

川崎机器人控制器
F 系列

外部轴增设说明书

Robot

前言

使用机器人控制器，将构成机器人应用系统的机器人手臂轴以外的外围装置和机器人手臂轴一起作为外部轴进行控制时的必要事项将在本说明书中进行说明。

如果客户自行增设外部轴，需选择伺服马达等相应的外部轴组件、安装相关硬件、在页面中设置外部轴参数并进行伺服调谐。

客户自行增设外部轴时，需充分确认机械强度、使用寿命和伺服性能。

开始作业前，请充分理解本说明书的内容，并仔细阅读随附的安全手册和本说明书中记载的安全事项，实际作业时充分予以注意。

本说明书仅就外部轴的增设进行说明。有关普通控制器及电缆的安装和连接事项，请参阅随附的《安装和连接手册》。关于机器人的操作方法，请参阅随附的《操作手册》。关于传输信号，请参照随附的《外部I/O手册》。

再次强调，在完全理解本说明书中记载的所有内容之前，请勿进行任何操作。

此外，由于仅参考特定页面进行作业而产生问题或造成损害时，本公司不承担任何责任。

关于本说明书中记载的内容，有不明之处，请联系就近的川崎公司。

-
1. 本手册并不对使用机器人的系统进行保证。因此，如发生与系统有关的任何事故、损伤、工业所有权等问题，本公司不承担任何责任。
 2. 我们建议，负责机器人的操作、运行、示教、维护等作业的人员需从本公司准备的教育训练课程中选择必要的课程，并事先学习。
 3. 本公司有权在不预先通知的情况下修改、改善或变更本手册中记载的内容。
 4. 未经本公司同意，禁止转载或复制本手册中记载的部分或全部内容。
 5. 请妥善保管本手册以备需要时可随时参阅。此外，如因移设、转让、出售等情况导致使用方发生改变时，请务必将本说明书一同转交给新的使用方，并对其说明阅读本说明书的重要性。万一本手册破损或丢失，请联系本公司营业负责人。
-

符号

本说明书使用以下符号注明需特别注意的事项。

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

 **危 险**

如果不遵守危险中记载的内容，会导致人员死亡或重伤等重大危险。

 **警 告**

如果不遵守警告中记载的内容，可能会导致人员死亡或重伤。

 **小 心**

如果不遵守小心中记载的内容，可能会发生人员受伤或财产损失。

[注 意]

记载有关机器人规格、操作、示教、运作及维护方面的注意事项。

 **警 告**

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

介绍性说明

■ 硬键和开关（按钮）

F系列控制器的操作面板和示教器上设有各种硬键和开关。本手册采用以下形式进行描述。

- 硬键和刚性开关的名称以方框标明。
- 为使描述更简洁，有时仅记载名称，而无方框。
- 需同时按两个以上的按键时，根据按键顺序排列，中间以十号连接。

例如	
登录 :	表示硬键“登录”
TEACH/REPEAT :	表示操作面板上名为“TEACH/REPEAT”的模式切换开关
A + 菜单 :	表示按住“A”的同时按“菜单”

■ 软键和开关

根据规格和具体情况，示教器画面上会显示F系列控制器的各种软键和开关。本手册采用以下形式进行描述。

- 软键和软开关的名称以尖括号“<>”标明。
- 为使描述更简洁，有时仅记载名称，而无方框。

例如	
<ENTER>:	表示示教器画面上显示的“ENTER”键
<下一页>:	表示示教器画面上显示的“下一页”键

■ 项目

示教器画面上显示各种项目，
本手册采用以下形式进行描述。

- 名称以方括号“[]”标明。
- 选择某项目时，需将鼠标移动到该项目，然后按 键，但为了使描述更简洁，仅以“选择[XXX]”的方式进行描述。

例如	
[辅助功能]:	表示菜单的辅助功能这一项目。

■ 简称

- 为使描述更简洁，有时将“示教器”简称为“TP”。
- 为使描述更简洁，有时将“功能键”简称为“F键”。

■ 辅助功能的记载方式

辅助功能分为4类，根据大分类至小分类的编号采用4至6位数字，加上辅助功能的名称进行记载。

- 大分类“02 保存/加载”的中分类“01 保存”显示方法如下
“辅助功能0201 保存” “辅助0201 保存”
- 大分类“07 显示器功能”的中分类“02 出错履历显示”的小分类“01 全显示”显示方法如下
“辅助功能070201 全显示” “辅助070201 全显示”

目 录

前言	i
符号	ii
介绍性说明	iii
1	外部轴增设概要	1
2	外部轴组件的选定	4
2.1	关于伺服马达及放大器	4
2.1.1	可作为外部轴使用的马达	5
2.2	马达的选定要领	9
2.2.1	回转轴	9
2.2.2	直动轴（齿轮齿条驱动）	10
2.2.3	直动轴（滚珠丝杠驱动）	13
2.3	确认刹车电流和平均耗电量	15
2.4	不同规格的外部轴马达可否使用	18
3	硬件安装	19
3.1	2轴放大器板（2AG板）	20
3.2	外部轴安装步骤	21
4	外部轴参数的设置	33
4.1	直动轴参数的设置	35
4.2	回转轴参数的设置	39
5	伺服参数的设置	43
5.1	设置使用KHI放大器时的伺服参数	43
5.1.1	简易调整	44
5.1.1.1	增益（KV）的调整方法	44
5.1.1.2	延迟时间的设置	45
5.1.2	全参数调整	46
6	协调控制功能	47
6.1	直动轴协调功能	48
6.1.1	直动轴协调功能的确认方法	48
6.2	回转轴协调功能	49
6.2.1	回转轴协调功能的设置方法	50

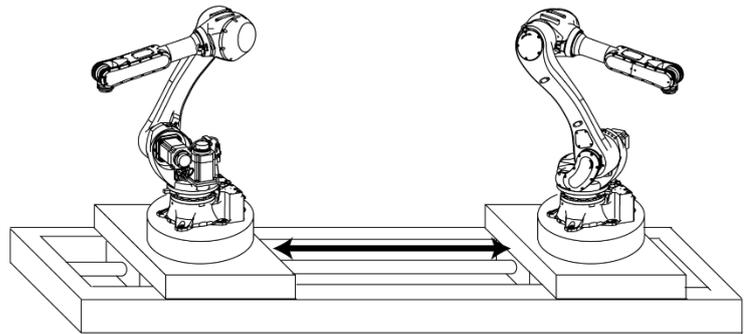
6.3	定位器协调功能	52
6.3.1	单轴定位器协调设定	52
6.3.1.1	登录定位器的设置位置	53
6.3.1.2	登录定位器协调的开始轴和结束轴	55
6.3.1.3	检查定位器的协调设定	55
6.3.2	双轴定位器协调设定	56
6.3.2.1	确认定位器的旋转方向和尺寸	56
6.3.2.2	登录定位器的设置位置	58
6.3.2.3	登录定位器协调的开始轴和结束轴，并登录连接构造	61
6.3.2.4	检查定位器的协调设定	63
6.3.3	定位器协调故障查找和排除	64
7	连续转动定位器功能	74
7.1	连续转动定位器功能的设置	74
7.2	通过RTSET指令/命令设置旋转次数	75
8	Dual伺服功能	78
8.1	Dual伺服功能的设置	78
8.2	Dual伺服功能的调整方法	80
8.2.1	Dual伺服调整运行模式的设置方法	80
8.2.2	Dual伺服功能的调整步骤	81
附录	外部轴示例	82

1 外部轴增设概要

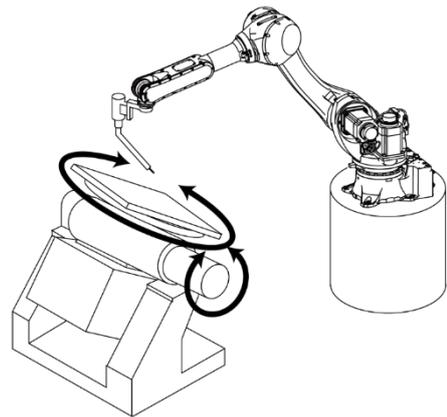
■ 增设外部轴的目的

按标准规格，F控制器可控制机器人手臂的6个轴，如使用选购件，还可作为外部轴在机器人手臂以外的外围装置上增设2个轴。以下为外部轴增设示例。

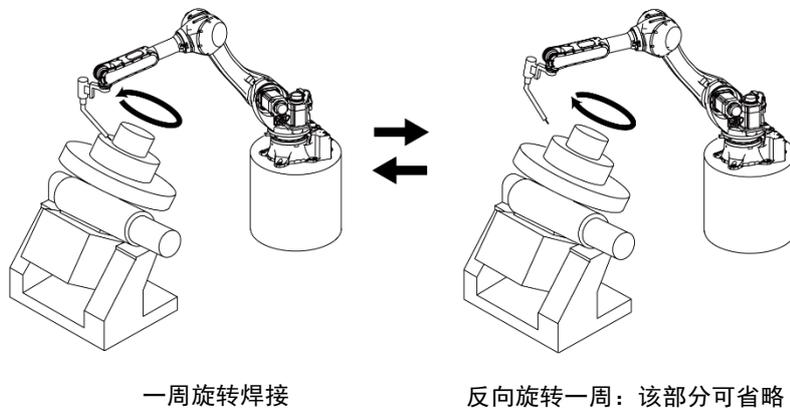
- 作为外部轴安装移动装置的示例
将机器人安装到移动装置上，可使机器人一边移动一边进行分拣、焊接、涂漆等作业。



- 作为外部轴安装工件定位装置的示例
将焊接等作业的对象工件固定在定位器上，可一边旋转定位器一边进行焊接作业。



- 作为外部轴，安装工件定位装置，有效利用连续转动定位器功能的示例
将工件固定在定位器转台上进行圆周焊接时，以往焊接一周后需使其反向旋转回到原处后再进行圆周焊接，如使用连续转动功能，可设置任意的转台旋转次数，从而省略反向旋转的工序。



■ 增设外部轴时的必要事项

以下为增设外部轴时的必要事项。

- 正确选定伺服马达等外部轴组件（请参阅“2.外部轴组件的选定”）
首先确定所需外部轴的数量及其动作规格，再确定各轴大概的机械结构
对机械结构规格进行详细的调整以满足各轴的技术规格要求，并选定适宜的伺服马达。
- 安装2轴放大器板（2AG板）（请参阅“3.硬件安装”）
如下一页F60控制器整体方框图所示，需安装选购件2轴放大器（2AG板）。
安装2轴放大器板后可对第7轴和第8轴的马达、刹车和编码器进行控制。
- 外部轴参数的设置（请参阅“4.外部轴参数的设置”）
设置外部轴的各参数。
- 伺服参数的设置（请参阅“5.伺服参数的设置”）
加载随附于机器人的外部轴用伺服参数文件。
根据使用环境调整伺服参数。

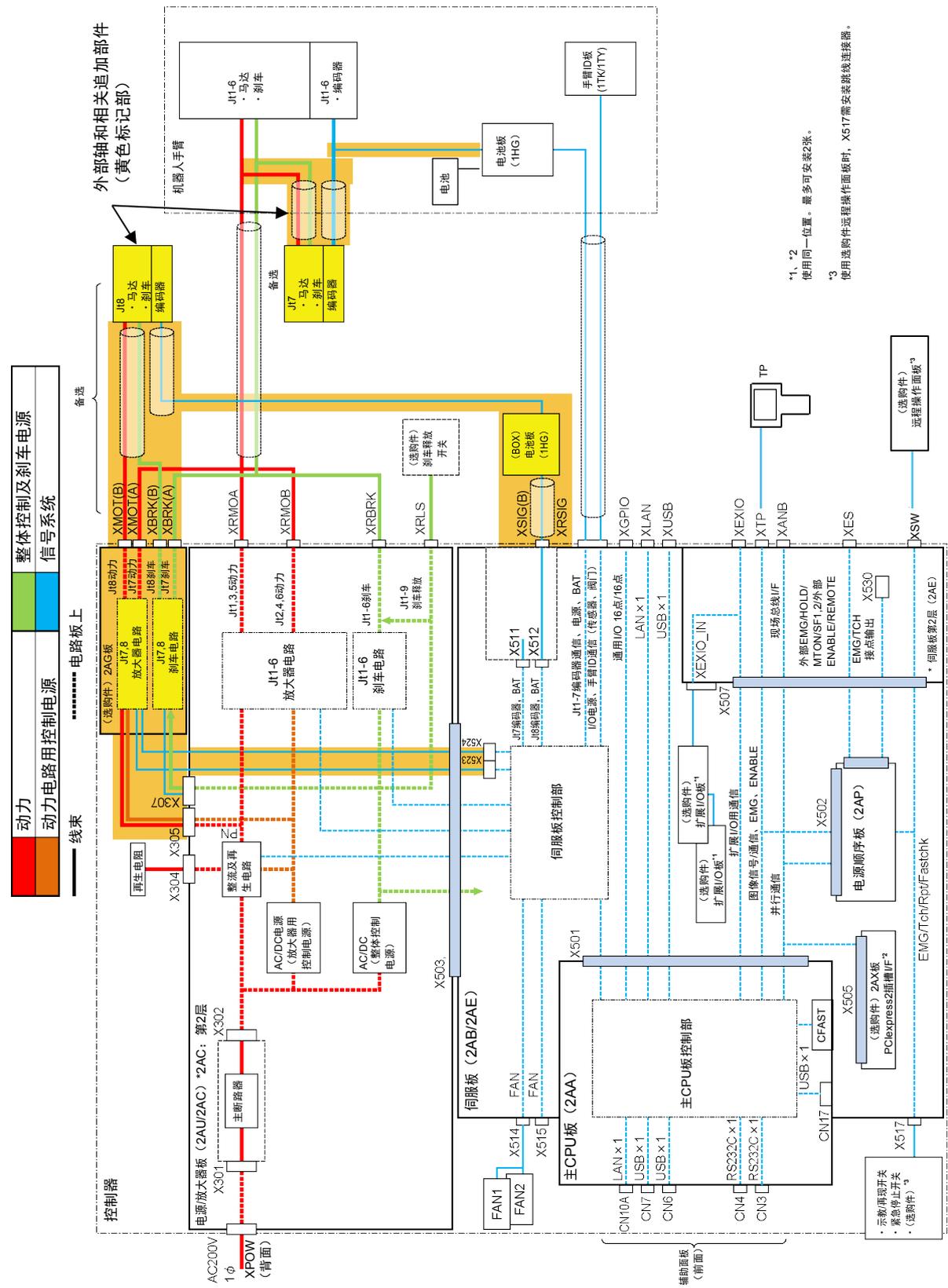


警告

硬件安装完成后，实施“4.外部轴参数的设置”和“5.伺服参数的设置”。在作业未完成的状态下，严禁接通马达电源。

否则，如电流超出伺服马达和伺服放大器的额定值，可能会导致已安装的硬件发生损坏或伺服马达误动作。

■ F60控制器整体方框图



2 外部轴组件的选定

增设外部轴时，首先按照以下步骤确定外部轴的规格。

1. 确定所需外部轴的数量及其动作规格。
2. 确定各轴大概的机械结构
3. 对机械结构规格进行详细的调整以满足各轴的技术规格要求，并选定适宜的伺服马达。

仅伺服马达需选定，与选定的伺服马达相对应的其他相关硬件（放大器等）的规格将在下文中进行记载。

2.1 关于伺服马达及放大器

关于可用于外部轴的伺服马达，请参阅2.1.1中记载的伺服马达。

控制器种类、最多可增设的外部轴数量及KHI放大器产品编号如下表所示。

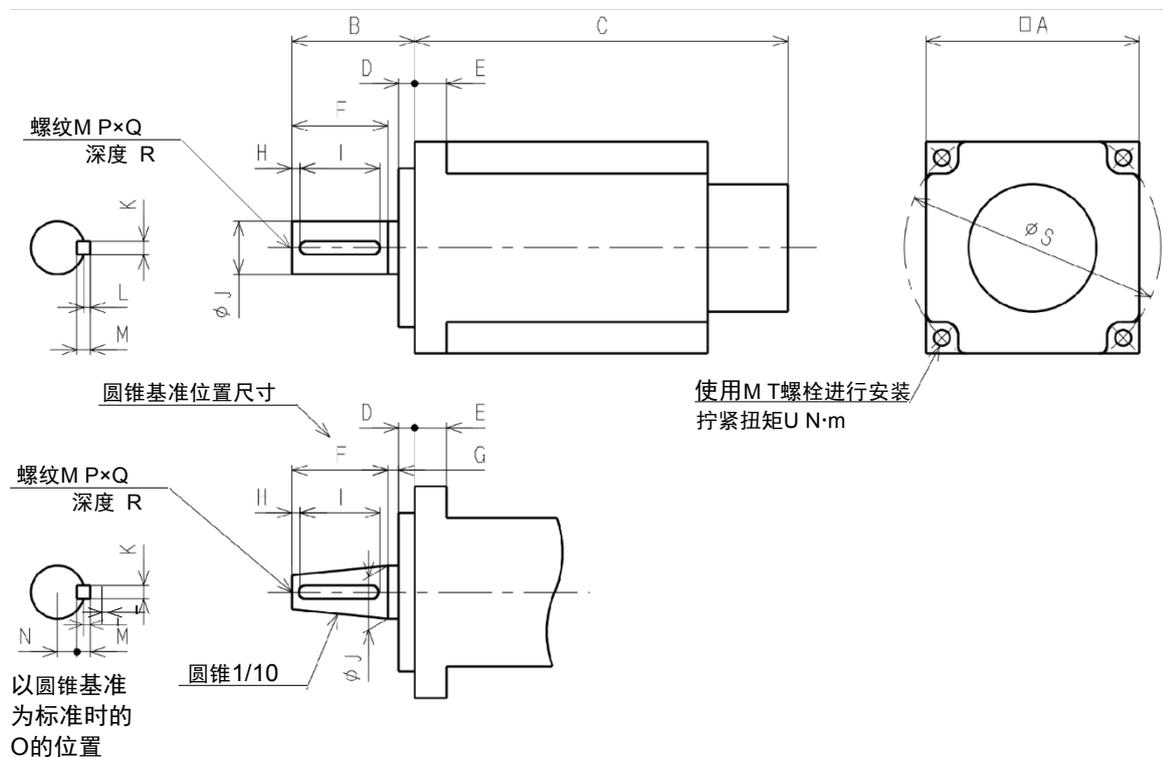
控制器种类		KHI放大器	
型号	标准轴数	最多可增设的外部轴数量	可增设的放大器
F60控制器	6轴	2轴	2AG板（2轴一体型板） KHI产品编号：50607-0167

[注 意]

因电源容量有限制，并不是任何马达都可以组合使用。请注意2.3中记载的外部轴总耗电量及刹车电流阈值。另外，关于结构的示例，请参照附录。根据规格不同，部分产品可能无法使用。详细内容请参阅2.4。

2.1.1 可作为外部轴使用的马达

以下为可用于外部轴的马达的各项参数。



汽车用渐开线花键轴规格		
轴位系数		+0.8
工具	齿形	低齿
	模块	1.0
	压力角	20°
齿数		18
基准间距圆直径		18
齿厚	公法线齿厚 (公法线齿数=3)	8.140 (-0.030至+0.005)
	等级	b级
	对销轴直径 (对销轴直径=φ1.80)	21.671 (-0.057至+0.010)
备注		齿面对准

项目	单位	⑩ ◎	⑪ △	⑫	⑬	⑭ ◎	⑮ △	⑯	
产品编号	[-]	50601-1491	50601-1465	50601-1435	50601-1432	50601-1492	50601-1461	50601-1404	
型号	[-]	R2AA13120LCP2D	R2AA13120LCP2E	P50B06100VCLGS	P50B06075DCLGD	R2AA08075FCP63	R2AA08075FCP3N	P50B01050DCLG7	
刹车的有无	[-]	有	有	有	有	有	有	有	
轴形状	[-]	直型	圆锥	直型	直型	直型	圆锥	直型	
容量	[W]	1200	1200	1000	750	675	675	475	
最高转速	[rpm]	6000	6000	4000	4500	6000	6000	5000	
额定转速	[rpm]	2000	2000	3000	3000	3000	3000	3000	
瞬时最大扭矩	[Nm]	16	16	11.76	8.82	8.5	8.5	5.19	
额定扭矩	[Nm]	5.7	5.7	3.185	2.381	2.15	2.15	1.52	
惯性力矩	[10 ⁻⁴ kgm ²]	6.5	6.5	2.989	2.264	2.07	2.07	1.205	
重量	[kg]	8	8	5.5	4.35	3.5	3.5	2.77	
KHI单轴放大器	[-]	30A							
尺寸	A	[mm]	130(±2)	130(±2)	86	86	80	80	78
	B	[mm]	55(±1)	34(±1)	60(±0.8)	45(±0.8)	40(±0.8)	35(±0.8)	35(±0.8)
	C	[mm]	160(±3)	160(±3)	214	[-]191	153(±1)	157(±1)	156
	D	[mm]	4	4	3	3	3	3	3
	E	[mm]	12	12	8	8	8	8	8
	F	[mm]	50	28	43	40	35(±0.3)	28(±0.2)	28(+0.1~-+0.2)
	G	[mm]	-	2	-	-	-	4	-
	H	[mm]	3	2	3.5	3	4	-	4
	I	[mm]	42	25	42	35	25	25	25
	J	[mm]	22(-0.013~0)	18	16(-0.011~0)	16(-0.011~0)	16(-0.011~0)	16	16(-0.011~0)
	K	[mm]	6(-0.030~0)	4(-0.030~0)	5(-0.03~0)	5(-0.03~0)	5(-0.03~0)	3(-0.025~0)	5(-0.03~0)
	L	[mm]	2.5(-0.2~0)	-	2(-0.2~0)	2(-0.2~0)	2(-0.2~0)	1.2(-0.2~0)	2(-0.2~0)
	M	[mm]	6	4(-0.030~0)	5	5	5	3	5
	N	[mm]	-	6.3(-0.1~0)	-	-	-	-	-
	O	[mm]	-	14	-	-	-	14	-
	P	[mm]	6	5	5	5	5	4	-
	Q	[mm]	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	-
R	[mm]	20	15	12	12	12	10	-	
S	[mm]	145(±0.2)	145(±0.2)	100(±0.3)	100(±0.3)	90(±0.3)	90(±0.3)	90(±0.3)	
T	[mm]	8	8	6	6	5	5	5	
U	[Nm]	29	29	12	12	6.9	6.9	6.9	

项目		⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒ ◎	
产品编号	[-]	50601-0119	50601-0120	50601-1462	50601-1371	50601-1463	50601-1370	
型号	[-]	R2AA08040FCP2T	R2AA08040FXPGS	R2AA06020FCP3G	P50B05020DCLEG	R2AA06010FCP3H	P50B04007DCLF	
刹车的有无	[-]	有	无	有	有	有	有	
轴形状	[-]	直型	直型	直型	直型	直型	直型	
容量	[W]	400	400	200	200	100	75	
最高转速	[rpm]	6000	6000	6000	5000	6000	4500	
额定转速	[rpm]	3000	3000	3000	3000	3000	3000	
瞬时最大扭矩	[Nm]	4.4	4.4	2.2	1.96	1.13	0.647	
额定扭矩	[Nm]	1.27	1.27	0.637	0.637	0.318	0.239	
惯性力矩	[10 ⁻⁴ kgm ²]	1.29	1.04	0.279	0.197	0.177	0.057	
重量	[kg]	2.7	1.8	1.2	1.27	0.94	0.63	
KHI单轴放大器	[-]	30A	30A	15A	15A	15A	15A	
尺寸	A	[mm]	80	80	60	54	60	42
	B	[mm]	33(±0.8)	33(±0.8)	27(±0.8)	27(±0.8)	23(±0.8)	29.5(±0.8)
	C	[mm]	124(±1)	98.3(±1)	107.5(±1)	140	92.5(±1)	127
	D	[mm]	3	3	3	2.5	3	2
	E	[mm]	8	8	6	5	6	5
	F	[mm]	27(±0.3)	27(±0.3)	23(±0.3)	21(0~+0.1)	19(±0.3)	20.8(0~+0.1)
	G	[mm]	-	-	-	-	-	-
	H	[mm]	2	2	-	5	-	2.9
	I	[mm]	20	20	-	18	-	18
	J	[mm]	14(-0.011~0)	14(-0.011~0)	11(-0.011~0)	11(-0.011~0)	8(-0.009~0)	8(-0.009~0)
	K	[mm]	5(-0.03~0)	5(-0.03~0)	-	4(-0.03~0)	-	3(-0.025~0)
	L	[mm]	2(-0.2~0)	2(-0.2~0)	-	1.5(-0.2~0)	-	1.2(-0.2~0)
	M	[mm]	5	5	-	4	-	3
	N	[mm]	-	-	-	-	-	-
	O	[mm]	-	-	-	-	-	-
	P	[mm]	5	5	-	-	-	-
	Q	[mm]	0.8	0.8	-	-	-	-
R	[mm]	12	12	-	-	-	-	
S	[mm]	90(±0.3)	90(±0.3)	70(±0.3)	60(±0.3)	70(±0.3)	48(±0.3)	
T	[mm]	5	5	5	4	5	3	
U	[Nm]	6.9	6.9	6.9	3.4	6.9	1.5	

◎：推荐型号
△：与左侧记载的各推荐马达（外部轴专用规格）电气特性相同，但轴的形状不同。确认轴的形状后再使用。

[注 意]

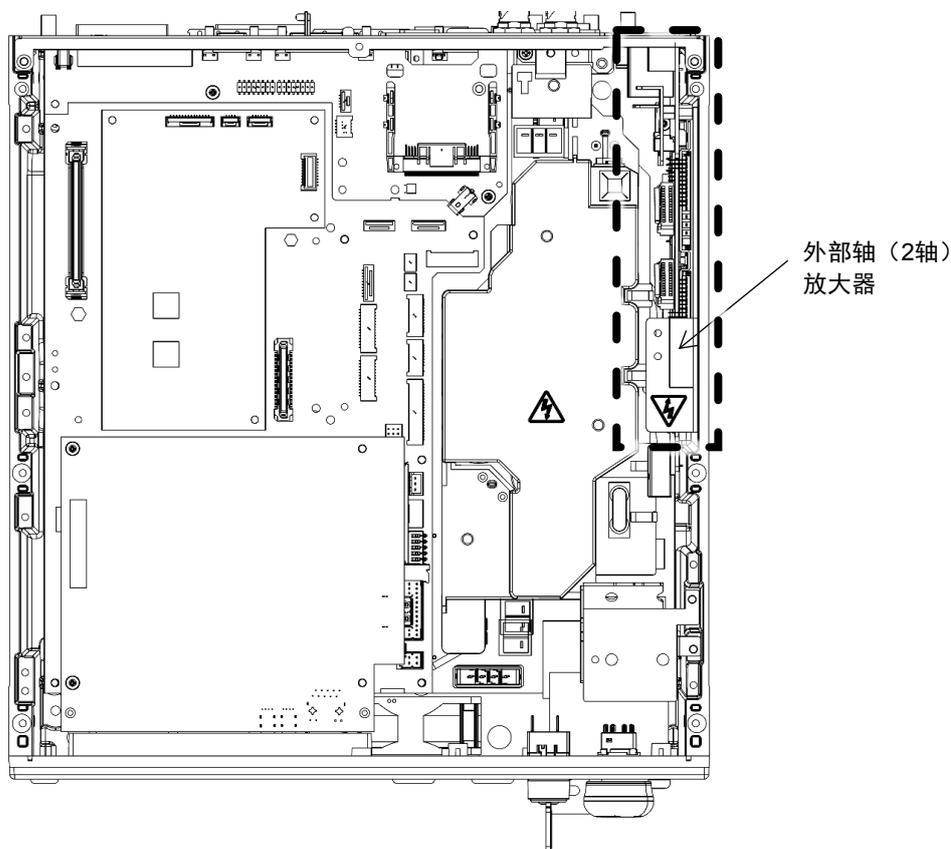
1. 上表转速栏中（）内的数字表示最高转速（Nmax）。
2. 伺服马达旋转一周的分辨率为8192p/rev。
3. 如需图纸，请联系本公司。
4. 伺服参数文件因伺服马达种类不同而异。详细内容请参阅“4.1 直动轴参数的设置”中的“伺服参数”。

与控制器外部轴放大器相关的信息、可使用的外部轴马达容量以及放大器的连接对象如下表所示。

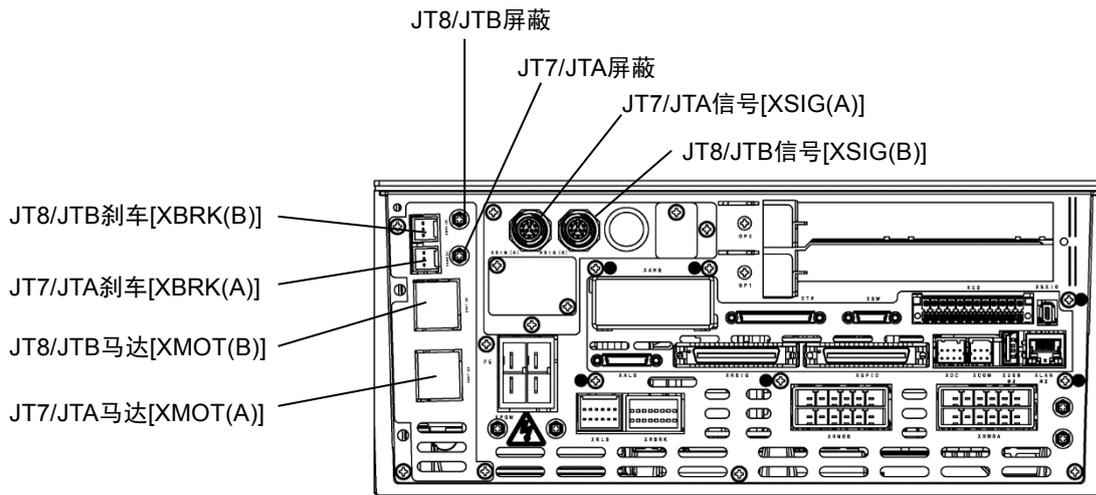
		JT7 (JTA)	JT8 (JTB)
放大器产品种类		可增设的2轴放大器 (50607-0167)	
适用马达容量		75W至1.2kW	
放大器的 连接对象	马达	JT7 (JTA) 用动力线束 或机器人用动力线束	JT8 (JTB) 用 动力线束
	刹车		
	编码器	JT7 (JTA) 用动力线束 或机器人用信号线束	JT8 (JTB) 用 信号线束

■ 控制器内外部轴放大器配置图

控制器内部的外部轴放大器配置图、外部放大器的控制器背面图及背面线束配线图示例如下所示。

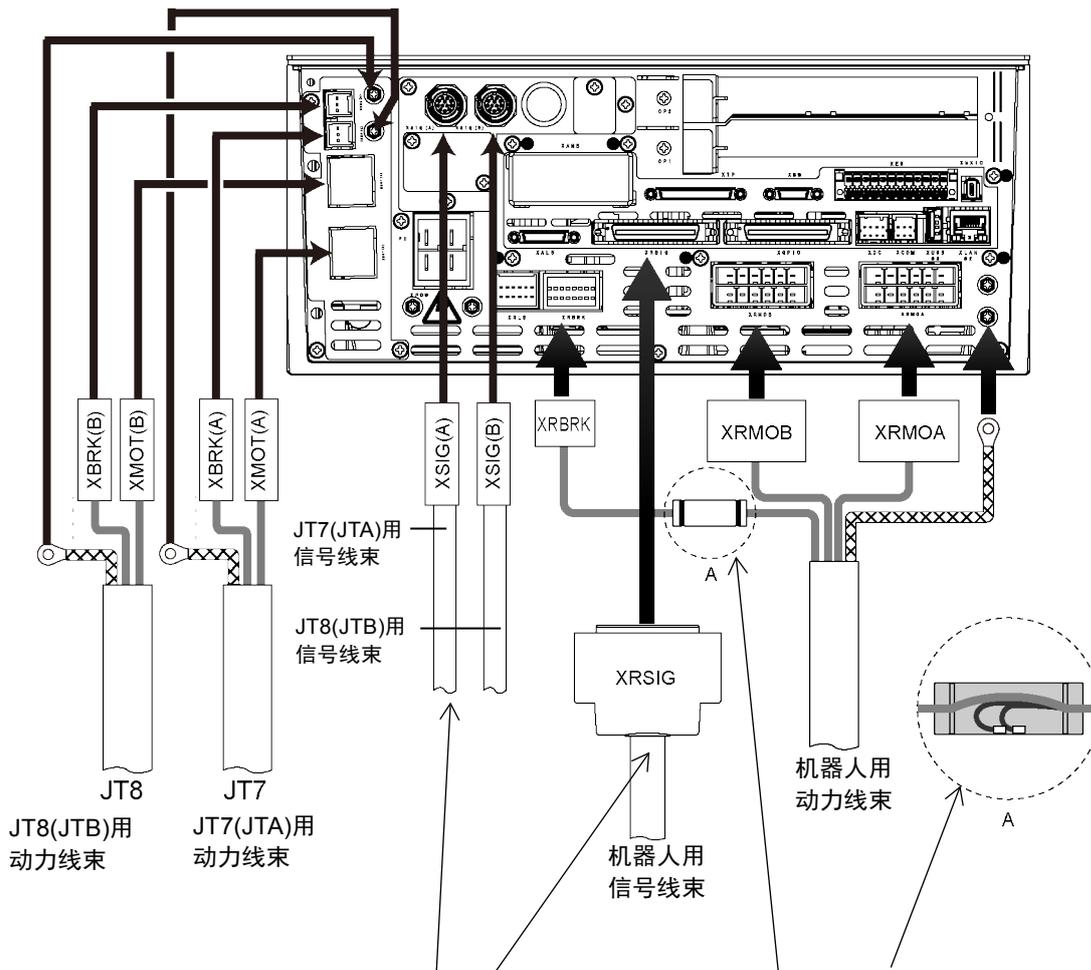


■ 外部放大器JT7 (JTA)、JT8 (JTB) 控制器背面图



■ 背面线束配线图示例

附录“外部轴示例”的示例4的情况下



从机器人底座连接附录中的示例1和示例3中的JT7时，动力、刹车连接器会打开连接至A的JT7用连接器，连接XMOT(A)和XBRK(A)，并使用XRSIG内原有的信号。
*不使用XSIG(A)。

2.2 马达的选定要领

下文将通过3个示例，对设计外部轴时的马达选定要领进行说明。关于其他组件中的外部轴，请参考示例进行选定。若有不明之处，敬请咨询本公司。

2.2.1 回转轴

1. 确定负载输出轴的规格

确定负载输出轴的规格。

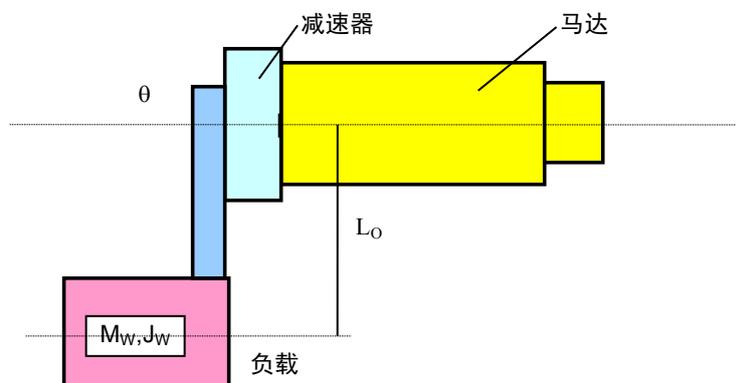
负载质量	M_W (kg)
距离负载重心的偏移量	L_O (m)
负载重心周围的转动惯量	J_W (kg·m ²)
转动角度	θ (°)
转动最大角速度	ω (°/s)
转动最大角加速度	α (°/s ²)

2. 选定减速器

选择减速器，并确定以下数据。

马达转动惯量	J_M (kg·m ²)
飞轮转动惯量	J_F (kg·m ²) *
减速器转动惯量	J_R (kg·m ²)
减速比 $\left[\frac{\text{负载轴转速}}{\text{马达转速}} \right]$	$1/i$ (通常 $i > 1$)
效率	η (0-1.0)

* 将飞轮安装在马达上的情况以外 $J_F = 0$ 。



[注 意]

选定减速器时，需考虑容许转矩和使用寿命等。

2. 选定减速器和导轨

确定减速器的规格数据。

减速比	i
效率	η (0-1.0)
减速器转动惯量	J_R ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)

确定齿轮和齿条的数据。

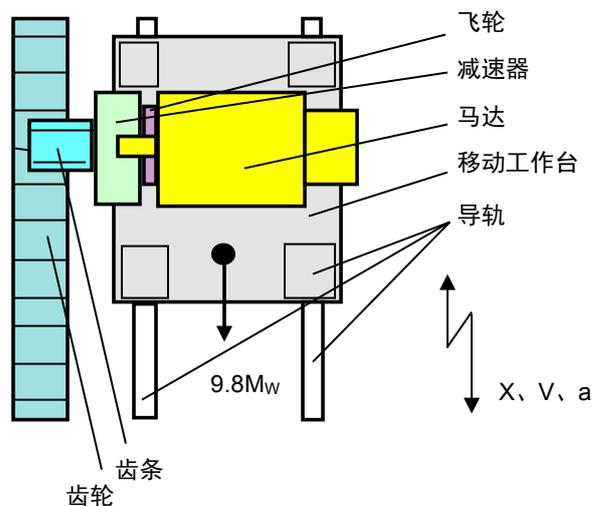
模块	m
齿条齿数	Z

确定导轨的数据。

导轨摩擦系数	μ (0.05-0.1左右)
--------	--------------------

确定马达和飞轮的数据。

马达转动惯量	J_M ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)
飞轮转动惯量	J_F ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)



3. 导出条件公式并选定马达

根据1和2中确定的数值和下列计算公式导出各条件公式，设计能满足所有条件公式的外部轴，并选定马达。

条件公式		计算公式
1	马达产生的峰值转矩 $T_P \leq 0.9TPS \text{ (N}\cdot\text{m)}$	$T_P = \frac{mZ(9.8\mu M_W + M_{Wa})}{2000\eta_i}$ $+ \frac{2000ia(J_R + J_F + J_M)}{mZ}$ $+ \left[\frac{9.8mZM_W}{2000\eta_i} \right] \text{ (仅升降轴。)}$
2	马达的保持转矩 $T_H \leq 0.8TC \text{ (N}\cdot\text{m)}$	$T_H = \frac{9.8mZM_W}{2000\eta_i} \text{ (仅升降轴。)}$
3	马达使用时的平均转矩 $T_R \leq 0.9TC \text{ (N}\cdot\text{m)}$	$T_R = \sqrt{\frac{\sum t_i T_i^2}{\sum t_i}}$ <p style="text-align: right;"> t_i: 各工作时间 T_i: 各工作转矩 </p>
4	马达使用时的最高转速 $N \leq N_{max} \text{ (rpm)}$	$N = \frac{60V_i}{\pi mZ}$
5	编码器使用时的旋转量 $E_{rev} \leq 65536 \text{ (rev)}$	$E_{rev} = \frac{X_i}{\pi mZ}$
6	换算到马达侧和马达轴的 负载侧的转动惯量比 $RJ \leq 6$	$RJ = \frac{10^{-6}M_{Wm}^2Z^2}{4i^2(J_R + J_F + J_M)}$

2.2.3 直动轴（滚珠丝杠驱动）

行走马达、横动马达和升降轴马达的选定步骤概要如下。

1. 确定负载输出轴的规格
2. 选定减速器和导轨
3. 通过选定用计算公式导出条件公式

1. 确定负载输出轴的规格
确定负载输出轴的规格。

负载质量	M_w (kg)
工作行程	X (m)
工作最大速度	V (m/s)
工作最大加速度	a (m/s ²)

2. 选定减速器和导轨
确定减速器（齿轮）的规格数据。

减速比	i
效率	η_1 (0.95左右)

确定滚珠丝杠的规格数据。

导程	L (m)
效率	η_2 (0.95左右)
转动惯量	J_B (kg·m ²)

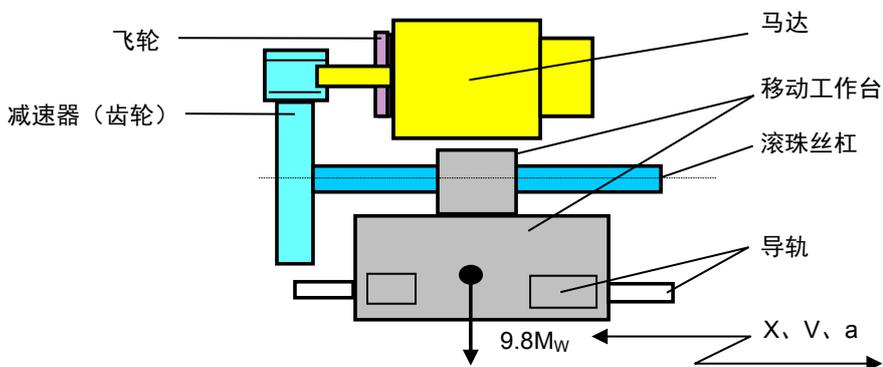
确定导轨的数据。

导轨摩擦系数	μ (0.05-0.1左右)
--------	--------------------

确定马达和飞轮的数据。

马达转动惯量	J_M (kg·m ²) *
飞轮转动惯量	J_F (kg·m ²) *

* 请注意马达和飞轮转动惯量的单位。



3. 导出条件公式并选定马达

根据1和2中确定的数值和下列计算公式导出各条件公式，设计能满足所有条件公式的外部轴，并选定马达。

No.	条件公式	计算公式
1	马达产生的峰值转矩 $T_P \leq 0.9TPS \text{ (N}\cdot\text{m)}$	$T_P = \frac{L(9.8\mu M_W + M_{Wa})}{2\pi\eta_1\eta_2i}$ $+ \frac{2\pi(J_B/(i^2\eta_1) + J_F + J_M)ia}{L}$ $+ \left[\frac{9.8LM_W}{2\pi\eta_1\eta_2i} \right] \text{ (仅升降轴。)}$
2	马达的保持转矩 $T_H \leq 0.8TC \text{ (N}\cdot\text{m)}$	$T_H = \frac{9.8LM_W}{2\pi\eta_1\eta_2i}$
3	马达使用时的平均转矩 $T_R \leq 0.9TC \text{ (N}\cdot\text{m)}$	$T_R = \sqrt{\frac{\sum t_i T_i^2}{\sum t_i}}$ <p style="margin-left: 20px;"> t_i: 各工作时间 T_i: 各工作转矩 </p>
4	马达使用时的最高转速 $N \leq N_{max} \text{ (rpm)}$	$N = \frac{60Vi}{L}$
5	编码器使用时的旋转量 $E_{rev} \leq 65536 \text{ (rev)}$	$E_{rev} = \frac{Xi}{L}$
6	换算到马达侧和马达轴的 负载侧的转动惯量比 $RJ \leq 6$	$RJ = \frac{M_W L^2}{4\pi^2 i^2 (J_F + J_M)} + \frac{J_B}{i^2 (J_F + J_M)}$

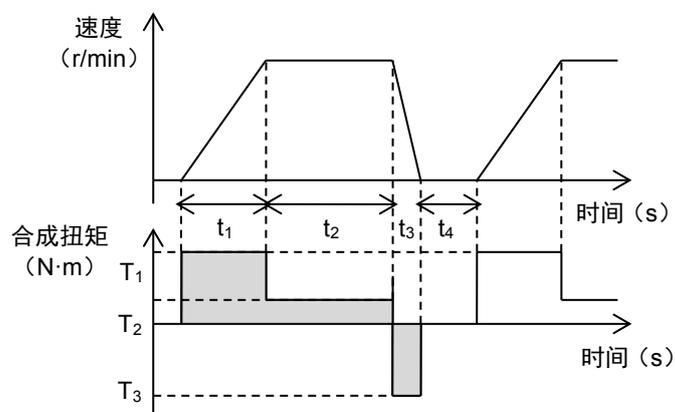
2.3 确认刹车电流和平均耗电量

F系列机器人控制器因驱动外部轴所需的刹车电流和平均耗电量有阈值，需根据该阈值选定外部轴马达。选定外部轴马达时，请务必确认以下条件。

1. 表1中所使用的马达刹车电流的总值不超过表2中的刹车电流阈值。
2. 使用的马达外部轴平均耗电量总值不超过表3中的阈值。

马达在和行走装置一样的水平负荷下，以下图所示的速度和扭矩旋转时，可通过以下公式计算外部轴的平均耗电量。

$$\text{平均耗电量 (W)} = \frac{0.0524 \cdot N \cdot T_1 t_1 + 0.1047 \cdot N \cdot T_2 t_2}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} \quad (N: \text{马达转速 (r/min)})$$



例如，

加速时间 (t_1): 1.5(s)

定速时间 (t_2): 12(s)

减速时间 (t_3): 1.5(s)

停止时间 (t_4): 45(s)

加速时扭矩 (T_1): 瞬时最大扭矩

定速时扭矩 (T_2): 额定扭矩的60%

减速时扭矩 (T_3): 瞬时最大扭矩-额定扭矩的60%

马达转速 (N): 额定转速

外部轴在上述条件下动作时的各马达耗电量如表1所示。

表1 马达特性

产品编号	型号	马达容量	刹车电流	平均耗电 参考值 (kW)	再生电力 参考值 (kW)
50601-1491	R2AA13120LCP2D	1.2kW	0.51A	0.185	0.033
50601-1465	R2AA13120LCP2E			0.185	0.033
50601-1435	P50B08100VCLGS	1.0kW	0.33A	0.166	0.039
50601-1432	P50B08075DCLGD	750W	0.33A	0.124	0.029
50601-1492	R2AA08075FCP63	675W	0.37A	0.114	0.028
50601-1461	R2AA08075FCP3N			0.114	0.028
50601-1404	P50B07050DCLG7	475W	0.3A	0.078	0.017
50601-0119	R2AA08040FCPGT	400W	0.37A	0.065	0.014
50601-0120	R2AA08040FXPGS			0.065	0.014
50601-1462	R2AA06020FCP3G	200W	0.32A	0.033	0.007
50601-1371	P50B05020DCLEG	200W	0.4A	0.032	0.006
50601-1463	R2AA06010FCP3H	100W	0.27A	0.016	0.004
50601-1370	P50B04007DCLEF	75W	0.26A	0.012	0.002

表2 外部轴用刹车电流阈值

控制器	刹车电流阈值
F60	1.2A

表3 作为外部轴马达用时可使用的平均电力参考值

控制器	机器人手臂	作为外部轴马达用时可使用的平均耗电量 (kW)	作为外部轴马达用时可使用的平均再生电力 (kW)
F60	BA006N/L	0.37	0.10
	RS010N/006	0.37	
	RS005	0.70	
	RS003	0.85	
	MC004	0.76	
	MSR005	0.71	

2.4 不同规格的外部轴马达可否使用

	外部轴规格	可否控制	备注
1	行走轴	√	含行走轴协调
2	定位器	√	含定位器协调
3	回转轴	√	含回转轴协调
4	机械手(位置控制)	√	
5	Dual伺服	√	
6	连续转动功能	√	
7	外部轴旋转	√	
8	伺服枪	√	
9	伺服枪	√	
10	分离运行	△	F60控制器不可使用MC进行硬件分离运行。仅可软件分离运行。
11	Cubic-S	√	

√可使用 ×不可使用 △部分不可使用

3 硬件安装

为了使用机器人控制器控制外部轴，将事先选定的伺服马达组装至外部轴装置的同时，还需在控制器侧组装必要的硬件，并准备连接马达和控制器的电缆。



小心

关于编码器值的电池备份：

安装马达后，不可拆除编码器的电池备份线。

- 外部轴用电池备份BOX与马达（编码器）之间



危险

确认2AC板的橙色LED（LD3、4）灯已熄灭，并使用测试器从树脂盖上方测量P、N端子以及P1、N1端子的“Discharge Check”触点的电压，确定所有电压都为0V后再进行更换。



警告

硬件安装完成后，实施“4.外部轴参数的设置”和“5.伺服参数的设置”。在作业未完成的状态下，严禁接通马达电源。

否则，如电流超出伺服马达和伺服放大器的额定值，可能会导致已安装的硬件发生损坏或伺服马达误动作。

3.1 2轴放大器板（2AG板）

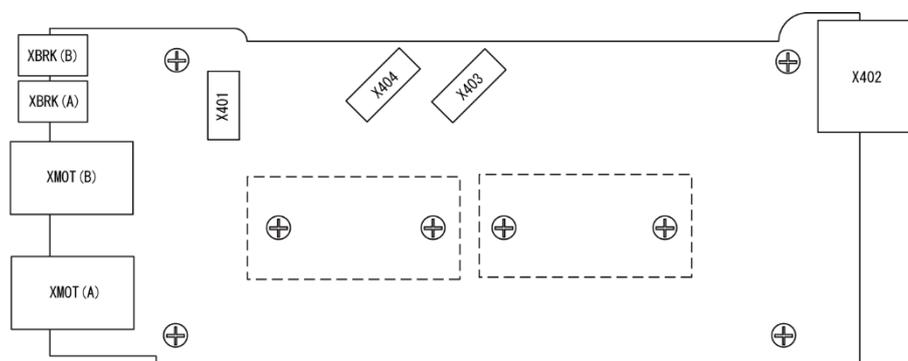
本板为F控制器外部轴用的2轴放大器板，用于操控外部轴马达。在F60控制器中安装于2AC板旁边的主体侧壁上。

■ 主要功能

- 2AU/2AC板提供马达电源（PN电源）和马达刹车电源。
- 根据伺服板的PWM指令操控2个轴的电源模块以控制三相U、V、W马达电流。
- 检测马达电流，并反馈至伺服板。
- 搭载FET电路，可分别驱动2个轴的马达刹车。

■ 连接器

No.	内容	备注（配置）
X401	刹车电源、控制信号 (JT7,8)	外壳内部 通过线束连接（2AU_X307）
X402	PN电源、16V电源	外壳内部 通过线束连接（2AU_X309）
X403	PWM信号、电流反馈等 (JT7)	外壳内部 通过线束连接（2AB_X523）
X404	PWM信号、电流反馈等 (JT8)	外壳内部 通过线束连接（2AB_X524）
XMOT (A)	外部轴连接马达输出 (JT7)	背面面板
XMOT (B)	外部轴连接马达输出 (JT8)	
XBRK (A)	外部轴连接刹车输出 (JT7)	
XBRK (B)	外部轴连接刹车输出 (JT8)	



3.2 外部轴安装步骤

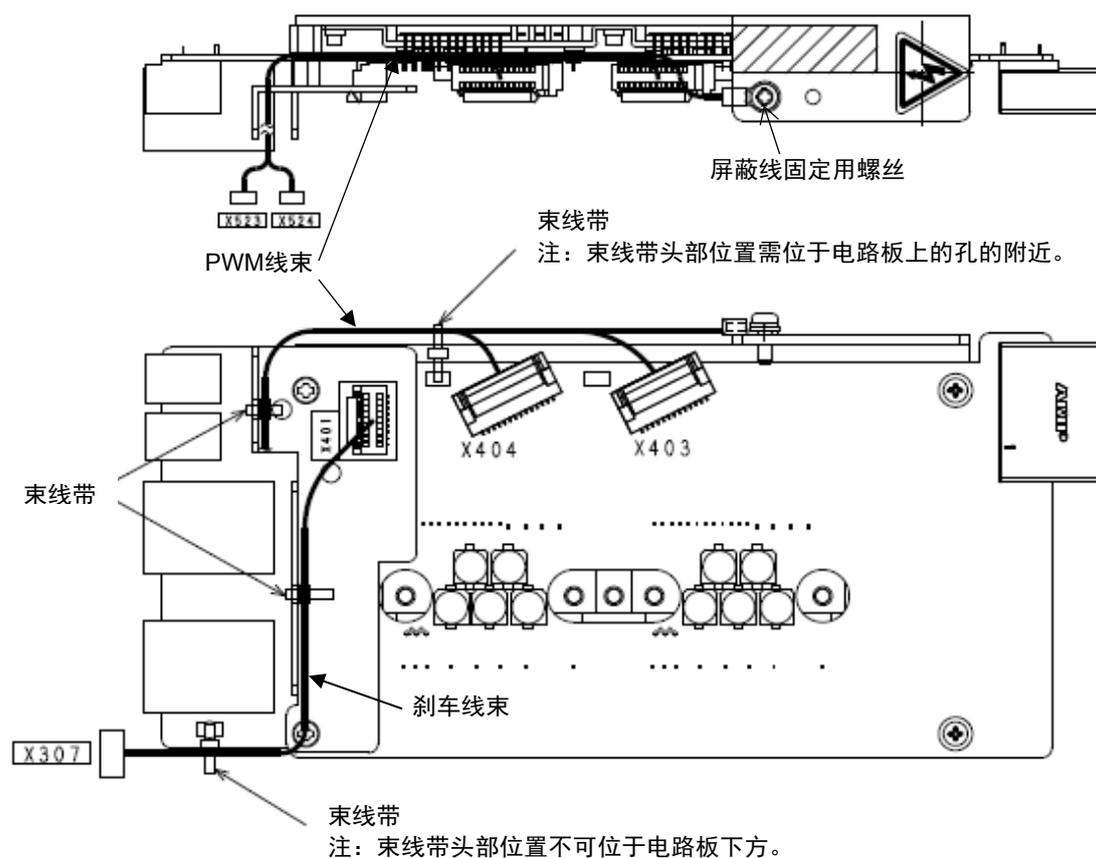
下文就在F60控制器上安装外部轴组件的步骤进行说明。

1. 必要的外部轴组件如下所示。在控制器上安装前，先确认零部件无误。

No.	F60		内容	备注
	JT7 (JTA) 背面安装 规格*1	JT7 (JTA) 底座安装 规格*1		
1	50607-0167		2轴放大器板 (2AG板)	
2	49094-0536	49094-0549	增设2轴 控制盘内线束套件	
2-1	50977-5025		JT7 (JTA), JT8 (JTB) PWM线束	2的构成 部件
2-2	50977-4955		X307-X401 控制盘内刹车线束	
2-3	50977-4956		X309-X402 PN线束	
2-4	50977-4931	-	X511-XSIG(A) JT7 (JTA) 编码器线束	
2-5	50977-4932		X512-XSIG (B) JT8 (JTB) 编码器线束	
2-6	-	50977-4989	X511跳线线束	
2-7	60770-1134		束线带×6	
2-8	60770-0074		固定座×1	
3	50833-0194		外部轴背面板	
4	49094-0543		铁氧体磁芯组件 (随附安装手册)	
4-1	60551-0025		铁氧体磁芯 (E04SR401938) ×2	4的构成 部件
4-2	60770-1010		束线带×4	

*1 根据JT7 (JTA) 马达的连接部位不同，所使用的控制盘内线束的产品编号也会有所不同。
详细内容请参阅步骤12。

- 将PWM线束 (2-1) 连接至2轴放大器板 (1) 的X403、X404连接器，并将屏蔽线连接至2轴放大器板 (1) 上安装的钣金。
上述作业完成后，在以下部位使用束线带进行固定。
- 将控制盘内的刹车线束 (2-2) 连接至2轴放大器板 (1) 的X401连接器，并在下图所示位置用束线带固定线束。



4. 确认控制器电源是否已切断，并检查一次电源线XPOW连接器是否已拔下。

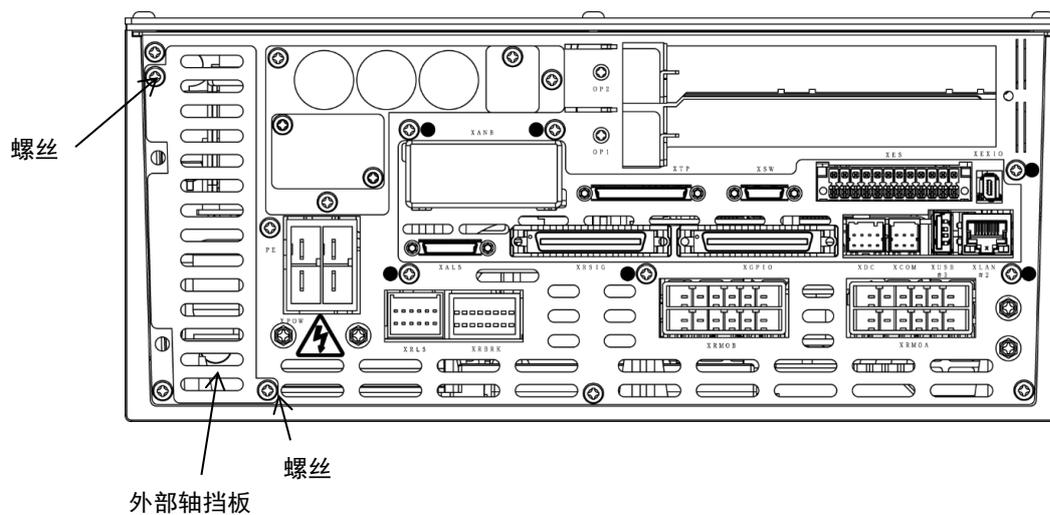


警告

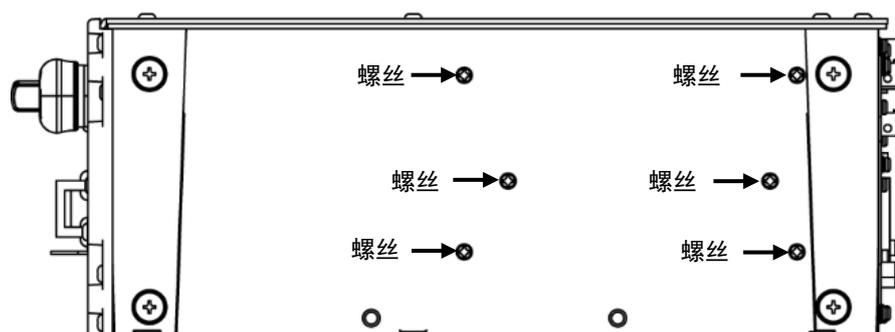
请勿拆卸2AC板上的树脂盖板。(注: 即使切断控制器电源, 2AC板上仍有部分处于通电状态。)

切断控制器电源后, 拆下背面的一次电源线(XPOW连接器), 在不拆除其他任何连接器的状态下等待5分钟以上, 确认2AC板上的LED灯已熄灭后, 使用测试器从树脂盖板上方通过2AC板上的“Discharge Check”触点, 确认P1-N1间的输出侧电压以及P-N间电压为0V。确认完毕后再在控制器上进行安装作业。

5. 拆下控制器的顶部挡板，并拆除控制器背面的外部轴挡板。



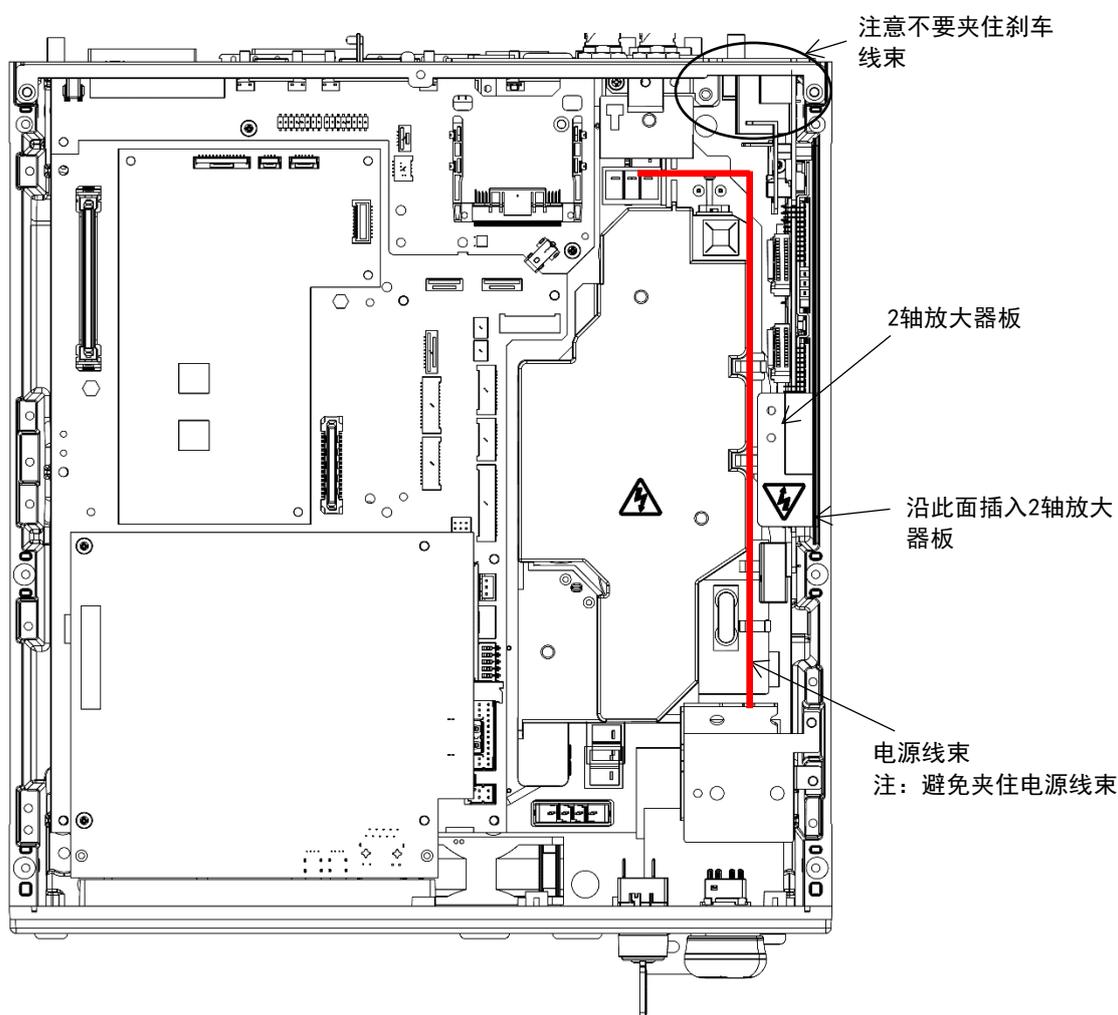
6. 拆除外壳侧面的M4平头螺丝。（该螺丝不可再次使用。）



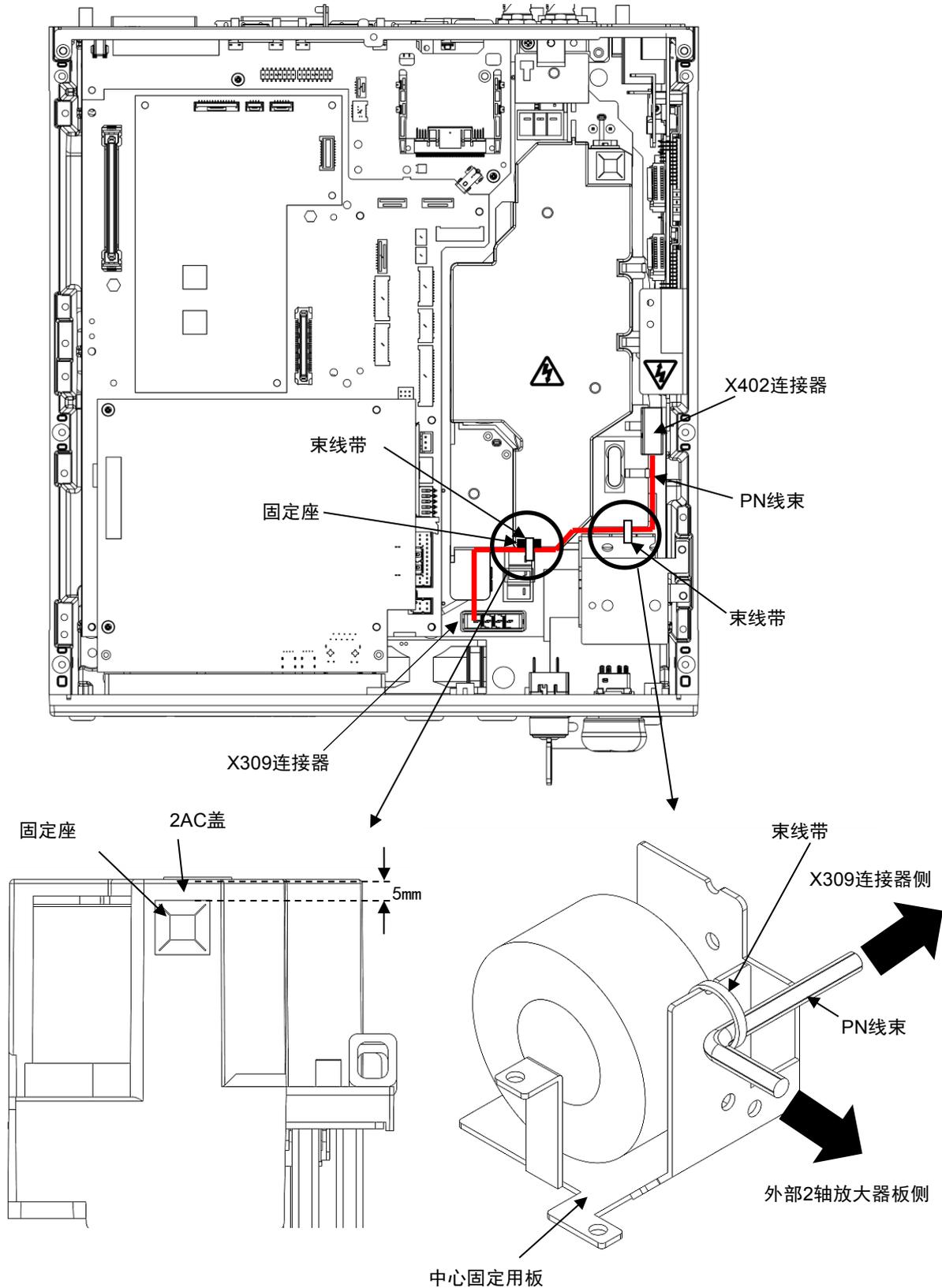
7. 在下图所示位置将2轴放大器板（1）从控制器上方沿外壳侧面的内侧滑到外壳内部以收纳。此时，插入2轴放大器板时请注意以下事项。
- ① 收纳时注意不要夹住2AC板旁的电源线束。
 - ② 注意不要将刹车线束的X307一侧夹在2轴放大器板和2AU板之间。
- 收纳后，使用随附于2轴放大器板（1）的6根平头螺丝（M3 L=8），并按照步骤6将其固定在拆下的位置（6处）。

！ **小 心**

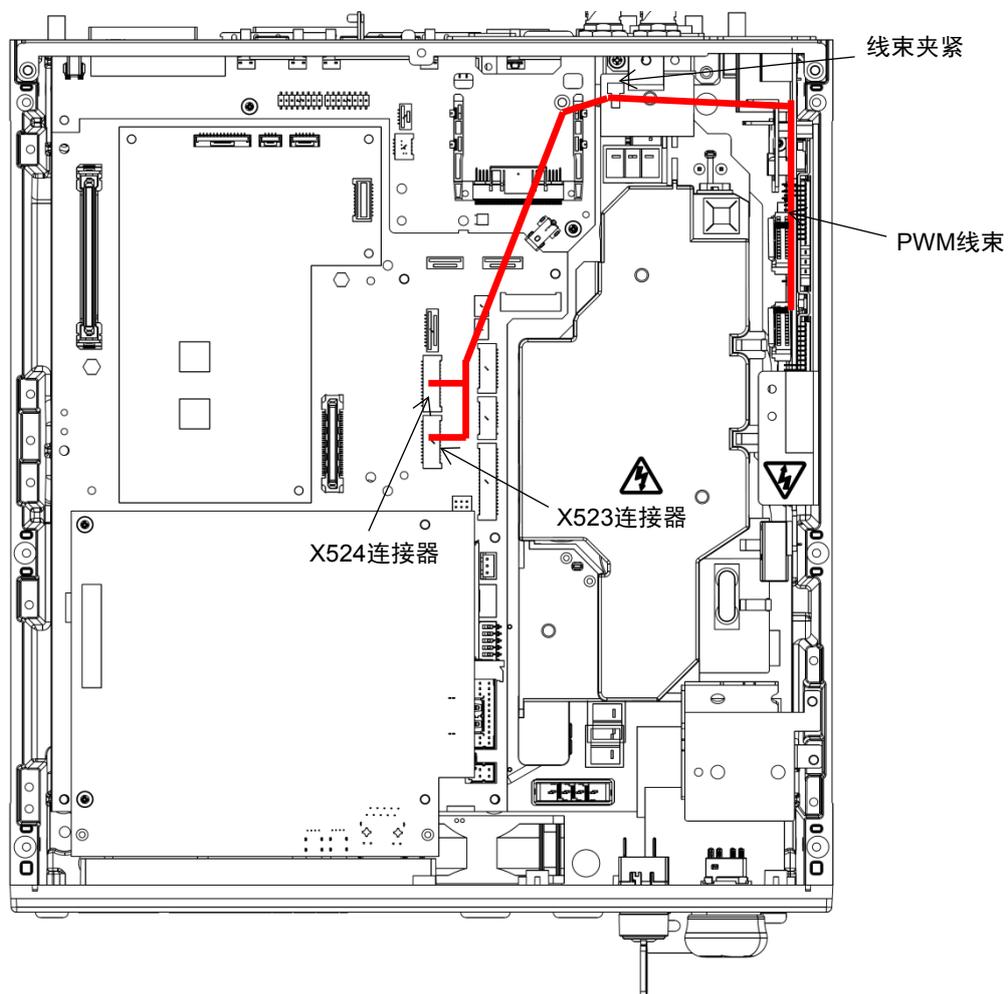
在控制器上固定2轴放大器板时，必须使用L=8的平头螺丝。



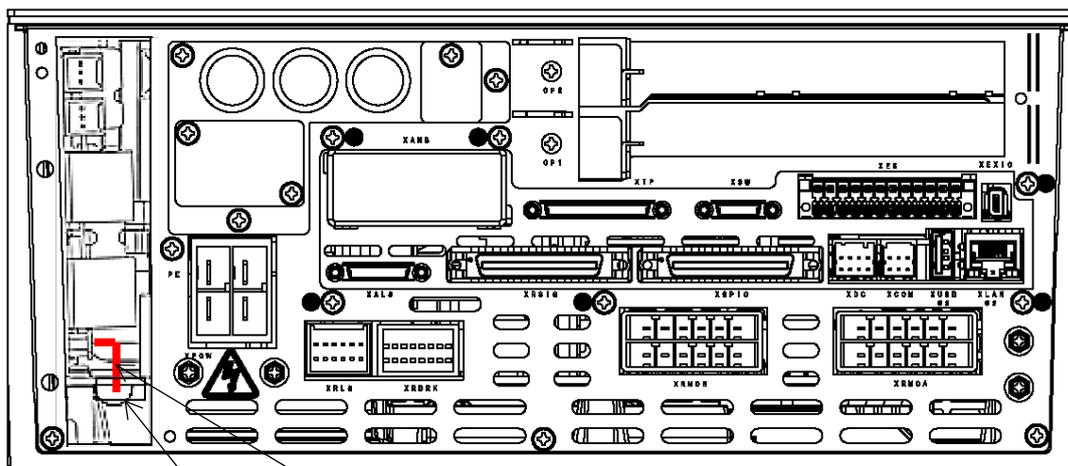
8. 将PN线束（2-3）连接至外部2轴放大器板的X402连接器和2AU板上的X309连接器。随后，在2AC盖上粘贴固定座（2-8），并分别在中心固定用板上的1个位置和粘贴在2AC盖上的固定座上的1个位置使用束线带对PN线束进行固定。



9. 将PWM线束（2-1）连接至2AB板上的X523、X524连接器，并将其固定在2AC盖上的线束夹紧上。

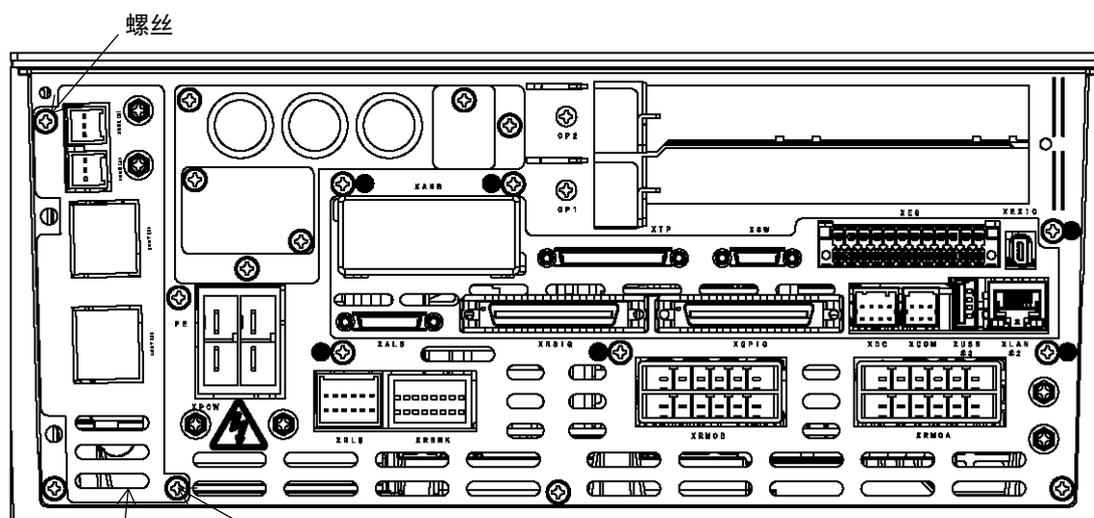


10. 将控制盘内的刹车线束（2-2）连接至2AU板反面的X307连接器。



X307连接器 控制盘内刹车线束

11. 将外部轴背面板（3）安装至控制器背面。注意不要将控制盘内刹车线束（2-2）夹在板内。

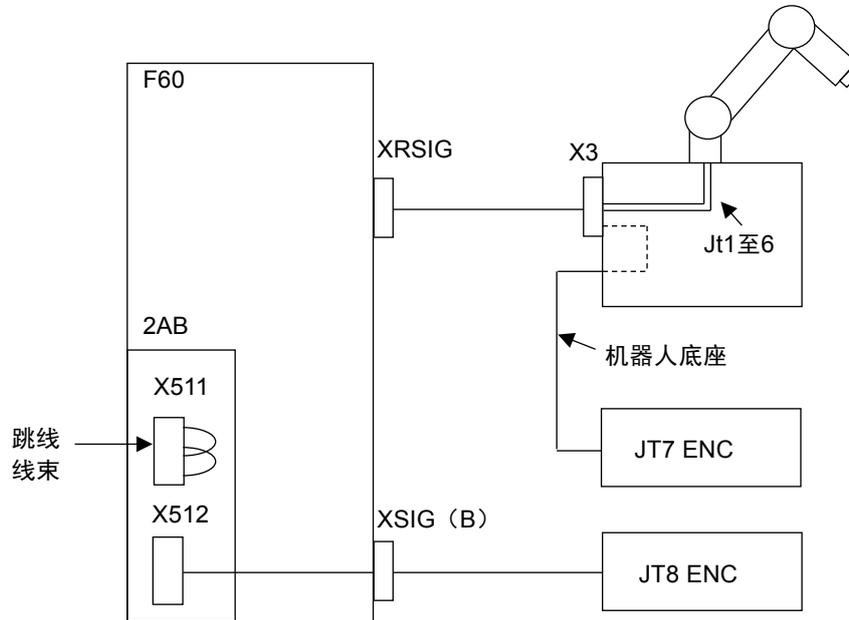


外部轴背面板

螺丝

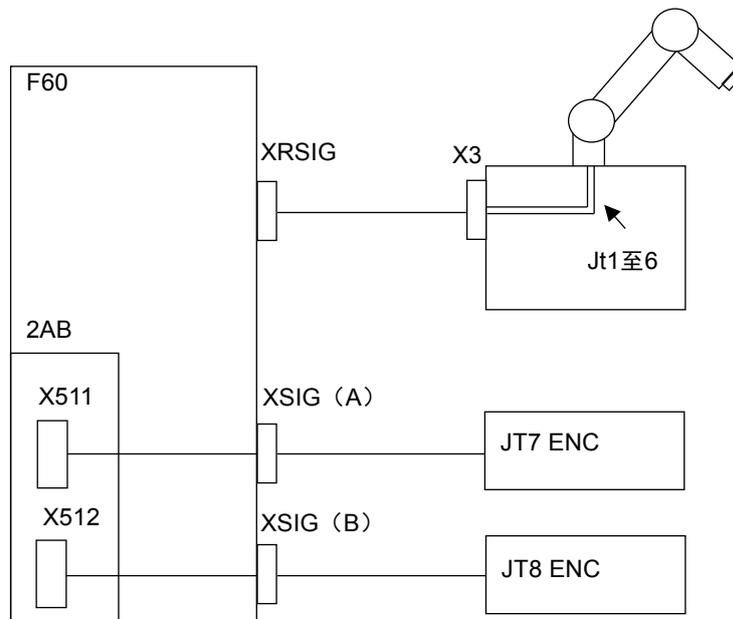
12. 根据JT7 (JTA) 编码器连接位置不同, 控制盘内编码器线束的安装方法也会有所不同。因此, 请先确认连接位置, 再按照12-1或12-2的步骤进行安装。

12-1.从机器人底座通过配线连接JT7 (JTA) 编码器时

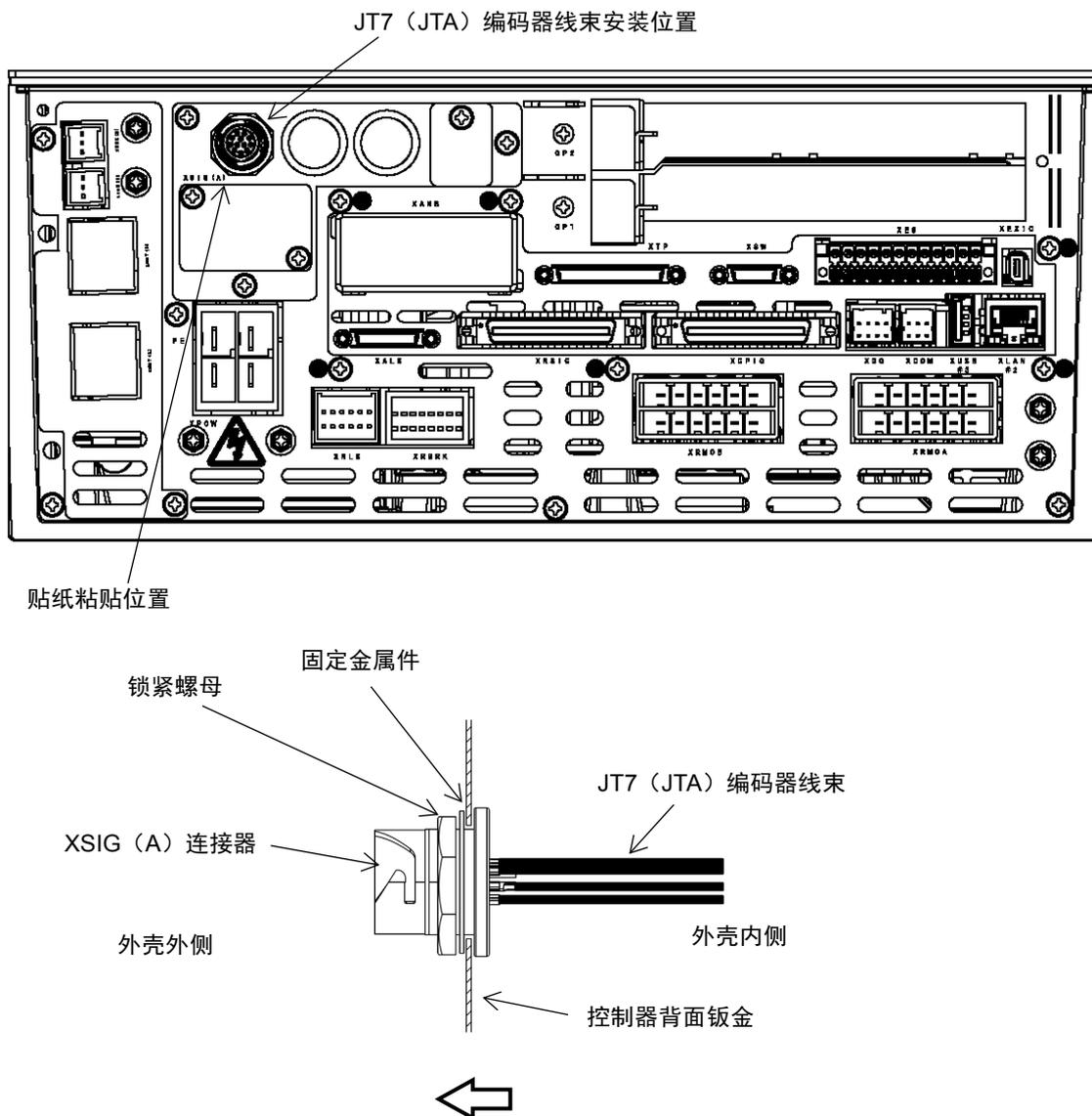


在2AB板上的X511连接器上连接跳线线束 (2-6)。

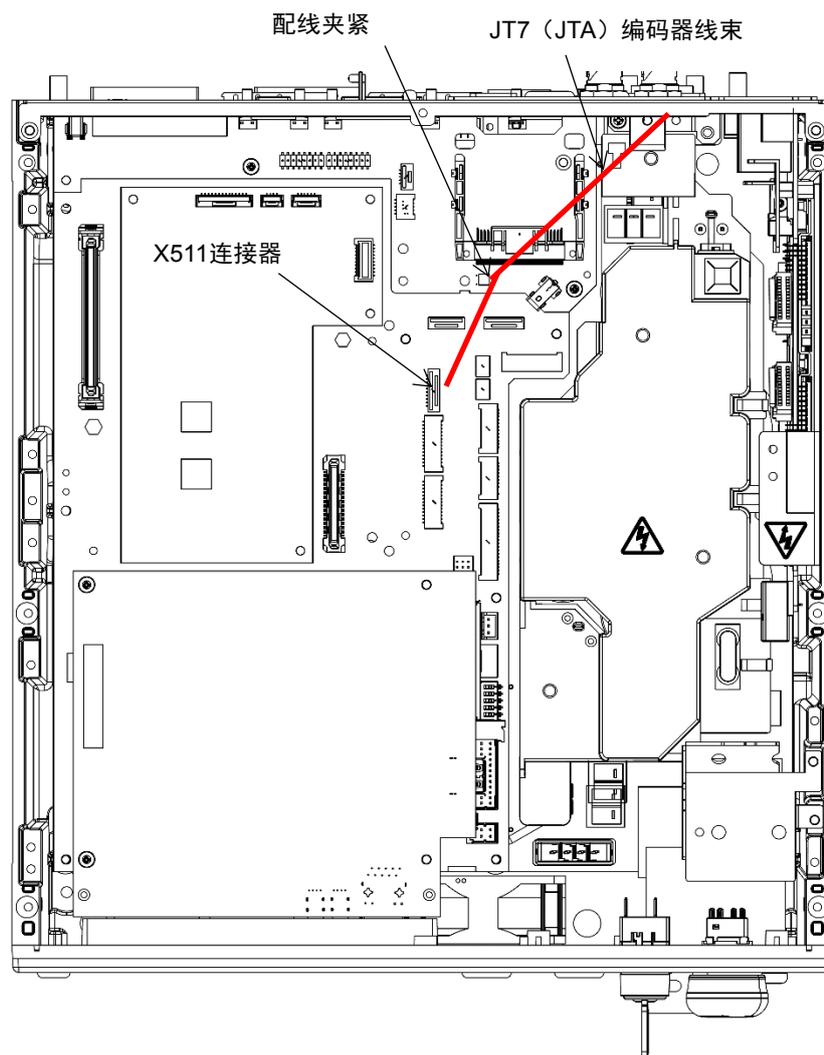
12-2. 将JT7 (JTA) 编码器从控制器背面直接连接时



拆下安装在JT7 (JTA) 编码器线束 (2-4) 的圆形连接器上的锁紧螺母和固定金属件。然后,先拆下安装在控制器背面的选购件线束板上的垫圈,再将圆形连接器嵌入外壳内部,安装固定金属件,并用锁紧螺母进行固定。将JT7 (JTA) 编码器线束 (2-4) 连接至2AB板上的X511连接器 (如下图所示,将线束穿过2AE板上的配线夹紧内部)。最后将随附于JT7 (JTA) 编码器线束 (2-4) 的贴纸 (标有“SIG(A)”) 粘贴在下图所示的位置。



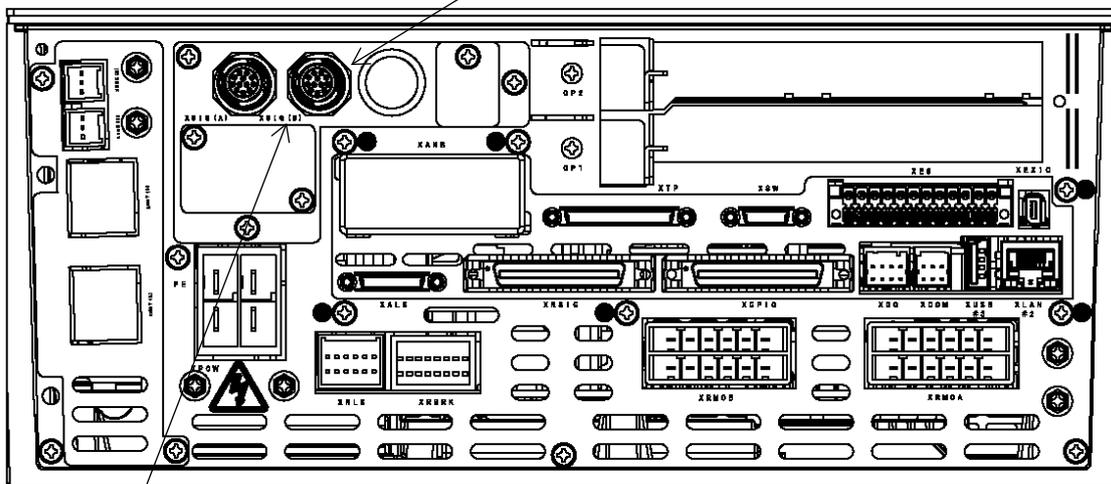
从外壳内侧将XSIG (A) 连接器穿过安装孔,并用锁紧螺母和固定金属件进行固定。



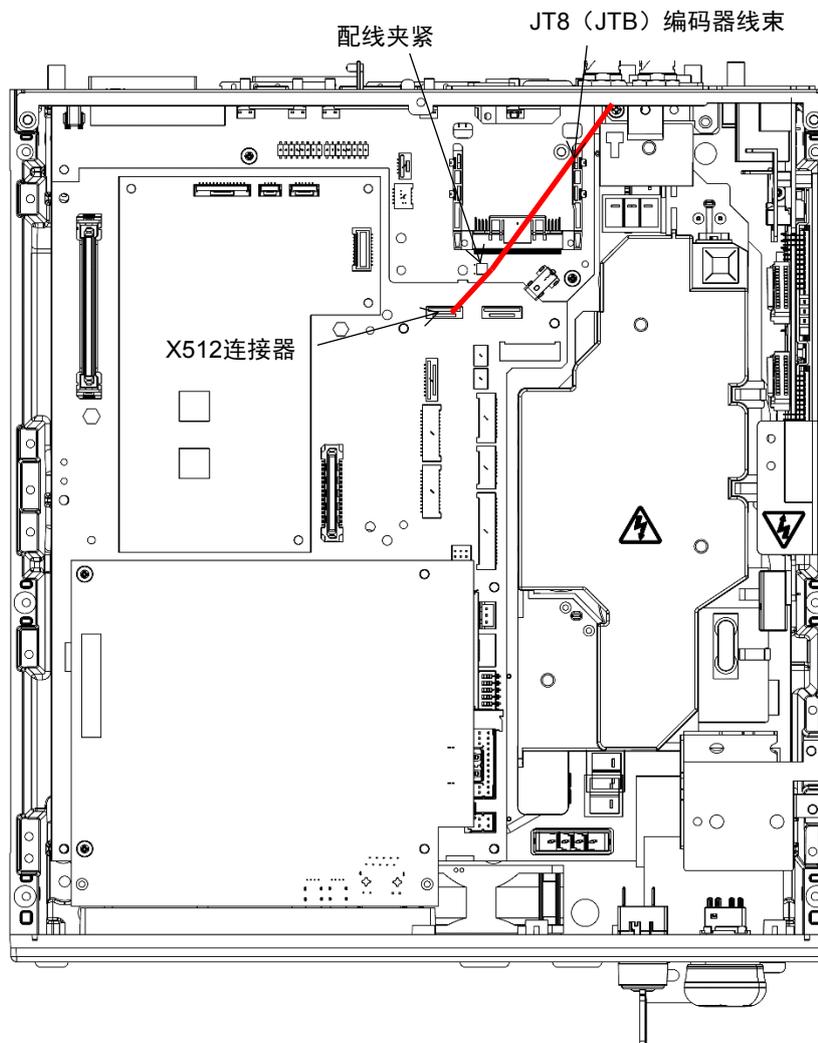
13. 安装JT8 (JTB) 编码器线束 (注: 不使用JT8时, 无需进行本操作。)

拆下安装在JT8 (JTB) 编码器线束 (2-5) 的圆形连接器上的锁紧螺母和防松金属件。然后, 先拆下安装在控制器背面的选购件线束板上的垫圈, 再将圆形连接器嵌入外壳内部, 安装固定金属件, 并用锁紧螺母进行固定。将JT8 (JTB) 编码器线束 (2-5) 连接至2AB板上的X512连接器 (按下图所示, 将线束穿过2AE板上的配线夹紧内部)。最后将随附于JT8 (JTB) 编码器线束的贴纸 (标有“SIG(B)”) 粘贴在下图所示的位置。

JT8 (JTB) 编码器线束安装位置



贴纸粘贴位置



14. 安装控制器的顶部挡板，并按照原样用螺丝固定。此时，注意不要将PWM线束等夹在顶板和外壳之间。
15. 安装步骤5中拆除的顶部挡板。
16. 根据随附的手册，将（4）中的铁氧体磁芯安装在编码器附近。
17. 参照附录中的外部轴示例，对外部轴马达进行配线。

4 外部轴参数的设置

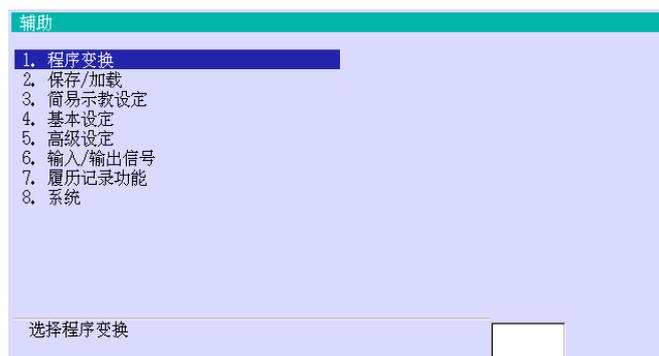
下文就外部轴各参数的设置方法进行说明。除部分特殊马达的设置项目，本设置方法适用于各种马达。此外，关于机器人手臂与外部轴之间的协调动作的设定，请参阅第6章。该章节就机器人手臂与外部轴之间可进行怎样的协调控制进行了说明。



1. 激活示教器操作页面的B区域，点击菜单会显示下图中的下拉菜单。



2. 将鼠标移至下拉菜单中的[辅助功能]，按会显示下图所示的辅助功能一览。



3. 使用[数字]（0~9）输入“899”，按[]会显示下图所示的维护功能允许页面。

辅助:系统:维护功能允许

操作等级

密码

输入范围:4字符。

将[操作等级]设为3，然后将鼠标移动至[密码]，并输入“9894”。

确认输入无误后，按[]。显示“设定完毕。”时，表示本设置已完成。

4. 再次返回到辅助功能一览页面，选择[辅助2002 外部轴设定]。
5. 输入使用的轴编号，按<下一页>。

辅助:机种·系统设定:外部轴设定

轴编号

撤销

输入范围:[7 - 7]

6. 选择使用的轴类型，按<下一页>会切换到外部轴伺服参数的设置页面。

辅助:机种·系统设定:外部轴设定

轴编号 7: 设定

轴种类 直动轴 回转轴

撤销

4.1 直动轴参数的设置

在[辅助2002 外部轴设定]的轴类型中选择[直动轴]时，会显示以下页面。请在各项中输入相应的外部轴数据。

■ 动作范围上限

输入机械动作的上限值。

■ 动作范围下限

输入机械动作的下限值。

■ 分辨率计数及分辨率指数 (10⁻ⁿ)

输入编码器每位的移动量 例如， 1.234×10^{-3} mm/bit的情况下，在分辨率计数中输入1.234mm/bit，在分辨率指数中输入3。

■ 动作方向 (正/负)

选择与编码器数值增加方向相对应的轴的动作方向 从轴端看，编码器数值呈逆时针方向增加。

■ 最高速度

输入最高速度。

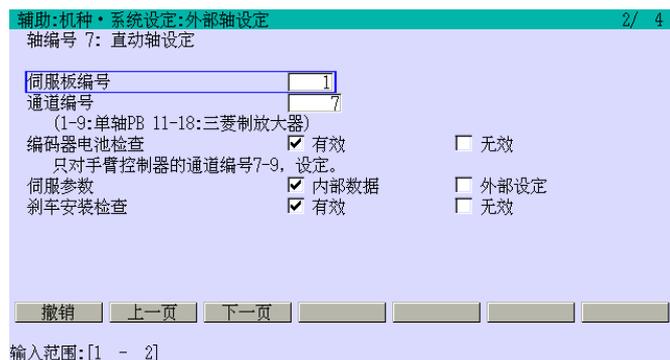
■ 加速时间

输入从停止状态达到最高速度的时间。通常将其设为0.5s以下。

■ 耦合因子

由于直动轴没有诱起动作，输入0.00。

设置完成后，按<下一页>，进入下一个设置页面。



■ 伺服板编号

输入使用的轴所连接的伺服板的编号。仅在使用KHI放大器时有效。如为机器人控制器主体，设为1。通常出厂时已设置。

■ 通道编号

根据使用的放大器输入通道编号。使用KHI放大器时，根据轴编号，设为7至8。通常出厂时已设置。伺服板轴编号/通道编号和硬件编号的关系如下表所示。

伺服板编号	1	1
通道编号	7	8
硬件轴编号	7/A	8/B

■ 编码器电池检查

将电池检查设为有效/无效。本设置仅在使用机器人控制器主体的KHI放大器时有效。从放大器到马达的配线与手臂部使用不同的分离线束时，如有1HG板选择[有效]，其他情况则选择[无效]。通常出厂时已设置。

■ 伺服参数

选择使用内部设定数据或使用外部设定数据。当前情况下，选择[外部设定]。在内部设定和外部设定之间切换后，使外部轴动作之前，需关断后再开启控制器电源。

[注 意]

如选择[内部数据]，将无法调整伺服参数。



警告

伺服参数中包括与硬件相关的参数和伺服马达控制中有关速度环路及电流环路的参数。如设定有误，可能会导致硬件（伺服马达及伺服放大器）损坏或伺服马达出现误动作等情况。

[注 意]

1. 关于由本公司装配后发货的系统，发货前本公司将对伺服参数进行设定，伺服参数文件将随附于机器人。
2. 本公司发货后，客户自行增设外部轴时，伺服参数需按上述方式选择[外部设定]。此外，客户需自行加载伺服参数文件。伺服参数文件因硬件种类而异，由本公司提供。如对加载的伺服参数有疑问，敬请联系本公司。

■ 刹车安装检查

将刹车检查设为有效/无效。使用的马达未安装刹车时，选择[无效]，其他情况则请选择[有效]。通常出厂时已设置。

[注 意]

针对已安装刹车的马达，即使选择[无效]，也无法检测刹车线异常等错误，因此请确认设定无误。

设置完成后，按<下一页>，进入下一个设置页面。



■ 放大器/马达

输入使用的马达编号。通常出厂时已设置。

设置完成后，按<下一页>，进入下一个设置页面。



■ 直动轴协调设定

通过编号设置与机器人主体的协调动作条件。与机器人主体不进行协调动作时设为0，进行协调动作时使用数字1至6进行设定，使外部轴的正方向与机器人主体的底座或工具轴的方向一致。关于直动轴协调功能的详细内容，请参阅“6.协调控制功能”。使用传送装置同步功能（选购件）时，传送轴通常设为[0：无协调]。

■ 协调类型

设置作为协调动作基准的坐标系。不进行协调动作时，本设置无效。

■ 固定工具位置动作

设置是否固定工具位置动作。设为“有效”时，示教模式下外部轴在保持工具位置的状态下进行动作。

■ 连接状态

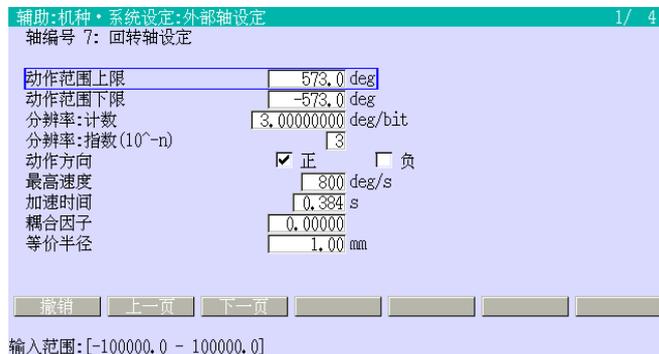
将直动轴设为连接状态或断开状态。

设置完所有数据后，如按 \square ，会显示以下执行确认画面。记录时将鼠标移动至<是>，不记录时将鼠标移动至<否>，然后按 \square 。



4.2 回转轴参数的设置

在[辅助2002 外部轴设定]的轴类型中选择[回转轴]时，将显示以下页面。和直动轴一样，对与回转轴相关的各数据进行设置。



从[动作范围上限]至[耦合因子]，使用与直动轴相同的设置。

■ 等价半径

针对定位器等的回转轴，动作时以mm/s为单位计算速度（圆周速度）时使用该数值。在示教模式下，通过控制旋转速度[deg/s]，使根据等价半径计算得出的圆周速度小于等于250[mm/s]。通过以下公式计算圆周速度。

$$\text{圆周速度}[\text{mm/s}] = 2\pi \times \text{等价半径}[\text{mm}] \times \text{旋转速度}[\text{deg/s}] / 360[\text{deg}]$$

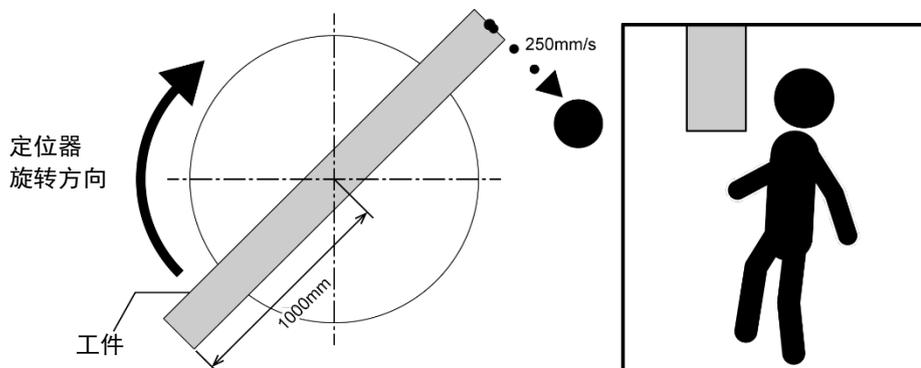


警告

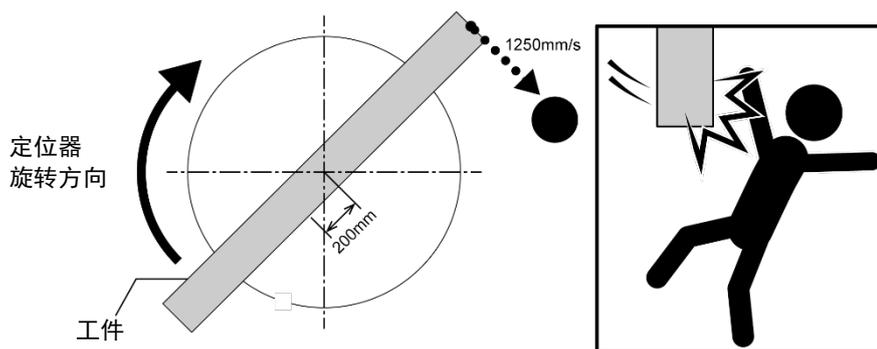
1. 等价半径越小，在示教模式下进行动作时的旋转速度越快。
2. 关于定位器等的回转轴，如根据工件等实物的大小，将等价半径设置得过小，回转轴的两端会因高速而动作，较为危险。因此请使用恰当的数值设置等价半径。

例如： 定位器上有半径为1000[mm]的工件时在示教模式下动作时的速度

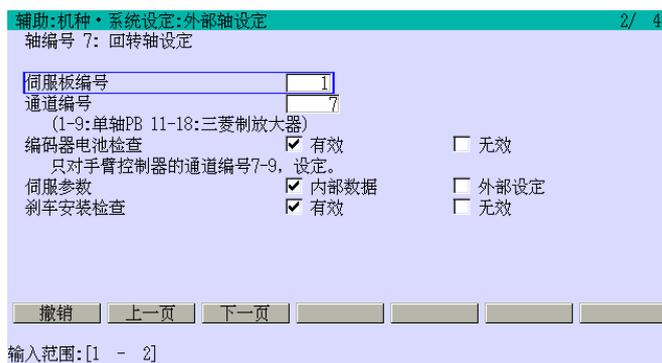
1. 将等价半径设为1000[mm]时
工件边缘的速度将小于等于250[mm/s]。



2. 将等价半径设为200[mm]时
工件边缘的速度最大可设为1250[mm/s]，因此危险性会增加。



上述设置完成后，按<下一页>，进入下一个设置页面。



从[伺服板编号]至[刹车安装检查]，使用与直动轴相同的设置。

设置完成后，按<下一页>，进入下一个设置页面。



[放大器/马达]使用与直动轴相同的设置。

设置完成后，按<下一页>，进入下一个设置页面。



■ 回转轴协调设定

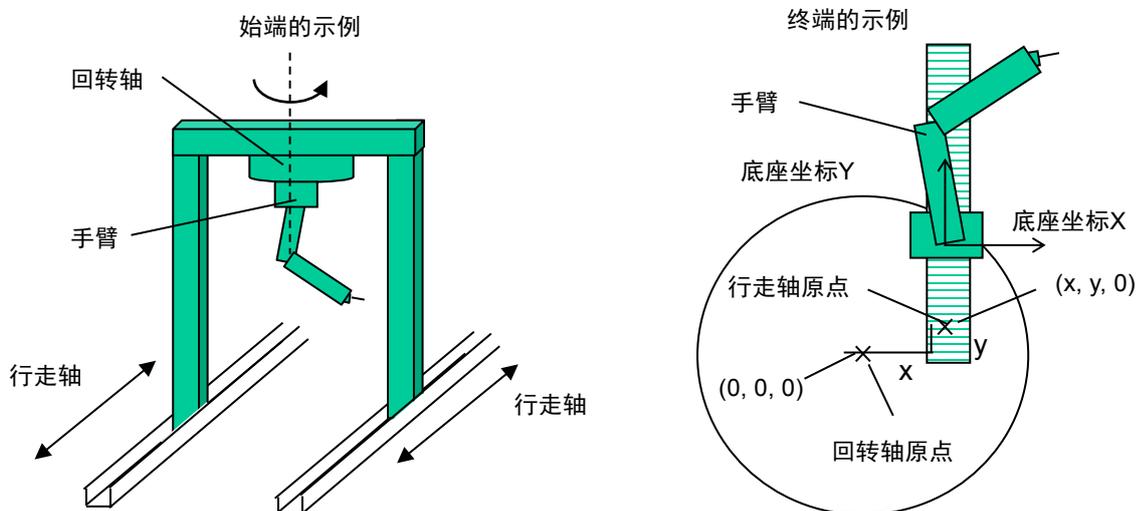
对机器人主体和承载机器人主体的回转轴是否进行协调动作进行设置。设为[无]时，以下设置无效。关于回转轴协调功能的详细内容，请参阅“6.协调控制功能”。

■ 回转轴X/Y

输入以回转轴中心为基准时的机器人底座坐标的偏移量。使用回转轴以外的外部轴时，输入该外部轴在零点时的偏移量。以下图为例，如为始端，偏移量为0。如为终端，将图中所示的x、y的值作为偏移量输入。

■ 连接构造上的设置位置

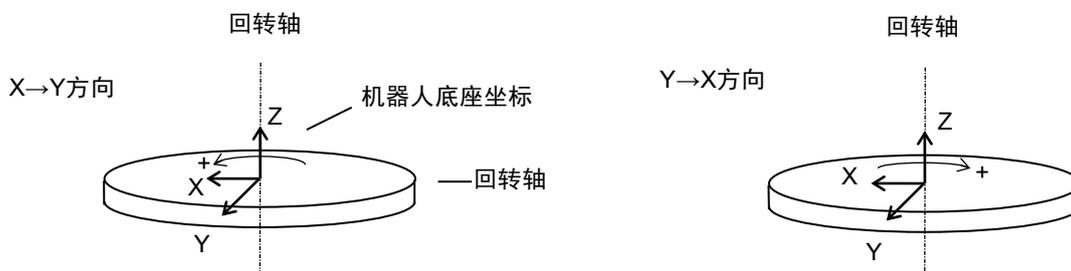
设置回转轴的位置。回转轴和机器人直接相连时，选择[始端]，设置于其他位置时，选择[终端]。



■ 回转轴回转方向

将回转轴的正回转方向指定为与机器人底座X、Y轴重合的回转方向。

参照下图，将正回转方向指定为X->Y或Y->X。



设置完所有数据后，如按 ，与直动轴一样，会显示以下执行确认画面。记录时将鼠标移动至 <是>，不记录时将鼠标移动至 <否>，然后按 。

5 伺服参数的设置

5.1 设置使用KHI放大器时的伺服参数

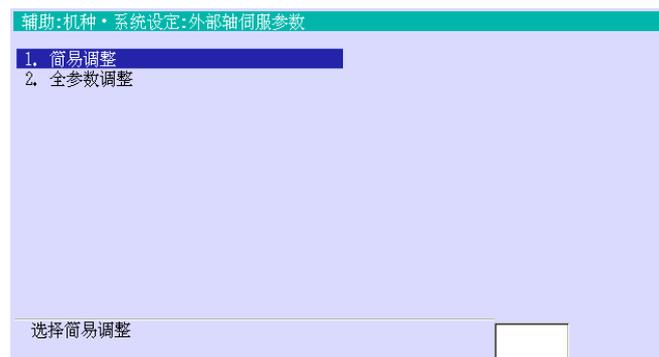


变更伺服参数时，需在一开始加载随附于机器人的外部轴用伺服参数文件。关于由本公司装配后发货的系统，发货前本公司将对伺服参数进行设定，伺服参数文件将随附于机器人。本公司发货后，客户自行增设外部轴时，客户需自行加载伺服参数文件。伺服参数文件因硬件种类而异，由本公司提供。如对加载的伺服参数有疑问，敬请联系本公司。

加载伺服参数后，请根据使用环境，调整伺服参数。

变更伺服参数时，与“4.外部轴参数的设置”中的情况一样，首先在示教器的维护功能允许页面将操作等级设成3。

之后，选择[辅助2007 外部轴伺服参数]。



调整外部轴伺服参数的方法有两种，分别为[1.简易调整]和[2.全参数调整]。通常，客户自行调整伺服参数时，请实施[1.简易调整]。

5.1.1 简易调整

下文就实施简易调整时的参数设置方法进行说明。

1. 输入需设置的轴编号，按<下一页>。



2. 在显示的下一页面中设置[KV]和[延迟时间]。关于[KV]和[延迟时间]的详细内容，请参阅“5.1.1.1增益（KV）的调整方法”和“5.1.1.2延迟时间的设置”。



5.1.1.1 增益（KV）的调整方法

各轴增益的调整按以下步骤进行。

1. 打开马达电源，在示教模式下按下启动（握杆触发）开关，稍微移动一下对象轴。



警告

1. 因处于伺服参数的调整阶段，操作时需予以充分的注意。
2. 接通马达电源时，需确保随时可以按到紧急停止开关。

2. 此时，如果还没有达到振荡的极限，关闭马达电源和启动（握杆触发）开关，在[KV]中输入比当前值稍大的数值。
3. 重复上述1和2中的操作，以判断振荡极限。

[注 意]

振荡极限可根据听觉（耳朵）和触觉（手）进行判断。如超出极限，马达会产生振动，并发出声音。

如有以下情况，增益上升较少，需对机械进行调整。

1. 齿轮周围未涂润滑油→涂润滑油。
2. 有齿隙→调整齿隙。

有齿隙时，即使移动对象轴也不会发生振动，

但在仅按启动（握杆触发）开关的状态下有时会发生微小的振荡。（容易发生“哗”的声音。）

4. 此时关闭马达电源。
5. 使用步骤3中记录的振荡极限，根据以下公式，计算增益（KV）。
KV设定值=振荡极限KV×0.32
（例如：如振荡极限KV值为300，KV设定值为300×0.32=96）
6. 将步骤5中计算得出的数值（示例中为96）作为简易调整的增益（KV），在辅助2007中输入。

[注 意]

1. 在未安装工具或工件的状态下对伺服进行调整时，考虑到安装后的状况，需调高增益。公式中的常数（0.32）使用大于等于0.32小于等于1的数字（例如：0.5或0.7等）进行计算。
2. 设定完成后，打开马达电源，通过示教器确认设定的增益是否存在异常。
3. 发生“（E1124）轴XX的偏差错误。”错误时，在[2.全参数调整]中将PERLM的值调大。PERLM为偏差异常检测幅度。

5.1.1.2 延迟时间的设置

使用出厂时的参数。请勿对其进行变更。

5.1.2 全参数调整

在“辅助200702 全参数调整”中可变更任意的伺服参数。

1. 输入需设置的轴编号，按<下一页>。



2. 在显示的下一页面中，对伺服参数进行变更。



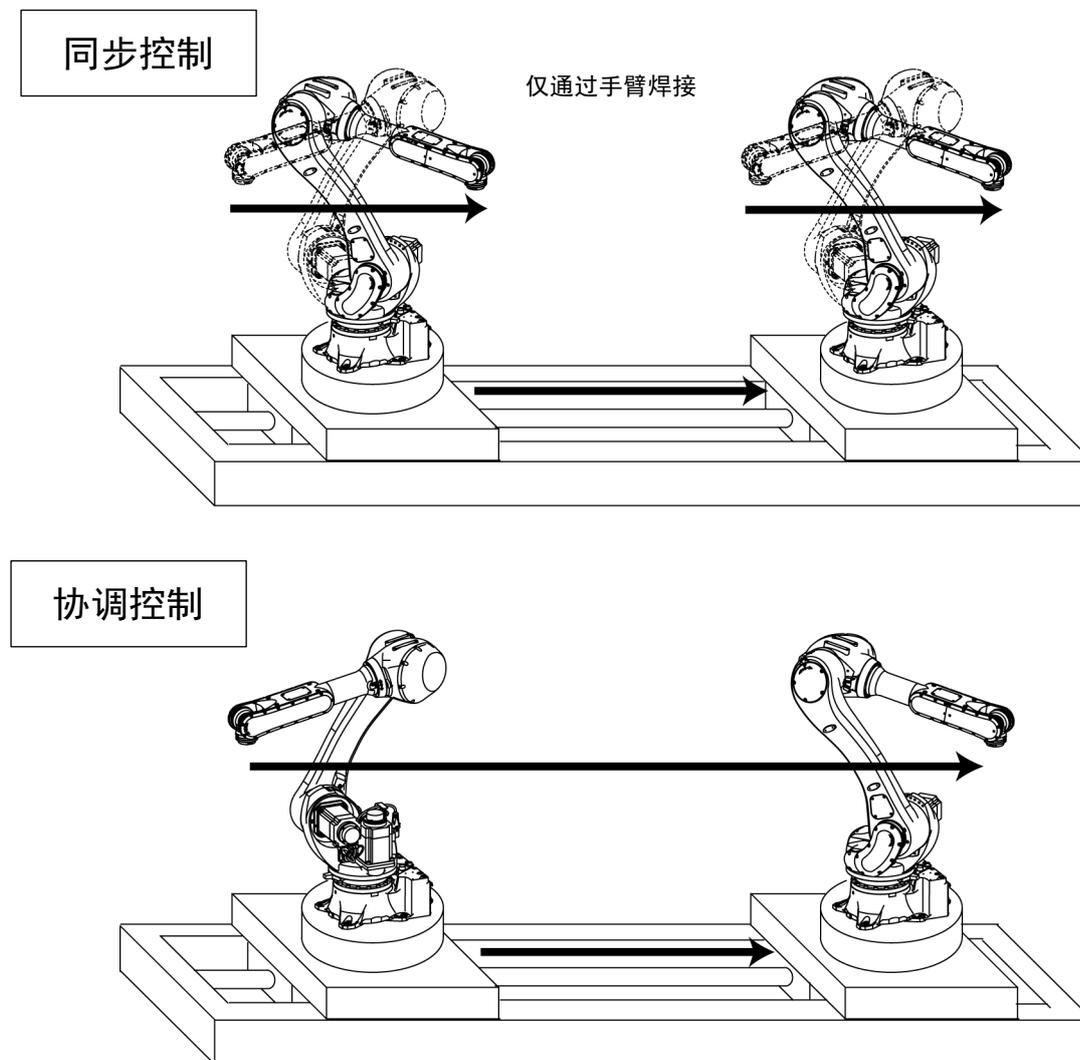
⚠ 小 心

1. 通过[2.全参数调整]变更各参数需要更深层的知识，即变更各参数会导致伺服系统的动作发生怎样的变化。除特殊情况，请勿变更参数。
2. 接通马达电源时，需确保随时可以按到[紧急停止]开关。

6 协调控制功能

外部轴控制分为两种，一种是只将外部轴用于移动（定位）机器人手臂部分，进行实际焊接等作业时仅使用机器人手臂的同步控制，另一种是使外部轴动作的同时进行焊接等作业的协调控制。

协调控制是将同步控制的功能进一步提高的控制方式。



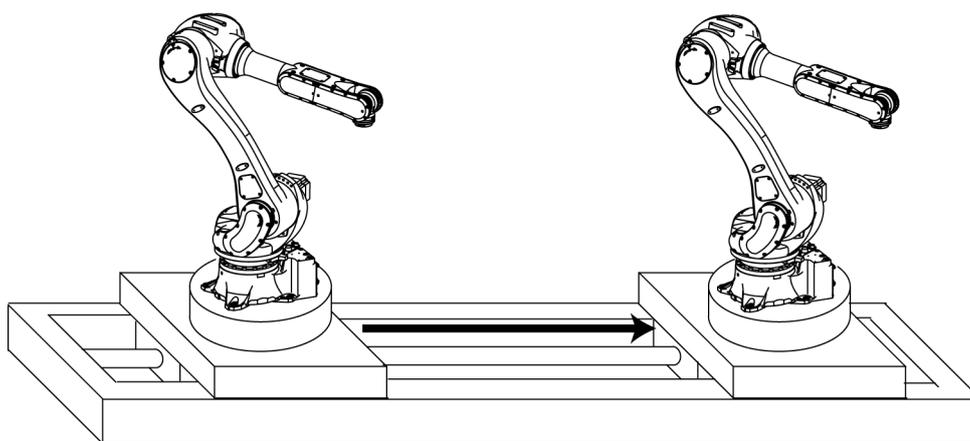
协调控制功能分为以下三种。下文将对各功能进行说明。

1. 直动轴协调功能
2. 回转轴协调功能
3. 定位器协调功能

6.1 直动轴协调功能

该协调功能使用直动轴，是最为普通的协调功能。作为必要条件，需将直动轴与机器人手臂底座或工具XYZ方向的任一方向平行设置。由于没有对机械平行度误差进行补偿的功能，机械部位的精度尤为重要。另外，可同时安装2轴以上的直动轴协调。关于直动轴协调功能的设定，请参阅“4.1 直动轴参数的设置”。

6.1.1 直动轴协调功能的确认方法

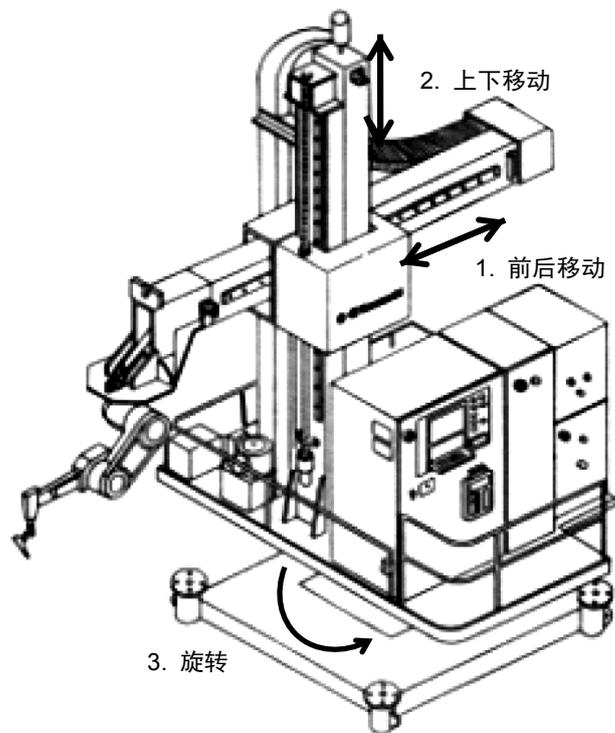


仅设有协调的轴动作

例如，如上图所示，仅移动需确认的直动轴并示教2个位置，指定绝对速度使其进行直线动作。如果协调设定准确，动作时间为2个位置间的距离 \div 指定速度。需对每个登录了直动轴协调的轴逐一进行此确认。

6.2 回转轴协调功能

直动轴协调中外部轴进行平行移动，与此相对，回转轴协调中外部轴进行回旋移动。下图为包含回转轴的外部轴系统的示例。



该系统由2个直动轴和1个回转轴构成，可在使3个外部轴同时动作的情况下，使工具前端沿着工件坐标上的轨迹，按指定的速度进行直线插补和圆弧插补。使用回转轴协调时，请注意以下限制条件。

1. 回转中心轴需与机器人底座的X-Y平面正交。
2. 回转轴只能安装1轴。

6.2.1 回转轴协调功能的设置方法

关于回转轴协调的设置方法，“4.2回转轴参数的设置”中有具体说明，在此将对[回转轴X/Y]的计算方法进行说明。



■ 回转轴X/Y

输入以回转轴中心为基准时的机器人底座坐标的偏移量。使用回转轴以外的外部轴时，输入该外部轴在原点时的偏移量。

计算回转轴结构时，[连接构造上的设置位置]为[终端]时使用st_turn程序。
[始端]的情况下使用st_turn2程序。

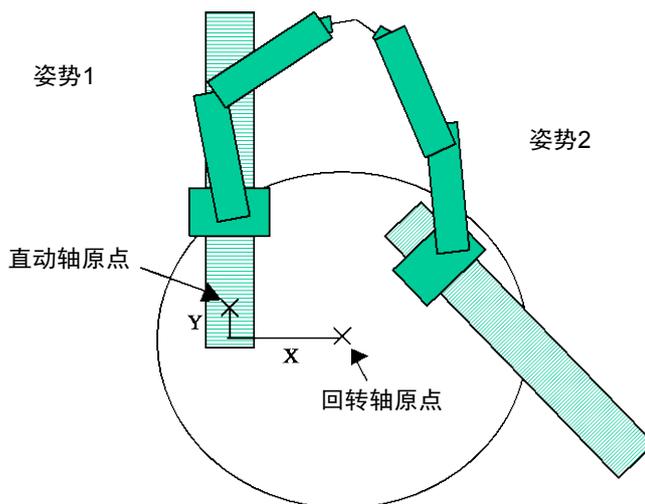
st_turn程序需从应用程序文件st_turn.pg进行加载。

st_turn2程序需从应用程序文件st_turn2.pg进行加载。

[注 意]

使用该程序时，需注意以下事项。

1. 使用该程序前，请正确设置工具数据。
2. 使用该程序前，在“辅助2002 外部轴设定”中将[回转轴协调设定]设为[无]。
3. 为计算[回转轴X/Y]，如下一页的图所示，需对2个位置进行示教。使回转轴回转，并以2个不同的姿势对空间上的同一位置进行示教（图为[连接构造上的设置位置]为[终端]的情况）
4. 如存在设有协调设定的直动轴，对2个位置进行示教时也可使直动轴动作。但是，关于没有进行协调设定的直动轴，不可使其从原点开始动作。
5. 开始执行本程序后，请按照程序的指示进行操作。



■ 使用方法

本程序通过以下PC程序执行。

>PCEXECUTE st_turn

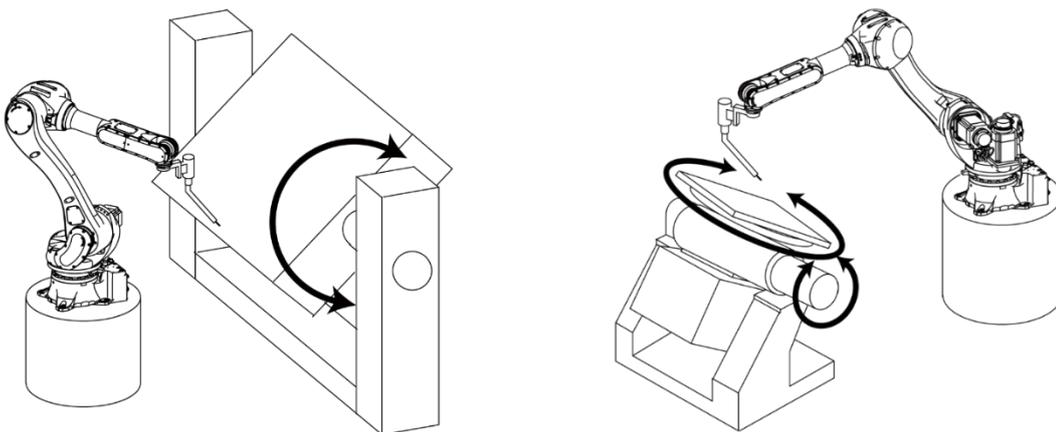
1. 输入进行回转轴协调的轴编号和回转方向等。
2. 为了对同一位置进行示教，请标记一个适当的位置。
3. 作为第1个步骤，对标记位置进行示教。此时，示教位置离回转轴回转中心越远，计算精度越高。
4. 尽可能使回转轴大幅旋转后，作为第2个步骤，对标记位置进行示教。



将计算得出的X和Y记录在“辅助2002 外部轴设定”的[回转轴X/Y]中。此外，如将[回转轴协调设定]设为[有]，会开始进行回转轴协调动作。

6.3 定位器协调功能

本功能为将焊接等作业的对象工件设置在定位器上，使定位器旋转的同时进行焊接等作业时使用的功能。使用该功能时，请在“辅助2101 动作选项”中将[动作类型2]设为[无效]。可在设置在定位器转台上的工件坐标上进行直线插补和圆弧插补。可使用由2轴以下构成的定位器。下文将分别对仅由1个回转轴构成的单轴定位器以及由回转轴和倾动轴构成的双轴定位器的设定方法进行说明。6.2的回转轴协调对应外部轴动作中工具姿势的变化，与此相对，本定位器协调对应外部轴动作中工件姿势的变化。



6.3.1 单轴定位器协调设定

请参阅“4.外部轴参数的设置”，在“辅助2002 外部轴设定”中将[轴种类]设为[回转轴]。



将[回转轴协调设定]设为[无]，[回转轴X]及[回转轴Y]设为[0]，[连接构造上的设置位置]设为[终端]，[回转轴回转方向]设为[Y->X]。

定位器协调仅对一个定位器有效。存在多个定位器时，机器人与已经过协调设定的定位器进行协调动作期间，请勿使未经过协调设定的定位器动作。

单轴定位器的定位器协调设定下，进行3项作业。下文将对各作业进行说明。

1. 登录定位器的设置位置
2. 登录定位器协调的开始轴和结束轴
3. 检查定位器的协调设定

6.3.1.1 登录定位器的设置位置

1. 与辅助2002相同，显示“辅助2003 外部轴可选设定”，并选择[1.定位器协调]。



2. 计算设置位置前，在[开始轴编号]和[结束轴编号]中输入0。



3. 点击<下一页>显示下一页面，将全轴[连接构造登录]的转换值全部设为0后，按 \square 。



计算定位器的设置位置时，使用POS.SET2程序。POS.SET2程序需从应用程序文件SETPOS2B.PG进行加载。

[注 意]

使用该程序时，需注意以下事项。

1. 存在设有协调设定的直动轴时，该直动轴的位置并不需要是原点。但对单个定位器进行设置位置的登录作业时，不可移动直动轴的位置。
2. 使用该程序前，请正确设置工具数据。
3. 使用该程序时，转台上不可放置任何物品。
4. 使用该程序前，请将定位器移动至原点位置。
5. 使用该程序前，需关闭马达电源后再执行下一指令。

>ZSETPOS NULL

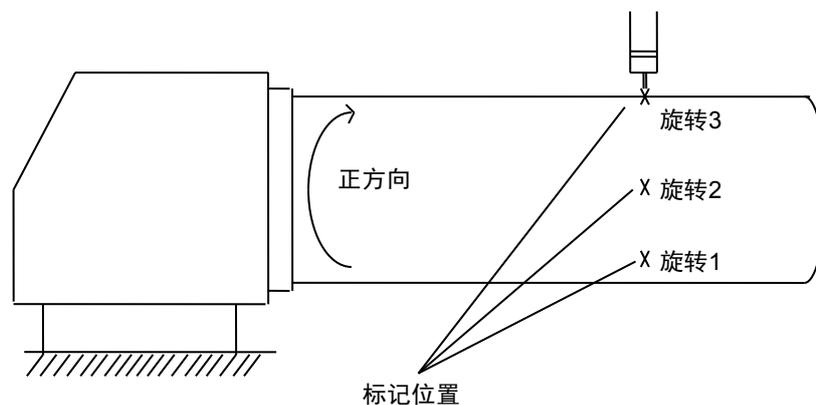
6. 为计算设置位置，需针对定位器上的同一位置，改变3次定位器姿势，并对3个步骤进行示教。
7. 开始执行本程序后，请按照程序的指示进行操作。

■ 使用方法

本程序通过以下PC程序执行。

>PCEXECUTE POS.SET2

1. 标记定位器上的1个位置。
2. 作为第1个步骤，对标记位置进行示教。
3. 使定位器按正方向大幅旋转后，作为第2个步骤，对标记位置进行示教。
4. 进一步使定位器按正方向大幅旋转后，作为第3个步骤，对标记位置进行示教。



通过以上步骤，POS.STRUCT转换值会自动生成。

之后，先关闭马达电源，再执行以下指令。

>ZSETPOS POS.STRUCT

6.3.1.2 登录定位器协调的开始轴和结束轴

登录设置位置后，登录定位器协调的开始轴和结束轴。

在“辅助2003 外部轴可选设定”中选择[1.定位器协调]。在下一页面的[开始轴编号]和[结束轴编号]中输入单轴定位器的轴编号。



6.3.1.3 检查定位器的协调设定

使用POS.CHECK程序检查定位器的协调设定。

[注 意]

使用该程序时，需注意以下事项。

1. 使用该程序前，请正确设置工具数据。
2. 只需要1个示教点即可检查定位器的位置。
3. 开始执行本程序后，请按照程序的指示进行操作。
4. 检查定位器协调后如发现功能动作不正常，请根据“6.3.1.1登录定位器的设置位置”重新进行操作。

■ 程序使用方法

本程序通过PC程序执行。

>PCEXECUTE POS.CHECK

对定位器上的一个位置进行示教，并标记该位置。使定位器轴进行小幅动作。如存在设有协调设定的直动轴，使该轴小幅动作。

本程序会生成POS.CHK位置。通过JMOVE命令将机器人移动到该位置，并确认机器人在标记位置上是否以同样的姿势动作。如果误差在5mm以内，则没有问题。

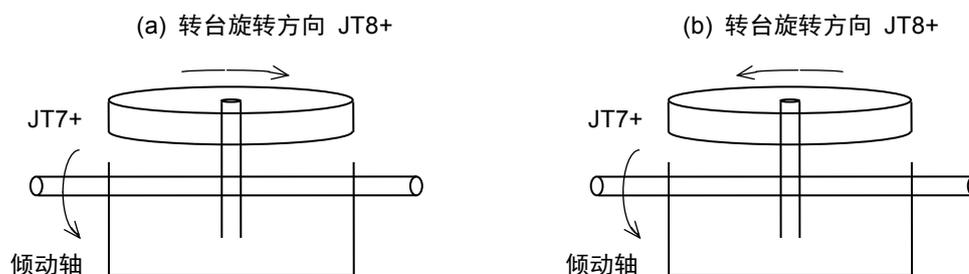
6.3.2 双轴定位器协调设定

在双轴定位器的定位器协调设定下可进行4项作业。下文将对各作业进行说明。示例中，将7轴设为倾动轴，8轴设为转台。

1. 确认定位器的旋转方向和尺寸
2. 登录定位器的设置位置
3. 登录定位器协调的开始轴和结束轴，并登录连接构造
4. 检查定位器的协调设定

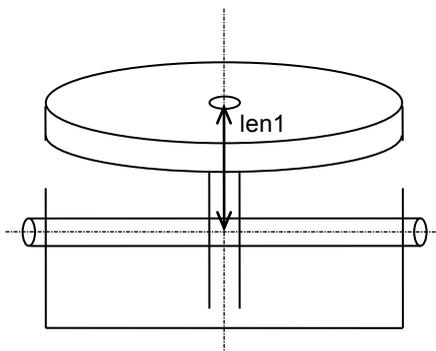
6.3.2.1 确认定位器的旋转方向和尺寸

1. 检查转台的旋转方向。



确认选择方向是(a)还是(b)。

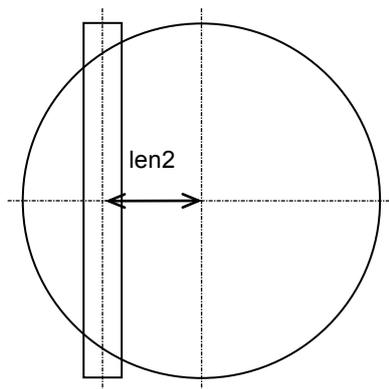
2. 通过机械图准备定位器的尺寸。



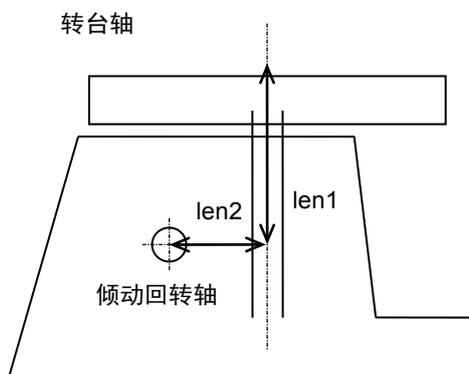
通过机械图计算len1（转台中心与倾动轴旋转中心的距离）。

如倾动轴的中心线与转台轴不相交，请准备以下尺寸。

定位器的俯视图



定位器的侧视图



通过机械图计算len2（倾动轴中心与转台轴中心间的距离）。
上图中len2必须与len1垂直。

6.3.2.2 登录定位器的设置位置

1. 在“辅助2003 外部轴可选设定”中选择[1.定位器协调]。
2. 计算设置位置前，在[开始轴编号]和[结束轴编号]中输入0，再按<下一页>。

开始轴编号 (OFF:0 ON:7-8)	
开始轴编号	0

结束轴编号 (OFF:0 ON:7-8)	
结束轴编号	0

安装位置

X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	O (deg)	A (deg)	T (deg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

撤销 下一页

输入范围:[0 - 8]

3. 将全轴[连接构造登录]的转换值全部设为0后，按 \square 。

连接构造登录						
	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	O (deg)	A (deg)	T (deg)
JT 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
JT 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

撤销 上一页

输入范围:[-9999999, 9 - 9999999, 9]

计算定位器的设置位置时，使用POS.SET程序。
POS.SET程序需从应用程序文件SETPOSB.PG进行加载。

[注 意]

使用该程序时，需注意以下事项。

1. 存在设有协调设定的直动轴时，该直动轴的位置并不需要是原点。但对单个定位器进行设置位置的登录作业时，不可移动直动轴的位置。
2. 使用该程序前，请正确设置工具数据。
3. 使用该程序时，转台上不可放置任何物品。
4. 使用该程序前，请将倾动轴及转台移动至原点位置。
5. 使用该程序前，请关闭马达电源后再执行以下指令。

>ZSETPOS NULL

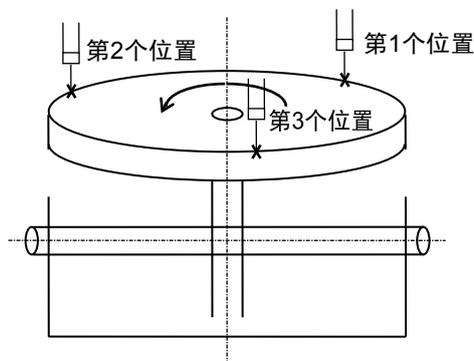
6. 为计算设置位置，使用转台圆周上的3个位置和针对转台上的同一位置更改3次倾动轴姿势，总计6个数据，对6个步骤进行示教。
7. 开始执行本程序后，请按照程序的指示进行操作。

■ 程序使用方法

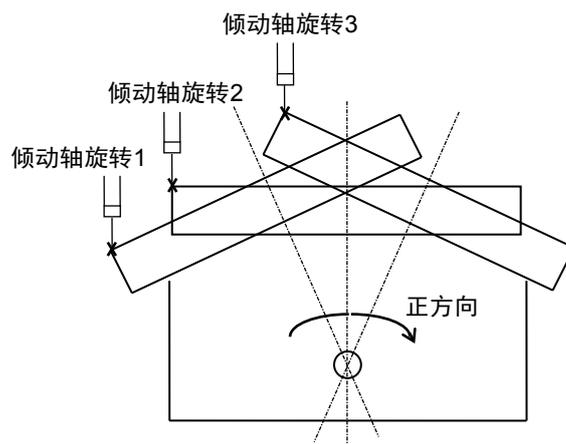
本程序通过以下PC程序执行。

>PCEXECUTE POS.SET

为计算转台轴的中心，请对转台边缘3处按逆时针旋转进行示教（参照下图）。为保证测算精度，尽可能拉大示教点之间的间距。此外，示教过程中请勿移动定位器。



下面计算倾动轴的中心。首先，在转台上设置一个标记位置。使倾动轴按正方向动作，并对标记位置进行3次示教。为保证测算精度，尽可能拉大示教点之间的间距，并尽量不要改变手腕轴的姿势。



通过以上步骤，POS.STRUCT转换值会自动生成。
之后，先关闭马达电源，再执行以下指令。

>ZSETPOS POS.STRUCT

6.3.2.3 登录定位器协调的开始轴和结束轴，并登录连接构造

登录设置位置后，登录定位器协调的开始轴和结束轴以及连接构造。

1. 在“辅助2003 外部轴可选设定”中选择[1.定位器协调]。
2. 在[开始轴编号]中设定定位器协调的开始轴。本示例中应设为7。然后，在[结束轴编号]中设定定位器协调的结束轴。本示例中应设为8。

辅助:机种 • 系统设定:外部轴可选设定:定位器协调 1/ 2

开始轴编号 (OFF:0 ON:7-8)

结束轴编号 (OFF:0 ON:7-8)

安装位置

X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	○ (deg)	A (deg)	T (deg)
399,9	1160,5	399,6	90,6	180,0	0,0

撤销 下一页

设定完毕。

3. 点击<下一页>，按照以下步骤设定各轴的[连接构造登录]的转换值。

辅助:机种 • 系统设定:外部轴可选设定:定位器协调 2/ 2

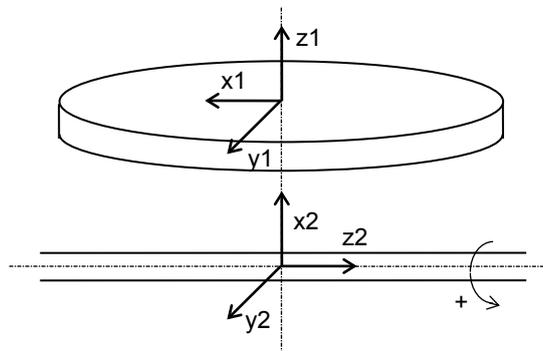
连接构造登录

	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	○ (deg)	A (deg)	T (deg)
JT 7	0,0	0,0	-100,0	180,0	90,0	180,0
JT 8	100,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0

撤销 上一页

输入范围: [-9999999,9 - 99999999,9]

(1) 登录倾动轴的连接构造



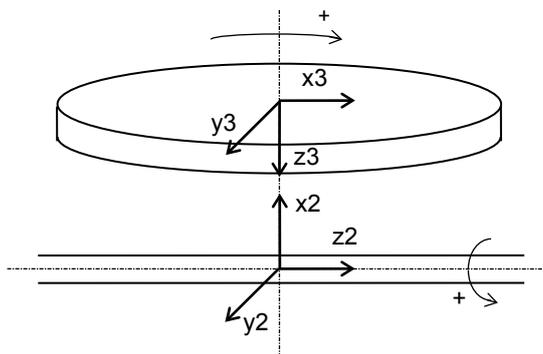
计算将坐标系 (x_1, y_1, z_1) 转换为倾动轴坐标系 (x_2, y_2, z_2) 后的数值，并将其设为倾动轴（本示例为7轴）的XYZOAT。

X	Y	Z	O	A	T
0	$\pm len2$	$-len1$	180	90	180

(2) 登录转台轴的连接构造

根据6.3.2.1的1中转台旋转方向不同，设定方法会有差异。

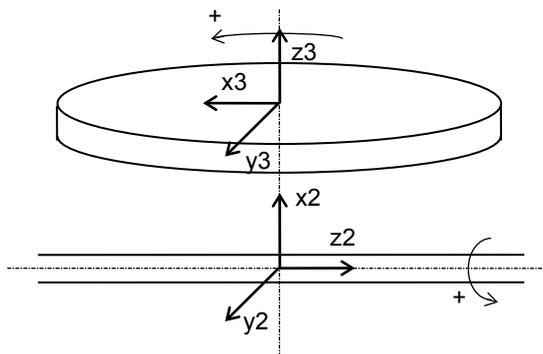
转台旋转方向为(a)时



计算将倾动轴坐标系 (x_2, y_2, z_2) 转换为转台坐标系 (x_3, y_3, z_3) 后的数值，并将其设为转台轴（本示例为8轴）的XYZOAT。

X	Y	Z	O	A	T
$len1$	$\pm len2$	0	180	90	180

转台旋转方向为(b)时



计算将倾动轴坐标系 (x_2, y_2, z_2) 转换为转台坐标系 (x_3, y_3, z_3) 后的数值，并将其设为转台轴（本示例为8轴）的XYZOAT。

X	Y	Z	O	A	T
$len1$	$\pm len2$	0	0	90	0

6.3.2.4 检查定位器的协调设定

使用POS.CHECK程序检查定位器的协调设定。

[注 意]

使用该程序时，需注意以下事项。

1. 使用该程序前，请正确设置工具数据。
2. 只需要1个示教点即可检查定位器的位置。
3. 开始执行本程序后，请按照程序的指示进行操作。
4. 检查定位器协调后如发现功能动作不正常，请根据“6.3.2.1确认定位器的旋转方向和尺寸”重新进行操作。

■ 程序使用方法

本程序通过PC程序执行。

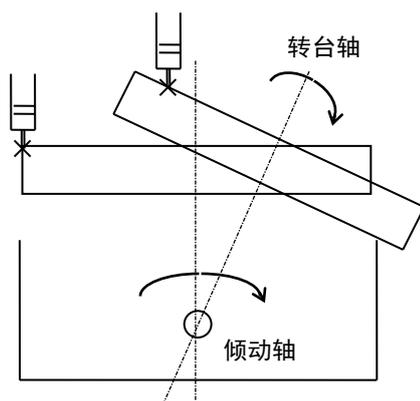
>PCEXECUTE POS.CHECK

对定位器转台上的1个位置进行示教，并标记该位置。使倾动轴及转台小幅动作。如存在设有协调设定的直动轴，使该轴小幅动作。

本程序会生成POS.CHK位置。通过JMOVE命令将机器人移动到该位置，并确认机器人在标记位置上是否以同样的姿势动作。如果误差在5mm以内，则没有问题。

2. 使倾动轴及转台轴小幅动作后，使其移动到通过执行PC程序而生成的POS.CHK位置。

1. 标记1个位置

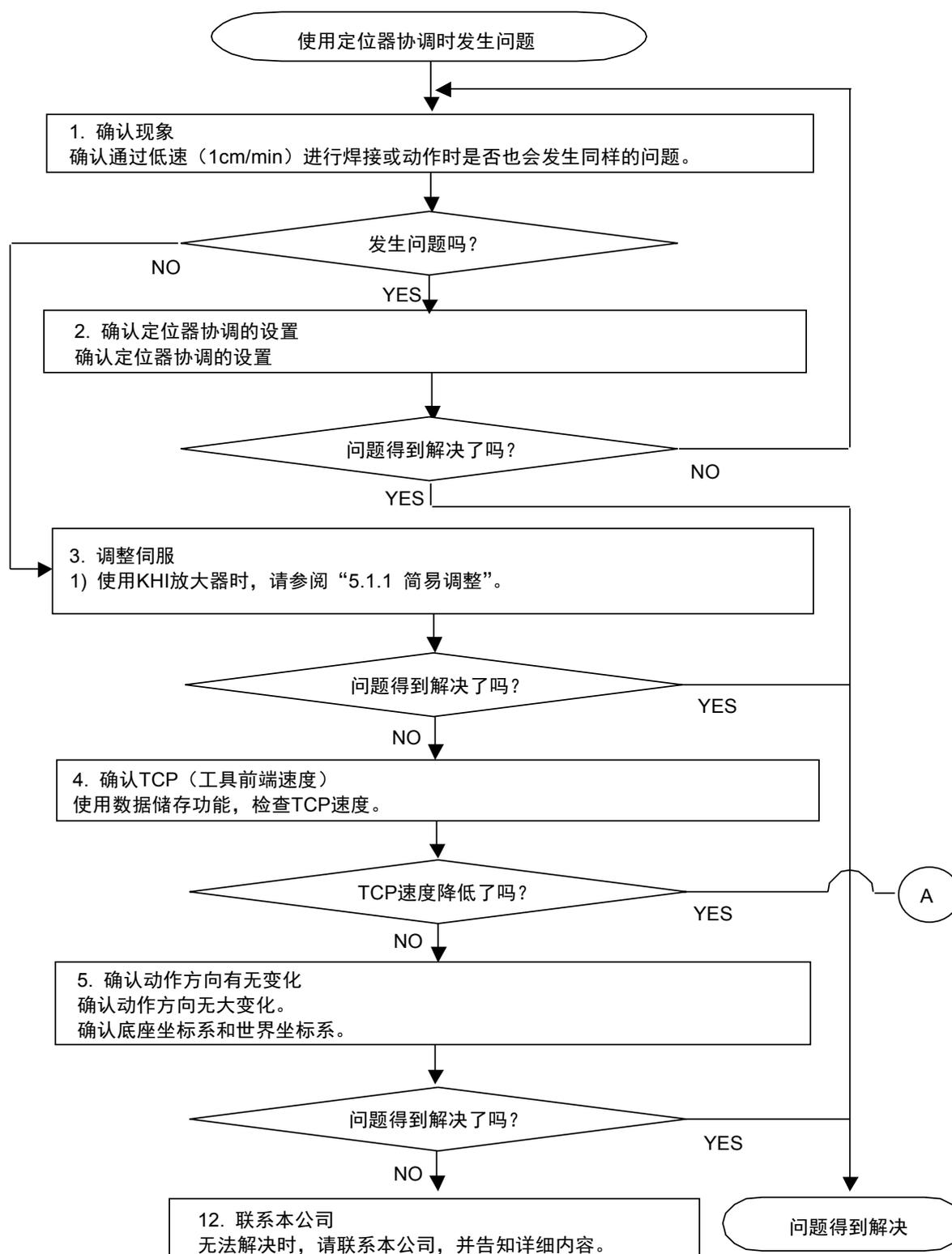


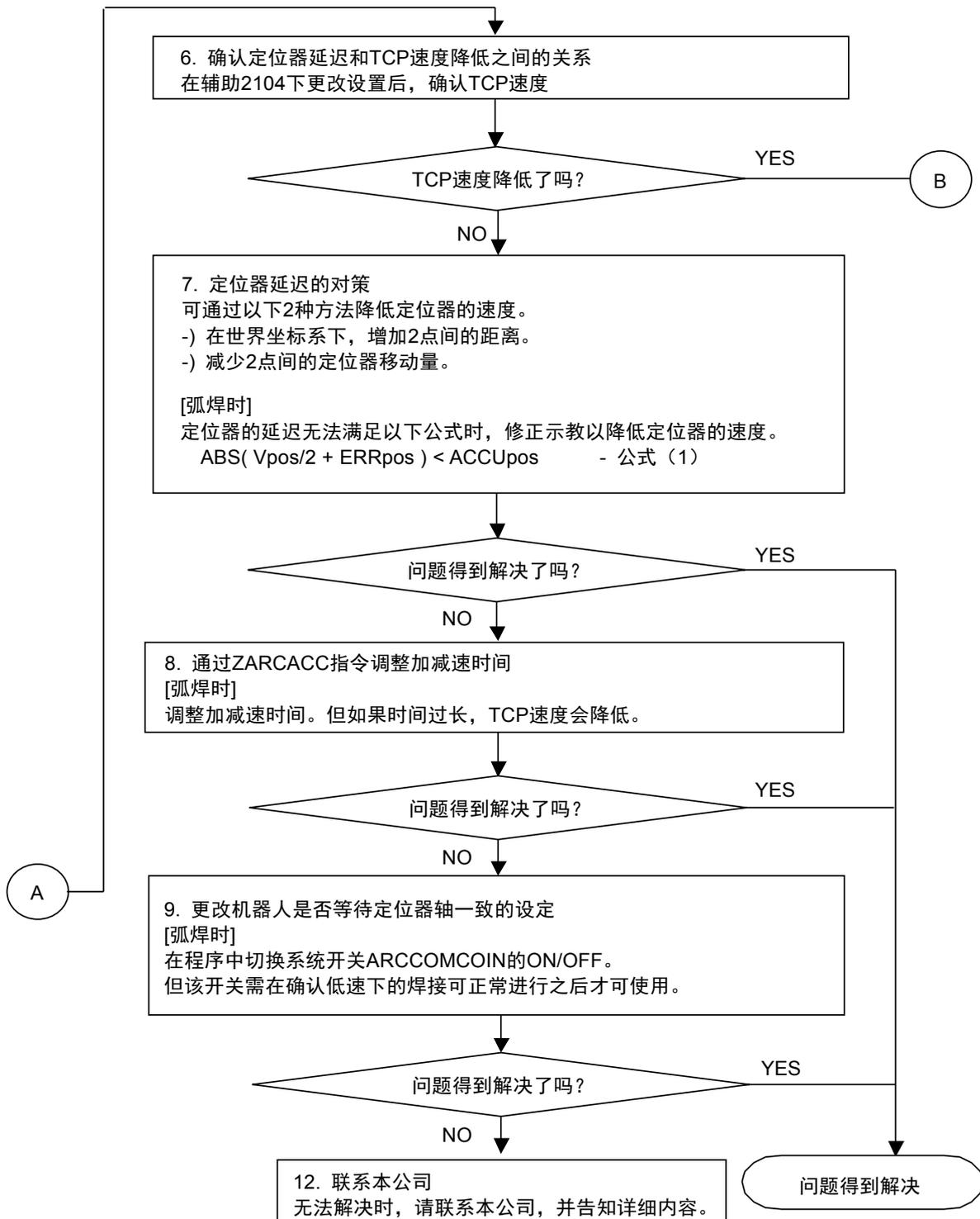
6.3.3 定位器协调故障查找和排除

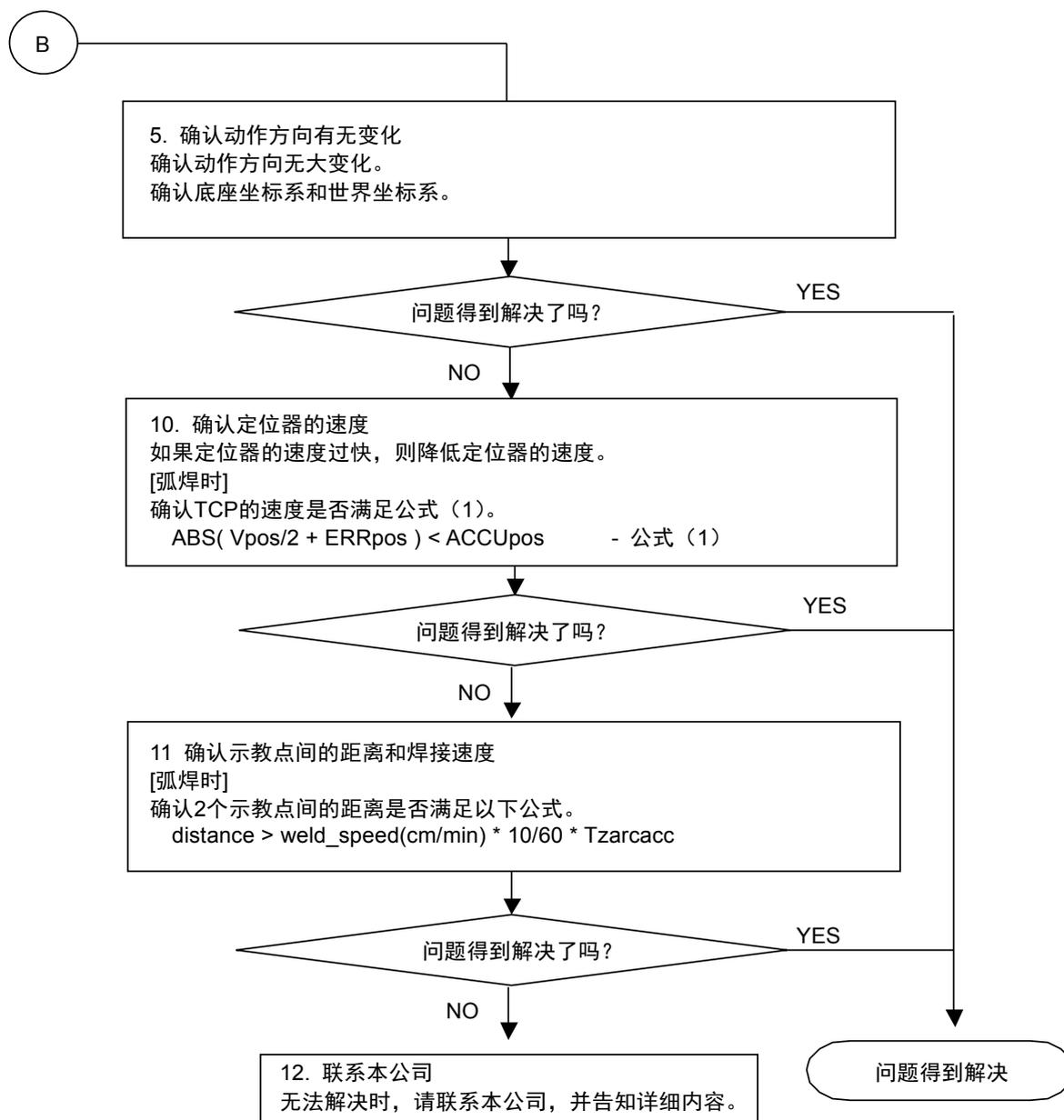
使用定位器协调时，连续轨迹（CP）动作中如出现TCP（工具前端）速度过低或无法获得理想轨迹等问题，请参阅以下流程图并采取相应的措施。关于流程图中的各个项目，流程图后的正文中将其进行详细说明。

此外，下文主要就进行弧焊时的情况进行说明。

- 进行弧焊时的说明事项中附带[弧焊时]的注释。
- 如非弧焊，阅读时请将“焊接速度”替换为“速度”。







1. 确认现象

请确认焊接速度较低（1cm/min左右）时是否会出现问题。如果即使焊接速度很低也会出现问题，可能是由于定位器协调的设定不当。

2. 确认定位器协调的设置

采用单轴定位器时请参阅“6.3.1.3检查定位器的协调设定”，采用双轴定位器时请参阅“6.3.2.4检查定位器的协调设定”，以再次确认定位器协调的设置。

3. 调整伺服参数

与机器人的动作相比，外部轴动作出现延迟时，首先对伺服调整进行确认。

(1) 使用KHI放大器时

1) 辅助200701 简易调整

请参阅“5.1.1简易调整”并确认参数。

2) 辅助2104 前馈参数

在[辅助2104 前馈参数]中确认JT1和外部轴的KVFF/KAFF的差异。如果JT1和外部轴的值不同，将外部轴的KVFF/KAFF值设为与JT1的KVFF/KAFF相同的值。请勿更改机器人轴JT1至JT6的KVFF/KAFF。

4. 确认TCP（工具前端速度）

确认在焊接中的示教点附近的TCP速度是否过低。通过数据存储功能或“WHERE16”指令进行确认。

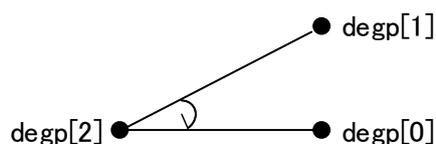
5. 确认动作方向有无变化

确认焊接中的示教点的动作方向是否发生较大变化。通过底座坐标系和世界坐标系进行确认。

使用以下“deg”程序确认焊接方向（动作方向）的变化。

```
.PROGRAM deg()  
POINT fr = FRAME(degp[0],degp[1],degp[2],degp[0])  
x = DX(-fr+degp[2])  
y = DY(-fr+degp[2])  
ang = ATAN2(y,x)  
.END
```

程序“deg”中的各点如下图所示。



当焊接方向的变化角度（ang）为0至90度或270度至360度时，由于焊接方向的变化过大，需更改示教点。

6. 确认定位器延迟和TCP速度降低之间的关系

(1) 弧焊时

将[辅助2102 动作辅助数据]中的“通过当前位置的轴一致判定范围”的值更改为0.9mm，并确认焊接中的示教点附近的TCP速度（将“通过当前位置的轴一致判定范围”的值更改为0.9mm前，请事先记录当前的设定值。“通过当前位置的轴一致判定范围”的初始值为3.0mm）。

如果“通过当前位置的轴一致判定范围”的设定值为0.9mm的情况下TCP速度未降低，说明TCP速度过低的原因可能是由于定位器延迟。

确认后，将“通过当前位置的轴一致判定范围”的值恢复到原来的值。

(2) 其他情况

请通过数据存储功能记录各轴指令值和各轴实绩值，并计算两者间的差值（延迟）。如果相对于机器人轴，定位器轴的延迟量较大，说明可能是定位器延迟造成了一定的影响。该情况下，首先请选择流程图的下一分支No侧。随后，如果无法解决问题，请确认Yes侧。

7. 定位器延迟的对策

如果TCP速度过低的原因因为定位器延迟，可通过降低定位器的旋转速度来改善TCP速度过低的问题。

可通过以下2种方法降低定位器的转速。

- (1) 增大世界坐标系下2个示教点间的距离。
- (2) 减少定位器在2个示教点间的移动量。

[弧焊时]

在弧焊的焊接步骤中，机器人会在一定的加减速时间内动作（加减速时间由ZARCACC指令决定）。另外，焊接中点精度为50mm，机器人到达示教点的50mm以内后进入下一个步骤。

因此，如定位器延迟较大，机器人到达示教点50mm以内的时间也会延迟，结果可能会造成TCP速度过低。

如定位器延迟（ERRpos）超出以下公式（1）的范围，可能会出现TCP速度过低的问题。请修正示教，使定位器延迟时间在公式（1）范围内。

$$ABS (Vpos/2 + ERRpos) < ACCUpos \quad \text{公式 (1)}$$

$$ERRpos = CMDpos - FBpos$$

$$Vpos = (CMDpos(i) - CMDpos(i-1)) * Tzarcacc / Tsamp$$

$$ACCUpos = 50 * 360 / (2 * \pi * Rextaxis)$$

$$Rextaxis = 250 / VMAXpos / (\pi / 180) / TRratio * 100$$

ERRpos:

定位器延迟[单位: degree]

CMDpos:

定位器轴的位置指令值[单位: degree]

(数据储存功能中的[各轴指令值])

CMDpos(i):

某时刻下的定位器轴的位置指令值[单位: degree]

FBpos:

定位器轴的当前位置[单位: degree]

(数据储存功能中的[各轴角度])

Vpos:

定位器轴的指令值速度[单位: degree/s]

Tzarcacc:

弧焊步骤中的加减速时间(初始值128ms)[单位: ms]

Tsamp:

位置指令值的取样周期[单位: ms]

(数据储存功能中的[时间间隔设定])

TRratio:

辅助2002中的[示教/再现速度比]的设定值[单位: %]

(无[示教/再现速度比]这一项时, 将[等价半径]项的值作为Rextaxis的值使用。)

VMAXpos:

辅助2002中的[最高速度]的设定值[单位: degree/s]

ACCUpos:

定位器轴的精度(50mm)

Rextaxis:

定位器轴的等价半径[单位: mm]

辅助2002中的[等价半径]的设置或由TRratio计算得出的数值

CMDpos和FBpos的数值可通过数据储存功能计算得出。

示教器的延迟不满足公式(1)时, 为了降低示教器的速度需修改示教。

可通过以下2种方法降低定位器的转速。

- (1) 增大世界坐标系下2个示教点间的距离。
- (2) 减少定位器在2个示教点间的移动量。

另外, 通过以下公式可以计算出定位器的速度。

- 定位器动作时间 = (世界坐标系下2个示教点间的距离) / (焊接速度)
- 定位器速度 = (2个示教点间的定位器移动量) / (定位器动作时间)

[注 意]

1. 使用TRADD函数和DISTANCE函数计算世界坐标系下的距离。
2. 请在定位器协调设定无误的状态下使用TRADD函数。使用分离运行功能时, 选择需计算定位器协调设定的组后, 使用TRADD函数。

8. 通过ZARCACC指令调整加减速时间

[弧焊时]

增加加减速时间可使减速变得平稳。因此，(1)中示教点附近的ERRpos会减小，因定位器延迟而造成的影响也会减小。其结果是，TCP速度过低的问题有得以改善的可能。

但如果增加加减速时间，公式(1)中的Vpos会变大。因此，如果加减速时间过长，可能会出现TCP速度过低的情况。

调整加减速时间时请参考以下内容。

- (1) ZARCACC指令下，最大设定值为50000ms。初始值为128ms。
- (2) 逐渐提高加减速时间至1000ms左右，并确认效果。

9. 更改机器人是否等待定位器轴一致的设定

[弧焊时]

在出现问题的程序中，更改机器人是否需要通过系统开关ARCCOMCOIN等待定位器轴一致的设定。

- ARCCOMCOIN OFF:
机器人将等到定位器到达示教点并与当前值轴一致。初始值为OFF。
- ARCCOMCOIN ON:
机器人不会等到定位器与当前值轴一致，根据指令值判定轴一致后将进入下一步骤。

如需开启ARCCOMCOIN，首先需确认ARCCOMCOIN处于关闭状态下进行示教时，使用目标焊接速度的一半左右能获得良好的焊接效果。之后，将ARCCOMCOIN设为ON。

10. 确认定位器的速度

如定位器速度过快，可能导致TCP速度过低，请参考以下内容更改示教。

- (1) 增大世界坐标系下2个示教点间的距离。
- (2) 减少定位器在2个示教点间的移动量。

[弧焊时]

确认TCP的速度是否满足公式(1)。

- $ABS(V_{pos}/2 + ERR_{pos}) < ACCU_{pos}$ 公式(1)
关于公式(1)的详细内容，请参阅“6.3.3定位器协调故障查找和排除”中的“7.定位器延迟的对策”。

进行弧焊时，通过以下措施也可能起到改善作用。

- (1) 降低焊接速度。
- (2) 通过ZARCACC指令在焊接中点降低加减速时间。
(但如果加减速时间过短，可能会导致振动的发生。)

11. 确认示教点间的距离和焊接速度

[弧焊时]

确认2个示教点间的距离（distance）是否满足以下公式。

（关于Tzarcacc，请参阅“6.3.3定位器协调故障查找和排除”中的“7.定位器延迟的对策”。）

$$\text{distance} > \text{焊接速度 (cm/min)} * 10/60 * \text{Tzarcacc} \quad \text{公式 (2)}$$

如2个示教点间的距离过短，请按照以下内容修正示教。

- (1) 增大世界坐标系下2个示教点间的距离。
- (2) 降低焊接速度。

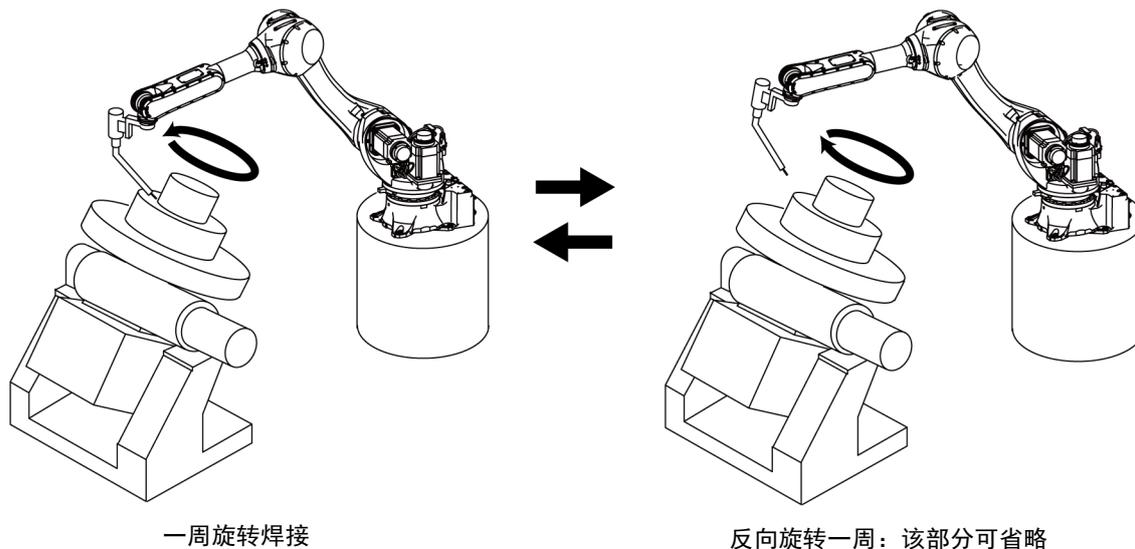
12. 联系本公司

通过以上对策无法解决时，请联系本公司并告知机型、控制型号、序列号、AS软件及伺服软件的版本、程序内容、发生错误时的操作、选项内容等详细信息。

7 连续转动定位器功能

连续转动定位器功能是可以使定位器转台连续转动的功能。

以往，使定位器边旋转边进行圆周焊接时，需使其反向旋转回到原处后才能再进行圆周焊接。但是，如使用该功能，可指定任意旋转次数使转台旋转，因此可大幅减少反向旋转所需的时间。适用于低速定位器和旋转次数多的程序。



7.1 连续转动定位器功能的设置

在“2003 外部轴可选设定”中选择[2.连续转动定位器功能]。



■ 连续转动轴编号：

输入使用连续转动定位器功能的轴的编号。

■ 减速比 (r=n2/n1)

n1: (1-100000)

n2: (1-1000)

输入减速比。此时请勿对减速比进行四舍五入。使定位器多圈旋转时四舍五入导致的误差较为明显。此外，如有多个外部回转轴，按<上一页>或<下一页>可切换页面并对各个外部旋转轴进行设置。

7.2 通过RTSET指令/命令设置旋转次数

如果实施某个作业时，将连续转动定位器轴朝某个方向进行多圈旋转（比如从0°旋转至30000°），一个作业完成后，为下一个作业作准备时需要将连续转动定位器轴反向旋转（从30000°返回至0°）。这种情况下，如使用AS语言的RTSET指令/命令，无需使连续转动定位器轴实际动作，即可将当前位置变更为从0°旋转了任意圈数后的位置（例中0°附近的位置）。

- 程序示例

#a 定位器轴的位置 = 0°	
#b 定位器轴的位置 = 30000°	
JMOVE #a	将连续转动定位器轴移动至0°（作业开始位置）
JMOVE #b	将连续转动定位器轴移动至30000°
RTSET 0	将连续转动定位器轴的当前位置设为120° (30000° ÷ 360° = 83余120°)
JMOVE #a	向作业开始位置移动剩余的120°

关于RTSET指令/命令的详细内容，请参阅下一页。

监控指令
程序命令

RTSET 转速

■ 功能

将旋转轴或外部回转轴的当前位置强行变更为从指定的0°开始旋转若干圈数后的位置。

■ 参数

转速

通过实际数值公式设定从0°开始旋转的圈数。设定范围为-100至99的整数（因机器人和适用条件而异）。

■ 详细说明

将机器人的JT6轴或外部回转轴的当前位置强行变更为与指定的旋转圈数相对应的位置。变更前的位置和变更后的位置表面上一致，但从原点开始的旋转圈数却不同。也就是说，此时机器人或外部回转轴实际上并不动作，之后显示的当前位置数据与指定的旋转圈数相对应。

如在程序中执行该命令，在此之前的动作命令执行完成后，机器人会暂停动作，并强行变更为计算出的当前位置数据。

使旋转轴或外部回转轴多圈旋转，将计算出的当前位置数据返回至动作范围中心附近时使用该命令较为便利。如此一来，无需使该轴实际动作并返回至原位，可以节省时间。

- 例如

RTSET 0

例如，当前位置为3620°，如执行该命令，当前位置将变为20°。

$$(3620^\circ \div 360^\circ = 10 \text{ 余 } 20^\circ)$$

RTSET 10

例如，当前位置为-90°，如执行该命令，当前位置将变为3870°。

-90°为旋转0圈时（0°至360°）的270°

$$270^\circ + (360^\circ \times 10) = 3870^\circ$$

监控指令
程序命令

SPINAXIS 轴编号

■ 功能

作为RTSET等连续转动控制用监控指令/程序命令的对象，旋转轴/连续转动定位器轴可通过本功能进行切换。

■ 参数

轴编号

设置外部轴编号。设定范围为7至7+ 设定轴数（因机器人和适用条件而异）。

对外部回转轴有效。

■ 详细说明

切换作为操作对象的旋转轴/连续转动定位器轴。变更后，无法对切换后的轴执行RTSET等命令。

如在程序中执行该命令，在此之前的动作命令执行完成后，机器人会暂停动作，并变更作为操作对象的轴。

该命令可用于使多个旋转轴/连续转动定位器轴动作的情况。

• 例如

SPINAXIS 7

RTSET 0 如执行该命令，将对第7轴执行RTSET。

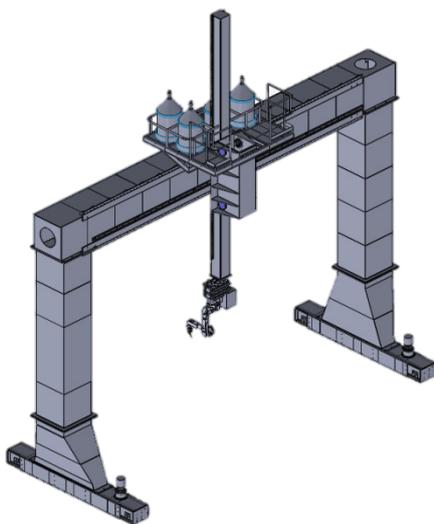
SPINAXIS 8

RTSET 10 如执行该命令，将对第8轴执行RTSET。

8 Dual伺服功能

门型行走装置等因负载有时会使用2个马达构成1个轴并使其动作。该功能为Dual伺服功能。

如外部轴在双轴系统中使用Dual伺服功能，使主动轴动作时，从动轴会同时动作。此时，装置的动作自由度虽为1，但如果从硬件构成方面考虑则为双轴结构。



8.1 Dual伺服功能的设置

1. 在“辅助2003 外部轴可选设定”中选择[3.Dual伺服]。显示下一页面后，选择[1. Dual伺服设定]。



2. 根据显示项，设置各数据。

项目	设定值
主动轴编号	7
无冲击速度/再现最高速度(%)	10 %
主-从轴之间 P-增益	0
I-增益	0

■ 主动轴编号

输入Dual伺服功能的主动轴编号。从动一侧编号最大的轴将自动被设为从动轴。此外，只可对一个轴进行Dual伺服化，无法对多个轴进行Dual伺服化。

■ 无冲击速度/再现最高速度（%）

输入无冲击速度与再现最高速度的速度比。一般情况下，无需更改本项的设置。

■ 主-从轴之间

如果主动轴和从动轴当前位置的反馈值有偏差，需设置PI控制器的增益以消除该偏差。一般情况下无需更改本设置项。

P增益：输入比例增益。

I增益：输入积分增益。

- * 无冲击处理是伺服处于开启的状态下，主动轴和从动轴出现位置偏差时，通过一定的时间对该偏差进行补偿。马达电源关闭时、保持时或紧急停止时，主动轴和从动轴两轴有时会出现指令值和当前值发生偏差的情况。该偏差较大时，正常轴会将指令值修改为当前值，使其在伺服启动时不动作。但由于从动轴的指令值为主动轴的指令值加上补偿值（后述）后的数值，因此偏差较大时，伺服启动时可能会突然出现剧烈的动作。如从动轴的指令值和当前值之间的误差超过一定的数值，伺服启动时使指令值与从动轴的当前值一致，经过一定时间将其返回至通过主动轴计算得出的原本的指令值。

8.2 Dual伺服功能的调整方法

下文就Dual伺服功能的调整方法进行说明。首先，对调整时使用的功能进行说明。

■ 调整运行模式

因安装调整或发生异常等情况而导致主动轴和从动轴之间发生位置偏差时使用该模式。

调整运行模式下，如通过示教器按下与主动轴相对应的[轴]键，与一般情况相同，主动轴和从动轴会同时动作。如按下与从动轴相对应的[轴]键，则只有从动轴动作。（一般情况下不动作）。

■ 主动轴/从动轴的补偿

针对主动轴，从动轴可进行补偿。但一般情况下，请将补偿值设为0。以下情况，补偿值会发生变更。结束调整运行模式时，此时的差将作为补偿值自动登录。

进行调零时，补偿值变为0。

8.2.1 Dual伺服调整运行模式的设置方法

可通过辅助功能或ZDUAL指令设置为调整运行模式。

切断控制器电源后再接通时，调整运行模式将变为无效。

1. 通过辅助功能设置为调整运行模式的方法

- (1) 在“辅助2003 外部轴可选设定”中选择[3.Dual伺服]。显示下一页后，选择[2.调整运行模式设定]。



(2) 此处如设为[有效]，则变为调整运行模式。如设为[无效]，调整运行模式则终止。



2. 通过ZDUAL指令设置为调整运行模式的方法

如执行以下指令，则变为调整运行模式。

>ZDUAL ON

如执行以下指令，调整运行模式结束。

>ZDUAL OFF

8.2.2 Dual伺服功能的调整步骤

Dual伺服功能的调整步骤如下。

1. 根据图纸上设定的位置或根据目测设置双轴。
2. 进行调零。
3. 在示教模式下进入调整运行模式。
4. 在示教器的轴监控画面上显示电流值的同时，使两轴动作。此时，使从动轴动作从而使两轴的电流值差为最小值。
5. 结束调整运行模式。
6. 再次调零，并将主动轴/从动轴的补偿设为0。

附录 外部轴示例

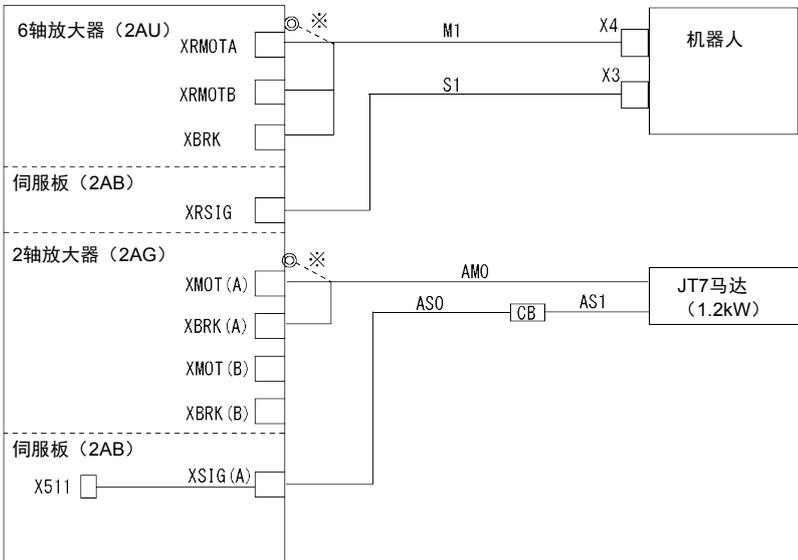
此处将按类型分别介绍具有代表性的外部轴增设示例，敬请参考。

实际使用时，请根据“2.3 确认刹车电流和平均耗电量”，确保耗电量和刹车电流不超过阈值。

• 示例1：类型1

<p>增设轴数</p>	<p>1</p>																					
<p>马达容量</p>	<p>直动轴：1.2kW × 1</p>	<p>定位器：</p>																				
<p>构成</p>	<p>仅将JT7从机器人底座配线</p> <p>* 使用螺丝将屏蔽固定在控制器背面</p>																					
<p>追加部件</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>马达1.2kW</td> <td>50601-1491 × 1</td> </tr> <tr> <td>KHI放大器</td> <td>50607-0167 × 1</td> </tr> <tr> <td>JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件</td> <td>49094-0536</td> </tr> <tr> <td>• PWM线束 (JT7/JT8)</td> <td>• 50977-5025</td> </tr> <tr> <td>• PN线束</td> <td>• 50977-4956</td> </tr> <tr> <td>• 刹车线束</td> <td>• 50977-4955</td> </tr> <tr> <td>• X511跳线线束</td> <td>• 50977-4989</td> </tr> <tr> <td>M2马达线束 × 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S2信号线束 × 1</td> <td></td> </tr> </table>				马达1.2kW	50601-1491 × 1	KHI放大器	50607-0167 × 1	JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536	• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025	• PN线束	• 50977-4956	• 刹车线束	• 50977-4955	• X511跳线线束	• 50977-4989	M2马达线束 × 1		S2信号线束 × 1	
马达1.2kW	50601-1491 × 1																					
KHI放大器	50607-0167 × 1																					
JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536																					
• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025																					
• PN线束	• 50977-4956																					
• 刹车线束	• 50977-4955																					
• X511跳线线束	• 50977-4989																					
M2马达线束 × 1																						
S2信号线束 × 1																						

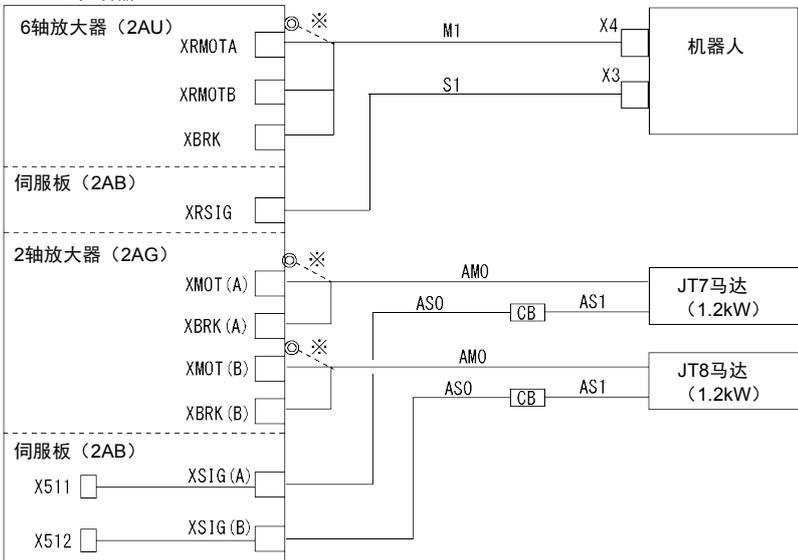
• 示例2：类型2

增设轴数	1																									
马达容量	直动轴	定位器：1.2kW × 1																								
构成	<p>仅将JT7从控制器背面直接连接</p>  <p>* 使用螺丝将屏蔽固定在控制器背面</p>																									
追加部件	<table border="1" data-bbox="446 1108 1388 1691"> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>马达1.2kW</td> <td>50601-1491 × 1</td> </tr> <tr> <td>KHI放大器</td> <td>50607-0167 × 1</td> </tr> <tr> <td>JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件</td> <td>49094-0536</td> </tr> <tr> <td>• PWM线束 (JT7/JT8)</td> <td>• 50977-5025</td> </tr> <tr> <td>• PN线束</td> <td>• 50977-4956</td> </tr> <tr> <td>• 刹车线束</td> <td>• 50977-4955</td> </tr> <tr> <td>• 信号线束 (JT7)</td> <td>• 50977-4931</td> </tr> <tr> <td>AM0马达线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>AS0信号线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>AS1信号线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>1HG板连接盒 (CB)</td> <td>50326-1093 × 1</td> </tr> </table>				马达1.2kW	50601-1491 × 1	KHI放大器	50607-0167 × 1	JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536	• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025	• PN线束	• 50977-4956	• 刹车线束	• 50977-4955	• 信号线束 (JT7)	• 50977-4931	AM0马达线束 × 1		AS0信号线束 × 1		AS1信号线束 × 1		1HG板连接盒 (CB)	50326-1093 × 1
马达1.2kW	50601-1491 × 1																									
KHI放大器	50607-0167 × 1																									
JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536																									
• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025																									
• PN线束	• 50977-4956																									
• 刹车线束	• 50977-4955																									
• 信号线束 (JT7)	• 50977-4931																									
AM0马达线束 × 1																										
AS0信号线束 × 1																										
AS1信号线束 × 1																										
1HG板连接盒 (CB)	50326-1093 × 1																									

• 示例3：类型3

<p>增设轴数</p>	<p>2</p>																															
<p>马达容量</p>	<p>直动轴：1.2kW × 1</p>	<p>定位器：1.2kW × 1</p>																														
<p>构成</p>	<p>JT7：从机器人底座配线 JT8：从F控制器背面直接连接</p> <p>* 使用螺丝将屏蔽固定在控制器背面</p>																															
<p>追加部件</p>	<table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>马达1.2kW</td> <td>50601-1491 × 2</td> </tr> <tr> <td>KHI放大器</td> <td>50607-0167 × 1</td> </tr> <tr> <td>JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件</td> <td>49094-0536</td> </tr> <tr> <td>• PWM线束 (JT7/JT8)</td> <td>• 50977-5025</td> </tr> <tr> <td>• PN线束</td> <td>• 50977-4956</td> </tr> <tr> <td>• 刹车线束</td> <td>• 50977-4955</td> </tr> <tr> <td>• X511跳线线束</td> <td>• 50977-4989</td> </tr> <tr> <td>• 信号线束 (JT8)</td> <td>• 50977-4932</td> </tr> <tr> <td>M2马达线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>S2信号线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>AM1马达线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>AS0信号线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>AS1信号线束 × 1</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>1HG板连接盒 (CB)</td> <td>50326-1093 × 1</td> </tr> </table>				马达1.2kW	50601-1491 × 2	KHI放大器	50607-0167 × 1	JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536	• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025	• PN线束	• 50977-4956	• 刹车线束	• 50977-4955	• X511跳线线束	• 50977-4989	• 信号线束 (JT8)	• 50977-4932	M2马达线束 × 1		S2信号线束 × 1		AM1马达线束 × 1		AS0信号线束 × 1		AS1信号线束 × 1		1HG板连接盒 (CB)	50326-1093 × 1
马达1.2kW	50601-1491 × 2																															
KHI放大器	50607-0167 × 1																															
JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536																															
• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025																															
• PN线束	• 50977-4956																															
• 刹车线束	• 50977-4955																															
• X511跳线线束	• 50977-4989																															
• 信号线束 (JT8)	• 50977-4932																															
M2马达线束 × 1																																
S2信号线束 × 1																																
AM1马达线束 × 1																																
AS0信号线束 × 1																																
AS1信号线束 × 1																																
1HG板连接盒 (CB)	50326-1093 × 1																															

• 示例4: 类型4

<p>增设轴数</p>	<p>2</p>																											
<p>马达容量</p>	<p>直动轴:</p>	<p>定位器: 1.2kW × 2</p>																										
<p>构成</p>	<p>JT7、JT8: 从F控制器背面直接连接</p>  <p>* 使用螺丝将屏蔽固定在控制器背面</p>																											
<p>追加部件</p>	<table border="1" data-bbox="446 1108 1388 1736"> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>马达1.2kW</td> <td>50601-1491 × 2</td> </tr> <tr> <td>KHI放大器</td> <td>50607-0167 × 1</td> </tr> <tr> <td>JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件</td> <td>49094-0536</td> </tr> <tr> <td>• PWM线束 (JT7/JT8)</td> <td>• 50977-5025</td> </tr> <tr> <td>• PN线束</td> <td>• 50977-4956</td> </tr> <tr> <td>• 刹车线束</td> <td>• 50977-4955</td> </tr> <tr> <td>• 信号线束 (JT7)</td> <td>• 50977-4931</td> </tr> <tr> <td>• 信号线束 (JT8)</td> <td>• 50977-4932</td> </tr> <tr> <td>AM0马达线束 × 2</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>AS0信号线束 × 2</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>AS1信号线束 × 2</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>1HG板连接盒 (CB)</td> <td>50326-1093 × 2</td> </tr> </table>				马达1.2kW	50601-1491 × 2	KHI放大器	50607-0167 × 1	JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536	• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025	• PN线束	• 50977-4956	• 刹车线束	• 50977-4955	• 信号线束 (JT7)	• 50977-4931	• 信号线束 (JT8)	• 50977-4932	AM0马达线束 × 2		AS0信号线束 × 2		AS1信号线束 × 2		1HG板连接盒 (CB)	50326-1093 × 2
马达1.2kW	50601-1491 × 2																											
KHI放大器	50607-0167 × 1																											
JT7/JT8 2轴放大器控制盘内线束套件	49094-0536																											
• PWM线束 (JT7/JT8)	• 50977-5025																											
• PN线束	• 50977-4956																											
• 刹车线束	• 50977-4955																											
• 信号线束 (JT7)	• 50977-4931																											
• 信号线束 (JT8)	• 50977-4932																											
AM0马达线束 × 2																												
AS0信号线束 × 2																												
AS1信号线束 × 2																												
1HG板连接盒 (CB)	50326-1093 × 2																											

川崎机器人控制器 F 系列
外部轴增设说明书

2017-04 : 第 1 版

川崎重工业株式会社出版
90210-1343DCA

版权所有 © 2017 川崎重工业株式会社