

川崎机器人控制器  
E 系列

外部轴增设说明书

(可选)

Robot

川崎重工业株式会社

## 前言

本说明书介绍如何给机器人系统添加外围设备，以及如何使机器人控制器控制外部轴设备以配合机器人手臂一起工作。要想给您的系统添加外部轴系统需要完成以下任务：

- 正确选择外部轴零部件
- 安装硬件
- 通过示教器设置外部轴的参数值
- 通过示教器进行外部轴马达的伺服系统调谐

客户必须仔细检查机械的强度、机器人系统和伺服性能增设的外部轴组件的使用寿命全面阅读和理解本说明书和安全说明书的内容，进行任何操作之前严格遵守安全规则。

本说明书仅介绍增设的外部轴。要了解控制器和电缆的安装和连接，请参考“安装和连接手册”。对于机器人的操作，请参考“操作手册”。有关外部 I/O 信号的信息，请参考“外部 I/O 手册”。对于多轴控制器的安装和连接，请参考 E 系列控制器（多轴控制器）的“安装和连接手册”。

完全理解本手册的内容后，才能进行操作。若对本说明书的部分章节只有有限的阅读或理解，则川崎公司不负责由此造成的操作/维修上的任何事故和/或损害。操作机器人时出现的任何不明原因的问题或难题，请联系最近的川崎。

- 
1. 本手册并不构成对使用机器人的整个应用系统的担保。因此，川崎公司将不会对使用这样的系统而可能导致事故、损害和(或)与工业产权相关的问题承担责任。
  2. 川崎公司郑重建议：所有参与机器人操作、示教、维护、维修、点检的人员，预先参加川崎公司准备的培训课程。
  3. 川崎公司保留未经预先通知而改变、修订或更新本手册的权利。
  4. 事先未经川崎公司书面许可，对本手册整体或其中的任何部分，均不可进行任何形式的再版、重印、翻印、转载或复制。
  5. 请把本手册小心存放好，使之保持在随时备用状态。如果机器人重新安装或移动到另一个地点，或者卖给另一个使用者，请务必将本手册与机器人放在一起。一旦出现丢失或严重损坏，请和您的川崎公司代理商联络。

---

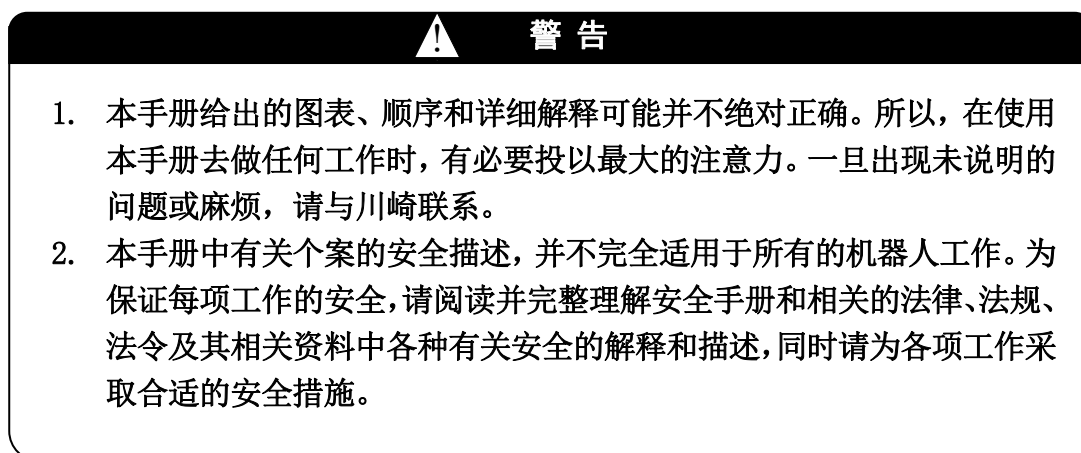
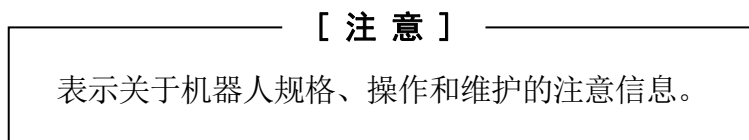
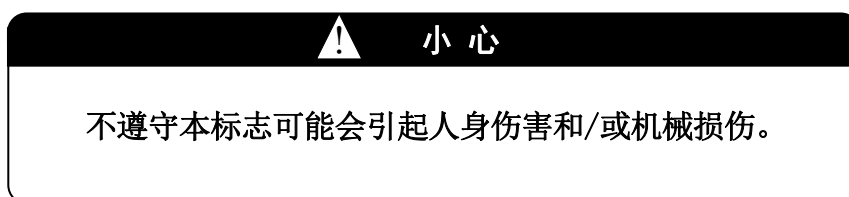
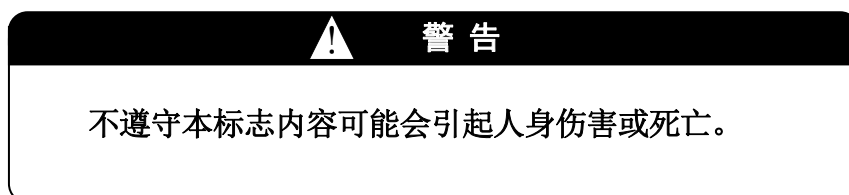
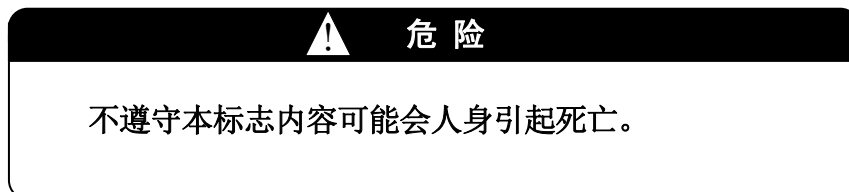
Copyright © 2013 Kawasaki Heavy Industries Ltd. All rights reserved.

川崎重工 版权所有

## 符号

在本手册中，下述符号的内容应特别注意。

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



## 目 录

前言 .....	1
符号 .....	2
1.0 选择外部轴组件 .....	6
1.1 伺服马达类型 .....	6
1.1.1 山洋马达和 KHI 放大器规格 .....	8
1.1.2 三菱马达及放大器规格 .....	11
1.2 山洋马达选择程序 .....	12
1.2.1 回转轴 .....	12
1.2.2 直动轴（齿条和链齿驱动） .....	13
1.2.3 直动轴（滚珠丝杆驱动） .....	16
1.3 山洋马达选择程序 .....	17
1.4 检查电源容量 .....	18
1.5 适用于外部轴规格的马达 .....	20
2.0 硬件安装 .....	21
2.1 使用山洋马达时（E2x 控制器） .....	21
2.1.1 通过机械人单独线束增设 JT7/JT A .....	22
2.1.2 通过 JT7/JT A 专用线束增设 JT7/JT A .....	23
2.1.3 增设 JT8/JT B .....	25
2.2 使用山洋马达（E1x/E3x/E4X 控制器）时 .....	27
2.2.1 通过机械人单独线束增设 JT7/JT A .....	28
2.2.2 通过 JT7/JT A 专用线束增设 JT7/JT A .....	29
2.2.3 增设 JT8/JT B .....	31
2.2.4 增设 JT9/JT C .....	33
2.3 使用山洋马达（E7x 控制器）时的硬件安装 .....	35
2.3.1 通过机械人单独线束增设 JT7/JT A .....	35
2.3.2 通过 JT7/JT A 专用线束增设 JT7/JT A .....	36
2.3.3 增设 JT8/JT B .....	38
2.3.4 如何移除控制器盖 .....	40
2.4 使用多轴控制器（山洋马达用）时 .....	42
2.4.1 在 JT D 和 JT J 增设一个轴时 .....	43
2.4.2 增设 JT K 或 JT L 时 .....	44
2.5 使用三菱马达时 .....	45
2.5.1 三菱马达所需硬件 .....	46
2.5.2 零件排列 .....	48

2.5.3	安装/连接程序 .....	49
3.0	设置外部轴参数值 .....	54
3.1	直线轴参数值设置 .....	56
3.2	回转轴参数值设置 .....	60
4.0	设置伺服参数值 .....	63
4.1	使用 KHI 放大器 .....	63
4.1.1	简易调整 .....	64
4.1.1.1	调整增益值 (KV) .....	64
4.1.1.2	设置延迟时间 .....	66
4.1.2	全参数调整 .....	66
4.2	使用三菱放大器时 .....	67
4.2.1	简易调整 .....	68
4.2.1.1	自动调整模式 1 .....	69
4.2.1.2	手动模式 1 .....	69
4.2.2	全参数调整 .....	70
5.0	协调控制功能 .....	72
5.1	直动轴协调功能 .....	73
5.1.1	直动轴协调功能检查 .....	73
5.2	回转轴协调功能 .....	74
5.2.1	设置回转轴协调功能 .....	75
5.3	定位器协调功能 .....	77
5.3.1	设置单轴定位器协调 .....	77
5.3.1.1	登记定位器设置位置 .....	78
5.3.1.2	登记定位器协调开始和结束轴 .....	80
5.3.1.3	检查定位器协调设置 .....	81
5.3.2	双轴定位器协调 .....	81
5.3.2.1	检查定位器回转方向和尺寸 .....	82
5.3.2.2	登记定位器设置位置 .....	84
5.3.2.3	登记定位器协调开始和结束轴及链接结构 .....	86
5.3.2.4	检查定位器协调设置 .....	88
5.3.3	定位器协调故障诊断 .....	89
6.0	连续转动定位器功能 .....	99
6.1	设置连续转动定位器功能 .....	99
6.2	用 RTSET 指令/命令设置回转数 .....	100

7.0	Dual 伺服功能.....	103
7.1	设置 Dual 伺服功能 .....	103
7.2	调整 Dual 伺服功能 .....	105
7.2.1	设置 Dual 伺服调整运行模式 .....	105
7.2.2	Dual 伺服功能调整程序.....	106
附录	外部轴结构例 .....	A-1

## 1.0 选择外部轴组件

按照以下程序审查和确定增设外部轴的规格。

1. 确定外部轴的必要数量以及其所需的运动规格。
2. 确定每个轴的总体机械结构。
3. 调节详细的机械构造时，请选择适当的伺服马达，以满足每个轴所需的运动规格。

选择仅适用于伺服马达本身的工作。与所选的伺服马达相关的硬件（放大器等）已在本说明书中针对每种伺服马达作了明确说明。

### 1.1 伺服马达类型

由山洋电气株式会社制造的伺服马达（以下简称山洋马达）和三菱电机股份有限公司制造的伺服马达（以下简称三菱马达）可用于外部轴。使用山洋马达时，用 KHI 放大器。使用三菱马达时，准备扩展控制器（参考 2.5 节），并使用安装在扩展控制器中的三菱放大器。

下表显示了山洋/三菱马达的可用性及每个控制器可增设的最大外部轴数量。

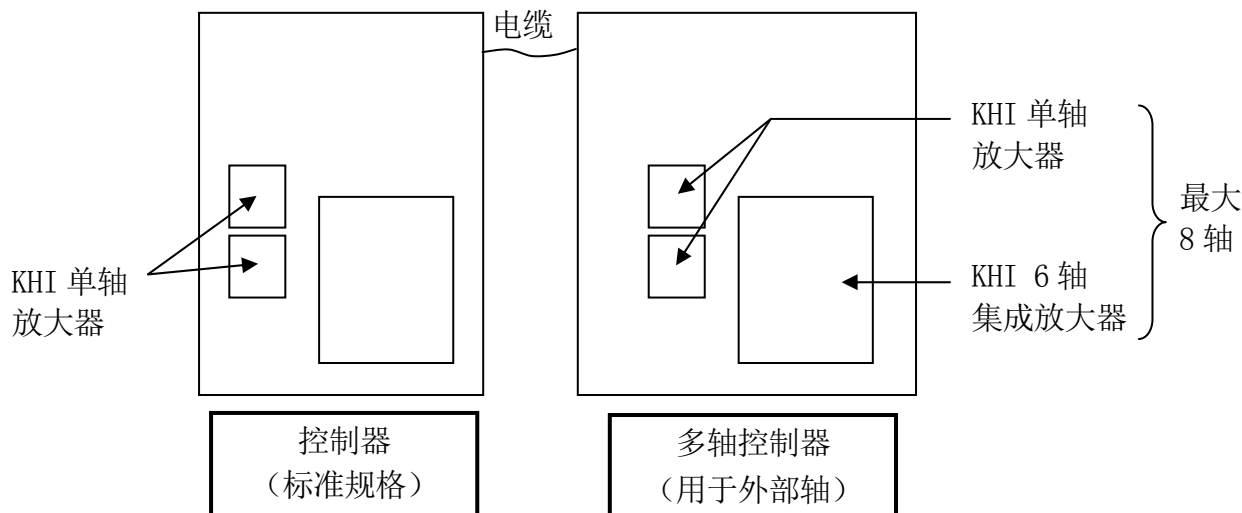
控制器	山洋马达				三菱马达		
	可用性	可增设的外部轴最大数量			可用性	可增设的外部轴最大数量	
		控制器	多轴控制器*	总计		扩展控制器*	总计
E1x 控制器	可用	3	8	11	不可用	咨询川崎。	-
E2x 控制器	可用	2	8	10	不可用	咨询川崎。	-
E3x 控制器	可用	3	不支持	3	可用	8	8
E4x 控制器	可用	3	不支持	3	可用	8	8
E7x 控制器	可用	2	不支持	2	不可用	-	-

**注意** 多轴控制器参考 2.4，扩展控制器参考 2.5。

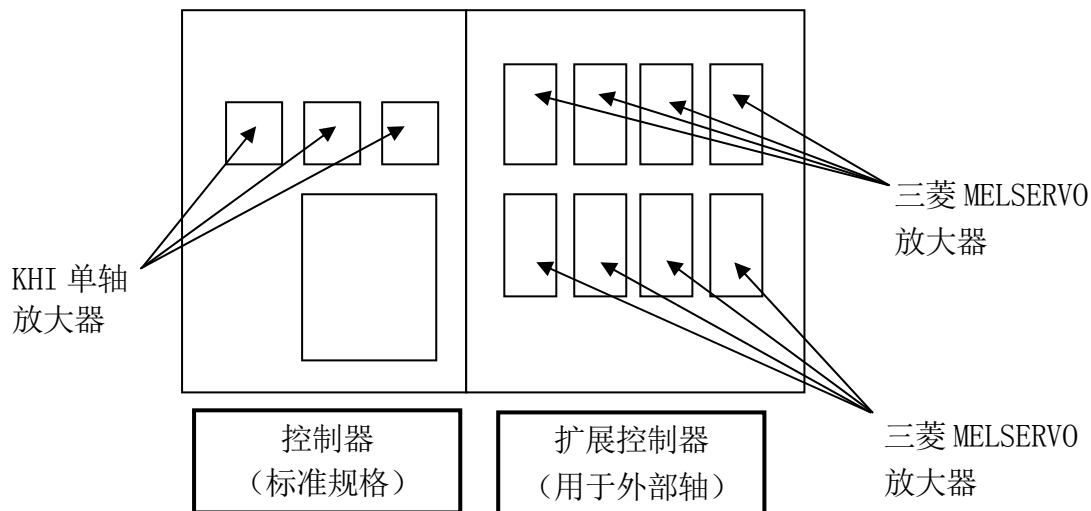
**[ 注意 ]**

由于所选马达和制动器电量的限制，马达的自由组合并非总是可行的。请观察 1.4 中外部轴的总能耗和制动器的电流限制值。附录中列出了外部轴增设实例。三菱马达不适用于某些规格。细节见 1.5 节。

(例 1: E2x 控制器+山洋马达多轴控制器)

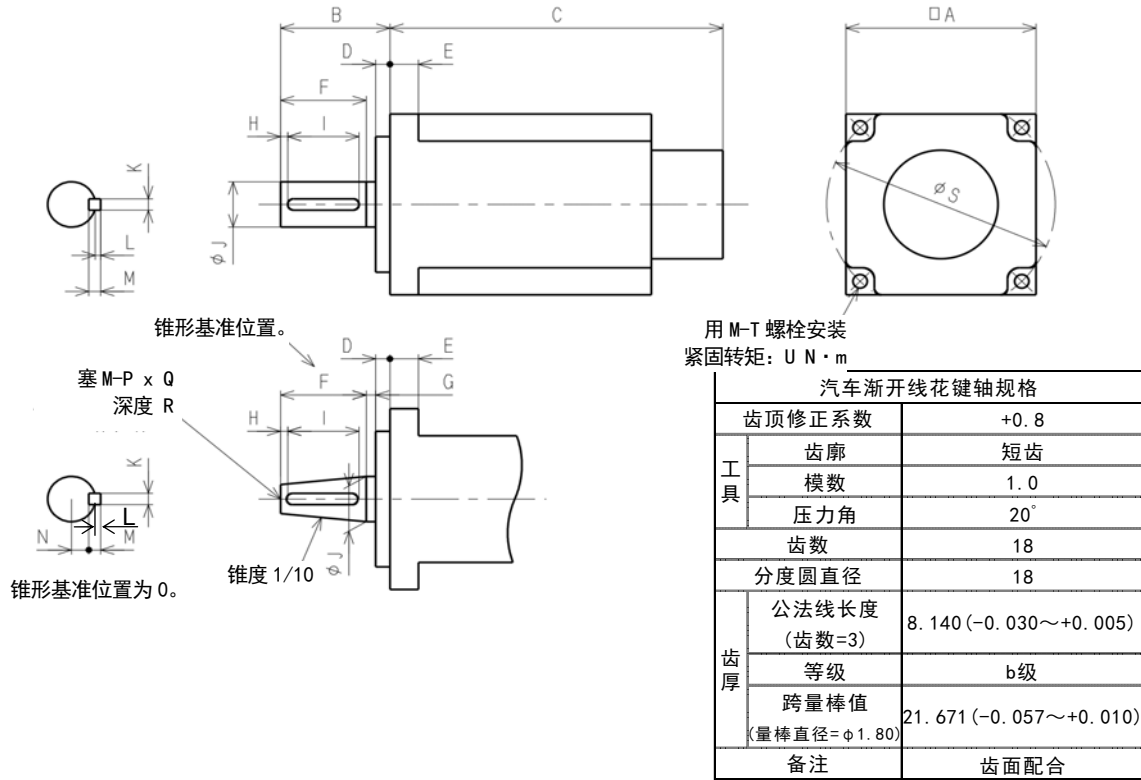


(例 2: E4x 控制器+三菱马达扩展控制器)



### 1.1.1 山洋马达和 KHI 放大器规格

下列山洋马达组合和 KHI 单轴放大器可用于外部轴。



齿顶修正系数	+0.8	
工具	齿廓	短齿
	模数	1.0
	压力角	20°
齿数	18	
分度圆直径	18	
齿厚	公法线长度 (齿数=3)	8.140 (-0.030~+0.005)
	等级	b级
	跨量棒值 (量棒直径=φ1.80)	21.671 (-0.057~+0.010)
备注	齿面配合	

项目	单位	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
零件号码	[-]	50601-1412	50601-1413	50601-1403	50601-1414	50601-1490	50601-1460	50601-1485	
型号	[-]	P80B22450LCPUB	P60B13200LCPUA	P60B13200LCPUH	P60B13150HCPUG	R2AA13200LCP2R	R2AA13200LCP2S	P20B10200LCP67	
刹车	[-]	有	有	有	有	有	有	有	
容量	[W]	4200	3100	3100	2100	2000	2000	2000	
最大旋转速度	[rpm]	3300	3000	3000	3000	5000	5000	3500	
额定旋转速度	[rpm]	2400	3000	3000	3000	2000	2000	3000	
瞬时最大扭矩	[Nm]	68.6	26.5	26.5	16.2	30	30	16.7	
额定扭矩	[Nm]	16.7	9.8	9.8	6.7	9.5	9.5	6.37	
惯性矩	[10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	75	12.5	12.5	8.2	12.3	12.3	3.2	
质量	[kg]	28	10.8	10.8	8.7	12	12	9.5	
KHI单轴放大器	[-]	100A	50A	50A	50A	50A	50A	50A	
外形尺寸	A	[mm]	220 (±3)	135 (-3~+2)	135 (-3~+2)	135 (-3~+2)	135 (-3~+2)	135 (-3~+2)	100 (±2)
	B	[mm]	65 (±1)	61 (±1)	55 (±1)	53 (±1)	55 (±1)	42 (±1)	55 (±1)
	C	[mm]	229 (±3)	241 (±3)	241 (±3)	218 (±3)	224 (±3)	224 (±2)	258 (±3)
	D	[mm]	4	3	3	3	3	3	3
	E	[mm]	16	12	12	12	12	12	10
	F	[mm]	58 (-0.39~0)	28	50	44.65 (0~+0.14)	50	36	50
	G	[mm]	3	-	-	-	-	3	-
	H	[mm]	4	-	3	8	3	3	-
	I	[mm]	50	-	42	36	42	32	-
	J	[mm]	35	19.8 (0~+0.1)	22 (-0.013~0)	19 (-0.013~0)	28 (-0.013~0)	24	19 (-0.013~0)
	K	[mm]	6 (-0.030~0)	-	6 (-0.030~0)	6 (-0.030~0)	8 (-0.036~0)	5 (-0.030~0)	-
	L	[mm]	-	-	2.5 (-0.2~0)	2.5 (-0.2~0)	3 (-0.4~0)	-	-
	M	[mm]	6 (-0.030~0)	-	6	6	7	5 (-0.030~0)	-
	N	[mm]	12.55 (-0.1~0)	-	-	-	-	8.1 (-0.1~0)	-
	O	[mm]	29	-	-	-	-	18	-
	P	[mm]	10	-	-	-	-	6	-
	Q	[mm]	1.5	-	-	-	-	1	-
R	[mm]	30	-	-	-	-	20	-	
S	[mm]	235 (±0.23)	160 (±0.2)	160 (±0.2)	160 (±0.2)	160 (±0.2)	160 (±0.2)	115 (±0.2)	
T	[mm]	12	10	10	10	10	10	8	
U	[Nm]	98	57	57	57	57	57	29	

项目	单位	㉘	㉙	㉚	㉛	㉜	㉝	㉞	
零件号码	[-]	50601-1366	50601-1491	50601-1465	50601-1435	50601-1432	50601-1492	50601-1461	
型号	[-]	P20B10150DCPU3	R2AA13120LCP2D	R2AA13120LCP2E	P50B08100VCLGS	P50B08075DCLGD	R2AA08075FCP63	R2AA08075FCP3N	
刹车	[-]	有	有	有	有	有	有	有	
容量	[W]	1500	1200	1200	1000	750	675	675	
最大旋转速度	[rpm]	4500	6000	6000	4000	4500	6000	6000	
额定旋转速度	[rpm]	3000	2000	2000	3000	3000	3000	3000	
瞬时最大扭矩	[Nm]	14.7	16	16	11.76	8.82	8.5	8.5	
额定扭矩	[Nm]	4.79	5.7	5.7	3.185	2.381	2.15	2.15	
惯性矩	[10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	2.41	6.5	6.5	2.989	2.264	2.07	2.07	
质量	[kg]	8.9	8	8	5.5	4.35	3.5	3.5	
KHI 单轴放大器	[-]	50A	30A	30A	30A	30A	30A	30A	
外形尺寸	A	[mm]	100(±2)	130(±2)	130(±2)	86	86	80	80
	B	[mm]	55(±1)	55(±1)	34(±1)	60(±0.8)	45(±0.8)	40(±0.8)	35(±0.8)
	C	[mm]	233(±3)	160(±3)	160(±3)	214	191	153(±1)	157(±1)
	D	[mm]	3	4	4	3	3	3	3
	E	[mm]	10	12	12	8	8	8	8
	F	[mm]	50	50	28	43	40	35(±0.3)	28(±0.2)
	G	[mm]	-	-	2	-	-	-	4
	H	[mm]	-	3	2	3.5	3	4	-
	I	[mm]	-	42	25	42	35	25	25
	J	[mm]	19(-0.013~0)	22(-0.013~0)	19	16(-0.011~0)	16(-0.011~0)	16(-0.011~0)	16
	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)
	L	[mm]	-	2.5(-0.2~0)	-	2(-0.2~0)	2(-0.2~0)	2(-0.2~0)	1.2(-0.2~0)
	M	[mm]	-	6	4(-0.030~0)	5	5	5	3
	N	[mm]	-	-	6.3(-0.1~0)	-	-	-	-
	O	[mm]	-	-	14	-	-	-	14
	P	[mm]	-	-	5	-	-	-	4
	Q	[mm]	-	-	0.8	-	-	-	0.7
	R	[mm]	-	-	15	-	-	-	10
	S	[mm]	115(±0.2)	145(±0.2)	145(±0.2)	100(±0.3)	100(±0.3)	90(±0.3)	90(±0.3)
	T	[mm]	8	8	8	6	6	5	5
U	[Nm]	29	29	29	12	12	6.9	6.9	

项目	单位	㉟	㊱	㊲	㊳	㊴	
零件号码	[-]	50601-1404	50601-1462	50601-1371	50601-1463	50601-1370	
型号	[-]	P50B07050DCLG7	R2AA06020FCP3G	P50B05020DCLEG	R2AA06010FCP3H	P50B04007DCLEF	
刹车	[-]	有	有	有	有	有	
容量	[W]	475	200	200	100	75	
最大旋转速度	[rpm]	5000	6000	5000	6000	4500	
额定旋转速度	[rpm]	3000	3000	3000	3000	3000	
瞬时最大扭矩	[Nm]	5.19	2.2	1.96	1.13	0.647	
额定扭矩	[Nm]	1.52	0.637	0.637	0.318	0.239	
惯性矩	[10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	1.205	0.279	0.197	0.177	0.057	
质量	[kg]	2.77	1.2	1.27	0.94	0.63	
KHI 单轴放大器	[-]	30A	15A	15A	15A	15A	
外形尺寸	A	[mm]	76	60	54	60	42
	B	[mm]	35(±0.8)	27(±0.8)	27(±0.8)	23(±0.8)	29.5(±0.8)
	C	[mm]	156	107.5(±1)	140	92.5(±1)	127
	D	[mm]	3	3	2.5	3	2
	E	[mm]	8	6	5	6	5
	F	[mm]	28(+0.1~+0.2)	23(±0.3)	21(0~+0.1)	19(±0.3)	20.8(0~+0.1)
	G	[mm]	-	-	-	-	-
	H	[mm]	4	-	5	-	2.9
	I	[mm]	25	-	16	-	16
	J	[mm]	16(-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)	-	4(-0.03~0)	-	3(-0.025~0)
	L	[mm]	2(-0.2~0)	-	1.5(-0.2~0)	-	1.2(-0.2~0)
	M	[mm]	5	-	4	-	3
	N	[mm]	-	-	-	-	-
	O	[mm]	-	-	-	-	-
	P	[mm]	-	-	-	-	-
	Q	[mm]	-	-	-	-	-
	R	[mm]	-	-	-	-	-
	S	[mm]	90(±0.3)	70(±0.3)	60(±0.3)	70(±0.3)	48(±0.3)
	T	[mm]	5	5	4	5	3
U	[Nm]	6.9	6.9	3.4	6.9	1.5	

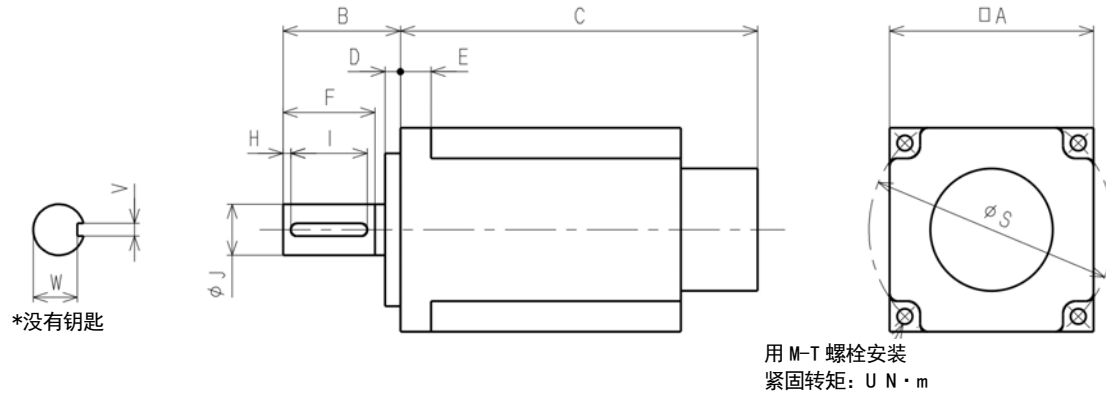
【 注 意 】

1. ( ) 中的回转速度数字表示最大速度 (Nmax)。
  2. 每个单轴放大器的零件号如下所示。

E1x/E2x/E3x/E4x	大马达:	1TC (100 A)	50607-1503
		1TC (50 A) *	50607-1509
		1VE (50 A)	50607-0044
	小马达:	1TD (30 A) *	50607-1504
		1VD (30 A)	50607-0045
		1TD (15 A) *	50607-1510
E7x	小马达:	1VD (15 A)	50607-0046
		1UZ (30 A)	50607-0019
		1UZ (15 A)	50607-0017
  3. 伺服马达每次回转的编码器输出脉冲是 8192 p/rev。
  4. 如果有必要绘制马达图请联系川崎公司。
  5. 使用多轴控制器时, 请使用 KHI6 轴集成放大器。用于 KHI6 轴集成放大器的规格由川崎公司根据所用的马达组合来确定。
- 注意\*** 2011 年开始不推荐使用 1TC (50 A) 和 1TD。

### 1.1.2 三菱马达及放大器规格

下列三菱马达组合和放大器可用于外部轴。



项目	单位	①	②	③	④	⑤	⑥	
零件号码	[-]	50601-1351	50601-1350	50601-1349	50601-1348	50601-1347	50601-1346	
型号	[-]	HC-UFS502BK	HC-RFS353BK	HC-RFS203BK	HC-RFS153BK	HC-RFS103BK	HC-SFS53BK	
刹车	[-]	有	有	有	有	有	有	
容量	[W]	5000	3500	2000	1500	1000	500	
最大旋转速度	[rpm]	2500	4500	4500	4500	4500	3000	
额定旋转速度	[rpm]	2000	3000	3000	3000	3000	3000	
瞬时最大扭矩	[Nm]	71.6	27.9	15.9	11.9	7.95	4.77	
额定扭矩	[Nm]	23.9	11.1	6.37	4.78	3.18	1.59	
惯性矩	[10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	123.6	11.8	2.65	2.25	1.85	8.6	
质量	[kg]	30	15	8.3	7	6	7	
三菱放大器型号	[-]	MR-J2S-500B	MR-J2S-500B	MR-J2S-350B	MR-J2S-200B	MR-J2S-200B	MR-J2S-60B	
外形尺寸	A	[mm]	220	130	100	100	100	130
	B	[mm]	65	63	45	45	45	55
	C	[mm]	209	254	235	210	185	153
	D	[mm]	4	3	3	3	3	3
	E	[mm]	16	12	10	10	10	12
	F	[mm]	60	58	40	40	40	50
	G	[mm]	-	-	-	-	-	-
	H	[mm]	5	3	5	5	5	5
	I	[mm]	50	53	25	25	25	36
	J	[mm]	35(+0.01)	28(-0.013~0)	24(-0.013~0)	24(-0.013~0)	24(-0.013~0)	24(-0.013~0)
	S	[mm]	250	145	115	115	115	145
	T	[mm]	12	8	8	8	8	8
	U	[Nm]	98	29	29	29	29	29
	V	[mm]	10(-0.036~0)	8(-0.036~0)	8(-0.036~0)	8(-0.036~0)	8(-0.036~0)	8(-0.036~0)
W	[mm]	30(-0.12~0)	24(-0.1~0)	20(-0.1~0)	20(-0.1~0)	20(-0.1~0)	20(-0.1~0)	

## 1.2 山洋马达选择程序

本节描述为以下三种类型外部轴选择马达的程序。如果您想要的轴不是这些类型之一，本节内容也可作为马达选择的参考。任何进一步的问题请联系川崎公司。

### 1.2.1 回转轴

#### 1. 确定负载输出轴规范

确定负载输出轴规范。

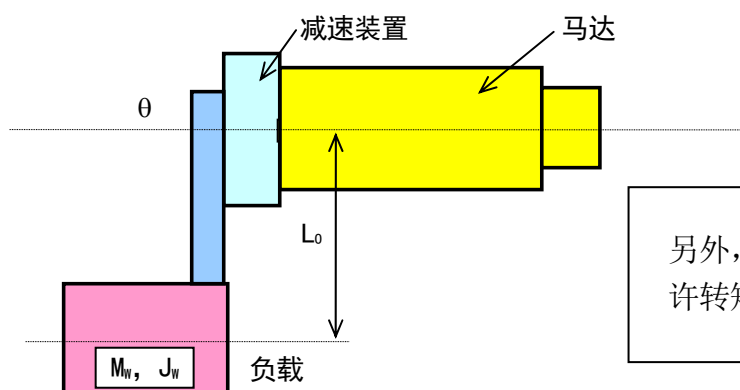
负载质量	$M_w$ (kg)
负载重心偏移	$L_o$ (m)
负载重心上的负载惯性矩	$J_w$ (kg·m <sup>2</sup> )
转动角度	$\theta$ (°)
最大角速度	$\omega$ (°/s)
最大角加速度	$\alpha$ (°/s <sup>2</sup> )

#### 2. 选择减速装置

选择减速装置并确定下列数据。

马达惯性矩	$J_M$ (kg·m <sup>2</sup> )
飞轮惯性矩	$J_F$ (kg·m <sup>2</sup> ) *
减速装置惯性矩	$J_R$ (kg·m <sup>2</sup> )
减速比 $\left( \frac{\text{加载轴旋转}}{\text{马达旋转}} \right)$	$1/i$ (正常情况下 $i > 1$ )
启动效率	$\eta$ (0-1.0)

**注意\***  $J_F=0$  除外（马达上安装了飞轮时）。



#### [ 注意 ]

另外，选择减速装置时还要考虑可容许转矩、使用寿命计算等。

### 3. 检查条件表达式和马达的选择

从上述 1 和 2 中确定的值及下面表达式中的值计算每个条件表达式。设计一个满足所有条件表达式的外部轴，并选择合适的马达。

条件表达式		表达式
1	马达峰值转矩 $T_P \leq 0.9TPS$ (N·m)	$T_P = \frac{9.8M_W L_0 + (J_W + M_W L_0^2) \alpha \pi / 180}{\eta i} + (J_R + J_F + J_M) \alpha i \pi / 180$
2	马达的保持转矩 $T_H \leq 0.8TC$ (N·m)	$T_H = \frac{9.8M_W L_0}{\eta i}$
3	马达运行时的平均转矩 $T_R \leq 0.9TC$ (N·m)	$T_R = \sqrt{\frac{\sum t_i T_i^2}{\sum t_i}}$ $t_i$ : 每次运动时间 $T_i$ : 每次运动转矩
4	运行时马达最大速度 $N \leq N_{max}$ (rpm)	$N = \frac{\omega i}{6}$
5	运行时编码器回转数 $E_{rev} \leq 65536$ (rev)	$E_{rev} = \frac{\theta i}{360}$
6	减速马达轴侧与马达轴侧的负载侧惯性矩比 $RJ \leq 6$	$RJ = \frac{J_W + M_W L_0^2}{i^2 (J_R + J_F + J_M)}$

TPS: 瞬时最大扭矩, TC: 额定扭矩, Nmax: 额定旋转速度

#### 1.2.2 直动轴（齿条和链齿驱动）

纵向、横向移动和升降轴的马达选择程序概述如下。

1. 确定负载输出轴规范
2. 选择减速装置和指南
3. 检查条件表达式和所选择的马达/编码器

##### 1. 确定负载输出轴规范

确定负载输出轴规范。

负载质量	$M_W$ (kg)
运动行程	$X$ (m)
最大速度	$V$ (m/s)
最大加速度	$a$ (m/s <sup>2</sup> )

2. 选择减速装置和导轨

确定减速装置规范。

减速比	$i$
启动效率	$\eta$ (0-1.0)
减速装置惯性矩	$J_R$ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ )

确定齿条和链齿数据。

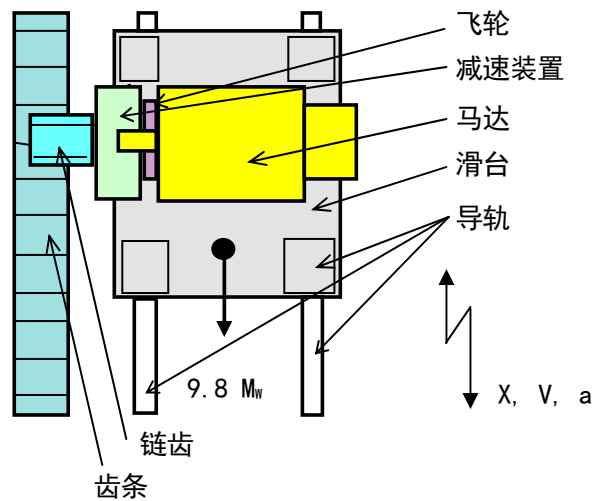
模块	$m$
链齿轮数	$Z$

确定导轨数据。

导轨摩擦	$\mu$ (大约 0.05-0.1)
------	---------------------

确定马达及飞轮数据。

马达惯性矩	$J_M$ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
飞轮惯性矩	$J_F$ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ )



3. 检查条件表达式和马达的选择

从上述 1 和 2 中确定的值及下面表达式中的值计算每个条件表达式。设计一个满足所有条件表达式的外部轴，并选择合适的马达。

条件表达式		表达式
1	马达峰值转矩 $T_P \leq 0.9TPS$ (N·m)	$T_P = \frac{mZ (9.8 \mu M_w + M_w a)}{2000 \eta i}$ $+ \frac{2000 i a (J_R + J_F + J_M)}{mZ}$ $+ \left( \frac{9.8 m Z M_w}{2000 \eta i} \right) \text{ (仅升降轴)}$
2	马达的保持转矩 $T_H \leq 0.8TC$ (N·m)	$T_H = \frac{9.8 m Z M_w}{2000 \eta i} \text{ (仅升降轴)}$
3	马达运行时的平均转矩 $T_R \leq 0.9TC$ (N·m)	$T_R = \sqrt{\frac{\sum t_i T_i^2}{\sum t_i}}$ <p style="text-align: right;"> <math>t_i</math>: 每次运行时间  <math>T_i</math>: 每次运动扭矩                     </p>
4	运行时马达最大速度 $N \leq N_{max}$ (rpm)	$N = \frac{60Vi}{\pi mZ}$
5	运行时编码器回转数 $E_{rev} \leq 65536$ (rev)	$E_{rev} = \frac{Xi}{\pi mZ}$
6	减速马达轴侧与马达轴侧 的负载侧惯性矩比 $RJ \leq 6$	$RJ = \frac{10^{-6} M_w m^2 Z^2}{4 i^2 (J_R + J_F + J_M)}$

TPS: 瞬时最大扭矩, TC: 额定扭矩, Nmax: 额定旋转速度

### 1.2.3 直动轴（滚珠丝杆驱动）

纵向、横向移动和升降轴的马达选择程序概述如下。

1. 确定负载输出轴规范
2. 选择减速装置和指南
3. 检查条件表达式和所选择的马达/编码器

#### 1. 确定负载输出轴规范

确定负载输出轴规范。

负载质量	$M_w$ (kg)
运动行程	$X$ (m)
最大速度	$V$ (m/s)
最大加速度	$a$ (m/s <sup>2</sup> )

#### 2. 选择减速装置和导轨

确定减速装置（齿轮）的规格。

减速比	$i$
启动效率	$\eta_1$ (大约 0.95)

确定滚珠丝杠规格。

导向柱	$L$ (m)
启动效率	$\eta_2$ (大约 0.95)
惯性矩	$J_B$ (kg·m <sup>2</sup> )

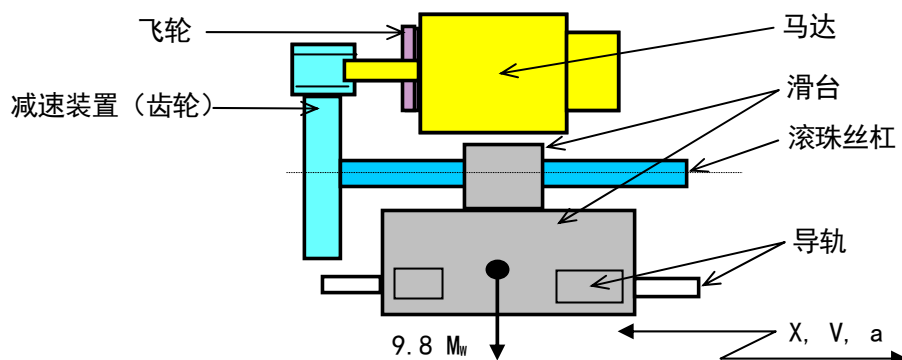
确定导轨数据。

导轨摩擦	$\mu$ (大约 0.05-0.1)
------	---------------------

确定马达及飞轮数据。

马达惯性矩	$J_M$ (kg·m <sup>2</sup> ) *
飞轮惯性矩	$J_F$ (kg·m <sup>2</sup> ) *

**注意\*** 注意马达和飞轮的惯性矩单位。



### 3. 检查条件表达式和所选择的马达

从上述 1 和 2 中确定的值及下面表达式中的值计算每个条件表达式。设计一个满足所有条件表达式的外部轴，并选择合适的马达。

条件表达式		表达式
1	马达峰值转矩 $T_p \leq 0.9TPS$ (N·m)	$T_p = \frac{L(9.8\mu M_w + M_w a)}{2\pi\eta_1\eta_2i}$ $+ \frac{2\pi(J_B/(i^2\eta_1) + J_F + J_M)ia}{L}$ $+ \left[ \frac{9.8LM_w}{2\pi\eta_1\eta_2i} \right] \text{(仅升降轴)}$
2	马达的保持转矩 $T_h \leq 0.8TC$ (N·m)	$T_h = \frac{9.8LM_w}{2\pi\eta_1\eta_2i}$
3	马达运行时的平均转矩 $T_r \leq 0.9TC$ (N·m)	$T_r = \sqrt{\frac{\sum t_i T_i^2}{\sum t_i}}$ $t_i: \text{每次运行时间}$ $T_i: \text{每次运动扭矩}$
4	运行时马达最大速度 $N \leq N_{max}$ (rpm)	$N = \frac{60Vi}{L}$
5	运行时编码器回转数 $E_{rev} \leq 65536$ (rev)	$E_{rev} = \frac{Xi}{L}$
6	减速马达轴侧与马达轴侧 的负载侧惯性矩比 $RJ \leq 6$	$RJ = \frac{M_w L^2}{4\pi^2 i^2 (J_F + J_M)} + \frac{J_B}{i^2 (J_F + J_M)}$

TPS: 瞬时最大扭矩, TC: 额定扭矩, Nmax: 额定旋转速度

### 1.3 山洋马达选择程序

在 1.2 中描述的遴选程序也可以被应用到三菱马达的选择。然而，设置三菱马达时，我们建议使用三菱电子公司的 MRZJW3-MOTSZ111E 软件。

## 1.4 检查电源容量

- E 系列控制器限制供应给外部轴的电能。检查表 1 中所选马达的总能耗系数和制动器电流系数是否低于表 2 中的容量限制。如果超出，重新考虑规格以满足限制。马达容量的限制依机器人的运动而不同。若机器人运动较小，咨询川崎以在机器人系统中增设外部轴。
- E30 和 E40 控制器的马达容量限制值可以通过改变变压器的方式提高，E32/E42 控制器则改变制动器。改变的方法见附录中例子 7。
- 对于 E10、E20、E30 和 E40 控制器来说，如果马达总容量系数超过再生电阻限制可改变再生电阻。然而，这只是一个粗略的指示。即使马达总容量系数小于再生电阻限制，根据外部轴不同的运行模式也可能需要更换再生电阻。改变的方法见附录中例子 7。
- 使用 JT7/JT A 的 4.2kW 马达时，可用 JT7/JT A 的专用线束通过 100A 放大器驱动马达，不使用机器人的单独线束。使用 50A 放大器时，可用单独线束。然而，在这种情况下，因为电流有限，不能完全利用 4.2kW 马达的满负荷。
- E7x 控制器的内部 IO 和制动器共享同一电源。因此，使用内部 IO 时，有必要通过其所用的电流降低制动器的容量限制值。

### 1. 马达容量系数及制动器容量系数

#### 山洋马达

零件号	类型	规格		马达容量系数	制动器容量系数
		马达容量	KHI 放大器		
50601-1412	P80B22450LCPUB	4.2 kW	100 A/50 A	1.7	1.6 A
50601-1490	R2AA13200LCP2R	2 kW	50 A	1	0.66 A
50601-1485	P20B10200LCP67	2 kW	50 A	0.8	0.83 A
50601-1366	P20B10150DCPU3	1.5 kW	50 A	0.6	0.83 A
50601-1491	R2AA13120LCP2D	1.2 kW	30 A	0.5	0.51 A
50601-1492	R2AA08075FCP63	0.675 kW	30 A	0.4	0.37 A
50601-1370	P50B04007DCLEF	0.075 kW	15 A	0.03	0.26 A

三菱 MELSERVO 马达（带电磁制动器）

零件号	类型	规格		马达容量 系数	制动器容量 系数
		马达 容量	放大器类型		
50601-1351	HC-UFS502BK	5 kW	MR-J2S-500B	2	1.4 A
50601-1350	HC-RFS353BK	3.5 kW	MR-J2S-500B	1.4	1.0 A
50601-1349	HC-RFS203BK	2 kW	MR-J2S-350B	0.8	0.8 A
50601-1348	HC-RFS153BK	1.5 kW	MR-J2S-200B	0.6	0.8 A
50601-1347	HC-RFS103BK	1 kW	MR-J2S-200B	0.4	0.8 A
50601-1346	HC-SFS53BK	0.5 kW	MR-J2S-60B	0.2	0.8 A

2. 每个机器人手臂系列和控制器的外部轴电源容量限制

机器人手臂	控制器	马达容量限制	制动器容量 限制	再生电阻 限制
MX/MD 系列	E24	1.8	1.6 A	-
	E14/E34/E44	1.8	3.2 A	-
Z 系列, MT 系列	E22/E23	3.9	3.4 A	-
	E12/E32/E42 E13/E33/E43	3.9	5 A	-
RS50系列	E12/E22	5.8	6 A	-
	E32/E42	5.8	6 A	-
RS20系列	E10/E20	9.3	6 A	2.4
	E30/E40	2.4	6 A	2.4
	E30/E40 (改变变压器)	9.3	6 A	2.4
RS10系列	E10/E20	10.6	6 A	3.7
	E30/E40	3.7	6 A	3.7
	E30/E40 (改变变压器)	10.6	6 A	3.7
	E71/E74/E77	0.8	0.45 A*	-
RS05系列	E71/E74/E77	1.6	1 A*	-
RS03系列	E70/E73/E76	2	0.79 A*	-
YF03系列	E10/E20	8.9	6 A	2
	E30/E40	2	6 A	2
	E30/E40 (改变变压器)	8.9	6 A	2

**注意\***：使用 IO 时，总消耗的电流和马达制动器电流应小于制动器容量限制。

3. 山洋马达多轴控制器外部轴电源容量限制

-	控制器	马达容量限制	制动器容量限制	再生电阻限制
山洋马达外部轴	多轴控制器	12	11.2 A	-

1.5 适用于外部轴规格的马达

不适用三菱马达的规格如下表所示。

	外部轴规格	山洋马达	三菱马达	注意
1	直动轴	可用	可用	包括直动轴协调。
2	定位器	可用	可用	包括定位器协调。
3	回转轴	可用	可用	包括回转轴协调。
4	手爪（定位控制）	可用	可用	
5	Dual伺服系统	可用	可用	山洋马达和三菱马达的组合使用不可行。
6	连续转动功能	可用	可用	
7	外部轴无限回转	可用	不可用	
8	伺服焊枪	可用	不可用	
9	伺服焊炬	可用	不可用	
10	单独控制	可用	可用	
11	Cubic-S	可用	不可用	

## 2.0 硬件安装

要通过机器人控制器控制外部轴，将第 1 章中选择的伺服马达安装进外部轴，还须在控制器中安装必要的硬件和马达与控制器间的连接电缆。

### ⚠ 小心

编码器值备用电池：安装完马达后不要断开电池备份线与编码器的连接。

- 山洋马达在备用电池盒与马达（编码器）之间
- 三菱马达在放大器与马达（编码器）之间

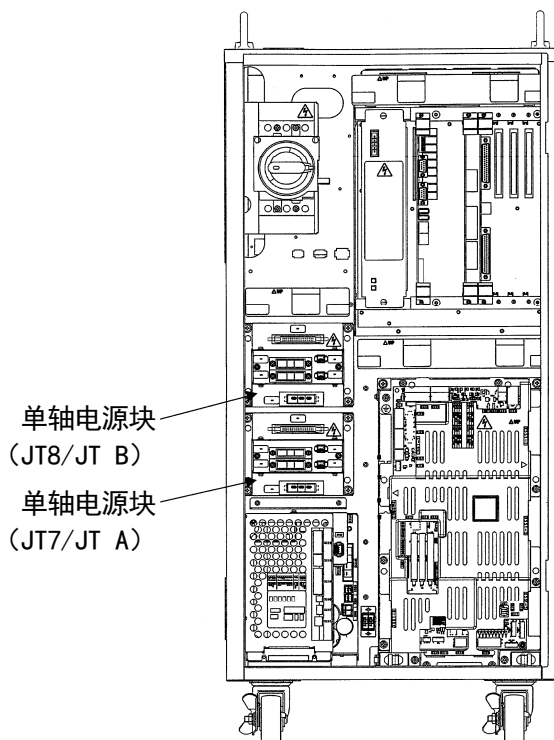
断开连接线会在 30 分钟或几个小时后清除编码器的值。若丢失了编码器的值，必须重新清零。

### ⚠ 危险

关闭马达电源后，电源块单元和 MC 单元开始放电。至少等待 7 分钟然后确认电源块上 P-N 间的电压为 0 V 才能让硬件工作。

## 2.1 使用山洋马达时（E2X 控制器）

下图所示为在控制器中安装 KHI 放大器，以及马达与控制器之间的电缆连接。



### 2.1.1 通过机械人单独线束增设 JT7/JT A

[ 注意 ]

4.2 kW 马达与 100A 放大器的组合不适用于这种方式。

参考图 1 按以下程序进行操作。

1. 拆除单轴放大器下部的隔板，安装单轴电源块（JT7/JT A）。
2. 将 PWM 线束（JT7/JT A）上的 X517 和 X566（A）（P/N：50978-3911）分别连接到 1TB 板上的 X517 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X566。
3. 将 PN 线束（JT7/JT A）上的 X353 和 X562（A）（P/N：50978-3909）分别连接到 MC 单元上的 X353 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X562。
4. 将 DC 线束（JT7/JT A）上的 X359 和 X564（A）（P/N：50978-3910）分别连接到 MC 单元上的 X359 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X564。
5. 将内部线束上的 X551（JT7/JT A）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X551。

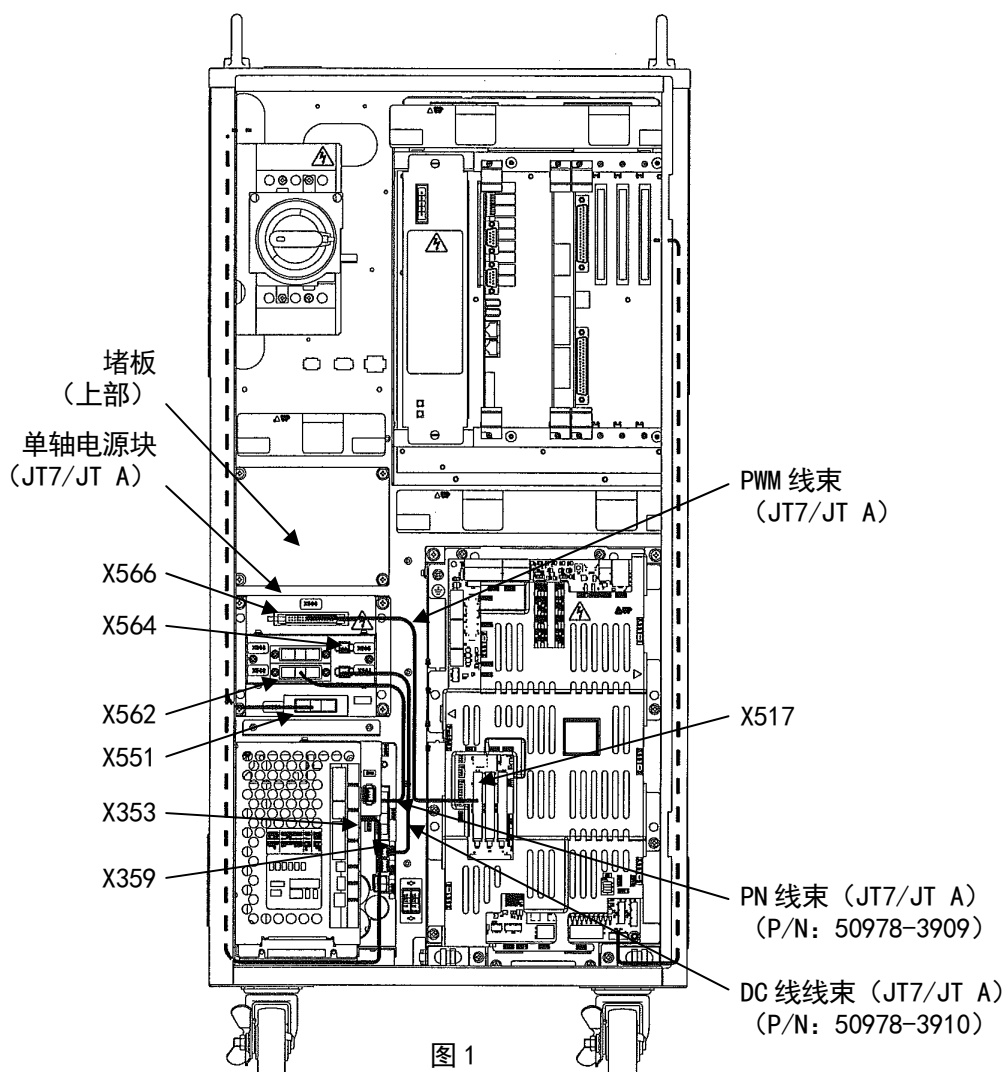
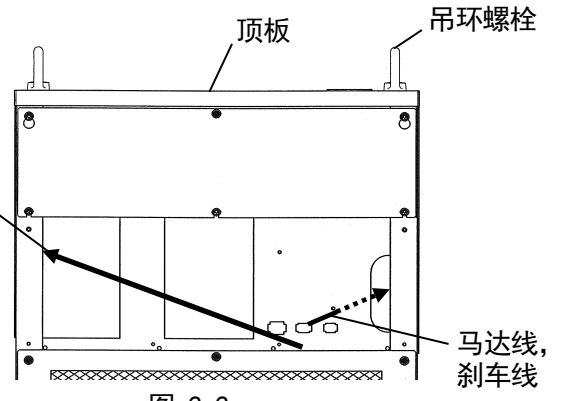
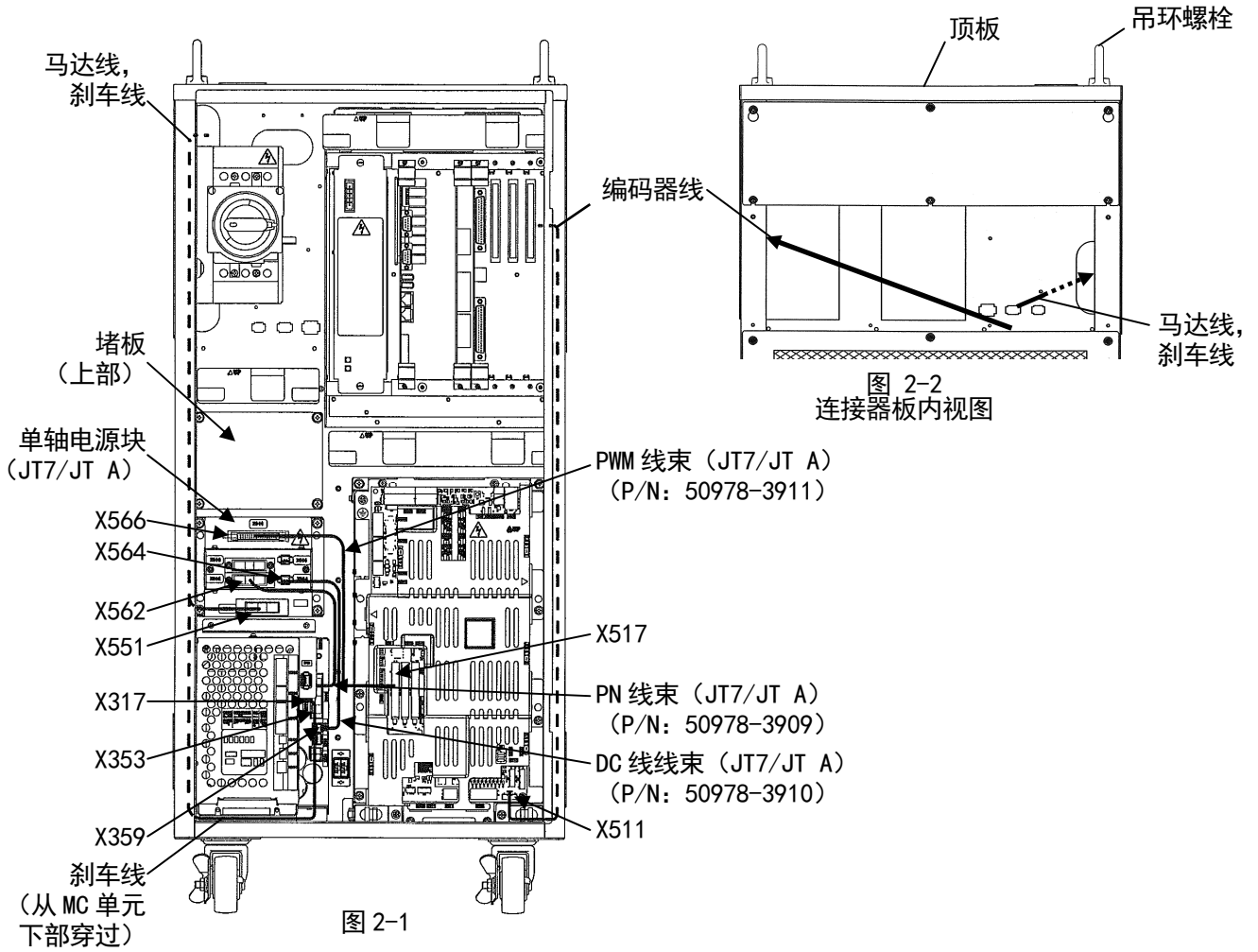


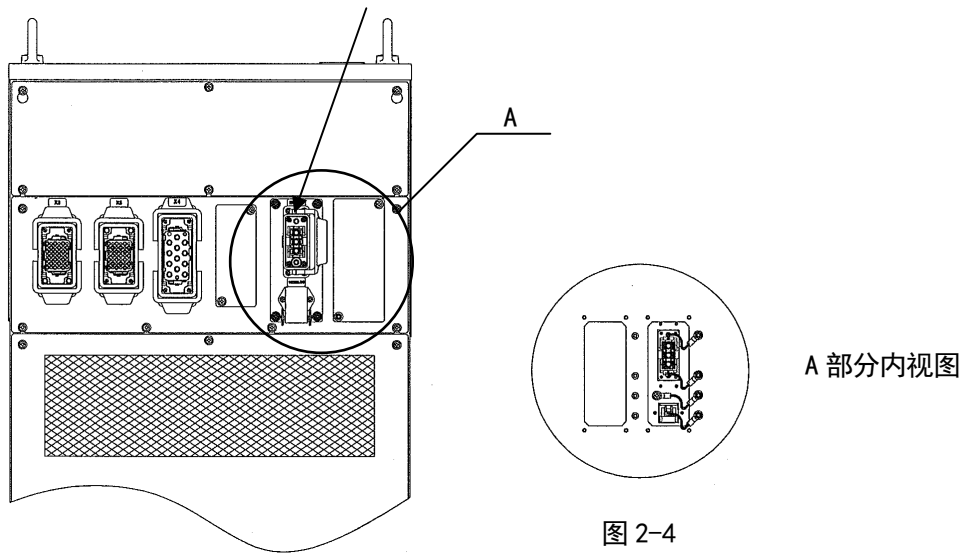
图 1

### 2.1.2 通过 JT7/JT A 专用线束增设 JT7/JT A

1. 拆除单轴放大器下部的隔板，安装单轴电源块（JT7/JT A）。
2. 将 PWM 线束（JT7/JT A）上的 X517 和 X566（A）（P/N：50978-3911）连接到 1TB 板上的 X517 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X566。
3. 将 PN 线束（JT7/JT A）上的 X353 和 X562（A）（P/N：50978-3909）连接到 MC 单元上的 X353 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X562。
4. 将 DC 线束（JT7/JT A）上的 X359 和 X564（A）（P/N：50978-3910）连接到 MC 单元上的 X359 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X564。
5. 拆除控制器顶板（拆下固定顶板的螺钉和吊环螺栓）。卸下连接器板上的 JT7/JT A 空白板，再拔出外部轴（JT7/JT A）的内部线束（P/N：50978-3920）并将其连接到洞中。（见图 2-3）连接编织屏蔽线和后盖背面的 G/Y 线（参考图 2-4）。
6. 将线束拉进控制器，使马达和刹车线穿过从控制器背面看到的右上角孔，编码器线穿过插件架的左侧。（见图 2-2）
7. 重新安装步骤 5 去除的顶板。
8. 将外部轴内部线束上的 X551（A）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X551。
9. 断开 MC 单元上 X317 线束连接，然后将外部轴内部线束的 X317 连接到 MC 单元上的 X317。
10. 断开 1TB 板上的 X511 线束连接，然后将外部轴内部线束的 X511 连接到 1TB 板上的 X511。



外部轴内部线束 (JT7/JT A)  
(P/N: 50978-3920)



### 2.1.3 增设 JT8/JT B

1. 拆除单轴放大器上部的隔板，安装单轴电源块（JT8/JT B）。
2. 将 PWM 线束（JT8/JT B）上的 X518 和 X566（B）（P/N：50978-3916）连接到 1TB 板上的 X518 和单轴电源块（JT8/JT B）上的 X566。
3. 将 PN 线束（JT8/JT B）上的 X563（A）和 X562（B）（P/N：50978-3914）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X563 和单轴电源块（JT8/JT B）上的 X562。
4. 将 DC 线束（JT8/JT B）上的 X565（A）和 X564（B）（P/N：50978-3915）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X565 和单轴电源块（JT8/JT B）上的 X564。
5. 拆除控制器顶板（拆下固定顶板的螺钉和螺栓）。卸下连接器板上的 JT8/JT B 空白板，再拉出外部轴（JT8/JT B）的内部线束（P/N：50978-3921）并将其连接到洞中。（见图 3-3）连接编织屏蔽线和后盖背面的 G/Y 线（参考图 3-4）。
6. 将线束拉进控制器，使马达和刹车线穿过从控制器背面看到的右上角孔，编码器线穿过插件架的左侧。（见图 3-2）
7. 重新安装步骤 5 去除的顶板。
8. 将外部轴内部线束上的 X551（B）连接到单轴电源块（JT8/JT B）上的 X551。
9. 断开 MC 单元上 X318 线束连接，然后将外部轴内部线束的 X318 连接到 MC 单元上的 X318。
10. 断开 1TB 板上的 X512 线束连接，然后将外部轴内部线束的 X512 连接到 1TB 板上的 X512。

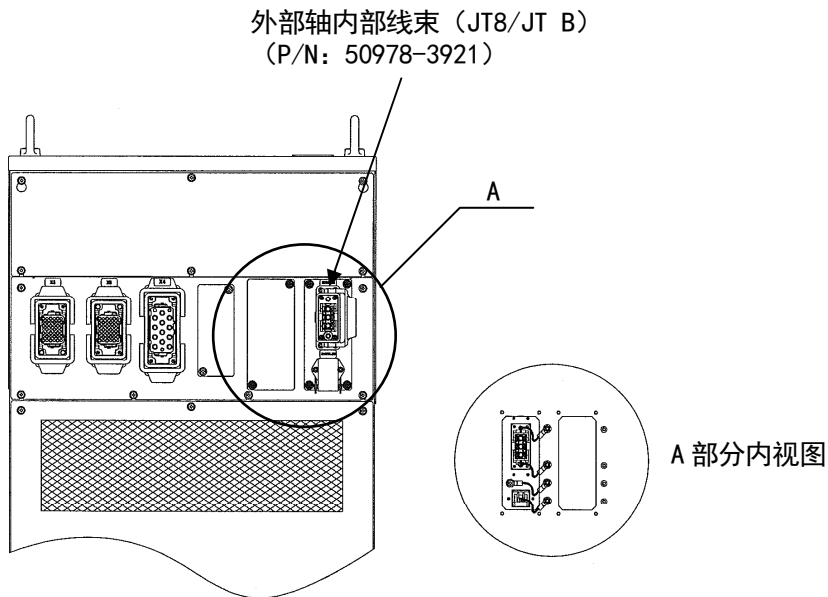
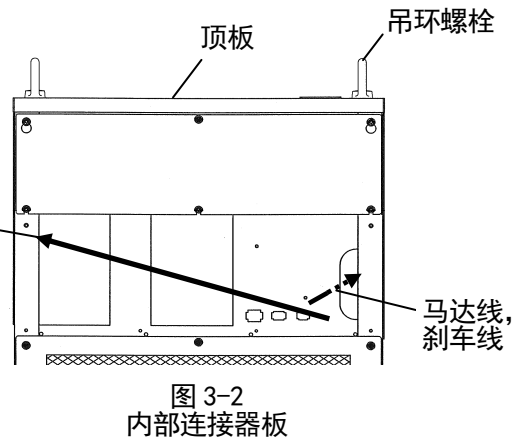
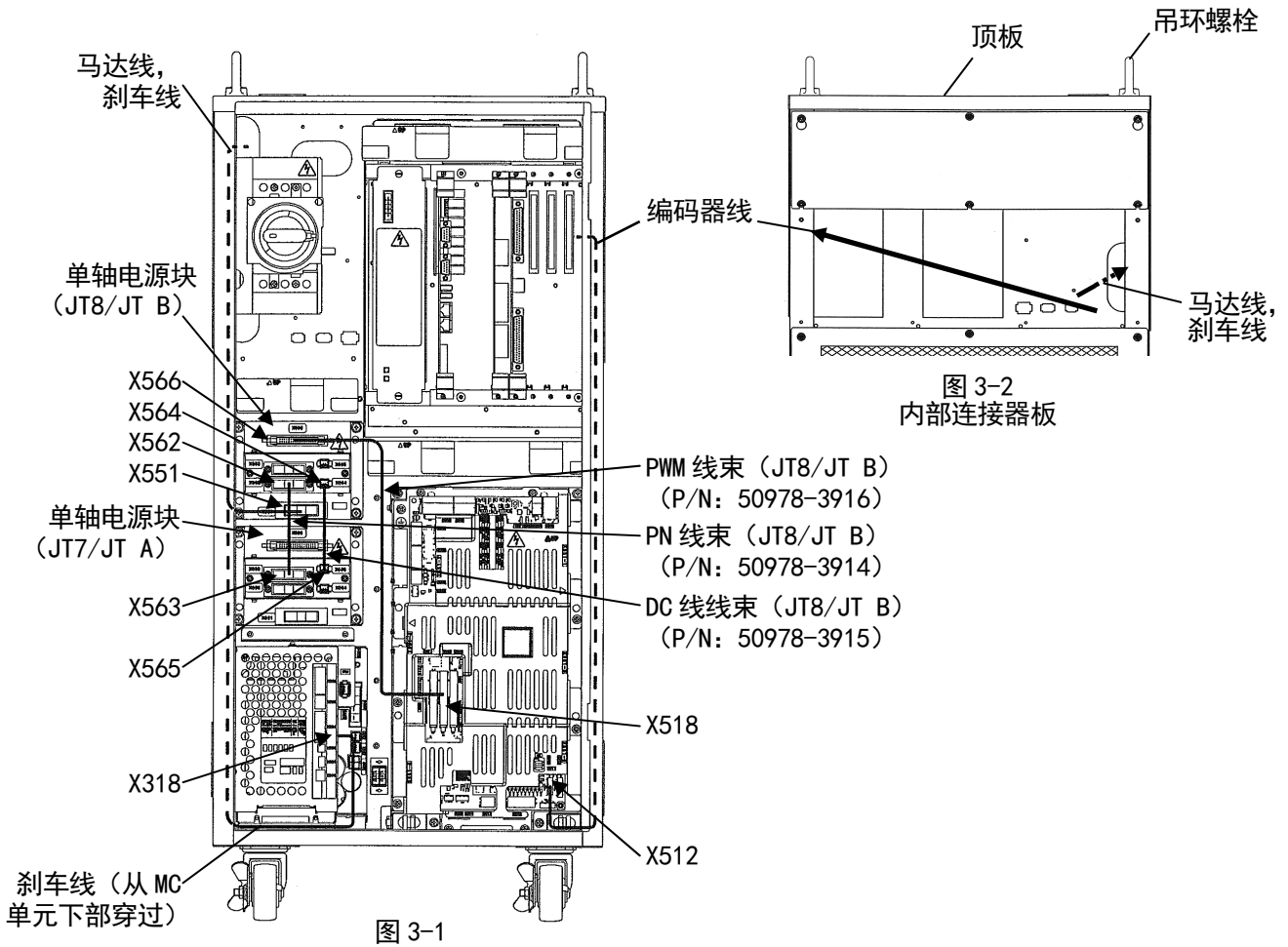
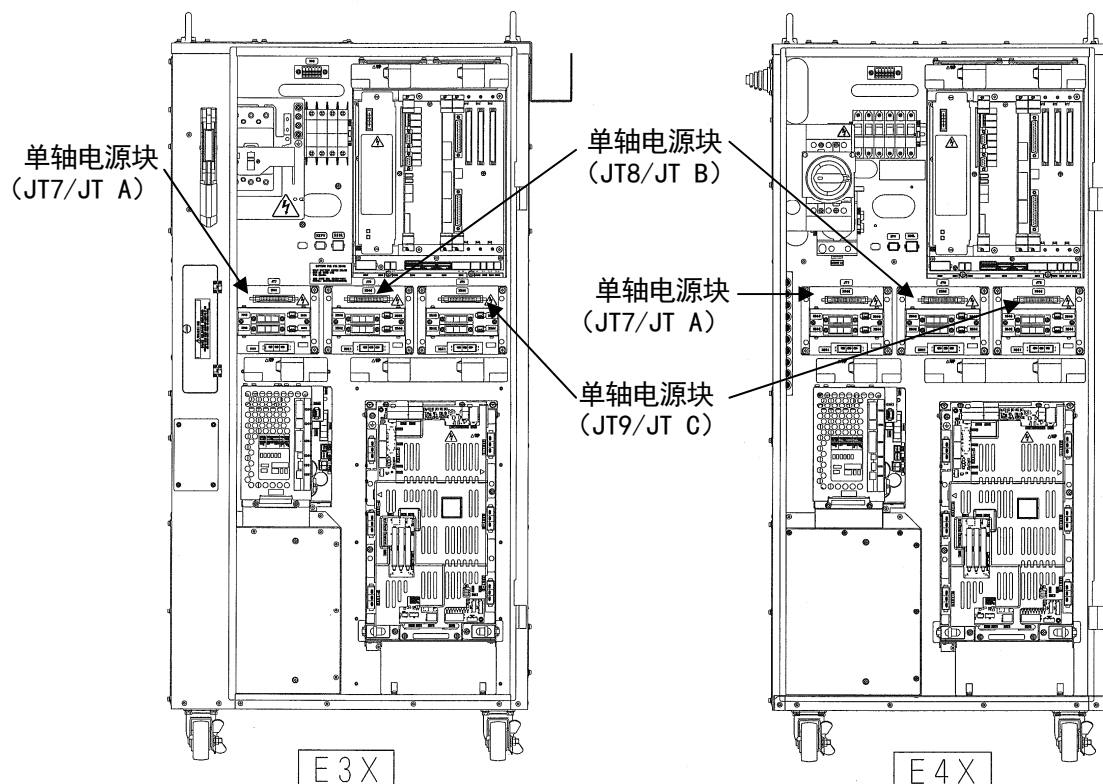


图 3-4

## 2.2 使用山洋马达 (E1X/E3X/E4X 控制器) 时

下图所示为安装在控制器中的 KHI 放大器，马达与控制器之间的电缆连接。



下页的图显示 E4x 控制器。

### 2.2.1 通过机械人单独线束增设 JT7/JT A

参照图 4 按以下程序进行操作。

1. 拆除单轴放大器左侧隔板，安装单轴电源块（JT7/JT A）。
2. 将 PWM 线束（JT7/JT A）上的 X517 和 X566（JT7/JT A）（P/N: 50973-2986）分别连接到 1TB 板上的 X517 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X566。
3. 将 PN 线束（JT7/JT A）上的 X353 和 X562（JT7/JT A）（P/N: 50977-0148）分别连接到 MC 单元上的 X353 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X562。
4. 将 DC 线束（JT7/JT A）上的 X359 和 X564（JT7/JT A）（P/N: 50977-0149）分别连接到 MC 单元上的 X359 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X564。
5. 将内部线束上的 X551（JT7/JT A）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X551。

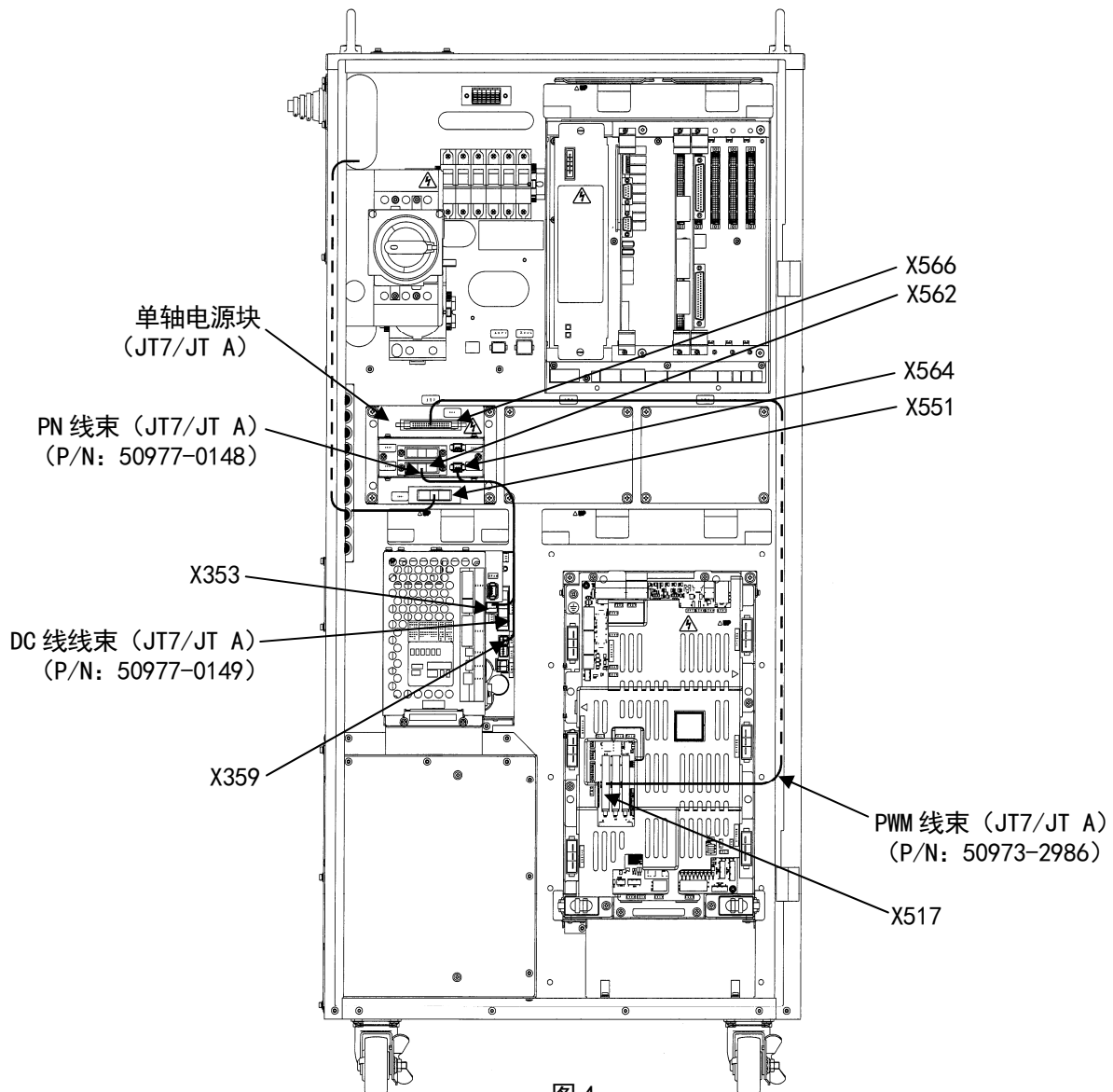


图 4

### 2.2.2 通过 JT7/JT A 专用线束增设 JT7/JT A

1. 拆除单轴放大器左侧隔板，安装单轴电源块（JT7/JT A）。
2. 将 PWM 线束（JT7/JT A）上的 X517 和 X566（JT7/JT A）（P/N: 50973-2986）连接到 1TB 板上的 X517 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X566。
3. 将 PN 线束（JT7/JT A）上的 X353 和 X562（JT7/JT A）（P/N: 50977-0148）连接到 MC 单元上的 X353 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X562。
4. 将 DC 线束（JT7/JT A）上的 X359 和 X564（JT7/JT A）（P/N: 50977-0149）连接到 MC 单元上的 X359 和单轴电源块（JT7/JT A）上的 X564。
5. 拆除控制器顶板（拆下固定顶板的螺钉和吊环螺栓）。卸下连接器板上的 JT7/JT A 空白板，再拉出外部轴（JT7/JT A）的内部线束（P/N: 50977-3921）并将其连接到洞中。（见图 5-3。）连接编织屏蔽线和后盖内部的 G/Y 线（参考图 5-4）。
6. 将线束拉进控制器，使马达和刹车线穿过从控制器背面看到的右边的孔，编码器线穿过插件架的左侧。（见图 5-2）
7. 重新安装步骤 5 去除的顶板。
8. 将外部轴内部线束上的 X551（JT7/JT A）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X551。
9. 断开 MC 单元上 X317 线束连接,然后将外部轴内部线束的 X317 连接到 MC 单元上的 X317。
10. 断开 1TB 板上的 X511 线束连接,然后将外部轴内部线束的 X511 连接到 1TB 板上的 X511。

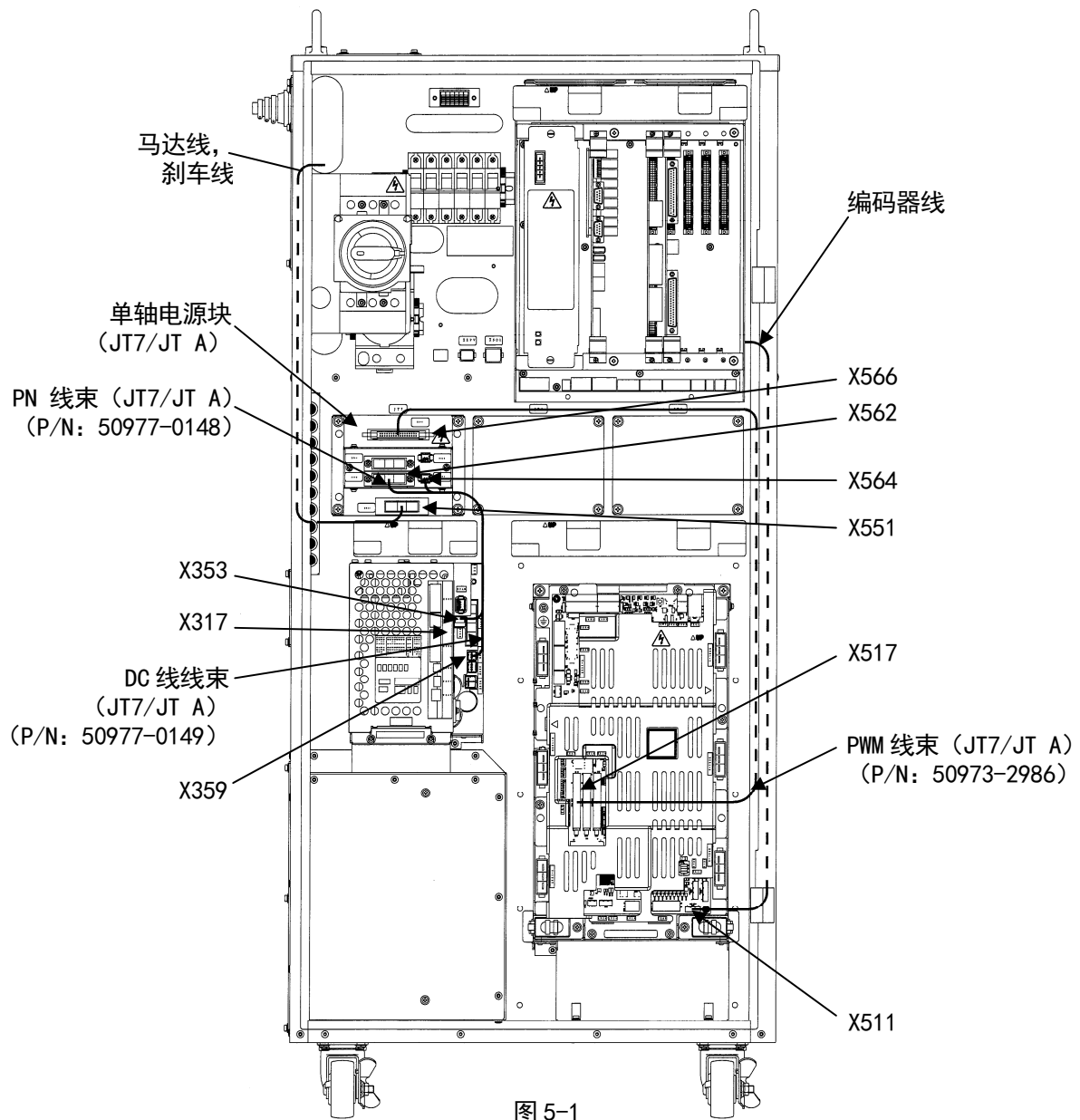


图 5-1

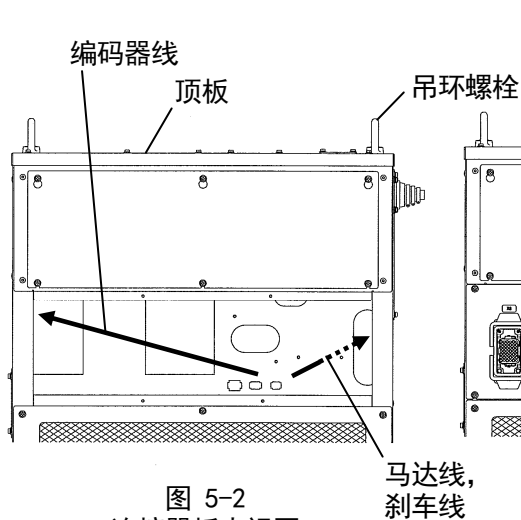


图 5-2  
连接器板内视图

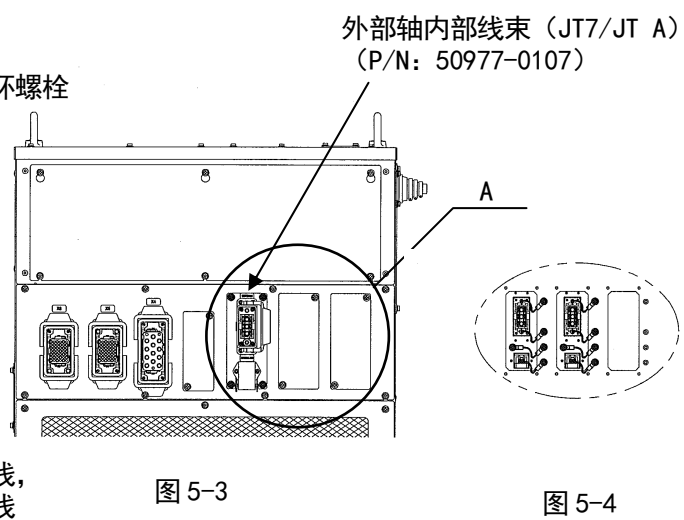


图 5-3

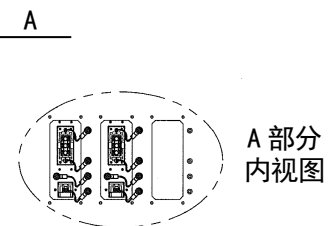


图 5-4

### 2.2.3 增设 JT8/JT B

1. 拆除单轴放大器中间的隔板，安装单轴电源块（JT8/JT B）。
2. 将 PWM 线束（JT8/JT B）上的 X518 和 X566（JT8/JT B）（P/N: 50973-2897）连接到 1TB 板上的 X518 和单轴电源块（JT8/JT B）上的 X566。
3. 将 PN 线束（JT8/JT B）上的 X563（JT7/JT A）和 X562（JT8/JT B）（P/N: 50977-0111）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X563 和单轴电源块（JT8/JT B）上的 X562。
4. 将 DC 线束（JT8/JT B）上的 X565（JT7/JT A）和 X564（JT8/JT B）（P/N: 50977-0112）连接到单轴电源块（JT7/JT A）上的 X565 和单轴电源块（JT8/JT B）上的 X564。
5. 拆除控制器顶板（拆下固定顶板的螺钉和吊环螺栓）。卸下连接器板上的 JT8/JT B 空白板，再拉出外部轴（JT8/JT B）的内部线束（P/N: 50977-0108）并将其连接到洞中。（见图 6-3。）连接编织屏蔽线和后盖内部的 G/Y 线（参考图 6-4）。
6. 将线束拉进控制器，使马达和刹车线穿过从控制器背面看到的右边的孔，编码器线穿过插件架的左侧。（见图 6-2）
7. 重新安装步骤 5 去除的连接器板。
8. 将外部轴内部线束上的 X551 连接到单轴电源块（JT8/JT B）上的 X551。
9. 将外部轴内部线束上的 X318 连接到 MC 单元上的 X318。
10. 将外部轴内部线束上的 X512 连接到 1TB 板上的 X512。

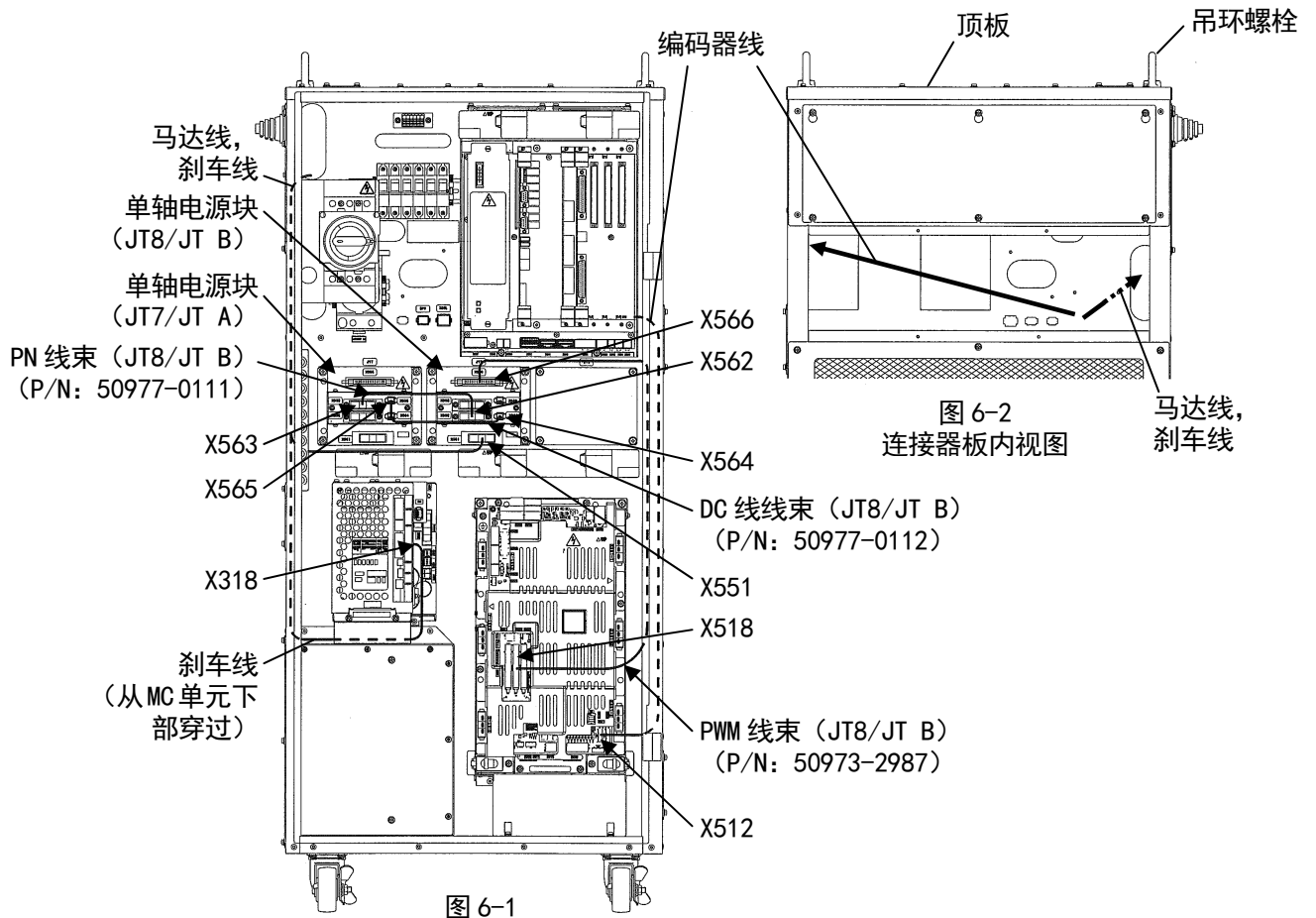


图 6-2  
连接器板内视图

外部轴内部线束 (JT8/JT B)  
(P/N: 50977-0108)

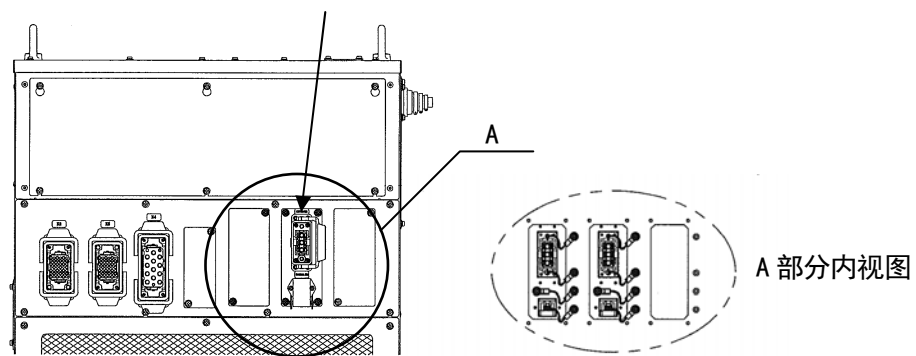
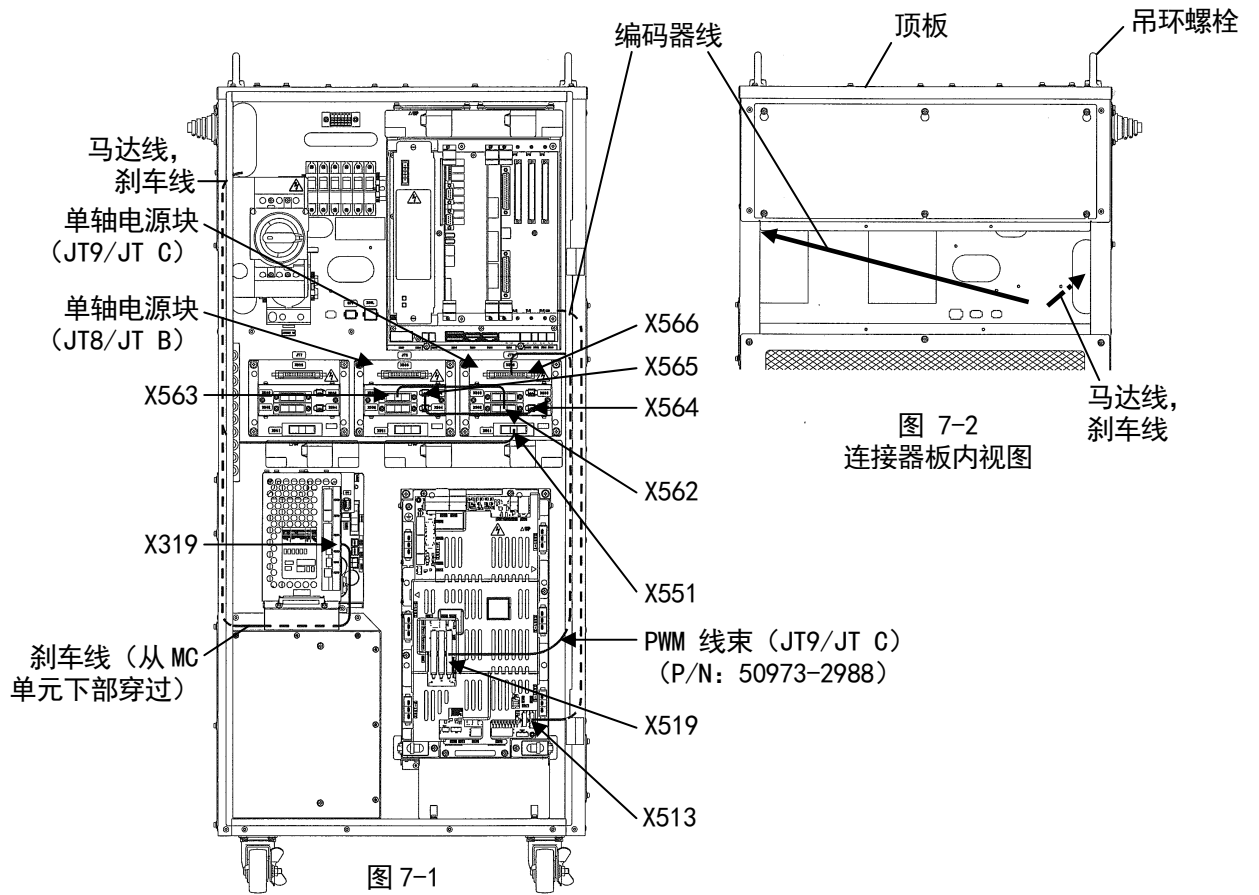


图 6-3

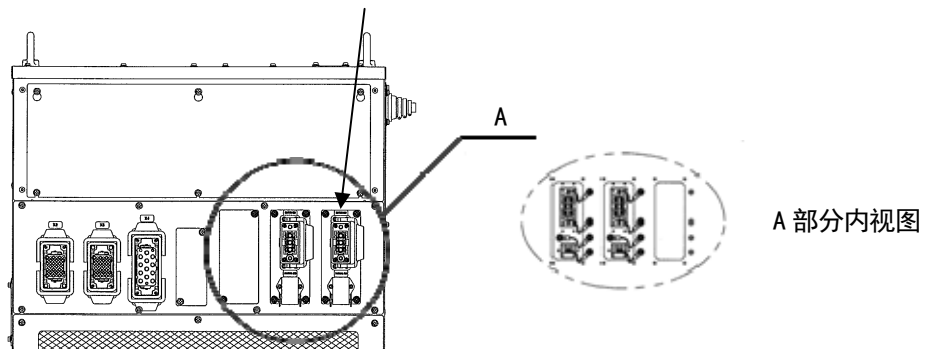
图 6-4

#### 2.2.4 增设 JT9/JT C

1. 拆除单轴放大器中间的隔板，安装单轴电源块（JT9/JT C）。
2. 将 PWM 线束（JT9/JT C）上的 X519 和 X566（JT9/JT C）（P/N: 50973-2988）连接到 1TB 板上的 X519 和单轴电源块（JT9/JT C）上的 X566。
3. 将 PN 线束（JT9/JT C）上的 X563（JT8/JT B）和 X562（JT9/JT C）（P/N: 50977-0152）连接到单轴电源块（JT8/JT B）上的 X563 和单轴电源块（JT9/JT C）上的 X562。
4. 将 DC 线束（JT9/JT C）上的 X565（JT8/JT B）和 X564（JT9/JT C）（P/N: 50977-0153）连接到单轴电源块（JT8/JT B）上的 X565 和单轴电源块（JT9/JT C）上的 X564。
5. 拆除控制器顶板（拆下固定顶板的螺钉和螺栓）。卸下连接器板上的 JT9/JT C 空白板，再拉出外部轴（JT9/JT C）的内部线束（P/N: 50977-0108）并将其连接到洞中。（见图 7-3）连接编织屏蔽线和后盖内部的 G/Y 线（参考图 7-4）。
6. 将线束拉进控制器，使马达和刹车线穿过从控制器背面看到的右边的孔，编码器线穿过插件架的左侧。（见图 7-2）
7. 重新安装步骤 5 去除的顶板。
8. 将外部轴内部线束上的 X551（JT9/JT C）连接到单轴电源块（JT9/JT C）上的 X551。
9. 将外部轴内部线束上的 X319 连接到 MC 单元上的 X319。
10. 将外部轴内部线束上的 X513 连接到 1TB 板上的 X513。



外部轴内部线束 (JT9/JT C)  
(P/N: 50977-0109)



## 2.3 使用山洋马达（E7X 控制器）时的硬件安装

### 2.3.1 通过机械人单独线束增设 JT7/JT A

参照图 8 按以下程序进行操作。（放大器架、风扇和螺丝套件的零件号：49094-0088）

1. 卸下控制器的顶盖（2）。程序参考 2.3.4-1。
2. 安装放大器架（P/N：50833-0006）。
3. 在板上安装风扇（P/N：50973-2898）。
4. 沿着放大器架的导轨将 1UZ 板（JT7/JT A）上的 CN1 和 CN2 连接到 1UY 板上的 CNAMP7S 和 CNAMP7P。
5. 将布线于控制器中的 X4 线束的 AMP7 连接到 1UZ 板（JT7/JT A）上的 CN3。
6. 重新安装控制器的顶盖。

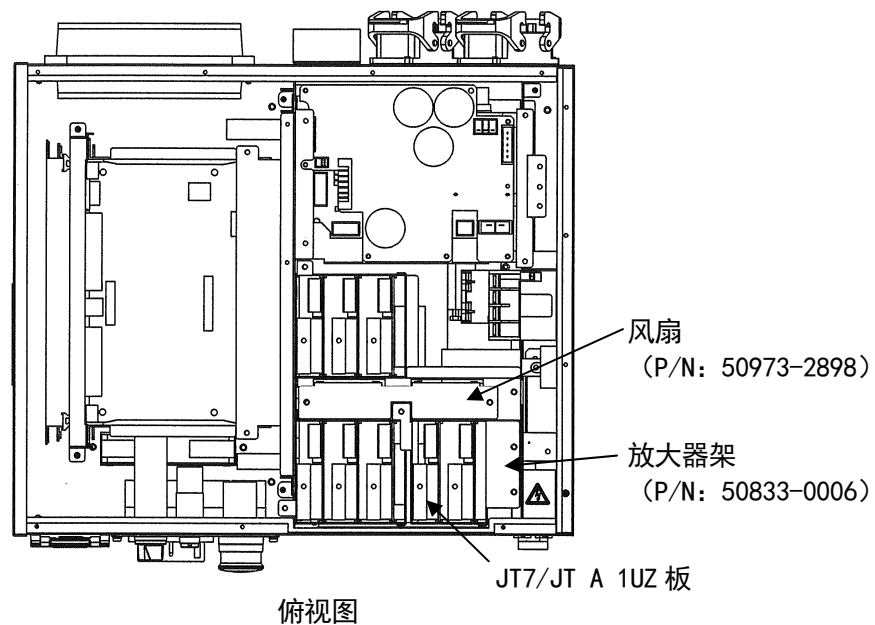
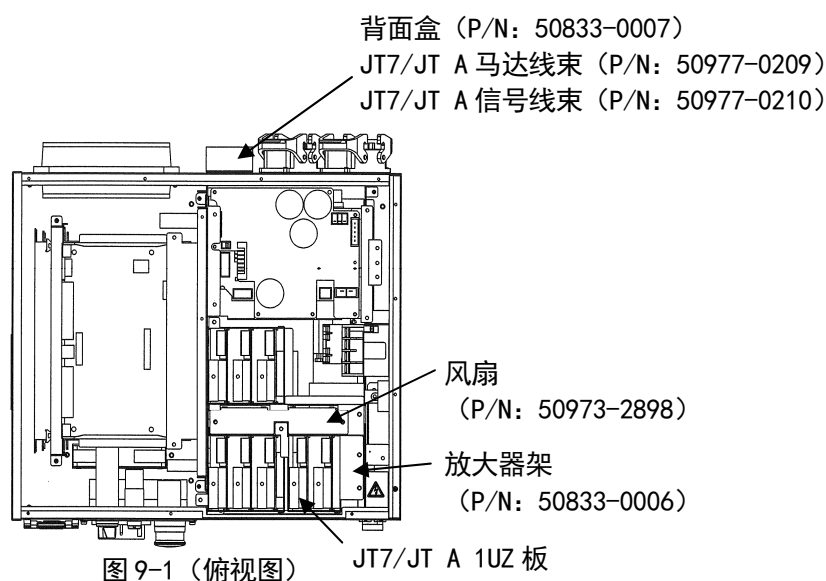


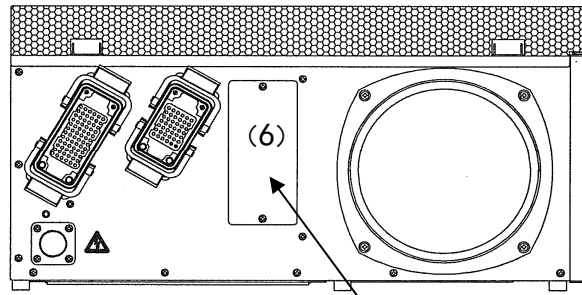
图 8

### 2.3.2 通过 JT7/JT A 专用线束增设 JT7/JT A

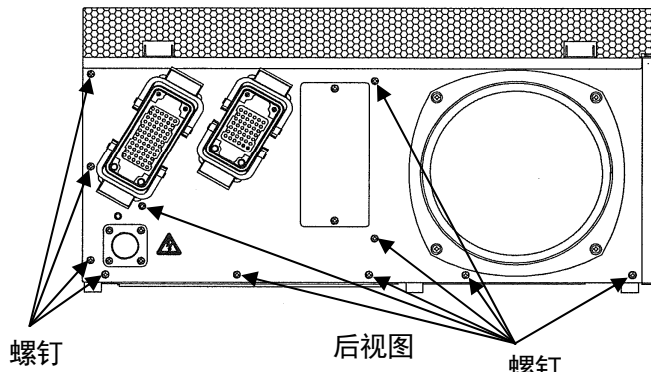
参照图 9-1 至 9-4 按以下程序进行操作。（放大器架、风扇、JT7/JT A 专用线束、背面箱及螺丝套件的零件号：49094-0089）

1. 卸下控制器的顶盖（2）。程序参考 2.3.4-1。
2. 安装放大器架（P/N：50833-0006）。
3. 在板上安装风扇（P/N：50973-2898）。
4. 沿着放大器架的导轨将 1UZ 板（JT7/JT A）上的 CN1 和 CN2 连接到 1UY 板上的 CNAMP7S 和 CNAMP7P。（见图 9-1。）
5. 去除控制器背面的连接器板（6）（见图 9-2），给所连接的马达线束（JT7/JT A）（P/N：50977-0209）和信号线束（JT7/JT A）（P/N：50977-0210）装上背面盒（P/N：50833-0007）。
6. 将马达线束（JT7/JT A）的 AMP7 连接到 1UZ 板（JT7/JT A）上的 CN3。
7. 卸下将板固定在控制器背面的 11 颗螺钉，轻轻地将板从控制器上取下。（见图 9-3。）
8. 移除连接到 1TV 板上 X317 的 X4 线束的 X317。用捆绑带将移除的 X4 线束的 X317 固定在控制器中。
9. 将马达线束（JT7/JT A）的 X317 连接到 1TV 板上的 X317。
10. 将信号线束（JT7/JT A）的 X511 放在可触及控制器底部的位置。
11. 用 11 颗螺钉将板固定在控制器的背面。
12. 重新安装控制器的顶盖。
13. 卸下控制器的底盖（4）。程序参考 2.3.4-2。
14. 移除连接到 1TB 板上 X511 的 X3 线束的 X511。用捆绑带将移除的 X3 线束的 X511 固定在控制器中。（见图 9-4。）
15. 将信号线束（JT7/JT A）的 X511 连接到 1TB 板上的 X511。
16. 重新安装控制器的底盖。





后视图  
连接器背板  
图 9-2



后视图  
图 9-3

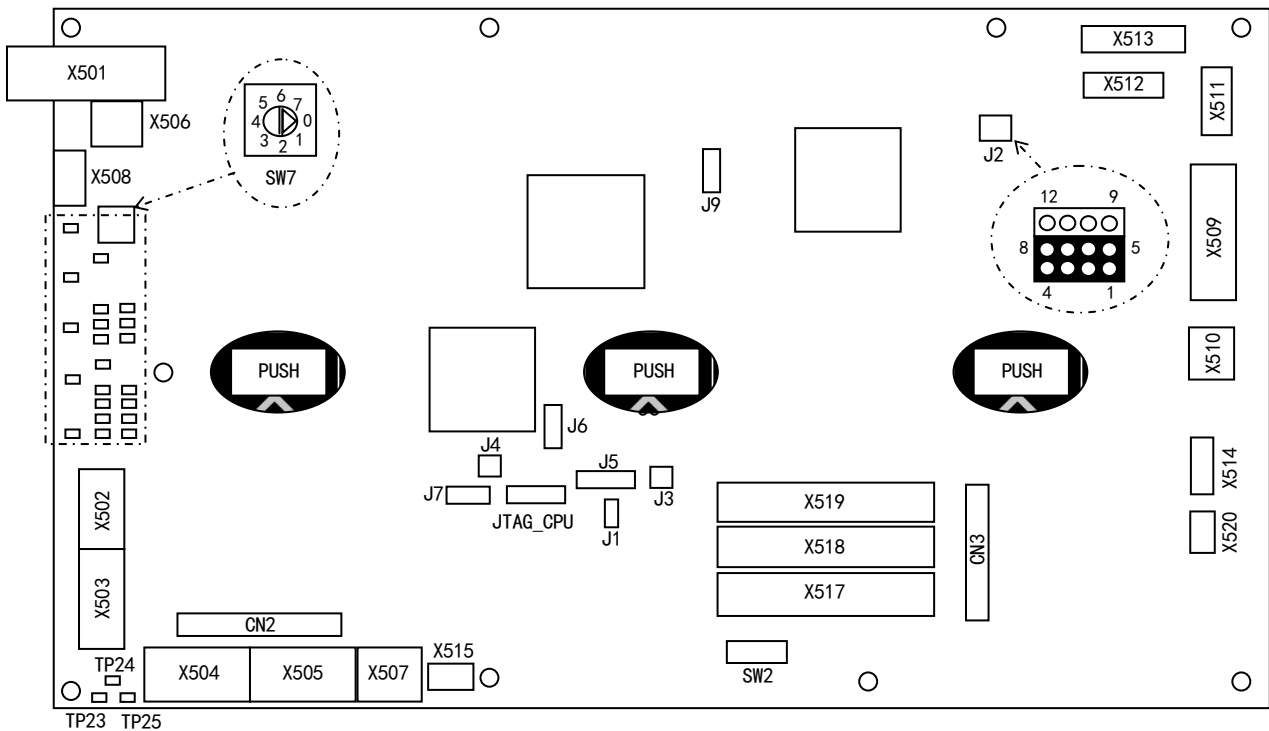


图 9-4

### 2.3.3 增设 JT8/JT B

参照图 10-1 至 10-4 按以下程序进行操作。（JT8/JT B 专用线束、背面箱及螺丝套件的零件号：49094-0090）为了增设 JT8/JT B，必须增设 JT7/JT A（按 2.3.1. 所叙述的方法操作）。按 2.3.2 中所述方法通过 JT7/JT A 专用线束增设 JT7/JT A 时，不用增设 JT8/JT B。

1. 卸下控制器的顶盖（2）。程序参考 2.4.1。
2. 沿着放大器架的导轨将 1UZ 板（JT8/JT B）上的 CN1 和 CN2 连接到 1UY 板上的 CNAMP8S 和 CNAMP8P。（见图 10-1。）
3. 去除控制器背面的连接器板（6）（见图 10-2），给所连接的马达线束（JT8/JT B）（P/N: 50977-0235）和信号线束（JT8/JT B）（P/N: 50977-0236）装上背面盒（P/N: 50833-0007）。
4. 将马达线束（JT8/JT B）的 AMP8 连接到 1UZ 板（JT8/JT B）上的 CN3。
5. 卸下将板固定在控制器背面的 11 颗螺钉，轻轻地将板从控制器上取下。（见图 10-3。）
6. 将马达线束（JT8/JT B）的 X318 连接到 1TV 板上的 X318。
7. 将信号线束（JT8/JT B）的 X512 放在可触及控制器底部的位置。
8. 用 11 颗螺钉将板固定在控制器的背面。
9. 重新安装控制器的顶盖。
10. 卸下控制器的底盖（4）。程序参考 2.3.4-2。
11. 将信号线束（JT8/JT B）的 X512 连接到 1TB 板上的 X512。（见图 10-4。）
12. 重新安装控制器的底盖。

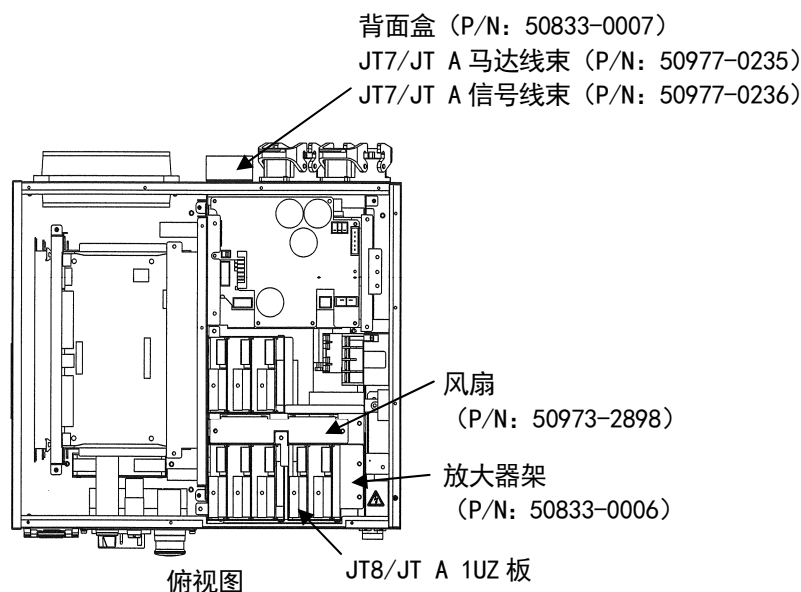
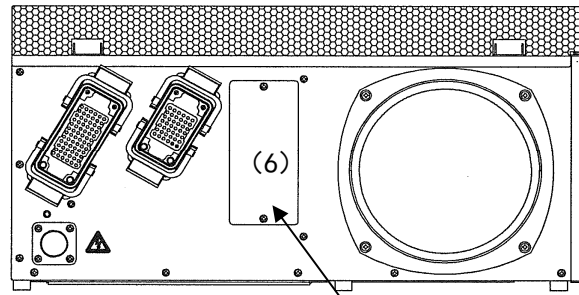
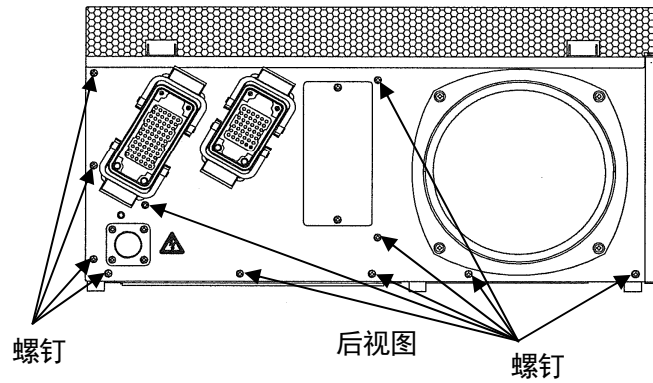


图 10-1



后视图  
连接器背板  
图 10-2



后视图  
螺钉  
螺钉  
图 10-3

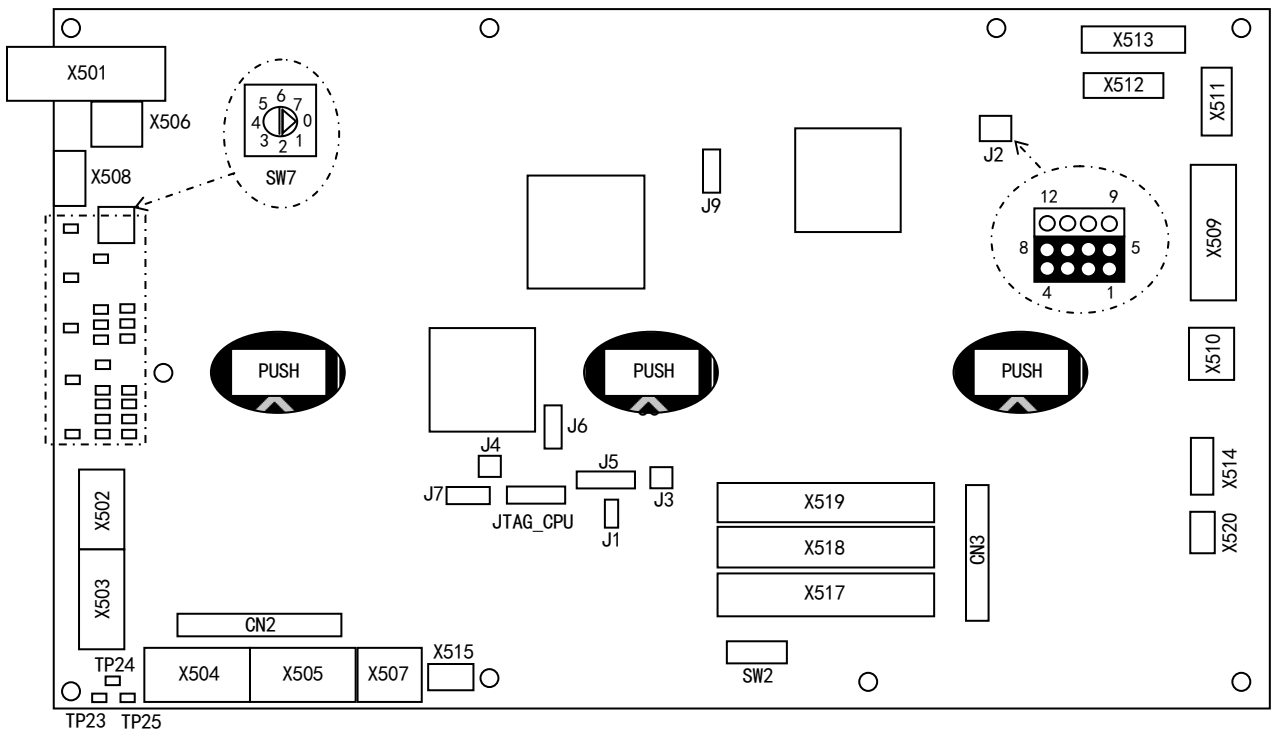
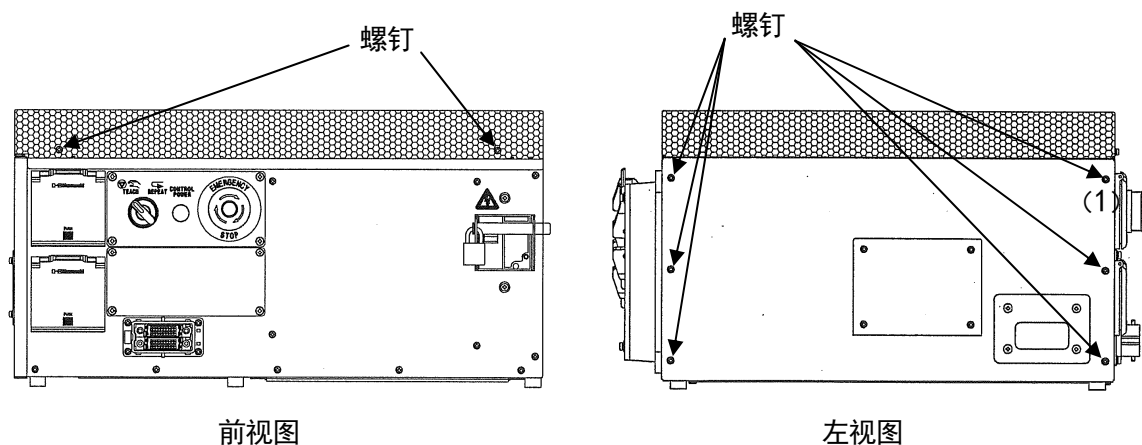


图 10-4

### 2.3.4 如何移除控制器盖

#### 1. 控制器顶盖

- (1) 拧下固定啮合盖的两个螺钉，将盖向前滑动，然后向上轻提，使其卸下。（盖子是由背后部分的两个夹子固定在金属板上的。）



- (2) 拧下固定控制器左边盖 (1) 的 6 颗螺钉，然后卸下盖子。
- (3) 拧下固定控制器顶盖 (2) 的螺钉\*。螺钉请参考下面的注释。
- (4) 轻提控制器顶盖 (2) 卸下风扇的连接器和再生电阻，然后卸下盖子。

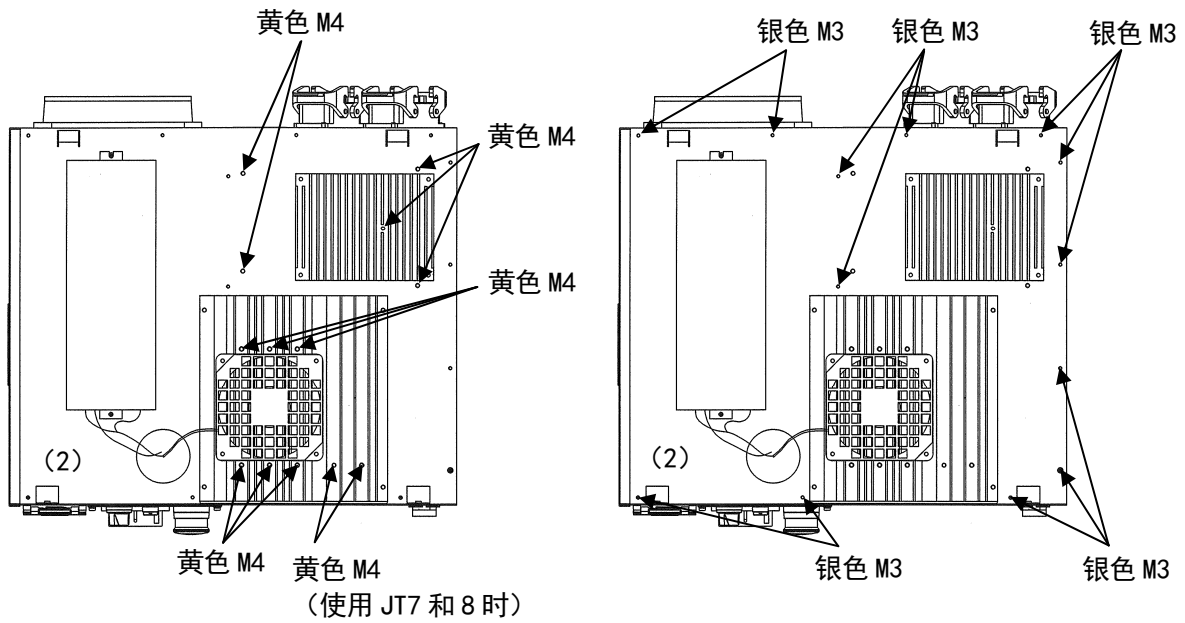
#### **注意\*** 螺钉类型

控制器顶盖 (2) 用了三种螺钉。拧下黄色 M4 螺钉和银色 M3 螺钉以卸下控制器顶盖。

黄色 M4: 固定控制器的顶盖和内部零件 (1UZ 板上的散热片和电源装置等。)

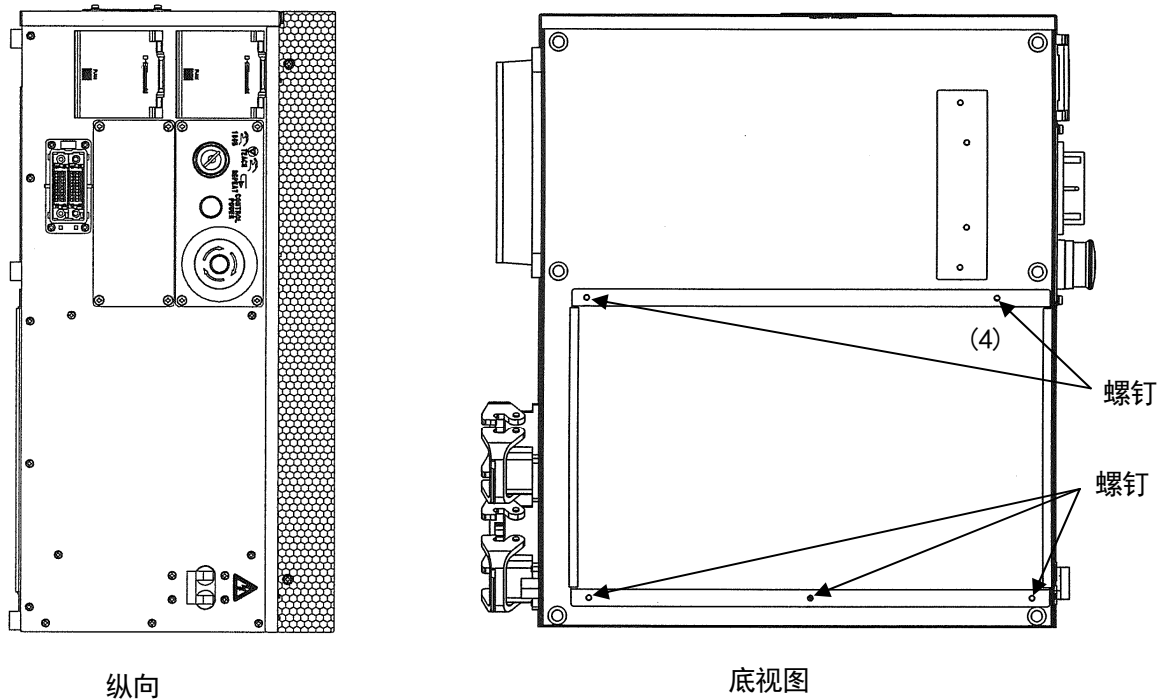
银色 M3: 固定控制器顶盖和控制器

银色 M4: 固定控制器顶盖和外部零件 (风扇和再生电阻, 等等。)



## 2. 控制器底盖

(1) 控制器纵向放置如下所示。

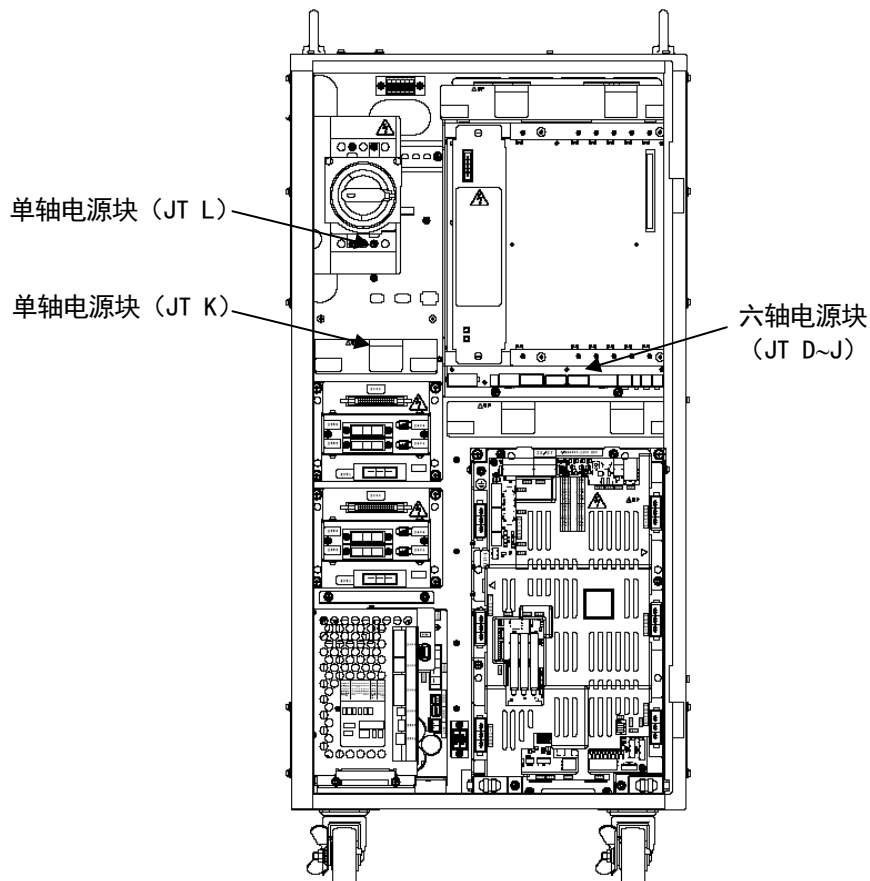


(2) 拧下固定控制器底盖的 5 颗螺钉，然后卸下盖子。

## 2.4 使用多轴控制器（山洋马达用）时

使用 E2x 控制器九轴或更多轴山洋马达和 E1x 控制器十轴或更多轴山洋马达时需要用到多轴控制器。要安装多轴控制器，参考单独的多轴控制器安装和连接手册（90210-1275DC\*）。一个多轴控制器可以连接最多八个外部轴（JT D, E, F, G, H, J, K, L）。如下图所示的六轴电源块（默认安装在多轴控制器中）用于六轴（JT D~JT J），单轴电源块用于 JT K 和 L，如下所示。

出货前，川崎公司会基于你系统中马达的配置和多轴控制器的内部电线决定六轴电源块的规格和要用的轴编号。



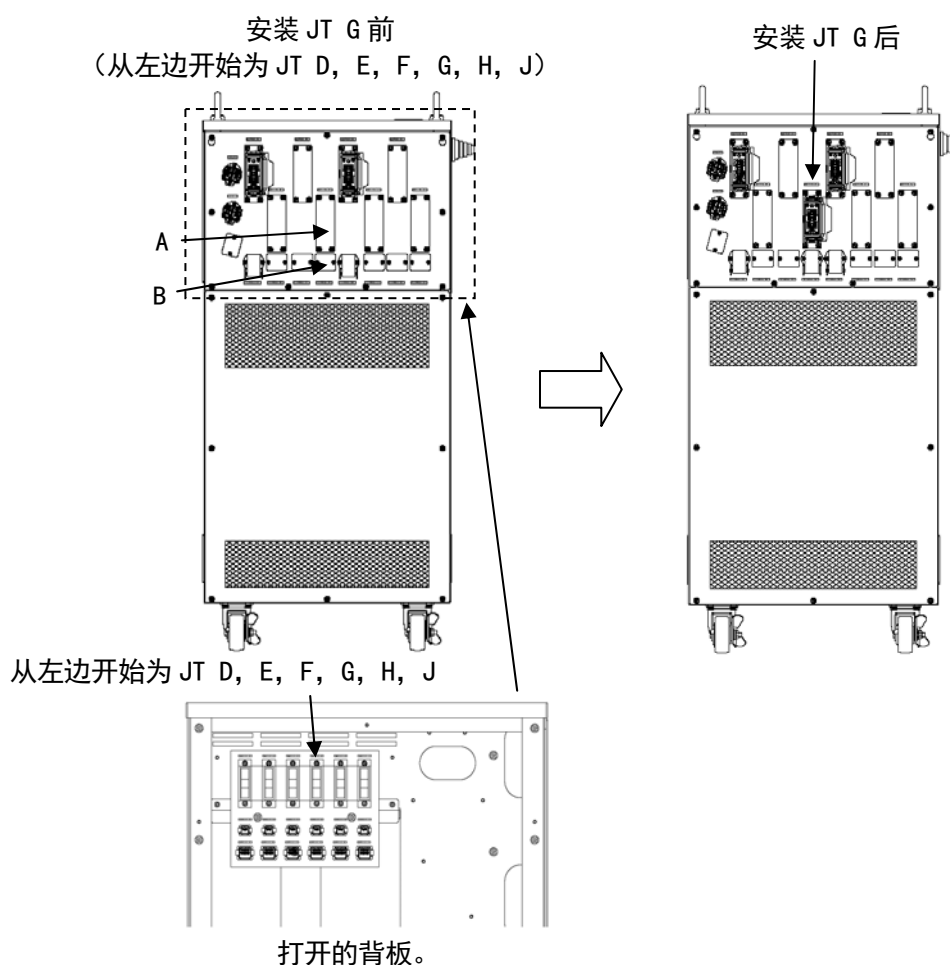
### 2.4.1 在 JT D 和 JT J 增设一个轴时

本节介绍如何给多轴控制器添加 JT G，以 JT D 和 H 的工厂发运为例。

#### 【 注意 】

选择增设马达前，请联系川崎找到要用到的多轴控制器的轴。须由川崎公司根据要用的马达决定哪个轴合适。

1. 准备外部轴的内部线束（（1）电源···P/N: 50977-0472，（2）信号···P/N: 50977-0461）。（常见于 JT D~J 中）
2. 轴编号的附加标记管和标签，根据所用的轴编号，显示在 1 中所示的附着于多轴控制器上的线束上。
3. 拆下 JT G 的背板、板 A 和 B，如下图所示。
4. 将线束（1）连接到 JT G 的板 A 的位置，线束（2）连接到板 B 的位置。同时，用螺钉将地线和线束（1）屏蔽线及线束（2）屏蔽线固定在板背面的垫片上。
5. 打开背板可以找到每轴的继电器连接器。连接到 JT G 处。（继电器连接器：XMOT（JT G），XBRK（JT G），XENC（JT G））
6. 返回到原来的背板处。



### 2.4.2 增设 JT K 或 JT L 时

以下情况使用 JT K 和 L;

1. 所选择的马达无法用于多轴控制器内的六轴放大器。
2. 有必要将多轴控制器与七轴或多轴马达连接时，使用 JT K 和 L。

增设 JT K 到多轴控制器的程序与 2.1.2 中所述的在 E2x 控制器安装 JT7 (JT A) 的程序相同 (除所用线束的 P/N 外)。

(JT K 增设所用的内部线束的零件号)

- PWM 线束: 50977-0490
- PN 线束: 50977-0491
- DC 线束: 50977-0492
- 外部轴的内部线束: 50977-0496

在多轴控制器中增设 JT L 的程序与 2.1.3 中所述的在 E2x 控制器安装 JT8 (JT B) 的程序相同 (除所用线束的 P/N 外)。

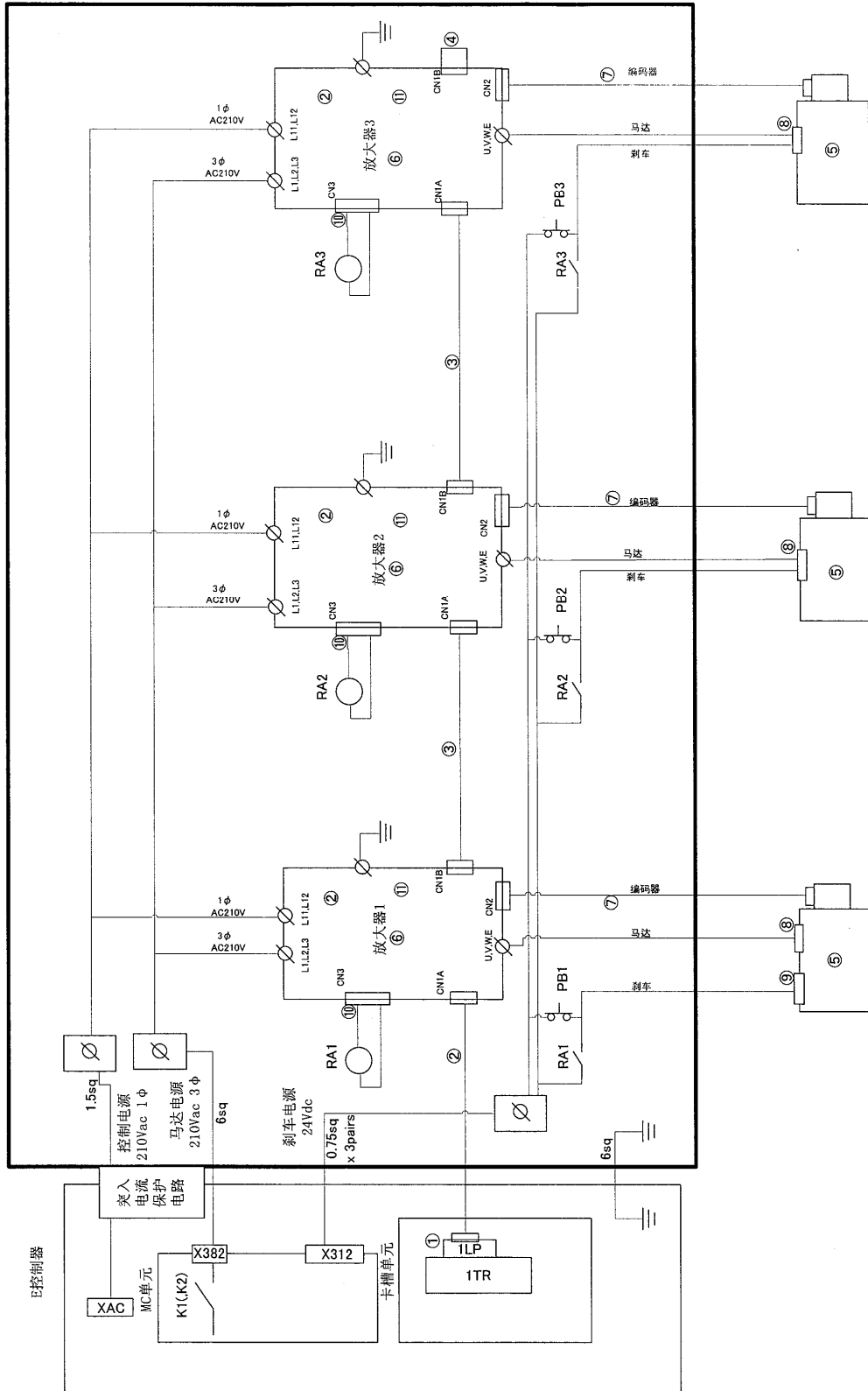
(JT L 增设所用的内部线束的零件号)

- PWM 线束: 50977-0493
- PN 线束: 50977-0494
- DC 线束: 50977-0495
- 外部轴的内部线束: 50977-0497

2.5 使用三菱马达时

使用三菱马达时，按下节准备扩展控制器。下图所示为使用三菱马达时的系统连接图。

三菱MELSERVO-J2-SUPER 标准放大器 / 马达



### 2.5.1 三菱马达所需硬件

根据上述的系统图，增加外部轴时只能使用以下部分。

#### 1. 三菱的零件

编号	名称	KHI零件号	三菱的型号	备注
1	SSCNET I/F板 (1LP板)	50999-2423	MR-KHDF80	每1系统
2	SSCNET总线电缆 (5 M)	50978-4009	MR-J2HBUS5M	每1系统选择电缆 (2 M或5 M)。
	SSCNET总线电缆 (2 M)	50978-2296	MR-J2HBUS2M	
3	SSCNET总线电缆 (0.5 M)	50978-3327	MR-J2HBUS05M	(马达数量-1) 每1系统
4	总线终端器 (SSCNET)	60652-2091	MR-A-TM	每1系统
5	马达 (0.5 kW)	50601-1346	HC-SFS53BK	
	马达 (1 kW)	50601-1347	HC-RFS103BK	
	马达 (1.5 kW)	50601-1348	HC-RFS153BK	
	马达 (2 kW)	50601-1349	HC-RFS203BK	
	马达 (3.5 kW)	50601-1350	HC-RFS353BK	
	马达 (5 kW)	50601-1351	HC-UFS502BK	
6	放大器 (用于0.5 kW)	50607-1407	MR-J2S-60B	用于HC-SFS53BK
	放大器 (用于1 kW/1.5 kW)	50607-1408	MR-J2S-200B	用于HC-RFS103BK, HC-RFS153BK
	放大器 (用于2 kW)	50607-1409	MR-J2S-350B	用于HC-RFS203BK
	放大器 (用于3.5 kW/5 kW)	50607-1410	MR-J2S-500B	用于HC-RFS353BK, HC-UFS502BK
7	编码器电缆 (□M) □: 5/10/20/30	-	MR-ENCBL□M-H	所有马达通用
8	马达连接器装置 (0.5-2 kW)	-	MR-PWCNS1	仅连接器。 布线要求。
	马达连接器装置 (3.5/5 kW)	-	MR-PWCNS2	仅连接器。 布线要求。
9	刹车连接器装置 (5 kW马达)	-	MR-BKCN	仅连接器。 布线要求。
10	刹车连接器装置 (CN3放大器)	-	MR-J2CN1	仅连接器。 布线要求。
11	电池 (绝对编码器系统)	50750-1023	MR-BAT	所有马达通用

2. 再生电阻选项（如果需要）

名称	型号	备注
0.5 kW的再生电阻选项（30 W）	MR-RB032	
0.5 kW的再生电阻选项（100 W）	MR-RB12	
1-5 kW的再生电阻选项（300 W）	MR-RB30	
1-5 kW的再生电阻选项（500 W）	MR-RB50	

3. 刹车驱动继电器（RA1, 2, 3）

按以下等级使用刹车驱动继电器。

线圈等级：DC24 V/40 mA 或更小

触点等级：DC30 V 或更大/3 A 或更大

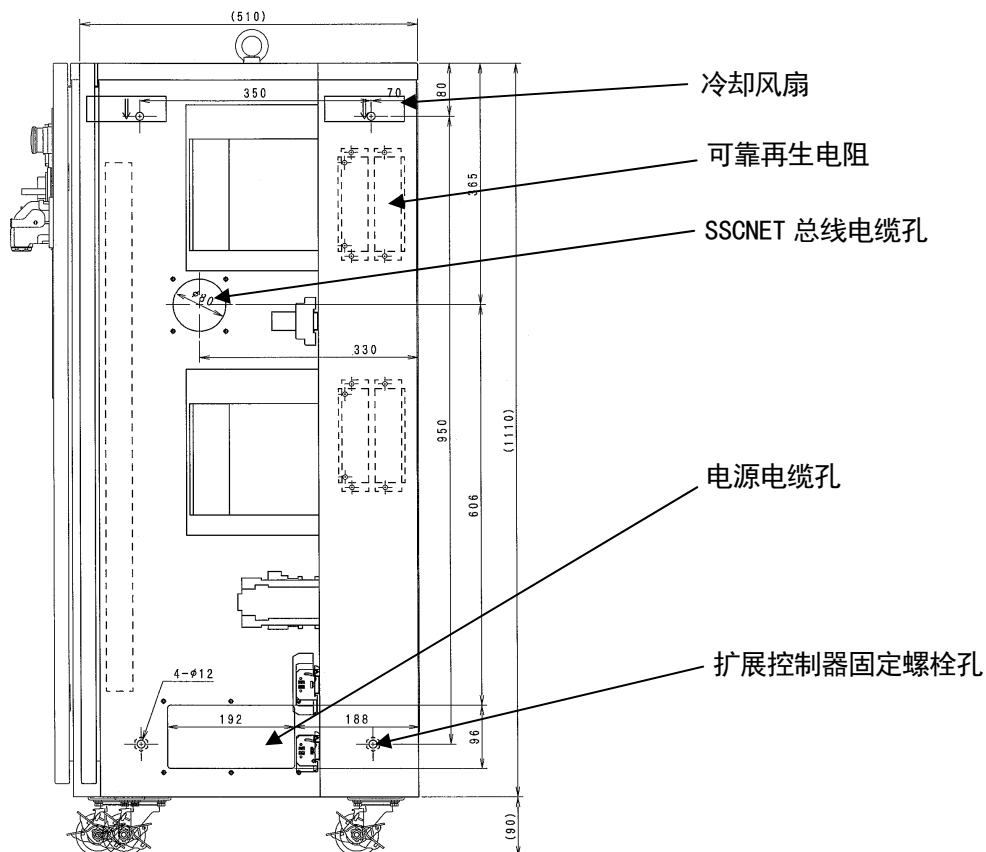
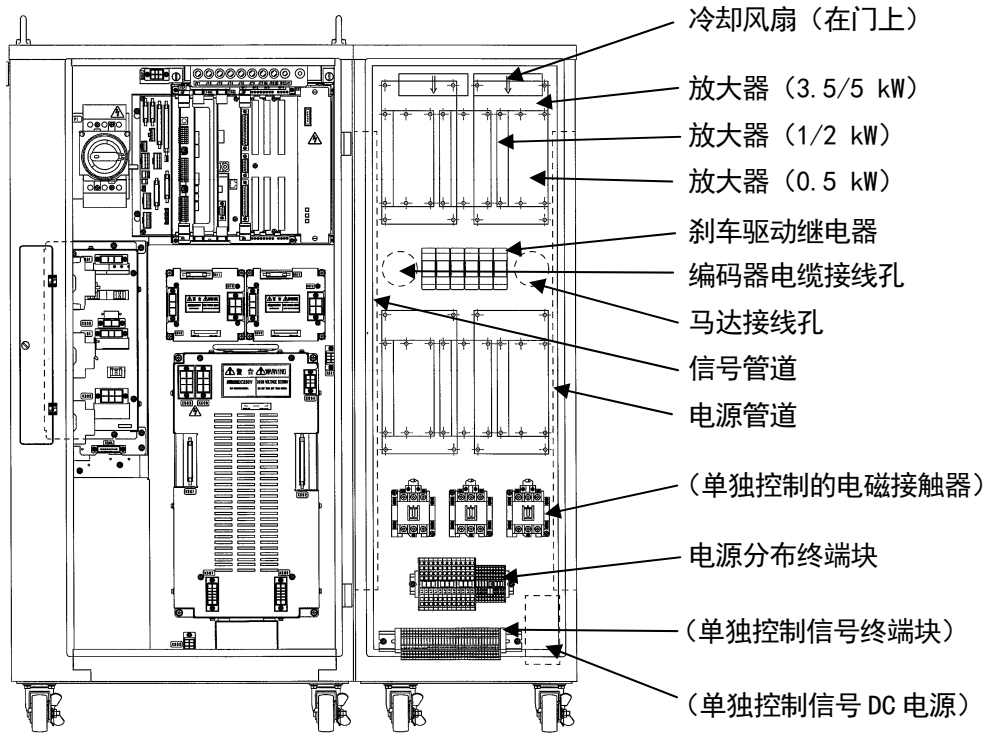
4. 手动制动器开关（PB1, 2, 3）

按下列手动制动器规范使用开关。

开关的触点等级规范：DC30 V 或更大/3 A 或更大

### 2.5.2 零件排列

扩展控制器内的排列例子如下所示。



### 2.5.3 安装/连接程序

本节介绍如何安装和连接下列零件。

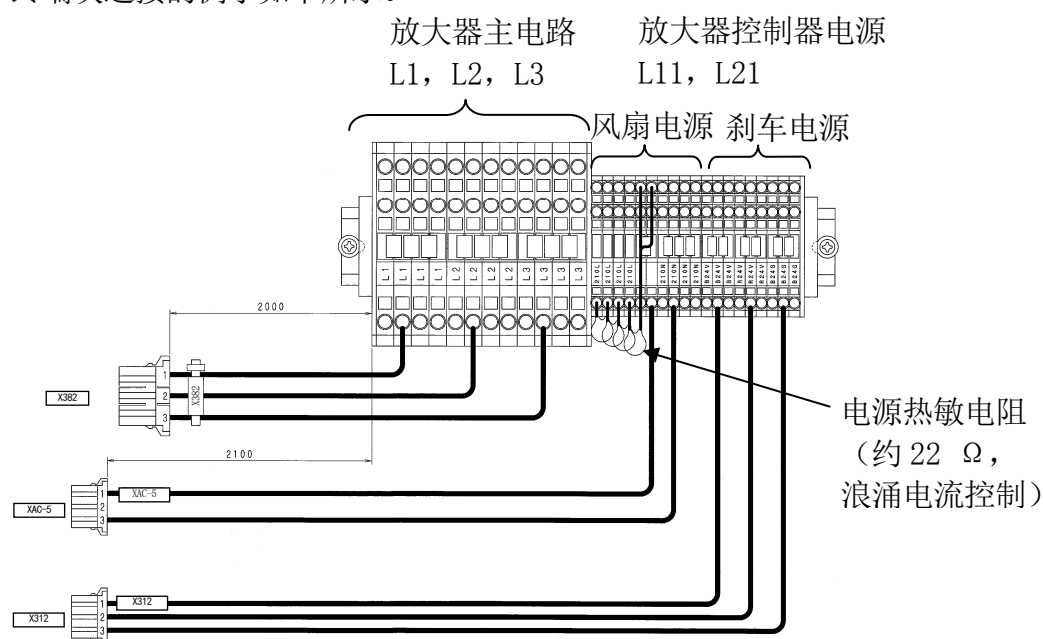
1. 电源分布终端块
2. 主电路/控制器电源/再生选项
3. SSCNET I/F 板 (1LP 板)
4. SSCNET 总线电缆连接, 电池安装, 接地
5. 刹车驱动继电器
6. 放大器和马达之间的编码器电缆
7. 放大器和马达之间的马达/刹车电缆

#### 1. 电源分布终端块

将下列连接器连接到 MC 单元。

	编号	套	触点	接通器	电线
主电路电源	X382	1-179958-3	316041-2	AMP	6sq 黑色
控制器电源	XAC-5	F35FDC-02V-K	BF3F-71GF-P2.0	JST	1.5sq 黑色
刹车电源	X312	J21DF-12V-KY-L	SJ2F-21GF-P1.0	JST	0.75sq B24V, R24V: 蓝色 B24G: 蓝白色条纹

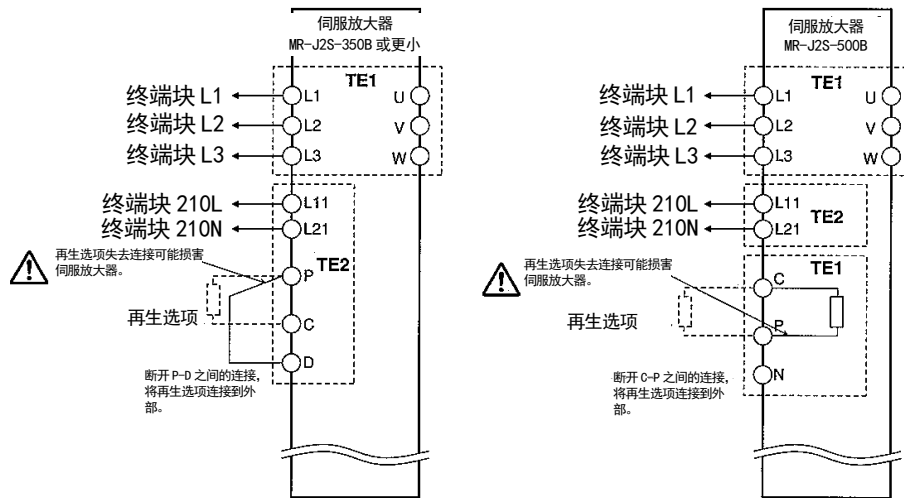
终端块连接的例子如下所示。



B24V: A1, A2      R24V: A3, A4      B24G: A5, A6  
A1 与 A5 为一对, A2 与 A6 为一对, A3 与 A4 为一对。

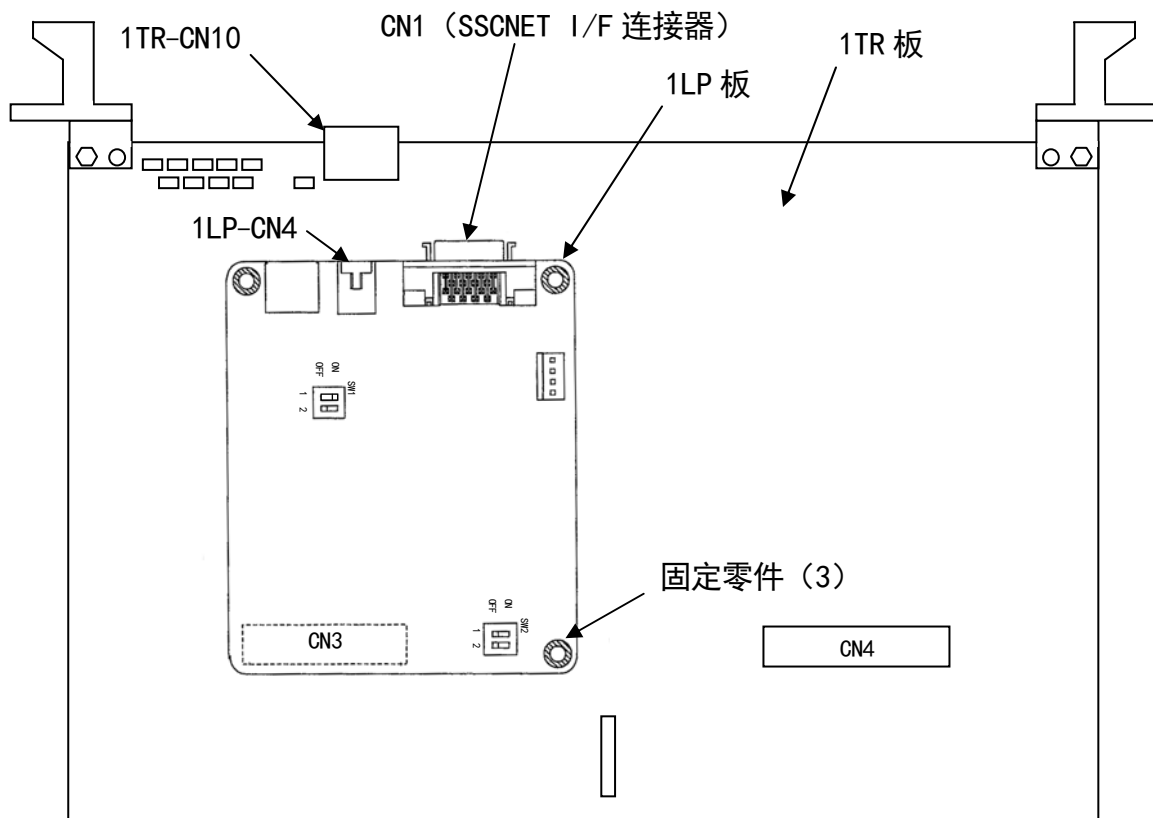
2. 主电路/控制器电源/再生选项

将每个伺服放大器终端的 L1, L2, L3, L11, L21 连接到 1 中的终端块。参考下图连接可选再生电阻。



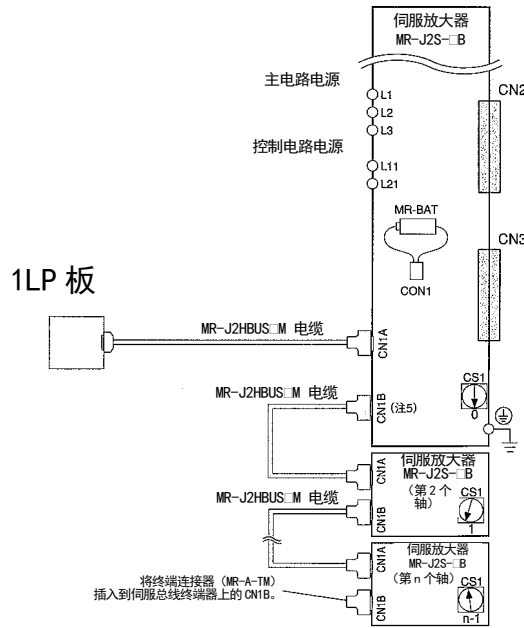
3. SSCNET I/F 板 (1LP 板)

将 1LP 板安装到 1TR 板的背面并用所提供的螺钉/垫片固定。使用 1LP 板上所提供的电缆将 1TR-CN10 与 1LP-CN4 连接起来。将 SW1-1 设为 ON, SW1-2, SW2-1 和 SW2-2 设为 OFF (固定), 如下所示。



4. SSCNET 总线电缆连接，电池安装，接地

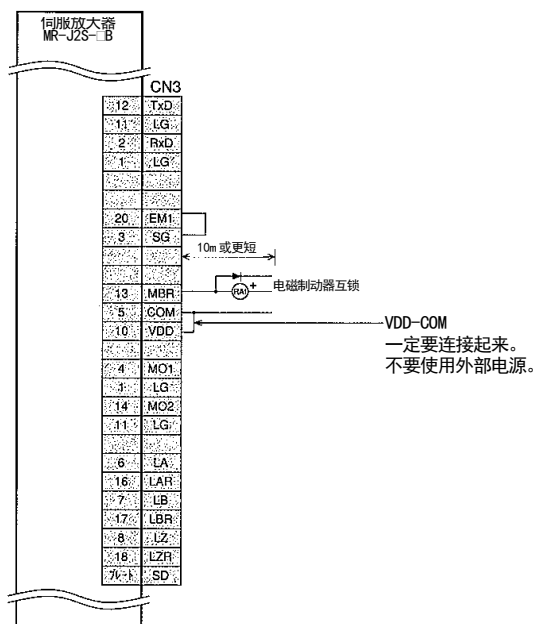
- (1) 将 1LP-CN1 与伺服放大器连接起来、同时也将伺服放大器之间连接起来，连接时采用 SSCNET 总线电缆（MR-J2HBUS□M）。
- (2) 在最后一个伺服放大器上安装终端连接器（MR-A-TM）。
- (3) 为每一个伺服放大器安装电池（MR-BAT）。
- (4) 将伺服放大器安装接地。



**[ 注意 ]**  
电池通常需要一年一换。

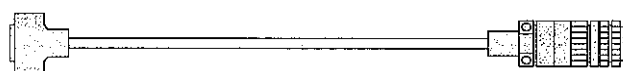
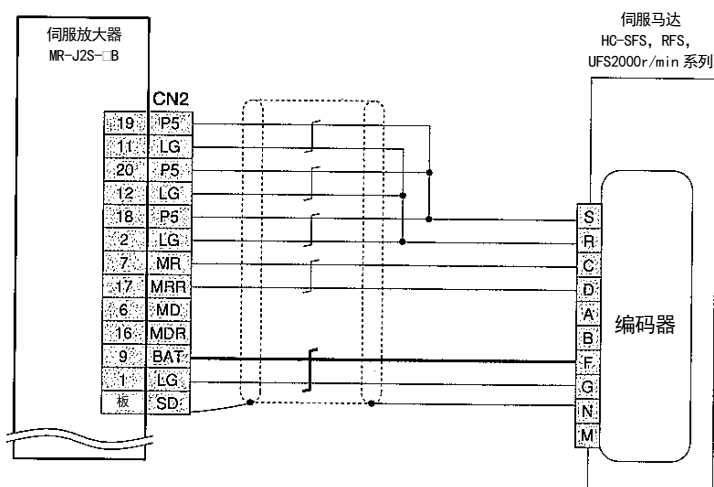
5. 刹车驱动继电器

参考下图将 CN3 与刹车驱动继电器连接起来。小心不要混淆继电器线圈和二极管的加号和减号。



6. 放大器和马达之间的编码器电缆

将伺服放大器的 CN2 与编码器用 MR-ENCBL□M-H 连接起来。



连接器类型 (参考)

10120-3000VE 3M

MS3106A20-29S (D190) DDK

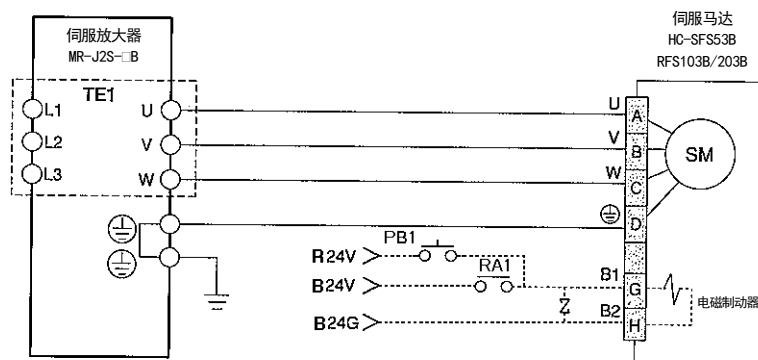
10320-52F0-008 3M

CE3057-12A-3 (D265) DDK

7. 放大器和马达之间的马达/刹车电缆

制作每个马达的马达/刹车电缆连接器组件，并连接它们。

(1) 0.5 kW (HC-SFS53B) / 1 kW (HC-RFS103B) / 2 kW (HC-RFS203B)



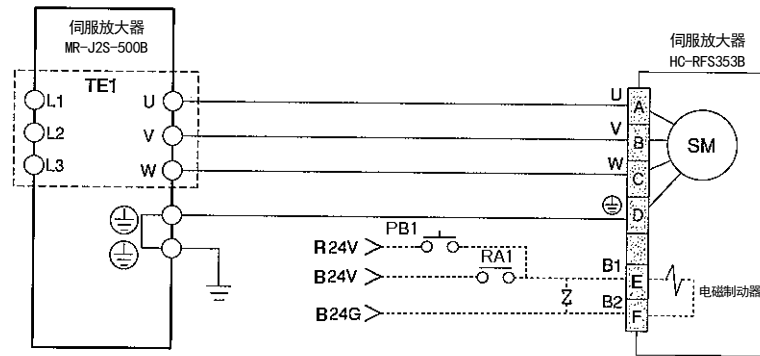
连接器组件 MR-PWCNS1



CE05-6A22-23SD-B-BSS DDK

CE3057-12A-2 (D265) DDK

(2) 3.5 kW (HC-RFS353B)



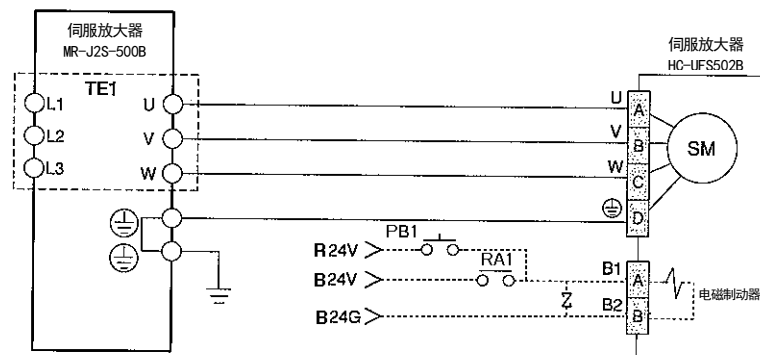
连接器组件 MR-PWCNS2



CE05-6A24-10SD-B-BSS DDK

CE3057-16A-2 (D265) DDK

(3) 5 kW (HC-UFS502B)



连接器组件 MR-PWCNS2 (用于马达)



CE05-6A24-10SD-B-BSS DDK

CE3057-16A-2 (D265) DDK

连接器组件 MR-BKCN (用于刹车)

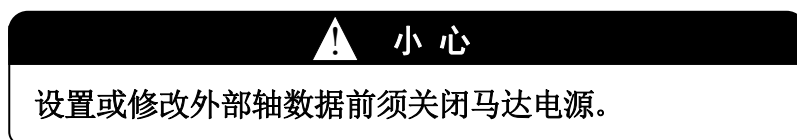


MS3106A10SL-4S DDK

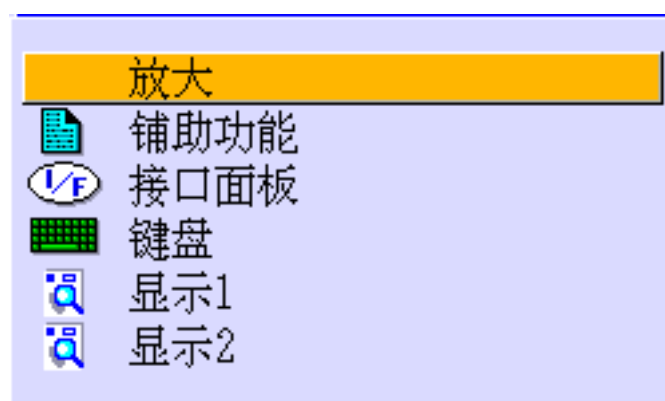
YS010-5~8 DAIWA DENGYO 有限公司

### 3.0 设置外部轴参数值

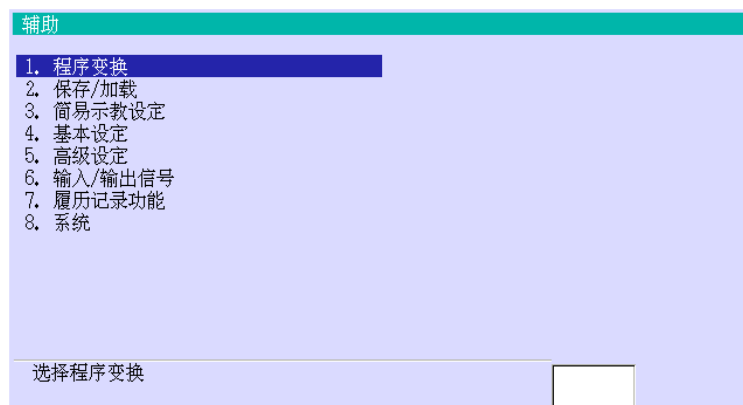
按下面的程序设置外部轴数据。除了一些特定马达的设置项目，此设置适用于山洋马达和三菱马达。机器人手臂和外部轴协调控制的设置参见第 5 章。



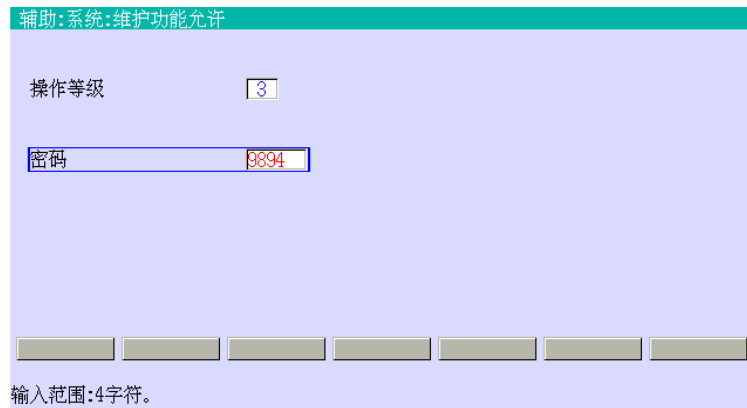
1. 激活示教器的 B 区，按下 **菜单** 键显示下面的下拉菜单。



2. 移动光标到 [辅助功能] 并按下 **Enter** 调出如下图所示的辅助功能屏幕。



3. 用 **数字** (0-9) 键输入 “899” 并按下 **Enter**。显示 [维护功能允许] 屏幕如下。



在屏幕中的[操作等级]输入“3”。接下来，将光标移到[密码]并输入密码“9894”。

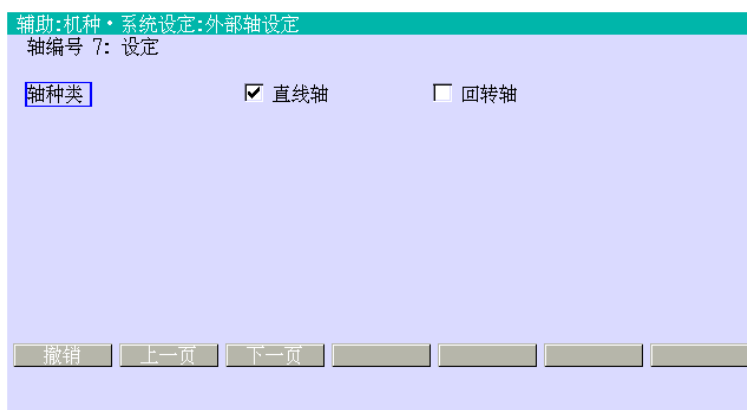
检查所输入的两个项，并按下 $\square$ 。当显示“设定完毕。”时，表示所有的设置都存储了。

4. 返回到辅助功能屏幕。这次选择[辅助 2002 外部轴设定]。

5. 登录要用到的轴编号，然后按<下一页>。



6. 选择轴种类，按<下一页>。显示伺服参数设定屏幕。



### 3.1 直动轴参数值设置

在“辅助 2002 外部轴设定”中轴类型选择[直线轴]时，显示出如下屏幕。给每个项登录所需的数据。

动作范围上限	10.0 mm
动作范围下限	-10.0 mm
分辨率:计数	3.00000000 mm/bit
分辨率:指数(10 <sup>-n</sup> )	3
动作方向	<input checked="" type="checkbox"/> 正 <input type="checkbox"/> 负
最高速度	800 mm/s
加速时间	0.384 s
耦合因子	0.00000

输入范围: [-100000.0 - 100000.0]

#### 动作范围上限

登录机械的动作范围上限。

#### 动作范围下限

登录机械的动作范围下限。

#### 分辨率: 计数

#### 分辨率: 指数 (10<sup>-n</sup>)

登录动作数的每位编码器值。例如  $1.234 \times 10^{-3}$  mm/bit，就输入 1.234 mm/bit 作为计数，输入 3 作为指数。

#### 动作方向 (正/负)

选择所用轴的回转方向以增加编码器值。从轴端观察，编码器值随顺时针回转而增加。

#### 最高速度

登录最高速度。

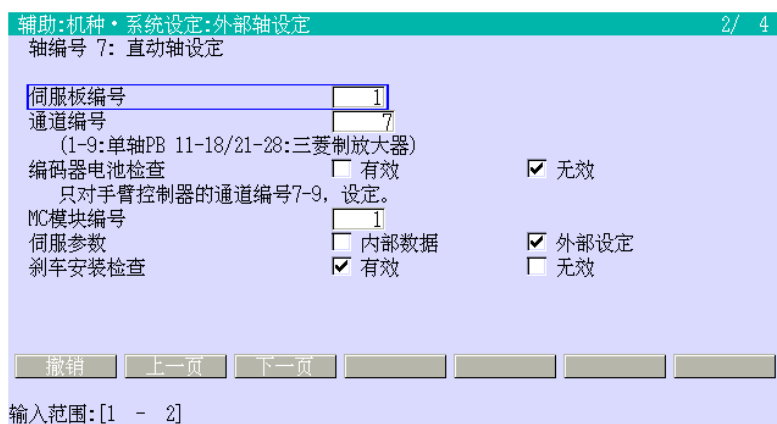
#### 加速时间

登录从 0 加速到最高速度所需的时间。通常设为 0.5 或更小。

#### 耦合因子

登录 0.00。（直线轴不引起任何动作）。

设置好本页面的参数数据后，按<下一页>转到下一个屏幕。



### 伺服板编号

登录所用轴连接的伺服板编号。只在使用 KHI 放大器（山洋马达）时该设置才有效。选择 1 为机器人控制器，选择 2 为多轴控制器。这个设置通常是在工厂装运时已设好。

### 通道编号

根据将要用到的放大器类型登录通道编号。使用 KHI 放大器（山洋马达）时，设为 9 或更低的数，取决于放大器设置时轴的编号。使用三菱放大器时，通道编号按照所连接的轴顺序从 11 开始设置。这个设置通常是在工厂装运时已设好。

下表显示了伺服板编号/通道编号和硬件轴编号之间的关系。7/A-9/C，D-J 和 K-L 等硬件轴编号，请分别参考 2.1-2.3，2.4.1 和 2.4.2。

伺服板编号	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
通道编号	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8
硬件轴编号	7/A	8/B	9/C	D	E	F	G	H	J	K	L

### 编码器电池检查

有效/无效电池检查。只在使用机器人控制器的 KHI 放大器（山洋马达）时该设置才有效。选择[有效]以安装 1HG 板，线从放大器布到马达，穿过手臂外的不同独立线束。其它情况，选择[无效]这个设置通常是在工厂装运时已设好。

### MC 模块编号

根据所用的放大器登录 MC 模块编号 1-3。这个设置通常是在工厂装运时已设好。

### 伺服参数

选择要使用内部数据还是外部设定。此处选择[外部设定]。更改内部/外部设置后，操作外部轴之前，打开/关闭控制器电源。

#### 【 注意 】

选择[内部数据]时，不能设置伺服参数。

### 刹车安装检查

有效/无效刹车检查。所用的马达未安装刹车时选择[无效]。其它情况，选择[有效]这个设置通常是在工厂装运时已设好。

#### 【 注意 】

请正确选择[有效]/[无效]如果安装了刹车的马达设置了[无效]，则即使发生了“刹车线错误”等差错，也不会执行马达错误检测。

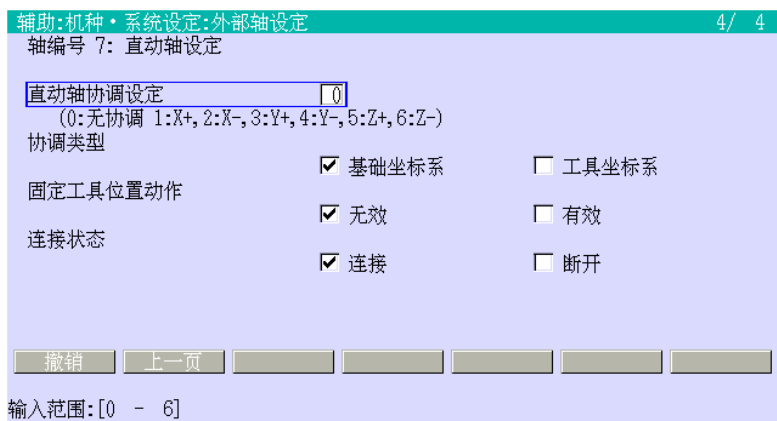
设置好本页面的参数数据后，按<下一页>转到下一个屏幕。



### 放大器/马达

登录所用的马达编号。这个设置通常在工厂装运时已设好。

设置好本页面的参数数据后，按<下一页>转到下一个屏幕。



### 直动轴协调设定

设置机器人与轴协调工作的条件编号。登录 0 取消机器人与外部轴的协调。协调的时候，选择 1-6 指定与外部轴正方向相匹配的机器人的轴方向（在基准或工具坐标轴上）。线性协调详情，参考第 5 章。

### 协调类型

选择与外部轴协调要用到的坐标系统。禁用协调时，本设置无效。

### 固定工具位置动作

有效/无效基于固定工具的动作。选择[有效]，允许外部轴在示教模式下，保持着工具的位姿移动。

### 连接状态（选项）

有效/无效直动轴。

设置好所有数据，按 。出现确认屏幕。选择[是]设置已输入的数据。选择[否]，则取消。



### 3.2 回转轴参数值设置

在“辅助 2002 外部轴设定”中轴类型选择[回转轴]时，显示出如下屏幕。在每个项中登录所需的数据。

设置参数值时，从[动作范围上限]到[耦合因子]的设置，参见 3.1 章直动轴的设置程序。

#### 等价半径

登录满足如下条件的值。

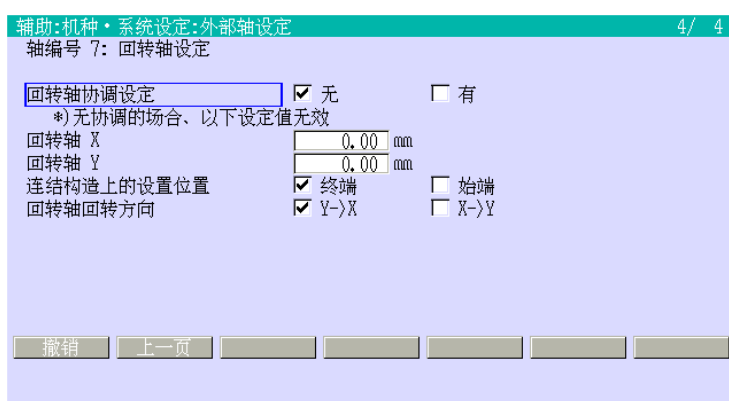
$$\frac{\text{最高速度}}{360} \times \text{等价半径} \times 2\pi > 250$$

设置好本页面的参数数据后，按<下一页>转到下一个屏幕。

设置参数值时，从[伺服板编号]到[刹车安装检查]的设置，参见 3.1 章直动轴的设置程序。完成后按<下一页>。



将与直动轴同样的方式设置[放大器/马达]。完成后按<下一页>。



### 回转轴协调设定

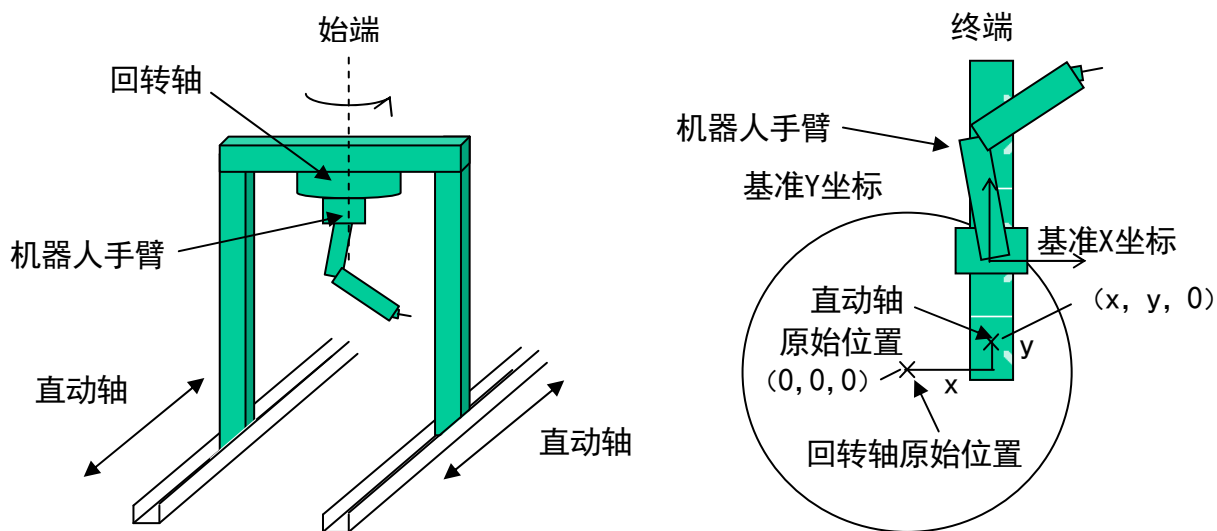
设定有/无机器人与回转轴之间的协调工作。选择[无]时，忽略下列设置。回转轴协调功能详情，参考第 5 章。

### 回转轴 X, Y

登录从机器人基准坐标到回转轴中心的偏移值。若使用回转轴之外的外部轴，当外部轴处于原来位置时输入偏移值。处于开始位置时偏移值为 0，或登录“X”和“Y”的值作为下例中结束位置的偏移值。

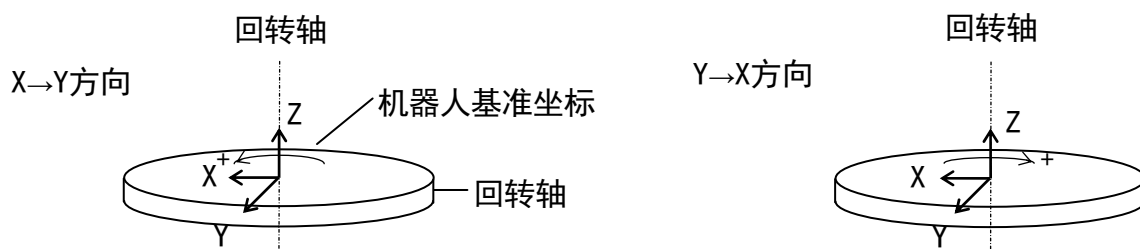
### 连结构造上的设置位置

指定回转轴的位置。回转轴直接连接到机器人时，选择[始端]。若在系统配置中回转轴设置在其它位置，则选择[终端]。



### 回转轴回转方向

设置回转轴围绕基准 X 和 Y 轴的正回转方向。参考下图指定 Y→X 或 X→Y 作为正回转方向。



设置好所有数据后，按 。出现确认屏幕（见直动轴）。要记录设置就移动光标到<是>，要取消就移到<否>然后按下 。

## 4.0 设置伺服参数值

依据所选的 KHI 放大器或三菱放大器设置不同的伺服参数值。本章介绍两类放大器的设置方法。

### 4.1 使用 KHI 放大器

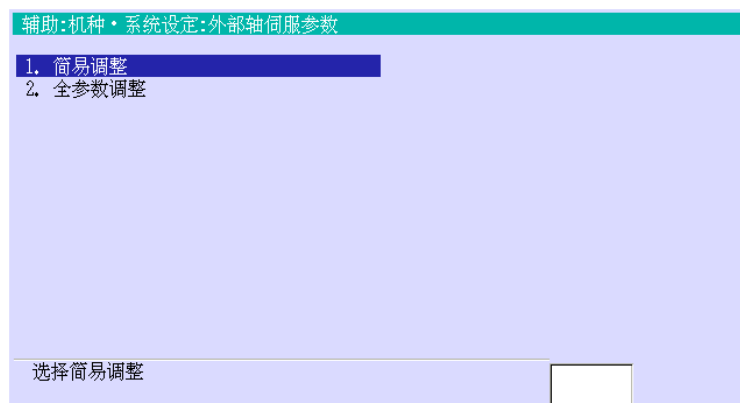


修改伺服参数值前，加载机器人提供的伺服参数文件。通常在工厂装运时已加载好。

加载伺服参数后，根据使用环境调整伺服参数值。

修改伺服参数值时，参考第 3 章，通过示教器在[维护功能允许]屏幕中将[操作等级]设为 3。

然后，选择[辅助 2007 外部轴伺服参数]。

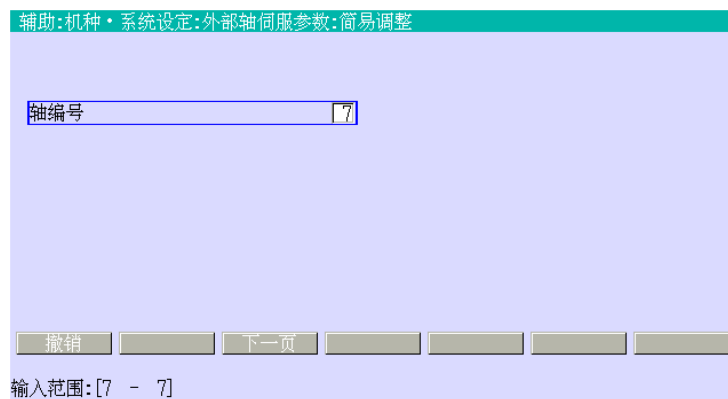


调整外部轴伺服参数有两种方法：[1. 简易调整]和[2. 全参数调整]。除非必须对伺服参数进行精细调整，否则我们只推荐使用[1. 简易调整]。

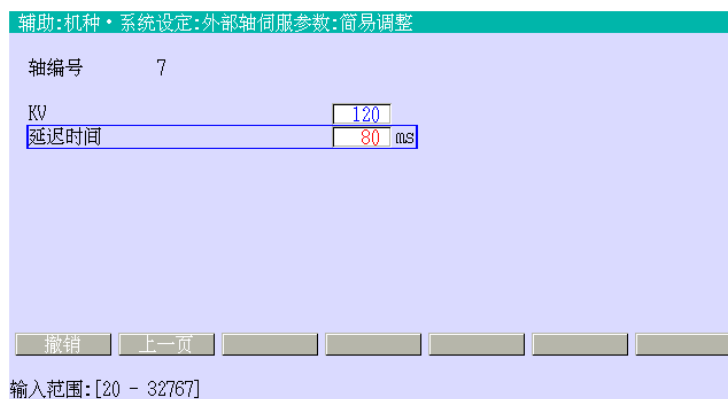
### 4.1.1 简易调整

按照下述程序在[简易调整]中设置参数值。

1. 登录要设置参数值的轴编号，然后按<下一页>。



2. 在如下所示的屏幕中设置[KV]和[延迟时间]。[KV]和[延迟时间]详情，参考第 4.1.1.1 和第 4.1.1.2 章。



#### 4.1.1.1 调整增益值 (KV)

按照下述程序调整每个轴的增益。

1. 打开马达电源，使用示教模式中的握杆触发开关稍稍移动一下轴。

**⚠ 小心**

1. 移动机器人时要小心，因为伺服参数值的调整尚未完成。
2. 参数设置好后，打开马达电源时，随时准备按下紧张停止按钮。

2. 如果当前设置值不超过振荡（振动）的限制，则关闭马达电源和握杆触发开关，登录一个稍高的[KV]值。
3. 连续尝试步骤 1 和 2，直到达到极限。

— [ 注 意 ] —

振荡的极限通过听觉和触觉感来判断。如果轴超过其振荡极限会导致马达产生振动和声音。

它不可能提高下述情况下的增益（KV），并有必要调整/修改驱动机制。

1. 没有足够的润滑油脂应用在齿轮上 → 给齿轮上油。
2. 发生齿隙 → 调整齿隙。

如果有齿隙，移动相应的轴不会产生振动，但仅按住握杆触发开关可能会发生轻微振动（可能发出蜂鸣声）。

4. 进行下一步程序前须关闭马达电源。
5. 使用随后的等式从步骤 3 记录的振荡极限中计算增益（KV）：  
设置的 KV=振荡极限时的 KV × 0.32  
(例如，若振荡极限时的 KV 为 300，则要设置的 KV 值就为 300×0.32=96.)
6. 在辅助 2007 屏幕中登录步骤 5（上例中的 96）里的值作为“简易调整”中的增益（KV）。

— [ 注 意 ] —

1. 无夹具和卡具或安装工件调整伺服参数值时，设置高一点的增益，假设夹具和卡具/工件会对机器人的运动产生影响。将上述等式中的常量（0.32）修改为一个高于 0.32 小于 1 的数（如 0.5 或 0.7）。
2. 设置完成后，打开马达电源并检查增益是否已适合使用示教器。
3. 如果发生“（E1124）轴 XX 的偏差错误。”错误，则在“2. 全参数调整”屏幕中提高 PERLM 的参数值。PERLM 设置偏移值检查范围。

### 4.1.1.2 设置延迟时间

延迟时间在工厂出货时设置，不用改变该参数值。

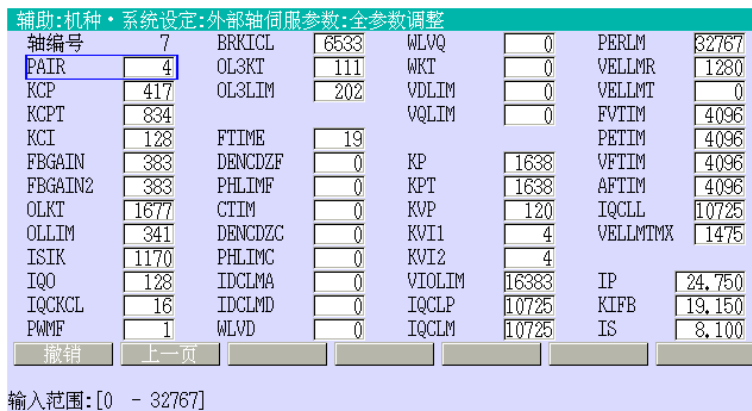
### 4.1.2 全参数调整

在辅助 2007-[2. 全参数调整]中，可人工调整每个参数值。

1. 登录要设置的轴编号，然后按<下一页>。



2. 在如下所示的屏幕中设置参数值。



### ! 小心

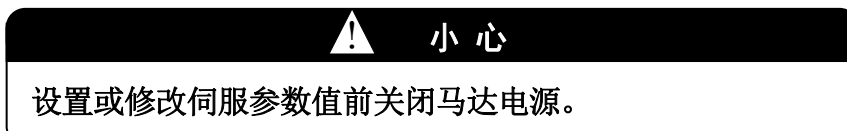
1. 需要参数值的变化如何影响伺服系统行为的专家知识，以便使用这个屏幕。除非特殊情况，不要改变参数值。
2. 参数设置好后，打开马达电源时，随时准备按下**紧张停止**按钮。

## 4.2 使用三菱放大器时

本节解释设置和修改伺服参数值的方法。

参考三菱电气公司发布的下列文档，设置和修改伺服参数值。三菱电气公司发布的文档在后述中称为“三菱电气公司制造的放大器指导手册”。

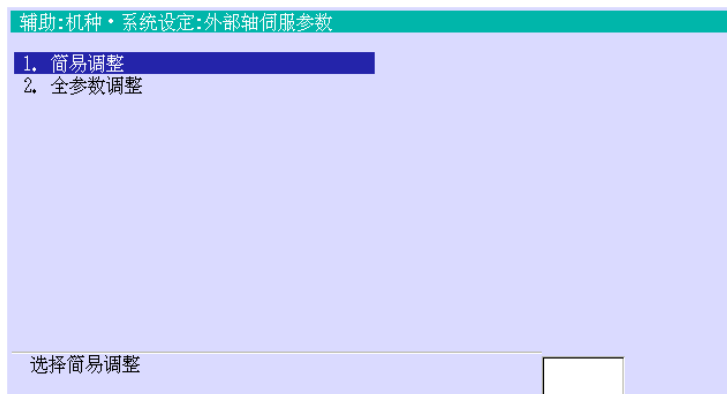
“MR-J2S-□B INSTRUCTION MANUAL (SH (NA) -030007” )



设置或修改伺服参数值前，确保加载了机器人提供的伺服参数文件。通常在工厂装运时已加载好。

参考第 3 章，通过示教器在“维护功能允许”屏幕中将[操作等级]设为 3。

选择[辅助 2007 外部轴伺服参数]。



设置/调整外部轴伺服参数值有两种方法：[1. 简易调整]和[2. 全参数调整]。用自动调整\*通过自动调整模式 1 或手工模式 1 调整时，选择[1. 简易调整]。使用其它自动调整或设置单个参数值时，选择[2. 全参数调整]。

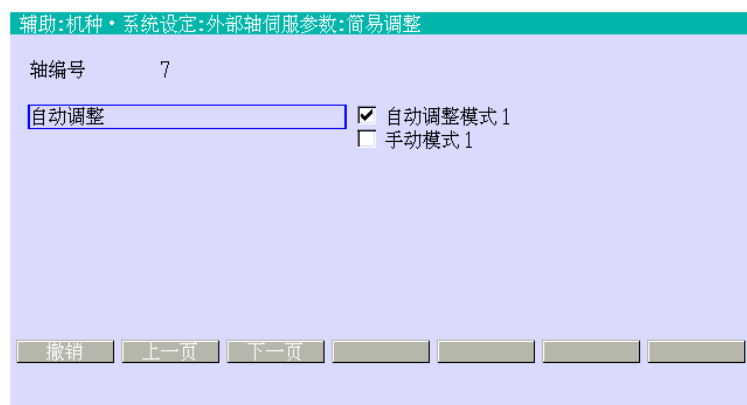
**注意\*** 自动调整请参考“三菱电气公司制造的放大器指导手册”中的“Parameters”及“General gain adjustment”章里的第 8 号参数“ATU”。

### 4.2.1 简易调整

按照下述程序在[简易调整]中设置参数值。

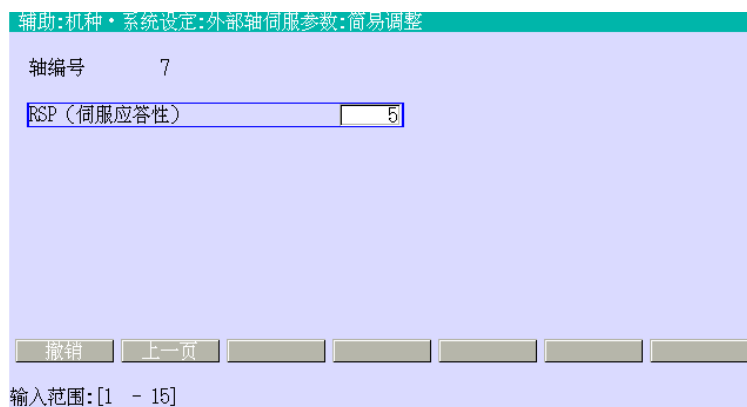


登录要设置的轴编号，然后按<下一页>。如下所示。



选择自动调整模式，按<下一页>。

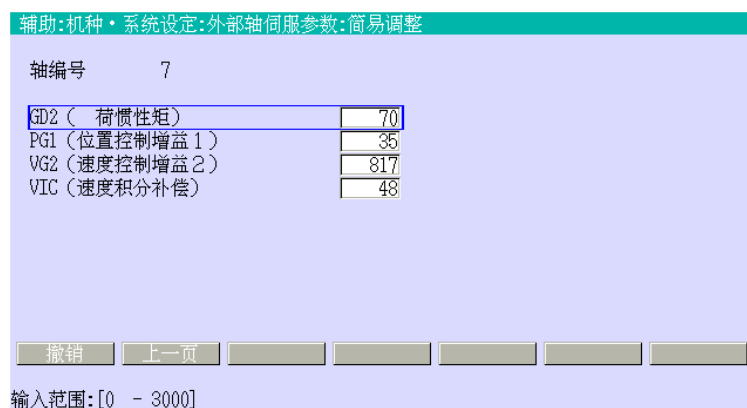
#### 4.2.1.1 自动调整模式 1



RSP\* 在[自动调整模式 1]中设置。按 $\square$ 登记[RSP (伺服应答性)]中设置的值。如果调整 RPS 后，外部轴的运动滞后于机器人的动作，请在“辅助 2007 全参数调整”调整 KPCF3（参见图 4.2.2）。逐渐增加 KPCF3 到约 30，直到消除外部轴动作滞后。

**注意\*** RSP 请参考“三菱电气公司制造的放大器指导手册”中的“Parameters”及“General gain adjustment”章里的第 9 号参数“RSP”。

#### 4.2.1.2 手动模式 1



GD2、PG1、VG2，和 VIC\*\*在[手动模式 1]中设置。按 $\square$ 登记每个参数设置的值。

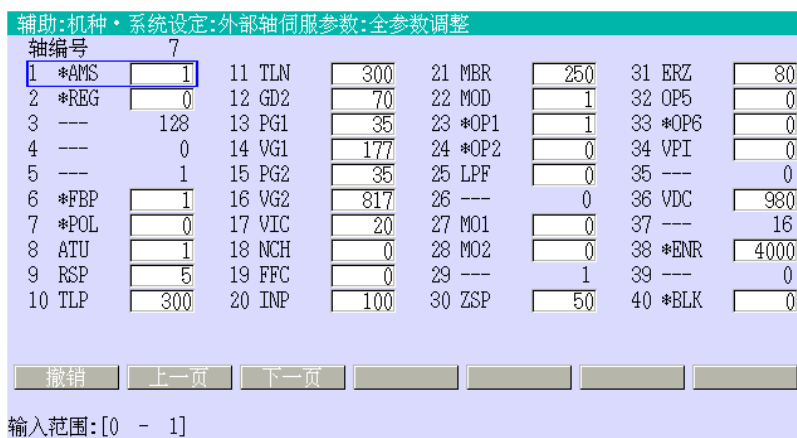
**注意\*\*** GD2、PG1、VG2 和 VIC 请参考“三菱电气公司制造的放大器指导手册”的“Parameters”及“General gain adjustment”章里的第 12 号参数“GD2”、第 13 号参数“PG1”、第 16 号参数“VG2”和第 17 号参数“VIC”。

### 4.2.2 全参数调整

在[2. 全参数调整]中，可设置所有参数值。



登录要设置参数值的轴编号，然后按<下一页>。




请参阅“三菱电气公司制造的放大器指导手册”的“参数”一章了解本屏幕参数。21号参数“MBR”，通常设置为250（ms）。

按<下一页>显示另一个参数值设置屏幕如下。



“FFCT”是教学模式中“FFC”参数的设置值，“KPCF3T”是教学模式中“KPCF3”参数的设置值。外部轴运动滞后于机器人时使用“FFCT”和“KPCF3T”参数，改变教学模式和重复模式中的值时也使用这两个参数。

需要参数值的变化如何影响伺服系统行为的专家知识，以在这个屏幕中改变其它参数值。除非非常特殊情况，不要改变参数值。

 小心

1. 需要参数值的变化如何影响伺服系统行为的专家知识，以便使用这个屏幕。除非特殊情况，不要改变参数值。
2. 参数设置好后，打开马达电源时，随时准备按下紧张停止按钮。

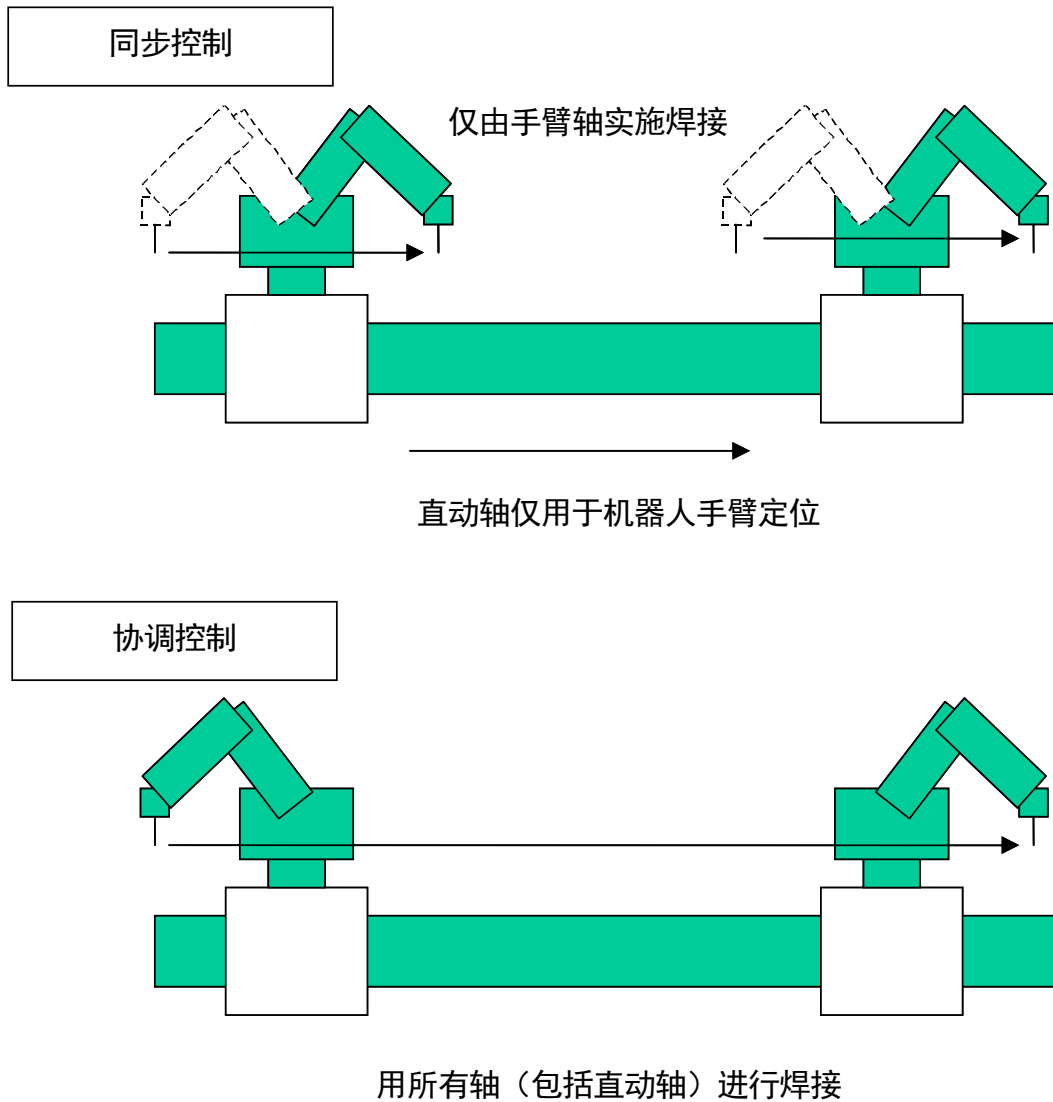
## 5.0 协调控制功能

机器人和外部轴可以同时动作，通过两种不同控制功能：同步控制或协调控制来实现。

同步控制：外部轴只用于定位机器人手臂和使用机器人手臂进行焊接，等等。

协调控制：外部轴和机器人手臂一起协调地移动以进行焊接，等等。

协调控制功能是同步控制功能的重大升级。



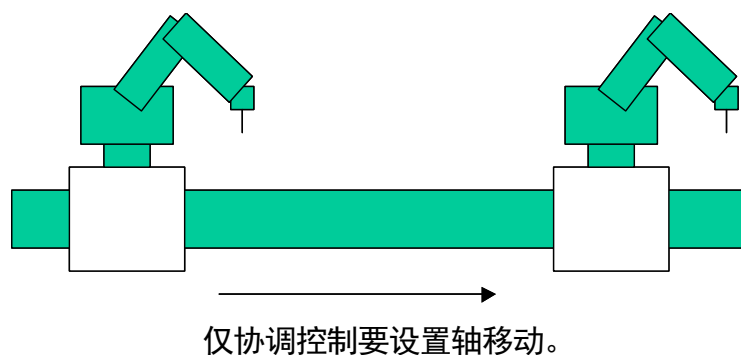
协调控制分为以下 3 个功能。这些功能的每一个在单独的章节中描述。

1. 直动轴协调功能
2. 回转协调功能
3. 定位器协调功能

## 5.1 直动轴协调功能

协调功能最常见的应用是机器人手臂在直动轴上的移动。该轴必须平行于基准或工具坐标系 X、Y 或 Z 坐标轴中的一个。此外，因为该功能不能校正直动轴机械平行度误差，确保直动轴的机器精密度重要。可以进行两个或多个直动轴的协调动作。要设置直动轴协调功能，参考第 3.1 章。

### 5.1.1 直动轴协调功能检查



例如，两个教点仅检查直动轴，如上所示。指定绝对速度和驱动机器人从第一点（P1）到第二点（P2）。

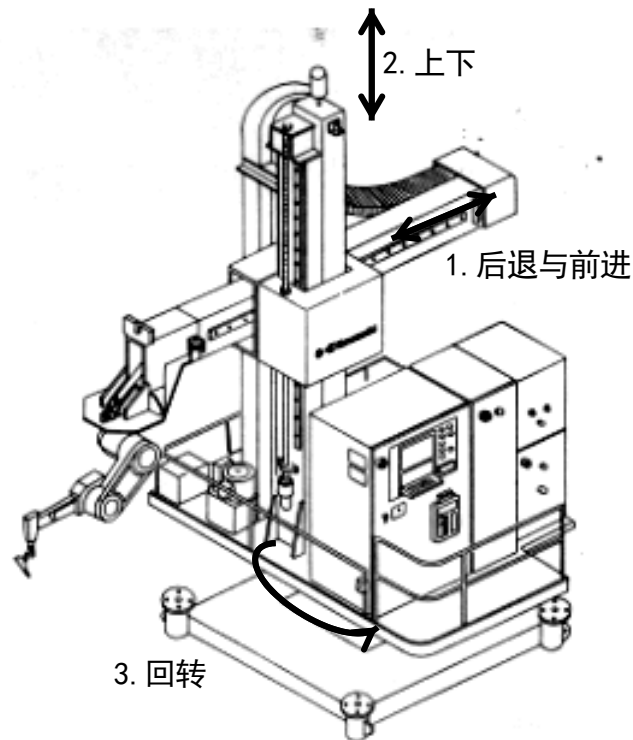
如果协调控制设置正确，

机器人移动时间= P1 到 P2 的距离 / 指定的绝对速度

协调控制下已登记的每个直动轴都要执行此检查。

## 5.2 回转轴协调功能

直动轴协调使外部轴平行移动，如上所述；另一方面，回转轴协调使外部轴回转。下图的例子显示了包括回转轴的外部轴系统。



该系统有两个直动轴和一个回转轴。在线性/圆弧插补运动中，甚至当三个外部轴与机器人手臂协调移动时，工具中心点可以以指定的速度跟踪工件坐标上的指定路径。使用回转轴协调功能时，要符合以下限制。

1. 回转中心轴垂直于机器人的基准 X-Y 平面。
2. 仅可安装一个回转轴。

### 5.2.1 设置回转轴协调功能

设置回转轴的协调功能在 3.2 章中描述。本节描述如何计算[回转轴 X/Y]。



#### 回转轴 X/Y

登录从机器人基准坐标到回转轴中心的偏移值。若使用回转轴之外的外部轴，当外部轴处于原始位置时输入偏移值。

要计算回转轴的 X/Y 值，如果将[连结构造上的设置位置]设置为了[终端]，则使用“st\_turne”程序；或者，如果选择了[始端]，则使用“st\_turn2e”程序。

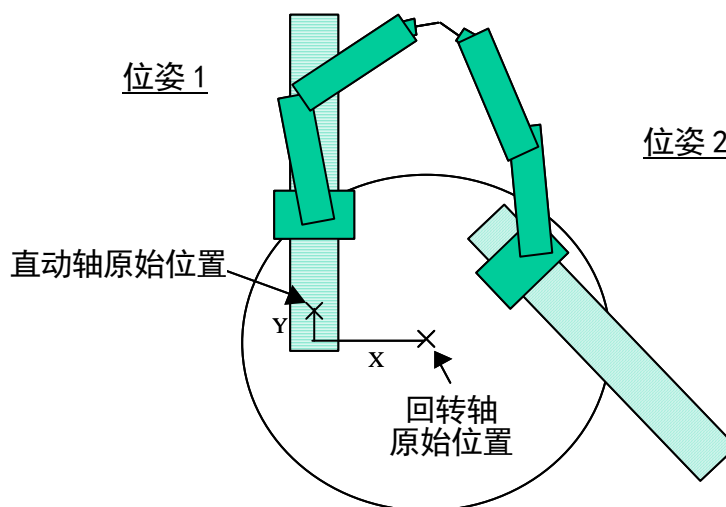
从应用文件 st\_turne.pg 加载 st\_turne 程序。

从应用文件 st\_turn2e.pg 加载 st\_turn2e 程序。

#### [ 注意 ]

使用这些程序之一时，遵守如下注意事项。

1. 使用程序之前，精确登记工具数据。
2. 使用程序之前，在“辅助 2002 外部轴设定”中将[回转轴协调设定]设为[无]。
3. 要计算[回转轴 X/Y]，在同一点以不同的姿势示教两次，如下图所示。示教空间中的点，并转动回转轴，然后以不同的姿势示教同一点。（下图中[连结构造上的设置位置]设为[终端]。）
4. 如果直动轴用于协调，则示教两个点时，该轴可以移动。将非协调直动轴保持在原始位置。
5. 程序启动后，遵从程序命令。

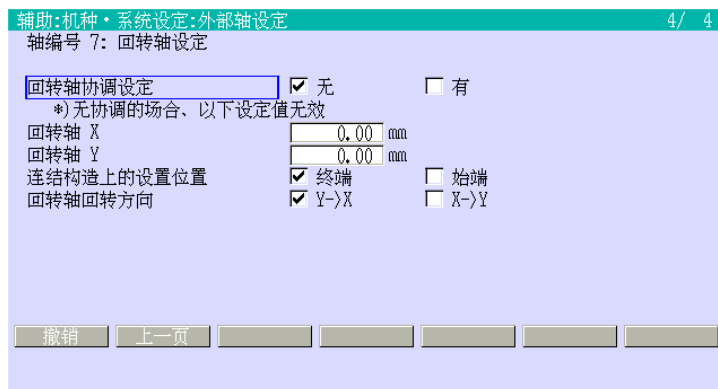


### 程序

按如下例子执行“st\_turne”或“st\_turn2e”PC 程序：

```
>PCEXECUTE st_turne
```

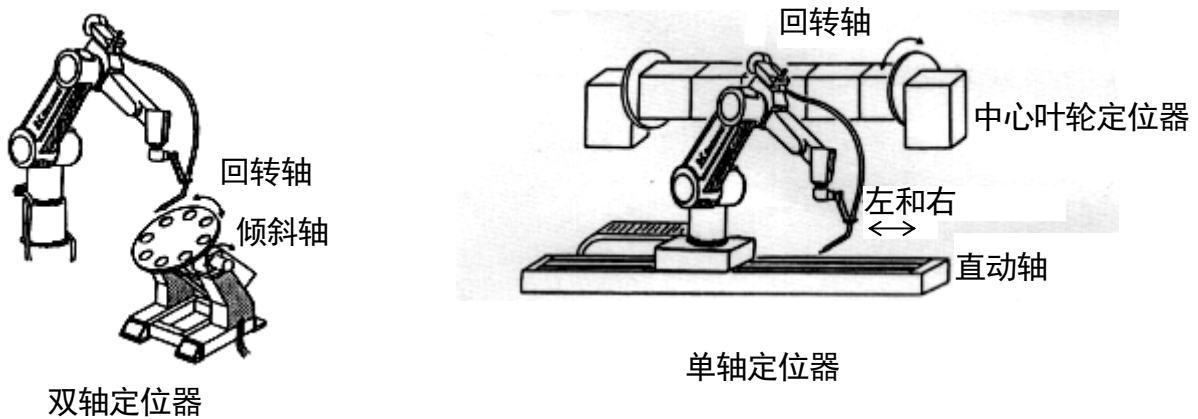
1. 在程序中登录协调中要用到的轴编号、回转方向等。
2. 标记一个空间点使其可示教两次。
3. 示教已标记点作为第一步。更准确地计算[回转轴 X/Y]，更远的点从回转轴中心示教。
4. 回转轴尽可能地广泛，然后示教已标志点作为第二步。



在“辅助 2002 外部轴设定”的[回转轴 X/Y]中登录已计算过的 X/Y 值。将[回转轴协调设定]设为[有]以确保回转轴的协调功能。

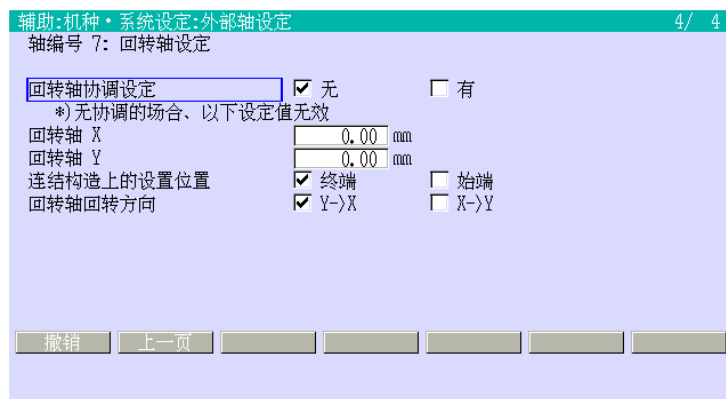
### 5.3 定位器协调功能

该功能用于加工定位器上的回转工件（焊接应用，等）。定位器协调中，工具中心点可以在线性/圆弧插补运动中以工件坐标跟踪示教路径。该功能可在单轴和双轴定位器上有效。下面的例子描述了带一个回转轴的单轴定位器以及带回转轴和倾斜轴的双轴定位器的参数设置过程。在 5.2 章的回转轴协调中应对外部轴移动手臂时的工具位姿的变化，而在定位器协调中应对外部轴移动时的工件位姿的变化。



#### 5.3.1 设置单轴定位器协调

参考第 3 章，在“辅助 2002 外部轴设定”中选择[轴种类]为[回转轴]。



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

定位器协调功能仅对一个定位器有效。如果安装了多个定位器，则协调定位器随机器人移动时不要移动非协调定位器。

要设置单轴定位器的协调，执行如下三个任务。详细程序在以下每节中描述。

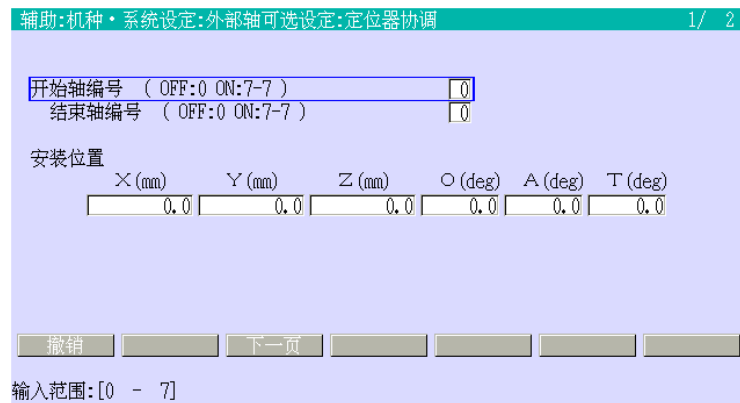
1. 登记定位器设置位置
2. 登记定位器协调开始和结束轴
3. 检查定位器协调设置


### 5.3.1.1 登记定位器设置位置

1. 与辅助 2002 以同一方式显示出“辅助 2003 外部轴可选设定”，选择[1. 定位器协调]。



2. 计算定位器设置位置前，在[开始轴编号]和[结束轴编号]中输入 0，然后按<下一页>。



3. 在[连结构造登录]中将所有轴的转换值设为 0 并按 .



使用“POS.SET2”程序计算定位器设置位置。从应用文件 SETPOS2E.PG 中加载 POS.SET2 程序。

**[ 注意 ]**

使用该程序时，遵守如下注意事项。

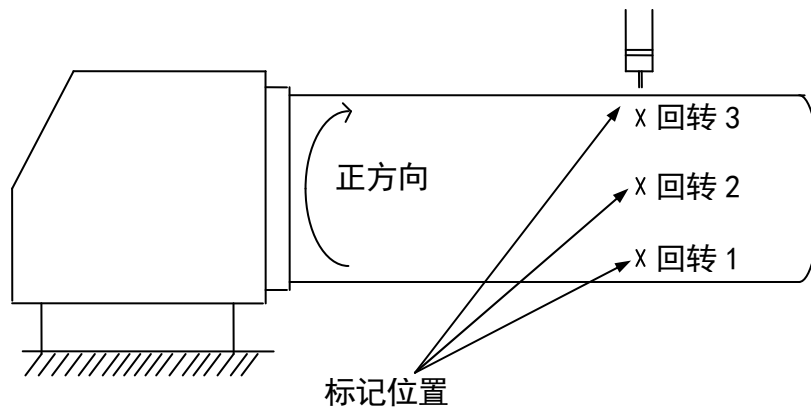
1. 如果任何直动轴在协调时，直动轴不需要处于原始位置。然而，在登记定位器设置位置期间不要移动直动轴。
2. 使用程序之前，精确登记工具数据。
3. 使用该程序时，转盘上不要放置任何东西。
4. 使用程序之前，将定位器移到原始位置。
5. 使用程序之前，关闭马达电源后执行下列指令：  
>ZSETPOS NULL
6. 要计算定位器设置位置，须在三个连续的步骤中于定位器上的同一点示教三次，每个步骤都要改变定位器的姿势。
7. 程序启动后，遵从程序命令。

## 程序

执行下面的 PC 程序：

```
>PCEXECUTE POS.SET2
```

1. 在定位器上标记出一个点。
2. 示教已标记点作为第一步。
3. 回转定位器遍布于正方向且示教标志点作为第二步。
4. 回转定位器再遍布于正方向且示教标志点作为第三步。



完成以上 1-4 后，自动创建“POS. STRUCT”的转换值。

关闭马达电源后，执行如下指令。

```
>ZSETPOS POS.STRUCT
```

### 5.3.1.2 登记定位器协调开始和结束轴

登记定位器设置位置后，再登记定位器协调中要用的开始和结束结点编号。

在“辅助 2003 外部轴可选设定”选择[1. 定位器协调]。在[开始轴编号]和[结束轴编号]中登录单轴定位器的轴编号。

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:7-7 )

结束轴编号 ( OFF:0 ON:7-7 )

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

设定完毕。

### 5.3.1.3 检查定位器协调设置

使用“POS.CHECK”程序检查是否正确设置了定位器协调。

#### [ 注意 ]

使用该程序时，注意如下事项。

1. 使用程序之前，精确登记工具数据。
2. 示教一个点以检查定位器位置。
3. 程序启动后，遵从程序命令。
4. 如果检查表明定位器协调功能不正常，按 5.3.1.1 章重做定位器设置位置登记，并登记定位器设置位置。

#### 程序

执行下面的 PC 程序：

```
>PCEXECUTE POS.CHECK
```

在定位器上示教一个点并标记该点。轻轻移动定位器轴。如果有任何直动轴在协调工作，稍微移动该轴。

该程序创建点“POS.CHK”。通过 JMOVE 等命令移动机器人到该点并检查机器人是否保持同一方向到达标记点。允许达 5 mm 的偏移。

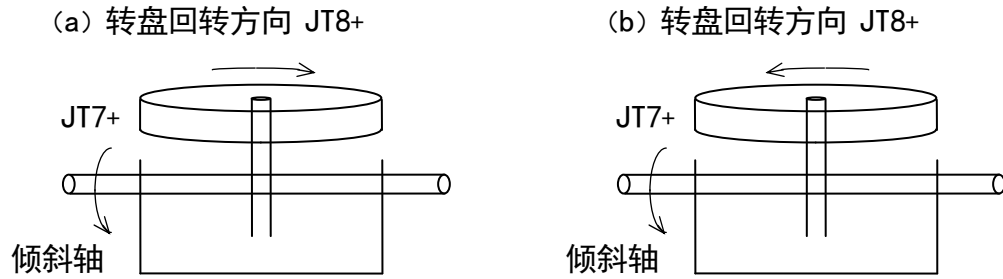
### 5.3.2 双轴定位器协调

要设置双轴定位器的协调，执行如下四个任务。详细程序在以下每节中描述。在这个例子中，JT7 设为倾斜轴，JT8 设为转盘。

1. 检查定位器回转方向和尺寸
2. 登记定位器设置位置
3. 登记定位器协调开始和结束轴及链接结构
4. 检查定位器协调设置

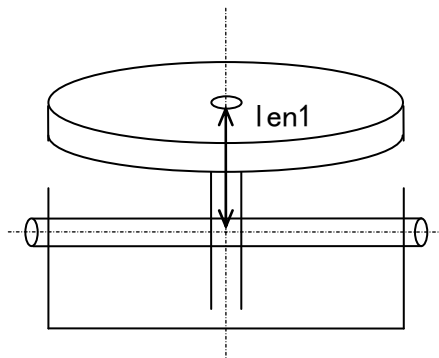
### 5.3.2.1 检查定位器回转方向和尺寸

#### 1. 检查转盘回转方向



检查转盘是否回转于方向 (a) 或 (b)

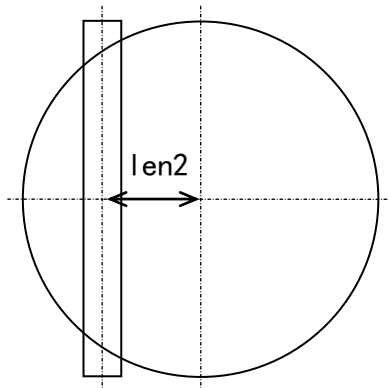
#### 2. 测量标注在图中的定位器尺寸。



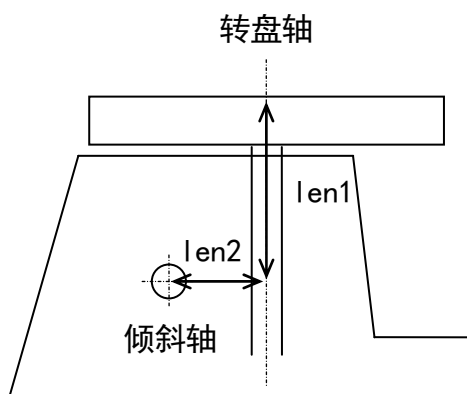
测量 len1=转盘中心与倾斜轴回转中心之间的距离=图中所注。

如果倾斜轴中心线不与转盘轴相交，测量如下尺寸。

定位器（俯视）



定位器（侧视）



测量  $len2$ =倾斜轴回转中心与转盘轴之间的距离=图中所注。 $len2$  必须垂直于  $len1$ 。

### 5.3.2.2 登记定位器设置位置

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

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)	O (deg)	A (deg)	T (deg)
<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>

撤销

输入范围:[0 - 8]

3. 在[连结构造登录]中将所有轴的转换值设为 0 并按 。

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)	O (deg)	A (deg)	T (deg)
JT 7	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>
JT 8	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>

撤销

输入范围:[-9999999,9 - 99999999,9]

使用“POS.SET”程序计算定位器设置位置。从应用文件 SETPOSBE.PG 中加载 POS.SET 程序。

[ 注意 ]

使用该程序时，注意如下事项。

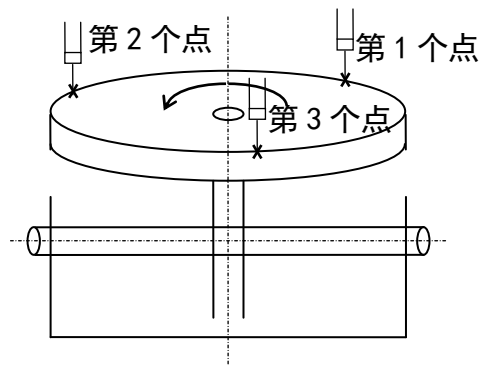
1. 如果任何直动轴在协调时，直动轴不需要处于原始位置。然而，在登记定位器设置位置期间不要移动直动轴。
2. 使用程序之前，精确登记工具数据。
3. 使用该程序时，转盘上不要放置任何东西。
4. 使用程序之前，将倾斜轴和转盘移到它们的原始位置。
5. 使用程序之前，关闭马达电源后执行下列命令：  
>ZSETPOS NULL
6. 要计算定位器设置位置，须在 6 个步骤中示教 6 个点的数据，转盘圆周上的 3 个点和转盘上的 1 个点在不同的倾斜姿势示教三次。
7. 程序启动后，遵从程序命令。

程序

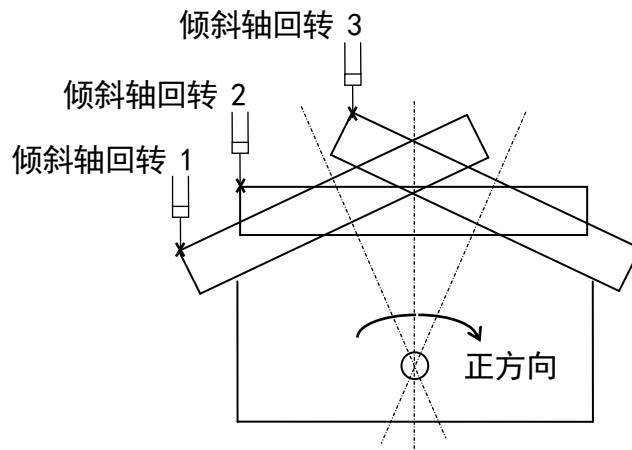
执行下面的 PC 程序：

>PCEXECUTE POS.SET

1. 以逆时针顺序示教转盘边上的 3 个点，以便计算转盘的圆心（见下图）。让这些点尽可能地分开以获得更准确的数字。示教这些点时不要移动倾斜轴。



2. 计算倾斜轴中心。在转盘上标记出一个点。在正方向移动倾斜轴且示教标志点三次。让这些点尽可能地分开以获得更准确的数字。此时尽量不要移动腕轴。



完成以上 1-2 后，自动创建“POS. STRUCT” 的转换值。

关闭马达电源后，执行如下指令。

```
>ZSETPOS POS. STRUCT
```

### 5.3.2.3 登记定位器协调开始和结束轴及链接结构

登记定位器设置位置后，再登记定位器协调中要用的开始和结束结点编号及链接结构。

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]中输入用于定位器协调的第一个结点号，并在[结束轴编号]中登录要用到的最后一个结点号。本例中，分别是轴 7 和轴 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 )

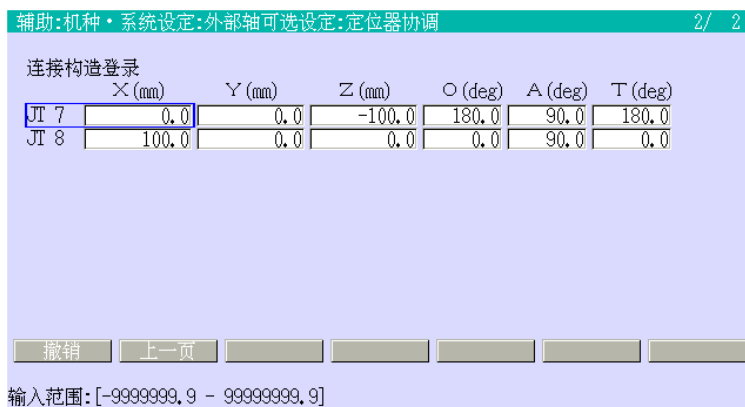
结束轴编号 ( OFF:0 ON:7-8 )

安装位置

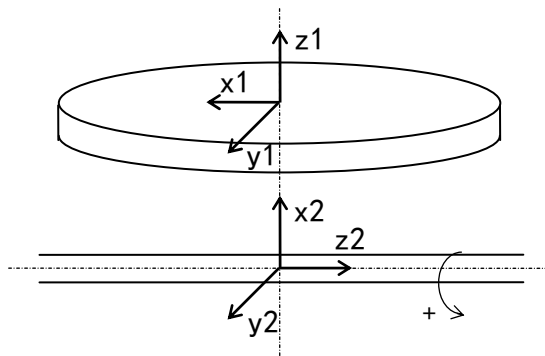
X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	○ (deg)	A (deg)	T (deg)
399.9	1160.5	399.6	90.6	180.0	0.0

设定完毕。

3. 按<下一页>。按如下步骤登录每个轴的转换值。



(1) 登记倾斜轴的链接结构



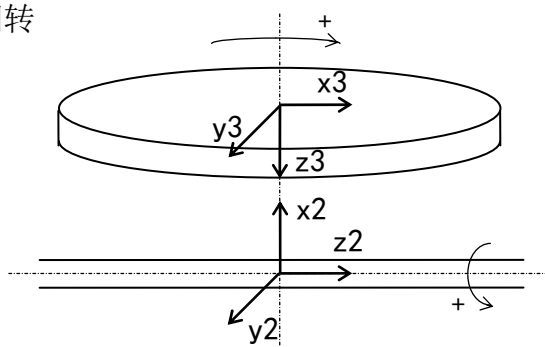
登录坐标系 (x1, y1, z1) 的 XYZOAT 转换值到倾斜轴的坐标系 (x2, y2, z2)，本例为 JT7。Len1 和 len2 在 5.3.2.1 章的步骤 2 中测量。

X	Y	Z	O	A	T
0	±len2	-len1	180	90	180

(2) 登记转盘轴的链接结构

根据转盘的回转方向有不同的设置，如 5.3.2.1 章步骤 1 所注。

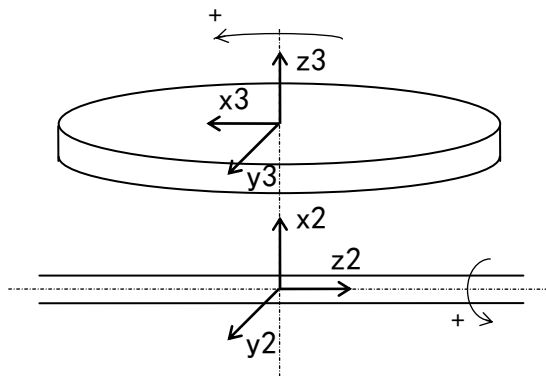
依方向 (a) 回转



登录倾斜轴坐标系 (x2, y2, z2) 的 XYZOAT 转换值到转盘坐标系 (x3, y3, z3), 本例为 JT8。

X	Y	Z	0	A	T
len1	±len2	0	180	90	180

依方向 (b) 回转



登录倾斜轴坐标系 (x2, y2, z2) 的 XYZOAT 转换值到转盘坐标系 (x3, y3, z3), 本例为 JT8。

X	Y	Z	0	A	T
len1	±len2	0	0	90	0

#### 5.3.2.4 检查定位器协调设置

使用“POS.CHECK”程序检查是否正确设置了定位器协调。

#### [ 注意 ]

使用该程序时，注意如下事项。

1. 使用程序之前，精确登记工具数据。
2. 示教一个点以检查定位器位置。
3. 程序启动后，遵从程序指令。
4. 如果检查表明定位器协调功能不正常，按 5.3.2.1 章重新检查定位器回转方向和尺寸。

#### 程序

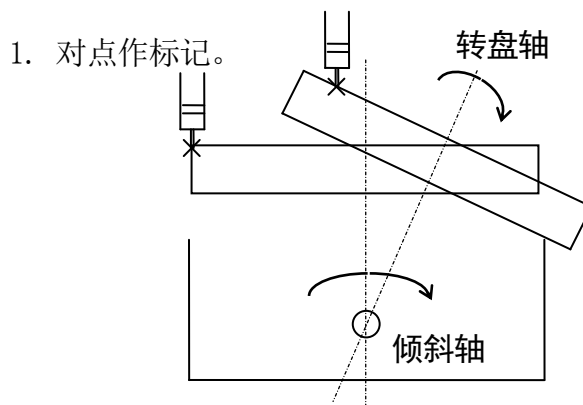
执行下面的 PC 程序：

```
>PCEXECUTE POS.CHECK
```

在定位器的转盘上示教一个点并标记该点。轻轻移动转盘和倾斜轴。如果有任何直动轴在协调工作，稍微移动该轴。

该程序创建点“POS. CHK”。通过 JMOVE 等命令移动机器人到该点并检查机器人是否保持同一方向到达标记点。允许达 5 mm 的偏移。

2. 轻轻移动倾斜轴和转盘轴。然后，移动机器人到点 POS. CHK（由程序执行时创建）。



### 5.3.3 定位器协调故障诊断

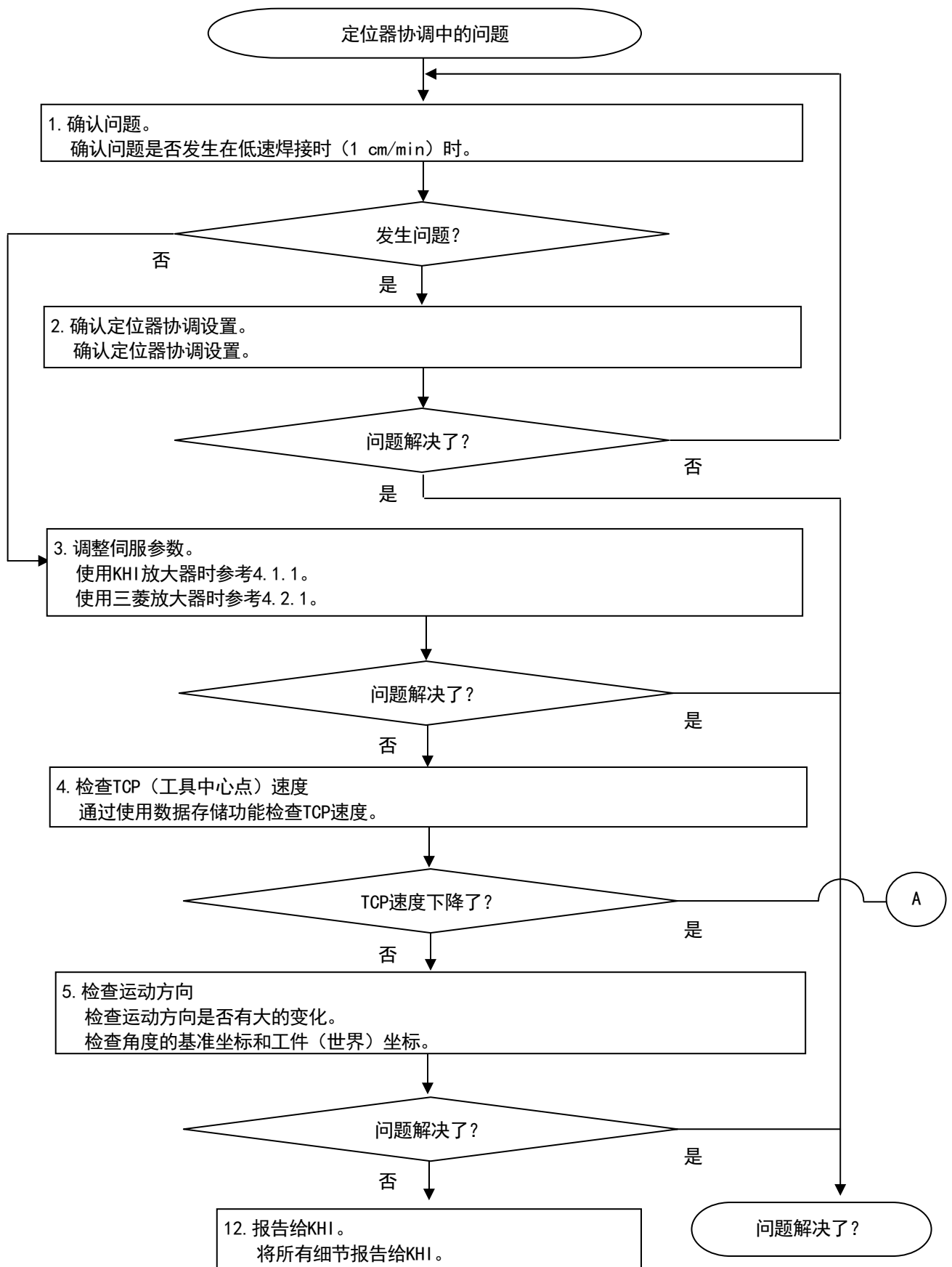
在使用定位器协调功能过程中出现问题时，参考下列流程图并采取适当的措施。问题包括：

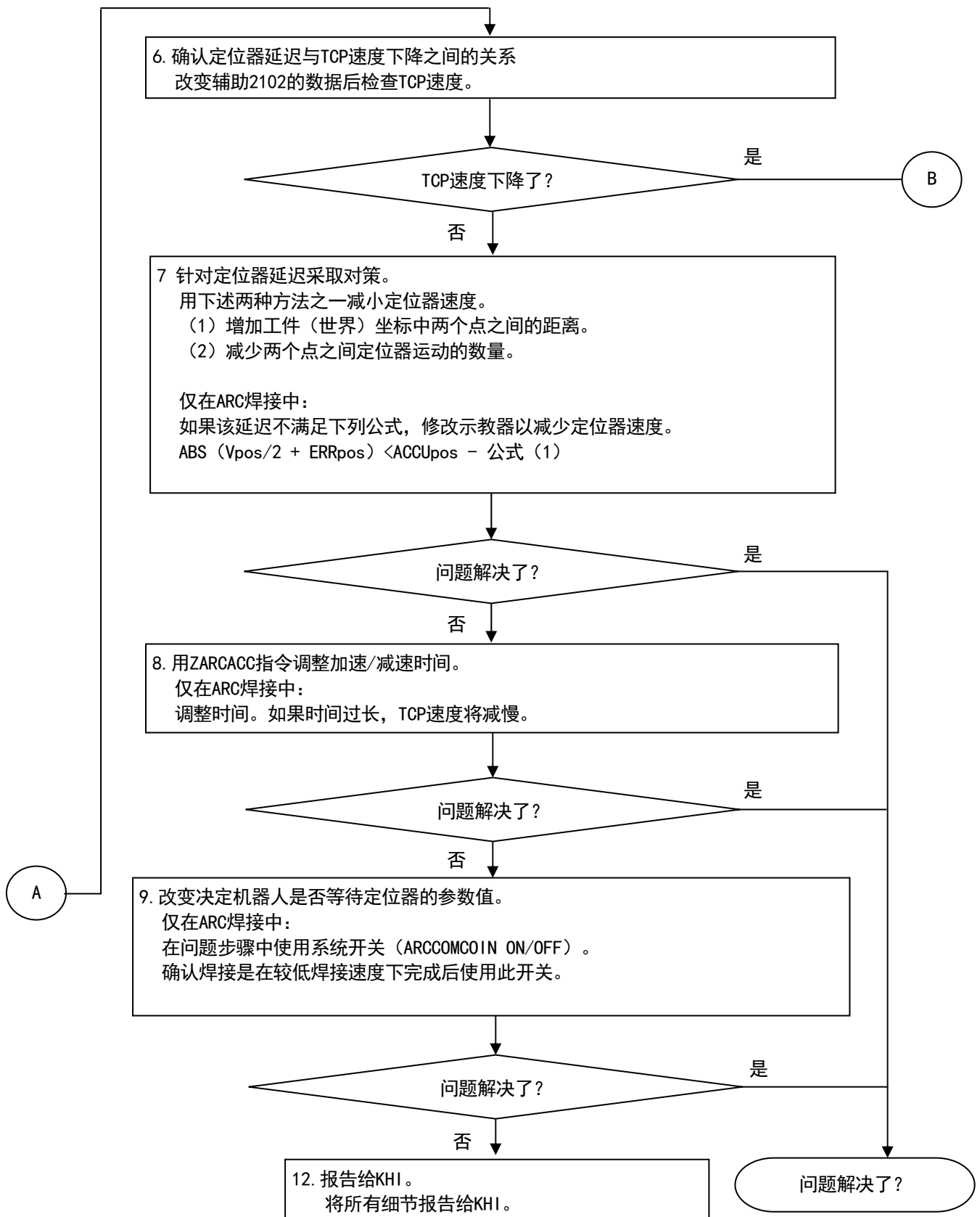
1. 在连续路径（CP）运动期间工具中心点（TCP）速度降低
2. 不能获得期望轨迹。

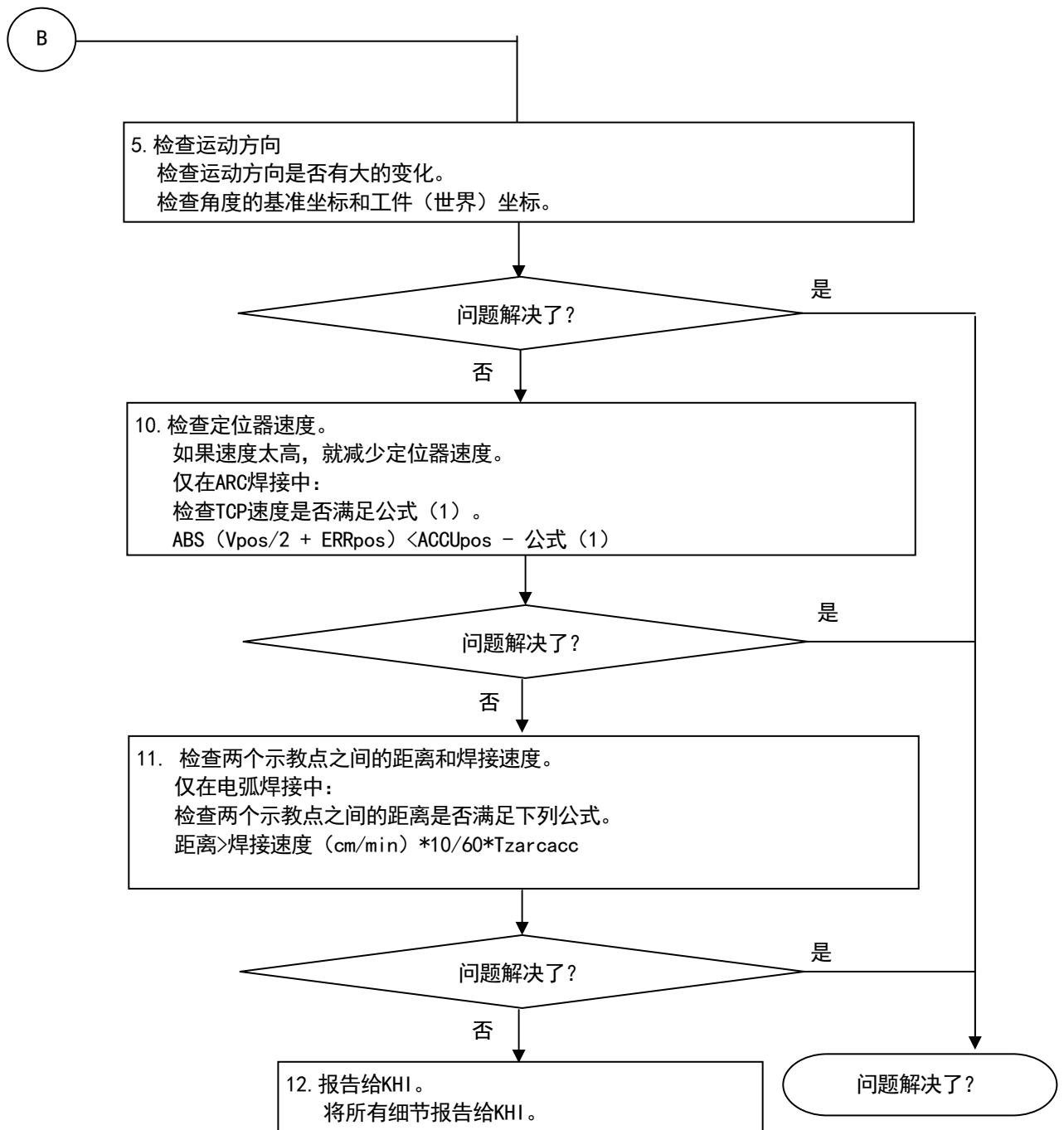
流程图每个项目的说明显示在流程图之后的页中。

以下给出的主要说明是假设定位器在电弧焊接中协调。

1. “仅在 ARC 焊接中：”之后的声明对电弧焊接中的应用是有效的。
2. 对于电弧焊接之外的其它应用，“焊接速度”解释为“速度”。







1. 确认问题。

确认问题是否发生在低速焊接（1 cm/min）时。

如果焊接速度低时还发生问题，就可假定定位器协调的设置是不合适的。

2. 确认定位器协调的设置。

单轴定位器参考 5.3.1.3 章或双轴定位器参考 5.3.2.4 章并再次检查定位器协调的设置。

3. 调整伺服参数

外部轴运动滞后于机器人运动时，首先应确认伺服调整。

(1) 使用 KHI 放大器时

1) 辅助 200701 简易调整

参考 4.1 章并确认伺服的调整。

2) 辅助 2104 前馈参数

检查“辅助 2104 前馈参数”中 JT1 和外部轴关于 KVFF/KAFF 设置的不同之处。

如果两者不同，改变外部轴 KVFF/KAFF 值，使与 JT1 的相同。还要改变 JT1 到 JT6 机器人轴的 KVFF/KAFF。

(2) 使用三菱放大器时

1) 简易调整

参考 4.2.1.1 章并确认参数值。调整伺服响应设置参数（“RPS”）。

2) 辅助 200702 全参数调整

调整参数“KPCF3”和“KPCF3T”。这些参数显示处于第三个过滤时间的指令值为常数，并且 KPCF3 在重复模式中有效，KPCF3T 在教学模式中有效。当外部轴有延迟时，增加这些参数值逐渐上升至 30 并确认影响。

外部轴有延迟时，参数“FFC”和“FFCT”都有效。FFC 在重复模式中有效，FFCT 在教学模式中有效。“FFC”和“FFCT”的细节，请参考“三菱电气公司制造的放大器指导手册”的“参数”一章。

4. 检查 TCP（工具中心点）速度。

使用数据存储功能或“where 16”指令检查靠近示教点的 TCP 速度是否有所降低。

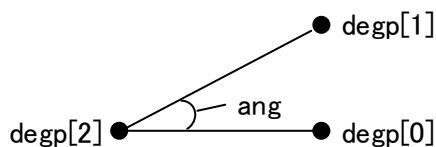
5. 检查运动方向。

检查运动方向在基准坐标和工件（世界）坐标中是否有大的变化。

使用下列程序“deg”检查焊接方向（运动方向）的改变。

```
.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”中的每个点显示在下图中。



角度从 0 到 90°，或从 270 到 360°是不好的。若角度不好，须修改示教点，因为角度变化太大。

6. 确认定位器延迟与 TCP 速度下降之间的关系

(1) 在电弧焊接应用中

在辅助 2102 中将[通过当前位置的轴一致判定范围]的值改为 0.9 mm，并在焊接期间检查示教点周围的 TCP 速度。（将[通过当前位置的轴一致判定范围]的值改为 0.9 mm 前请记录当前值。[通过当前位置的轴一致判定范围]的缺省值为 3.0 mm。）

如果设置 0.9 毫米时，TCP 速度未下降，说明问题是由于定位器的延迟造成的。

检查后，将[通过当前位置的轴一致判定范围]的值设为本次检查前原来的值。

(2) 在其它应用中

用数据存储功能记录结点指令值及当前结点值，并比对延迟。定位器的延迟大于机器人的延迟时，会导致出现问题。在这种情况下，首先去流程图下一个分支中的“否”。如果问题没有得到解决，也查看流程图下一个分支中的“是”

7. 针对定位器延迟采取对策。

如果定位器延迟在降低，就减少定位器的回转速度以对所有 TCP 速度作补救。

用以下两种方法之一减少定位器回转速度。

- (1) 增加工件（世界）坐标中两个示教点之间的距离。
- (2) 减少两个示教点之间定位器运动的数量。

仅在电弧焊接中：

在电弧焊接的焊接步骤中，机器人以恒定的加速和减速时间进行移动。（加速和减速时间由 ZARCACC 指令设置。）中间焊接点的精度是 50mm，并且在规定精度（50 mm）内从示教点到达该点后，机器人移动到下一个步骤。

因此，如果定位器有大延迟，机器人的到达其延迟在 50mm 内并且 TCP 有可能减速。

定位器的延迟（ERRpos）不满足以下公式（1）时，TCP 速度会下降。须修改示教器以便使延迟控制在限制之内。

$$ABS (V_{pos}/2 + ERR_{pos}) < ACCU_{pos} \quad \text{-公式 (1)}$$

$$ERR_{pos} = CMD_{pos} - FB_{pos}$$

$$V_{pos} = (CMD_{pos} (i) - CMD_{pos} (i-1)) * Tzarcacc / Tsamp$$

$$ACCU_{pos} = 50 * 360 / (2 * \pi * Rextaxis)$$

$$Rextaxis = 250 / VMAX_{pos} / (\pi / 180) / TRratio * 100$$

ERRpos:

定位器轴的延迟（度）

CMDpos:

定位器轴的位置指令值（度）

（在数据保存功能中[各轴指令值]）

CMDpos (i):

在某一时间定位器轴的位置指令值 (度)

FBpos:

定位器轴的当前位置 (度)  
(在数据保存功能中[各轴角度])

Vpos:

定位器轴位置的速度指令 (度/秒)

Tzarcacc:

电弧焊接步骤中加速和减速时间 (缺省值: 128 ms) (ms)

Tsamp:

位置采样周期指令值 (ms) (在数据保存功能中[时间间隔设定])

TRratio:

在辅助 2002 中[示教/再现速度比] (%)。(没有[示教/再现速度比]时, [等价半径]的值用作 Rextaxis 值。)

VMAXpos:

在辅助 2002 中[最高速度] (度/秒)

ACCUpos:

定位器轴精度 (50 mm)

Rextaxis:

定位器轴的等价半径(mm)(在辅助 2002 中设置[等价半径]的值或者从 TRratio 计算出该值。)

CMDpos 和 FBpos 都可用数据存储功能获得。

如果延迟不满足公式 (1), 修改示教器以减少定位器的速度。

用以下两种方法之一减少速度。

- (1) 增加工件 (世界) 坐标中两个示教点之间的距离。
- (2) 减少两个示教点之间定位器运动的数量

另外, 定位器的速度计算如下。

定位器运动时间= (工件 (世界) 坐标中两个示教点之间的距离) / (焊接速度)。

定位器的速度= (两个示教点之间定位器运行的数量) / (运动时间)

**[ 注意 ]**

1. 使用 TRADD 和 DISTANCE 功能计算工件（世界）坐标上两个示教点的距离。
2. 使用 TRADD 功能时，要正确设置定位器协调参数。使用单独控制功能时，设置定位器协调参数组以计算和使用 TRADD 功能。

8. 用 ZARCACC 指令调整加速/减速时间。

仅在电弧焊接中：

通过增加加速/减速时间使减速变小。因此，示教点上公式（1）中的 ERRpos 会变小，对延迟的影响也变得较小。结果是，TCP 的速度下降预计将恢复。

另一方面，通过增加加速/减速的时间，公式（1）上的 Vpos 会变得较大。因此，如果加速/减速的时间太大，也有可能使 TCP 速度下降。

调整加速/减速时间如下。

- （1）ZARCACC 指令能设置的时间高达 50000（ms）。缺省设置为 128（ms）。
- （2）改变加速/减速时间逐渐上升到 1000 mm 并确认效果。

9. 改变决定机器人是否等待定位器的参数值。

仅在电弧焊接中：

通过问题步骤中的系统开关（ARCCOMCOIN ON/OFF）改变机器人是否等待定位器轴达到一致的设置。

ARCCOMCOIN OFF：

机器人等待定位器到达示教点缺省设置：

ARCCOMCOIN ON：

在由指令值达到轴一致后，机器人不等待定位器到达示教点并移动到下一个步骤。

在作出 ARCCOMCOIN ON 之前，须确保示教是适当的，因此，使用 ARCCOMCOIN OFF，能以目标焊接速度的一半获得良好的焊接结果。然后，使 ARCCOMCOIN ON 生效。

#### 10. 检查定位器速度。

如果定位器速度太高，TCP 速度会下降。修改示教器如下。

- (1) 增加工件（世界）坐标中两个示教点之间的距离。
- (2) 减少两个示教点之间定位器运动的数量。

仅在电弧焊接中：

确认 TCP 速度是否满足公式（1）的条件。

$$ABS(V_{pos}/2 + ERR_{pos}) < ACCU_{pos} \quad \text{—公式（1）}$$

关于公式（1）见第 7 章。

对于电弧焊接应用，以下的变化也有改进的可能性。

- (1) 降低焊接速度。
- (2) 在中间焊接点用 ZARCACC 指令减少加速/减速时间。然而，如果时间太短，会发生振动。

#### 11. 检查两个示教点之间的距离和焊接速度。

仅在电弧焊接中：

确认两个示教点之间的距离是否满足下列公式。（关于 Tzarcacc 见第 7 章。）

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

如果距离太短，修改示教器如下。

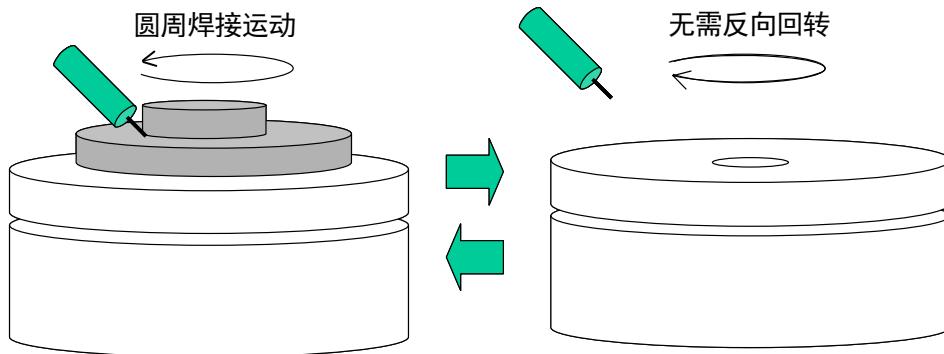
- (1) 增加工件（世界）坐标中两个示教点之间的距离。
- (2) 降低焊接速度。

#### 12. 将细节报告给 KHI。

如果问题不能通过上述对策得到解决，请将所有细节包括机器人型号、控制器型号、机器号、AS/伺服软件版本、程序内容列表和出现的操作、任何选项等等报告给 KHI。

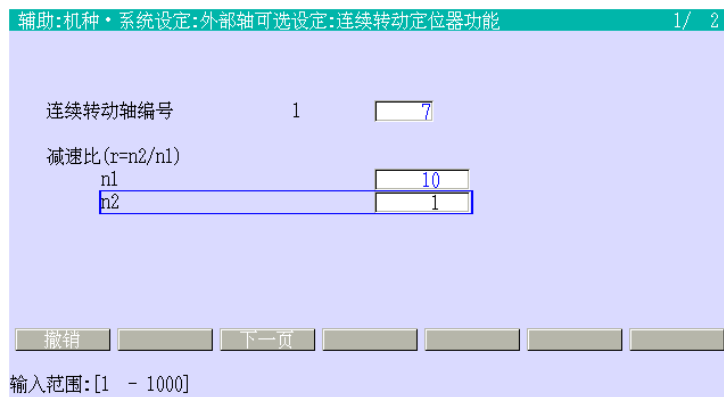
## 6.0 连续转动定位器功能

该功能可使转盘定位器沿一个方向不断回转。在以前的系统中，回转定位器用于圆周焊接时，需要反转才开始下一个圆周焊接。此功能无需通过指定转盘的回转数就能达到反转的目的。这样就节省了时间，特别是如果沿一个方向多次应用回转定位器，或者如果定位器仅能减慢回转。



## 6.1 设置连续转动定位器功能

在“辅助 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

输入适用连续转动定位器回转功能的轴编号。

### 减速比 (r=n2/n1)

n1: (1-100000)                      n2: (1-1000)

输入减速比不要把值四舍五入，否则定位器回转多次后偏差会增大。

对于有多个外部回转轴的系统，按<上一页>/<下一页>改变每个回转轴的屏幕和设置数据。

## 6.2 用 RTSET 指令/命令设置回转数

连续转动定位器轴被示教沿一个方向不断移动时（例如从 0°到 30000°），每次工作完成后将需要进行反向回转复位（从 30000°到 0°）。使用 AS 语言的 RTSET 指令/命令使其有可能将当前位置数据从 0°改变到某些期望的回转数（本例中，靠近 0°）而无需实际移动连续转动定位器轴。

### 程序例子

#a 定位器轴位置=0°	
#b 定位器轴位置=30000°	
JMOVE #a	..... 移动连续转动定位器轴到 0°（起始位置）。
JMOVE #b	..... 移动连续转动定位器轴到 30000°。
RTSET 0	..... 设置连续转动定位器轴当前位置为 120°。 (360°除 30000°=83, 余 120°)
JMOVE #a	..... 从起始位置移动余数 120°。

有关 RTSET 指令/命令的细节，参考下一页。

监控指令  
程序命令

---

**RTSET 回转数**

---

**功能**

强行将回转或外部回转轴的当前位置数据从 0° 改变到由回转数指定的对应位置。

**参数**

回转数

为由实时值公式指定的回转数从 0° 设置回转数设定范围是负 100-99 的整数（随机器人及应用而不同）。

**说明**

机器人中 JT6 或外部回转轴目前的位置数据被强行改变到指定回转数的对应位置。在外观上，改变后与改变前的位置是不相同的，但从起源点的回转数就不同。总之，无论是机器人还是外部回转轴在这个时候的实际移动怎样，但所显示的当前位置数据都会对应到指定的回转数。

当这个命令在程序中执行时，机器人暂时停止并在完成上一个运动命令后强行改变计算中的当前位置数据。

在程序中，回转或外部回转轴多次沿一个方向回转，RTSET 是一个方便的手段，重置当前的位置数据，使其回到运动范围限制的中间。这就消除了轴实际回转的需要，从而节省时间。

**例子**

**RTSET 0**            例如，若执行该命令时当前位置是 3620°，它就为 20°。  
                           $360^\circ \text{ 除 } 3620^\circ = 10, \text{ 余数 } 20^\circ$

**RTSET 10**           例如，若执行该命令时当前位置是 -90°，它就为 3870°。  
                          回转数为 0 (0° -360°) 时，-90° 就是 270°。  
                           $270^\circ + (360^\circ \times 10) = 3870^\circ$

---

监控指令  
程序命令

---

**SPINAXIS 轴编号**

---

**功能**

将轴转换为被操作的无限回转/连续转动定位器轴,对连续回转执行如 RTSET 等这样的监控指令/程序命令。

**参数**

轴编号

设置外部轴编号。设置范围是 7-7+连续回转轴编号（随机器人及应用而不同）。本设置只对外部回转轴有效。

**说明**

将轴转换成无限回转/连续转动定位器轴。转换后,对指定的轴执行如 RTSET 等这样的命令。

当该命令在程序中执行时, 机器人暂时停止并在完成上一个运动命令后将轴转换成连续回转轴。

该命令用作移动多个无限回转/连续转动定位器轴。

**例子**

SPINAXIS 7

RTSET 0            执行该命令时, JT7 执行 RTSET。

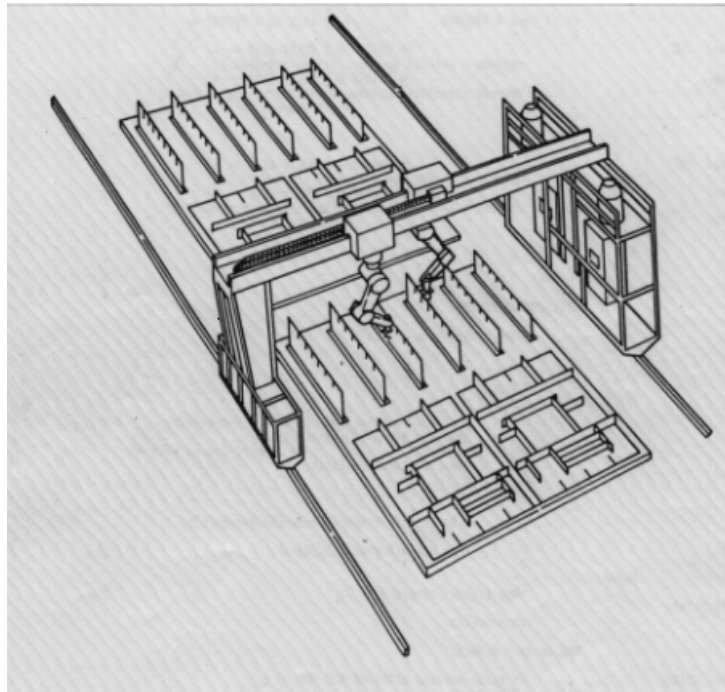
SPINAXIS 8

RTSET 10           执行该命令时, JT8 执行 RTSET。

## 7.0 DUAL 伺服功能

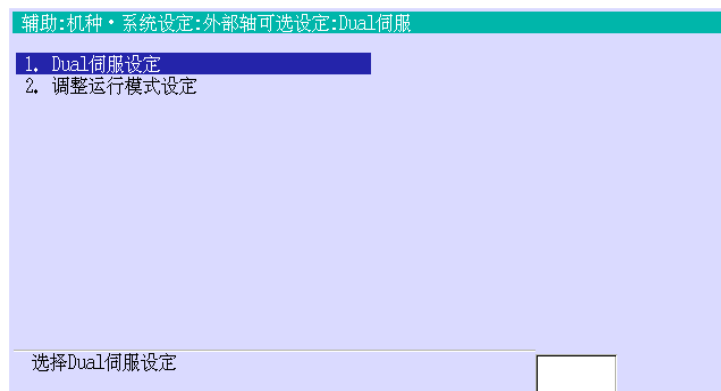
本功能允许双马达控制机器人一个轴。如果应用程序需要双马达执行工作，由于负载超过了单一马达规格等，这个功能就很有用了。

本功能指定一个外部马达轴作为主结点和其他马达轴的转移控制，这些轴作为主设备的从结点。移动主结点会导致从结点的同步运动。这给机器人提供了一个额外的自由度，虽然在硬件上已有两根附加轴。



## 7.1 设置 DUAL 伺服功能

1. 在“辅助 2003 外部轴可选设定”中选择[3. Dual 伺服]。在显示出的如下屏幕中选择 [1. Dual 伺服设定]。



2. 在以下屏幕中设置数据。

参数名称	当前值
主动轴编号	7
无冲击速度/再现最高速度(%)	10
P-增益	0
I-增益	0

### 主动轴编号

登录被设计的轴编号作为主结点。系统中最高的轴编号会自动设置为从结点。Dual 伺服功能只有一个主结点号，不能设置两个或更多主结点号。

### 无冲击速度/再现最高速度 (%)

登录无冲击速度与再现最高速度的比率\*。通常，此参数不需要改变。

### 主-从轴之间

设置 PI 控制器增益，以消除从主从节点反馈的当前位置之间的偏差。通常，此参数不需要改变。

**P-增益：** 登录成比例的增益。

**I-增益：** 登录累积增益。

**注意\*** 在伺服打开时，无扰功能可在固定的时间段补偿主从节点的偏差。在马达断电、坚持、和紧急停止时，主从节点指令值和当前值的偏差可能会升高。在轴没有设置 Dual 伺服时，这类大偏差通常用将指令值转成当前值的办法来解决，因而，伺服为 ON 时，轴不能移动。然而，在 Dual 伺服系统中，从指令值是用主指令值+偏移值（7.2 章所述）确定的，并且，如果偏差大，在伺服为 ON 时，从结点可能会突然碰撞和移动。所以，对于从结点，如果它的指令值和当前值之间的差异超过一定水平，在伺服为 ON 时，从指令值应更改为从结点当前值，然后在一个固定的时间期限从指令值转换回从主结点计算出的原来的指令值。

## 7.2 调整 DUAL 伺服功能

本节描述如何调整 Dual 伺服功能。本调整功能的使用细节解释如下。

### 调整运行模式

使用此模式纠正主从结节之间，在系统安装时，由于一些异常等原因产生的偏差。可在示教器上按主结点的 **AXIS** 键移动主从结点。在调整运行模式中，按从结点的 **AXIS** 键只能移动从结点（通常不会移动）。

### 主/从结点偏移

从结点可以自动向主结点发出一个偏移值。偏移值通常设为 0，除非当：

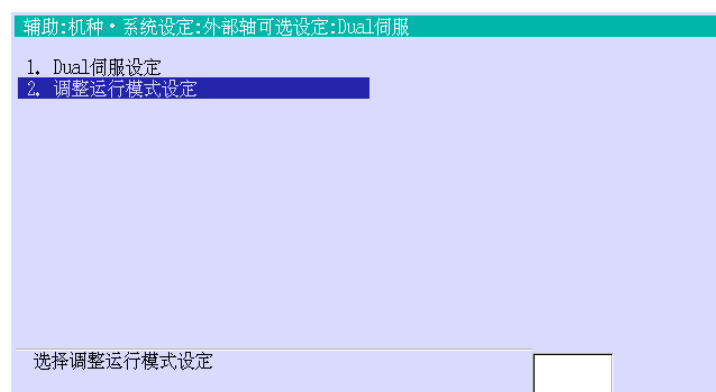
1. 调整运行模式完成时，偏差自动作为偏移值。
2. 归零时，偏移值设为 0。

### 7.2.1 设置 DUAL 伺服调整运行模式

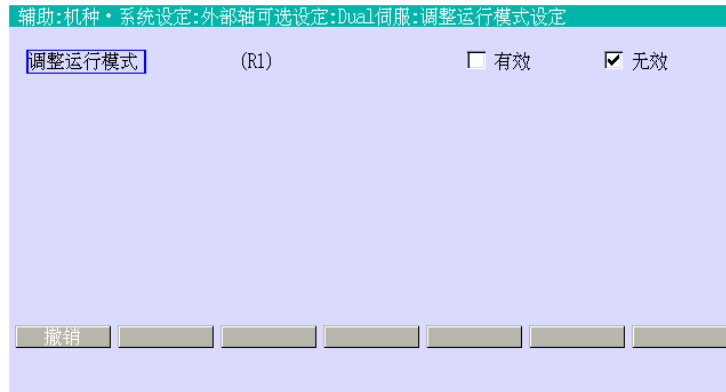
通过辅助功能或通过执行 ZDUAL 指令设置调整运行模式。打开/关闭控制器电源，取消调整运行模式。

#### 1. 通过辅助功能设置调整运行模式。

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



(2) 选择[有效]激活调整运行模式。选择[无效]结束调整运行模式。



## 2. 通过 ZDUAL 指令设置调整运行模式

执行如下指令启用/禁用调整运行模式。

>ZDUAL ON: 启用

>ZDUAL OFF: 禁用

### 7.2.2 DUAL 伺服功能调整程序

根据下列程序调整 Dual 伺服功能。

1. 将两个结点对准图纸规定或目测的零位置。
2. 执行清零。
3. 在示教器中启用调整运行模式。
4. 检查示教器轴监控屏幕上的当前值期间移动两个节点。移动从结点以减少两个结点间当前最小偏差。
5. 禁用调整运行模式。
6. 再次对主从结点清零，结点间偏移值变成 0。

## 附录. 外部轴结构例

本章展示机器人手臂+外部轴的结构例。

实际上增设外部轴时，必须查明不超过在 1.4 章所示的马达和刹车限制容量。

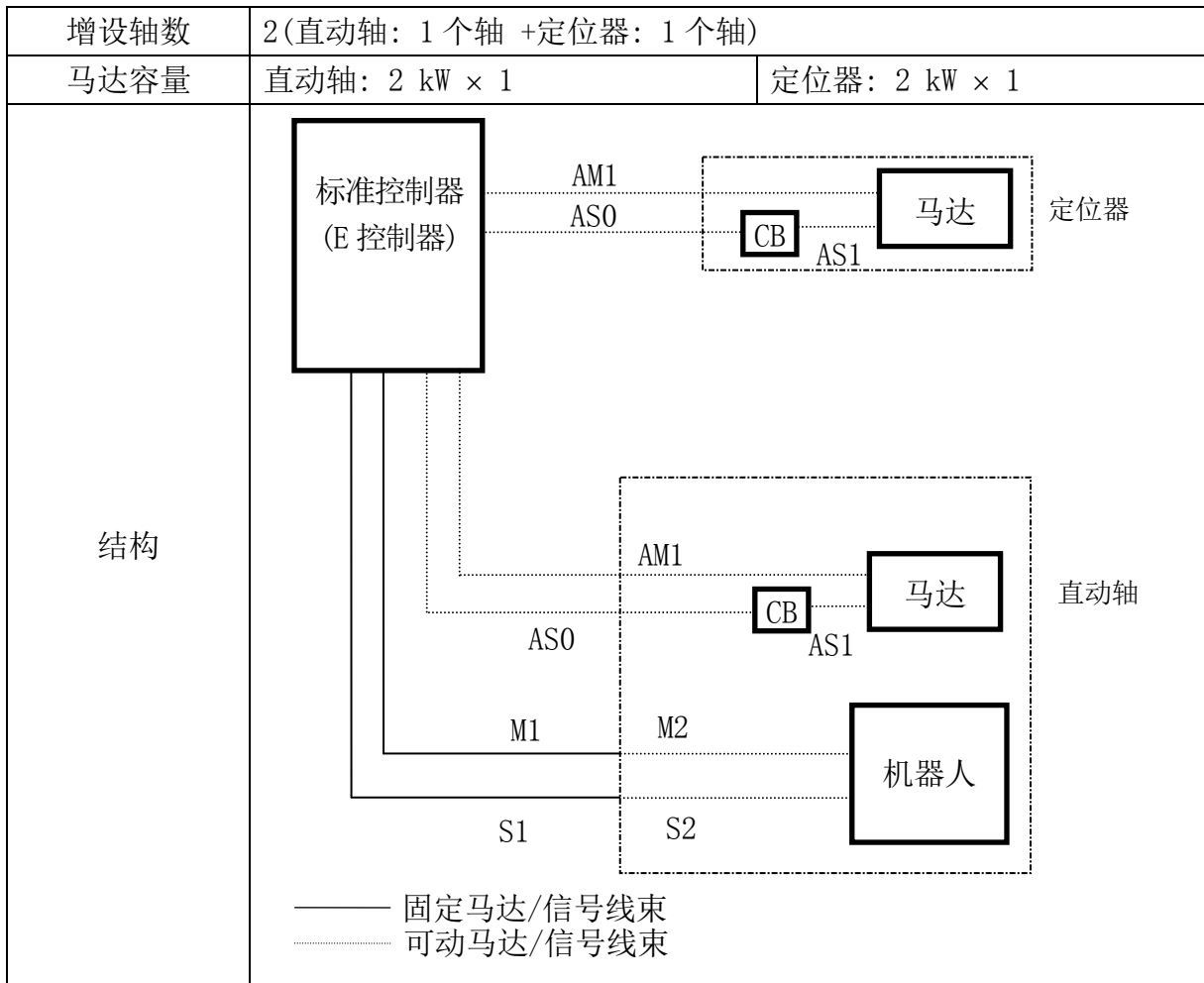
例 1: 类型 1

增设轴数	1(直动轴: 1 个轴)																															
马达容量	直动轴: 1.5 kW × 1	定位器:																														
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 - - - - 可动马达/信号线束</p>																															
附加零件	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>E2x</th> <th>E1x/E3x/E4x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>马达 1.5 kW(SANYO)</td> <td colspan="2">50601-1366×1</td> </tr> <tr> <td>KHI 放大器(50 A)</td> <td colspan="2">50607-1509×1</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束(JT7)</td> <td>50978-3911×1</td> <td>50973-2986×1</td> </tr> <tr> <td>PN 线束(JT7)</td> <td>50978-3909×1</td> <td>50977-0148×1</td> </tr> <tr> <td>DC 线束(JT7)</td> <td>50978-3910×1</td> <td>50977-0149×1</td> </tr> <tr> <td>M2 马达线束</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>S2 信号线束</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>M3 马达*</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>S3 信号马达*</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>注意*</b></p> <p>M3 ≤ 2 m S3 ≤ 2 m</p>			E2x	E1x/E3x/E4x	马达 1.5 kW(SANYO)	50601-1366×1		KHI 放大器(50 A)	50607-1509×1		PWM 线束(JT7)	50978-3911×1	50973-2986×1	PN 线束(JT7)	50978-3909×1	50977-0148×1	DC 线束(JT7)	50978-3910×1	50977-0149×1	M2 马达线束			S2 信号线束			M3 马达*			S3 信号马达*		
	E2x	E1x/E3x/E4x																														
马达 1.5 kW(SANYO)	50601-1366×1																															
KHI 放大器(50 A)	50607-1509×1																															
PWM 线束(JT7)	50978-3911×1	50973-2986×1																														
PN 线束(JT7)	50978-3909×1	50977-0148×1																														
DC 线束(JT7)	50978-3910×1	50977-0149×1																														
M2 马达线束																																
S2 信号线束																																
M3 马达*																																
S3 信号马达*																																

例 2: 类型 2

增设轴数	2(定位器: 2 个轴)																																																				
马达容量	直动轴:	定位器: 1.5 kW × 2																																																			
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 ..... 可动马达/信号线束</p>																																																				
附加零件	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>E2x</th> <th>E1x/E3x/E4x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>马达 1.5 kW (SANYO)</td> <td colspan="2">50601-1366 × 2</td> </tr> <tr> <td>KHI 放大器 (50 A)</td> <td colspan="2">50607-1509 × 2</td> </tr> <tr> <td>一套 JT7 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT7)</td> <td>50978-3909</td> <td>50977-0148</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT7)</td> <td>50978-3910</td> <td>50977-0149</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT7)</td> <td>50978-3911</td> <td>50973-2986</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT7)</td> <td>50978-3920</td> <td>50977-0107</td> </tr> <tr> <td>一套 JT8 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT8)</td> <td>50978-3914</td> <td>50977-0111</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT8)</td> <td>50978-3915</td> <td>50977-0112</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT8)</td> <td>50978-3916</td> <td>50973-2987</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT8)</td> <td>50978-3921</td> <td>50977-0108</td> </tr> <tr> <td>1HG 板连接箱</td> <td colspan="2">50326-1093 × 2</td> </tr> <tr> <td>AMO 马达线束</td> <td colspan="2">× 2</td> </tr> <tr> <td>AS0 信号线束</td> <td colspan="2">× 2</td> </tr> <tr> <td>AS1 信号线束</td> <td colspan="2">× 2</td> </tr> </tbody> </table>			E2x	E1x/E3x/E4x	马达 1.5 kW (SANYO)	50601-1366 × 2		KHI 放大器 (50 A)	50607-1509 × 2		一套 JT7 附加线束			PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148	DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149	PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986	背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107	一套 JT8 附加线束			PN 线束 (JT8)	50978-3914	50977-0111	DC 线束 (JT8)	50978-3915	50977-0112	PWM 线束 (JT8)	50978-3916	50973-2987	背面线束 (JT8)	50978-3921	50977-0108	1HG 板连接箱	50326-1093 × 2		AMO 马达线束	× 2		AS0 信号线束	× 2		AS1 信号线束	× 2	
	E2x	E1x/E3x/E4x																																																			
马达 1.5 kW (SANYO)	50601-1366 × 2																																																				
KHI 放大器 (50 A)	50607-1509 × 2																																																				
一套 JT7 附加线束																																																					
PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148																																																			
DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149																																																			
PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986																																																			
背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107																																																			
一套 JT8 附加线束																																																					
PN 线束 (JT8)	50978-3914	50977-0111																																																			
DC 线束 (JT8)	50978-3915	50977-0112																																																			
PWM 线束 (JT8)	50978-3916	50973-2987																																																			
背面线束 (JT8)	50978-3921	50977-0108																																																			
1HG 板连接箱	50326-1093 × 2																																																				
AMO 马达线束	× 2																																																				
AS0 信号线束	× 2																																																				
AS1 信号线束	× 2																																																				

例 3: 类型 3



	E2x	E1x/E3x/E4x
附加零件	马达 2 kW (SANYO)	
	50601-1490×2	
	KHI 放大器 (50 A)	
	50607-1509×2	
	一套 JT7 附加线束	
	PN 线束 (JT7)	50978-3909 50977-0148
	DC 线束 (JT7)	50978-3910 50977-0149
	PWM 线束 (JT7)	50978-3911 50973-2986
	背面线束 (JT7)	50978-3920 50977-0107
	一套 JT8 附加线束	
	PN 线束 (JT8)	50978-3914 50977-0111
	DC 线束 (JT8)	50978-3915 50977-0112
	PWM 线束 (JT8)	50978-3916 50973-2987
	背面线束 (JT8)	50978-3921 50977-0108
	1HG 板连接箱	
	50326-1093×2	
	M2 马达线束	
	S2 信号线束	
	AM1 马达线束	
	×2	
	AS0 信号线束	
	×2	
	AS1 信号线束	
	×2	

例 4: 类型 4

增设轴数	2(定位器: 2 个轴)																																																				
马达容量	直动轴:	定位器: 2 kW × 2																																																			
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 ..... 可动马达/信号线束</p>																																																				
附加零件	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>E2x</th> <th>E1x/E3x/E4x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>马达 2 kW (SANYO)</td> <td colspan="2">50601-1490×2</td> </tr> <tr> <td>KHI 放大器 (50 A)</td> <td colspan="2">50607-1509×2</td> </tr> <tr> <td>一套 JT7 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT7)</td> <td>50978-3909</td> <td>50977-0148</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT7)</td> <td>50978-3910</td> <td>50977-0149</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT7)</td> <td>50978-3911</td> <td>50973-2986</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT7)</td> <td>50978-3920</td> <td>50977-0107</td> </tr> <tr> <td>一套 JT8 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT8)</td> <td>50978-3914</td> <td>50977-0111</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT8)</td> <td>50978-3915</td> <td>50977-0112</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT8)</td> <td>50978-3916</td> <td>50973-2987</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT8)</td> <td>50978-3921</td> <td>50977-0108</td> </tr> <tr> <td>1HG 板连接箱</td> <td colspan="2">50326-1093×2</td> </tr> <tr> <td>AM1 马达线束</td> <td colspan="2">×2</td> </tr> <tr> <td>AS0 信号线束</td> <td colspan="2">×2</td> </tr> <tr> <td>AS1 信号线束</td> <td colspan="2">×2</td> </tr> </tbody> </table>			E2x	E1x/E3x/E4x	马达 2 kW (SANYO)	50601-1490×2		KHI 放大器 (50 A)	50607-1509×2		一套 JT7 附加线束			PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148	DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149	PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986	背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107	一套 JT8 附加线束			PN 线束 (JT8)	50978-3914	50977-0111	DC 线束 (JT8)	50978-3915	50977-0112	PWM 线束 (JT8)	50978-3916	50973-2987	背面线束 (JT8)	50978-3921	50977-0108	1HG 板连接箱	50326-1093×2		AM1 马达线束	×2		AS0 信号线束	×2		AS1 信号线束	×2	
	E2x	E1x/E3x/E4x																																																			
马达 2 kW (SANYO)	50601-1490×2																																																				
KHI 放大器 (50 A)	50607-1509×2																																																				
一套 JT7 附加线束																																																					
PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148																																																			
DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149																																																			
PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986																																																			
背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107																																																			
一套 JT8 附加线束																																																					
PN 线束 (JT8)	50978-3914	50977-0111																																																			
DC 线束 (JT8)	50978-3915	50977-0112																																																			
PWM 线束 (JT8)	50978-3916	50973-2987																																																			
背面线束 (JT8)	50978-3921	50977-0108																																																			
1HG 板连接箱	50326-1093×2																																																				
AM1 马达线束	×2																																																				
AS0 信号线束	×2																																																				
AS1 信号线束	×2																																																				

例 5: 类型 5

增设轴数	1(定位器: 1 个轴)																																					
马达容量	直动轴:	定位器: 2 kW × 1																																				
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 ····· 可动马达/信号线束</p>																																					
附加零件	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>E2x</th> <th>E1x/E3x/E4x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>马达 2 kW (SANYO)</td> <td colspan="2">50601-1490 × 1</td> </tr> <tr> <td>KHI 放大器 (50 A)</td> <td colspan="2">50607-1509 × 1</td> </tr> <tr> <td>一套 JT7 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT7)</td> <td>50978-3909</td> <td>50977-0148</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT7)</td> <td>50978-3910</td> <td>50977-0149</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT7)</td> <td>50978-3911</td> <td>50973-2986</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT7)</td> <td>50978-3920</td> <td>50977-0107</td> </tr> <tr> <td>1HG 板连接箱</td> <td colspan="2">50326-1093 × 1</td> </tr> <tr> <td>AM1 马达线束</td> <td colspan="2">× 1</td> </tr> <tr> <td>AS0 信号线束</td> <td colspan="2">× 1</td> </tr> <tr> <td>AS1 信号线束</td> <td colspan="2">× 1</td> </tr> </tbody> </table>			E2x	E1x/E3x/E4x	马达 2 kW (SANYO)	50601-1490 × 1		KHI 放大器 (50 A)	50607-1509 × 1		一套 JT7 附加线束			PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148	DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149	PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986	背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107	1HG 板连接箱	50326-1093 × 1		AM1 马达线束	× 1		AS0 信号线束	× 1		AS1 信号线束	× 1	
	E2x	E1x/E3x/E4x																																				
马达 2 kW (SANYO)	50601-1490 × 1																																					
KHI 放大器 (50 A)	50607-1509 × 1																																					
一套 JT7 附加线束																																						
PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148																																				
DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149																																				
PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986																																				
背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107																																				
1HG 板连接箱	50326-1093 × 1																																					
AM1 马达线束	× 1																																					
AS0 信号线束	× 1																																					
AS1 信号线束	× 1																																					

例 6: 类型 6

增设轴数	1(直动轴: 1 个轴)																																											
马达容量	直动轴: 2 kW × 1	定位器:																																										
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 - - - - 可动马达/信号线束</p>																																											
附加零件	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>E2x</th> <th>E1x/E3x/E4x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>马达 2 kW(SANYO)</td> <td colspan="2">50601-1490×1</td> </tr> <tr> <td>KHI 放大器 (50 A)</td> <td colspan="2">50607-1509×1</td> </tr> <tr> <td>一套 JT7 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT7)</td> <td>50978-3909</td> <td>50977-0148</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT7)</td> <td>50978-3910</td> <td>50977-0149</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT7)</td> <td>50978-3911</td> <td>50973-2986</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT7)</td> <td>50978-3920</td> <td>50977-0107</td> </tr> <tr> <td>1HG 板连接箱</td> <td colspan="2">50326-1093×1</td> </tr> <tr> <td>M2 马达线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S2 信号线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AM1 马达线束</td> <td>×1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AS0 信号线束</td> <td>×1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AS1 信号线束</td> <td>×1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			E2x	E1x/E3x/E4x	马达 2 kW(SANYO)	50601-1490×1		KHI 放大器 (50 A)	50607-1509×1		一套 JT7 附加线束			PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148	DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149	PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986	背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107	1HG 板连接箱	50326-1093×1		M2 马达线束			S2 信号线束			AM1 马达线束	×1		AS0 信号线束	×1		AS1 信号线束	×1	
	E2x	E1x/E3x/E4x																																										
马达 2 kW(SANYO)	50601-1490×1																																											
KHI 放大器 (50 A)	50607-1509×1																																											
一套 JT7 附加线束																																												
PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148																																										
DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149																																										
PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986																																										
背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107																																										
1HG 板连接箱	50326-1093×1																																											
M2 马达线束																																												
S2 信号线束																																												
AM1 马达线束	×1																																											
AS0 信号线束	×1																																											
AS1 信号线束	×1																																											

例 7: 类型 7

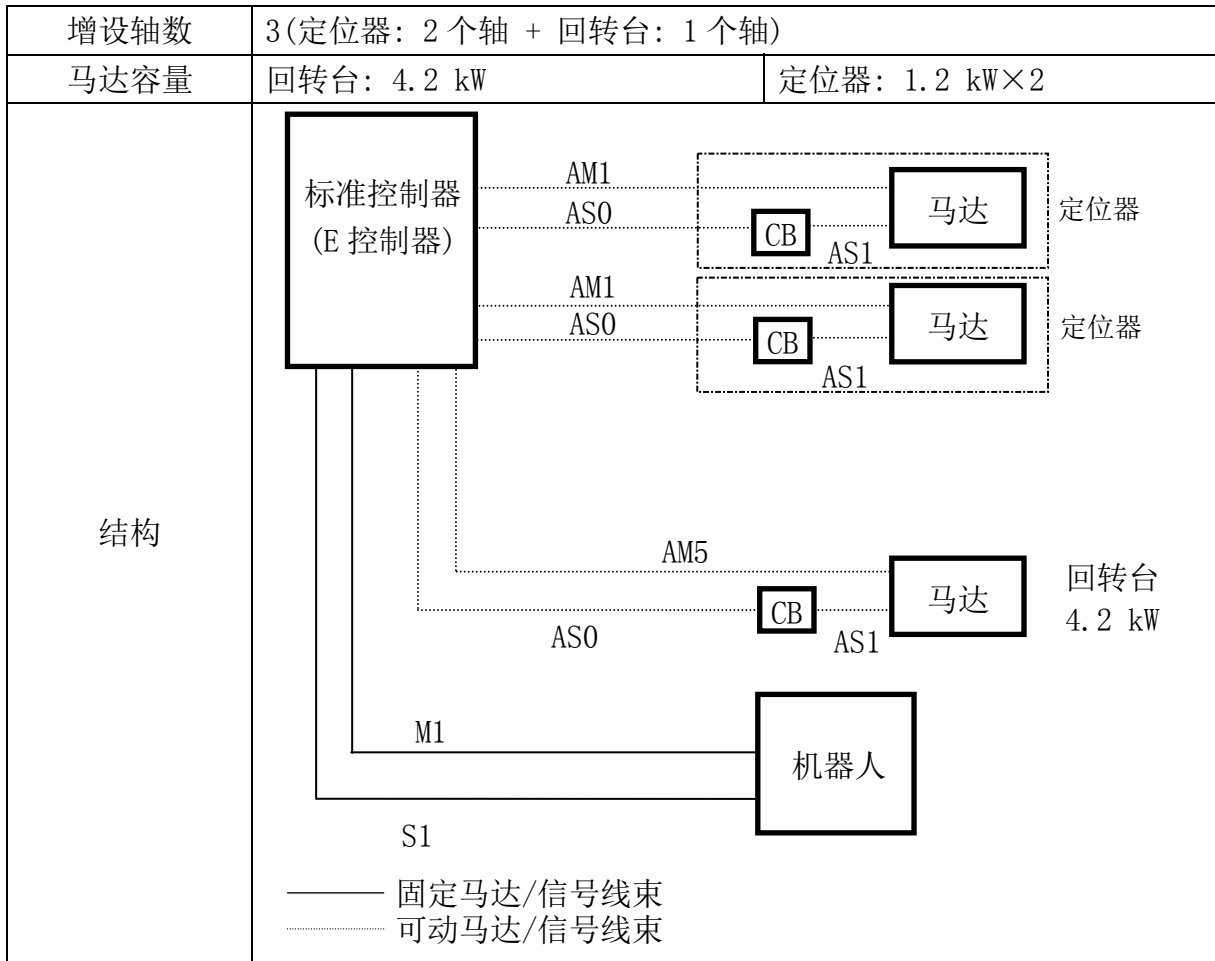
增设轴数	2(直动轴: 1 个轴 + 定位器: 1 个轴)																																																	
马达容量	直动轴: 2 kW × 1	定位器: 4.2 kW × 1																																																
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 ····· 可动马达/信号线束</p>																																																	
附加零件	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>E2x</th> <th>E1x/E3x/E4x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>马达 4.2 kW (SANYO)</td> <td colspan="2">50601-1412×1</td> </tr> <tr> <td>马达 2 kW (SANYO)</td> <td colspan="2">50601-1490×1</td> </tr> <tr> <td>KHI 放大器 (50 A)</td> <td colspan="2">50607-1509×1</td> </tr> <tr> <td>KHI 放大器 (100 A)</td> <td colspan="2">50607-1503×1</td> </tr> <tr> <td>一套 JT7 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT7)</td> <td>50978-3909</td> <td>50977-0148</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT7)</td> <td>50978-3910</td> <td>50977-0149</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT7)</td> <td>50978-3911</td> <td>50973-2986</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT7)</td> <td>50978-3920</td> <td>50977-0107</td> </tr> <tr> <td>一套 JT8 附加线束</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PN 线束 (JT8)</td> <td>50978-3914</td> <td>50977-0111</td> </tr> <tr> <td>DC 线束 (JT8)</td> <td>50978-3915</td> <td>50977-0112</td> </tr> <tr> <td>PWM 线束 (JT8)</td> <td>50978-3916</td> <td>50973-2987</td> </tr> <tr> <td>背面线束 (JT8)</td> <td>50978-3921</td> <td>50977-0108</td> </tr> <tr> <td>1HG 板连接箱</td> <td colspan="2">50326-1093×2</td> </tr> </tbody> </table>			E2x	E1x/E3x/E4x	马达 4.2 kW (SANYO)	50601-1412×1		马达 2 kW (SANYO)	50601-1490×1		KHI 放大器 (50 A)	50607-1509×1		KHI 放大器 (100 A)	50607-1503×1		一套 JT7 附加线束			PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148	DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149	PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986	背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107	一套 JT8 附加线束			PN 线束 (JT8)	50978-3914	50977-0111	DC 线束 (JT8)	50978-3915	50977-0112	PWM 线束 (JT8)	50978-3916	50973-2987	背面线束 (JT8)	50978-3921	50977-0108	1HG 板连接箱	50326-1093×2	
	E2x	E1x/E3x/E4x																																																
马达 4.2 kW (SANYO)	50601-1412×1																																																	
马达 2 kW (SANYO)	50601-1490×1																																																	
KHI 放大器 (50 A)	50607-1509×1																																																	
KHI 放大器 (100 A)	50607-1503×1																																																	
一套 JT7 附加线束																																																		
PN 线束 (JT7)	50978-3909	50977-0148																																																
DC 线束 (JT7)	50978-3910	50977-0149																																																
PWM 线束 (JT7)	50978-3911	50973-2986																																																
背面线束 (JT7)	50978-3920	50977-0107																																																
一套 JT8 附加线束																																																		
PN 线束 (JT8)	50978-3914	50977-0111																																																
DC 线束 (JT8)	50978-3915	50977-0112																																																
PWM 线束 (JT8)	50978-3916	50973-2987																																																
背面线束 (JT8)	50978-3921	50977-0108																																																
1HG 板连接箱	50326-1093×2																																																	

	E2x	E1x/E3x/E4x
M2 马达线束		
S2 信号线束		
AM1 马达线束	×1	
AM5 马达线束	×1	
AS0 信号线束	×2	
AS1 信号线束	×2	
附加零件*	RS020N + E10/E20	
	• 再生电阻器	50977-0272
	RS020N + E30	
	• 变压器	60621-1215
	• CB2 (25 A)	60569-1160
	• 再生电阻器	50977-0272
	RS020N + E40	
	• 变压器	60621-1213
	• CB1 (20 A)	60569-1139
	• CB2 (25 A)	60570-1266
	• 再生电阻器	50977-0272

**注意\*** 更换以下的附加零件时，按照下面所示的方法。

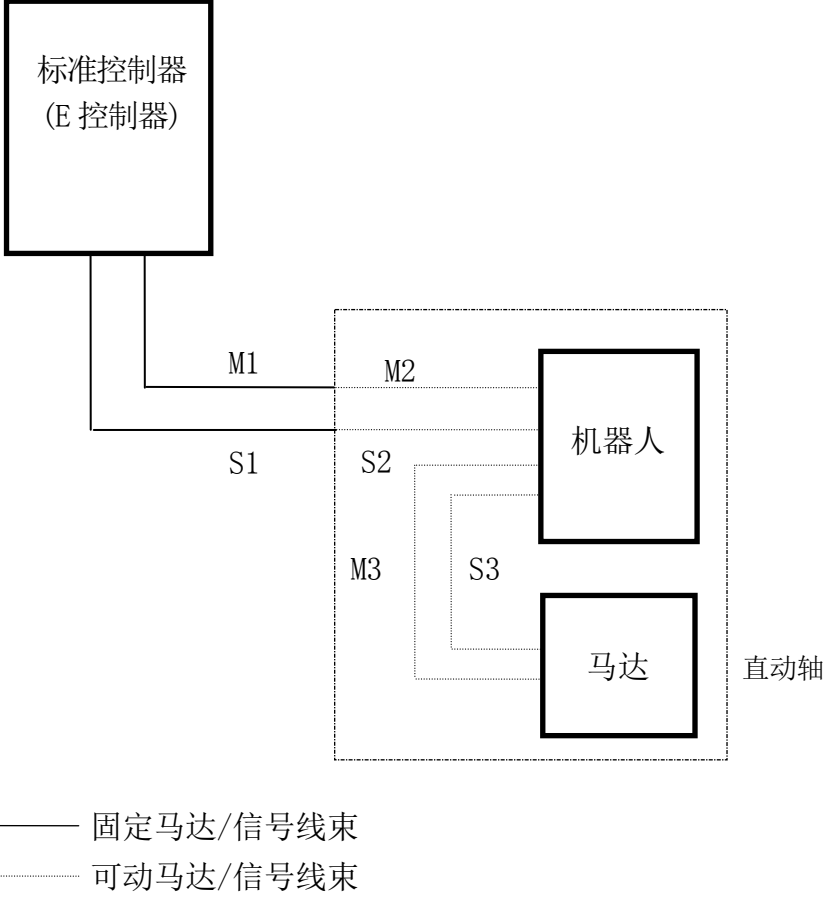
1. 再生电阻器(在伺服放大器后边)
  - (1) 拆卸伺服放大器。
  - (2) 断开再生电阻器的连接器，拆卸再生电阻器。
  - (3) 用附属的六角间隔条，固定一个新再生电阻器。
  - (4) 用附属的螺丝，固定再一个新再生电阻器。
  - (5) 连接再生电阻器的连接器。
  - (6) 安装伺服放大器。
2. 变压器(在左侧盖板内边)
  - (1) 拆卸左侧盖板与后盖板。
  - (2) 更换变压器。
  - (3) 重新安装盖板。
3. CB1 与 CB2(在控制器里的左后上边)
  - (1) 断开 CB1 与 CB2 电缆。
  - (2) 更换 CB1 与 CB2。
  - (3) 安装 CB1 与 CB2。

例 8: 类型 8



			E2x	E1x/E3x/E4x
	附加零件	马达 1.2 kW(SANYO)		
马达 4.2 kW(SANYO)			50601-1412×1	
KHI 放大器(100 A)			50607-1503×1	
KHI 放大器(30 A)			50607-1504×2	
一套 JT7 附加线束				
PN 线束(JT7)			50977-0148	
DC 线束(JT7)			50977-0149	
PWM 线束(JT7)			50973-2986	
背面线束(JT7)			50977-0107	
一套 JT8 附加线束				
PN 线束(JT8)			50977-0111	
DC 线束(JT8)			50977-0112	
PWM 线束(JT8)			50973-2987	
背面线束(JT8)			50977-0108	
一套 JT9 附加线束				
PN 线束(JT9)			50977-0152	
DC 线束(JT9)			50977-0153	
PWM 线束(JT9)			50973-2988	
背面线束(JT9)			50977-0109	
附加零件	连接箱(包括 1HG 板)			50326-1093×3
	AM1 马达线束×2			
	AS0 信号线束×2			
	AS1 信号线束×2			

例 9: 类型 9(只为 E7x)

增设轴数	1(直动轴: 1 个轴)	
马达容量	直动轴: 1.2 kW×1	定位器:
结构	 <p>—— 固定马达/信号线束 - - - - 可动马达/信号线束</p>	
附加零件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 马达 1.2 kW(SANYO)                    50601-1491×1</li> <li>• KHI 放大器(30 A)                        50607-0019×1</li> <li>• 附加放大器架                              50833-0006</li> <li>• 附加放大器风扇                         50973-2898</li> </ul> <p style="text-align: right;">} 49094-0088</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M2 马达线束</li> <li>• S2 信号线束</li> <li>• M3 马达线束*</li> <li>• S3 信号线束*</li> </ul> <p><b>注意*</b></p> <p>M3 ≤ 2 m</p> <p>S3 ≤ 2 m</p>	

例 10: 类型 10(只为 E7x)

增设轴数	1(定位器: 1 个轴)	
马达容量	直动轴:	定位器: 1.2 kW×1
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 ····· 可动马达/信号线束</p>	
附加零件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 马达 1.2 kW(SANYO)      50601-1491×1</li> <li>• KHI 放大器 (30 A)      50607-0019×1</li> <li>• 一套 JT7 附加线束 (49094-0089)      附加放大器架: 50833-0006 附加放大器风扇: 50973-2898 背面马达线束(JT7): 50977-0209 背面信号线束(JT7): 50977-0210 背面箱: 50833-0007</li> <li>• 1HG 板连接箱      50326-1093×1</li> <li>• AM1 马达线束×1</li> <li>• AS0 信号线束×1</li> <li>• AS1 信号线束×1</li> </ul>	

例 11: 类型 11

增设轴数	4(定位器: 4 个轴)	
马达容量	直动轴:	定位器: 3.5 kW×4
结构	<p>—— 固定马达/信号线束 ····· 可动马达/信号线束</p>	
附加零件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 马达 3.5 kW(三菱) HC-RFS353BK×4</li> <li>• 3.5 kW 马达放大器(三菱) MR-J2S-500B×4</li> <li>• SSCNET 接口板 50999-2423×1</li> <li>• SSCNET 总线电缆(5 m) MR-J2HBUS5M×1</li> <li>• SSCNET 总线电缆(0.5 m) MR-J2HBUS05M×3</li> <li>• SSCNET 终端线夹 MR-A-TM×1</li> <li>• M1 马达线束</li> <li>• S1 信号线束</li> <li>• AM3 马达线束×4</li> <li>• AS2 信号线束×4</li> <li>• 变压器</li> <li>• NFB(无熔丝电路遮断器)(F1)</li> <li>• F2</li> </ul>	

例 12: 类型 12

增设轴数	4(定位器: 4 个轴)																							
马达容量	直动轴:	定位器: 2 kW×4																						
结构																								
附加零件	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>多轴控制器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>马达 2.0 kW</td> <td>50601-1490×2</td> </tr> <tr> <td>多轴控制器(包括 6 轴放大器)</td> <td>×1</td> </tr> <tr> <td>控制器之间线束</td> <td>50979-0205×1 50979-0206×1</td> </tr> <tr> <td>一套多轴控制器一个轴附加线束</td> <td></td> </tr> <tr> <td>背面马达线束</td> <td>50977-0472×4</td> </tr> <tr> <td>背面信号线束</td> <td>50977-0461×4</td> </tr> <tr> <td>1HG 板连接箱</td> <td>50326-1093×4</td> </tr> <tr> <td>AM0 马达线束</td> <td>×4</td> </tr> <tr> <td>AS0 信号线束</td> <td>×4</td> </tr> <tr> <td>AS1 信号线束</td> <td>×4</td> </tr> </tbody> </table>			多轴控制器	马达 2.0 kW	50601-1490×2	多轴控制器(包括 6 轴放大器)	×1	控制器之间线束	50979-0205×1 50979-0206×1	一套多轴控制器一个轴附加线束		背面马达线束	50977-0472×4	背面信号线束	50977-0461×4	1HG 板连接箱	50326-1093×4	AM0 马达线束	×4	AS0 信号线束	×4	AS1 信号线束	×4
	多轴控制器																							
马达 2.0 kW	50601-1490×2																							
多轴控制器(包括 6 轴放大器)	×1																							
控制器之间线束	50979-0205×1 50979-0206×1																							
一套多轴控制器一个轴附加线束																								
背面马达线束	50977-0472×4																							
背面信号线束	50977-0461×4																							
1HG 板连接箱	50326-1093×4																							
AM0 马达线束	×4																							
AS0 信号线束	×4																							
AS1 信号线束	×4																							

---

---

川崎机器人控制器/E 系列  
外部轴增设说明书

---

2011 年 12 月：第一版  
2013 年 1 月：第二版

川崎重工业株式会社出版

90210-1249DCB