



FD 控制装置 操作说明书

面向 EXPERT 的外部机构调整要领手册

第 2 版

- 使用机器人之前，请务必仔细阅读本操作说明书，遵守所有的安全相关事项并按照本文的指示进行操作。
- 本机器人的安装、操作、维护作业仅限接受过本公司机器人培训的人员实施。
- 使用本机器人时，请务必遵守各国的工业机器人相关法令及安全相关法令。
- 请务必将本操作说明书交至实际操作人员手中。
- 有关本说明书的任何不明之处及本机器人的售后服务事宜，请咨询封底所述的本公司的各服务中心。

株式会社 不二越

目 录

第 1 章 设定机构常数

1.1 作业的整体情况.....	1-1
1.2 机构的登记.....	1-2
1.2.1 外部机构的登记.....	1-2
1.2.2 外部机构系统的登记.....	1-2
1.2.3 机构之间的设置关系的设定.....	1-2
1.2.4 机构和放大器的兼容设定.....	1-2
1.2.5 编码器 ID 的写入.....	1-3
1.2.6 执行编码器复位.....	1-3
1.2.7 电机和编码器的设定.....	1-4
1.2.8 伺服参数的设定.....	1-6
1.2.9 机械手常数的设定.....	1-10
1.2.10 试启动运转准备.....	1-12
1.3 运转准备启动后的机构常数设定.....	1-13
1.3.1 编码器修正的设定.....	1-13
1.3.2 轴恒定的设定.....	1-13
1.3.3 动作范围（软限位）的设定.....	1-13
1.3.4 工具常数（长度、角度、重心/重量）的设定.....	1-13

第 2 章 伺服调整

2.1 准备.....	2-1
2.1.1 所需机器的准备.....	2-2
2.1.2 连接测量仪器.....	2-2
2.1.3 波形监视器.....	2-4
2.2 伺服调整.....	2-6
2.2.1 电流循环调整.....	2-6
2.2.2 手动操作的确认.....	2-7
2.2.3 程序编制和适应性运行.....	2-7
2.2.4 确认最高速度（NT 修正与相位均衡）.....	2-8
2.2.5 加减速调整.....	2-9
2.2.6 写入参数表.....	2-9
2.2.7 再生前检查表.....	2-13
2.2.8 再生动作检查表.....	2-14

NOTE

第1章 设定机构常数

1.1 作业的整体情况

设定编码器位分解能及轴常数等机械（机构）常数。是根据外部机构的机械构造、电机/编码器的规格确定的唯一的值。同时，还进行位置循环增益等伺服参数的初始设定。由于这些常数均是决定伺服控制基础的重要参数，而且设定项目数量非常多，因此请谨慎地进行设定。

下图展示了使用外部机构应用程序设定作业的整体情况。

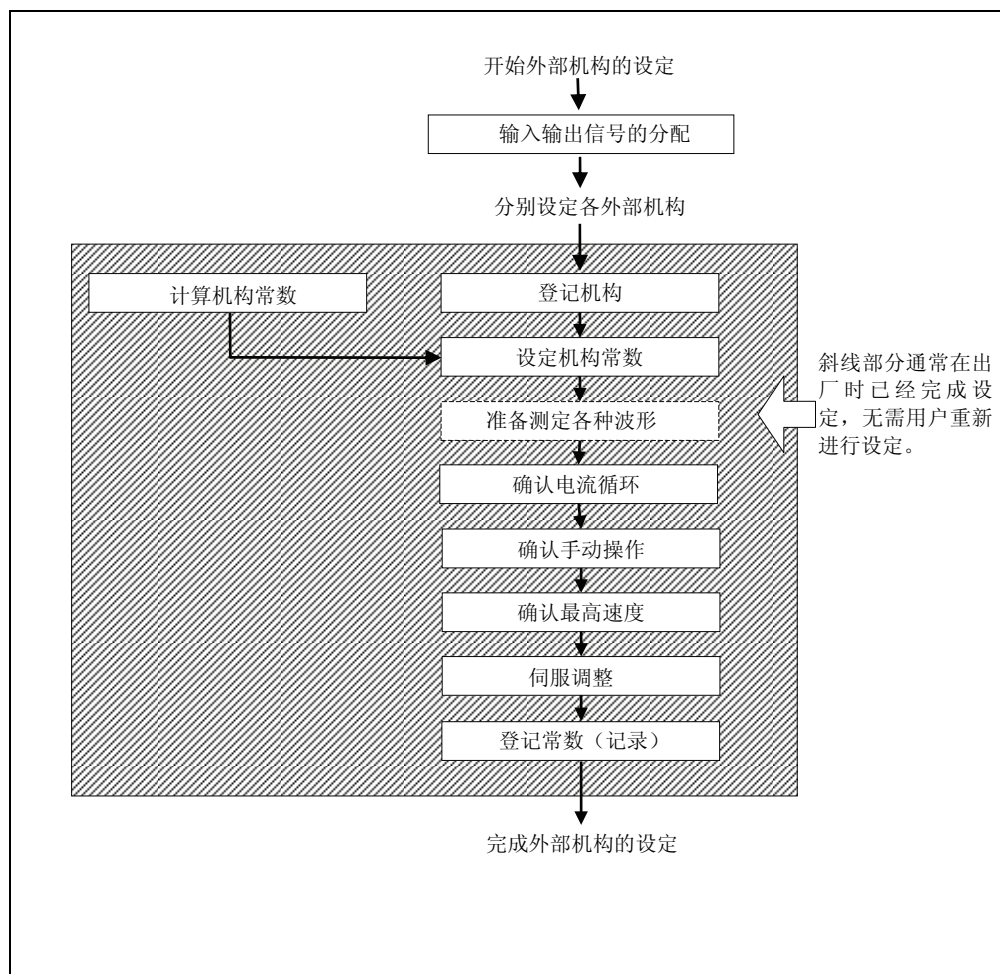


图 1.1.1 设定作业的整体情况

本书对斜线部分中从“外部机构常数的设定”到“外部机构的伺服调整”的作业内容进行说明。通常这些作业在出厂时已经完成，但当由用户安装调整外部机构时及交货后更改系统配置时，必须实施该作业。

“外部机构常数的设定”“外部机构的伺服调整”是对使用伺服电机的特性和机械结构所决定的诸多参数进行设定，以进行合理的加减速调整作业。无论是机器人本体轴还是外部机构轴，均需要进行伺服控制所必须的事项。实施这些作业必须具备工业机器人相关的高级知识。

“外部机构的伺服调整”通过使外部机构动作，测定定位精度、速度和电流之间的关系，调整其外部的加减速特性。这是决定外部机构控制基础的重要参数。

1.2 机构的登记

首先登记名称为“外部机构”的机构。
登记机构必须设定所使用伺服电机的特性和机械结构所决定的诸多参数。请准备所使用伺服电机的规格表以及由外部机构（例如伺服机械手、转台/行走装置等）的制造商提供的机械规格表，慎重地输入所有参数。

操作员必须具备 **EXPERT** 以上的资格。

1.2.1 外部机构的登记

- 菜单

常数设定/12 格式和初始设定/2 机构登记/编辑
- 设定内容

对使用的外部机构进行定义。机构候选一览表中显示若干代表性的外部机构，请从中选择一项。

1.2.2 外部机构系统的登记

- 菜单

常数设定/12 格式和初始设定/3 系统登记/编辑
- 设定内容

选择上方定义的外部机构作为所需系统的构成要素。

1.2.3 机构之间的设置关系的设定

- 菜单

常数设定/12 格式和初始设定/9 机构之间的设置关系
- 设定内容

指定外部机构的母机构。对于安装在机器人手腕上的伺服焊枪，将安装有该伺服焊枪的机械手作为母机构。除此以外的情况，通常指定为“大地”。

1.2.4 机构和放大器的兼容设定

- 菜单

常数设定/12 格式和初始设定/10 与机构相兼容的放大器
- 设定内容

对于标准的机器人和单一外部机构的情况，将机器人的放大器号码设为 1、开始轴设为 1、外部的放大器号码设为 1、开始轴设为 7。

1.2.5 编码器 ID 的写入

将追加轴的编码器作为“总线连接规格”使用时，必须事先对该编码器写入唯一的“编码器 ID”。这是为了可以在控制装置端识别该编码器通讯总线上存在的各个编码器。

- (补充)
- 如果编码器 ID 的写入操作未完成，将无法对该电机进行编码器复位及编码器修正的操作。因此，请按照“编码器类型的设定 → 编码器 ID 的写入 → 编码器复位 → 编码器修正”的顺序进行设定作业。
 - 编码器 ID 的写入必须在追加轴电机安装到机械上之前进行。关于编码器 ID 的写入操作，请参照各机器人本体的维护说明书。
 - 在其他轴的编码器连接到编码器通讯总线的状态下，无法执行编码器 ID 写入操作。必须在仅有相应电机的编码器连接到编码器通讯总线的状态下进行操作。
 - 编码器 ID 保存在编码器系统内部的非易失性存储器中，因此即使无编码器电池也不会丢失。
 - **追加轴所使用电机的编码器自身即使满足总线连接规格，但在实际使用中也可以通过追加终端电阻基板作为非总线连接规格的编码器进行使用。**敬请注意。该情况下无需写入编码器 ID。

1.2.6 执行编码器复位

首先请确认作为对象的外部轴的“编码器类型”。

1

接通控制装置的电源。(请勿启动运转准备。)

2

选择[示教]模式。

3

将操作员资格切换至 **EXPERT** 以上。

4

在 f 键<常数设定>中选择[3 机械常数]→[电机和编码器]。

5

确认对象轴的“编码器类型”为 1、4 以外的数字。
编码器类型是 1 或 4 的编码器为硬件复位类型的编码器，无法在本控制装置中使用。

电机和编码器

16/18

GUN15AD

编码器类型

脉冲分解能等级

9

然后，请参照操作说明书“设定篇”“4.3.3 编码器复位和编码器修正”执行编码器复位。



除了需进行复位的轴，切勿对其他轴进行编码器复位，敬请注意。
如果不慎对其他轴进行复位，请务必对该轴进行对准原点操作。如果未对准原点进行动作，机器人将无法按照正常的轨迹动作，可能发生意外的动作。
接触到机器人或被机器人夹住时，可能导致死亡或重伤。

1.2.7 电机和编码器的设定

菜单

常数设定/3 机械常数/11 电机和编码器

设定内容

这里对电机及编码器相关的机械/电气参数进行设定。还包括一部分依赖于驱动系统机械设计的参数。
需要设定的参数组如下所示。
特别需要注意脉冲分解能的设定。一旦示教完成后，如果更改脉冲分解能，所有的程序将无法使用。（位置发生改变。）
未记述的参数请直接使用初始值。

表 1.2.1 电机和编码器

“初始设定”的值是外部机构所使用的标准参数。

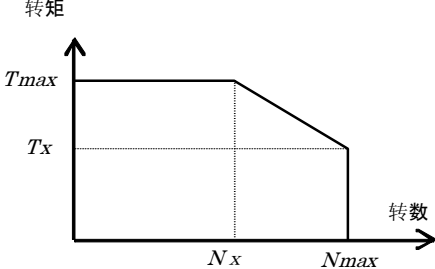
重点

在“电机和编码器”中，当在一直使用的 AX 控制装置中使用相同型号的电机时，可以设定相同的参数。

参数	初始设定	意义/用途																		
编码器类型	10	设定各轴的编码器（位置检测器）类型。 编码器类型根据电机的规格等的不同而有所不同。规格等详情不明时 请向本公司咨询。使用终端电阻基板将总线连接规格的编码器作为非 总线连接规格使用时，编码器类型必须设定为非总线连接规格，敬请 注意。 （例） A 型总线连接规格编码器作为非总线连接规格使用时，请将编 码器类型设定为 9，而不是 5。 <table><tr><th>制造商</th><th>增量式编码器脉冲数</th></tr><tr><td colspan="2">-----</td></tr><tr><td>3: D 型总线规格</td><td>131072</td></tr><tr><td>5: A 型总线规格</td><td>131072</td></tr><tr><td>8: 尼康 D 型</td><td>131072</td></tr><tr><td>9: 尼康 A 型</td><td>131072</td></tr><tr><td>10: 松下 N100/N400</td><td>131072</td></tr><tr><td>11: N400 (VS)</td><td>131072</td></tr><tr><td>12: 新尼康 A</td><td>131072（※与 9 的上位兼容型）</td></tr></table> （补充） 3 和 5 是总线连接规格的编码器。	制造商	增量式编码器脉冲数	-----		3: D 型总线规格	131072	5: A 型总线规格	131072	8: 尼康 D 型	131072	9: 尼康 A 型	131072	10: 松下 N100/N400	131072	11: N400 (VS)	131072	12: 新尼康 A	131072（※与 9 的上位兼容型）
制造商	增量式编码器脉冲数																			

3: D 型总线规格	131072																			
5: A 型总线规格	131072																			
8: 尼康 D 型	131072																			
9: 尼康 A 型	131072																			
10: 松下 N100/N400	131072																			
11: N400 (VS)	131072																			
12: 新尼康 A	131072（※与 9 的上位兼容型）																			
脉冲分解能等级	1	设定编码器旋转 1 次时的脉冲数。 0: 4096 1: 2048 2: 1024 3: 512 4: 256 对于行走装置等的直动机构，应将脉冲常数设定在 100bit/mm 以上。 一般设定为 1 或 2。																		
回转数	2	请按照以下步骤进行设定。 1) 对于一直使用的 AX 控制装置所控制的机构，如果已知其“回转 数”参数，则请输入与之相同的值。 2) 除此以外的情况，请按照以下内容进行设定。 <table><tr><td>电机的瞬时最大电流</td><td></td></tr><tr><td>超过 50Apeak</td><td>“1”</td></tr><tr><td>不足 50Apeak</td><td>“2”</td></tr></table>	电机的瞬时最大电流		超过 50Apeak	“1”	不足 50Apeak	“2”												
电机的瞬时最大电流																				
超过 50Apeak	“1”																			
不足 50Apeak	“2”																			

参数	初始设定	意义/用途
电流检测器	4.096	输入电流检测器的相关常数。 一般固定为 4.096 (A/脉冲)。
马达极数	2	设定电机的极数。 0: 4 极 1: 6 极 2: 8 极 3: 10 极 4: 12 极 5: 16 极 6: 20 极
旋转限制 (rpm)	3150	输入电机的最大转数(rpm)。 为了避免转数饱和, 应输入相当于机构规格最大速度的电机最大转数的 1.2 倍的数值。
电流限制 (Arms)	22.28	①输入机构规格上的电流限制(可持续良好流动的最大电流)。上限值为电机规格上的最大转矩电流。 ②瞬时最大电流 $\times 0.9$ (10%的余量) 输入值①和值②中较小的值。 单位为有效值(Arms)。敬请注意。
失速电流 (Arms)	19.19	用于电子热过载保护的参数。输入电机规格上的额定电流。 单位为有效值(Arms)。敬请注意。
瞬时最大电流 (Arms)	26.70	①由分流电阻值确定的电流限制 电阻值“2”: 67.17Arms 电阻值“5”: 26.87Arms ②电机规格上的瞬时最大电流(电机规格限制) 输入值①和值②中较小的值。 单位为有效值(Arms)。敬请注意。
额定电流 (Arms)	0.00	输入电机规格上的额定电流。 单位为有效值(Arms)。敬请注意。 对于外部机构, 请作为 0 使用。
感应系数 (mH)	3.30	电机的等效直流电机感应系数。 或直接输入相间感应系数。
直流电阻 (Ω)	0.30	电机的等效直流电阻。 或直接输入相间电阻。
感应电压 (V/Krpm)	37.0	输入电机规格上的恒定感应电压。 使用每 1000rpm 的电压值进行设定。

参数	初始设定	意义/用途
NT 修正 (n) NT 修正 (t)	(n)=0.0 (t)=0.0	设定电机的 NT 特性。此参数为高速旋转时抑制产生无效功率的参数。 N 修正系数 = N_x/N_{max} ② T 修正系数 = T_x/T_{max} 各修正系数可以设定从 NT 特性图中直接读取的值为初始值，但实际上有时会由于较小的转数导致转矩减小，因此需要通过一次电源电压跌落测试进行微调整。  N_{max} : 最高转数 (旋转限制) T_{max} : 最大转矩 (电流限制×转矩常数) N_x : 转矩开始下降的转数 T_x : 转数 N_{max} 时产生的转矩 图 1.2.1 NT 修正 在实际使用中基于电机的 NT 特性，根据指令值水平修正加速度的极限值。
相位均衡 1 相位均衡 2 (deg)	20.0	设定每 2000rpm 的相位均衡角度。 相位均衡 1、2 可以是相同值。
电气角度偏移	0	表示电机的机械角度与电气角度的偏离。一般设定为 0。 输入范围：0~12 (使用该值乘以 30[deg]后的值)
分流电阻	2	设定电流检测器的分流电阻。 电流检测器安装在驱动系统中。确认并设定驱动系统的型号。 驱动单元型号 (数值为举例) ROX2520 第 8 轴分流电阻值 → 设定值 0 第 7 轴分流电阻值 → 设定值 2

1.2.8 伺服参数的设定

菜单

- 常数设定/3 机械常数/12 伺服速度循环
- 常数设定/3 机械常数/13 伺服位置循环
- 常数设定/3 机械常数/14 伺服错误

设定内容

这是用于伺服控制的参数组。尽管其中包含若干调整参数，但大部分均已将合理值设定为初始值，因此无需进行更改。

参数组如下所示。

未记述的参数请直接使用初始值。

表 1.2.2 伺服速度循环

这里对伺服速度循环和伺服电流循环的相关参数进行设定。

“初始设定”的值是外部机构所使用的标准参数。

参数	初始设定	意义/用途
速度 FB 滤波器	2	速度反馈的恒定过滤时间。初始值设定为 2。 0: 0.2msec 1: 0.4msec 2: 0.8msec 3: 1.6msec
速度 FB 增益	4.0	速度反馈增益。 编码器类型为 1 时初始值设定为 4.0; 为 4 时初始值设定为 2.0; 为 8, 9, 10 时的初始值设定为 0.25。 $K_v = RotA / RotI / 8 \cdot K_p$ $RotA = \text{脉冲} / \text{旋转}(\text{绝对式编码器})$ $RotI = \text{脉冲} / \text{旋转}(\text{增量式编码器})$ $K_p = \text{位置循环增益}$
速度增益	4.0	速度反馈循环增益。初始值设定为 4。
积分输入限制	20	限制转矩指令积分循环的输入。 初始值设定为 20, 在 5~50 之间调整。 如果过冲, 需逐渐减小。如果过小, 则可能下冲。
积分时间常数 (msec)	25.0	转矩指令积分循环的恒定时间。请在 5~100 之间进行调整。如果停止时的振动较大, 请增大该值。 (补充) 对于大型机器人的行走轴, 请以 5 作为初始值开始调整。
电流增益	5.0	电流循环增益。 初始值设定为 5, 在 2~10 之间调整。
电流积分增益	100.0	电流循环积分增益。 初始值设定为 100, 在 100~400 之间调整。
速度 FF 滤波器	8	速度前馈的恒定过滤时间。 初始值设定为 8。
速度 FF 增益	0	速度前馈的增益。 外部机构的初始值设定为 0。
FF 修正系数	0	是根据机器人的姿势修正速度前馈量的系数。外部机构的初始值设定为 0。
加速度 FF 增益	0.00	加速度前馈增益。 外部机构的情形, 请作为 0 使用。

表 1.2.3 伺服位置循环

这里对伺服位置循环参数以及用于生成指令位置的参数进行设定。

“初始设定”的值是外部机构所使用的标准参数。

参数	初始设定	意义/用途
最高速度 (rad/sec) 或 (mm/sec)	1000.0 (mm/sec)	用于生成指令位置的参数。 行走装置等的直动轴以 (mm/sec) 为单位。
手动最高速度 (rad/sec) (mm/sec)	250.0 (mm/sec)	用于生成指令位置的参数。 是手动操作/检查 GB 操作中各轴的最高速度。 行走装置等的直动轴的最高速度为 250mm/sec。 转台等旋转轴可取最大旋转半径 L，通过 250/L 计算求取。
加速时间 (sec)	0.10	用于生成指令位置的参数。 设定机构规格上（机械设计值）的最短加速时间。 请输入大于 0.10 的值。
减速时间 (sec)	0.10	用于生成指令位置的参数。 设定机构规格上（机械设计值）的最短减速时间。 请输入大于 0.10 的值。
示教指令值滤波器	8	平滑滤波器用于平滑指令值的恒定时间。 示教指令值滤波器请使用初始值。
指令值滤波器	6	请设定与机器人本体轴的指令值滤波器相同的值。
惯性 1~10 增益 1~10	惯性 1 =1.00 增益 1 =15.0 其他为 0.00	决定位置循环增益的增益时间表的参数组。 对于机械手或行走装置等大型机构，惯性 1=1.00、增益 1=10.0； 对于定位器等小型机构，惯性 1=1.00、增益 1=15.0。
紧急停止减速度增率	3.0	提高紧急停止时的减速度，缩短惯性移动距离。指定此时的倍率。 调整时的限制是上限为紧急停止转矩（小于减速机的容许值）、下限为直线惯性移动距离。
并进最大速度	1000.0	- 对于行走装置及其他直动轴，定义为其最大速度 [mm/sec]。 - 对于转台以及其他旋转轴，请保留初始值。
旋转最大速度	6.283185	- 对于转台及其他旋转轴，定义为其最大速度 [rad/sec]。 - 对于机械手、行走装置以及其他直动轴，请保留初始值。

表 1.2.4 伺服错误

这里对伺服系统检测的各种错误的阈值进行设定。

“初始设定”的值是外部机构所使用的标准参数。

参数	初始设定	意义/用途
过电流	1.00	以电流限制的倍率设定过电流（E0032）检测水平。 初始值设定为 1.00。
过负荷	1.20	以失速电流的倍率设定过负荷（E0038）检测水平。 初始值设定为 1.2。
过旋转	1.00	以旋转限制的倍率设定过旋转（E0039）检测水平。 初始值设定为 1.0。
高速位转移	2.00	编码器数据的变化量异常时，以最高速度的倍率设定需要检测的跳位错误（E0025）的高速再生检测水平。初始值设定为 2.00。
低速位转移	3.00	编码器数据的变化量异常时，以最高速度的倍率设定需要检测的跳位错误（E0025）的低速再生检测水平。初始值设定为 3.00。
高速现在位置异常	10.00	停止时当前位置的变化量异常时，以基准值的倍率设定需要检测的当前位置异常（E0027）的高速再生检测水平。初始值设定为 10.00。
低速现在位置异常	10.00	停止时当前位置的变化量异常时，以基准值的倍率设定需要检测的当前位置异常（E0027）的低速再生检测水平。初始值设定为 10.00。
偏差异常	1.00	指令位置与当前位置的差距过大时，以基准值的倍率设定需要检测的当前位置异常（E0022）的检测水平。初始值设定为 1.00。
干扰检测	2.00	即使指令位置与当前位置的差距较大，机器人判断为已停止（速度为 0）时，以基准值的倍率设定需要检测的干扰检测（E0021）的检测水平。 初始值 2.00。
高速指令值异常	3.00	指令位置的变化量异常时，以最高速度的倍率设定需要检测的指令值异常（E0020）的高速再生检测水平。
低速指令值异常	3.00	指令位置的变化量异常时，以最高速度的倍率设定需要检测的指令值异常（E0020）的低速再生检测水平。
随动异常	0.00	机器人相对指令位置不随动时，以基准值的倍率设定需要检测的随动异常（E0033）的检测水平。

1.2.9 机械手常数的设定

菜单

常数：3 机械常数 15 机械手

设定内容

是定义外部机械结构的参数组。无调整要素。

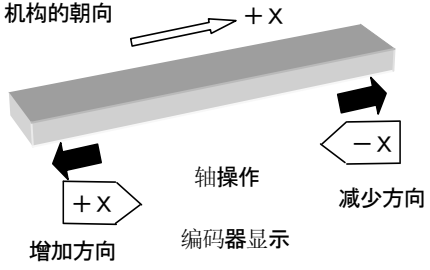
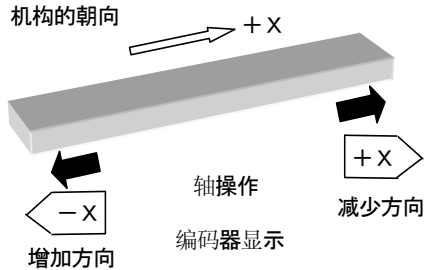
设定脉冲常数时请特别注意。

未记述的参数请直接使用初始值。

表 1.2.5 机械手

“初始设定”的值是外部机构所使用的标准参数。

参数	初始设定	意义/用途
机械类型 1	256 以上	是表示机械结构的数值。 0-255 表示机械手，256 以上用于外部机构。 256： 伺服焊枪 512： 行走装置 1024： 定位器
机构种类		设定机构种类。 1： 机械手 2： 伺服焊枪 3： 行走装置 4： 定位器 5： 密封枪 6： 模块机构 9： 输送带 12： FLEXhand
总轴数	1	该机构的总轴数。 例如，1 轴的行走装置设定为 1； 3 轴的定位器设定为 3。
主轴数	0	机械手为 3，外部机构为 0。
轴规格	3	机械手以外的外部机构设定为 0 以外的值。 0： 本体轴（机器人） 1： Compass 轴 2： 行走轴 3： 焊枪轴 4： 夹具轴 5： 弧焊喷灯轴 6： 喷涂轴 7： 密封轴 10： FLEXhand 轴
轴构成	1	指定轴的运动形式。由此可以决定“最高速度”等诸多参数的单位。 0： 旋转 1： 直动 行走装置等的直动类型设定为 1；转台等的旋转类型设定为 0。
基本姿势编码器 (10 进制)	524288	基本姿势（插入基本 pin 的姿势）的编码器值。 一般设定为将 80000[HEX] 以 10 进制表示的数值 524288[DEC]。基本姿势下的编码器值为 800000[HEX] 时，以 10 进制表示为 8388608[DEC]。
基本姿势角度 (rad) (mm)	0.00	设定基本姿势的各轴角度（直动轴为长度）。 外部机构设为 0.0。

参数	初始设定	意义/用途
脉冲常数 (pulse/rad) (pulse/mm)	67.6	带符号输入轴旋转 1rad 所需要的编码器脉冲数。行走装置等的直动轴则为每 1mm 对应的编码器脉冲数。 使编码器脉冲以增加方向旋转时，角度（长度）的显示增加，此时的符号为正。 例 1） 旋转动作时 编码器脉冲分解能等级 2: 1024[pulse/rev]、 速度比 1/100（电机旋转 100 转，轴旋转 1 转）时： 计算式为 $1024 \times 100 / (2 \times \pi) = 16297.5$ [pulse/rad]。 例 2） 直动动作时 编码器脉冲分解能等级 1: 2048[pulse/rev]、 电机每旋转 1 转动作 20mm 时： 计算式为 $2048 / 20 = 102.4$ [pulse/mm]。
恒定轴 (10 进制)	524288	登记与基本姿势编码器值相同的值。 通过“运转准备启动后的机构常数设定”进行重新设定。
软限位（下限） 软限位（上限） (10 进制)	524288 524288	按照（减少端、增加端）的顺序以 10 进制数登记动作范围。 通过“运转准备启动后的机构常数设定”进行重新设定。
操作方向（轴）	-1	按下 T/P 左侧的轴操作按钮（[-X] [-Y] [-Z]）时，编码器的脉冲增加。该方向与机构的动作方向一致时输入 1；不一致时输入-1。 下图显示以直动轴为例不一致时的情况。  图 1.2.2 外部机构的手动操作方向（错误设定） 因此，更改为-1 的状态如下所示。  图 1.2.3 外部机构的手动操作方向（正确设定）
操作方向（XYZ）	1	设定为沿与 T/P 显示的相同方向动作。 行走装置之类的直动机构设定为 1。

参数	初始设定	意义/用途
机构伺服容许位置	3	此参数为机构伺服 OFF 状态下的机构位置变化的容许值。(单位: 脉冲) (初始值) SJ 型的机械手/伺服焊枪 = 0 SJ 以外的机械手/行走装置/旋转工作台 = 3 通常无需更改初始值。但当由于制动系统的保持力不足等原因发生“E4915”时, 请增大数值直至不再发生错误。

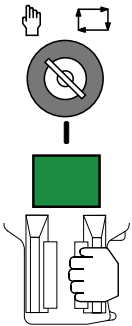
1.2.10 试启动运转准备

正确设定以上参数后, 进入启动运转准备, 确认能否进行伺服焊枪操作的步骤。



注意

启动运转准备(伺服电源)时, 务必确认机器人周围是否有人。因机器人意外动作导致与其接触或被其夹住时, 可能导致死亡或重伤。
特别是在上述作业中可能错误地更改机械手的参数, 因此首次启动运转准备时需要特别注意。
为安全起见, 请务必在示教模式下进行。



1

选择示教模式。
>>务必选择示教模式。切勿设定为再生模式。

2

按下示教器的运转准备投入按钮。
>>运转准备投入指示灯闪烁。该状态下尚未向电机供电。

3

手指放在紧急停止按钮上, 同时握住启动开关片刻。
>>握住启动开关时, 运转准备投入指示灯亮灯, 向电机供电。可以确认外部机构变为伺服锁定状态(此时为静止)时 OK。(如果此时运转准备投入失败, 将无法进行之后的编码器修正作业。)

4

握住启动开关期间, 发生外部轴失控或当前位置变化异常等错误时, 可能是未正确读取编码器数据。请确认编码器类型等参数是否已正确设定。

1.3 运转准备启动后的机构常数设定

1.3.1 编码器修正的设定

菜单

常数设定/3 机械常数/4 编码器修正

设定内容

设定编码器的原点。启动运转准备，通过轴操作移动到机构的基准位置，并在该位置进行编码器修正。通过在 常数：3 机械常数 5 动作范围 的画面中的操作，可以超出软限位进行动作。

将机械端移动到基准位置时请充分降低速度，在操作时注意切勿对机械产生异常的负荷。（机械端以高速撞击机械时，会造成破损。）

打开轴监视器，确认外部轴的当前位置为 80000HEX（或 800000HEX）。

1.3.2 轴恒定的设定

菜单

常数设定/3 机械常数/3 轴恒定

设定内容

设定机构的原点位置。轴操作到原点位置，将该位置登记为轴恒定（0 度位置）。

机构的基准位置（编码器原点）和原点位置相同时无需进行该设定。

1.3.3 动作范围（软限位）的设定

菜单

常数设定/3 机械常数/5 动作范围

设定内容

通过软件限制机构的动作范围。

设定冲程两端位置。

通过在 常数：3 机械常数 画面中的操作，可以取消勾选软限位。从而可以超出软限位进行动作。

1.3.4 工具常数（长度、角度、重心/重量）的设定

菜单

常数设定/3 机械常数/1 工具设定

设定内容

使用像伺服机械手这类附加操纵器的外部机构时，需要设定工具长度。行走装置、转台等无需进行设定。通过使用工具角度简易设定功能，可以非常方便地设定工具角度。

NOTE

第2章 伺服调整

2.1 准备

使用机械手时，必须进行非常复杂的伺服调整作业，以解决多关节结构引起的惯性变化、减速机粘性引起的机械随动延迟、轴干扰转矩的存在、振动抑制控制等问题。

但是与机械手相比，外部机构因其简单的机械结构而惯性固定且刚性强，因此仅需进行位置、速度、电流循环的伺服调整。

下图展示了外部机构伺服调整作业的整体情况。

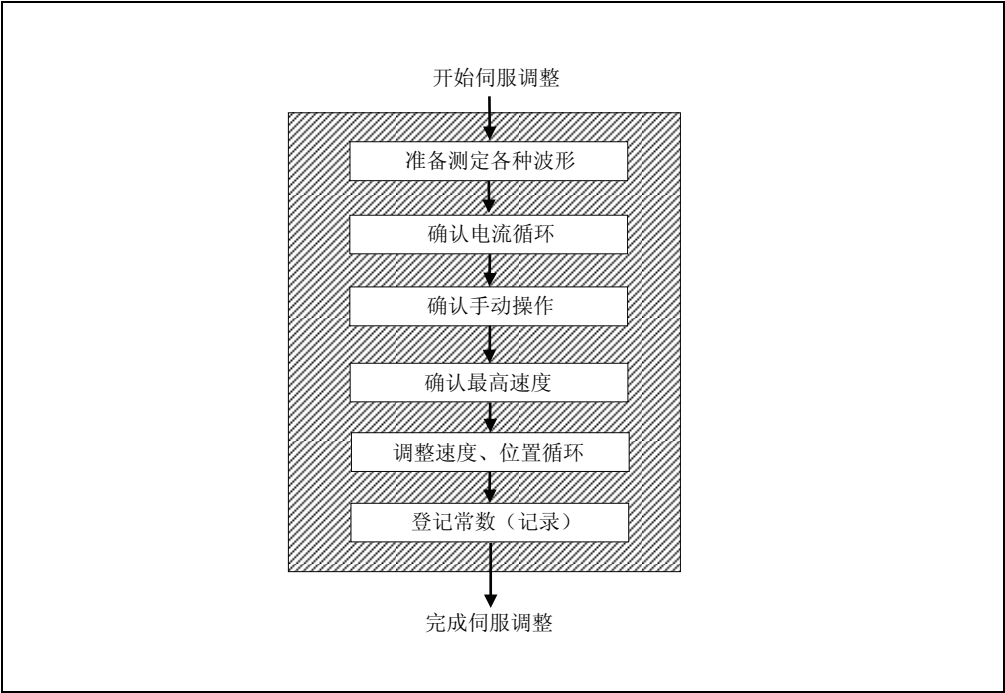


图 2.1.1 伺服调整作业的整体情况

2.1.1 所需机器的准备

进行外部机构的伺服调整时所需物品如下所示。

- ① 计算器（能够转换 16 进制的型号）
- ② 数字示波器（2CH 以上）和探头
- ③ D/A 变换器（DCA8426FPZ：模拟设备）（选购）
或示波器功能（选购软件）
- ④ 模拟输出电缆（产品编号 DACABLE-00-C08-001）（选购）

2.1.2 连接测量仪器

这里将说明使用 D/A 变换器通过数字示波器测定波形时的连接方法。 参照操作说明书“示波器功能”（选购）

- 1 切断控制装置的 1 次电源。
- 2 从控制装置中取出驱动系统。
- 3 参照下图将 D/A 变换器（DAC8426FPZ）/模拟输出电缆安装到驱动系统的伺服基板上。

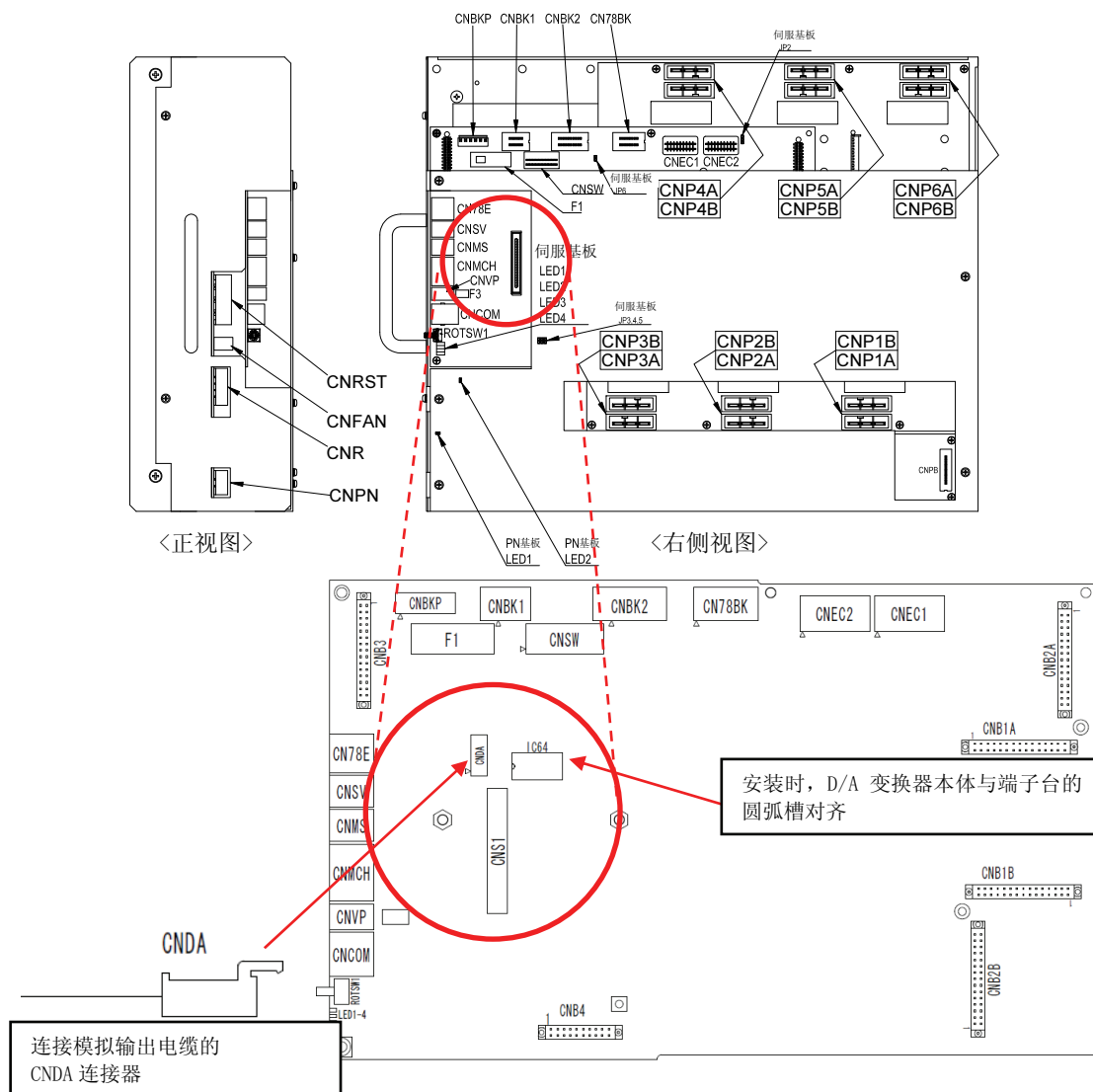


图 2.1.2 D/A 变换器/模拟输出电缆的安装位置

- 4 将取出的驱动系统装回原位置。
如果有拔下的连接器，将其接回原位。
- 5 参照下图将数字示波器的探头连接到模拟输出电缆的输出端子 CH1~CH4 上。探头的接地连接到 GND 上。

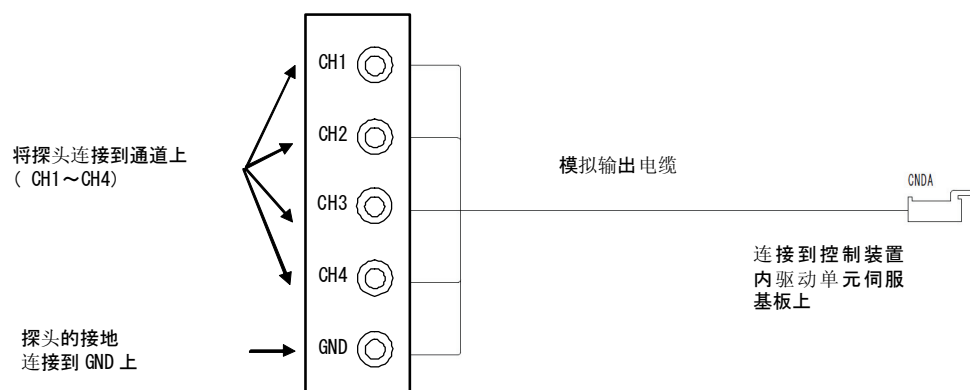


图 2.1.3 探头的安装位置

- 6 启动控制装置的主电源。

2.1.3 波形监视器

这里将说明使用 D/A 变换器通过数字示波器测定波形时的监视方法。 参照操作说明书“示波器功能”（选购）



1 选择示教模式。

2 在 f 键<维修>中打开[3 监视器 1][24 伺服模拟信号监视器]。
>>显示如下设定画面。左侧的数字 1~4 与检查针脚的 1~4 对应。

伺服模拟信号监视器 UNIT1

驱动系统	机构	轴	数据	倍率[%]	换算系数
1:	0	0	速度	100.00	0.0
2:	0	0	速度	100.00	0.0
3:	0	0	速度	100.00	0.0
4:	0	0	速度	100.00	0.0

要利用伺服模拟信号监视器，在驱动系统上需设置D/A变换器DAC8426（选购）。

前组件
下组件

应输入机构号码。（0：无效） [0 - 9]
写入

ON

1

3 输入登记了外部机构的机构号码。当有多个驱动系统时，还必须输入对应的驱动系统号码。

>>显示轴 No. 可用的画面。这里以 1 驱动系统时的机构 1 所登记的 1 轴外部机构为例表示。

伺服模拟信号监视器 UNIT1

驱动系统	机构	轴	数据	倍率[%]	换算系数
1:	1	0	速度	100.00	0.0
2:	0	0	速度	100.00	0.0
3:	0	0	速度	100.00	0.0
4:	0	0	速度	100.00	0.0

前组件

ON

1

4 输入需监视的轴 No. 。

>>显示数据、倍率、换算系数可用的画面。这里以监视机构 3 的第 1 轴为例表示。

伺服模拟信号监视器 UNIT1

驱动系统	机构	轴	数据	倍率[%]	换算系数
1:	1	1	速度	100.00	7.3[rpm/V]
2:	0	0	速度	100.00	0.0
3:	0	0	速度	100.00	0.0
4:	0	0	速度	100.00	0.0

前组件

- 5 从下拉菜单中选择输入需监视的数据。
>>可监视的数据如下所示。显示如下设定画面。

伺服模拟信号监视器 UNIT1

驱动系统	1				
机构	轴	数据	倍率[%]	换算系数	
1:	1	速度	100.00	7.3	[rpm/V]
2:	0	无效	100.00	0.0	
3:	0	伺服状态2	100.00	0.0	
4:	0	现在位置	100.00	0.0	

速度指令
电流Q相
电流指令
滤波後的全电流

前组件
下组件

- 6 设定数据的换算系数。
>>用于将观测电压换算为监视对象的物理量。设定换算系数时，自动设定倍率[%]。

伺服模拟信号监视器 UNIT1

驱动系统	1				
机构	轴	数据	倍率[%]	换算系数	
1:	1	速度	0.73	1000.0	[rpm/V]
2:	0	速度	100.00	0.0	
3:	0	速度	100.00	0.0	
4:	0	速度	100.00	0.0	

前组件

- 7 以同样的方式设定监视电流。
>>画面如下所示。3CH 以上的数字示波器还将继续设定速度指令。

伺服模拟信号监视器 UNIT1

驱动系统	1				
机构	轴	数据	倍率[%]	换算系数	
1:	1	速度	0.73	1003.3	[rpm/V]
2:	1	电流Q相	0.30	10.0	[Ap/V]
3:	0	速度	100.00	0.0	
4:	0	速度	100.00	0.0	

前组件



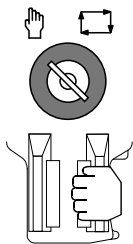
- 8 按下 f 键<写入>，写入监视器设定条件。
>>监视器设定完成。
D/A 的输出电压变为
5.0±5.0[V]（输出范围：0~10[V]）。

2.2 伺服调整

说明伺服焊枪的基本调整方法。通过调整伺服参数，可以发挥最佳的动作性能。

2.2.1 电流循环调整

首先按照以下步骤进行电流循环的调整。



1 **监视电流波形。**
菜单
[维修][3 监视器 1][24 伺服模拟信号监视器]

2 **选择示教模式。**

3 **启动运转准备握住启动开关。**
>>握住启动开关时，运转准备指示灯点亮，向电机供电。

4 **在示教模式下，确认进行轴操作的同时放开启动开关不会出现电流错误。**

2.2.2 手动操作的确认

这里将通过手动操作确认设定的机构参数无错误。按照以下步骤进行。



- 1

监视速度波形和速度指令波形。

菜单
[维修][3 监视器 1][24 伺服模拟信号监视器]

>>2CH 的数字示波器将电流监视变更为速度指令。
- 2

以速度 3 进行轴操作，使外部机构动作。确认实际速度波形与速度指令波形随动。

>>不随动时，请进行电机制动器的 ON/OFF、机械安装的确认。
- 3

确认编码器修正是否正确。

>>不正确时在基本姿势下重新进行编码器修正。
- 4

确认示教器的按钮与实际的动作方向是否一致。

>>不一致时请确认第 1 章的“1.2.9 机械手常数的设定”中的[操作方向]的设定值。
- 5

确认轴监视器的角度（距离）显示与实际的角度（距离）是否一致。

>>不一致时请确认第 1 章的“1.2.9 机械手常数的设定”中的[脉冲常数]的设定值。

2.2.3 程序编制和适应性运行

在进行外部机构的伺服调整前，请务必实施外部机构的适应性运行。如果未经充分的适应性运行便进行伺服调整作业，外部机构在运行中特性将发生改变，可能无法维持良好的性能。

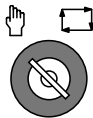
作为适应性运行的程序，

- 2 点间示教 • • • 外部机构的全冲程
- 轨迹 • • • 关闭
- 速度 • • • 250mm/s
- 精度 • • • 0mm
- 计时 • • • 1sec

运转时间的标准为 4、5 个小时左右。

2.2.4 确认最高速度（NT 修正与相位均衡）

这里将确认外部机构是否以所设定的最高速度动作。按照以下步骤进行确认和调整。



- 1
- 监视速度波形和速度指令波形。

菜单

[维修][3 监视器 1][24 伺服模拟信号监视器]

>>参照第 2 章的“2.1.3 波形监视器”进行设定。2CH 的数字示波器的情形，将电流监视变更为速度指令。

- 2
- 以 10%的再生速度再生“2.2.3 程序编制和适应性运行”中编制的程序。确认指令值随动等不存在问题，同时以 10%的增幅将再生速度缓缓提升到 100%。

- 3
- 在 100%再生速度下确认最高速度（电机转数）达到外部机构的规格。

>>可以简单地确认电机转数与指令最高速度是否一致。

下面列出了故障案例与处理方法。

故障内容	处理
停止时发生残留振动 （可通过电流监视器确认振动状态。）	速度波形的减速时间比加速时间短时， 延长减速时间。 速度指令波形与速度波形的差距较大 （随动性差）时，增大位置循环增益。
对电机转数施加旋转限制值的滤波器未起作用，减速时剧烈振动（图 2.2.3）	使旋转限制值大于机械设计值。
转矩不足导致电机转数无法达到指令最高速度 （通过电流监视器可以确认加速电流处于紧随状态。）	以超过 2000rpm 的高速旋转下电流紧随时，调整相位均衡 1、2。 从上升开始电流紧随时，由于负荷超过了设计计算值，因此需延长加速时间/减速时间直到紧随恢复。
指令最高速度未达到规格值时	增大最高速度参数。

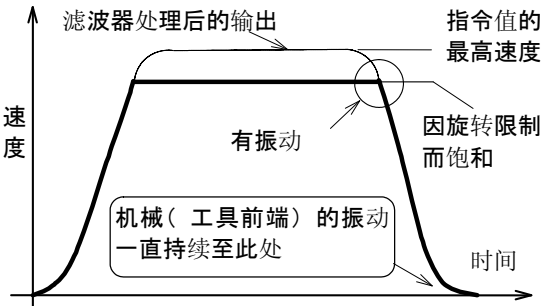


图 2.2.1 已饱和速度波形的实例

- 4
- 确认 100%再生速度下无错误地进行动作。

>>下面列出了故障案例与处理方法。

故障内容	处理
发生过电流错误[E0032]	按 T、N 的顺序以 0.1 的幅度减小 NT 修正参数。
转矩不足导致无法达到最高速度时	再次调整相位均衡 1、2。

2.2.5 加减速调整

这里将说明加减速调整的步骤。使用“2.2.3 程序编制和适应性运行”中编制的程序确认以下事项。

- 最高速度、加减速时间处于机械设计值的容许范围内。
- 再生中或中途停止时，未发生过电流及其他错误。
- 位置循环增益尽可能大。
- 加减速中的电流未紧随电流限制值。
- 过冲、能够无振动停止。

- 1

将最高速度调整为设计值的 100~105%。
>>通过增减最高速度参数进行调整。
- 2

将加速时间、减速时间调整为外部机构设计加速时间的 100~110%。但对于理想时间小于 0.3sec 时，加减速时间的容许上限为理想时间+0.03sec。

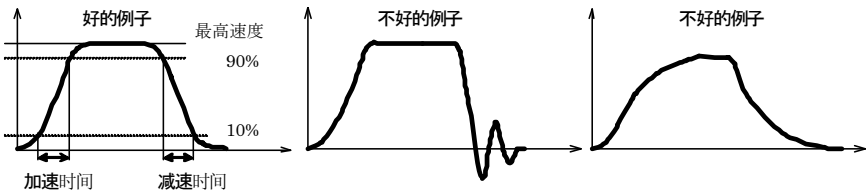


图 2.2.2 速度波形的实例

- 3

参照下表调整参数。

	位置循环增益	速度增益	积分时间常数	加减速时间	其他
电流波形紧随	↓			↓	
电流波形因高频发生紊乱（电机发出异响）		↓			降低电流循环增益 确认相位均衡
电流波形因低频发生紊乱	↓	↑		↓	降低积分输入限制
停止时振动	↓	↓	↑		提高减速时间 降低积分输入限制
下冲	↑	↑	↓		提高积分输入限制
可看到缓慢的过冲		↑	↓		降低积分输入限制

2.2.6 写入参数表

请将通过伺服调整最终决定的参数组写入事先准备的参数表，并妥善保管。参数表在下页之后，请复制后使用。

FD 控制装置 机械常数等参数表

机构名称:	调整版本更改履历	VERSION	负责人	理由
总轴数: 可搬运重量: kg	0	年 月 日	V	
制造编号:	1	年 月 日	V	
	2	年 月 日	V	
	3	年 月 日	V	

功放基板	型号	
------	----	--

驱动系统	型号	
------	----	--

(NOTE) 一般此处未记载的参数无需调整/更改。

电机和编码器

各轴参数			1 轴	2 轴	3 轴
型号	Type name				
制造商	Manufacturer				
容量	Capacity	Kw			
编码器类型	Encoder type				
脉冲分解能等级	Radians/Pulse				
回转数	No. of turns				
电流检测器	Current sensor	pulse/Apeak			
电机极数	No. of Poles				
转矩常数	Torq constant	kgf・m/Arms			
输入轴惯性	Input inertia	kgfm・s ²			
旋转限制	RPM limit	rpm			
电流限制	Current limit	Arms			
失速电流	Stall current	Arms			
瞬时最大电流	Max. current	Arms			
额定电流	Rated current	Arms			
感应系数	Inductance	mH			
直流电阻	Resistance	Ω			
感应电压	Induced Volt.	V/Krpm			
N-T 修正 (n)	N-T coef. (n)				
N-T 修正 (t)	N-T coef. (t)				
相位均衡 1	Phase coef. 1	deg			
相位均衡 2	Phase coef. 2	deg			
分流电阻	Shunt Resister	mΩ			

伺服速度循环

各轴参数		1 轴	2 轴	3 轴
速度 FB 滤波器	Vel.FB.filter			
速度 FB 增益	Vel.FB.gain			
速度增益	Vel. Gain			
积分输入限制	Vel.i.limit			
积分时间常数	Vel.i.filter			
电流增益	Current P gain			
电流积分增益	Current I gain			
速度 FF 滤波器	Vel.FF.filter			
速度 FF 增益	Vel.FF.gain			
FF 修正系数	FF.coef.			
加速度 FF 增益	Accel.FF.gain			

伺服位置循环

各轴参数			1 轴	2 轴	3 轴
最高速度	Max. speed	[rad/s] [mm/s]			
手动最高速度	Manual max.spd	[rad/s] [mm/s]			
加速时间	Accel time	sec			
减速时间	Deccel time	sec			
示教指令值滤波器	Filter(TEACH)				
指令值滤波器	Filter				
保持电流减小	Current reduce				
惯性 1	Inertia 1 Min	kgfms ²			
增益 1	Gain 1	kgfms ²			
紧急停止减速度增率	Emergency decel. rate				
并进最大速度	Parallel max.sp	mm/s			
旋转最大速度	Rotation max.sp	rad/s			

伺服错误

各轴参数		1 轴	2 轴	3 轴
过电流	Peak Amps error			
过负荷	Overload error			
过旋转	High RPM error			
高速位转移	Bit jump(H)			
低速位转移	Bit jump(L)			
高速现在位置异常	Abn Position(H)			
低速现在位置异常	Abn Position(L)			
偏差异常	Deviation error			
干扰检测	Interference			
高速指令值异常	Command error(H)			
低速指令值异常	Command error(L)			
随动异常	Abn Tracking			

机械手

各轴参数			1 轴	2 轴	3 轴
机械类型 1	Machine type1				
机构种类	Mechanism type				
总轴数	Total axes				
主轴数	# of main axes				
轴规格	Axis style				
轴构成	Joint pattern				
基本姿势编码器	Std.pos. Enc.	10 进制数			
基本姿势角度	Std.pos. Angle	[rad] 或 [mm]			
脉冲常数	Pulse constant	[pulse/rad] 或 [pulse/mm]			
恒定轴	Axis constant	10 进制数			
软限位（下限）	Lower Soft Limit	10 进制数			
软限位（上限）	Upper Soft Limit	10 进制数			
操作方向（轴）	Oper.dir -axis	-1/1			
操作方向（XYZ）	Oper.dir -XYZ	-1/1			
机构伺服容许位置	Mech. servo tolerant pos.	脉冲			

编码器修正值

各轴参数			1 轴	2 轴	3 轴
编码器修正值	Encoder correction value	10 进制数			

2.2.7 再生前检查表

请在再生前使用下面的检查表，进行最终确认。
请复制本页进行使用/保管。

FD 控制装置 再生前检查表

项目编号	检查事项	确认菜单	检查栏
1	是否正确读取编码器数据	编码器类型	
2	轴的动作量是否正确 (直动轴 Pulse/mm、旋转轴 Pulse/rad) 请检查轴监视器的显示值(距离或角度)与实际的距离或角度是否一致。	脉冲常数	
3	分流电阻是否正确 (确认驱动系统型号)	分流电阻	
4	手动动作是否顺畅	伺服位置循环	
		伺服速度循环	
5	电流设定的单位是否正确 (是否以有效值 Arms 输入)	电流限制	
		失速电流	
		瞬时最大电流	
		额定电流	
6	速度设定的单位是否正确 (直动轴 mm/sec、旋转轴 rad/sec)	最高速度	
		手动最高速度	
		并进最大速度	
7	并进最大速度是否与最高速度相匹配	并进最大速度	
8	指令值滤波器是否与本体轴相匹配	指令值滤波器	
9	软限位设定是否正确执行	软限位	
10	再次确认参数表和登记值		
11	生成备份数据		
12	标记编码器修正位置。 为了即使交换数据也能够使用同一程序，请务必通过基准定位销(零点定位销)、匹配标记、划线、机械挡块等方法，使数据交换前后能够重现相同的机械位置，并在此基础上执行编码器修正。	[常数] [机械常数] [编码器修正]	

2.2.8 再生动作检查表

请对以下项目进行检查。
请复制本页进行使用/保管。

FD 控制装置 再生动作检查表

编号	检查事项	检查栏
1	最高速度、加减速时间处于机械设计值的容许范围内	
2	再生中或中途停止时，未发生过电流及其他错误	
3	电流未紧随电流限制值	
4	过冲、下冲、能够无振动停止	
5	电机无异响、振动	
6	电机未异常发热	
7	在最高速度下按下紧急停止按钮时，不发生机械偏离	
8	在示教模式下启动运转准备，握住启动开关（紧急停车开关）时，轴监视器上的编码器当前值的显示值是否恒定（是否稳定）	
9	在再生模式下启动运转准备时，轴监视器上的编码器当前值的显示值是否恒定（是否稳定）	

总公司 东京都港区东新桥1-9-2 汐留住友大厦17层 邮编 105-0021
Tel +81-3-5568-5245 Fax +81-3-5568-5236

中国

那智不二越（上海）贸易有限公司

上海市普陀区丹巴路98弄7号 龙裕财富中心11层 邮编 200062
Tel 021-6915-2200 Fax 021-6915-5427

重庆分公司

重庆市江北区红鼎国际名苑C座17-18, 17-19 邮编 400020
Tel 023-8816-1967 Fax 023-8816-1968

沈阳分公司

辽宁省沈阳市沈河区悦宾街1号方圆大厦304室 邮编 110000
Tel 024-3120-2252 Fax 024-2250-5316

北京分公司

北京市朝阳区朝外大街乙12号 昆泰国际大厦 0-1110室 邮编 100020
Tel 010-5879-0181 Fax 010-5879-0182

长春事务所

长春市绿园区普阳街1688号长融大厦B座707室 邮编 130061
Tel 0431-8507-8700 Fax 0431-8507-8701

广州事务所

广州市番禺区东环路431号港信城B座505室 邮编 510120
Tel 020-2293-9503 Fax 020-2293-9503

那智不二越（江苏）精密机械有限公司

江苏省张家港市经济技术开发区(南区)南园路39号 邮编 215618
Tel 0512-3500-7616 Fax 0512-3500-7615

上海不二越精密轴承有限公司

上海市嘉定区马陆镇丰茂路258号易通工业园 邮编 201801
Tel 021-6915-6200 Fax 021-6915-6202

耐锯（上海）精密刀具有限公司

上海市嘉定区马陆镇丰茂路258号易通工业园 邮编 201801
Tel 021-6915-5899 Fax 021-6915-5898

东莞建越精密轴承有限公司

东莞市洪梅镇涌涌村
Tel 0769-8843-1300 Fax 0769-8843-1330

**著作权 株式会社 不二越
机器人事业部**

富山市不二越本町1-1-1, JAPAN 邮编930-8511
Tel +81-76-423-5137
Fax +81-76-493-5252

关于本著作的诸权利归株式会社 那智不二越公司所有。任何人在不以正式书面文件形式通知株式会社不二越公司的情况下, 禁止复制翻印其中的一部或者全部。因情况需要改版时我司将不予以特别通知。
如存在缺页或者错页的情况下给予更换。

本产品的最终使用客户如从事军事相关, 或者武器制造的情况下, 因「外国外汇及外贸管理法」的限制, 将成为出口受限对象。在出口时, 请务必做好全面的审查并取得相关出口手续资格。

本说明书的原文是日文版。