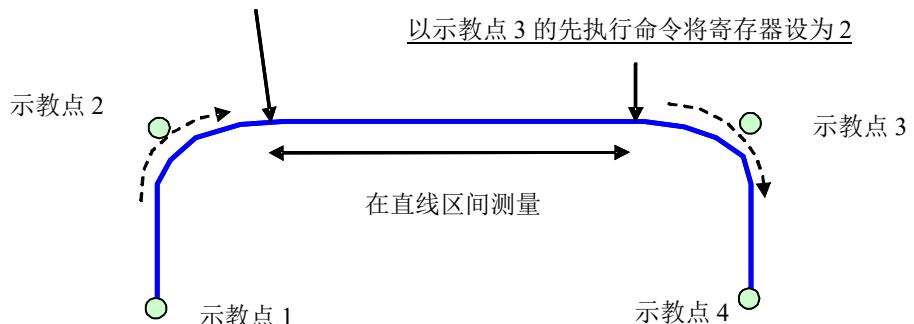


图 3.1.4 (a) 基准值测量例

质量测量

在示教点 4 抓取工件后，经由示教点 3、2 向示教点 1 移动。在示教点 1 放置工件。在示教点 3 和 2 之间进行测量。

以示教点 2 的先执行命令将寄存器设为 2

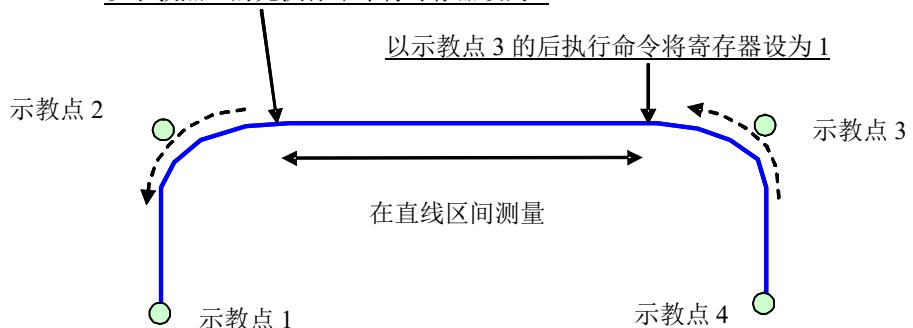


图 3.1.4 (b) 质量测量例

TP 程序例

图 3.1.4 (a) 和图 3.1.4 (b) 的动作的 TP 程序例如下所示。

预先在“质量测量设置”画面中，设置如下：

```

质量测量开关 = ON
基准值测量的数值寄存器编号 = 1
质量测量的数值寄存器编号 = 2
测量结果的数值寄存器编号 = 3

```

主程序

基准值测量（尚未抓取工件）

```

1 L P[1] 500mm/sec FINE
2 L P[2] 300mm/sec CNT100
    TA .20sec, CALL MEAS_ST(1)
3 L P[3] 300mm/sec CNT100
    TB .20sec, CALL MEAS_FN(1)
4 L P[4] 500mm/sec FINE
5 WAIT R[1] = 3

```

‘在点 2 的 0.2 秒后执行 MEAS_ST
‘R[1]=1
‘在点 3 的 0.2 秒前执行 MEAS_FN
‘R[1]=2
‘等待至计算基准值

抓取工件

```

.....

```

质量测量（已抓取工件）

```

11 L P[3] 300mm/sec CNT 100
    TA .20sec, CALL MEAS_ST(2)
12 L P[2] 300mm/sec CNT 100
    TB .20sec, CALL MEAS_FN(2)
13 L P[1] 500mm/sec FINE
14 WAIT R[2] = 3

```

‘在点 3 的 0.2 秒后执行 MEAS_ST
‘R[2]=1
‘在点 2 的 0.2 秒前执行 MEAS_FN
‘R[2]=2
‘等待至计算质量
‘将质量写入到 R[3]中

质量确认

```

21 IF R[3] < R[5 : Min],
    JMP LBL[10]
22 IF R[3] > R[6 : Max],
    JMP LBL[10]
    .....
31 LBL[10 : WRONG MASS]
32 UALM[1]

```

‘在 R[5]中设置质量的最小值
‘在 R[6]中设置质量的最大值
‘质量在范围外时进行报警处理

子程序

MEAS_ST.TP

```

1 R[100]=AR[1]
2 R[R[100]] = 1

```

‘开始数据获取

MEAS_FN.TP

```

1 R[100]=AR[1]
2 R[R[100]] = 2

```

‘结束数据获取

图 3.1.4 (c) TP 程序例

3.1.5 不能获得正确的质量时

求得的质量误差较大，或者每次测量结果都大幅度偏离时，请确认以下项目。

(1) 工件・机器人・外围设备的确认事项

- 动作中工件以及机器人没有接触到周围的物体。
- 力觉传感器电缆上没有施加过大的负载。

(2) 工件质量测量时的确认事项

- “基准值测量”和“质量测量”的动作为水平面上的直线轨道。
- 对各工件分别执行“基准值测量”、“质量测量”。
不仅已针对每个工件执行“质量测量”，而且已执行“基准值测量”。并且不只是一次求取基准值，之后继续使用相同的值。
- “基准值测量”和“质量测量”的动作中的机器人手腕的姿势相同，在中途姿势不变。
- 3轴力觉传感器时，在沿着“基准值测量”和“质量测量”的直线轨道动作中使得力觉传感器的Z方向与重力方向保持一致。
※ 6轴力觉传感器时，只要中途没有变化，可以使用任意的姿势。
- 要在机器人静止期间执行“基准值测量”或“质量测量”时，请确认测量期间电机处于励磁状态。如果测量中途励磁消失，“基准值测量”与“质量测量”中的一方进行励磁或另一方励磁消失，则可能会对计算的质量结果产生影响。测量中途励磁消失时，请缩短基准值测量时间或质量测量时间。

(3) “工件质量测量结果”画面的确认事项

- 结果画面的“基准值测量时间”和“质量测量时间”过小时（0.3秒以下左右）误差有时会增大。请延长直线部，或者放慢动作速度。
- 结果画面的“基准值测量时的力变化范围”、“质量测量时的力变化范围”表示沿着直线轨道动作中的力的最大值和最小值之差（单位：N）。变化范围 / 9.8 和质量（单位：Kg）相比是不可忽略的大小时，测量中有可能也包含有加减速动作（见图 3.1.5 (a)、图 3.1.5 (b)）。以上一节的 TP 程序例而言，请延长先执行命令的执行开始时间（0.2sec）。但是若执行开始时间过长，测量区间就会缩短，请予注意。

（请参阅“辅助功能篇 3.1.4 TP 程序例”。）



图 3.1.5 (a) 包含加减速区间的测量



图 3.1.5 (b) 不包含加减速区间的测量

- 结果画面的“基准值测量时的力标准偏差”、“质量测量时的力标准偏差”。标准偏差 / 9.8 与质量（单位：Kg）相比是不可忽略的大小时，有可能在测量中机器人发生振动，或尚未成为直线轨道。

3.2 工件质量补偿功能

3.2.1 概要与使用方法

概要

可利用本节说明的工件质量补偿功能，根据实际使用机械手与工件进行质量补偿，以计算更准确的工件质量。（图 3.2(a)）

主要在下述情况时有效。

- 测量工件质量时，力觉传感器法兰未处于水平状态或工件与机械手的重心偏离力觉传感器法兰面的中心轴时。

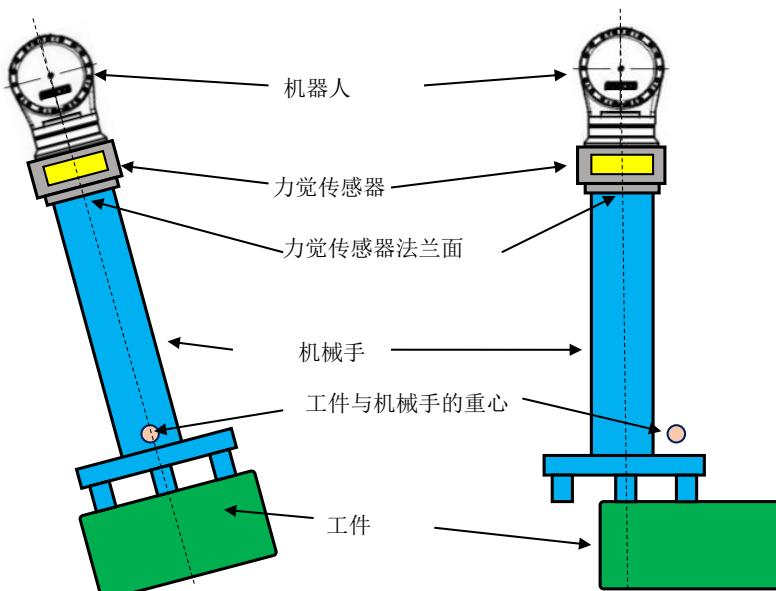


图 3.2.1(a) 质量补偿

下述软件版本支持此功能。

- 7DF1/34 以后
- 7DF3/15 以后
- 7DF5/11 以后

注

- 动作期间，请确认工件与机器人是否接触周围的物体。
- 请确认未向力觉传感器电缆施加过大的负载。

工件质量测量功能的使用方法

此功能分 2 步执行。

- (1) 补偿数据的求出步骤 → 请参阅 3.2.2
- (2) 工件质量的求出步骤 → 请参阅 3.2.3

注

要获取准确的质量补偿结果时，需要满足下述 2 个条件。

- 机械手的重心应位于力觉传感器的中心轴上或其附近。（图 3.2.1(b)）
- 求出 3.2.2 的补偿数据时，应准备质量测量用工件样品，并确保此时的工件重心位于力觉传感器的中心轴上或其附近。（图 3.2.1(b)）

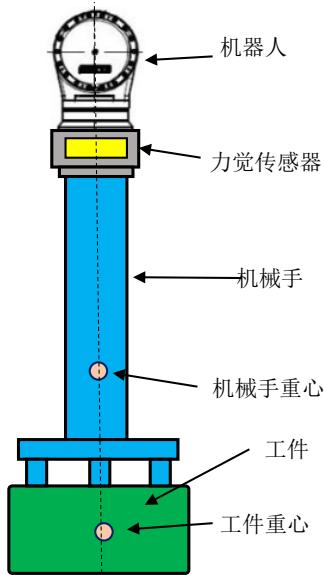


图 3.2.1(b) 质量测量

3.2.2 获取工件质量测量用补偿数据

作为测量并补偿工件质量之前的准备，需要将机器人移动到数十个指定位置以获取质量补偿数据。

详细步骤如下所示。

- (1) 请获取机械手与工件的准确重量（单位：N）。请利用图纸值或利用秤等测量进行求出。
- (2) 将 TP 示例程序"FS_CLB_HND.TP"复制到新程序（例."FS_CLB_HND1.TP"）中。
- (3) 打开 TP 程序"FS_CLB_HND1.TP"，将命令"CALL FSSETHAND(#)"的自变量"#"更改为仅机械手的重量。（单位：N）
- (4) 执行 TP 程序"FS_CLB_HND1.TP"，然后在未夹持工件的状态下移动机器人。（图 3.2.2(a)）
 - TP 程序"FS_MOV_##DEG.TP"(## = 5,15,30,45)与"FS_GET_F.TP"被调用，然后在 J4=0~45deg、J6=-180~180deg 之间缓慢移动机器人以获取力觉数据。
 - 机械手发生振动时，请尝试降低机器人的速度或延长 TP 程序 FS_GET_F.TP 中的待机时间。

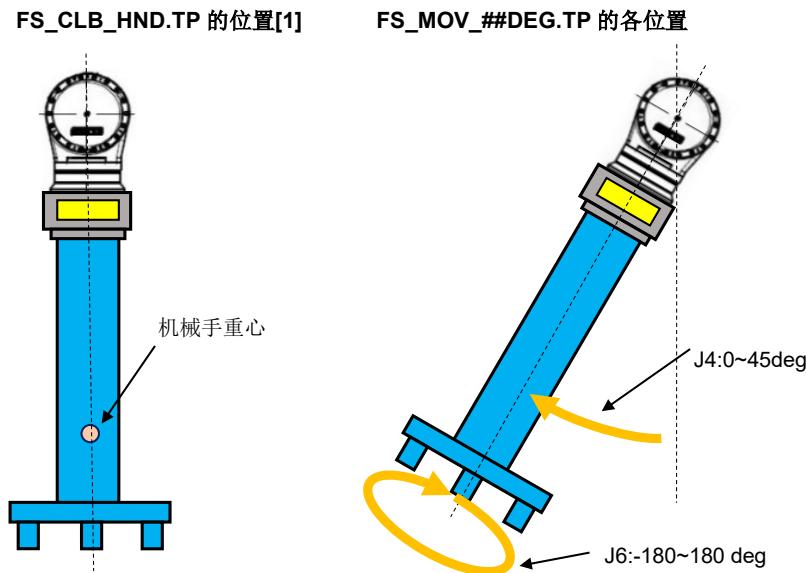


图 3.2.1(a) 在未夹持工件的状态下获取力觉数据

- (5) 将 TP 示例程序"FS_CLB_WRK.TP"复制到新程序（例."FS_CLB_WRK1.TP"）中。

- (6) 打开 FS_CLB_WRK1.TP, 然后将命令"CALL FSSETWORK(#)"的自变量"#"更改为机械手与工件的合计重量。
(单位: N)

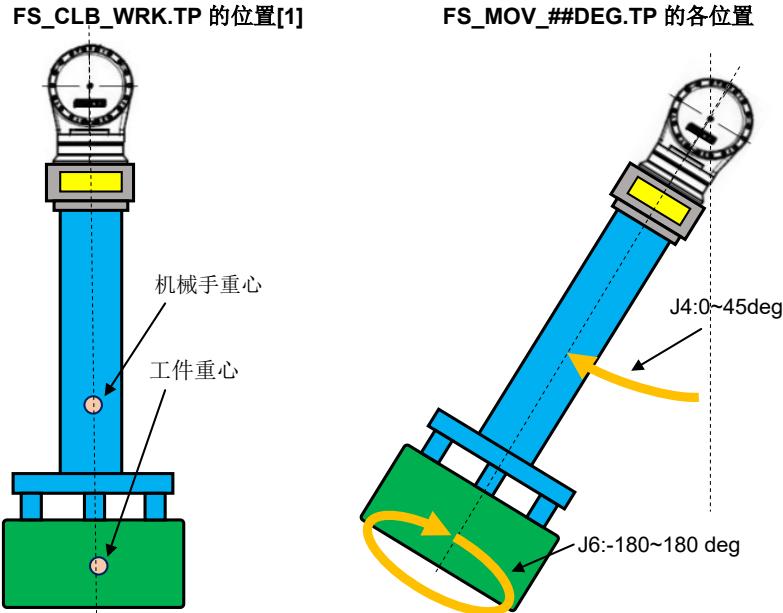


图 3.2.2(b) 在夹持工件的状态下获取力觉数据

- (7) 用机械手夹持工件样品, 在机器人移动到"FS_CLB_WRK1.TP"内的位置[1]时, 确认其重心位于力觉传感器中心轴的正下方。 (图 3.2.2(b))
- (8) 执行 FS_CLB_WRK1.TP 并调用"FS_MOV_##DEG.TP"(## = 5,15,30,45)与"FS_GET_F.TP", 然后在 J4=0~45deg、 J6=-180~180deg 之间缓慢移动机器人以获取力觉数据。 (图 3.2.2(b))
- 请在 J4=0deg 与 J4=45deg 之间确认 Mx 与 My 的力矩发生充分变化。 (如果不充分, 则可能无法获取正确的质量测量结果。)
 - 机械手或工件发生振动时, 请降低机器人的动作速度或延长 TP 程序 FS_GET_F.TP 中的待机时间。
 - 在 FS_CLB_WRK1.TP 的最后, 利用命令"CALL FSSETCLB"计算质量补偿数据并保存到机器人控制器中。即使对机器人控制器的电源进行 OFF/ON 操作或更新软件, 数据也不会消失。

注

- 步骤(1)~(8)需要在安装实际力觉传感器、传感器适配器、机械手的状态下, 针对各机器人系统执行一次。
- 但更换力觉传感器或力觉传感器适配器或重新安装时, 需要再次执行步骤(1)~(8)。

3.2.3 测量并补偿工件质量

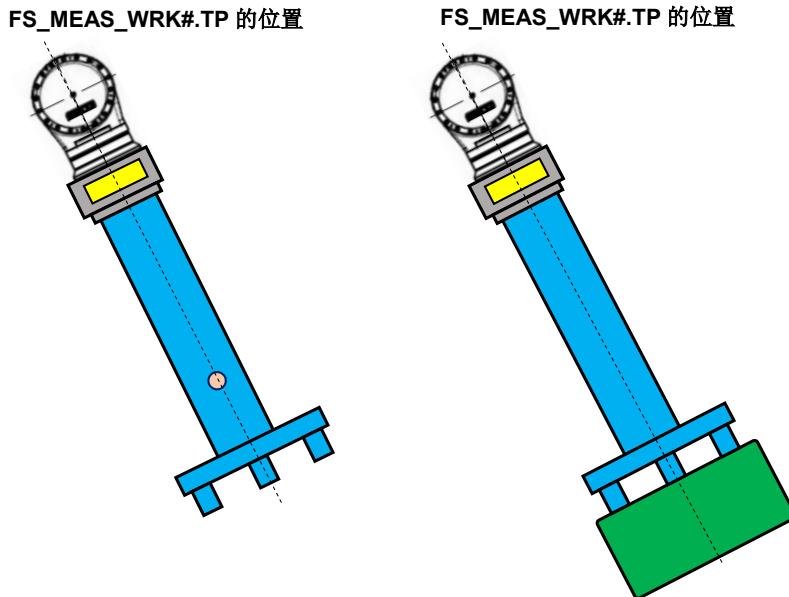
获取 3.2.2 的质量补偿数据之后, 按下述某种方法测量并补偿工件质量。

- 在不停止机器人的状态下获取已补偿的工件质量→ 请参阅 3.2.3.1
- 在停止机器人的状态下获取已补偿的工件质量→ 请参阅 3.2.3.2

3.2.3.1 在不停止机器人的状态下获取已补偿工件质量的方法

- ① 将机器人移动到工件附近。
- ② 将 TP 示例程序"FS_MEAS_WRK1.TP"复制到新程序中。 (例."FS_MEAS_WRK10.TP")
- ③ 打开"FS_MEAS_WRK10.TP", 在命令" L P[1] 200mm/sec CNT30 TB .20sec, CALL FSGRVINIT"的位置[1]上进行当前位置示教。执行命令"FSGRVINIT"时, 请确保机器人的速度保持恒定且进行直线动作。
- ④ 夹持工件, 然后使机器人上升。
- ⑤ 在命令" L P[2] 200mm/sec CNT30 TB .20sec, CALL FSGRVMEAS(#)"的位置[2]上进行当前位置示教。执行命令"FSGRVMEAS(#)"时, 请确保机器人的速度保持恒定且进行直线动作。
- ⑥ 请尽可能确保位置[2]与位置[1]的姿势保持相同。

- ⑦ 指定用于输出已对命令" L P[2] 200mm/sec CNT30 TB .20sec, CALL FS_GRVMEAS(#)"的寄存器编号"#"进行补偿的质量。
- ⑧ 如果执行"FS_MEAS_WRK10.TP"，则会获取已补偿的工件质量并输出到指定的寄存器编号中。



3

图 3.2.2 测量工件质量

3.2.3.2 在停止机器人的状态下获取已补偿工件质量的方法

- ① 将机器人移动到工件附近。
- ② 将 TP 示例程序"FS_MEAS_WRK2.TP"复制到新程序中。（例."FS_MEAS_WRK20.TP"
- ③ 打开"FS_MEAS_WRK20.TP"，然后在命令" L P[1] 200mm/sec FINE"的位置[1]上进行当前位置示教。
- ④ 夹持工件，然后使机器人上升。
- ⑤ 在命令" L P[2] 200mm/sec FINE"的位置[2]上进行当前位置示教。
- ⑥ 请尽可能确保位置[2]与位置[1]的姿势保持相同。
- ⑦ 指定用于输出已对命令"FS_GRVMEAS(#)"的寄存器编号"#"进行补偿的质量。
- ⑧ 如果执行"FS_MEAS_WRK20.TP"，则会获取已补偿的工件质量并输出到指定的寄存器编号中。

3.2.4 TP 程序示例与 KAREL 程序

3.2.4.1 TP 程序示例

TP 程序示例如下所示。

FS_CLB_HND.TP:

仅设置事先获取的机械手重量，然后在没有工件的状态下将机器人移动到数十个位置并记录力觉数据。

```

1: ! Set hand mass only,[N] ;
2: CALL FSSETHAND(constant) ; ← 设置机械手的重量(自变量"constant"、单位 N)
3: ;
4: J P[1] 10% FINE ; ← 移动机器人并记录力觉数据
5: WAIT 5.00(sec) ;
6: CALL FS_GET_F ;
7: ;
8: !J4_5deg ;
9: CALL FS_MOV_5DEG ;
10: ;

```

```

11: !J4_15deg ;
12: CALL FS_MOV_15DEG ;
13: ;
14: !J4_30deg ;
15: CALL FS_MOV_30DEG ;
16: ;
17: !J4_45deg ;
18: CALL FS_MOV_45DEG ;
19: ;
20: J P[1] 10% FINE ;
21: WAIT 5.00(sec) ;
22: CALL FS_GET_F ;

```

FS_CLB_WRK.TP

设置事先获取的机械手与工件的总重量，然后在带有工件样品的状态下将机器人移动到数十个位置并记录力觉数据。

```

1: ! Set hand+work mass [N] ;
2: CALL FSSETWORK(constant) ; ←设置机械手与工件的重量(自变量"constant"、单位 N)
3: ;
4: J P[1] 10% FINE ; ←移动机器人并记录力觉数据
5: WAIT 5.00(sec) ;
6: CALL FS_GET_F ;
7: ;
8: !J4_5deg ;
9: CALL FS_MOV_5DEG ;
10: ;
11: !J4_15deg ;
12: CALL FS_MOV_15DEG ;
13: ;
14: !J4_30deg ;
15: CALL FS_MOV_30DEG ;
16: ;
17: !J4_45deg ;
18: CALL FS_MOV_45DEG ;
19: ;
20: J P[1] 10% FINE ;
21: WAIT 5.00(sec) ;
22: CALL FS_GET_F ;
23: ;
24: !Calc Calib data ;
25: CALL FSSETCLB ; ← 计算补偿数据并保存到机器人控制器中

```

FS_MOV_##DEG.TP: (#=5, 15, 30, 45)

将机器人移动到 J1~J3, J4, J6=0, J5=0~90deg，然后移动到 J4=5~45deg、J6=-180~180 并记录力觉数据。

例. FS_MOVE_45DEG.TP

```

1: !J4_45DEG ;
2: J P[1] 10% FINE ;
3: WAIT 5.00(sec) ;
4: CALL FS_GET_F ;
5: J P[2] 10% FINE ;
6: CALL FS_GET_F ;
7: J P[3] 10% FINE ;
8: CALL FS_GET_F ;
...

```

FS_GET_F.TP:

记录力觉数据。

```
1: !Get force ;
2: WAIT 1.00(sec) ;
3: CALL FSSETFRC ;
```

FS_MEAS_WRK1.TP:

在不停止机器人的状态下测量工件质量。

```
1: ! Init Work Grv ;
2: L P[1] 200mm/sec CNT30 TB .20sec,CALL FSGRVINIT ; ←在到达位置[1]的 0.2 秒之前首先执行，然后调用
FSGRVINIT 以获取力觉初始值。 (位置[1]的值未示教)
3: ;
4: ! Load Workpiece here ;
5: ;
6: ;
7: ! Get Work Grv and output to Reg ;
8: L P[2] 200mm/sec CNT30 TB .20sec,CALL FSGRVMEAS(constant) ; ←在到达位置[2]的 0.2 秒之前首先执行，然后
调用 FSGRVMEAS 测量质量，并将结果输出到由"constant"指定的寄存器中。 (位置[2]的值未示教)
```

FS_MEAS_WRK2.TP:

在机器人停止期间测量工件质量。

```
1:L P[1] 200mm/sec FINE ; ←位置[1]的值未示教)
2: ! Init Work Grv ;
3: CALL FSGRVINIT ; ←在位置[1]CALLFSGRVINIT 以获取力觉初始值。
4: ;
5: ! Load Workpiece here ;
6: ;
7: ;
8:L P[2] 200mm/sec FINE ; ←位置[2]的值未示教)
9: ! Get Work Grv and output to Reg ;
10: CALL FSGRVMEAS(constant) ; ←在位置[2]调用 FSGRVMEAS 测量质量，然后将结果输出到由"constant"指定的寄
存器中。
```

3.2.4.2 KAREL 程序

3.2.4.1 的 TP 程序使用的 KAREL 程序(*.PC)如表 3.2.4.2 所示。

表 3.2.4.2 KAREL 程序

使用示例	说明
CALL FSSETHAND(#)	设置机械手重力 自变量#: 机械手重量、单位: N
CALL FSSETWORK(#)	设置机械手与工件的合计重量 自变量#: 机械手与工件的合计重量、单位: N
CALL FSSETFRC	获取力觉数据
CALL FSSETCLB	计算补偿系数并保存到机器人控制器中
CALL FSGRVINIT	获取机械手初始重量
CALL FSGRVMEAS(#)	获取工件质量并输出到指定的寄存器中 自变量#: 已补偿的工件质量 (单位: N) 输出用寄存器编号
CALL FSSETPRM(#1,#2)	更改参数，然后测量工件质量 第 1 个自变量"#1"为参数指标，第 2 个自变量"#2"为参数值。 ➤ 第 1 个自变量"#1"为"1"时，第 2 个自变量"#2"为 KAREL FSGRVINIT 与 FSGRVMEAS 的测量时间。 (单位: 秒) ➤ 第 1 个自变量"#1"为"2"时，第 2 个自变量"#2"为质量测量期间的 W 与 P 的总角 度变化容许值。 (单位: deg)

4 力觉传感器 4D 图形功能

本功能是将机器人、工具、部件等作为 3D 图形在 iPendant 上予以显示的“4D 图形功能”的一个子功能。

将 3D 图形模型上加入了机器人的内部数据（1D）的图形叫做 4D 图形，而这里的 4 维信息，是从力觉传感器获得的力觉数据。在 4D 图形的画面上，用线段来显示由力觉控制参数表所指定的工具坐标系原点在力觉控制执行中的轨迹和该位置处的力的大小。

可以一边与工件和工具的位置进行对照一边确认力觉控制中发生的力。

◇ 本章的内容

- 4.1 使用方法
- 4.2 选择力显示文件/力显示的设置画面
- 4.3 4D 图形画面

注释

- 1 要使用本功能，需要“4D 图形功能”（R764）。（确认“选项安装状态”画面中“4D 图形”显示为“已安装”。）
(请参阅“导入篇 3.1.3 选项安装状态画面”。)
- 2 执行本功能的操作时，若未安装“4D 图形功能”（R764）选项，将发生“FORC-454 未安装 4D 图形选项”的报警。请安装“4D 图形功能”（R764）选项。
(请参阅《选项功能 操作说明书》(B-83284CM-2)。)

4.1 使用方法

概要

力觉传感器“4D 图形功能”的使用方法如下所示。此功能的画面，由力显示的设置画面和 4D 图形画面构成。画面分为左右双屏幕显示。

右画面（“4D 图形”画面）为自动显示。

左画面中显示“选择力显示文件/力显示的设置”画面。

注释

- 本功能使用由“力觉数据日志功能”生成的力觉数据文件。
(请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)

以下为“4D 图形力显示”画面的显示步骤。

4D 图形力显示画面的显示步骤

- 1 首先，请利用“力觉数据日志功能”，记录力觉控制执行中的力觉数据。本功能使用“力觉数据日志功能”下生成的力觉数据文件。
(请参阅“基本功能篇 2.3 力觉数据日志功能”。)
- 2 在机器人控制装置的示教器上按下“MENU”键。
显示菜单。
- 3 从菜单中选择“实用工具”→“力觉传感器”。
显示“力觉传感器菜单”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)
- 4 将光标移至“4D 图形”，按下 F5“详细”。
“4D 图形力显示”画面分为左右双屏幕显示。
- 5 在左画面（“选择力显示文件/力显示的设置”画面）中设置参数。
(请参阅“辅助功能篇 4.2 选择力显示文件/力显示的设置画面”。)
- 6 在右画面（“4D 图形”画面）中确认力觉数据。
(请参阅“辅助功能篇 4.3 4D 图形画面”。)

4.2 选择力显示文件/力显示的设置画面

概要

通过如下步骤打开用于力显示的设置画面，设置所需的参数。

在“4D 图形力显示”画面（“选择力显示文件/力显示的设置”画面）中进行设置。

（请参阅“辅助功能篇 4.1 使用方法”。）

设置项目分为“选择力显示文件”和“力显示的设置”2 个项目，可分别设置各个项目。

选择力显示文件/力显示的设置画面的设置步骤

4

1 显示“4D 图形力显示”画面。

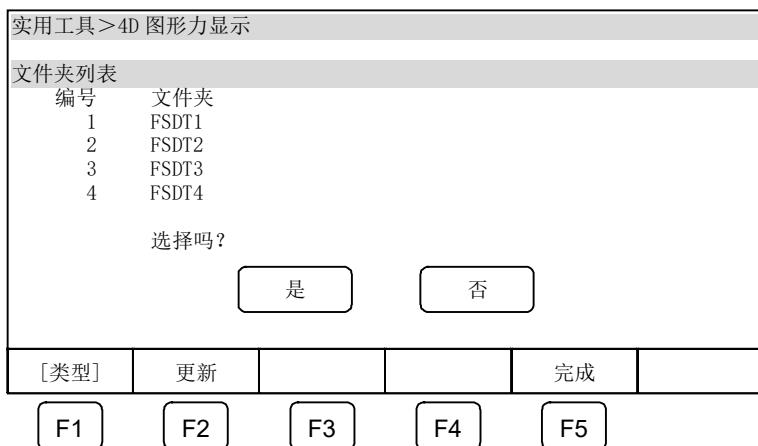
（请参阅“辅助功能篇 4.1 使用方法”。）

显示“选择力显示文件/力显示的设置”画面。



2 将光标移至“文件夹”，按下 F3“文件”。

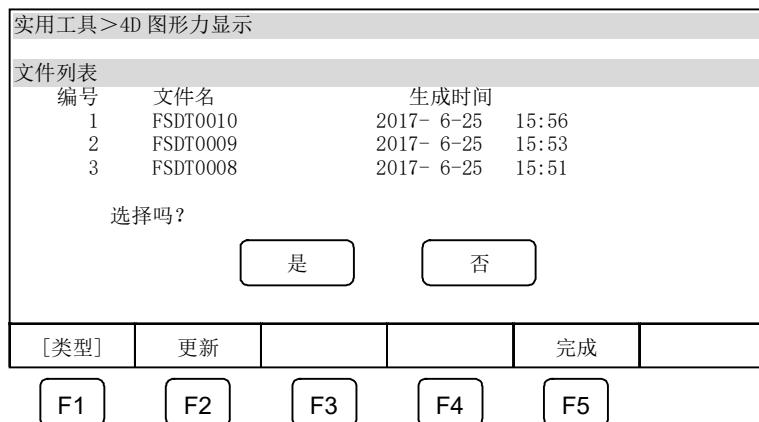
显示“选择力显示文件”的“文件夹列表”画面。



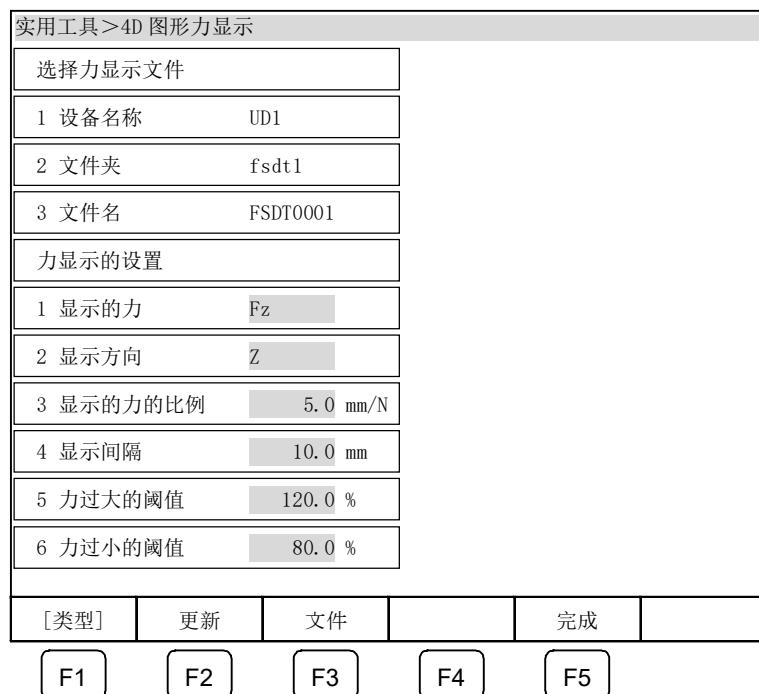
3 将光标移至力显示所使用的文件夹，点击“是”。

显示“选择力显示文件/力显示的设置”画面。

- 4 将光标移至“文件名”，按下 F3“文件”。
显示“选择力显示文件”的“文件列表”画面。



- 5 将光标移至力显示所使用的文件，点击“是”。
显示“选择力显示文件/力显示的设置”画面。
6 在“选择力显示文件/力显示的设置”画面中设置“力显示的设置”的各项目。



- 7 按下 F5“完成”。

选择力显示文件

以下为“选择力显示文件”的设置项目。

表 4.2 (a) 选择力显示文件

项目	说明
“设备名称”	指定力觉数据文件所在的设备。从“MC:”（存储卡）或者“UD1:”（USB 存储器）中选择。 “标准值：MC:”
“文件夹”	在上述设备中指定力觉数据文件所在的文件夹名。 若将光标移至“文件夹”，按下 F3“文件”，将会按名称的升序显示设备中存在的文件夹的列表。也可以直接输入/变更文件夹名。 “标准值：FSDT1”

项目	说明
“文件名”	<p>请指定上述文件夹中的力觉数据文件名。</p> <p>若将光标移至“文件名”，按下 F3“文件”，将会按名称的降序显示文件夹中存在的文件（扩展名为“.DT”）的列表。“力觉数据日志功能”下生成的力觉数据文件，其新文件的名称中所包含的数字将会增大，因而是此顺序。也可以直接输入/变更文件名。</p> <p>* 若直接输入文件名，无需输入扩展名“.DT”。</p> <p>“标准值： FSDT ”</p>

注释

- 能够在画面上显示的文件夹数最多为 100 个。文件夹数超过 100 个时、或文件夹一个也没有时，会发生报警（FORC-455 或者 FORC-459）。
- 能够在画面上显示的文件数最多为 1000 个。扩展名为 DT 的文件超过 1000 个时、或一个也没有时，会发出报警（FORC-456 或者 FORC-459）。

力显示的设置

以下为“力显示的设置”的设置项目。

表 4.2 (b) 力显示的设置

项目	说明
显示的力	<p>选择显示哪个方向的力。选择项有 4 个，即“Fx”、“Fy”、“Fz”、“合力”。</p> <p>“X”、“Y”、“Z”的方向除了“仿形”功能以外的情况下，是由参数表数据所指定的用户坐标系的轴向。</p> <p>“仿形”功能的情况下，控制坐标系如果是工具坐标系时，则是由参数表数据所指定的工具坐标系的轴向；控制坐标系如果是用户坐标系，则是由参数表数据所指定的用户坐标系的轴向。</p> <p>但是，将“推压方向自动变化”设为“用户坐标系 X-Y”的时候“Fx”、“Fy”，将会成为与自动变更的推压方向配合的值。也就是说，参数表数据的“推压方向”为“±X”时，“Fx”为推压方向的力，“Fy”为与其垂直方向的力；参数表数据的“推压方向”为“±Y”时，“Fy”为推压方向的力，“Fx”为与其垂直方向的力。</p> <p>“合力”为 3 个方向的力的平方根，与力的大小相同。</p> <p>（请参阅“基本功能篇 1.5.5 仿形功能”。）</p> <p>“标准值： Fz ”</p>
显示方向	<p>选择在“4D 图形”画面的世界坐标系的哪个轴向，显示表示力的线段。从“X”、“Y”、“Z”中选择。</p> <p>请指定在画面内便于看清的方向。一般情况下建议用户采用与力觉控制执行中的工具坐标系原点的轨迹垂直或者接近垂直的方向。</p> <p>“标准值： Z ”</p>
显示的力的比例	<p>指定在“4D 图形”画面内的、表示力的线段的长度。</p> <p>表示以画面中几 mm 长的线来显示 1N 的力。</p> <p>“标准值： 1 mm/N ”</p>
显示间隔	<p>指定在“4D 图形”画面内的、表示力的线段的显示间隔。</p> <p>力觉数据文件中记录有工具坐标系原点的位置。显示间隔长度之间有多个数据时，显示其中力的大小的绝对值为最大的。</p> <p>“标准值： 10 mm ”</p>
力过大的阈值	<p>力的绝对值若大于（参数表数据的“装配力”或者“推压力”）×（力过大的阈值） / 100，则在“4D 图形”画面内以红色线段来显示该力。输入该阈值。</p> <p>“标准值： 120 % ”</p>
力过小的阈值	<p>力的绝对值若小于（参数表数据的“装配力”或者“推压力”）×（力过小的阈值） / 100，则在“4D 图形”画面内以白色线段来显示该力。输入该阈值。</p> <p>“标准值： 80 % ”</p>

注释

- 1 力的绝对值如果在“力过小的阈值”以上以及“力过大的阈值”以下，则以蓝色线段来显示该力。
- 2 软件版本为 7DC2/07 或更早版本的控制装置上所创建的力觉数据文件中，不管力的大小如何，始终以蓝色线段来显示。
- 3 仿形中使用变更推压力的功能变更了推压力的情况下，也使用参数表数据的“推压力”来确定线段的颜色。（请参阅“基本功能篇 1.5.5.7 仿形功能的其它功能”。）

功能键

功能键如下所示。

表 4.2 (c) 功能键

按键	显示名	说明
F1	类型	切换至“4D 图形力显示”画面以外的菜单。
F2	更新	“4D 图形”画面已经打开时，通过现在的参数设置更新“4D 图形”画面。“4D 图形”画面尚未打开时，则首先请打开此画面。 此外，iPendant 为 2 个画面或者 3 个画面时，若本设置画面被分配在右侧（第 2 个画面或者第 3 个画面），“更新”的字符将不予显示，也不进行 4D 图形画面的更新。 (请参阅“辅助功能篇 4.3 4D 图形画面”。)
F5	完成	返回“力觉传感器的实用工具”画面。

4.3 4D 图形画面**概要**

设置完参数后，打开“4D 图形”画面。

读取力觉传感器数据文件，显示力。

(请参阅“辅助功能篇 4.2 选择力显示文件/力显示的设置画面”。)

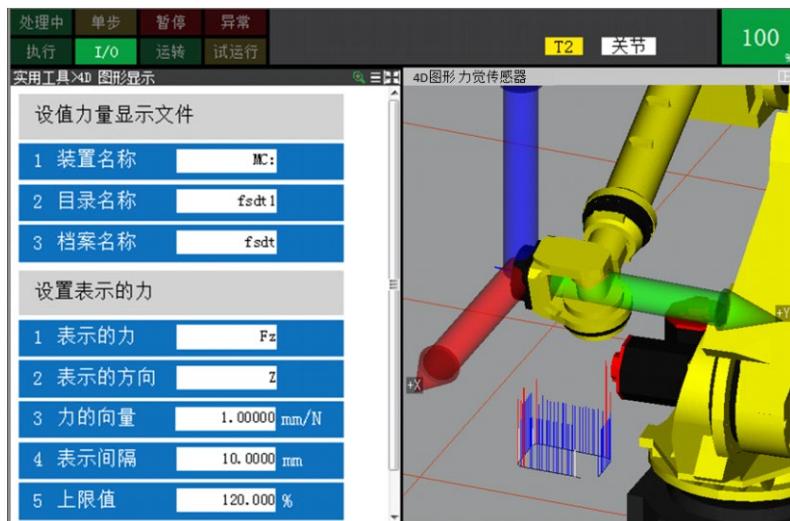
以黑色线条来表示由力觉控制参数表所指定的“工具坐标系”原点在力觉控制中的轨迹。

以蓝色、红色、白色中任何一种颜色的线段的长度来表示该位置处的力的大小。

红色线条表示超过“力过大的阈值”的部分，白色线条表示低于“力过小的阈值”的部分。

4D 图形画面的更新步骤

- 1 显示“4D 图形力显示”画面。
(请参阅“辅助功能篇 4.1 使用方法”。)
- 2 在“选择力显示文件/力显示的设置”画面中设置参数。
(请参阅“辅助功能篇 4.2 选择力显示文件/力显示的设置画面”。)
- 3 按下 F2“更新”。“4D 图形”画面将被更新。

**注释**

- 1 力觉传感器数据文件中尚未记录力觉数据时, 不显示力觉数据而发出报警 (FORC-457)。
- 2 能够显示的线段最大数为 500。第 501 个以后不予显示而发出报警 (FORC-458)。

维护篇

1 常见问题处理方法

1 常见问题处理方法

本章中说明了发生报警时应该采取的处理方法。

◇ 本章的内容

- 1. 1 所有报警都通用的处理方法
- 1. 2 发生了超时错误时
- 1. 3 发生了力的极限报警时
- 1. 4 执行力觉控制中机器人移动方向不正确时

1.1 所有报警都通用的处理方法

力觉控制中发生了报警时，首先请确认以下项目。

- (1) 工具坐标系和用户坐标系是否正确
(请参阅“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。)
- (2) 机械手是否紧紧抓住工件
(请参阅“基本功能篇 1.1 注意和限制事项”。)
- (3) 是否已正确示教了接近点
(请参阅“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。)
- (4) 确认机器人的零点标定数据是否正确。
请进行正交点动，确认机器人沿正确方向移动。

1.2 发生了超时错误时

在所设置的时间以内力觉控制没有结束时会发出报警。

- 装配中发生的是“FORC-264 插入超时错误”。
- 发生这些报警时，请按以下的步骤确认参数值。

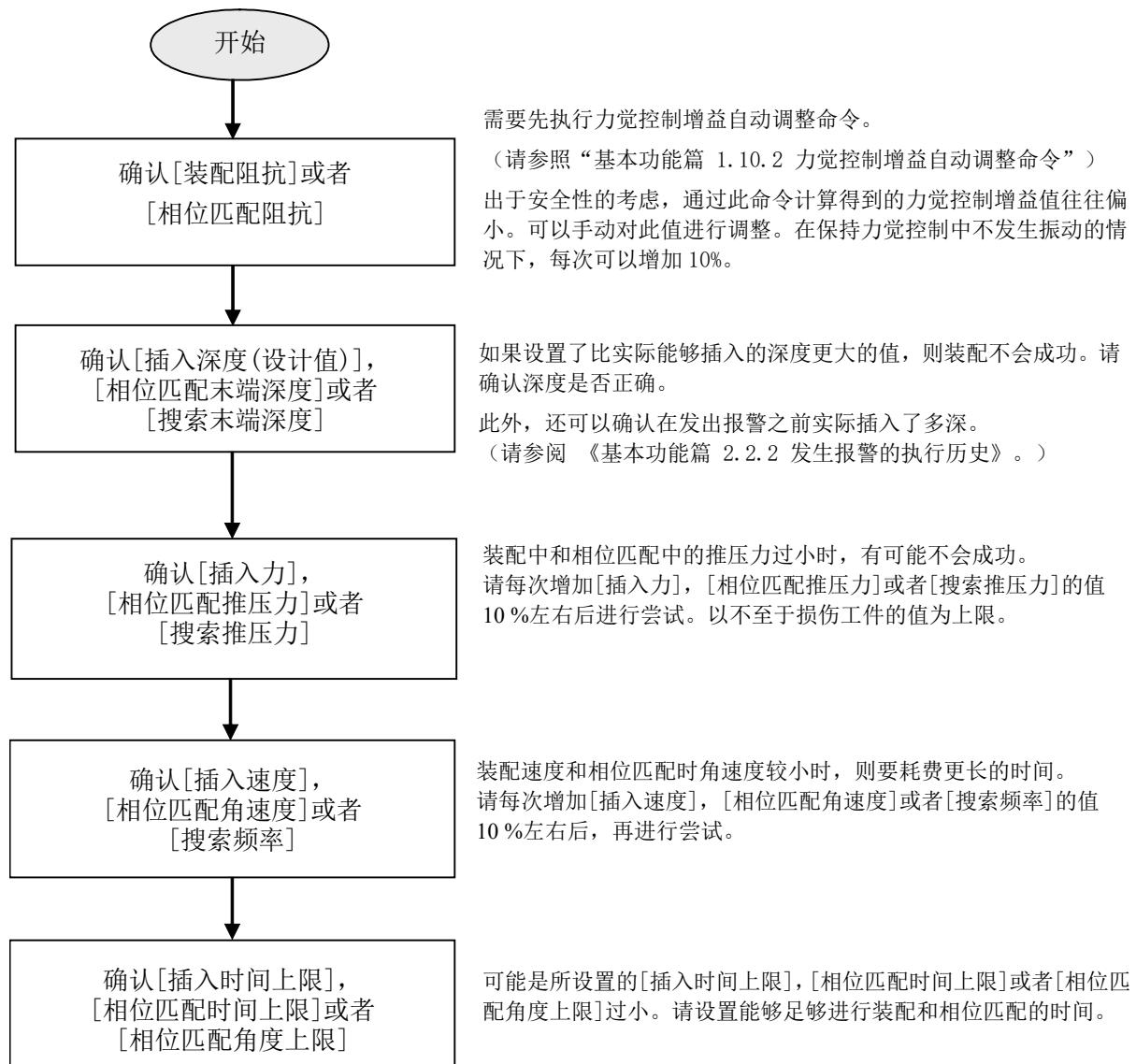


图 1.2 发生超时错误时

1.3 发生了力的极限报警时

对力觉传感器施加了过大的力时发生的报警包括 No. 158, 159 等几个种类。

(请参阅“附录 B 力觉控制报警代码”。)

在示教点之间移动中发生报警代码 No. 158/No. 159

不是在力觉控制命令中发生,而是在示教点之间移动中发生 No. 158 或者 No. 159 时,其原因可能是加减速引起的惯性力过大。请减小安装到力觉传感器上的工具的重量或力矩,或减小报警发生位置的动作速度或加速度。

在执行力觉控制命令时发生力的极限报警

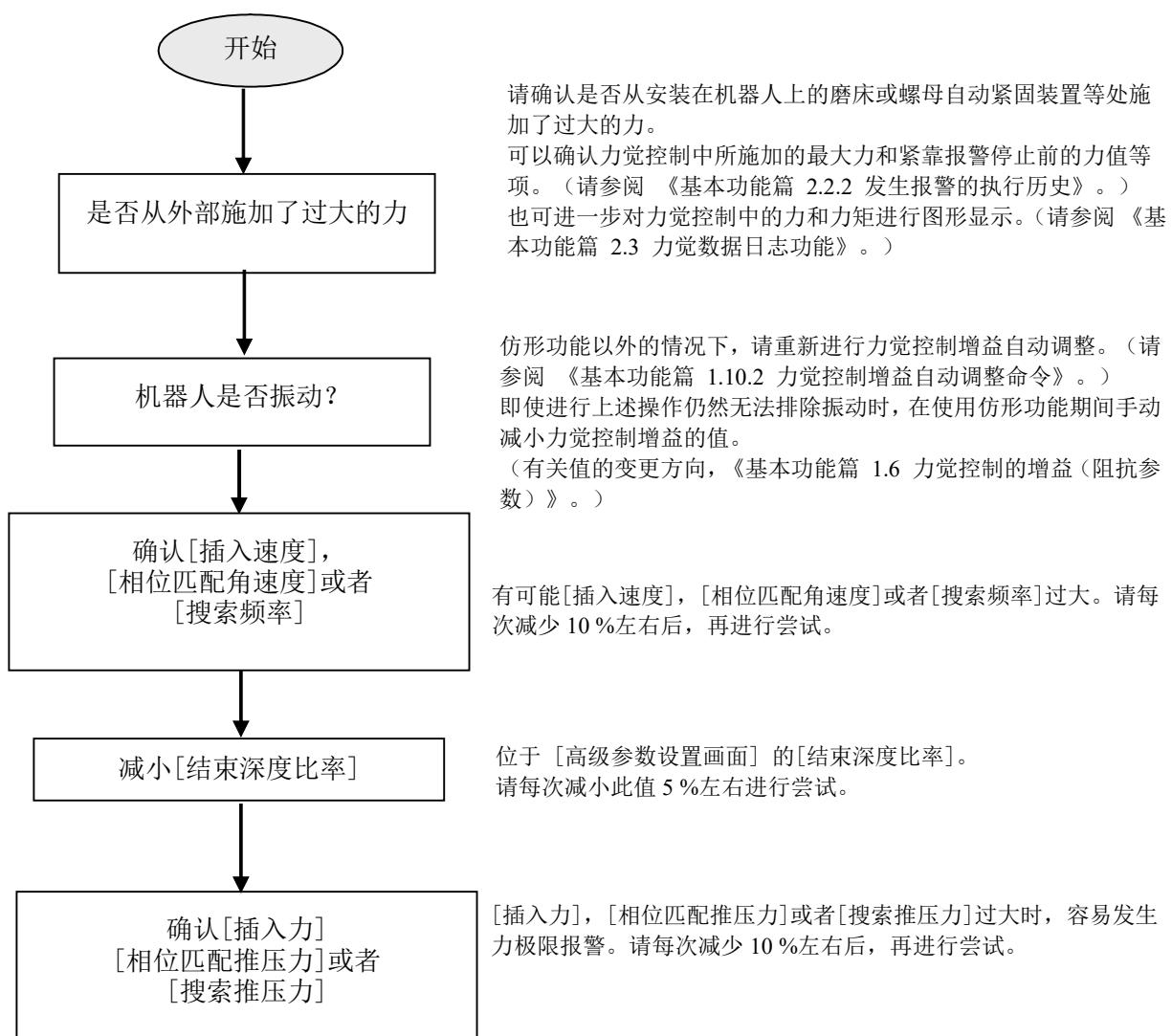


图 1.3 发生力的极限报警时

发生 FORC-216~FORC-221 的报警

发生了"FORC-216"~"FORC-221"的报警时,请增大高级参数设置画面上的力的上限。
需修改的值如下所示。

表 1.3 "FORC-216"~"FORC-221"的报警

报警	说明
216 号报警	增大[力极限]的"X"分量的值。
217 号报警	增大[力极限]的"Y"分量的值。
218 号报警	增大[力极限]的"Z"分量的值。
219 号报警	增大[力极限]的"W"分量的值。
220 号报警	增大[力极限]的"P"分量的值。
221 号报警	增大[力极限]的"R"分量的值。

1.4 执行力觉控制中机器人移动方向错误时

力觉控制中机器人向错误的方向移动时，确认以下项目。

- (1) 确认工具坐标系和用户坐标系是否正确。并确认参数表数据的工具坐标系编号和用户坐标系编号、推压方向。
(请参阅“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。)
- (2) 确认接近点的位置。确认接近点中工件未与任何物体接触。
(请参阅“基本功能篇 1.2 示教的步骤”。)
- (3) 确认连续执行多个力觉控制命令时，必须使用自定义功能。
(请参阅“基本功能篇 1.7 力觉控制命令的连续执行（自定义功能）”。)
- (4) 确认力觉传感器的安装。
 - 工厂出货时已安装力觉传感器时，未更改其位置。安装用螺栓未松动。
 - 自行安装力觉传感器时和安装方式为固定设置时，按正确的步骤安装。
(请参阅“导入篇 3 力觉传感器的安装”。)
- (5) 确认机器人的零点标定数据是否正确。
请进行正交点动，确认机器人沿正确方向移动。

附录

A

B

C

D

E

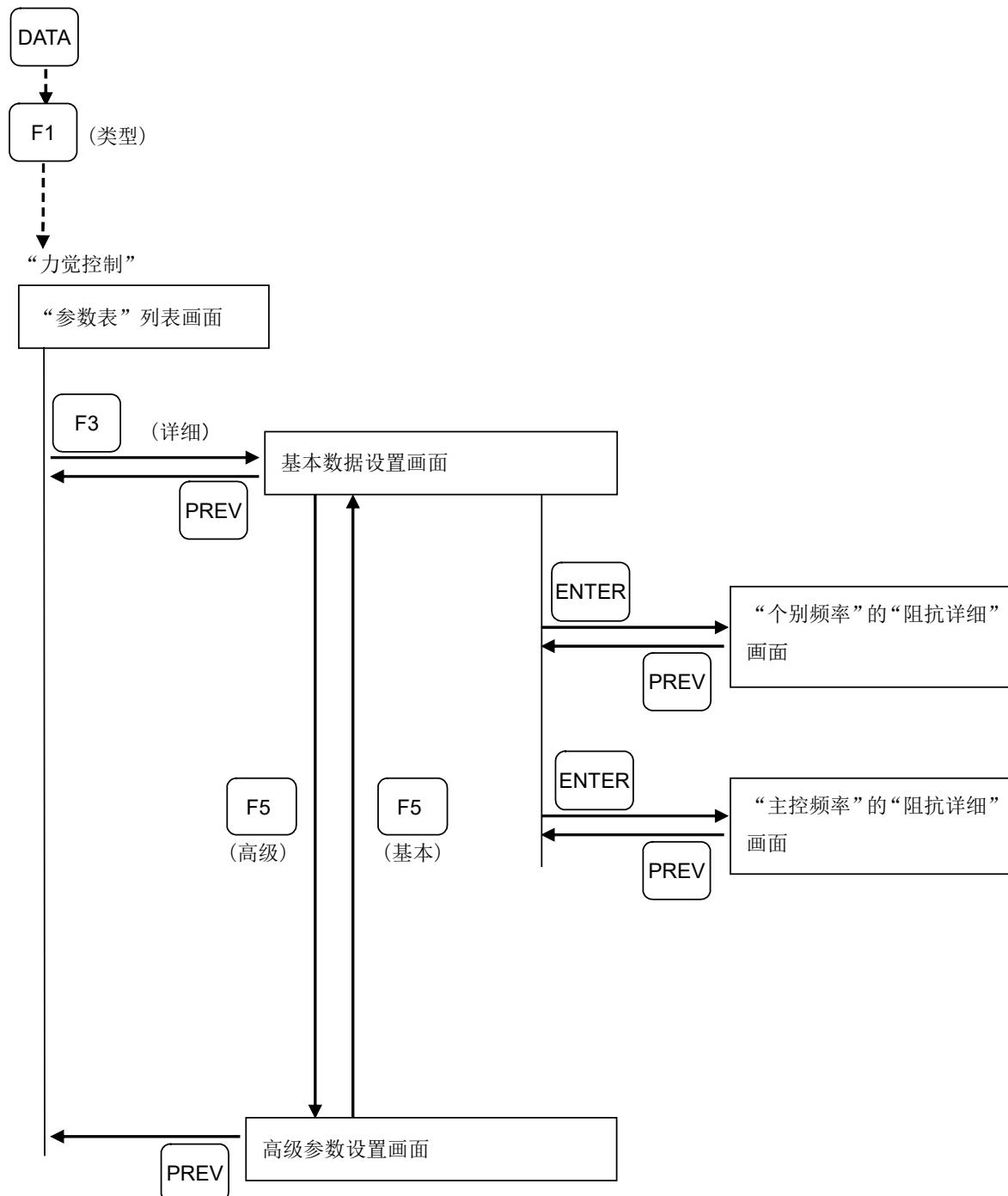
F

- A 力觉控制画面构成
- B 力觉控制报警代码
- C 力觉传感器安装方式设置功能
- D 力觉传感器和力觉控制的系统文件
- E 力觉数据显示功能(PC)
- F 非 FANUC 生产的力觉传感器

A 力觉控制画面构成

A

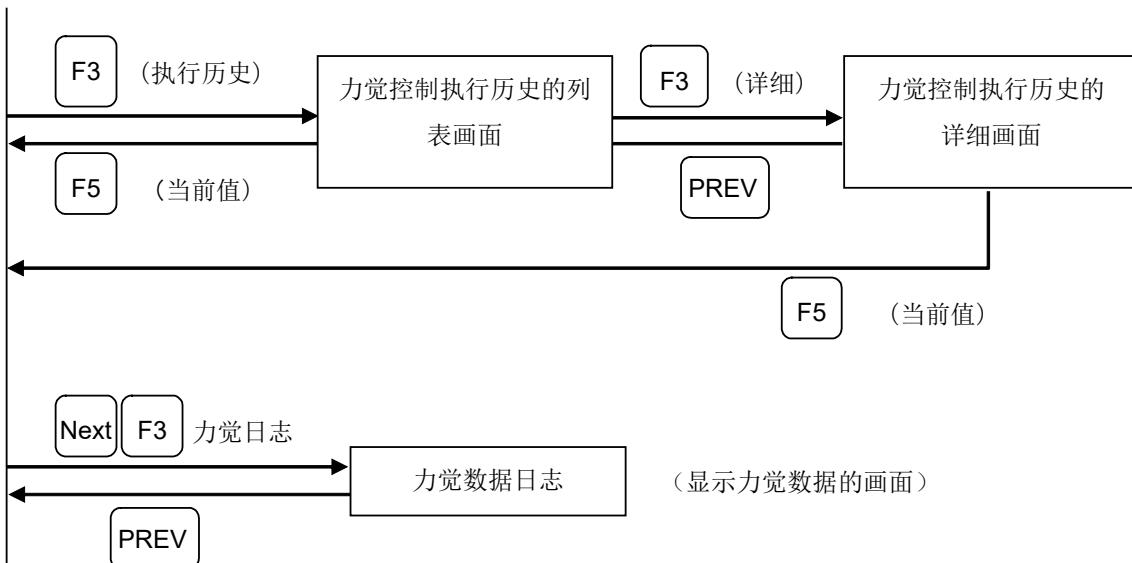
“参数表”画面



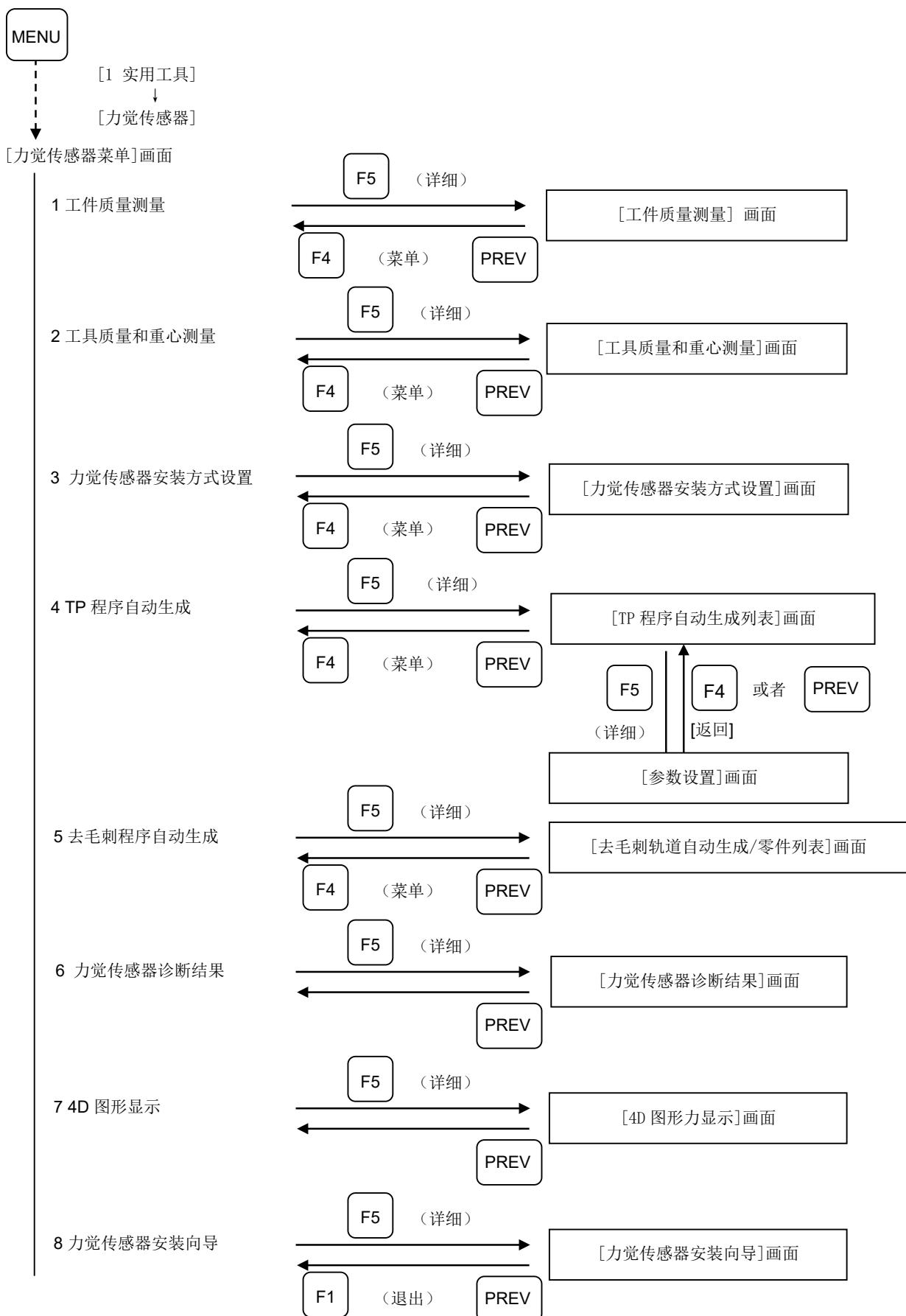
力觉传感器状态画面



力觉传感器当前值 (显示力觉传感器的当前值)



力觉传感器实用工具画面



B 力觉控制报警代码

发生了报警时, 请参考下面的报警代码列表。

注

发生了下表中未列举的报警时, 请向本公司咨询。

FORC-001 WARN 主板种类错误

原因	控制装置的主板不支持力觉传感器。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认控制装置的主板是否带有力觉传感器接口。 2 如果主板没有力觉传感器接口, 请更换为带有力觉传感器接口的主板。 3 如果由于不知道主板的型号等原因而不清楚是否带有力觉传感器接口, 请向本公司咨询。

FORC-004 SYSTEM 通讯错误

原因	软件内部的错误。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请重新启动电源。 2 即使这样操作后仍然发生报警时, 请更换控制装置的主板。 3 即使采取了上述对策而仍然发生报警时, 请向本公司咨询。

FORC-005 WARN 未校准机器人的零点

原因	机器人的零点校准未完成。力觉控制指令在零点标定未完成时无法执行。
对策	请执行零点校准。 (请参阅《操作说明书 (基本操作篇)》(B-83284CM)。)

FORC-006 WARN 传感器电路板禁用 2

原因	软件内部错误。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请重新启动电源。 2 即使这样操作后仍然发生报警时, 请更换控制装置的主板。 3 即使采取了上述对策后, 仍然发生报警时, 请向本公司咨询。

FORC-007 WARN 内存初始化错误

原因	这是与软件内部的内存初始化相关的错误。可能是因为内存的容量不足, 或者内存已经损坏所致。
对策	请向本公司咨询。

FORC-008 STOP. G 选项未安装

原因	试图执行装配命令, 但是力觉控制装配功能选项尚未安装在控制装置中。 或者, 试图执行自动生成去毛刺程序功能, 但是自动生成去毛刺程序功能选项尚未安装在控制装置中。
对策	请追加力觉控制装配功能选项或者自动生成去毛刺程序功能选项。要追加选项时, 请向本公司的营业部门联系。

FORC-011 STOP. G 力觉传感器的组不匹配

原因	程序的运动组与进行力觉控制的运动组不匹配。
对策	请把程序的运动组与力觉控制的运动组进行匹配。

FORC-012 Time out error occurred

原因	软件内部错误。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请重新启动电源。 2 即使这样操作后仍然发生报警时, 更换控制装置的主板。 3 即使采取了上述对策而仍然发生报警时, 请向本公司咨询。

FORC-013 STOP. G 通讯错误

原因	软件内部错误。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请重新启动电源。 2 即使这样操作后仍然发生报警时, 请更换控制装置的主板。 3 即使采取了上述对策而仍然发生报警时, 请向本公司咨询。

FORC-014 STOP. G 无效的工具坐标系编号

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-015 STOP. G 力觉传感器误差超过极限值

原因	力觉传感器的自诊断结果, 力觉传感器的误差超过了允许量。
对策	<p>请确认力觉传感器的值。</p> <p>输出值有异常时, 请向本公司咨询。</p>

FORC-016 WARN 诊断正常结束

原因	力觉传感器的自诊断结果, 力觉传感器正常。
对策	这不是错误。

FORC-017 WARN 已经设置诊断数据

原因	在 3 轴力觉传感器上执行“传感器诊断”命令, 记录了此时的力觉传感器数据。可以在实用工具→力觉传感器→力觉传感器诊断结果 中参照该值。
对策	这不是错误。

FORC-018 STOP. G 未初始化的数据

原因	进行了力觉传感器的自诊断, 但是尚未设置力觉传感器的初始输出值。
对策	请进行自诊断数据的加载。

FORC-019 STOP. G 允许值为零或更小

原因	尚未正确设置力觉传感器的误差允许量。
对策	设置\$CCS_GRP[1].\$INIT_TOL[1]=6, \$CCS_GRP[1].\$INIT_TOL[2]=40。

FORC-020 STOP. G 伺服未准备就绪

原因	在紧靠执行力觉控制之后发生了急停, 或者发生了伺服错误。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认周围是否有异常。 2 如果没有异常就在解除报警后重新执行, 或者重新接启动电源源。 3 即使这样操作后仍然无法执行时, 请向本公司咨询。

FORC-022 STOP. G 补偿/视觉补偿未执行

原因	尚未执行用户坐标系补偿所需的位置补偿条件命令或者视觉补偿条件命令。有可能指定的视觉寄存器编号不正确。
对策	<p>请采取以下任意一项对策。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请在位置补偿条件命令中, 指定用户坐标系补偿中所使用的位置寄存器编号。 • 请在视觉补偿条件命令中, 指定用户坐标系补偿中所使用的视觉寄存器编号。 • 请确认视觉寄存器编号。

FORC-023 STOP. G 力觉传感器错误

原因	力觉传感器处于错误状态。
对策	发生与力觉传感器相关的报警，尚未被解除。 请采取相应对策解除报警。 请参阅同时发生的其他力觉控制错误的对策。

FORC-024 STOP. G 力觉控制错误

原因	发生了力觉控制错误。因标签编号为 0 而没有进行标签跳转。
对策	请参阅同时发生的其他力觉控制错误的对策。

FORC-025 STOP. G 功能类型为未使用

原因	力觉控制功能处于“未使用”状态时，执行了力觉控制命令。
对策	请设置适当的力觉控制功能。

FORC-026 WARN 初始数据已设置

原因	设置了力觉传感器初始输出值。
对策	这不是错误。

FORC-027 STOP. G 另一个调整已启用

原因	其他调整模式已被启用。
对策	请结束运行程序，从程序中删除其他的调整命令。

FORC-028 STOP. G 出现内部错误

原因	软件内部错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-029 STOP. G 附加轴设置错误

原因	“拧螺丝”功能的旋转机构中设置的附加轴不可使用。
对策	请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">请确认已订购“J518”（附加轴控制）和“J613”（连续回转功能）。所选编号的轴已经连接。所选编号的轴不是内嵌附加轴。所选编号的轴是旋转轴。所选编号的轴已被设置为可连续旋转。

FORC-030 STOP. G 存储设备不存在

原因	无法找到“力觉日志数据”保存的位置。
对策	请准备 USB 或存储卡等存储设备。 或停止记录力觉数据日志。

FORC-034 STOP. G 视觉寄存器不存在

原因	“高级参数设置”画面的“用户坐标系补偿”已设置为“视觉寄存器”，但机器人控制装置中未安装“iRVision”选项。
对策	请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">将“高级参数设置”画面的“用户坐标系补偿”设置为“OFF”或“位置寄存器”。添加“iRVision”选项。 如需添加选项，请联系本公司的营业负责部门。

FORC-035 STOP. G 视觉补偿无效

原因	“高级参数设置”画面的“用户坐标系补偿”已设置为“视觉寄存器”，但视觉补偿命令无效。
对策	请按以下步骤将视觉补偿命令设置为有效。 <ol style="list-style-type: none">在机器人控制装置的示教器上选择“画面选择”键中的“设置”→“常规”。将“视觉补偿命令有效”设置为“有效”。

FORC-036 STOP. G 视觉寄存器类型不正确

原因	"高级参数设置"画面的"用户坐标系补偿"已设置为"视觉寄存器", 但视觉寄存器的补偿类型尚未设置为"位置补偿"。
对策	视觉寄存器的补偿类型只有在"固定坐标系偏移"时进行装配方向的补偿。 视觉寄存器的补偿类型为"工具坐标系偏移"和"检出位置"时不予补偿。 补偿类型请使用"固定坐标系偏移"的视觉寄存器。

FORC-037 STOP. G 固定式传感器选项未安装

原因	没有固定式传感器选项。
对策	请追加固定式传感器选项。 要追加选项时, 请向本公司的营业部门联系。

FORC-038 STOP. G 请设置传感器坐标系

原因	尚未设置用于固定式传感器的传感器坐标系。
对策	请采取以下的任何一项对策: <ul style="list-style-type: none">将力觉传感器固定设置到工作台上时, 请设置传感器坐标系。 (请参阅"附录 C.4 将力觉传感器固定在工作台上时的设置"。)将力觉传感器安装到机器人手腕上时, 请更改安装方式。 (请参阅"附录 C.5 只更改安装方式时的设置"。)

FORC-039 STOP. G 请重启控制装置

原因	使用力觉传感器安装设置功能更改传感器坐标系后, 必须重启机器人控制装置。
对策	请重启机器人控制装置。 即使这样操作后仍然发生报警时, 请向本公司咨询。

FORC-040 STOP. G 只能使用固定式传感器

原因	在机器人 M-1iA/0.5A 上试图进行把力觉传感器安装在机械手上的设置。
对策	机器人 M-1iA/0.5A 上, 力觉传感器只可在固定设置下使用。(请参阅"附录 C.4 将力觉传感器固定在工作台上时的设置"。)

FORC-041 STOP. G 不支持此机器人

原因	机器人和控制装置的组合不正确。
对策	请向本公司咨询。

FORC-042 STOP. G 视觉寄存器未设置

原因	在视觉补偿条件命令指定的视觉寄存器中尚未设置值。
对策	请确认视觉寄存器编号后, 再执行视觉操作。

FORC-050 STOP. G 力觉传感器无法连接

原因	无法安装(连接)力觉传感器。
对策	请勿在机器人动作时执行传感器安装命令。

FORC-051 STOP. G 力觉传感器无法断开

原因	无法拆除(断开)力觉传感器。
对策	请勿在机器人动作时执行传感器拆除命令。

FORC-052 STOP. G 力觉传感器断开

原因	执行力觉控制时尚未连接力觉传感器。
对策	请在连接力觉传感器后再执行力觉控制。

FORC-053 STOP. G 力觉传感器断开内部错误

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-054 STOP.G 请进行端口设置

原因	未设置 RS-232-C 端口或设置不正确。
对策	请根据要连接的力觉传感器适当设置 RS-232-C 端口。

FORC-055 STOP.G 与力觉传感器的通信发生超时

原因	与经由 RS-232-C 端口连接的力觉传感器进行通信时发生超时。
对策	<ul style="list-style-type: none"> 请确认传感器电缆的连接器部分是否固定牢固。 请更换传感器电缆。 请更换传感头。

FORC-101 WARN 默认数据不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-103 WARN 索引值不正确

原因	尚未正确设置力觉控制命令的索引值。
对策	请正确设置力觉控制命令的索引值。

FORC-105 WARN 力觉传感器的组不正确

原因	该系统中不存在要进行力觉控制的运动组。
对策	在该系统中对发生错误的命令进行再示教。

FORC-106 WARN 质量数据超出范围

原因	计算的质量值超出范围。
对策	请重新输入适当的值。

FORC-107 WARN 阻尼数据超出范围

原因	计算的阻尼值超出范围。
对策	请重新输入适当的值。

FORC-108 WARN 输入数据超出下限值

原因	输入的值超出下限值。
对策	请重新输入适当的值。

FORC-109 WARN 输入数据超出上限值

原因	输入的值超出上限值。
对策	请重新输入适当的值。

FORC-110 WARN 不能使用存储卡

原因	曾试图在 R-30iBMate Plus 控制装置中选择存储卡。
对策	R-30iBMate Plus 控制装置中无法使用存储卡。 请选择“UD: (USB 存储器)”等设备。

FORC-111 WARN 旋转速度受限制

原因	拧紧螺栓时的旋转轴与 J6 轴不一致。为保证安全，旋转速度受限制。
对策	并非错误。必须以高速拧紧螺栓时，请将拧紧螺栓的旋转轴设计为与机器人的 J6 轴一致。在此基础上，将工具坐标系的原点设置在 J6 轴上。

FORC-114 WARN 转换个体差异

原因	因结束条件开关已被更改而转换了装配深度个体差异值。
对策	请确认“基本参数设置”画面的“插入深度个体差异 (-)”或“插入深度个体差异 (-)”的值是否正确。

FORC-115 WARN 插入方向已更改

原因	更改沟槽方向的结果与插入方向一致，因此插入方向已更改。
对策	请确认“基本参数设置”画面的“插入方向”是否正确。

FORC-116 STOP. G 禁止并用随动功能

原因	无法同时执行力觉控制和软浮动（随动功能）。
对策	请勿同时执行力觉控制和软浮动（随动功能）。

FORC-117 WARN 自动调整未完成

原因	因尚未进行阻尼参数自动调整而未能设置相位匹配阻尼比率。
对策	首先请执行阻尼参数自动调整。

FORC-118 WARN 槽方向已更改

原因	更改槽方向的结果，与插入方向一致，因而更改了插入方向。只在“凹槽装配”中发生。
对策	请确认“基本参数设置”画面的“插入方向”是否正确。

FORC-119 WARN 自定义无限循环

原因	在力觉控制的连续执行中，从作为父级编号被指定的参数表，相反地作为父级编号而被指定。
对策	进行父子关系循环那样的父级编号指定。请在确认参数表的基础上，更改为正确的父级编号的指定。

FORC-120 WARN 自定义超出重试子过程数

原因	在力觉控制的连续执行中，在重试（拔出用）中设置的参数表的“高级参数设置”画面的“自定义父级编号”中，试图设置已具有重试（拔出用）用的子参数表的参数表编号。
对策	针对一个过程，只能指定一个重试（拔出用）子过程。 请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">希望将新的过程作为重试（拔出）子过程进行设置时，将现有的重试（拔出）过程的“自定义父级编号”设为“0”，并在新的过程中重新指定“自定义父级编号”。指定的父级过程编号不正确时，请指定正确的父级过程编号。

FORC-121 WARN 自定义超出插入子过程数

原因	在插入中设置的参数表的“高级参数设置”画面的“自定义父级编”中，试图设置已具有插入用的子参数表的参数表编号。
对策	针对一个过程，只能指定一个装配子过程。 请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">希望将新的过程设置为装配子过程时，将现有的装配子过程的“自定义父级编号”设为“0”后，并在新的过程中重新指定“自定义父级编号”。指定的父过程编号不正确时，请指定正确的父过程编号。在本想指定重试（拔出）子过程的情况下，重试（拔出）子过程具有如下特征。<ul style="list-style-type: none">1 用户坐标系、工具坐标系与父过程相同；2 装配方向相同，朝向相反（例：父级的装配方向若是-Z，则重试（拔出）子过程的装配方向为+Z）；在正确设置 1, 2 后，设置“自定义父级编号”。

FORC-122 WARN 自定义超出重试次数

原因	将重试用子过程作为父过程进行了指定。
对策	无法将重试用的子过程作为父过程来指定。 请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">使用多个过程进行重试（拔出）时，请将与重试（拔出）成对的装配过程作为父过程来指定。弄错过程编号时，请指定正确的装配用过程数据。弄错了作为父过程指定的过程装配方向时，父过程的装配方向进一步与其父过程的装配方向方向相同而朝向不同，因而将之判断为重试（拔出）的子过程数据。请重新正确设置父过程数据的装配方向。

FORC-123 WARN 自定义同步化更改完成

原因	这不是错误。在处于父子关系的过程数据之间复制了参数。
对策	不是错误，因而无需采取任何对策。

FORC-124 WARN 自定义同步化更改失败

原因	这不是错误。没有在处于父子关系的过程数据之间复制参数。
对策	不是错误，因而无需采取任何对策。

FORC-125 WARN 自定义内部错误 TP0

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-126 STOP. G 自定义自动执行设置错误

原因	自定义自动连续执行的设置不正确。
对策	请确认功能、坐标系、父级编号、子级编号、用户坐标系补偿等的设置。 (请参阅“基本功能篇 1.7.5 自定义自动连续执行功能”。)

FORC-127 STOP. G 错误设置的信号输出

原因	错误时信号输出的设置不正确。
对策	请确认信号类型、信号编号的设置。

FORC-128 WARN 开启增益自动修改

原因	力觉控制增益自动修改开关处于 OFF。自动调整开命令和自动调整关命令之间的力觉控制命令中，必须开启力觉控制增益自动修改开关。
对策	力觉控制增益自动调整中的情况下，在相应的参数表数据画面上，将力觉控制增益自动修改开关置于 ON。 在理应没有进行力觉控制增益自动调整时，可能是因为在某处不适当当地执行了自动调整开命令所致。对程序进行修改，以避免不适当当地执行自动调整开命令的方式修改程序。

FORC-129 WARN 方向与插入方向相同

原因	在“搜索”功能“搜索基本参数”画面、“搜索高级参数设置”画面中试图对插入方向设置参数。这是只在“搜索”功能中会发生的报警。
对策	在“搜索基本参数”画面、“搜索高级参数设置”画面中，无法对插入方向设置参数。 请确认装配方向和要搜索的方向是否正确。

FORC-130 STOP. G 内部错误

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-131 WARN 无法执行增益自动调整

原因	执行力觉控制增益自动调整尚未准备完毕。
对策	请将机器人以约数百 mm/s 的速度分别沿“X”、“Y”、“Z”3 个方向移动一次后，返回同一位置。 在松开安全开关、进行紧急停止前再次执行力觉控制增益自动调整。如果已松开安全开关、进行紧急停止，请再次从沿“X”、“Y”、“Z”3 个方向移动的操作开始重新进行。

FORC-151 STOP. G 力觉传感器 FPGA 版本错误

原因	FPGA 的版本不正确。
对策	请向本公司咨询。

FORC-158 STOP. G 力觉传感器计量数据溢出

原因	传感头的输出有异常。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认是否传感头处在施加了过大负载的状态。这种情况下, 请移动机器人排除负载。 2 请重新启动电源。 3 如果重新启动电源后仍然发生报警, 有可能因剧烈的加减速而发生报警。请减少安装在力觉传感器上的工具的重量, 或降低报警发生时位置的动作速度或加速度。 4 机器人上安装有磨床和螺母自动紧固装置等时, 有可能从这些装置受到较大的外力。请研讨是否可通过降低旋转速度等办法来减轻外力。 5 请更换传感头。

FORC-159 STOP. G 力觉传感器超过力极限值

原因	对传感头施加了过大的外力。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认机器人是否与周围物体接触。有可能因碰撞而发生报警。 2 如果未接触周围物体, 有可能因剧烈的加减速而发生报警。请减少安装在力觉传感器上的工具的重量, 或降低报警发生时位置的动作速度或加速度。 3 机器人上安装有磨床和螺母自动紧固装置等时, 有可能从这些装置受到较大的外力。请通过降低旋转速度等方法减轻外力。 4 力觉控制执行中发生时, 请确认参数的力指令值是否过大。 5 如果即使参数的力觉指令值正确也仍发生报警, 则有可能是力觉控制增益不正确而导致振荡。请每次稍许减小力觉控制增益的“主控频率”值。 6 请将机器人移动到基准位置, 在力觉传感器当前值画面中执行力觉传感器的清零。 (请参阅“基本功能篇 2.1 力觉传感器当前值画面”。) 7 请执行力觉传感器自诊断命令, 确认力觉传感器处于正常状态。 如果显示“力觉传感器正常”, 可直接继续使用。 如果显示“力觉传感器误差过大”, 请更换传感头。 (请参阅“基本功能篇 1.10.1 力觉传感器自诊断命令”。)

FORC-160 STOP. G 力觉传感器电缆切断

原因	力觉传感器电缆切断。或者, 有可能连接器部发生接触不良、或传感头故障。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认传感器电缆的连接器部是否已被切实固定。 2 请更换传感器电缆。 3 请确认主板是否支持力觉传感器。 4 请更换传感头。

FORC-161 STOP. G 力觉传感器标定数据未载入

原因	尚未载入力觉传感器的标定数据。
对策	<p>如果是 6 轴力觉传感器的情况, 请从力觉传感器附带的 CD-R 光盘中, 将“CCSCB2. CM”文件复制到存储卡或 USB 盘中。 在示教器中执行“CCSCB2. CM”文件。 这个资料夹里面有力觉传感器固有的东西, 注意不要用不同的力觉感测器软件。 在 CD-R 上面有印序号, 请确认是否有跟力觉传感器上面的制造序号是一样的。</p>

FORC-162 STOP. G 力觉传感器温度数据溢出

原因	传感器内部的温度输出异常。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请将机器人移动到不会与目标接触的位置。 2 请重新启动电源。 3 如果重新启动电源后仍然发生报警, 请更换传感头。

FORC-164 STOP. G 力觉传感器温度低于下限值

原因	传感器温度降低到了允许值以下。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认周围气温是否过低, 传感头周围是否有低温的物体等。请确认“力觉传感器当前值”画面的“传感器温度”, 保证“传感器温度”处于“0”℃以上。 2 如果传感头周围温度正常, 请重新启动电源。 3 如果重新启动电源后仍然发生报警, 请更换控制装置的主板。 4 如果更换主板后仍然发生报警, 请更换传感头。

FORC-165 STOP. G 力觉传感器温度高于上限值

原因	传感器温度上升到了允许值以上。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认周围气温是否过高, 传感头周围是否有高温的物体等。请确认“力觉传感器当前值”画面的“传感器温度”, 保证“传感器温度”处于“60”℃以下。 2 如果传感头周围温度正常, 请重新启动电源。 3 如果重新启动电源后仍然发生报警, 请更换控制装置的主板。 4 如果更换主板后仍然发生报警, 请更换传感头。

FORC-171 STOP. G 力觉传感器数据输出停止

原因	力觉传感器的输出已停止。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请在 TP (力觉传感器状态画面) 上确认力觉传感器的输出。如果数值时刻变化, 有可能会恢复, 请暂时继续观察。 2 如果经过一定时间始终显示相同的值, 请确认传感器电缆是否正确连接、是否断线。 3 如果传感器电缆正常, 请更换控制装置的主板。 4 如果更换主板后仍然发生报警, 请更换传感头。

FORC-175 STOP. G 力觉传感器力微分值过大

原因	力觉控制中外力的变化量过大。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认机器人是否与周围的物体接触。有可能因碰撞而发生报警。 2 机器人上安装有磨床和螺母自动紧固装置等时, 有可能受到来自这些装置的较大的外力。请通过降低旋转速度等方法减轻外力。 3 或者与这类工具一起使用时, 请将“高级参数设置”画面的“力降噪开关”设置为“ON”。 4 机器人未安装磨床和螺母自动紧固装置等时, 有可能是机器人发生振荡。请每次略微减小力觉控制增益的“主控频率”值。 5 如果减小“主控频率”的值后仍然发生报警, 请减小“基本参数设置”画面的“插入力”或“推压力”的值。 6 如果是“仿形”功能的情况, 请增大“高级参数设置”画面的“力变化极限”的值。

FORC-180 STOP. G 力觉传感器 ITP 计数器错误

原因	通讯失败。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请将机器人移动到不会与目标接触的位置。 2 请重新启动电源。 3 如果重新启动电源后仍然发生报警, 请确认传感器电缆是否正确连接、是否断线。 4 如果传感器电缆正常, 请更换控制装置的主板。 5 如果更换主板后仍然发生报警, 请更换传感头。

FORC-181 STOP. G 力觉传感器类型错误

原因	无法正确判别力觉传感器的类型。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请重新启动电源。 2 如果重新启动电源后仍然发生报警, 请确认力觉传感器电缆是否正确连接、是否断线。 3 如果传感器电缆正常, 请更换力觉传感器。

FORC-183 WARN 质量测量错误

原因	基于力觉传感器的质量测量功能的“基准值测量的数值寄存器编号”、“质量测量的数值寄存器编号”、“测量结果的数值寄存器编号”的数值不正确。 或同时执行了基于力觉传感器的质量测量功能和力觉控制功能。 (请参阅“辅助功能篇 3 工件质量测量功能”。)
对策	请确认以下设置。 <ul style="list-style-type: none"> 将“质量测量开关”置于“ON”时，请勿更改“基准值测量的数值寄存器编号”、“质量测量的数值寄存器编号”、“测量结果的数值寄存器编号”值。更改时，首先请将“质量测量开关”置于“OFF”。 请确认“基准值测量的数值寄存器编号”、“质量测量的数值寄存器编号”、“测量结果的数值寄存器编号”值完全不同。 请确认“基准值测量的数值寄存器编号”、“质量测量的数值寄存器编号”、“测量结果的数值寄存器编号”值为“1”以上的整数。 请勿同时执行“基准值测量”和“质量测量”。 请勿同时执行基于力觉传感器的质量测量功能和力觉控制功能。

FORC-184 WARN 质量测量超时

原因	在基于力觉传感器的质量测量功能中，“基准值测量”或“质量测量”的经过时间超过“获取数据的最长 时间”。 (请参阅“辅助功能篇 3 工件质量测量功能”。)
对策	请确认“基准值测量”或者“质量测量”的开始时机和结束时机。或者，请增大“获取数据的最长时间”。

FORC-188 WARN 未打开自动调整开关

原因	力觉控制增益自动修改功能已开启而自动地关闭。
对策	这不是错误。 如果还需要调整时，再次开启该功能并执行力觉控制命令。 不需要调整时请勿开启该功能。

FORC-199 STOP. G 单奇异点错误

原因	力觉控制中成为单奇异状态的轴接近奇异点。
对策	形成单奇异点的姿势有以下两种。 <ul style="list-style-type: none"> “J5”的角度为 0°时。 “J2”、“J3”、“J5”位于一条直线上时。 请在充分远离这些状态的位置及姿势下进行力觉控制。

FORC-201 STOP. G 复合奇异点错误

原因	力觉控制中成了复合奇异状态。
对策	J1 的旋转轴和 J6 的旋转轴一致的状态为复合奇异状态。 请勿在 J6 来到 J1 正方上的姿势下执行力觉控制动作。

FORC-203 STOP. G 动作极限值错误

原因	各轴角度接近可动范围的上限或下限。
对策	请勿在接近轴的可动范围的上限或下限的位置进行力觉控制动作。

FORC-211 SERVO 伺服错误

原因	发生了伺服错误。
对策	已同时发生了伺服错误。 请采取已发生的错误之必要对策。

FORC-216 STOP. G X 方向力过大

原因	力的“X”分量超过上限值。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认接近点的位置（开始力觉控制命令之前尚未接触）。 2 请确认是否受到来自工具的过大的力。有可能施加了过大的力的工具有磨床和螺母自动紧固装置等。与这类工具一起使用时，请将“高级参数设置”画面的“力降噪开关”设置为“ON”。 3 如果并非是受到来自工具的过大的力，有可能是力觉控制增益不正确而导致振荡。请每次略微减小力觉控制增益的“主控频率”值。 4 有可能是插入方向的速度过快而受到了碰撞力。请将“基本参数设置”画面的“插入速度”、“相位匹配插入速度”以及“搜索插入速度”每次减小 10%。 5 请将“基本参数设置”画面的“插入力”每次减小 10%。 6 请将“高级参数设置”画面的“力极限”、“相位匹配力极限”或“插入力极限”的“X”分量每次增大 10%。

FORC-217 STOP. G Y 方向力过大

原因	力的“Y”分量超过上限值。
对策	请采取与 FORC-216 相同的对策。 (请参阅“FORC-216”。)

FORC-218 STOP. G Z 方向力过大

原因	力的“Z”分量超过上限值。
对策	请采取与 FORC-216 相同的对策。 (请参阅“FORC-216”。)

FORC-219 STOP. G W 方向力矩过大

原因	力矩的“W”分量超过上限值。
对策	请采取与 FORC-216 相同的对策。 (请参阅“FORC-216”。)

FORC-220 STOP. G P 方向力矩过大

原因	力矩的“P”分量超过上限值。
对策	请采取与 FORC-216 相同的对策。 (请参阅“FORC-216”。)

FORC-221 STOP. G R 方向力矩过大

原因	力矩的“R”分量超过上限值。
对策	请采取与 FORC-216 相同的对策。 (请参阅“FORC-216”。)

FORC-223 STOP. G 力觉控制异常结束

原因	力觉控制中发生了报警。
对策	还同时发生了其它的力觉控制报警。请参阅该报警的对策。

FORC-224 STOP. G 逆运动学计算错误

原因	软件内部的错误。
对策	请改变姿势重新操作。报警消除不了时，请向本公司咨询。

FORC-225 STOP. G 顺运动学计算错误

原因	软件内部的错误。
对策	请改变姿势重新操作。报警消除不了时，请向本公司咨询。

FORC-260 STOP. G 结束力不正常

原因	将力结束判断开关置于“ON”而执行了力觉控制时，力尚未在限制时间内成为比（“最小力比率”×“推压力”）更大的值。
对策	<p>请采取以下任意一项对策。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请增大插入深度的设置。 • 请增大“推压时间”或“插入时间上限”。 • 请减小“高级参数设置”画面的“最小力比率”。 • 请修改参数表数据的设置，如修改力觉控制增益的设置等。 • 请确认工件是否有异常。

FORC-261 STOP. G 结束扭矩不正常

原因	在将扭矩结束判断开关置于“ON”而执行了力觉控制时，扭矩尚未在限制时间内成为比最大扭矩更小的值。
对策	<p>请采取以下任意一项对策。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请修改力觉控制增益的设置。 • 请增大“高级参数设置”画面的“扭矩上限”。 • 请修改参数表数据的设置，如增大“推压时间”或“插入时间上限”等。 • 请确认工件是否有异常。

FORC-262 STOP. G 结束力和扭矩不正常

原因	在将力结束判断开关和扭矩结束判断开关置于“ON”而执行了力觉控制时，力尚未在限制时间内变得比最小力比率（“最小力比率”×“推压力”）更小，扭矩尚未成为比最大扭矩更小的值。
对策	请参阅 FORC-260、FORC-261。 (请参阅“FORC-216”、“FORC-261”。)

FORC-263 STOP. G 接近超时错误

原因	未能在限制时间内接触到作业对象。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 确认接近点是否过于离开应该装配的点或者应该进行推压的点。 接近点和接触点的距离大致上应设置为 5mm 左右。 2 请将“基本参数设置”画面的“接近速度”设置得比当前值更大。 3 如果是“仿形”功能的“自动仿形”的情况，请将“基本参数设置”画面的“接近速度”设置得比当前值更大，或确认及修正其接近方向，或将比被接触的物体更近的位置作为力觉控制的开始位置。 修正开始位置时，由于会影响“仿形”动作，请同时确认、修正其他的示教点。

FORC-264 STOP. G 插入超时错误

原因	装配尚未在控制时间内结束。
对策	<p>请确认以下设置。</p> <ul style="list-style-type: none"> • “圆柱装配”时， <ul style="list-style-type: none"> • 请确认插入中工件的姿势是否有大幅变化。 • 请确认插入物与被插入物之间的间隙是否过小。 • 请确认“基本参数设置”画面的“插入速度”的值是否过小。 • 请确认“基本参数设置”画面的“插入时间上限”的值是否过小。 • “相位搜索”时， <ul style="list-style-type: none"> • 请确认“相位匹配角度上限”是否过小。 • 请确认“相位匹配推压力”是否过小。 • 请确认“相位匹配扭矩”是否过小。 • “孔搜索”、“离合器搜索”时， <ul style="list-style-type: none"> • 请确认“搜索基本参数”画面的“搜索范围大小”是否过小。 • 请确认“搜索推压力”是否过小。 • 请确认“搜索基本参数”画面的“目标力”或“目标扭矩”是否过小。

FORC-265 STOP. G 角度变化过大

原因	装配中, 抓住部件的角度变为指定值以上。或者, 在仿形功能的“平面匹配”功能下, 仿形动作中的工具坐标系的姿势, 从对应该位置的示教点的姿势变为指定值以上。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认装配中工件的姿势是否大幅度变化。 2 请确认“基本参数设置”画面的“姿态变化上限”的值是否过小。 3 如果是“仿形”功能的“平面匹配”功能的情况, 请确认以下设置以及状况。 <ul style="list-style-type: none"> • 请确认“姿态变化上限”的值。 • 请确认示教点。 • 请确认工件和工具等系统的状况。

FORC-266 STOP. G 插入深度异常

原因	虽然到达了目标扭矩, 但是拧螺丝中的插入深度尚未到达最小插入深度。
对策	<p>请确认以下设置以及状况。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请手动拧紧螺栓, 确认已拧至超过“最小插入深度”。 • 请确认“目标扭矩”未过小。

FORC-267 STOP. G 旋转超时

原因	尚未在控制时间内结束拧螺丝。
对策	<p>请确认以下设置以及状况。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请确认用手拧紧螺栓。 • 请确认拧紧螺栓中工件的姿势是否有大幅变化。 • 请确认“旋转速度”未过小。 • 请确认“最大旋转时间”未过小。

FORC-269 STOP. G 插入方向错误

原因	“结束条件取得”中获得的“装配方向”不正确。
对策	请重新进行“结束条件取得”操作。

FORC-270 STOP. G 插入长度错误

原因	“结束条件取得”中获得的“装配深度”不正确。
对策	请重新进行“结束条件取得”操作。

FORC-271 STOP. G 无效的扭矩误差示教

原因	获取扭矩误差时的力目标值与控制时的力目标值符号相反。
对策	获取扭矩误差时的力的方向与力觉控制执行时的力的方向不同。要使得力觉控制时的力的方向相反, 或者重新获取扭矩误差。

FORC-272 STOP. G 简易自定义错误

原因	在执行简易自定义功能无效的力觉控制参数表之前, 执行了简易自定义功能有效的力觉控制参数表。或简易自定义功能有效的力觉控制参数表连续执行的次数超过“高级参数设置”画面的“最多连续重试次数”中指定的值。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请在执行简易自定义功能有效的力觉控制参数表之前, 执行简易自定义功能无效的力觉控制参数表。通过简易自定义功能无效的参数表求出力觉传感器的初始值, 在有效的参数表中将此值作为基准值来使用。 2 请增大简易自定义功能有效的力觉控制参数表的“最多连续重试次数”值。 3 即使采取了上述对策而仍然发生报警时, 请向本公司咨询。

FORC-273 STOP. G 重试设置错误

原因	简易自定义功能有效且重试的参数表与其之前执行的参数表的、用户坐标系、工具坐标系和插入方向不一致。或者，与简易自定义功能相关的内部数据为错误的值。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 要使得重试用的参数表与其之前执行的参数表的、用户坐标系和工具坐标系相同，插入方向相反。 请确认之前执行的参数表不是“仿形”或者“仿形结束”。 2 之前执行的参数表中设置了父级编号时，请逆溯到最上面的父级编号，确认是否满足所有上述条件。 3 之前执行的参数表为自定义自动连续执行有效时，请确认与其连接的全部子过程是否满足上述条件。 4 即使采取了上述对策而仍然发生报警时，请向本公司咨询。

FORC-276 STOP. G 数值寄存器编号错误

原因	“用数值寄存器结束力觉控制”功能的“结束用数值寄存器编号”值不正确。
对策	请将“结束用数值寄存器编号”设为“1”以上且寄存器的最大数以下的值。

FORC-277 STOP. G 接触点太接近传感器坐标系原点

原因	接触点的设置不正确。
对策	接触点要自3轴力觉传感器的法兰盘面离开Z方向17mm以上。

FORC-278 STOP. G 超时错误

原因	机器人在力觉控制命令执行中超出指定长度而移动。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认从接近点到完成装配的位置为止的深度是否适当。 2 请确认“基本参数设置”画面的“插入深度(设计值)”是否为适当的值。 3 请增大“基本参数设置”画面的“插入深度个体差异(+)”的值。

FORC-279 WARN 仿形异常中止

原因	仿形执行中发生了错误或者急停、程序强制结束。或者，在仿形中执行了点动。
对策	<p>请参阅同时发生的其他力觉控制错误的对策。</p> <p>请采取以下任意一项对策。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 发生错误时： 请在排除错误的原因后，返回仿形开始点并恢复运行。 • 发生急停时： 请在复位后，返回仿形开始点并恢复运行。 • 在仿形中执行点动时： 请返回仿形开始点并恢复运行。

FORC-280 STOP. G 仿形 并用禁止功能错误

原因	执行了并用禁止的功能。
对策	<p>请将并用禁止的功能设为无效。</p> <p>以下情况下并用禁止：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 禁止与“推压方向自动变化”功能并用的功能： 和力觉控制命令连续执行(自定义)功能 • 禁止与“推压确认行进速度调整”功能并用的功能： 和推压方向运动无效化功能或者推压力变化功能或者推压方向深度监控功能 • 禁止与“最小推压力监控”功能并用的功能： 和推压方向运动无效化功能或者推压力变化功能或者推压方向深度监控功能 • 禁止与“推压方向深度监控”功能并用的功能： 和推压方向运动无效化功能或者力觉控制命令连续执行(自定义)功能或者推压力检查行进速度变化功能或者最小推压力监控功能 • 禁止与“更改推压方向”功能(FCNCHCFR)并用的功能： 和力觉控制命令连续执行(自定义)功能

对策	<ul style="list-style-type: none"> 禁止与“平面匹配”功能并用的功能： 和 3 轴力觉传感器或者控制坐标系在用户坐标系固定或者推压力变化或者推压方向自动变化或者推压方向深度监控或者自动仿形或者仿形执行中变更推压方向的功能 (FCNCHCFR) 或者在仿形执行中变更接触点的功能 (FCNCH3CTP) 禁止与“自动仿形”并用的功能： 控制坐标系在工具坐标系；控制坐标系在用户坐标系固定；自定义补偿；用户坐标系补偿；最小误差方向；过载检查行进速度变化；过载力检测；推压方向运动无效化；推压力变化；推压方向自动变化；推压力检查行进速度变化；最小推压力监控；推压方向深度监控；第 2 方向推压；平面匹配；仿形执行中变更推压力的功能 (FCNCHCFN)；在仿形执行中变更推压方向的功能 (FCNCHCFR)；在仿形执行中变更接触点的功能 (FCNCH3CTP)；在仿形执行中变更力觉控制增益的功能 (FCNCHFCG)

FORC-281 WARN 仿形开始

原因	“仿形”已开始。
对策	这是表示仿形已开始的信息，并非错误。

FORC-282 WARN 仿形结束

原因	“仿形”已结束。
对策	这是表示仿形已结束的信息，并非错误。

FORC-283 STOP. G 仿形中位置误差过大

原因	仿形执行中过于离开所示教的轨道。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认工件或者工具是否已被固定在正确的位置。 2 请确认工件和工具是否在示教点处过于偏离。 3 请增大基本数据的“推压距离上限”值。第 2 方向推压功能中使用第 2 推压距离上限(个别)时，请增大“第 2 推压距离上限(个别)”值。

FORC-284 STOP. G 仿形的推压力不足错误

原因	“仿形”动作执行中，推压力在指定时间内连续低于指定值。
对策	请确认示教位置和 TP 程序、推压力、力觉控制增益等。

FORC-285 STOP. G 无法使用自动调整

原因	“仿形”功能中无法执行力觉控制增益自动调整功能。 (请参阅“基本功能篇 1.10.2 力觉控制增益自动调整命令”。)
对策	<p>请手动修改力觉控制增益。 (请参阅“基本功能篇 1.6 力觉控制的增益(阻抗参数)”。)</p> <p>在 LRMate、M-10iA、M-20iA 系列的机器人上，请从“0.5”Hz 左右每次以“0.25”Hz 左右的刻度逐渐增大主控频率值。在 M-710iC、R-1000iA、R-2000iB、R-2000iC 系列的机器人上，请从“0.1”Hz 左右每次以“0.1”Hz 左右的刻度逐渐增大主控频率值。一旦稍微出现类似振动的动作，请勿将增益增大到此值以上。</p>

FORC-286 STOP. G 仿形 用户坐标系固定 并用错误

原因	进行了不能与将控制坐标系原点设为用户坐标系原点的功能同时使用的设置
对策	<p>请更改设置，禁止与将控制坐标系原点设为用户坐标系原点的功能同时使用。或将[控制坐标系]设为“用户坐标系固定”以外。</p> <p>以下所示为不能同时使用的设置。</p> <ul style="list-style-type: none"> •“过载检查 行进速度变化开关”有效并且“监控力”为“行进方向” •“过载力检测开关”有效并且“监控力”为“行进方向” •“推压力变化开关”有效 •“推压方向自动变化”开关有效 •“推压方向深度监控开关”有效

FORC-287 STOP. G 仿形的深度监控功能错误

原因	仿形深度监控功能中发生了错误。
对策	无接触地超过最终深度时, 请确认设置。 单次加工最大深度, 应在最终深度以下。

FORC-288 STOP. G 仿形的深度监控重复次数超出

原因	仿形深度监控功能中, 重复次数超出了设置的最多重复次数。
对策	请确认“示教位置”、“TP 程序”、或者“最多重复次数”的设置。

FORC-289 STOP. G 仿形的自动推压方向更改错误

原因	仿形的推压方向自动变化功能中发生了错误。
对策	请确认以下设置。 <ul style="list-style-type: none">请将“推压方向”设置为“±X”、“±Y”的任何一方。请将“控制坐标系”设为“用户坐标系”。请设置为在“仿形”开始时, 行进方向和推压方向不会成为相同的方向。“推压方向自动变化功能”与“推压力检查行进速度变化功能”或者是与“推压方向深度监控功能”并用而执行时, 请勿在推压方向自动变化中从暂时停止重启。

FORC-290 WARN 仿形开始时参数更改

原因	“仿形”开始时, 执行了更改参数的功能。
对策	并非错误。 (请参阅“基本功能篇 1.5.5.7 仿形功能的其它功能”。)

FORC-291 STOP. G 仿形参数更改错误

原因	“仿形”执行中在更改参数的功能中有不正确的设置。
对策	请确认以下设置。 <ul style="list-style-type: none">请确认变更值的设置是否适当。请确认禁止并用的功能是否有效。 (请参阅“基本功能篇 1.5.5.6 参数”。)

FORC-292 STOP. G 第 2 方向推压功能错误

原因	第 2 方向推压功能的设置不正确。
对策	请确认以下设置。 <ul style="list-style-type: none">推压力检查行进速度变化开关为“方向 2”或者“方向 1 和 2”时, 请将第 2 方向推压”功能设置为启用。“最小推压力监控开关”为“方向 2”或者“方向 1 和 2”时, 请将“第 2 方向推压”功能设置为启用。“第 2 方向推压”功能启用时, 请将“第 2 方向推压”功能的“第 2 推压力”设为“0.01”~“N”以上。“第 2 方向推压”功能启用, 且“推压方向自动变化功能”启用, 且“控制坐标系”为“用户坐标系”时, 请将“推压方向”设为“±Z”方向。“第 2 方向推压”功能启用时, 请勿将基本数据的“推压方向”和第 2 推压方向设为相同轴的方向。

FORC-293 STOP. G 仿形/平面匹配的设置不正确

原因	仿形功能的“平面匹配”功能中有不正确的设置。
对策	请将“从轴到接触点的长度”设置为“0”~“2000”mm。 或将“平面匹配最大旋转速度”设置为“0”~“5”deg/s。

FORC-294 STOP. G 自动仿形的设置不正确

原因	仿形功能中的“自动仿形”功能设置不正确。
对策	请确认以下设置。 <ol style="list-style-type: none">输入接近方向角度的寄存器编号为“0”时, 请将“推压方向”设置为“±Z”。输入接近方向角度的寄存器编号为“0”以外的情况下, 请在指定的寄存器中设置“-360”以上、且“360”以下的值。

FORC-295 STOP. G 仿形中 TPP 自动生成的设置不正确

原因	“仿形”功能的“TP 程序自动生成”功能的设置不正确。
对策	请确认“TP 程序自动生成参数表编号”值, 并正确地进行设置。

FORC-296 STOP. G 仿形过程中力觉控制

原因	"仿形"执行中, 执行了"圆柱装配"等其它类型的力觉控制命令。
对策	无法同时执行"仿形"和"圆柱装配"等其它类型的力觉控制命令。请去掉其它种类的力觉控制命令。

FORC-297 STOP. G 仿形选项未安装

原因	控制装置中没有力觉控制仿形选项。
对策	请追加力觉控制仿形选项。要追加选项时, 请向本公司的营业部门联系。

FORC-298 STOP. G 更改移动速度设置错误

原因	"仿形"功能中的过载检查行进速度变化或者推压力检查行进速度变化的设置不正确。
对策	请确认以下设置。 <ul style="list-style-type: none">要将"最小力设置"得比"最大力更小"。要将"最小力比率设置"得比"最大力比率"更小。

FORC-299 STOP. G I/O 或数值寄存器编号错误

原因	"仿形"功能中的参数设置不正确。
对策	请确认以下设置。 <ul style="list-style-type: none">"仿形"功能中, 改变为使得在已启用的功能中使用的寄存器编号成为不同的值。请将寄存器编号设置为"1"以上且寄存器的最大数以下的值。"仿形"功能的"自动仿形功能"中, "指定结束位置"为位置寄存器时, 请确认所指定的位置寄存器的"X"、"Y"中值是否已被正确设置。

FORC-300 STOP. G 更改推压力设置错误

原因	这是"仿形"功能中的"推压力变化"的设置错误。
对策	要将"最小速度" (推压力变化) 设置得比"最大速度" (推压力变化) 更小。

FORC-301 SYSTEM 物理 ITP 不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-316 SYSTEM 力觉控制轴数不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-320 STOP. G 未标定机器人的零点

原因	尚未执行零点标定。
对策	进行零点标定。而后, 重新接启动电源。

FORC-324 SYSTEM 奇异点不正确

原因	系统的初始变量错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-326 SYSTEM 力觉传感器坐标系统不正确

原因	系统的初始变量错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-329 STOP. G 不支持此机器人

原因	"仿形"功能的"平面匹配"功能中, 使用机器人为 LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CR-35iA、CRX 系列、M-20iA 系列、M-20iB 系列、M-20iD 系列、M-710iC / 20L 以外。或在"仿形"功能的"自动仿形"功能中, 使用机器人为 LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CRX 系列以外。
对策	LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CRX 系列、CR-35iA、M-20iA 系列、M-20iB 系列、M-20iD 系列、M-710iC / 20L 以外的机器人时, 无法使用"仿形"功能的"平面匹配"功能。 LRMate200iD 系列、M-10iA 系列、M-10iD 系列、CR-7iA 系列、CR-14iA/L、CR-15iA、CRX 系列以外的机器人时, 无法使用"仿形"功能的"自动仿形"功能。

FORC-330 STOP. G 到达自动仿形的移动上限

原因	在"仿形"功能的"自动仿形"功能下, 仿形动作中到达了移动上限。
对策	请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">• 请确认"移动上限 1"(从接触开始的距离)、"移动上限 2"(总移动距离)、"移动上限 3"(总移动时间)的设置, 有不正确的值时, 请更改值。• 在到达移动上限时希望使其不发出报警时, 请设置"到达移动上限时正常结束"。

FORC-331 STOP. G 自动仿形 连续非接触错误

原因	在"仿形"功能的"自动仿形"功能下, "仿形"动作中非接触状态持续。
对策	请按以下顺序采取对策。 <ol style="list-style-type: none">1 请确认"重力补偿"是否设置为"有效"。 如果未设置为"有效", 请修改力觉控制增益。2 请确认开始时是否在已接触的状态下开始。 如果在已接触的状态下开始, 请更改开始位置。3 如果采取上述对策后仍然发生报警, 则在当前系统的状况下无法顺利进行仿形。

FORC-332 STOP. G 自动仿形 无法继续仿形

原因	在仿形功能的"自动仿形"功能下, 未能对作为对象的物体进行仿形。
对策	请按以下顺序采取对策。 <ol style="list-style-type: none">1 请确认"重力补偿"是否设置为"有效"。 如果未设置为"有效", 请修改力觉控制增益。2 请确认开始时是否在已接触的状态下开始。 如果在已接触的状态下开始, 请更改开始位置。3 如果采取上述对策后仍然发生报警, 则在当前系统的状况下无法顺利进行仿形。

FORC-333 STOP. G 仿形 TPP 生成 记录位置数太多

原因	在仿形功能的"TP 程序自动生成"功能执行中, 获取的位置数超过了上限。
对策	请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">• 请确认由"TP 程序自动生成参数表编号"所指定的 TP 程序自动生成参数的设置, 并予以更改。• 请以基于仿形的示教点的移动距离缩短的方式进行示教。

FORC-334 WARN 仿形 成功生成 TP 程序

原因	通过"仿形"功能的"TP 程序自动生成"功能, 生成了 TP 程序。
对策	是表示 TP 程序已生成的信息, 不是错误信息。

FORC-420 STOP. G 搜索重试次数超出

原因	超过了搜索执行次数的上限。这是在“搜索”、“相位搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”中发生的报警。
对策	<p>请按以下顺序采取对策。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 请确认工件是否有异常。 2 虽然位置或者相位不一致，但是机器人不执行搜索动作而在短时间内发生该错误时，参数“目标力”或者“目标扭矩”的值有的情况下会过小。请每次以2成左右的方式更改为更大的值，直到机器人动作。 3 被装配工件尚未被固定时，搜索时被装配工件有时会与装配工件一起移动（被带动）。在观察工件，能够确认被带动时，请将“搜索推压力”（“搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”的情形）或者“相位搜索推压力”（“相位搜索”的情形）减小到不会发生被带动的值。即使减小值被装配工件仍然有被带动的情况下，无法通过参数的调节来解决问题。请固定被装配工件。 4 机械手的抓住力较弱时，被装配工件有的情况下会与装配工件一起转动（被带动）而导致位置或者相位不匹配。观察工件，在能够确认被带动时，请改良机械手以便能够切实抓住工件。 5 虽然搜索能够正常进行但是搜索命令没有结束时，有可能“搜索结束深度”（“搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”的情形）或者“相位搜索结束深度”（“相位搜索”的情形）的值过大。请输入正确的值。 6 请在搜索“高级参数画面”上确认“重试次数”。节拍有富余时，请增加该次数。通过增加“重试次数”，该错误的发生频度将会减少。

FORC-421 STOP. G 搜索范围超出

原因	即使超过参数中设置的“搜索范围大小”+“搜索范围边界”也没有结束搜索。这是在“搜索”、“相位搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”中发生的报警。
对策	<ol style="list-style-type: none"> 1 请确认应予搜索的范围和参数的“搜索范围大小”是否一致。 2 有可能搜索方向的速度过快。 <ul style="list-style-type: none"> • “搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”的情形 请减小“搜索频率”。 • “相位搜索”的情形 请减小“相位搜索角速度”。 3 循环时间如有剩余，请在到达搜索范围的上限时，反转行进方向。 请将“反向开关”置于“ON”。

FORC-422 STOP. G 搜索力/速度 错误

原因	搜索时的目标力（扭矩）或者目标速度（角速度）已被设置为“0”。这是在“搜索”、“相位搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”中发生的报警。
对策	<p>搜索时的目标力（扭矩）或者目标速度（角速度）为0时，无法执行搜索动作。请设置0以外的值。目标力（扭矩）或者目标速度（角速度）的参数为</p> <ul style="list-style-type: none"> • “搜索”、“离合器搜索”的情形 <ul style="list-style-type: none"> • 搜索方向为“X”、“Y”、“Z”时：“搜索基本参数”画面的“目标力”、“目标速度” • 搜索方向为“W”、“P”、“R”时：“搜索基本参数”画面的“目标扭矩”、“目标角速度” • “相位搜索”的情形 “基本参数设置”画面的“相位搜索扭矩”、“相位搜索角速度” • “孔搜索”的情形 “搜索”基本参数画面的“目标力”、“目标速度”

FORC-423 STOP. G 搜索速度顺序错误

原因	“搜索基本参数”画面的“速度顺序”的值不正确。这是在“搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”中发生的报警。
对策	<p>请将“搜索基本参数”画面的“速度顺序”进行如下设置。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请以速度最快的方向中设置“1”，次之的方向中设置“2”这样的方式，对于要搜索的每个方向设置不同的整数。 • 请将不予搜索的方向设置为“0”。参数“速度顺序”位于搜索基本参数画面。

FORC-425 STOP. G 搜索范围的参数错误

原因	参数“搜索范围大小”和“间隙和倒角”的关系错误。这是在“搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”中发生的报警。
对策	请设置“搜索基本参数”画面的“搜索范围大小” \geq “间隙+倒角量”。

FORC-426 STOP. G 搜索速度计算错误

原因	“基本参数设置”画面的“搜索频率”、“搜索基本参数”画面的“搜索范围大小”、或“间隙+倒角量”的值不正确。 这是在“搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”中发生的报警。
对策	请确认以下设置。 <ul style="list-style-type: none">• “基本参数设置”画面：设置“搜索频率”$\neq 0$。• “搜索基本参数”画面：设置“搜索范围大小”$\neq 0$ “间隙+倒角量”$\neq 0$。

FORC-427 STOP. G 搜索反转开关无效

原因	“搜索高级参数设置”画面的“反转开关”的设置有误。 这是在“搜索”、“孔搜索”、“离合器搜索”中发生的报警。
对策	进行多个方向的搜索时，速度顺序最大的方向（动作最慢的方向）以外的“搜索高级参数设置”画面的“反转开关”必须设置为“ON”。 该开关处于“OFF”时，要将其置于“ON”。“反向开关”位于搜索高级参数画面。

FORC-428 STOP. G 搜索最大速度错误（7DF1 系列时）

原因	自动计算的速度或角速度绝对值过大。 是进行“搜索”“孔搜索”“离合器搜索”“相位搜索”时发生的报警。
对策	请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none">• 请减小“基本参数设置”画面的“搜索频率”。• 请减小“搜索基本参数”画面的“搜索范围大小”。• 请减小“搜索基本参数”画面的“间隙+倒角量”。• 进行“搜索”“孔搜索”“离合器搜索”时，请减小搜索基本画面的（目标速度）或（目标角速度）的绝对值；进行“相位搜索”时，请减小基本画面的（相位匹配角速度）的绝对值。

FORC-452 STOP. G 非法的冷却速度

原因	冷却比率超过了设置范围（0～100）。
对策	请将“高级参数设置”画面的“冷却比率”设置为“0”～“100”的值。

FORC-453 STOP. G 非法的工具重量获取时间

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-454 STOP. G 未安装 4D 图形选项

原因	机器人控制装置中未安装“4D 图形功能”选项。
对策	请追加 4D 图形功能（R764）。要追加选项时，请向本公司的营业部门联系。

FORC-455 WARN 文件夹不存在

原因	“4D 图形”功能的“选择力显示文件/力显示的设置”画面中指定的文件夹不存在。 (请参阅“辅助功能篇 4.2 选择力显示文件/力显示的设置画面”。)
对策	请按以下顺序采取对策。 <ol style="list-style-type: none">1 请确认是否已安装“选择力显示文件/力显示的设置”画面的“设备名称”中指定的文件输入输出装置，以及输入输出装置是否为本公司指定的产品。 (关于文件输入输出装置，请参阅《操作说明书（基本操作篇）》（B-83284CM）。)2 请确认“选择力显示文件/力显示的设置”画面的“设备名称”中指定的文件输入输出装置中是否有文件夹。

FORC-456 WARN 文件不存在

原因	"4D 图形"功能的"选择力显示文件/力显示的设置"画面中指定的文件夹不存在。 (请参阅"辅助功能篇 4.2 选择力显示文件/力显示的设置画面"。)
对策	请按以下顺序采取对策。 1 请确认是否已安装"选择力显示文件/力显示的设置"画面的"设备名称"中指定的文件输入输出装置, 以及输入输出装置是否为本公司指定的产品。 (关于文件输入输出装置, 请参阅《操作说明书(基本操作篇)》(B-83284CM)。) 2 请确认存在"选择力显示文件/力显示的设置"画面的"文件夹名"中指定的文件夹。 3 请确认"选择力显示文件/力显示的设置"画面的"文件夹名"中指定的文件夹中是否存在扩展名为".DT"的档案类型。

FORC-457 WARN 数据错误

原因	4D 图形功能下, 数据文件中没有必要的信息。
对策	请按以下顺序采取对策。 1 请确认"选择力显示文件/力显示的设置"画面的"文件名"中指定的文件是否为由"力觉数据日志"功能所生成的文件。 2 请使用"力觉数据日志"功能重新获取数据。

FORC-458 WARN 数据太多

原因	4D 图形功能下, 数据数超过画面上能够显示的最大数(500), 因而无法全部显示。
对策	请增大"选择力显示文件/力显示的设置"设置画面的"显示间隔"。

FORC-459 WARN 文件夹或者文件数太多

原因	4D 图形功能下, 超过了文件夹列表画面上能够显示的文件夹的最大数(100), 或者超过了文件列表画面上能够显示的文件的最大数(1000)。
对策	请按以下顺序采取对策。 1 指定的文件输入输出装置的文件夹有 101 个以上时, 请减少至 100 个以下。 2 指定的文件夹中, 扩展名为 DT 的档案类型有 1001 个以上时, 请减少至 1000 个以下。

FORC-460 STOP.G 力觉控制坐标系不正确

原因	通过平板 UI 的力觉控制(相位匹配)用图标设置的力觉控制坐标系不正确。
对策	在相位匹配中选择内置传感器时, 请将力觉控制坐标系数据中的 X,Y,W,P 设为 0。

FORC-479 STOP.G 视觉用户补偿数据不正确

原因	视觉补偿数据不正确。
对策	请重新根据视觉获取位置补偿数据。

FORC-480 STOP.G UI 设置未完成

原因	平板 UI 的力觉控制图标设置未完成。
对策	请在力觉控制图标设置画面中设置所有的参数并置于完成状态。

FORC-481 STOP.G 插入方向不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-484 STOP.G 推压力不正确

原因	推压力低于下限值。
对策	请采取以下任意一项对策。 • "仿形"以外的情况: 请将"基本参数设置"画面的"插入力"或"推压力"的绝对值设置为"0.3""N"以上。 • "仿形"的情况: 请将"基本参数设置"画面的"推压力"的绝对值设置为"0.01""N"以上。

FORC-485 STOP. G 设置扭矩误差失败

原因	获取扭矩误差失败。
对策	请按以下顺序采取对策。 1 请确认接近点和接触点是否过于离开。 2 请增大“基本参数设置”画面的“接近速度”的值。

FORC-487 STOP. G 设置结束条件失败(使用)

原因	使用结束条件时的初始化中，装配方向大幅度偏离单位矢量。
对策	请重新进行结束条件获取动作，确认中途装配方向是否会大幅度偏离。

FORC-489 STOP. G 推压深度不正确

原因	推压开始深度比装配长度大，或者为负值。
对策	请将“基本参数设置”的“装配深度个体差异(一)”值设置为正值，且将其设置为比“基本参数设置”的“装配深度(目标值)”值更小。

FORC-490 STOP. G 回转角不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-491 STOP. G 减速时间不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-492 STOP. G 减速深度率不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-493 STOP. G 回转方向不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-494 STOP. G 初始推压力不正确

原因	初始装配力的符号与装配力不同。
对策	请将“高级参数设置”画面的“初始插入力”的符号设置为与“基本参数设置”画面的“插入力”的符号相同。

FORC-495 STOP. G 速度调节增益不正确

原因	速度调节增益不正确。
对策	请将“高级参数设置”画面的“速度增益”设置为“0”~“3”的值。

FORC-496 STOP. G 初始速度不正确

原因	速度调整开始比率不正确。
对策	请将“高级参数设置”画面的“开始深度比率”设置为“12.5”以上。

FORC-497 STOP. G 结束速度不正确

原因	速度调整结束比率不正确。
对策	请将“高级参数设置”画面的“结束深度比率”设置为“95”以下。

FORC-498 STOP.G 旋转速度不正确

原因	旋转速度不正确。
对策	已设置的旋转轴与 J6 旋转轴一致时，请将基本参数“旋转速度”设为 200 deg/s 以下 已设置的旋转轴与 J6 旋转轴不一致时，请将基本参数“旋转速度”设为 5 deg/s 以下。

FORC-500 STOP.G 减速比不正确

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-502 STOP.G 超时长度不正确

原因	尚未正确设置超时长度。
对策	请将“基本参数设置”画面的“插入深度个体差异(+)”设置为“0”~“10000”的值。

FORC-503 STOP.G 请将推压力设为"%.1f"N 以下

原因	推压力大于接触力阈值。
对策	请将推压力设为信息值以下。

FORC-504 STOP.G 自动调整失败

原因	无法通过力觉控制参数自动调整找到适当的参数。
对策	请降低推压力或提高发生力上限, 然后再次进行自动调整。

FORC-505 STOP.G 自动调整被中断

原因	力觉控制参数自动调整期间, HOLD 键或紧急停止按钮被按下或发生报警。
对策	请确认已发生报警的历史并在采取对策后, 再次执行自动调整。

FORC-506 STOP.G 自动调整内部错误 1(Er:%d)

原因	力觉控制参数自动调整软件发生内部错误。
对策	请向本公司咨询。届时, 请告知 Er:后面的数字。

FORC-507 STOP.G 自动调整内部错误 2

原因	力觉控制参数自动调整软件发生内部错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-508 STOP.G 自动调整内部错误 3

原因	力觉控制参数自动调整软件发生内部错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-509 STOP.G 自动调整: 请将自定义设为无效

原因	在自定义功能有效的状态下执行了力觉控制参数自动调整。
对策	请将自定义功能设为无效, 然后执行自动调整。有关自定义功能, 请参阅“基本功能篇 1.7 力觉控制命令的连续执行(自定义功能)”。

FORC-510 STOP.G 自动调整: 请将用户坐标系补偿设为无效

原因	在用户坐标系补偿有效的状态下执行了力觉控制参数自动调整。
对策	请将用户坐标系补偿设为无效, 然后执行自动调整。有关用户坐标系补偿, 请参阅“基本功能篇 1.8 用户坐标系补偿”。

FORC-511 STOP.G 请使用参数自动调整功能

原因	未执行力觉控制参数自动调整, 而执行了力觉控制增益自动调整功能。
对策	请使用力觉控制参数自动调整。有关力觉控制参数自动调整, 请参阅“基本功能篇 1.10 力觉控制参数自动调整”。

FORC-512 STOP.G 请将发生力上限设为推压力以上

原因	使用发生力上限以上的推压力执行了力觉控制参数自动调整。
对策	请将推压力设为发生力上限以下, 然后再执行力觉控制参数自动调整。

FORC-513 STOP.G 自动调整: 请解除接触停止

原因	在接触停止的状态下执行了力觉控制参数自动调整。
对策	请解除接触停止, 然后再执行力觉控制参数自动调整。

FORC-514 STOP.G 自动调整: 请设为 AUTO 模式

原因	使用平板 TP 时, 在未处于 AUTO 模式的情况下执行了力觉控制参数自动调整。
对策	平板 TP 时, 请设为 AUTO 模式, 然后再执行力觉控制参数自动调整。

FORC-515 STOP.G 自动调整: 请设为 TP 无效

原因	使用 iPendant 时, 在 AUTO 模式并且 TP 有效的情况下执行了力觉控制参数自动调整。
对策	iPendant 时, 如果处于 AUTO 模式, 则请设为 TP 无效, 然后再执行力觉控制参数自动调整。

FORC-516 STOP.G 自动调整: 请解除报警

原因	在发生报警的情况下执行了力觉控制参数自动调整。
对策	请解除报警, 然后再执行力觉控制参数自动调整。

FORC-517 STOP.G 自动调整: 因发生接触停止而无法执行

原因	圆柱装配、四棱柱装配时, 此机器人位置/姿势因接触停止功能而停止, 因此, 即使执行力觉控制参数自动调整, 也不会成功。
对策	请探讨更改自动调整开始位置或将接触停止功能设为无效。

FORC-518 STOP.G 自动调整: 请减小姿势误差

原因	圆柱装配与四棱柱装配时, 因无法进行装配而导致力觉控制参数自动调整失败。因姿势误差过大而导致。
对策	请减小姿势误差, 并再次执行力觉控制参数自动调整。

FORC-519 STOP.G 自动调整: 无法利用此机械手进行调整

原因	因力觉控制期间产生振动而导致力觉控制参数自动调整失败。
对策	由于无法利用当前的机械手进行自动调整, 因此请将机械手更改为轻短的型号并执行力觉控制参数自动调整或手动调整参数。

FORC-520 STOP.G 自动调整: 无法在此位置上进行调整

原因	因力觉控制期间产生过大的力而导致力觉控制参数自动调整失败。可能是发生的力超过"发生力上限"或接触停止功能有效时即将超过接触停止阈值。
对策	请提高"发生力上限"或更改机器人位置或姿势并再次执行力觉控制参数自动调整。

FORC-542 STOP.G 旋转角度超过上限

原因	在未使用附加轴的拧紧螺栓功能中, 在拧紧螺栓正常结束之前, 旋转角度超过"旋转角度上限值"。
对策	请在"基本数据设置"画面中增大当前使用拧紧螺栓功能的"旋转角度上限值"。

FORC-546 STOP.G 无自定义连续执行

原因	连续执行了尚未设置父子关系的力觉控制。
对策	请采取以下任意一项对策。 <ul style="list-style-type: none"> 忘记指定父子关系的情形 在第二个执行的力觉控制参数中将第一个力觉控制命令指定为父级后(在"高级参数设置"画面的"自定义父级编号"中设置第1个参数表数据编号)再执行。 分别独立执行2个力觉控制的情形 执行第2个力觉控制前必须移动至开始力觉控制的位置(接近位置)。请对接近位置进行示教。

FORC-547 STOP.G 自定义主程序未执行

原因	在紧靠其前尚未执行作为父级指定的力觉控制的状态下, 执行子级的力觉控制。
对策	请在刚刚执行完作为父级指定的力觉控制之后, 执行子级的力觉控制。请勿在父级和子级的力觉控制之间执行其它的力觉控制。

FORC-549 STOP. G 自定义主程序报警停止

原因	父级的力觉控制错误结束时，执行了非重试（拔出）的子级的力觉控制。
对策	<p>请采取以下任意一项对策。</p> <ul style="list-style-type: none"> 利用连续的多个力觉控制命令执行组装时，若父级的力觉控制没有正常结束，就无法执行用于装配的子级力觉控制（可执行重试的子级力觉控制）。请检查父级的力觉控制中发生的错误，修改后重新操作以免错误发生。 当为进行重试动作而执行子级的力觉控制时，“用户坐标系”、“工具坐标系”必须与父级相同，且必须指定相反的“插入方向”。请在“基本参数设置”画面中确认“用户坐标系”、“工具坐标系”以及“插入方向”。

FORC-550 STOP. G 自定义内部错误 0

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-631 STOP. G 力觉传感器异常

原因	力觉传感器异常。
对策	<p>请确认以下设置以及状况。</p> <ul style="list-style-type: none"> 已完成零点标定。 已加载力觉传感器的校准数据。 已连接上力觉传感器电缆。

FORC-632 STOP. G 无法获得系统变量

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-633 STOP. G 无法设置系统变量

原因	软件内部的错误。
对策	请向本公司咨询。

FORC-634 STOP. G 固定式力觉传感器无法使用 WCG

原因	固定式力觉传感器的情况下，无法执行工具质量和重心位置获取功能。
对策	固定式力觉传感器的情况下，无法执行本功能。 力觉传感器已被安装在机器人手腕上时，请将根据力觉传感器安装方式设置功能设置安装方式，由“固定”更改为“手持”。

FORC-635 STOP. G 该机器人无法使用 WCG

原因	试图在机器人 M-1iA/0.5A 上执行工具质量和重心位置获取功能。
对策	请勿在机器人 M-1iA/0.5A 上执行工具质量和重心位置获取功能。

FORC-636 STOP.G 没有质量测量用补偿数据

原因	没有质量测量用补偿数据
对策	请获取质量测量用补偿数据。（有关质量测量用补偿数据，请参阅“辅助功能篇 3.2.2 获取工件质量测量用补偿数据”。

FORC-637 STOP.G 未设置质量测量用力觉传感器初始值

原因	未设置质量测量用力觉传感器初始值。
对策	请设置质量测量用力觉传感器初始值。有关质量测量用力觉传感器初始值，请参阅“辅助功能篇 3.2.3 测量并补偿工件质量”。

FORC-638 WARN.G 姿势变化过大

原因	质量测量期间的姿势角度变化过大。
对策	请将质量测量期间的姿势角度 W 与 P 方向的总变化量控制在 5deg 以下。

FORC-641 STOP. G 记录位置失败

原因	位置记录失败。报警历史中，在紧靠其前还记录了成为该报警原因的报警。
对策	请确认报警信息，再次尝试。

FORC-642 STOP. G 记录的位置太多

原因	由 ROBOGUIDE 示教的棱线过长。（>3m）
对策	请在 ROBOGUIDE 中将棱线长度设为 3m 以下，然后再次生成数据文件。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-643 STOP. G 记录的位置太少

原因	由 ROBOGUIDE 示教的棱线长度不足。（<10mm）
对策	请在 ROBOGUIDE 中将棱线长度设为 10mm 以上，然后再次生成数据文件。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-644 STOP. G 检出的棱线点数太少

原因	iRVision 去毛刺线输出功能尚未执行，或者检出的棱线的点数太少。
对策	请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。 1 请执行 iRVision 去毛刺线输出功能。 2 请参阅上述手册中的"3.2.3.1 执行时的监控显示"，确认已检测的棱线。然后，请根据此结果修正"iRVision 去毛刺线输出视觉程序"。

FORC-645 STOP. G 检出的棱线点数太多

原因	利用"iRVision 去毛刺线输出"功能检测的棱线过长。
对策	请在 ROBOGUIDE 中将较长的棱线分割为较短的棱线。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-647 STOP. G 生成 TP 程序失败

原因	生成 TP 程序失败。 报警历史中，在紧靠其前还记录了成为该报警原因的报警。
对策	请排除其他报警原因，然后再次尝试。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-648 STOP. G 示教点太多

原因	生成的 TP 程序的示教点数太多。
对策	请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。 请提高[自动生成去毛刺程序/参数设置]画面的[示教点最小间距]、[示教点间夹角阈值]或[示教点间姿势变化阈值]。

FORC-649 STOP. G 参数设置错误

原因	可能的错误原因如下。报警历史中，在紧靠其前还记录了成为该报警原因的报警。 1 参数设置尚未初始化，或者参数的类型、值不正确。 2 使用的仿形参数表的编号被指定为 0。 3 3 个实际目标位置之间的相互距离和数据文件中的值相差太大，可能没有正确检测出实际的目标位置。
对策	请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。 如果打开棱线的[自动生成去毛刺程序/参数设置]画面，则会显示信息。请根据信息修正参数值，然后再次尝试。

FORC-650 STOP. G 不支持附加轴

原因	本功能不支持带有附加轴的机器人。
对策	要执行本功能, 请更改为不带附加轴的机器人。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-651 STOP. G 找不到指定的棱线

原因	在利用 iRVision 去毛刺线输出功能检出的棱线中, 找不到与初始数据的棱线一致的棱线。
对策	请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。 请参阅上述手册中的"3.2.3.1 执行时的监控显示", 确认已检测的棱线。然后, 请根据此结果修正 "iRVision 去毛刺线输出视觉程序"。

FORC-652 STOP. G 仿形的参数表设置错误

原因	指定的"仿形"的参数表设置错误。
对策	请正确设置指定的"仿形"的参数表。 力觉控制参数表编号的最大值为 50。 手动将指定参数表从"未使用"设为"仿形"或其他力觉控制功能时, 请恢复为"未使用", 然后再次尝试。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-653 STOP. G 数据文件错误

原因	未正确载入数据文件。
对策	请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。 请如上述手册的"2.5.3 载入数据文件"所述, 正确载入数据文件。有关数据文件, 请参阅"2.5.2.1 生成的数据文件"中的表 2.5.2.1。

FORC-654 STOP. G 目标检测未完成

原因	目标检测未完成。
对策	请完成所有的目标检测。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-655 STOP. G 目标之间的距离过小

原因	目标之间的距离过小。
对策	示教时将目标之间的距离保持在 15mm 以上。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-656 STOP. G 目标匹配错误

原因	检测到的目标间距离和示教时的目标间距离的误差过大。(>10mm)
对策	请通过执行时的监控等确认目标是否发生误检测。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-657 STOP. G PTPINIT 未执行

原因	PTPINIT 未执行。
对策	请从最初执行棱线检测程序 (DG_{工件名称}_{棱线编号}.TP)。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-658 STOP. G 棱线上存在无法到达的位置

原因	该棱线上存在机器人无法到达的位置。
对策	(请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-659 STOP. G 棱线接近点的设置不正确

原因	棱线接近点的设置不正确。
对策	请在 ROBOGUIDE 的工具属性页的[接近/离去]选项卡中勾选"添加接近点"，并将 Acr 值设为负值，然后再次尝试。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-660 STOP. G 工件名称太长

原因	工件名称太长。
对策	请在 ROBOGUIDE 中将工件名称长度减少到 17 字符以下，然后再次尝试。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-661 STOP. G 棱线数据中的位置错误

原因	棱线数据中的所有位置未处于同一平面内。
对策	请在 ROBOGUIDE 中删除指定的棱线，然后在同一平面中指定。请再次生成数据文件。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-662 STOP. G 棱线数据中的姿势错误

原因	棱线数据中某些点的姿势不正确。
对策	请在 ROBOGUIDE 中删除指定的棱线，然后重新指定棱线，以确保棱线的所有点都具有正确的姿势。请再次生成数据文件。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-663 STOP. G 棱线数据中存在重复部分

原因	棱线数据中有重复示教的部分。
对策	请在 ROBOGUIDE 中删除重复指定的棱线。请重新指定棱线以确保没有重复指定。请再次生成数据文件。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-664 STOP.G 开始点附近的棱线形状不一致

原因	在棱线的开始点附近，实际工件形状与 CAD 图纸上的形状存在很大差异。尤其是在角部附近设置开始点时，更容易发生。
对策	请在 ROBOGUIDE 中删除指定的棱线，然后重新将棱线数据的开始点设在远离角部附近的位置。请再次生成数据文件。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-665 WARN.G "%s".TP 已生成

原因	棱线的 TP 程序已生成。
对策	此信息不是报警。 (请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)

FORC-666 STOP.G 自动退避设置不正确

原因	自动退避功能设置不正确。
对策	<p>请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。</p> <p>请确认自动退避设置画面的下述设置项目, 然后再次尝试。(有关自动退避画面, 请参阅上述手册的"4.3.1 自动退避设置画面"。</p> <ul style="list-style-type: none"> ·各参数使用的寄存器编号应为 0 以外并且是不同的编号 ·"退避位置用"位置寄存器编号应为 0 以外 ·"退避后调用程序"有效时, 应正确设置程序名称

FORC-667 WARN.G 棱线过度偏离目标

原因	棱线过度偏离目标。
对策	<p>请将目标重新设置在接近棱线的位置上, 然后再次生成数据文件。</p> <p>(请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)</p>

FORC-668 WARN.G 目标间距过大

原因	存在 3 个目标间距超过 1m 的情况。
对策	<p>请在 ROBOGUIDE 中进行示教, 以确保 3 个目标间距均为 1m 以下, 然后再次生成数据文件。</p> <p>(请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)</p>

FORC-669 STOP.G 工件 ID 未设置

原因	工件 ID 未设置。
对策	<p>请在工件一览画面中设置所有的工件 ID, 然后再次尝试。</p> <p>(请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)</p>

FORC-670 STOP.G 结束点附近的棱线形状不一致

原因	在棱线的结束点附近, 实际工件形状与 CAD 图纸上的形状存在很大差异。尤其是在角部附近设置结束点时, 更容易发生。
对策	<p>请在 ROBOGUIDE 中删除指定的棱线, 然后重新将棱线数据的结束点设在远离角部附近的位置。</p> <p>请再次生成数据文件。</p> <p>(请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。)</p>

FORC-671 STOP.G 工具行进方向上不存在棱线

原因	在工具行进方向上找不到指定的棱线。
对策	<p>请参阅"R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制器 力觉控制去毛刺软件包操作说明书 "(B-83934CM-1)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ·请确认参数 "反转行进方向"的设置。有关"反转行进方向", 请参阅上述手册的"2.1.5.2 [特征路径生成]的设置"。 ·请确认是否错误检测指定棱线附近的棱线。有关棱线的误检测, 请参阅上述手册的 "A.2.4 去毛刺路径自动生成的失败示例"。

FORC-1000

原因	<p>有可能该报警并未实际发生, 但显示在力觉控制执行历史画面的报警编号中。</p> <p>执行力觉控制命令中, 满足以下任意条件时显示 1000。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 发生紧急停止 • 按下 HOLD 按钮 • 输入 HOLD 信号 • T1/T2 模式下松开或按下安全开关 • T1/T2 模式下松开 SHIFT 键
对策	执行力觉控制命令时需避免发生上述情况

C 力觉传感器安装方式设置功能

C.1 概要

C

以下情况需要使用本功能进行设置。

- 力觉传感器在固定设置下使用时。
- 使用不需要扭矩扳手类型的安装用标准适配器或者非标准适配器把力觉传感器安装在机械手上时。
- 使用需要扭矩扳手类型的安装用标准适配器并且把传感器安装到机械手的前端等与标准的安装位置不同的场所时。

注释

工厂出货时，力觉传感器已被安装在机器人手腕部，在不更改该安装位置而使用，并且使用需要扭矩扳手类型的安装用标准适配器时，无需执行本章中的操作。

（请参阅“导入篇 2.1 力觉传感器的概要”。）

在“力觉传感器安装方式设置”画面中，进行与力觉传感器相关的以下设置。

- “力觉传感器安装方式设置”：
选择力觉传感器的安装方式。进行力觉传感器安装在机器人手上、或固定在工作台上的设置。
- “设置参数”：
设置传感器坐标系。进行表示力觉传感器的位置姿势的传感器坐标系的设置。此传感器坐标系是被固定在力觉传感器本体上的坐标系，如下图所示，传感器底面的中心点是原点，其Z轴为力觉传感器的中心轴方向，X，Y轴是与其垂直的方向。有关+X、-X、+Y、-Y、+Z、-Z方向，还记载在贴在传感器上的标签上。
(以图 C.1 为首的下图中，假设 Y 方向是与纸面垂直的方向)
通过传感器坐标系设置，将传感器坐标系与机器人的坐标系关联起来。

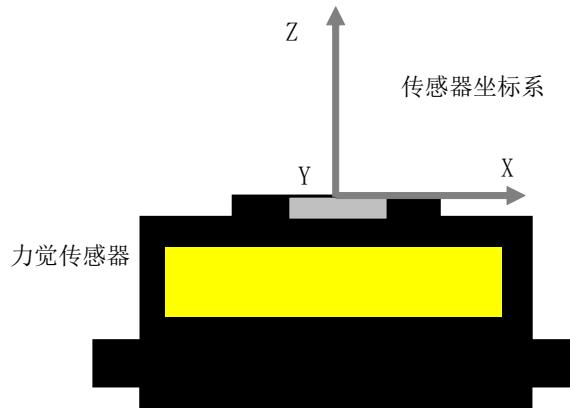
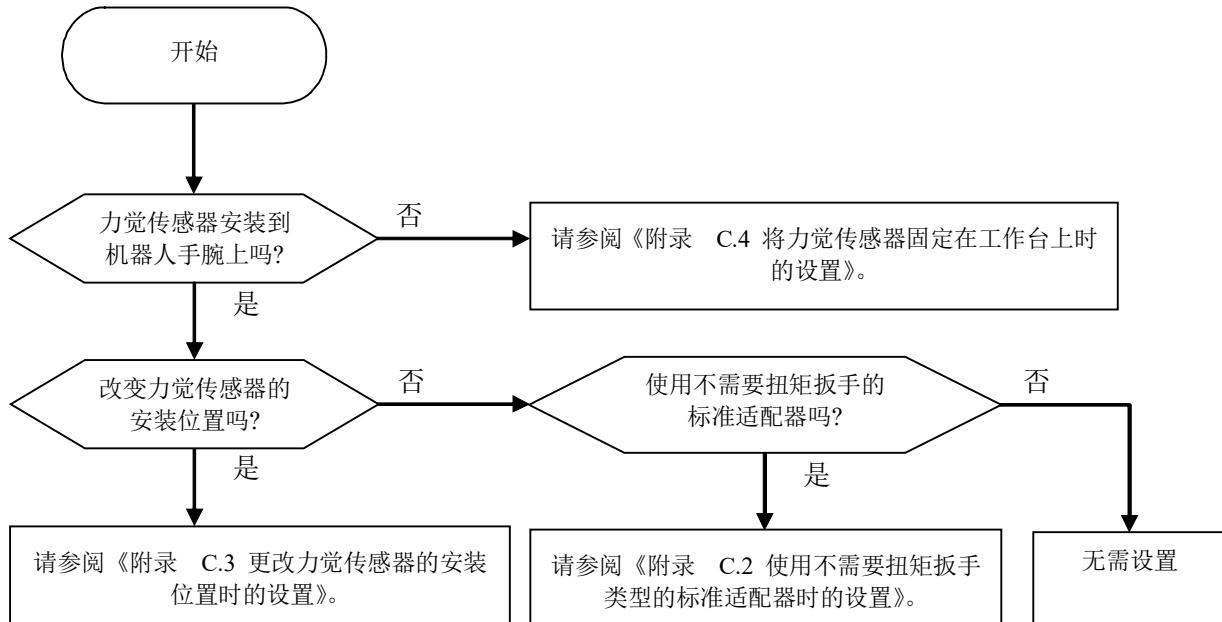


图 C.1 力觉传感器的传感器坐标系

请按照如下流程图，参照必要的项目。



⚠ 注意

在传感器安装方式和传感器坐标系的设置不适当的状态下执行力觉控制命令时，有可能会导致机器人进行预料外的动作。因此，要特别小心地进行设置。

C.2 使用不需要扭矩扳手类型的标准适配器时的设置

使用不需要扭矩扳手类型的标准适配器时，需要利用本功能设置传感器坐标系。如下图所示，在工厂出货时已被设置了用于需要扭矩扳手类型的传感器坐标系，需要将其更改为用于不需要扭矩扳手的类型。下面为设置步骤。

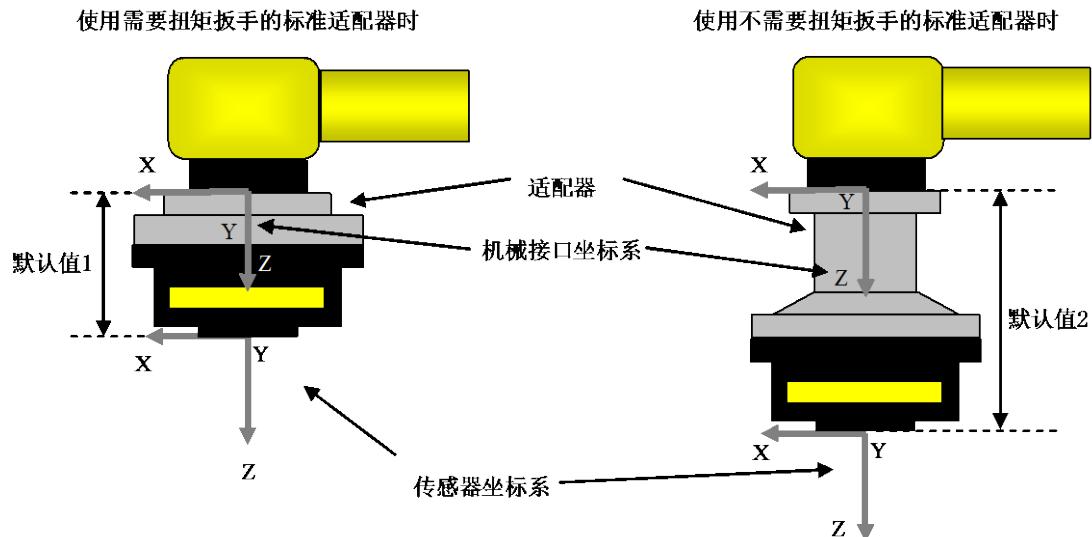


图 C.2 将力觉传感器安装在机器人手腕上时的传感器坐标系

C.2.1 设置程序的启动

从力觉传感器实用工具的“力觉传感器菜单”画面中启动设置程序。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)

设置程序的启动方法

- 1 显示“力觉传感器菜单”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)
- 2 将光标移至“力觉传感器安装方式设置”，按下 F5“详细”。
显示“力觉传感器安装方式设置”画面。

C.2.2 安装方式的设置

在“力觉传感器安装方式设置”画面中，设置力觉传感器的安装方式。力觉传感器的安装方式包括“手持”和“固定”。标准设置为“固定”。

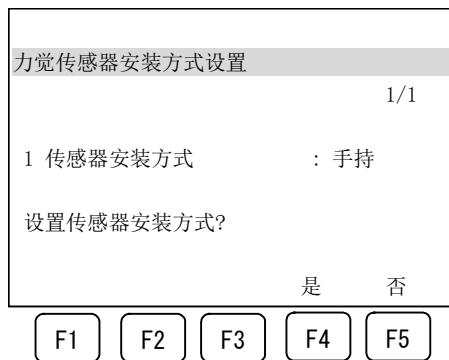
安装方式的设置方法

- 1 启动设置程序。
(请参阅“附录 C.2.1 设置程序的启动”。)
- 显示如下“力觉传感器安装方式设置”画面。



- 2 选择 F5 “手持” 后，按下 F2 “设置”。

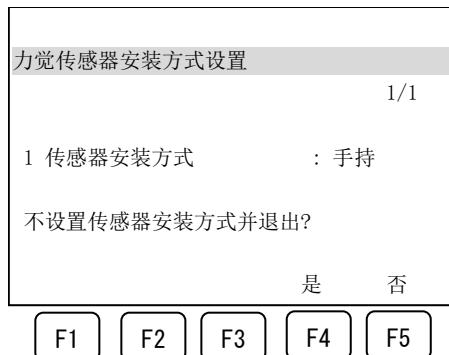
若按下 F2 “设置”，则会显示“设置传感器安装方式？”的确认信息，若选择 F4 “是”，就会反映现在画面上的设置，进入到传感器坐标系设置画面。（请参阅“C.2.3 传感器坐标系的设置”。）若选择 F5 “否”，则不会反映安装方式而返回设置画面。



程序的退出方法

按下 F1 “退出”，退出本程序。这种情况下，也不会进行此后进行的传感器坐标系的设置。

在更改了安装方式的状态下按下 F1 “退出”，则会显示“不设置传感器安装方式并退出？”的确认信息。选择 F4 “是”就会退出程序，选择 F5 “否”就会返回设置画面。



功能键

“力觉传感器安装方式设置”画面中的功能键如下所示。

表 C.2.2 功能键

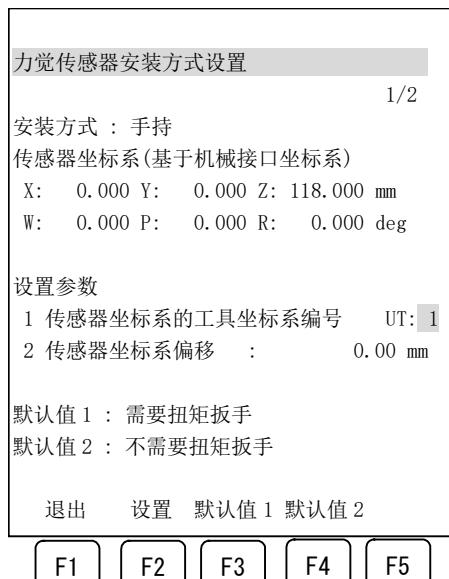
按键	显示名	说明
F1	退出	返回至“力觉传感器实用工具”画面。
F2	设置	反映画面上的安装方式的设置。
F4	固定	将安装方式设为“固定”。（如果没有点击 F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。
F5	手持	将安装方式设为“手持”。（如果没有点击 F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。

C.2.3 传感器坐标系的设置

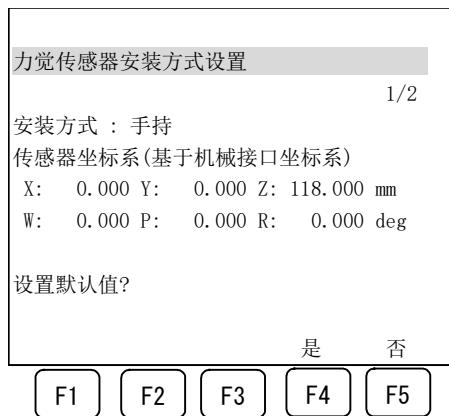
在“力觉传感器安装方式设置”画面中，进行力觉传感器已被安装在机器人的手腕上时的传感器坐标系的设置。

传感器坐标系的设置步骤

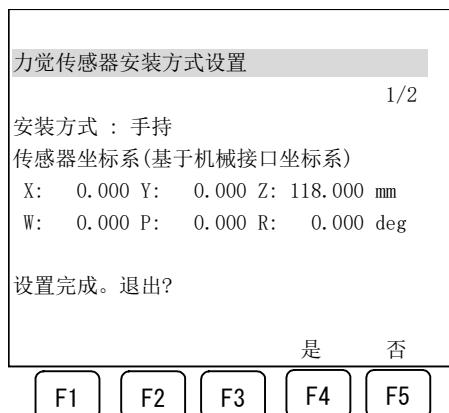
- 1 显示“力觉传感器安装方式设置”画面。
(请参阅“附录 C.2.2 安装方式的设置”。)



- 2 要设置不需要扭矩扳手类型的传感器坐标系时，按下 F4 “默认值 2”。则会显示“设置默认值？”的确认信息。若选择 F4 “是”，则会设置安装了标准适配器时的传感器坐标系；若选择 F5 “否”，则不进行任何操作而返回设置画面。



- 3 默认值的设置完成后，显示“设置完成。退出？”的确认信息。这里若选择 F4 “是”则退出本程序，并显示 “[SETFSAT] 请重启控制装置”的信息，请重启控制装置。若选择 F5 “否”，则继续传感器坐标系的设置。



功能键

“力觉传感器安装方式设置”画面中的功能键如下所示。

表 C.2.3 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回至“力觉传感器实用工具”画面。
F2	设置	进行传感器坐标系的设置。
F3	默认值 1	设置为使用了需要扭矩扳手类型的标准适配器时的传感器坐标系值。（只存在需要扭矩扳手类型的标准适配器的力觉传感器时，显示“默认值”。）
F4	默认值 2	设置为使用了不需要扭矩扳手类型的标准适配器时的传感器坐标系值。（不需要扭矩扳手类型的标准适配器不存在的力觉传感器时，此键上什么也不显示。）

C.3 更改力觉传感器的安装位置时的设置

将力觉传感器安装在与工厂出货时不同的场所时，需要利用本功能设置传感器坐标系。如下图所示，在工厂出货时已设置了用于标准适配器的传感器坐标系，需要将其更改为所要使用的适配器。下面为设置步骤。

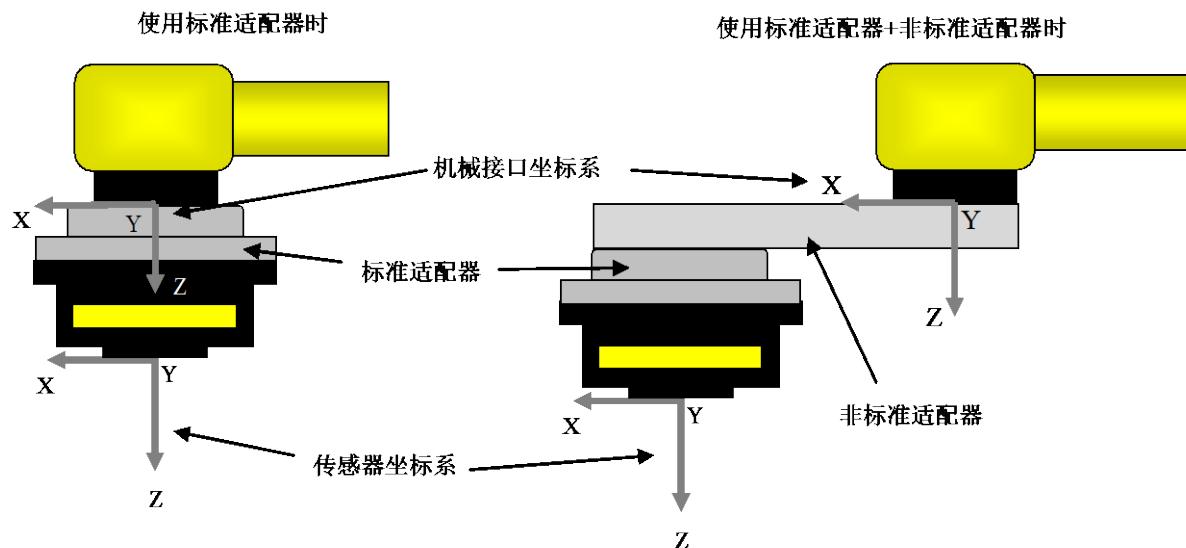


图 C.3 将力觉传感器安装在机器人手腕上时的传感器坐标系

C.3.1 准备

为了进行传感器坐标系的设置，暂时使用工具坐标系。

- 如果可根据设计图计算出、以机械接口坐标系为基准的传感器坐标系的位置的话，出将该位置值直接输入到工具坐标系中。
- 此工具坐标系相对于传感器坐标系，其所有轴都必须一致。

此外，在以下说明的程序中设置此工具坐标系编号。

设置完成后不使用此工具坐标系。

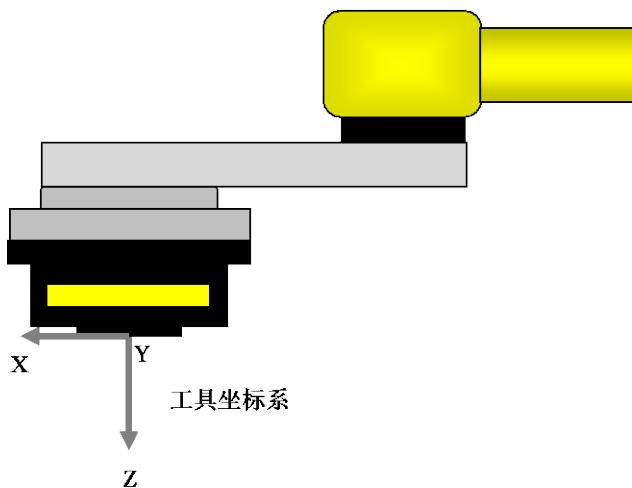


图 C.3.1 (a) 工具坐标系的示教例 1

如果无法根据设计图计算出位置时，设计一个类似下图的前端尖端的夹具。

- 夹具的前端位置必须位于力觉传感器的中心轴上。对于此夹具的前端位置示教工具坐标系。
(请参考图 C.3.1 (b))
- 此工具坐标系相对传感器坐标系，其 Z 方向必须一致，其 X，Y 方向必须平行。

此工具坐标系，在设置完成后不使用。

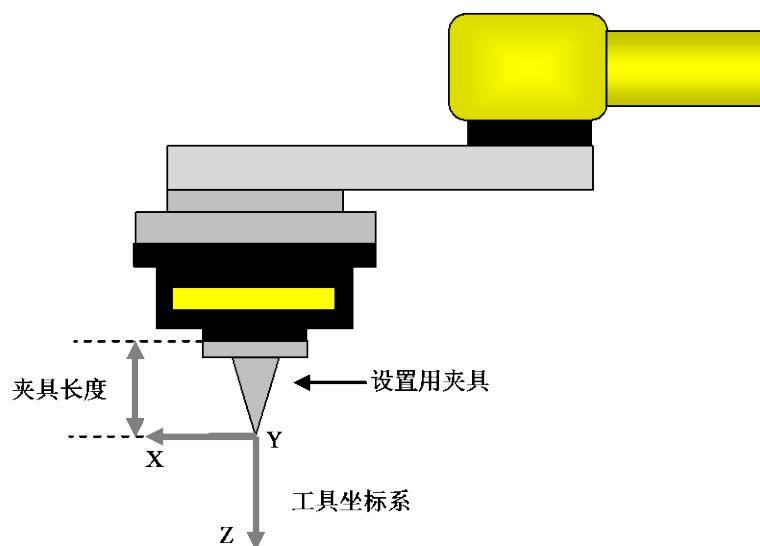


图 C.3.1 (b) 工具坐标系的示教例 2

注释

- 在利用本功能的设置中，需要已示教的工具坐标系的编号与夹具长度的信息。

C.3.2 设置程序的启动

从力觉传感器实用工具的“力觉传感器菜单”画面中启动设置程序。

（请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。）

设置程序的启动方法

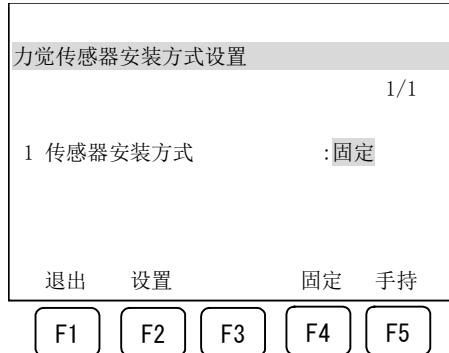
- 显示“力觉传感器菜单”画面。
（请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。）
- 将光标移至“力觉传感器安装方式设置”，按下 F3“详细”。
显示“力觉传感器安装方式设置”画面。

C.3.3 安装方式的设置

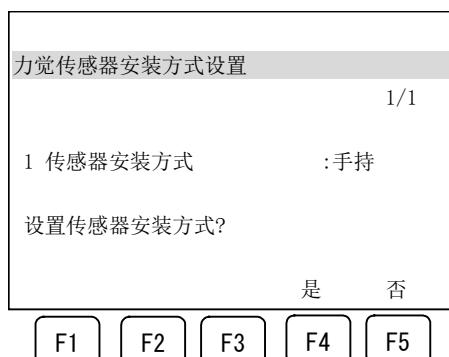
在“力觉传感器安装方式设置”画面中，进行力觉传感器的安装方式的设置。力觉传感器的安装方式包括“手持”和“固定”。标准设置为“固定”。

安装方式的设置方法

- 启动设置程序。
（请参阅“附录 C.3.2 设置程序的启动”。）
显示如下“力觉传感器安装方式设置”画面。

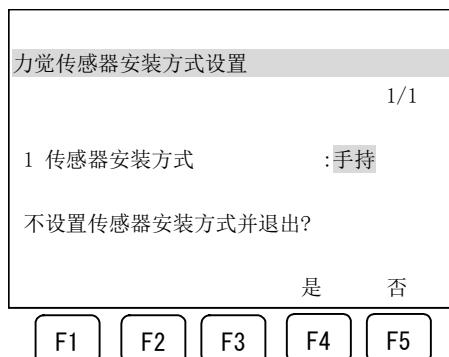


- 2 选择 F5 “手持”后，按下 F2 “设置”。则会显示“设置传感器安装方式？”的确认信息。
若选择 F4 “是”，就会反映现在画面上的设置，转移到传感器坐标系设置画面。（请参阅“C2.3 传感器坐标系的设置”。）若选择 F5 “否”，则不会反映安装方式而返回设置画面。



程序的退出方法

- 按下 F1 “退出”，退出本程序。这种情况下，也不会进行此后进行的传感器坐标系的设置。
若在更改了安装方式的状态下按下 F1 “退出”，则会显示“不设置传感器安装方式并退出？”的确认信息。若选择 F4 “是”就会退出程序，若选择 F5 “否”就会返回设置画面。



功能键

“力觉传感器安装方式设置”画面中的功能键如下所示。

表 C.3.3 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回至“力觉传感器实用工具”画面。
F2	设置	反映画面上的安装方式的设置。
F4	固定	将安装方式设为“固定”。（如果没有点击 F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。

按键	显示名	说明
F5	手持	将安装方式设为“手持”。（如果没有点击 F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。

C.3.4 传感器坐标系的设置

在“力觉传感器安装方式设置”画面中，进行力觉传感器已被安装在机器人的手腕上时的传感器坐标系的设置。

传感器坐标系的设置步骤

- 1 显示“力觉传感器安装方式设置”画面。
(请参阅“附录 C.3.3 安装方式的设置”。)
- 2 点击“传感器坐标系的工具坐标系编号”，输入值。
- 3 点击“传感器坐标系偏移”，输入值。
在传感器的底面示教工具坐标系时，输入“0”。
使用示教用夹具时，输入该夹具的长度。

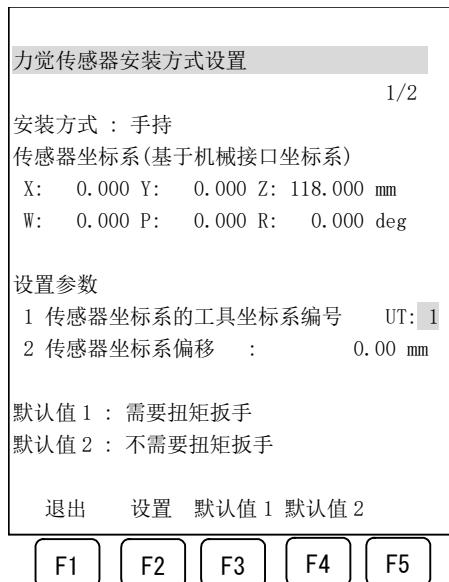
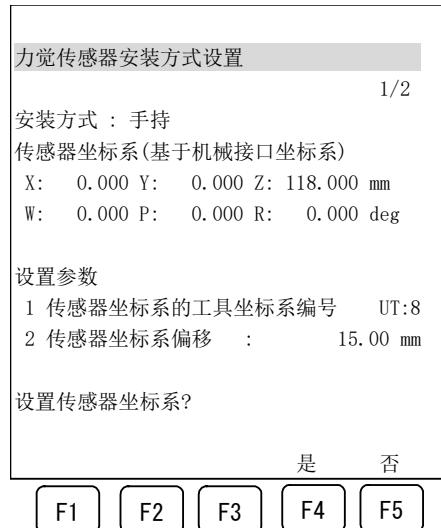


表 C.3.4 (a) “力觉传感器安装方式设置”画面

项目	说明
“传感器坐标系的工具坐标系编号”	系对传感器坐标系进行示教时使用的工具坐标系的编号。 “标准值：1”
“传感器坐标系偏移”	表示传感器坐标系和设置用工具坐标系的 Z 方向的偏移量。相对于上述编号的工具坐标系，Z 方向有偏移时，输入偏移量。 “标准值：0.00 mm”

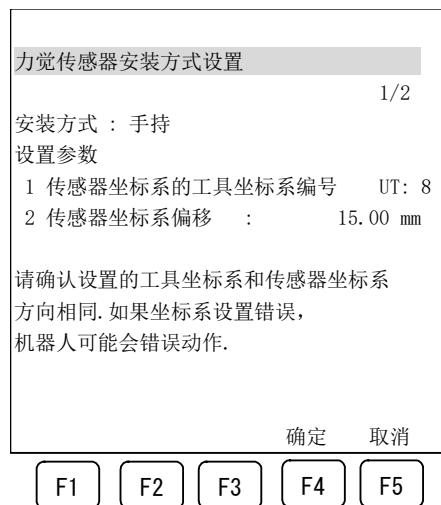
- 4 按下 F2“设置”。
显示“设置传感器坐标系？”的确认信息。



5 点击“是”。

显示如下坐标系的确认画面。

※ 若点击“否”，将返回“力觉传感器安装方式设置”画面。



6 向画面中显示的工具坐标系的 X、Y、Z 方向移动，确认工具坐标系与传感器坐标系的朝向一致。

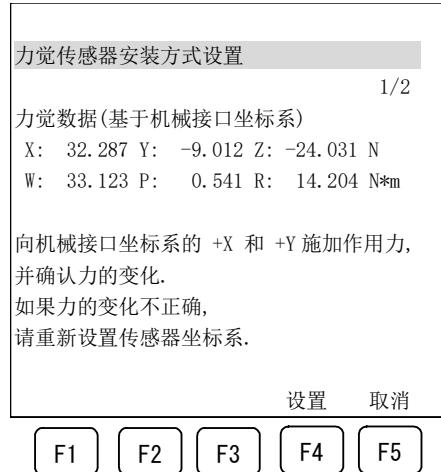
7 工具坐标系与传感器坐标系的朝向一致时，点击“确定”。

显示力觉数据。

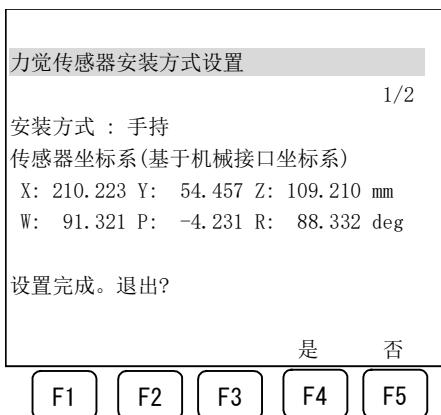
※ 工具坐标系与传感器坐标系的朝向不一致时，点击“取消”。

显示“力觉传感器安装方式设置”画面。

从步骤 2 开始重新设置工具坐标系。



- 8 依照画面上的指示, 确认力觉数据的输出。
 - 9 确认完成后, 点击“设置”。
- 设置新的传感器坐标系。
传感器坐标系的设置完成后, 将显示“设置完成。退出?”的确认信息。
※ 力觉数据的输出不正确时, 点击“取消”。
返回“力觉传感器安装方式设置”画面。
请确认工具坐标系和力觉传感器校准数据等, 从步骤 2 开始重新设置。



- 10 点击“是”。
- ※ 若点击“否”, 将返回“力觉传感器安装方式设置”画面。
- 11 显示 “[SETFSAT]控请重启制装置”的信息时, 请重启机器人控制装置。

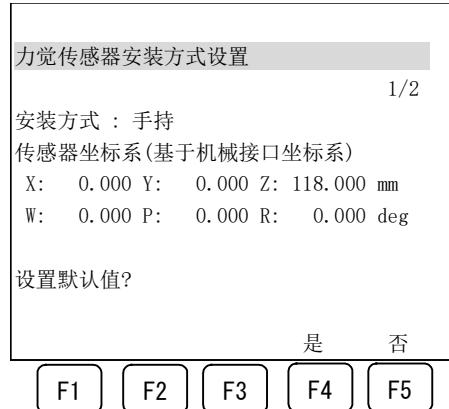
默认值的设置方法

将传感器坐标系的设置恢复默认值时, 按以下步骤进行。

注释

需注意恢复默认值后, “传感器坐标系的设置步骤”中设置的传感器坐标系将被删除。

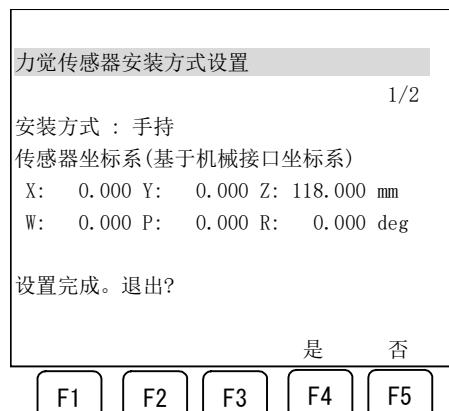
- 1 显示“力觉传感器安装方式设置”画面。
(请参阅“附录 C.3.3 安装方式的设置”。)
- 2 要使得传感器坐标系复原为默认值时, 按下 F3 “默认值 1” 或者 F4 “默认值 2”。若按下 F3 “默认值 1” 或者 F4 “默认值 2”, 则会显示“设置默认值?”的确认信息。



3 若选择 F4 “是”，则设置在标准的适配器上安装的传感器坐标系。

设置默认值完成后，将显示“设置完成。退出？”的确认信息。

※ 若点击“否”，将返回“力觉传感器安装方式设置”画面。



4 点击“是”。

※ 若点击“否”，将返回“力觉传感器安装方式设置”画面。

5 显示 “[SETFSAT]请重启控制装置”的信息时，请重启机器人控制装置。

功能键

“力觉传感器安装方式设置”画面中的功能键如下所示。

表 C.3.4 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回至“力觉传感器实用工具”画面。
F2	设置	进行传感器坐标系的设置。
F3	默认值 1	设置为使用了需要扭矩扳手类型的标准适配器时的传感器坐标系值。（只存在需要扭矩扳手类型的标准适配器的力觉传感器时，显示“默认值”。）
F4	默认值 2	设置为使用了不需要扭矩扳手类型的标准适配器时的传感器坐标系值。（不需要扭矩扳手类型的标准适配器不存在的力觉传感器时，此键上什么也不显示。）

C.4 将力觉传感器固定在工作台上时的设置

将力觉传感器固定在工作台上时，传感器坐标系的设置以世界坐标系为基准而进行。固定设置时，务必设置传感器坐标系。下面为设置步骤。

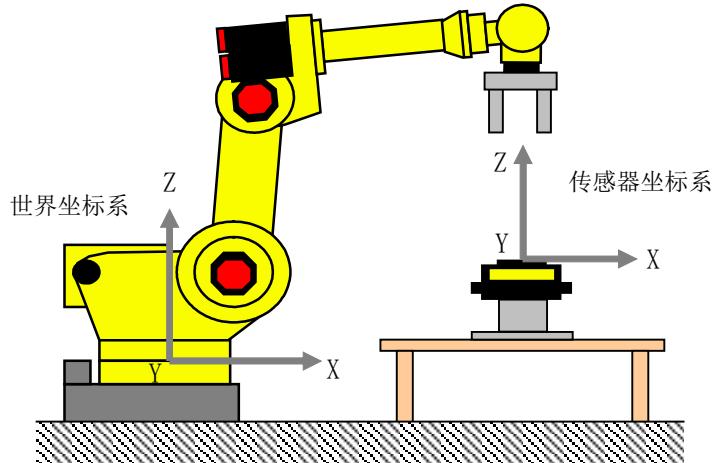


图 C.4 将力觉传感器固定到工作台上时的传感器坐标系

C.4.1 准备

为了进行传感器坐标系的设置，暂时使用一个用户坐标系。

如果可根据设计图计算出、以世界坐标系为基准的传感器坐标系的位置的话，出将该位置值直接输入到用户坐标系中。此用户坐标系相对于传感器坐标系，其所有轴都必须一致。

此外，在以下说明的程序中设置此用户坐标系编号。设置完成后不使用此用户坐标系。

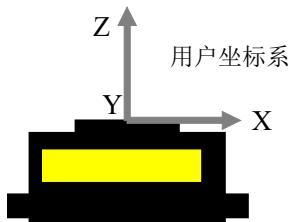


图 C.4.1 (a) 用户坐标系的示教例 1

如果无法根据设计图计算出时，请获取下表中记载的坐标系设置夹具。

表 C.4.1 坐标系设置夹具的图号

名称	图号
坐标系设置夹具、FS-10iA 用	A05B-1407-K001
坐标系设置夹具、FS-40iA 用	A05B-1407-K101
坐标系设置夹具、FS-100iA 用	A05B-1407-K201
坐标系设置夹具、FS-250iA 用	A05B-1407-K301

在此夹具上示教用户坐标系。这里，此用户坐标系相对传感器坐标系，其 Z 轴必须一致，其 X，Y 轴必须平行。此外，在程序内的设置中，需要已示教的用户坐标系的编号与夹具厚度的信息。此用户坐标系，在设置完成后不使用。

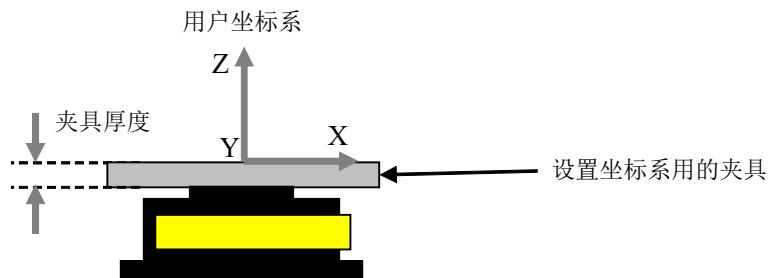


图 C.4.1 (b) 用户坐标系的示教例 2

C.4.2 设置程序的启动

从力觉传感器实用工具的“力觉传感器菜单”画面中启动设置程序。

(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)

设置程序的启动方法

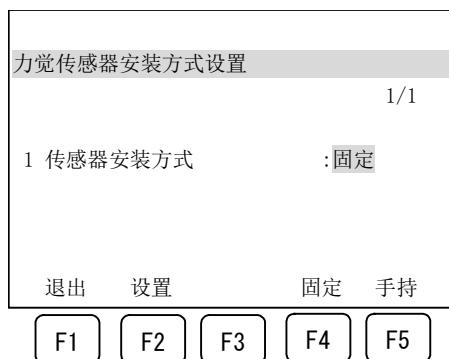
- 1 显示“力觉传感器菜单”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)
- 2 将光标移至“力觉传感器安装方式设置”，按下 F5“详细”。
显示“力觉传感器安装方式设置”画面。

C.4.3 安装方式的设置

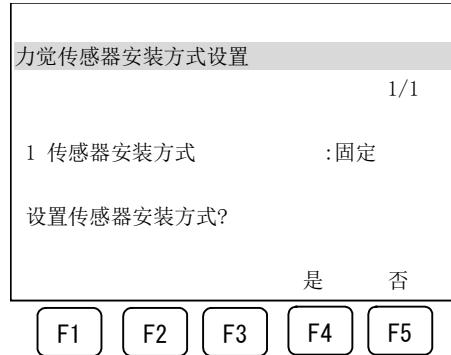
在“力觉传感器安装方式设置”画面中，进行力觉传感器的安装方式的设置。力觉传感器的安装方式包括“手持”和“固定”。标准设置为“固定”。

安装方式的设置方法

- 1 启动设置程序。
(请参阅“附录 C.4.2 设置程序的启动”。)
- 显示如下“力觉传感器安装方式设置”画面。



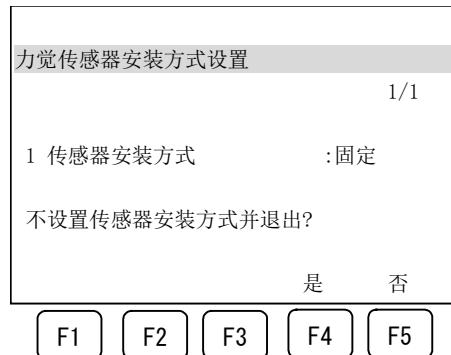
- 2 选择 F4 “固定”后，按下 F2 “设置”。
若按下 F2 “设置”，则会显示“设置传感器安装方式?”的确认信息，若选择 F4 “是”，就会反映现在画面上的设置，转移到传感器坐标系设置画面。(请参阅“C.2.3 传感器坐标系的设置”。)若选择 F5 “否”，则不会反映安装方式而返回设置画面。



程序的退出方法

按下 F1 “退出”，退出本程序。这种情况下，也不会进行此后进行的传感器坐标系的设置。

若在更改了安装方式的状态下按下 F1 “退出”，则会显示“不设置传感器安装方式并退出？”的确认信息。若选择 F4 “是”就会退出程序，若选择 F5 “否”就会返回设置画面。



功能键

“力觉传感器安装方式设置”画面中的功能键如下所示。

表 C.4.3 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回至“力觉传感器实用工具”画面。
F2	设置	反映画面上的安装方式的设置。
F4	固定	将安装方式设为“固定”。（如果没有点击 F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。
F5	手持	将安装方式设为“手持”。（如果没有点击 F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。

C.4.4 传感器坐标系的设置

在“力觉传感器安装方式设置”画面中，进行力觉传感器被固定设置在工作台上时的传感器坐标系的设置。

传感器坐标系的设置步骤

- 1 显示“力觉传感器安装方式设置”画面。
(请参阅“附录 C.4.3 安装方式的设置”。)
- 2 点击“传感器坐标系的工具坐标系编号”，输入值。
- 3 点击“传感器坐标系偏移”，输入值。
在传感器的底面示教工具坐标系时，输入“0”。
使用示教用夹具时，输入该夹具的长度。

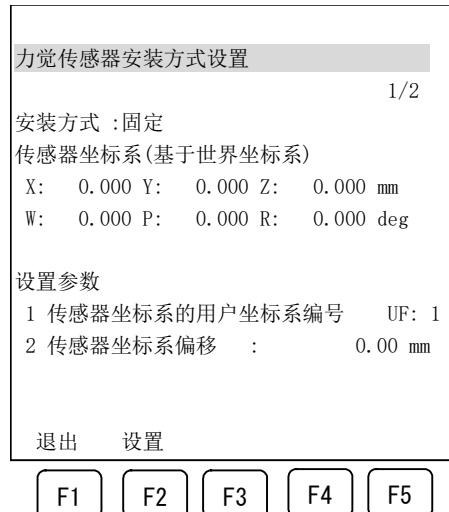
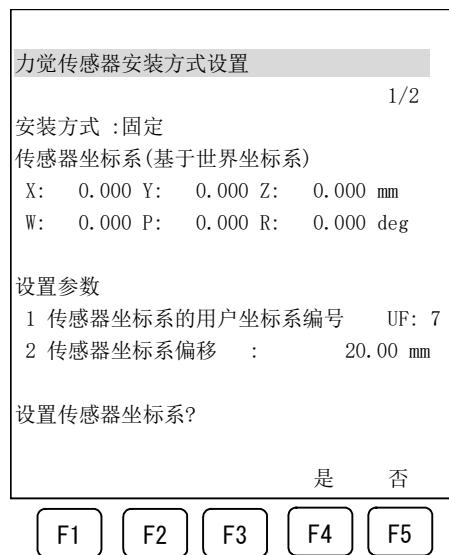


表 C.4.4 (a) "力觉传感器安装方式设置"画面

项目	说明
传感器坐标系的用户坐标系编号	系用于示教传感器坐标系的用户坐标系的编号。 "标准值: 0"
传感器坐标系偏移	表示传感器坐标系和设置用用户坐标系的 Z 方向的偏移量。相对于上述编号的用户坐标系, Z 方向有偏移时, 输入偏移量。 "标准值: 0.00 mm"

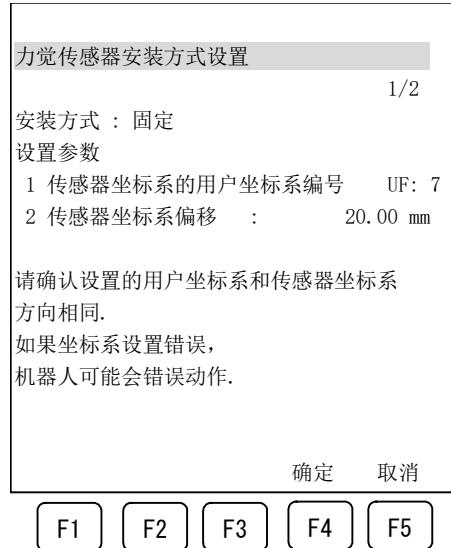
4 若按下 F2 “设置”，则会显示“设置传感器坐标系？”的确认信息。



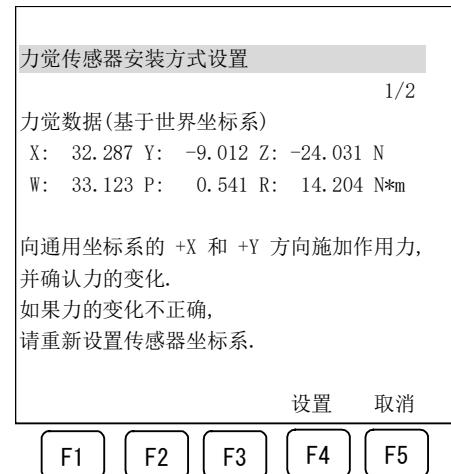
5 点击“是”。

显示如下坐标系的确认画面。

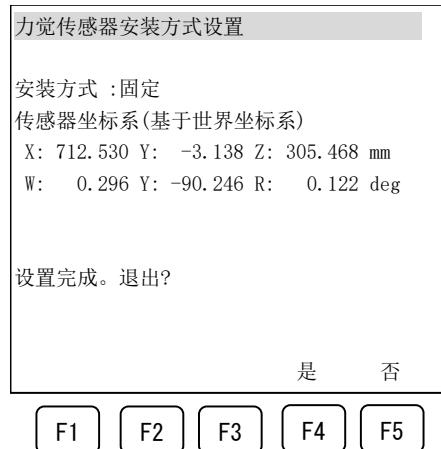
* 若点击“否”，将返回“力觉传感器安装方式设置”画面。



- 6 向画面中显示的工具坐标系的 X、Y、Z 方向移动，确认工具坐标系与传感器坐标系的朝向一致。
- 7 工具坐标系与传感器坐标系的朝向一致时，点击“确定”。
 - 显示力觉数据。
 - * 工具坐标系与传感器坐标系的朝向不一致时，点击“取消”。
 - 显示“力觉传感器安装方式设置”画面。
 - 从步骤 2 开始重新设置工具坐标系。



- 8 依照画面上的指示，确认力觉数据的输出。
- 9 确认完成后，点击“设置”。
 - 设置新的传感器坐标系。
 - 传感器坐标系的设置完成后，将显示“设置完成。退出？”的确认信息。
 - * 力觉数据的输出不正确时，点击“取消”。
 - 返回“力觉传感器安装方式设置”画面。
 - 请确认工具坐标系和力觉传感器校准数据等，从步骤 2 开始重新设置。



10 点击“是”。

※ 若点击“否”，将返回“力觉传感器安装方式设置”画面。

11 显示 “[SETFSAT]请重启控制装置”的信息时，请重启机器人控制装置。

功能键

“力觉传感器安装方式设置”画面中的功能键如下所示。

表 C. 4. 4 (b) 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回至“力觉传感器实用工具”画面。
F2	设置	进行传感器坐标系的设置。

C.5 只更改安装方式时的设置

下面为不更改传感器坐标系，只更改安装方式时的设置步骤。

C.5.1 设置程序的启动

从力觉传感器实用工具的“力觉传感器菜单”画面中启动设置程序。

(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)

设置程序的启动方法

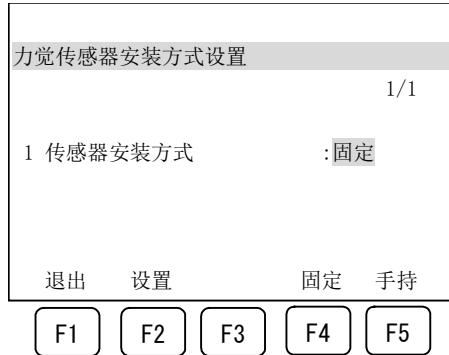
- 1 显示“力觉传感器菜单”画面。
(请参阅“基本功能篇 3 力觉传感器的实用工具”。)
- 2 将光标移至“力觉传感器安装方式设置”，按下 F5“详细”。
显示“力觉传感器安装方式设置”画面。

C.5.2 安装方式的设置

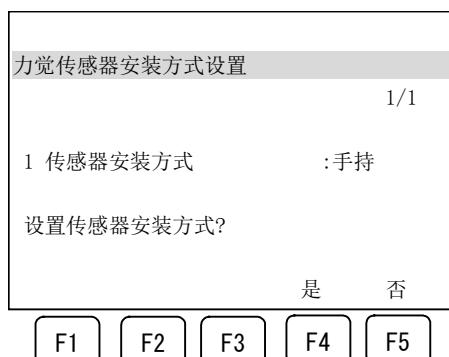
在“力觉传感器安装方式设置”画面中，进行力觉传感器的安装方式的设置。力觉传感器的安装方式包括“手持”和“固定”。标准设置为“固定”。

安装方式的设置方法

- 1 启动设置程序。
(请参阅“附录 C. 5.1 设置程序的启动”。)
显示如下“力觉传感器安装方式设置”画面。

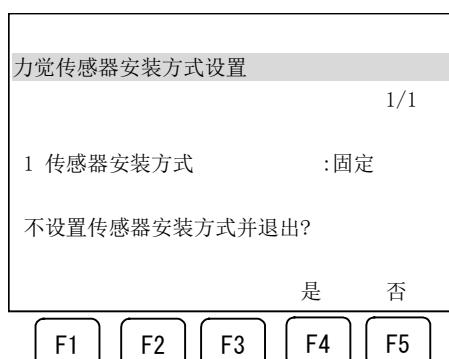


- 2 根据 F4 “固定” 和 F5 “手持” 选择安装方式后，按下 F2 “设置”。
若按下 F2 “设置”，则会显示“设置传感器安装方式？”的确认信息，若选择 F4 “是”，就会反映现在画面上的设置，转移到传感器坐标系设置画面。若选择 F5 “否”，则返回设置画面而不反映安装方式。



程序的退出方法

按下 F1 “退出”，退出本程序。这种情况下，也不会进行此后进行的传感器坐标系的设置。
若在更改了安装方式的状态下按下 F1 “退出”，则会显示“不设置传感器安装方式并退出？”的确认信息。若选择 F4 “是” 就会退出程序，若选择 F5 “否” 就会返回设置画面。



功能键

“力觉传感器安装方式设置”画面中的功能键如下所示。

表 C.5.2 功能键

按键	显示名	说明
F1	退出	返回至“力觉传感器实用工具”画面。
F2	设置	反映画面上的安装方式的设置。
F4	固定	将安装方式设为“固定”。（如果没有点击 F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。

按键	显示名	说明
F5	手持	将安装方式设为“手持”。（如果没有点击F2“设置”，将不反映“力觉传感器安装方式设置”画面中的设置）。

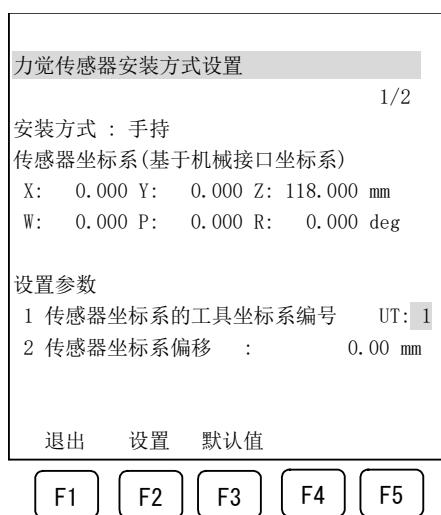
C.5.3 传感器坐标系的设置

在此画面上进行传感器坐标系的设置，但是在不更改传感器坐标系时，按以下步骤操作。

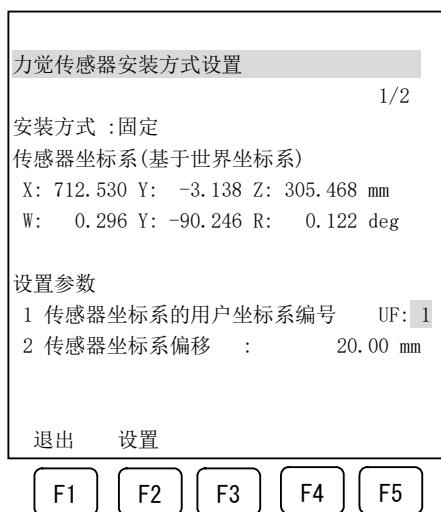
传感器坐标系的设置步骤

- 1 显示“力觉传感器安装方式设置”画面。
(请参阅“附录 C. 5.2 安装方式的设置”。)

手持安装时，显示如下画面。



固定设置时，会显示如下画面。



- 2 按下F1“退出”，退出本程序。

D 力觉传感器和力觉控制的系统文件

本章对力觉传感器和力觉控制使用的系统文件进行说明。

从“文件”画面中可以把力觉传感器/力觉控制的相关系统文件将保存至外部存储装置。

力觉传感器/力觉控制的相关系统文件的保存步骤

- 1 在机器人控制装置的示教器上按下“MENU”(菜单)键。
- 2 从菜单中选择“文件”→“文件”，按下“ENTER”键。显示“文件”画面。
- 3 按下 F4“备份”。
- 4 从菜单中选择“系统文件”或“以上所有”，按下 F4“是”，把力觉传感器/力觉控制的相关系统文件保存至外部存储装置。

力觉传感器/力觉控制的相关系统文件有以下文件。

表 D 力觉传感器和力觉控制的系统文件

文件名	说明
SYSFSCDL.SV	存储力觉控制参数表数据。
SYSFSCB2.SV	存储 6 轴力觉传感器 (FS-15iA、FS-40iA、FS-100iA、FS-250iA) 的校准数据等的数据。
SYSFSCB3.SV	存储 3 轴力觉传感器 (FS-15iAe) 的设置数据。
SYSFFLR.SV	存储力觉控制命令的执行历史。
SYSFORCE.SV	存储力觉控制相关的系统设置数据、工件质量测量功能的设置数据、工具质量和重心位置测量功能的测量结果等数据。
SYSMTPGN.SV	存储 TP 程序自动生成功能的参数。
SYSPTPGN.SV	存储力觉控制去毛刺软件包的参数。

E 力觉数据显示功能(PC)

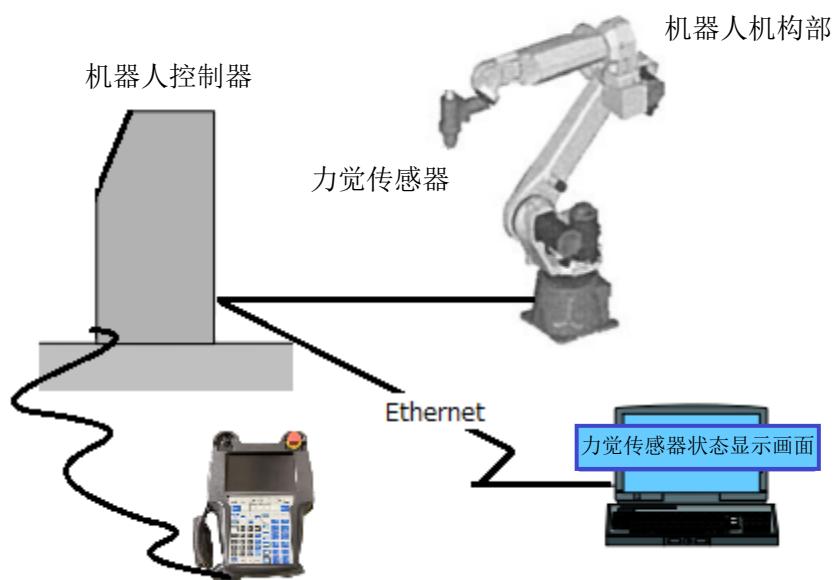
E.1 概要

可利用力觉数据显示功能(PC)进行下述操作。

- 可利用图形实时显示力觉传感器的值
- 针对已接收的数据记录一定时间的日志并输出其结果文件

除机器人控制器之外，也可以在其他 PC 中使用力觉数据显示功能(PC)。

使用 HTTP 接收并显示由机器人控制器收集的力觉传感器数据。



E.1.1 操作环境

力觉数据显示功能(PC)在下述环境中运行。

支持的 OS

- Windows 10

支持的浏览器

- Microsoft Edge
- Google Chrome
- Internet Explorer 11

支持的控制装置软件版本

- 7DF1/P26 或者更高版本
- 7DF3/P05 或者更高版本
- 7DF5

E.1.2 连接方法

请利用以太网电缆连接机器人控制器 MAIN 板前面的以太网连接器与 PC。

请准备满足下述规格的以太网电缆。

- 双绞线电缆

- 有屏蔽线

E.1.3 启动方法

力觉数据显示功能(PC)的启动方法如下所示。

- 1 启动 Web 浏览器。
- 2 如果在地址栏中输入下述 URL 并按下"Enter"键，则会显示力觉数据显示功能(PC)的主画面。
<http://IP 地址/frh/force/fsmonitor.htm>

请在 IP 地址中输入机器人控制器的 IP 地址。

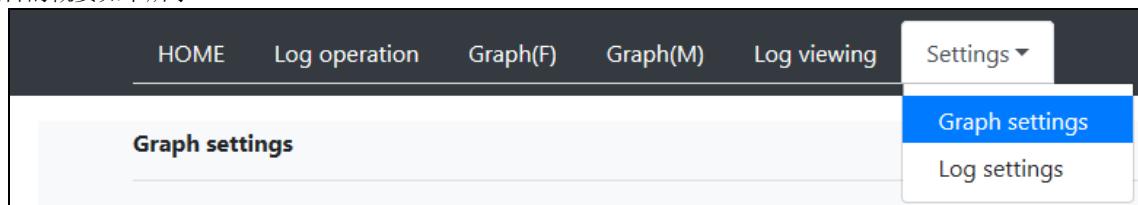
有关机器人控制器 IP 地址的设置方法，请参阅"使用说明书 基本操作篇(B-83284CM)"中的"IP 地址的设置"。不知道 IP 地址时，请咨询本公司的网络管理员。

E

E.2 各画面的说明

要显示各画面时，请单击画面上部显示的上方工具栏中的相应项目。

各项目的概要如下所示。

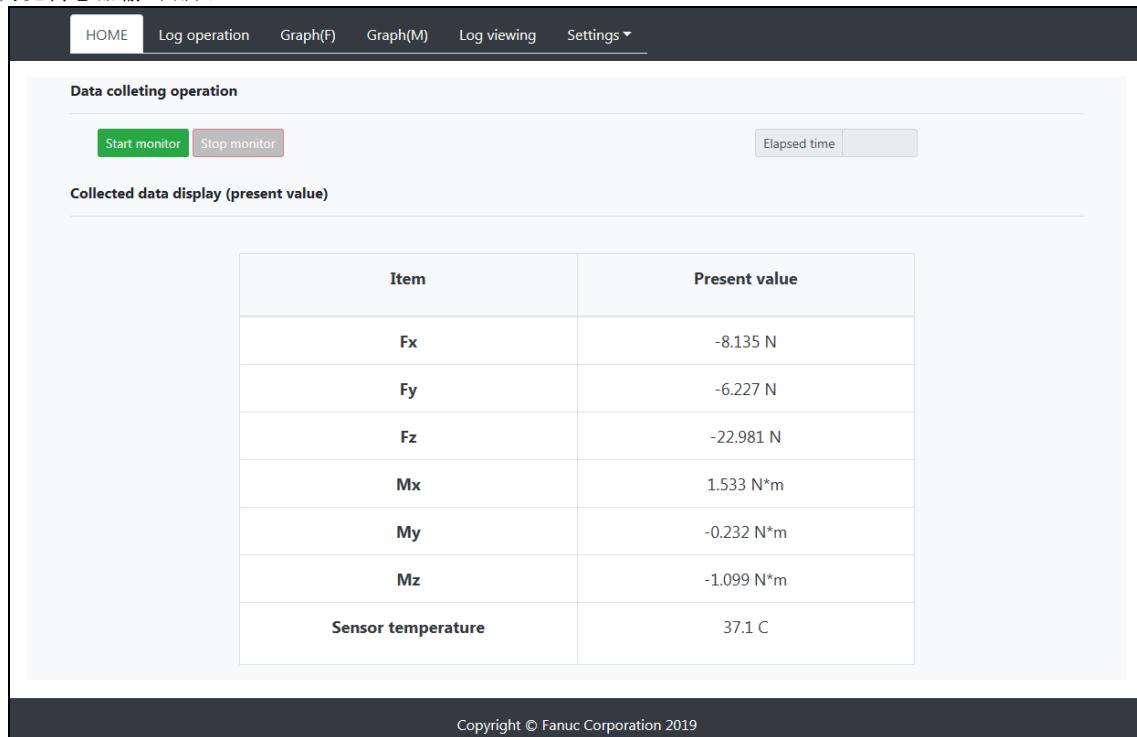


画面	概要	显示方法
主页 (HOME)	开始/停止力觉传感器数据的收集。 可确认力觉传感器的输出值。	单击上方工具栏中的"主页"(HOME)。
日志操作 (Log operation)	可获取力觉传感器的日志或对已获取的日志历史进行操作。	单击上方工具栏中的"日志操作"(Log operation)。
图形(F) (Graph(F))	在图形中显示力觉传感器的 X 方向、Y 方向、Z 方向的力。	请单击上方工具栏中的"图形(F)" (Graph(F))。
图形(M) (Graph (M))	在图形中显示力觉传感器的 X 周边、Y 周边、Z 周边的力矩。	单击上方工具栏中的"图形(M)" (Graph (M))。
日志阅览 (Log viewing)	显示从日志历史中选择的日志数据。	单击上方工具栏中的"日志阅览"(Log viewing)。
图形设置 (Graph settings)	设置有关图形显示的参数。	从上方工具栏的"设置"中选择"图形设置"(Graph settings)。
日志设置 (Log settings)	设置有关日志记录的参数。	从上方工具栏的"设置"中选择"日志设置"(Log settings)。

E.2.1 主画面

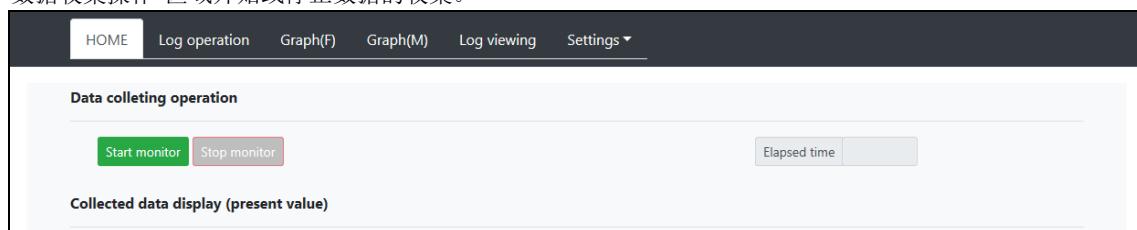
可在主画面中进行下述操作。

- 数据收集的开始/停止
- 力觉传感器输出确认



E.2.1.1 数据收集的开始/停止

可在"数据收集操作"区域开始或停止数据的收集。



项目	说明
监视开始 (Start monitor)	要开始数据收集时单击。
监视停止 (Stop monitor)	要停止数据收集时单击。
经过时间 (Elapsed time)	显示开始数据收集后的经过时间。

E.2.1.2 力觉传感器输出确认

可在"收集数据显示 (当前值) " (Collected data display(Present value)) 区域确认力觉传感器输出的当前值。

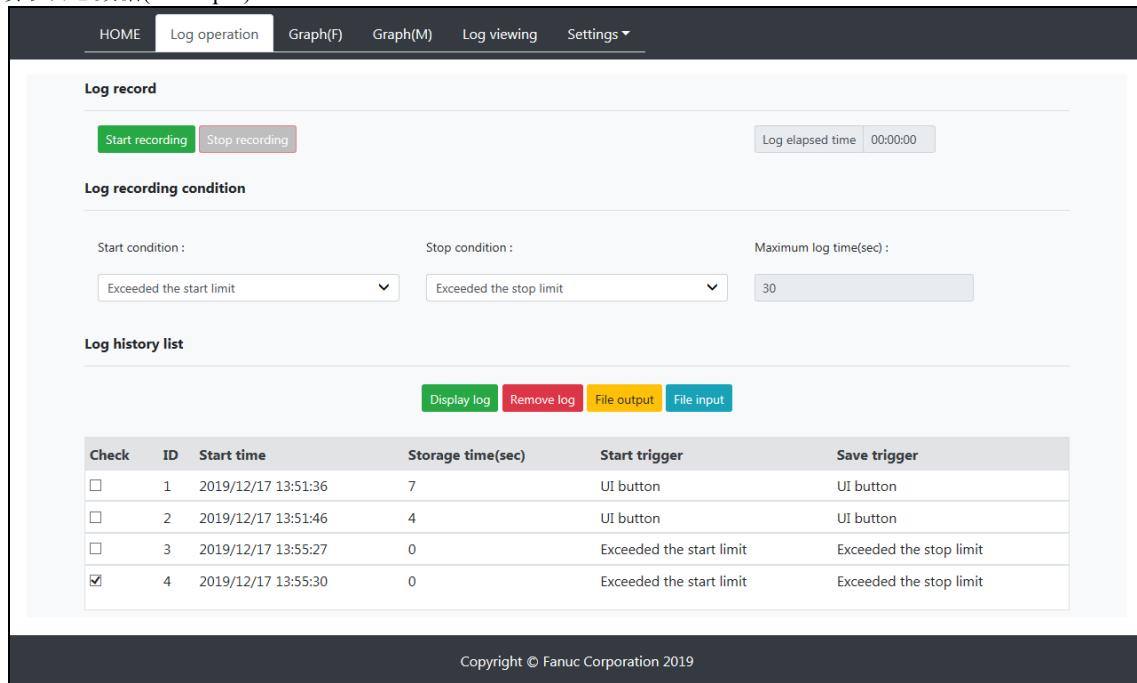
Collected data display (present value)	
Item	Present value
Fx	-8.135 N
Fy	-6.227 N
Fz	-22.981 N
Mx	1.533 N*m
My	-0.232 N*m
Mz	-1.099 N*m
Sensor temperature	37.1 C

项目	单位	说明
Fx	N	显示 Fx (X 方向的力)。
Fy	N	显示 Fy (Y 方向的力)。
Fz	N	显示 Fz (Z 方向的力)。
Mx	N*m	显示 Mx (X 旋转力矩)。
My	N*m	显示 My (Y 旋转力矩)。
Mz	N*m	显示 Mz (Z 旋转力矩)。
温度 (Sensor temperature)	C	显示传感器温度。

E.2.2 日志操作画面

可在日志操作画面中进行下述操作。

- 设置日志的纪录条件(Log recording condition)
- 开始/停止日志的记录(Start condition / Stop condition)
- 显示日志历史一览(Log history list)
- 显示日志数据(Display log)
- 删除日志数据(Remove log)
- 保存日志数据(File output)
- 读取日志数据(File input)



E.2.2.1 设置日志的纪录条件

可在"日志纪录条件(Log recording condition)"区域中设置日志的纪录条件。

要记录日志时,请设置纪录条件(开始条件(Start condition)与停止条件(Stop condition))。如果满足开始条件,则会开始日志记录;如果满足停止条件,则会停止日志记录。超出最大日志时间(Maximum log time(sec))时,也会停止日志记录。日志记录条件的设置步骤如下所示。



1 在开始条件中选择下述某项。

- UI 按钮
- 低于开始极限值
- 超过开始极限值

项目	说明
UI 按钮 (UI button)	单击记录开始时,会开始力觉传感器的数据记录。
低于开始极限值 (Below the start limit)	力觉传感器的当前值低于开始极限值时,开始记录力觉传感器数据。
超过开始极限值 (Exceeded the start limit)	力觉传感器的当前值超过开始极限值时,开始记录力觉传感器数据。

*有关开始极限值,请参阅 E.2.6 日志设置画面。

2 在停止条件中选择下述某项。

- UI 按钮
- 低于停止极限值
- 超过停止极限值

项目	说明
UI 按钮 (UI button)	单击记录停止时,会停止力觉传感器的数据记录。
低于停止极限值 (Below the stop limit)	力觉传感器的当前值低于停止极限值时,停止记录力觉传感器数据。
超过停止极限值 (Exceeded the stop limit)	力觉传感器的当前值超过停止极限值时,停止记录力觉传感器数据。

*有关停止极限值,请参阅 E.2.6 日志设置画面。

3 设置最大日志时间。

E.2.2.2 开始/停止日志的记录

可在"日志纪录(Log record)"区域中启用或禁用日志纪录。



项目	说明
记录开始 (Start recording)	要启用日志记录时单击。 单击之后,如果满足开始条件,则会开始日志记录。 在开始条件中选择 UI 按钮时,会在单击此按钮时开始记录日志。
记录停止 (Stop recording)	要禁用日志记录时单击。 如果单击,则会停止记录日志。 在停止条件中选择 UI 按钮时,会在单击此按钮时停止记录日志。

项目	说明
日志经过时间 (Log elapsed time)	显示从日志记录开始的经过时间。 如果达到 E.2.6 日志设置画面的最大日志时间，则会停止记录日志。

E.2.2.3 显示日志历史一览

"日志历史一览"区域中会一览显示已记录日志的历史。

可通过显示的日志历史进行日志显示、删除或输出为文件。另外，也可以读取已输出的日志文件。

Check	ID	Start time	Storage time(sec)	Start trigger	Save trigger
<input type="checkbox"/>	1	2019/12/17 13:51:36	7	UI button	UI button
<input type="checkbox"/>	2	2019/12/17 13:51:46	4	UI button	UI button
<input type="checkbox"/>	3	2019/12/17 13:55:27	0	Exceeded the start limit	Exceeded the stop limit
<input checked="" type="checkbox"/>	4	2019/12/17 13:55:30	0	Exceeded the start limit	Exceeded the stop limit

项目	说明
Check	选择操作对象日志。
ID	是每次获取日志时都会增加的数字。 如果重新打开 WEB 页面，则会进行重置。
时间 (Start time)	显示日志记录的开始时间。
保存时间(秒) (Storage time(sec))	显示日志的保存时间。
开始触发 (Start trigger)	显示开始日志时的条件。
保存触发 (Save trigger)	显示停止日志时的条件。

E.2.2.4 显示日志数据

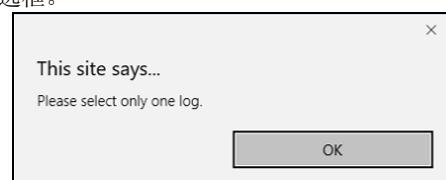
日志数据的显示步骤如下所示。

Check	ID	Start time	Storage time(sec)	Start trigger	Save trigger
<input type="checkbox"/>	1	2019/12/17 13:51:36	7	UI button	UI button
<input type="checkbox"/>	2	2019/12/17 13:51:46	4	UI button	UI button
<input checked="" type="checkbox"/>	3	2019/12/17 13:55:27	0	Exceeded the start limit	Exceeded the stop limit
<input checked="" type="checkbox"/>	4	2019/12/17 13:55:30	0	Exceeded the start limit	Exceeded the stop limit

- 如果在"日志历史一览"(Log history list)区域的 Check 中选择 1 个要显示日志的复选框并单击"显示日志"，则会在日志阅览画面中显示选中的日志数据。

选择 2 个以上的复选框时，会显示下述信息。

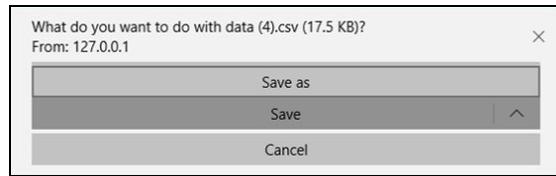
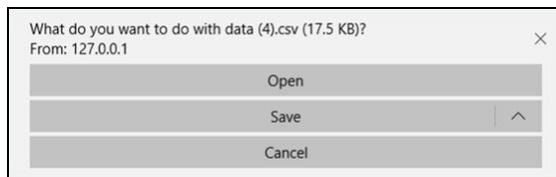
请单击"OK"，并且仅选择 1 个复选框。



E.2.2.5 输出日志数据

将日志输出为文件的步骤如下所示。

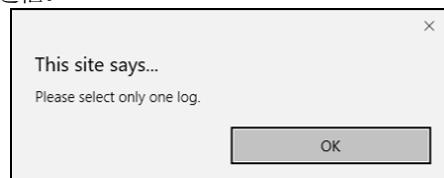
- 1 如果在"日志历史一览"区域的 Check 中选择 1 个要输出日志的复选框并单击"输出文件"，则会显示文件操作选择画面。



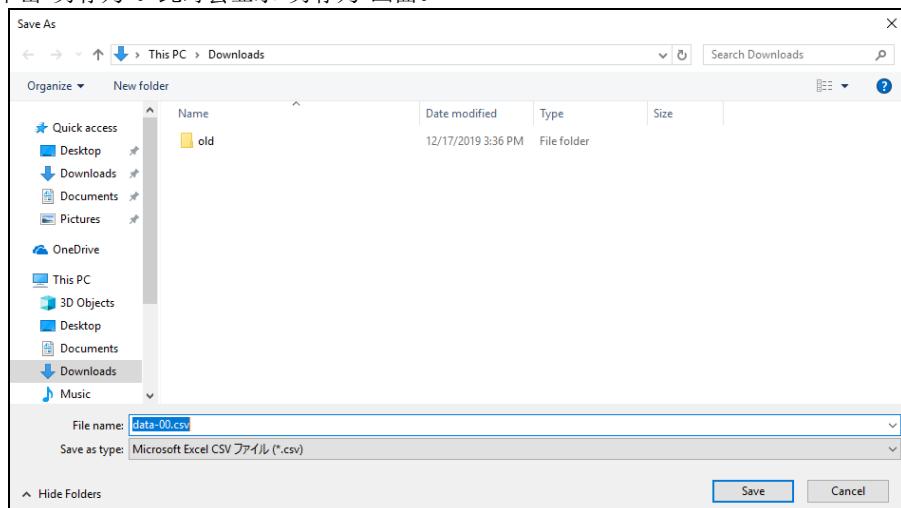
E

选择 2 个以上的复选框时，会显示下述信息。

请单击"OK"，并且仅选择 1 个复选框。



- 2 通过"保存"单击"另存为"。此时会显示"另存为"画面。



- 3 指定保存目标文件夹与文件名，然后单击"保存"。

E.2.2.6 删除日志数据

日志数据的删除步骤如下所示。

- 1 在"日志历史一览"区域的 Check 中选择要删除日志的复选框（也可以选择多个日志），然后单击"删除日志"。此时会显示下述信息。

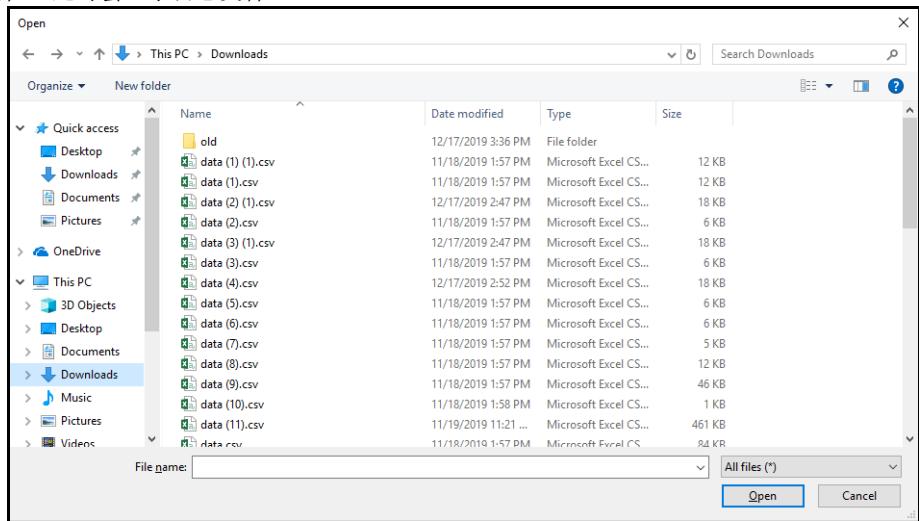


- 2 单击"OK"。选中的日志数据被删除。

E.2.2.7 读取日志文件

已输出日志文件的读取步骤如下所示。

- 1 单击"读取文件"。此时会显示日志文件。



- 2 选择要读取的日志文件，然后单击"打开"。选中的日志会被添加到历史一览。

E.2.3 图形显示画面

用于在图形中显示力觉传感器的值。

根据要显示的值，有下述 2 个画面。

- **图形(F)画面**
为力觉的显示画面。
- **图形(M)画面**
为力矩的显示画面。

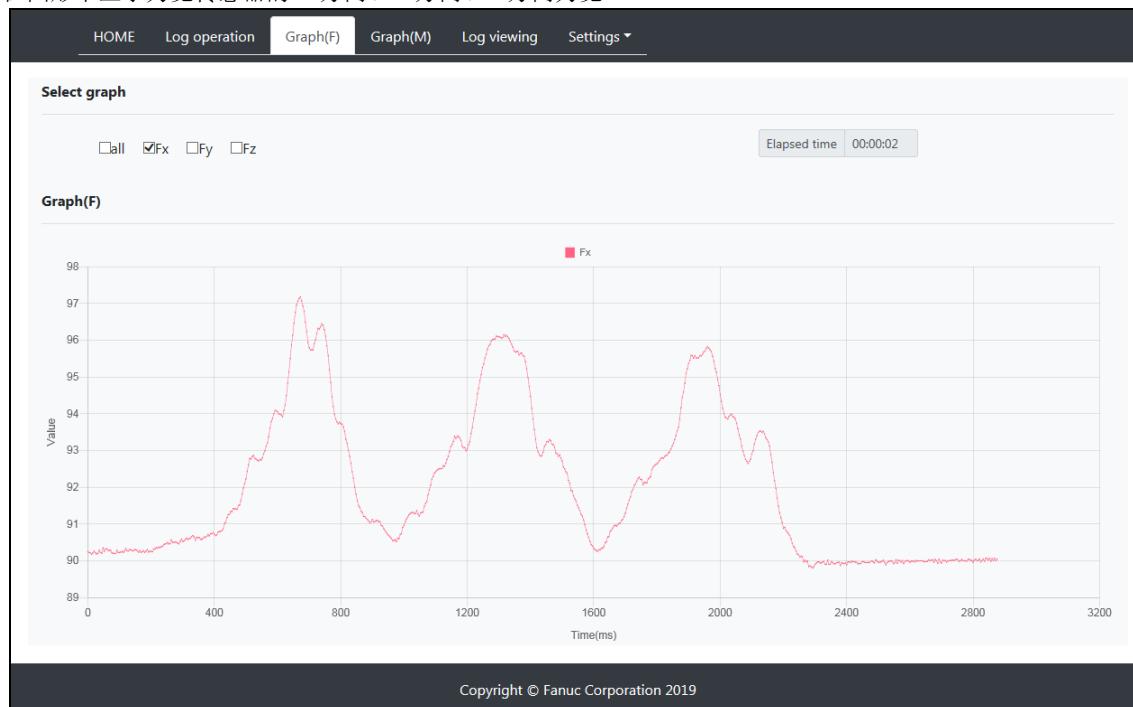
图形显示功能的详细说明如下所示。

- 显示"图形选择"中选择的数据。
- 纵轴为值（力觉单位：N、力矩单位：N*m）；横轴为时间（单位：msec）。
- 如果开始收集力觉传感器数据（请参阅 E.2.1.1），则会按控制周期在图形中显示已收集的数据。
- 力觉传感器数据收集停止时，图形显示也会停止。
- 纵轴的比例依据图形设置比例的设置值。
- 要绘制的点数依据图形设置的横轴比例设置值。
- 显示更新周期约为 120 msec。

E

E.2.3.1 图形(F)画面

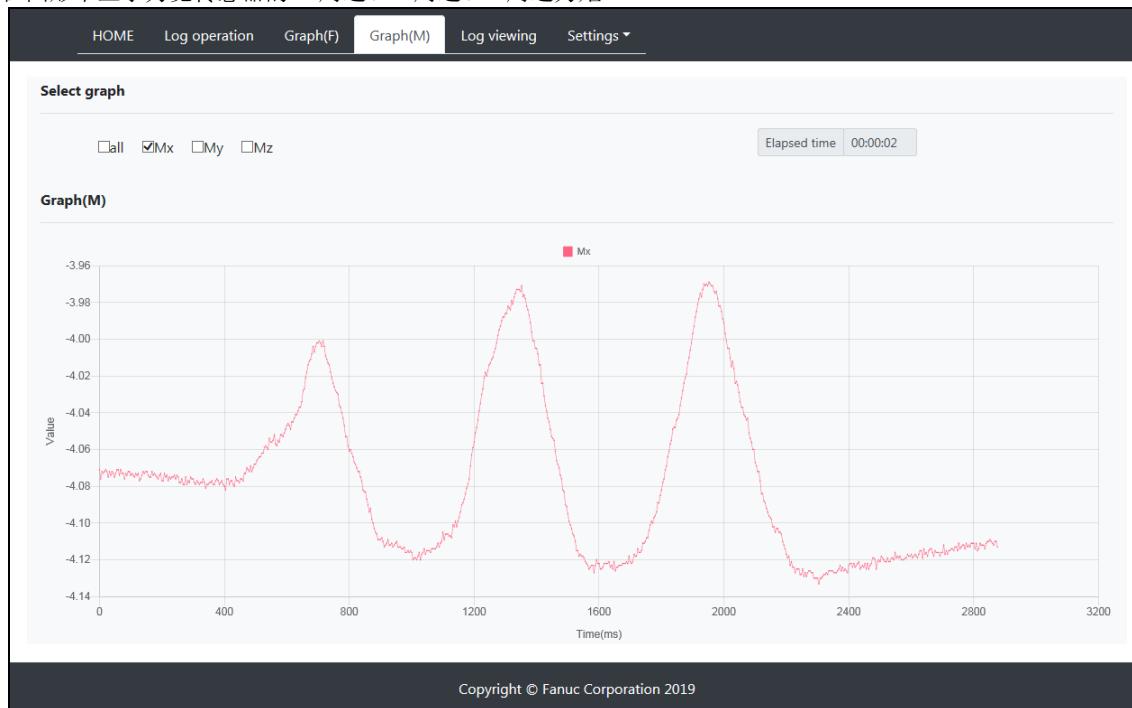
用于在图形中显示力觉传感器的 X 方向、Y 方向、Z 方向力觉。



项目	说明
图形选择复选框 (Select graph)	<p>选择要显示的力觉。</p> <ul style="list-style-type: none"> • all 显示全部 Fx、Fy、Fz。 • Fx 显示 X 方向的力觉。 • Fy 显示 Y 方向的力觉。 • Fz 显示 Z 方向的力觉。
经过时间 (Elapsed time)	显示经过时间。

E.2.3.2 图形(M)画面

用于在图形中显示力觉传感器的 X 周边、Y 周边、Z 周边力矩。



项目	说明
图形选择复选框 (Select graph)	<p>选择要显示的力矩。</p> <ul style="list-style-type: none"> • all 显示全部 Mx、My、Mz。 • Mx 显示 X 周边的力矩。 • My 显示 Y 周边的力矩。 • Mz 显示 Z 周边的力矩。
经过时间 (Elapsed time)	显示经过时间。

E.2.4 日志阅览画面

用于显示日志操作画面中选择的日志数据。

利用图形沿着时间轴显示值的变化。

可选择要显示的力觉传感器数据。

可进行图形放大/缩小或时间轴移动。

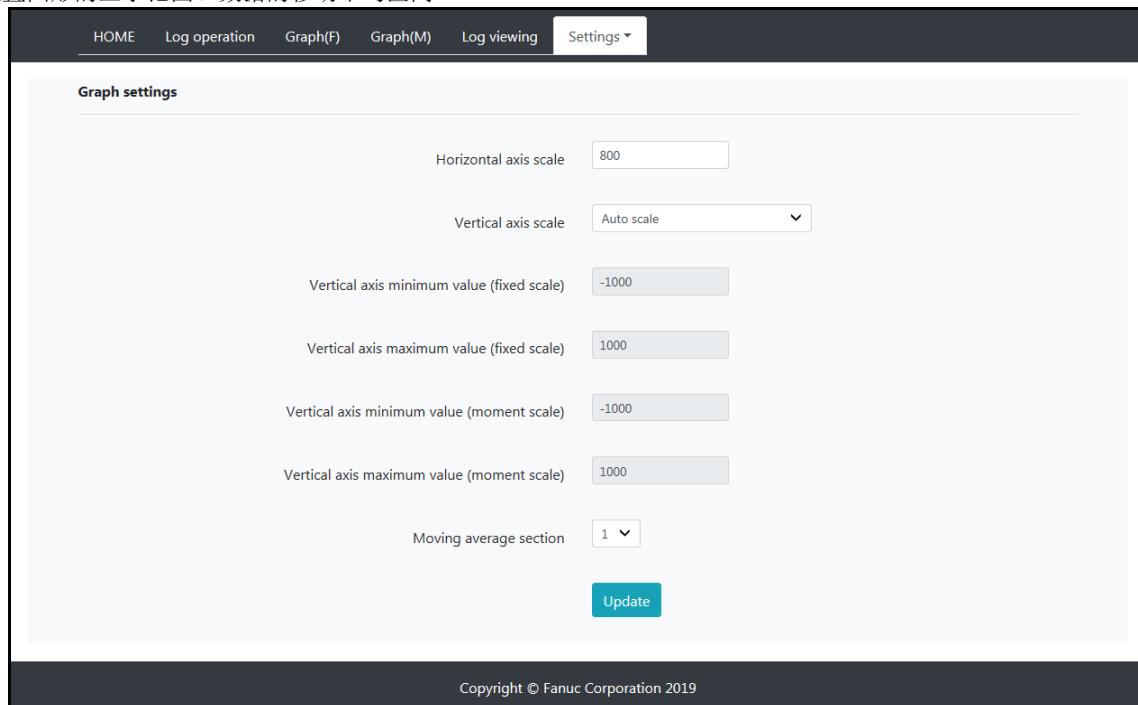


项目	说明
(1) 图形	横轴为时间 (单位: msec)、纵轴为值 (力觉单位: N、力矩单位: N*m)。
(2) 放大按钮	如果单击, 缩放滑块则会上升, 图形放大。
(3) 缩小按钮	如果单击, 缩放滑块则会下降, 图形缩小。
(4) 缩放操作滑块	如果升起滑块, 图形则会放大。 如果降下滑块, 图形则会缩小。
(5) 左右移动滑块	如果单击并左右移动滑块, 则可沿着时间轴移动图形的显示范围。
(6) 值的选择	<p>选择要显示的值。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fx 显示 X 方向的力觉。 • Fy 显示 Y 方向的力觉。 • Fz 显示 Z 方向的力觉。 • Mx 显示 X 周围的力矩。 • My 显示 Y 周围的力矩。 • Mz 显示 Z 周围的力矩。

E.2.5 图形设置画面

用于设置图形显示。

可设置图形的显示范围、数据的移动平均区间。



项目	说明
横轴比例 (Horizontal axis scale)	以 1~150000 范围内的整数输入横轴比例。 默认值为 100。
纵轴比例 (Vertical axis scale)	从下述各项中选择纵轴比例。 •自动比例 •固定比例 默认值为自动比例。 如果选择自动比例，则不能设置下述项目。 •纵轴最小值（固定比例 F） •纵轴最大值（固定比例 F） •纵轴最小值（固定比例 M） •纵轴最大值（固定比例 M）
纵轴最小值 (固定比例 F) (Vertical axis minimum value (fixed scale))	为针对力觉图形的设置项目。 在纵轴比例中选择固定比例时可进行设置。 在-1000~999 的范围内输入纵轴比例的最小值（单位：N）。 默认值为-1000。 也可以输入小数。 如果输入纵轴最大值（固定比例 F）以上的值，则会发生错误。
纵轴最大值 (固定比例 F) (Vertical axis maximum value (fixed scale))	为针对力觉图形的设置项目。 在纵轴比例中选择固定比例时可进行设置。 在-999~1000 的范围内输入纵轴比例的最大值（单位：N）。 默认值为 1000。 也可以输入小数。 如果输入纵轴最小值（固定比例 F）以下的值，则会发生错误。
纵轴最小值 (固定比例 M) (Vertical axis minimum value (moment scale))	为针对力矩图形的设置项目。 在纵轴比例中选择固定比例时可进行设置。 在-1000~999 的范围内输入纵轴比例的最小值（单位：N*m）。 默认值为-1000。 也可以输入小数。 如果输入纵轴最大值（固定比例 M）以上的值，则会发生错误。

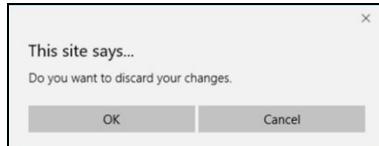
项目	说明
纵轴最大值 (固定比例 M) (Vertical axis maximum value (moment scale))	为针对力矩图形的设置项目。 在纵轴比例中选择固定比例时可进行设置。 在-999~1000 的范围内输入纵轴比例的最大值 (单位: N*m)。 默认值为 1000。 也可以输入小数。 如果输入纵轴最小值 (固定比例 M) 以下的值, 则会发生错误。
移动平均区间 (Moving average section)	从 1~10 中选择移动平均区间。 默认值为 1。 如果设置移动平均区间, 则会计算最近测量的 N 个(N=1~10)力觉传感器值的平均值并输出到图形中。 如果设置 1, 则仅会显示已测量的值的图形。 如果设置 2, 则会显示已测量的值与上一个测量值的平均值的图形。 值越大, 图形越平滑, 但时间会延长。
更新 (Update)	如果单击, 则会确认输入到各项目中的值。 如果输入值存在可输入范围以外的值, 则会显示错误信息。 如果输入值没有问题, 图形的设置值则会被保存到机器人控制器中, 并根据设置更新图形显示。

E.2.5.1 设置图形显示

图形显示的设置步骤如下所示。

1 参考"E.2.5 图形设置画面"设置所需的项目。变更值的项目的颜色会发生变化。

单击"更新"之前, 不会反映变更。如果切换为其他页面, 已输入的信息则会被废弃。此时会显示确认画面, 要废弃时, 请单击"OK"; 要继续更新设置时, 请单击"取消"。

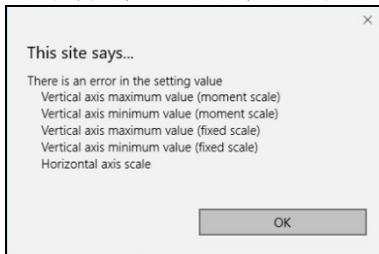


2 单击"更新"。此时, 会反应变更内容, 已变更值的项目的颜色会复原。

如果输入值存在可输入范围以外的值, 则会显示错误信息以及不完善的设置项目名称。

如果单击"OK", 错误信息则会关闭, 值也会复原。

请在不完善的设置项目中输入可输入范围以内的值, 然后再次单击"更新"按钮。

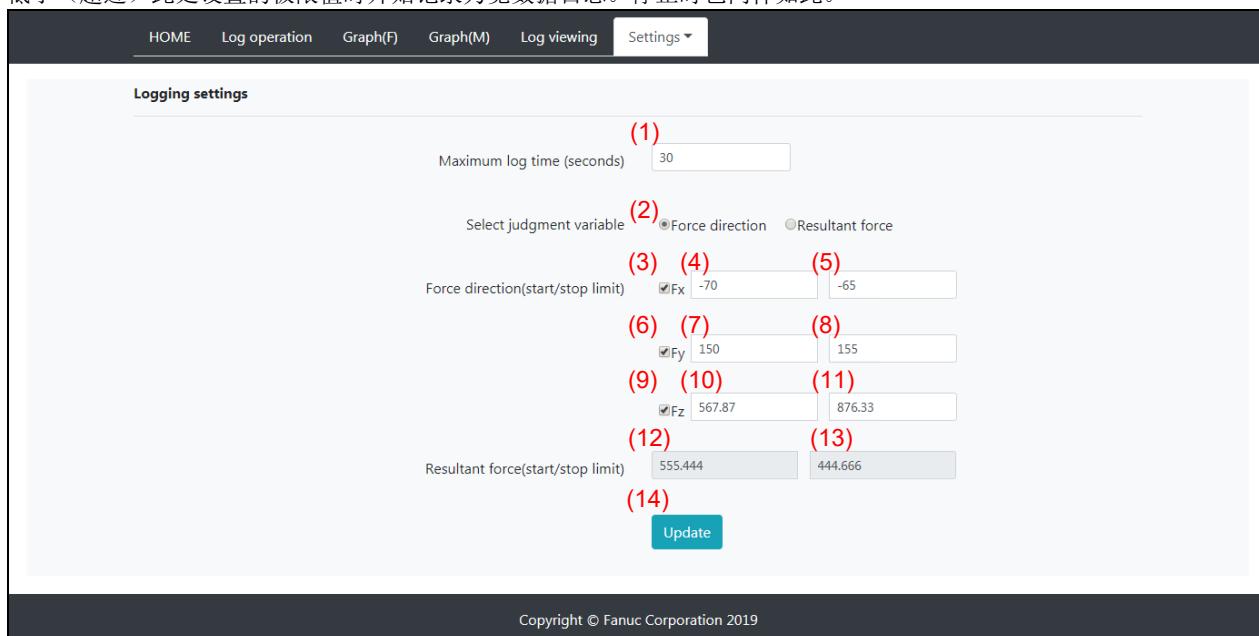


E.2.6 日志设置画面

用于设置有关日志记录的参数。

可设置最大日志时间或开始/停止日志记录的力判定条件。

在日志记录条件设置（请参阅“E.2.2.1 日志记录条件设置”）的日志开始条件中选择“低于（超过）开始极限值”时，会在低于（超过）此处设置的极限值时开始记录力觉数据日志。停止时也同样如此。



Copyright © Fanuc Corporation 2019

项目	说明
(1) 最大日志时间 (秒) (Maximum log time (seconds))	以 0~600 范围内的整数输入最大日志时间 (单位: 秒)。 默认值为 30。
(2) 力判断条件 (Select judgment variable)	从各方向、合力中选择极限使用值。 <ul style="list-style-type: none"> 各方向 按照力的方向设置开始/停止日志的极限值。 合力 在力的合力中设置日志开始/停止的极限值。 合力按 $\text{SQRT}(\text{Fx}^2 + \text{Fy}^2 + \text{Fz}^2)$ 计算。 如果选择各方向，则不能设置合力（开始/停止极限值）。 如果选择合力，则不能设置各方向（开始/停止极限值）。
(3) 各方向 Fx (Force direction Fx)	选择各方向时，可在力判断条件中设置。 要将各方向 Fx 的开始极限值与停止极限值设为有效时，勾选复选框。 默认值为勾选。
(4) 各方向 Fx 开始极限值 (Force direction Fx start limit)	选择各方向时，可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入各方向 Fx 的开始极限值。 默认值为-70。 也可以输入小数。
(5) 各方向 Fx 停止极限值 (Force direction Fx stop limit)	选择各方向时，可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入各方向 Fx 的停止极限值。 默认值为-65。 也可以输入小数。
(6) 各方向 Fy (Force direction Fy)	选择方向时，可在力判断条件中设置。 要将各方向 Fy 的开始极限值与停止极限值设为有效时，勾选复选框。 默认值为未勾选。

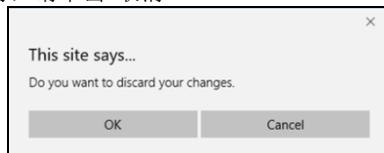
项目	说明
(7) 各方向 Fy 开始极限值 (Force direction Fy start limit)	选择方向时, 可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入各方向 Fy 的开始极限值。 默认值为 151。 也可以输入小数。
(8) 各方向 Fy 停止极限值 (Force direction Fy stop limit)	选择方向时, 可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入各方向 Fy 的停止极限值。 默认值为 154。 也可以输入小数。
(9) 各方向 Fz (Force direction Fz)	选择方向时, 可在力判断条件中设置。 要将各方向 Fz 的开始极限值与停止极限值设为有效时, 勾选复选框。 默认值为未勾选。
(10) 各方向 Fz 开始极限值 (Force direction Fz start limit)	选择方向时, 可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入各方向 Fz 的开始极限值。 默认值为-556。 也可以输入小数。
(11) 各方向 Fz 停止极限值 (Force direction Fz stop limit)	选择方向时, 可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入各方向 Fz 的停止极限值。 默认值为-559。 也可以输入小数。
(12) 合力 开始极限值 (Resultant force start limit)	选择合力时, 可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入合力的开始极限值。 默认值为 580.376。 也可以输入小数。 合力为 $SQRT(Fx^2 + Fy^2 + Fz^2)$ 的值。
(13) 合力 停止极限值 (Resultant force stop limit)	选择合力时, 可在力判断条件中设置。 在-1000~1000 的范围内输入合力的停止极限值。 默认值为 583.456。 也可以输入小数。 合力为 $SQRT(Fx^2 + Fy^2 + Fz^2)$ 的值。
(14) 更新 (Update)	如果单击, 则会确认输入到各项目中的值。 如果输入值存在可输入范围以外的值, 则会显示错误信息。 如果输入值没有问题, 则会将日志记录条件的设置值保存到机器人控制器中, 并根据设置进行日志记录。

E.2.6.1 日志记录的参数设置

日志记录参数的设置步骤如下所示。

1 参考"E.2.6 日志设置画面"设置所需的项目。变更值的项目的颜色会发生变化。

单击"更新"之前，不会反映变更。如果切换为其他页面，已输入的信息则会被废弃。此时会显示确认画面，要废弃时，请单击"OK"；要继续更新设置时，请单击"取消"。



2 单击"更新"。此时，会反应变更内容，已变更值的项目的颜色会复原。

如果输入值存在可输入范围以外的值，则会显示错误信息以及不完善的设置项目名称。

如果单击"OK"，错误信息则会关闭，值也会复原。

请在不完善的设置项目中输入可输入范围以内的值，然后再次单击"更新"按钮。



F

非 FANUC 生产的力觉传感器

F.1 概要

通过使用通用力觉传感器接口选项，可将非 FANUC 生产的力觉传感器连接到机器人控制器上。可通过此力觉传感器实现与连接 FANUC 生产的力觉传感器时同等的力觉控制功能。

F.1.1 可连接的传感器

下述传感器厂家提供可连接到 FANUC 机器人控制器上的力觉传感器。

- 新东工业株式会社
- 株式会社 WACOH-TECH
- ATI Industrial Automation

但请选择支持 FANUC 通用力觉传感器接口的力觉传感器类型。有关支持的力觉传感器机型或连接电缆、机器人安装适配器等的详细情况，请向上述传感器厂家咨询。

F.1.2 所需的硬件与软件

要连接非 FANUC 生产的力觉传感器时，需要下述硬件与软件。

RS232C/RS422 转换装置

- A05B-2650-J080 (R-30iB Mate Plus 用)
- A05B-2601-J358 (R-30iB Plus A 柜用)

软件选项

- 通用力觉传感器接口 (A05B-2600-S506)
- 力觉控制基本软件(A05B-2600-J876)

根据要使用的力觉控制功能，还需要"力觉控制装配功能"或"力觉控制仿形功能"。详情请参阅基本功能篇"1.3 力觉控制命令"的表 1.3(b)

支持的软件版本

7DF3/P12 或者更高版本

F.2 力觉传感器的连接方法

F.2.1 连接

通用力觉传感器接口的通信标准为 RS422。

由于机器人控制器未配备 RS422 端口，因此请使用 RS232C/RS422 转换装置。

- 控制器为 R-30iB Plus 时
R-30iB Plus 带有 2 个 RS232C 端口，因此只能将力觉传感器连接到端口 2 (主 CPU 印刷电路板的 JD17 连接器) 上。如下所示，请通过 RS232C/RS422 转换装置将力觉传感器连接到端口 2 上。

主 CPU 印刷电路板



- 控制器为 R-30iB Mate Plus 时

R-30iB Mate Plus 只有 1 个 RS232C 端口。

如下所示, 请通过 RS232C/RS422 转换装置连接到端口 1 (主 CPU 印刷电路板的 JRS27 连接器) 上。

主 CPU 印刷电路板



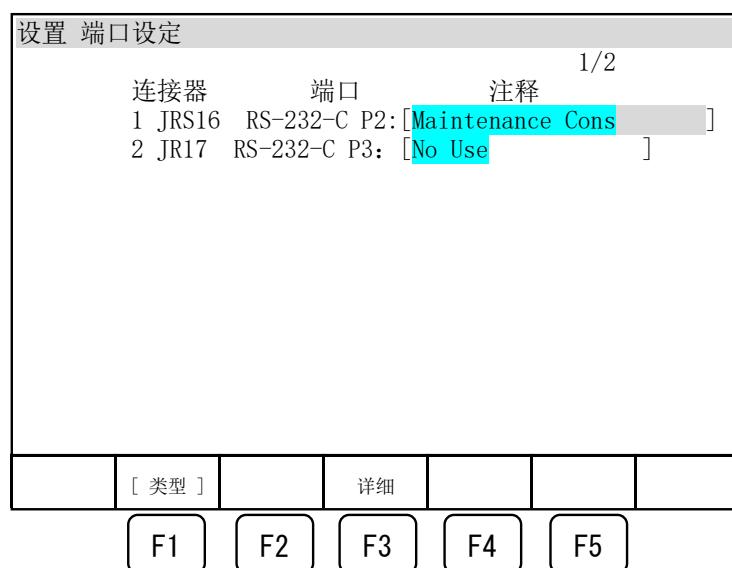
F.2.2 端口设置

要与力觉传感器开始通信时, 需要设置控制器的通信端口。

在端口设置画面[6 设置/端口设置]中进行通信端口设置。

步骤

- 按下"画面选择"键, 显示画面菜单。
- 选择"6 设置"。
- 按下 F1[画面], 显示画面切换菜单。
- 选择"端口设置"。此时会显示端口一览画面。 (R-30iB Mate Plus 时, 仅显示端口 1)

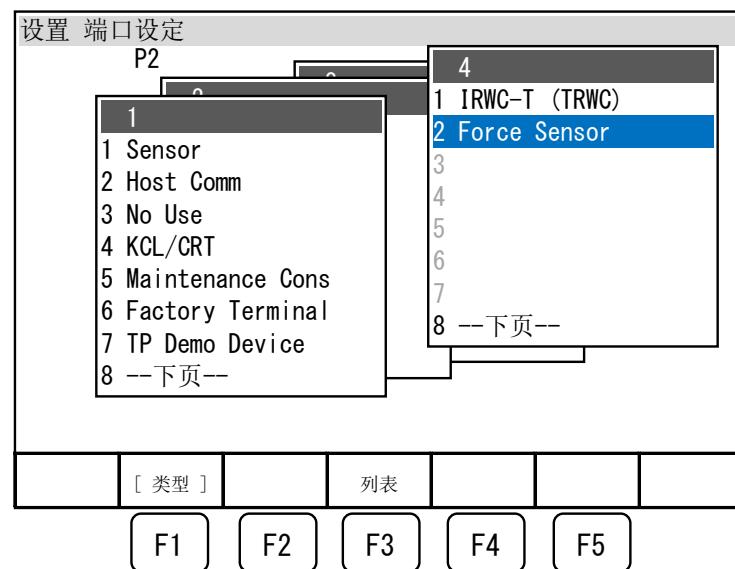


- 5 R-30iB Plus 时, 将光标对准端口 2、R-30iB Mate Plus 时, 将光标对准端口 1, 然后按下 F3"详细"。此时会显示端口设置画面。



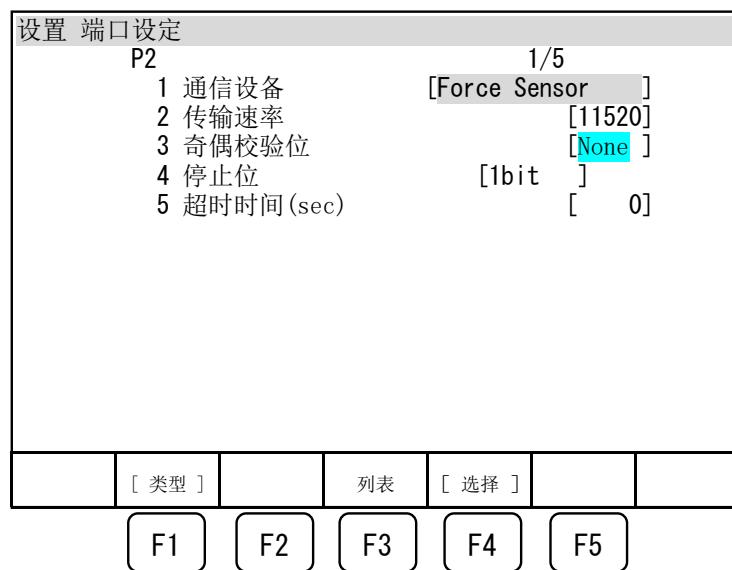
F

- 6 将光标对准"通信设备"项目, 然后按下 F4[选择]。从项目中选择 Force Sensor。



7 通信设备被选为 Force Sensor，然后在其他设置栏中输入标准值。

其他设置栏为 FANUC 指定协议规定的值。要更改时，需要更改为力觉传感器侧设置。有关更改方法，请向各传感器厂家咨询。



8 完成后，请重新打开电源。

注

R-30iB Plus 时，端口 1 也可以进行同样的设置，但如果在端口 1 与端口 2 中同时将 Force Sensor 设为通信设备，则无法与力觉传感器进行通信。

请勿在端口 1 中设置 Force Sensor。

索引

<数字>

3.1.2 工件质量测量的设置画面	248
3.1.3 工件质量测量的结果画面	249
3.1.4 TP 程序例	251
3.1.5 不能获得正确的质量时	253
3 轴力觉传感器的设置	189
4D 图形画面	264

<A>

安全使用须知	s-1
安装方式的设置	309,313,320,324

标准适配器的类型	6
----------	---

<C>

参数	124,158
参数表数据	49
参数表数据编号和错误标签编号	9
参数的设置画面	243
参数调整	79
参数设置的列表画面	243
参数设置的详细画面	244
操作环境	328
测量并补偿工件质量	256
测量工具的质量和重心画面	227
测量结果	235
常见问题处理方法	269
程序	123
程序命令	8
传感器类型选择（固定安装式）	26
传感器类型选择（手持安装式）	18
传感器应变值确认	24,29
传感器坐标系的设置	310,315,321,326
传感器坐标系设置	29
传感器坐标系设置（固定安装式）	31
传感器坐标系设置（手持安装式）	30

<D>

读取日志文件	336
端口设置	346

<F>

发生报警的执行历史	213
发生了超时错误时	269
发生了力的极限报警时	270
仿形功能	118
仿形功能的概要	118
仿形功能的其它功能	148
仿形功能的注意事项	123
仿形功能中的示教	118
非 FANUC 生产的力觉传感器	345
父子关系的指定	178

<G>

概述	11
概要	307,328,345
概要与使用方法	247,254
各画面的说明	329
更改参数	239
更改力觉传感器的安装位置时的设置	312
工件质量补偿功能	254
工件质量测量功能	246,247
工具质量和重心位置测量功能	227
关于本说明书	3
关于其它说明书	4

<H>

恒力推压、平面匹配	53
获取工件质量测量用补偿数据	255

<J>

基于简易自定义功能的复合动作	171
基于简易自定义功能的重试	173
基于自定义功能的复合动作	180
基于自定义功能的重试	180
计算结果详细画面	236
计算误差显示	235
记录位置并自动生成 TP 程序	242
简易自定义功能	171
将力觉传感器固定在工作台上时的设置	319
结束条件取得命令	207
进行测量	232

<K>

KAREL 程序	259
开始/停止日志的记录	333
可连接的传感器	345
孔搜索	105

<L>

离合器搜索	112
力/扭矩值重置	25,29
力觉传感器 4D 图形功能	260
力觉传感器安装（固定安装式）	26,28
力觉传感器安装（手持安装式）	18,19
力觉传感器安装方式的设置	7
力觉传感器安装方式设置功能	307
力觉传感器安装设置画面	16
力觉传感器安装向导	11
力觉传感器安装向导画面	11
力觉传感器当前值画面	209
力觉传感器的安装	16
力觉传感器的概要	5
力觉传感器的连接方法	345
力觉传感器的实用工具	222
力觉传感器的重力补偿	122
力觉传感器和力觉控制的系统文件	327

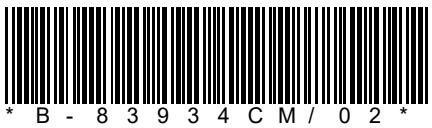
力觉传感器和力觉控制功能的概要	5
力觉传感器实用工具画面	222
力觉传感器输出确认	331
力觉传感器状态画面	209
力觉传感器自诊断的结果显示	201
力觉传感器自诊断的执行方法	200
力觉传感器自诊断命令	200
力觉控制报警代码	278
力觉控制参数自动调整	195
力觉控制的复合动作	169
力觉控制的功能	7
力觉控制的其他命令	198
力觉控制的增益（阻抗参数）	168
力觉控制的执行条件	7
力觉控制画面构成	275
力觉控制命令	40
力觉控制命令“FORCE CTRL”的构成	9
力觉控制命令的编程和示教	37
力觉控制命令的连续执行（自定义功能）	169
力觉控制命令的执行历史	210
力觉控制命令的种类	8
力觉控制能够完成的作业	7
力觉控制条件的设置	10
力觉控制相关命令	8
力觉控制增益自动调整命令	202
力觉控制执行历史列表（报警）画面	213
力觉控制执行历史列表（所有）画面	211
力觉控制执行历史详细（报警）画面	214
力觉控制执行历史详细（全部）画面	212
力觉确认	32
力觉确认（固定安装式）	33
力觉确认（手持安装式）	32
力觉数据日志功能	215
力觉数据显示功能(PC)	328
连接	345
连接方法	328
<N>	
内部温度确认	23,29
拧螺栓	157
扭矩误差取得命令	204
<Q>	
启动方法	329
启用和禁用力觉数据日志功能	219
前言	3
确认计算结果	233
确认准备物品画面	15
<R>	
日志操作画面	332
日志记录的参数设置	344
日志设置画面	342
日志阅览画面	339
<S>	
删除日志数据	336
设置测量位置	228
设置测量位置画面	228
设置测量位置详细画面	229
设置程序的启动	309,313,320,324
设置力觉数据取样周期	221
设置日志的纪录条件	333
设置图形显示	341
设置重力补偿开关	238
使用不需要扭矩扳手类型的标准适配器时的设置	308
使用方法	260
使用力觉传感器测量工件质量	10
示教的步骤	38
示例程序	48
输出日志数据	335
数据收集的开始/停止	330
搜索	81
搜索功能	77
搜索功能的概要	77
所需的硬件与软件	345
所有报警都通用的处理方法	269
所有执行历史	211
<T>	
TP 程序示例	257
TP 程序示例与 KAREL 程序	257
TP 程序自动生成功能	241
图形(F)画面	337
图形(M)画面	338
图形设置画面	340
图形显示画面	337
<W>	
未使用	52
<X>	
系统构成	5
显示日志历史一览	334
显示日志数据	334
显示执行开始时的错误信息	233
相位搜索	93
校准数据加载	22,29
选项安装状态画面	14
选择存储力觉数据文件的设备	220
选择记录了力的数据文件	217
选择力显示文件/力显示的设置画面	261
<Y>	
已插入工件的拔出	176
用户坐标系补偿	186
圆柱装配、凹槽装配、四棱柱装配	64
<Z>	
在不停止机器人的状态下获取已补偿工件质量的方法	256
在停止机器人的状态下获取已补偿工件质量的方法	257
执行力觉控制中机器人移动方向错误时	272
只更改安装方式时的设置	324
重试	170
主画面	330

注意和限制事项.....	37,180
准备.....	312,319
准备画面.....	13
自定义功能.....	178
自定义自动连续执行功能	182

说明书改版历史

版本	日期	更改的内容
02	2022 年 4 月	<ul style="list-style-type: none">追加力觉控制参数自动调整功能、力数据显示功能(PC)支持 R-30iB Mini Plus
01	2018 年 2 月	

B-83934CM/02



* B - 8 3 9 3 4 C M / 0 2 *