

# 机械手臂控制器应用手册

项次	内容异动	修改日期	作者	版本
1	应用手册第一版	2014/3/11	杨宏农	V1.0
2	A. 软件面板 R 值已由 R15000~移到 R15200~ B. 料盘动作编辑@异动, 并已修改在 MACRO 中	2014/04/15	杨宏农	V1.1
3.	A. 修改料盘动作编辑的命令字符串为"STR::MMI" B. 周边控制设定的字符串文件文件名及路径异动	2014/05/09	杨宏农	V1.2
4.	新增「Z 轴取放料方向」参数	2014/05/29	杨宏农	V1.3
5.	周边控制设定的字符串文件文件名及路径异动	2014/06/25	杨宏农	V1.4
6	机器手臂坐标系设定说明订定	2014/08/13	杨宏农	V1.5
7	呼叫子程序的方式由 M98 改成 G65(避免父、子程序共享局部变量)	2014/08/20	杨宏农	V1.6

# 目录

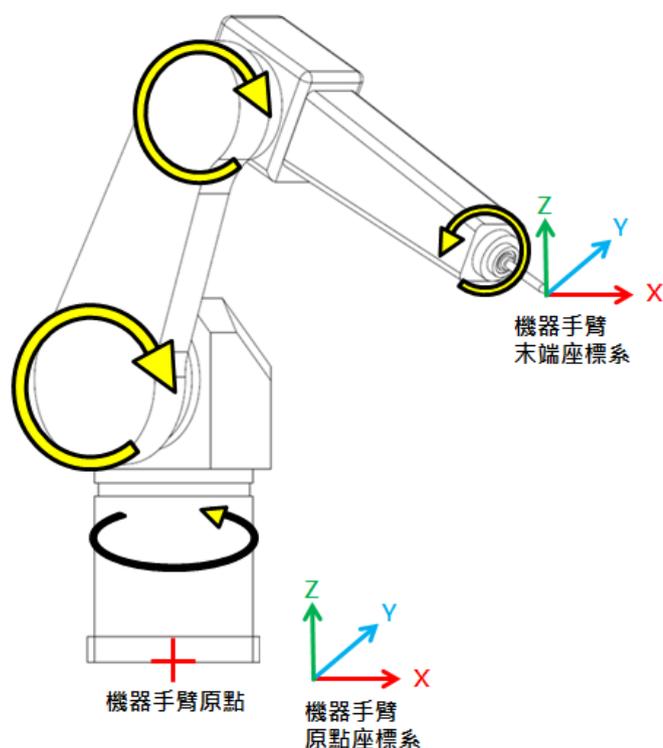
1	机器手臂基础设定.....	3
1.1	机器手臂坐标系.....	3
1.2	机器手臂语法.....	3
1.2.1	关节移动模式(MOVJ).....	4
1.2.2	末端点直线运动(MOVL).....	5
1.2.3	注意事项.....	6
1.3	PLC 界面.....	6
1.4	机器手臂 Mastering.....	8
1.4.1	Scara Robot.....	9
1.4.2	Delta Robot.....	10
1.4.3	标准六轴.....	11
1.5	机器手臂参数.....	11
1.5.1	控制器参数.....	11
1.5.2	机器手臂参数.....	13
1.5.2.1	机构参数.....	14
1.5.2.2	行程极限.....	18
1.5.2.3	基座防撞.....	21
1.5.2.4	初始偏移量.....	22
1.5.2.5	坐标系设定.....	23
1.6	机器手臂警报.....	25
1.7	机器手臂机种对应表(Pr3201).....	27
1.8	机器手臂速度控制.....	28
1.8.1	MOVJ 速度参数.....	28
1.8.2	MOVL 速度参数.....	29
2	软件面板说明.....	30
3	料盘客制方法.....	32
3.1	料盘点位.....	33
3.2	料盘参数.....	33
3.3	料盘动作编辑.....	33
3.4	更换料盘程序.....	35
4	周边控制设定.....	36
5	宏程序编辑.....	37
5.1	宏程序语法.....	37

# 1 机器手臂基础设定

## 1.1 机器手臂坐标系

图一显示一座 4 轴机器手臂的坐标系，机器手臂的原点就在图中基座的红十字标位置处。手臂的末端点坐标是由各个轴向迭加、旋转而得，目前系统的原点坐标系和末端点坐标系是重合的，意即，手臂末端点在空间中的 XYZ 方向移动，即是原点坐标系的 XYZ 方向。

另一种坐标系是指各个轴向的旋转角度，可看成是各轴的机械坐标，如图中旋转的 4 个轴向，这 4 个轴向的机械坐标是互相独立的。



图一 机械手臂坐标系

- 机械坐标：各个轴向独立的旋转角度或直线位移，又称关节坐标 (以  $C1\sim Cn$  表示， $n$  为轴数)。
- 绝对坐标：指的是机器手臂末端点在空间中的位置 (以  $XYZ$  表示)，及旋转姿态 (以  $ABC$  表示)，又称末端坐标。

## 1.2 机器手臂语法

以下介绍机器人语言之使用规格：

类似 CNC 机台的控制语言与世界各大厂之机器人语言，新代机器人语言中将 MOVL 与 MOVJ 设定为机器人运动命令，藉以操控机械手臂的运动，分别描述如下：

## 1.2.1 关节移动模式(MOVJ)

■ 语法：MOVJ C1=\_C2=\_C3=\_C4=\_C5=\_C6=\_ FJ\_

■ 说明：

MOVJ(MOVE JOINT)，此为关节移动模式，运动过程中末端点路径非直线，控制器直接针对各轴进行插补到目标关节坐标位置。也就是说，MOVJ 移动是各轴关节独立旋转，不管末端点路径是否为直线。

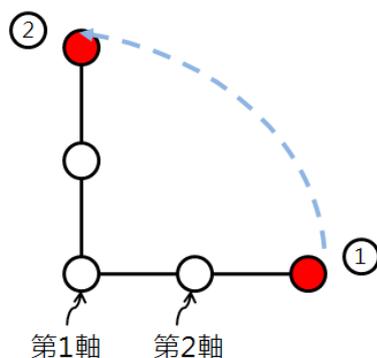
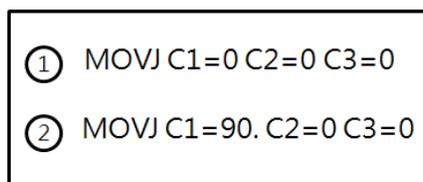
注意：线性轴单位都为 mm，旋转轴单位都为 deg，目前暂时不支持英制命令输入。

FJ\_代表的是速度百分比，代表使用机器人能够达到的最大单轴速度之百分笔，输入从 0.01~100%，超过 100%会自动被当成 100%，小于 0.01 会自动被当成 0.01 来处理，FJ 的使用效果会在应用范例中进一步说明。

系统默认 FJ 为 5%。

■ 范例：

如图三，这是一个两轴机器人，各轴臂长 5mm，红色圆点为末端点，末端点要从(10,0,0)走到(0,10,0)的位置，利用 MOVJ 的指令，代表第 1 轴要转 90 度角，指令如图中方框内所示，图中蓝色虚线为末端点移动的路径。



图二 MOVJ 指令范例

## 1.2.2 末端点直线运动(MOVL)

■ 语法: `MOVL X_Y_Z_A_B_C_FL_FR_`

■ 说明:

MOVL(MOVE LINE), 此为末端点直线运动模式。指令表示机器人手臂末端点在空间中的位置与旋转状态(末端点的方向)。也就是说 MOVL 移动的目标对象是末端点的移动, 使用者不必理会关节怎么转动。

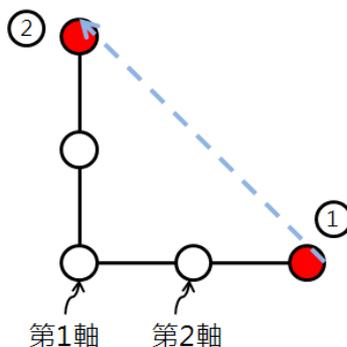
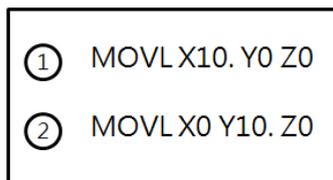
`X_Y_Z_`指空间中的位置坐标, 单位为 mm, 方向描述则有以下种类, 其中 `A_B_C_`单位都为度。

`FL_`代表的是指定的末端点在线性方向的进给速度, 单位为 mm/s。系统默认 FL 为 20 mm/s。

`FR_`代表的是指定的末端点在旋转方向的进给速度, 单位为 deg/s。系统默认 FR 为 180 deg/s。

■ 范例:

如图三, 这是一个两轴机器人, 各轴臂长 5mm, 红色圆点为末端点, 末端点要从(10,0,0)走到(0,10,0)的位置, 指令第如图中方框内所示, 图中蓝色虚线为末端点移动的路径。



图三 MOV L 指令范例

### 1.2.3 注意事项

- 可使用绝对量 G90 与增量 G91 指令，但对于描述空间中旋转状态(末端点方向)的指令(六轴为 A\_B\_C\_、SCARA 与厦门四轴机只有 C\_、启帆线性平台+四轴机为 B\_C\_)永远代表绝对量，因为角度表示 ZXZ 尤拉角，无法支持增量表示。
- 指令中若未下达任何末端点方向的指令时将维持当前状态，但若下达至少一个方向的旋转角度时，未下达的其他角度值视为 0 度。
- MOV L 与 MOV J 可以交互使用，在模式切换时会减速至 0。
- 目前暂时不支持英制输入，请将系统调整在公制设定之下。
- G 码：机器人轴群中，G 码仅可使用 G90/G91、G04、G10，以及客制 G 码。其它 G 码无效。

## 1.3 PLC 界面

除了程序语法，在手动操作下(JOG 及手轮)，手臂也要有相对应 MOV J 及 MOV L 的移动方式，透过 R 值的切换，让手臂在手动模式下切换关节移动及末端直线两种模式。

- R518=0，手动模式下关节移动。
- R518=1，手动模式下末端直线移动。

表格 1 为 R518 对照手动模式下，轴向移动方式(关节移动或末端直

线)。

模式	R518	Cbit	机器手臂运动
手轮	0	相对应 C1~C6 轴之 C bit = 1	触发手轮动作时, C1 轴运动
手轮	0		触发手轮动作时, C2 轴运动
手轮	0		触发手轮动作时, C3 轴运动
手轮	0		触发手轮动作时, C4 轴运动
手轮	0		触发手轮动作时, C5 轴运动
手轮	0		触发手轮动作时, C6 轴运动
手轮	1	相对应 C1~C6 轴之 C bit = 1	触发手轮动作时, 末端点往 X 方向移动
手轮	1		触发手轮动作时, 末端点往 Y 方向移动
手轮	1		触发手轮动作时, 末端点往 Z 方向移动
手轮	1		触发手轮动作时, 末端点沿 X 轴旋转
手轮	1		触发手轮动作时, 末端点沿 Y 轴旋转
JOG	1		触发手轮动作时, 末端点沿 Z 轴旋转
JOG	0	相对应 C1~C6 轴之 C bit = 1	触发寸动时, C1 轴往正/负方向运动
JOG	0		触发寸动时, C2 轴往正/负方向运动
JOG	0		触发寸动时, C3 轴往正/负方向运动
JOG	0		触发寸动时, C4 轴往正/负方向运动
JOG	0		触发寸动时, C5 轴往正/负方向运动
JOG	0		触发寸动时, C6 轴往正/负方向运动
JOG	1	相对应 C1~C6 轴之 C bit = 1	触发寸动时, 末端点沿 X 正/负方向移动
JOG	1		触发寸动时, 末端点沿 Y 正/负方向移动
JOG	1		触发寸动时, 末端点沿 Z 正/负方向移动
JOG	1		触发寸动时, 末端点沿 X 轴正/负方向旋转
JOG	1		触发寸动时, 末端点沿 Y 轴正/负方向旋转
JOG	1		触发寸动时, 末端点沿 Z 轴正/负方向旋转

表格 1 R518 对应手动模式控制表

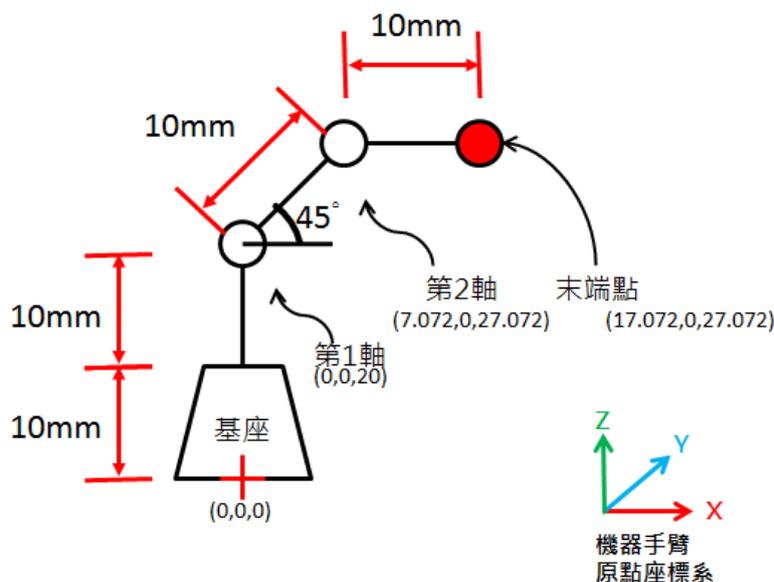
特别要注意的是, 表中沿 XYZ 轴旋转的部分, 依照机种的不同, 会有不同的动作, 下表说明各种机器人在 R518 = 1 时, 末端点旋转的定义:

机种	R518	Cbit	机器手臂运动
SCARA	1	相对应 C4 轴	触发手轮/寸动动作时, 末端点沿 Z 轴旋转

		C bit = 1	
标准六轴	1	相对应 C4 轴之 C bit = 1	触发手轮/寸动动作时，末端点沿 X 轴旋转
		相对应 C5 轴之 C bit = 1	触发手轮/寸动动作时，末端点沿 Y 轴旋转
		相对应 C6 轴之 C bit = 1	触发手轮/寸动动作时，末端点沿 Z 轴旋转
厦门四轴	1	相对应 C4 轴之 C bit = 1	触发手轮/寸动动作时，第四轴旋转但末端点位置不变
启帆 4+1 轴	1	相对应 C4 轴之 C bit = 1	触发手轮/寸动动作时，末端点沿着 Pitch 方向旋转但位置不变
		相对应 C5 轴之 C bit = 1	触发手轮/寸动动作时，末端点沿着 Roll 方向旋转但位置不变
Delta	1	相对应 C4 轴之 C bit = 1	触发手轮/寸动动作时，末端点沿程序坐标系 Z 轴旋转

## 1.4 机器手臂 Mastering

机器手臂在初始设定时都会设定原点，机器手臂寻原点我们称为 Mastering，机器手臂系统需要知道两个坐标系统：机械坐标(关节坐标)及绝对坐标(末端坐标)。机械坐标为各轴旋转量，但绝对坐标是由各轴的长度和角度所迭加、旋转而来的，系统必须知道这些长度、角度，才能知道末端的位置。机器手臂在设定原点(Mastering)时，都会摆出一个固定姿态。

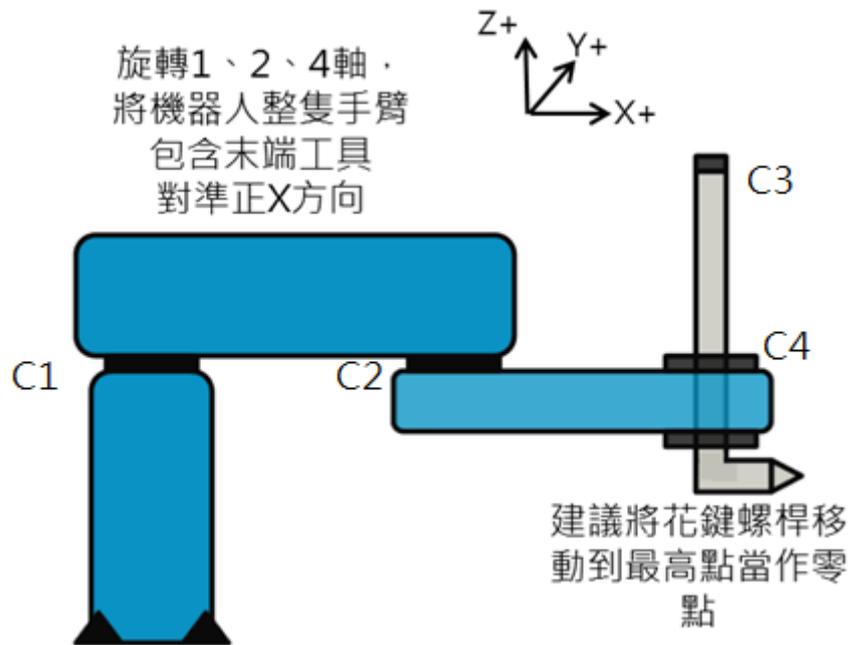


图四 Mastering 姿态说明

图四可以用来说明 Mastering 为什么需要固定姿态，图中是一个 2 轴的手臂，基座原点(红十字标处)坐标为(0, 0, 0)。图中呈现的是第 1 轴旋转 -45 度角(依右手定则，顺时针为正)，第 2 轴旋转 0 度角的姿态，并且知道每轴臂长、基座高度，系统才能推算出来末端点的坐标为(17.072 , 0, 37.072)。

以下介绍每种机器手臂在 Mastering 时的姿态(参数部份，例如臂长。在后面章节说明)：

### 1.4.1 Scara Robot



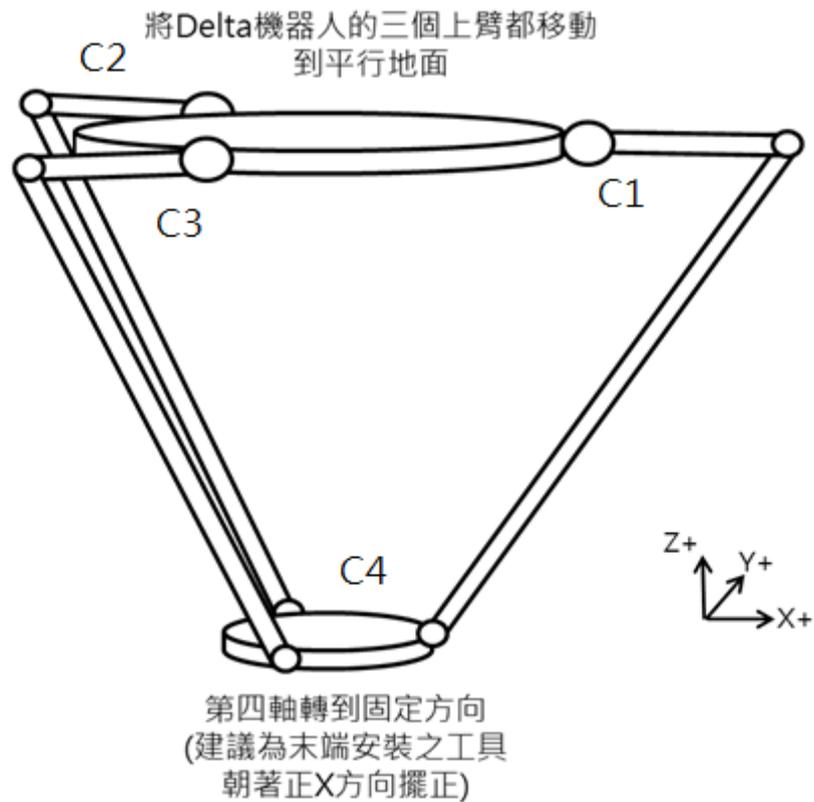
图五 Scara Robot Mastering 姿态

C3 是花键螺杆直线轴。

C4 是末端旋转轴。

在这边特别要注意的是，SCARA 机器人的第 3 轴花键螺杆，参数 4155 第 3 轴行上极限应该设为 0，代表花键螺杆机械坐标已到最高，参数 4156 第 3 轴行程下极限应该设为一个负值，例如 -200000 代表花键螺杆从机械原点尚可往下移动 200mm。

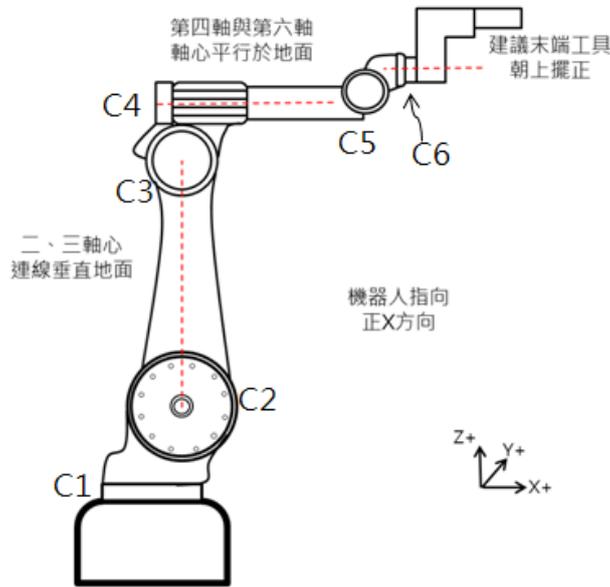
## 1.4.2 Delta Robot



图六 Delta Robot Mastering 姿态

C1 轴上臂指向 X+方向。沿逆时针方向上的是 C2、C3 轴。  
C4 是末端旋转轴(有的 Delta Robot 只有 3 轴, 无 C4 轴)。

### 1.4.3 标准六轴



图七 标准六轴 Mastering 姿态

## 1.5 机器手臂参数

### 1.5.1 控制器参数

控制器参数指的是一般和 CNC 共享的系统参数，非机器手臂特有的参数。

编号	内容	影响效果
21~	*埠号设定	用以设定机器手臂各轴端口号，规格与新代 CNC 相同。
321~	*轴名称设定	用以设定机器手臂轴名称，机器手臂轴名称必为 C1~Cn (601~60n, n 为轴数)，一定要照着顺序排列，例如 SCARA 机器人的 321~324 号参数就填入 601~604，不可更改。
701~	*轴群设定	机器手臂都在第 1 轴群
731	*主系统轴群数目	规格与新代 CNC 相同，依照主系统轴群数量设定

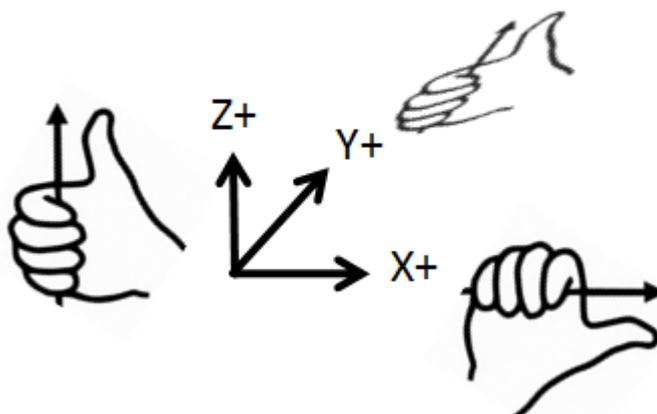
表格 2 轴号与轴群设定

编号	内容	影响效果
41~	各轴运动反方向	将机器人各轴设定成正确运动方向
61~	各轴传感器分辨率	请依照安装之编码器(encoder)规格设定

81~	各轴回授倍频	请依照安装之编码器(encoder)规格设定
121~	各轴减速比(螺杆齿数)	依照机器人机构设定
161~	各轴 Pitch	依照各轴机构设定
221~	轴型态设定	机器人固定设为 221~226: 0 0 0 5 5 5 如果机器人只有五轴: 221~225: 0 0 0 5 5 如果机器人只有四轴: 221~224: 0 0 0 5 以此类推 (V3L0A 型机械手臂为 221~223: 0 0 5)

表格 3 通用机台参数

特别需要注意的是参数 41~, 各轴运动方向反向, 请设定让手臂各轴旋转时, 按照右手定则(将右手握拳, 竖起拇指, 指向 X+、Y+、Z+方向), 四只手指旋转的方向即是轴向正方向, 图八为右手定则示意图, 姆指是轴向轴心的正方向, 四只手指则是轴向旋转的正方向。

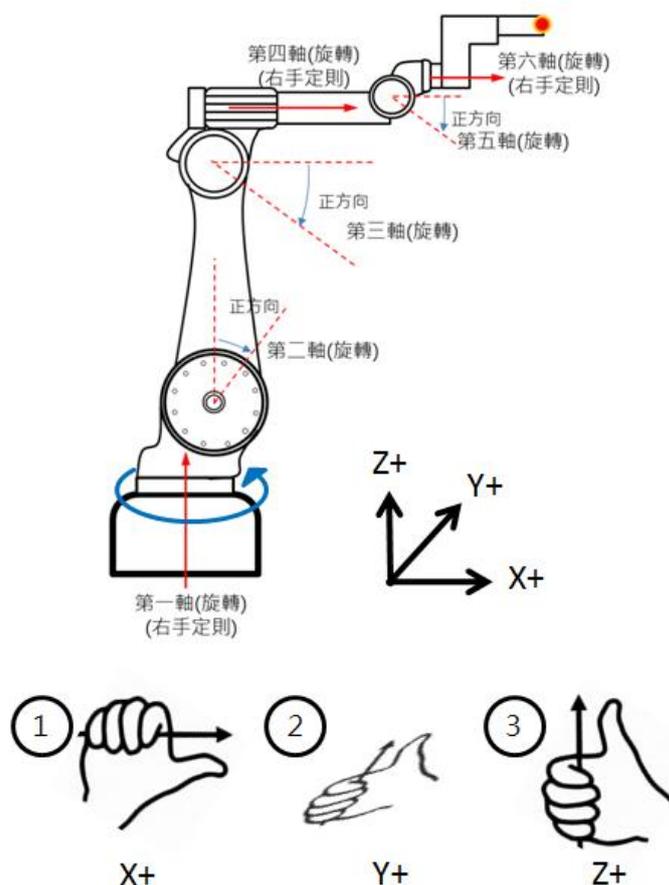


图八 右手定则

以六轴手臂为例, 图九中:

- 第 4、6 轴都是绕着 X 轴旋转的轴向, 因此请让右手姆指指向 X+方向, 并以 JOG 或手轮移动第 4、6 轴往正向移动(在关节移动模式下), 看旋转时, 是否正向移动符合右手四指手臂旋转方向。如果不是, 则请设 Pr44 或 Pr46, 改变运动方向。
- 第 2、3、5 轴都是绕着 Y 轴旋转的轴向, 因此请让右手姆指指向 Y+方向, 并以 JOG 或手轮移动第 2、3、5 轴往正向移动(在关节移动模式下), 看旋转时, 是否正向移动符合右手四指手臂旋转方向。如果不是, 则请设 Pr42 或 Pr43 或 Pr45, 改变运动方向。

- 第 1 轴绕着 Z 轴旋转的轴向，因此请让右手拇指指向 Z+ 方向，并以 JOG 或手轮移动第 1 轴往正向移动(在关节移动模式下)，看旋转时，是否正向移动符合右手四指手臂旋转方向。如果不是，则请改变 Pr41，改变运动方向。



图九 以六轴手臂为例，设定旋转正方向

## 1.5.2 机器手臂参数

设定机器手臂参数前，请先将手臂移到 Mastering 姿态。

机器手臂参数包含：机构参数、行程极限、基座防撞、坐标系设定：

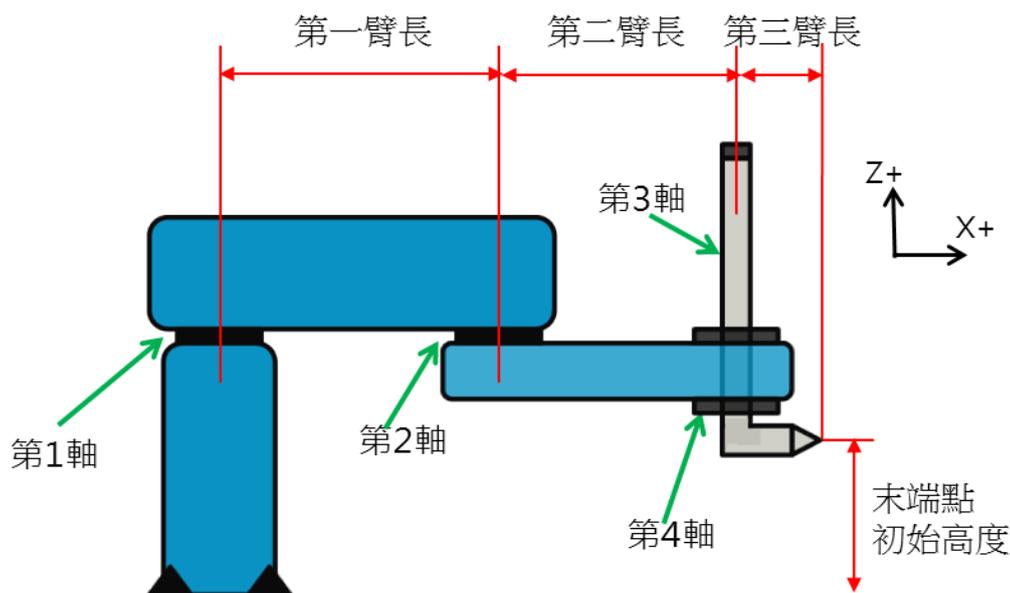
- 机构参数：包含臂长、偏移量，某些手臂有独特的参数。
- 行程极限：各轴关节的软件行程极限。
- 基座防撞：防止手臂末端撞击基座。
- 初始偏移量：手臂无法摆出正常的 Mastering 姿态(例如周边有其它物体)，则需要让手臂摆出有偏移量的 Mastering 姿态。
- 坐标系设定：若存在参考零点，或是手臂旋转平移时需要改变坐标系。

### 1.5.2.1 机构参数

■ Scara Robot

编号	内容	意义
4101	*SCARA 第一臂长	从第一轴到第二轴轴心距
4102	*SCARA 第二臂长	从第二轴到第三轴轴心距
4103	*SCARA 第三臂长	从第三轴到末端点距离
4104	*末端点初始高度	在 Mastering 姿态下, SCARA 末端点与程序原点高度差
4105	*花键螺杆比例	设定花键螺杆藕合比
4179	花键螺杆直径	花键螺杆本身直径
4180	花键螺杆总长	花键螺杆本身长度(防止天挂式机种螺杆顶部打到基座)

表格 4 Scara Robot 机构参数



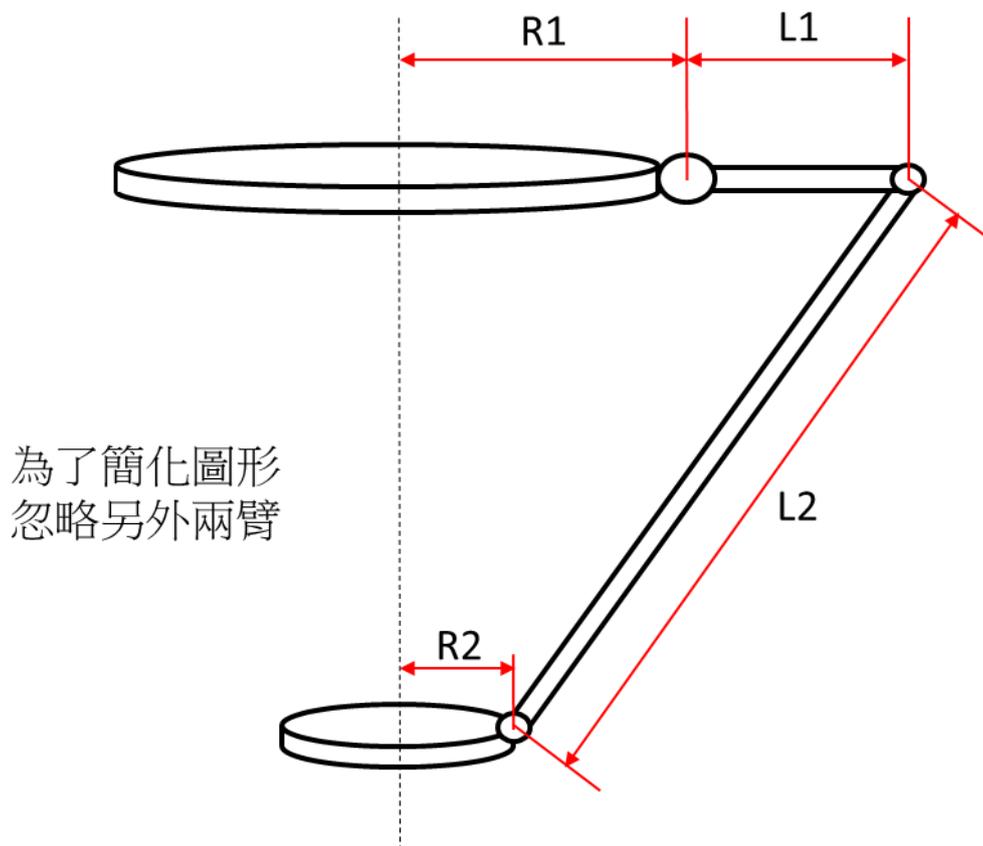
图十 Scara Robot 机构参数参考图

花键螺杆比例指的是花键螺杆的机构设计在旋转时,同时会带动直线轴上下耦合移动,为了消除这种机构设计上的耦合,系统要自动补偿花键螺杆旋转一圈时,直线轴移动的距离。

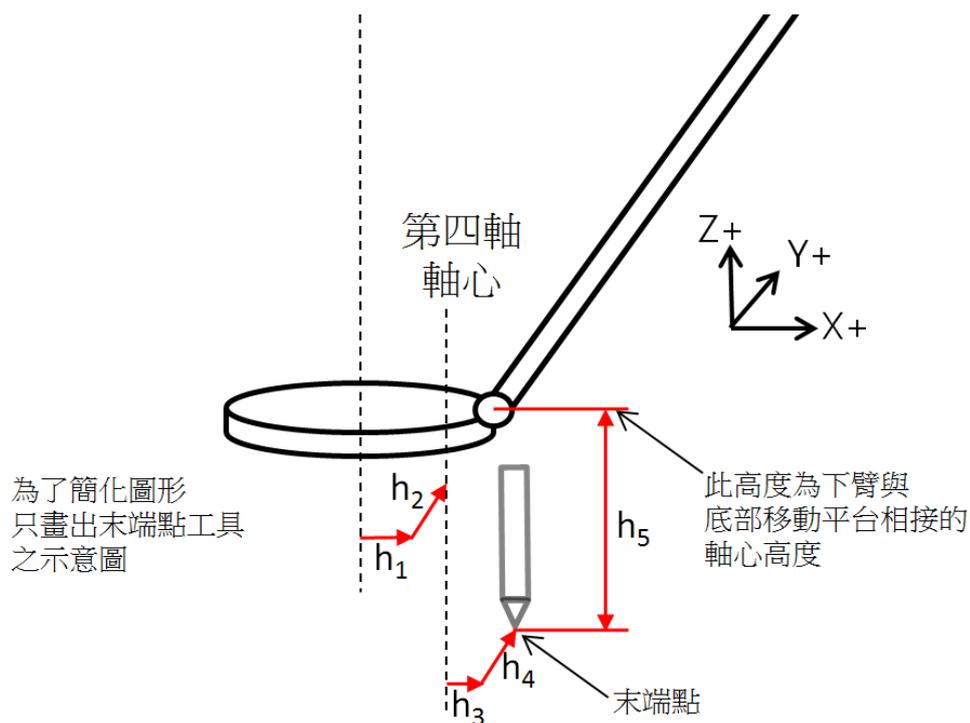
■ Delta Robot

编号	内容	意义
4101	*固定基座上旋转轴与中心距离	请参考图例:R1
4102	*移动平台上旋转轴与中心距离	请参考图例:R2
4103	*DELTA 机器人上臂长	请参考图例:L1
4104	*DELTA 机器人下臂长	请参考图例:L2
4105	*从移动平台中心沿 X 方向至第四轴轴心距离	请参考图例:h1
4106	*从移动平台中心沿 Y 方向至第四轴轴心距离	请参考图例:h2
4107	*从第四轴沿 X 方向至末端点距离	请参考图例:h3
4108	*从第四轴沿 Y 方向至末端点距离	请参考图例:h4
4109	*移动平台中心与末端点高度差	请参考图例:h5

表格 5 Delta Robot 机构参数



图十一 Delta Robot 机构参数参考图 1

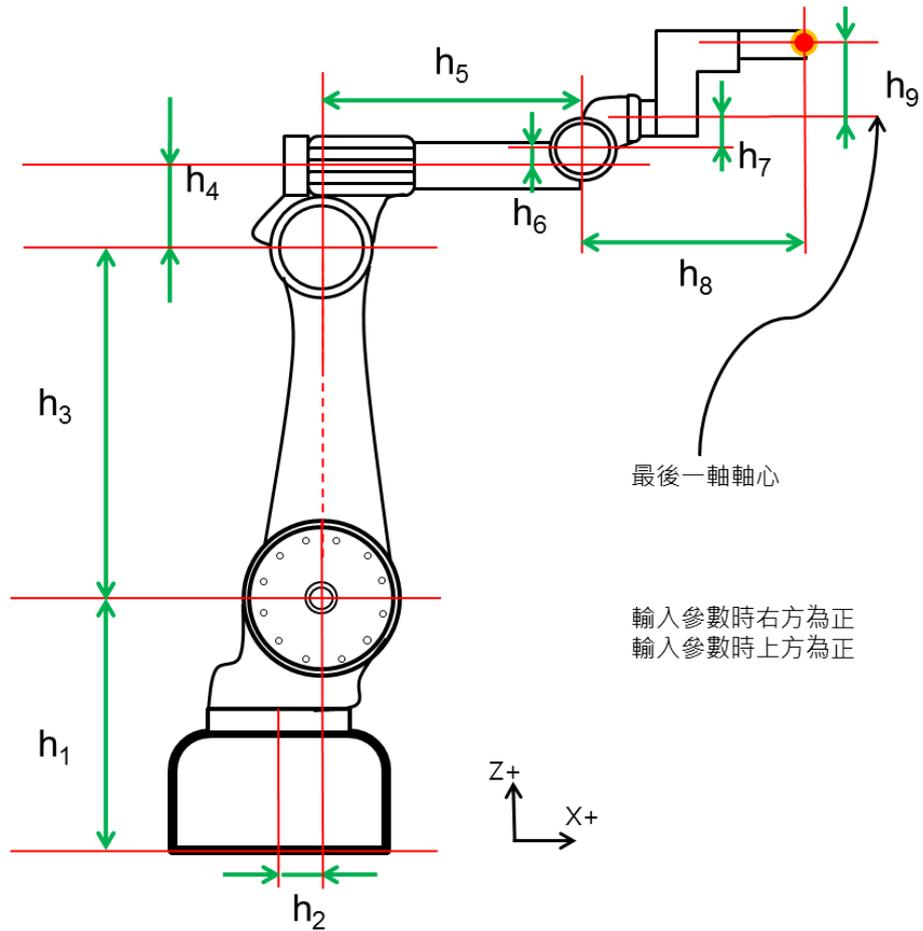


图十二 Delta Robot 机构参数参考图 2

■ 标准六轴

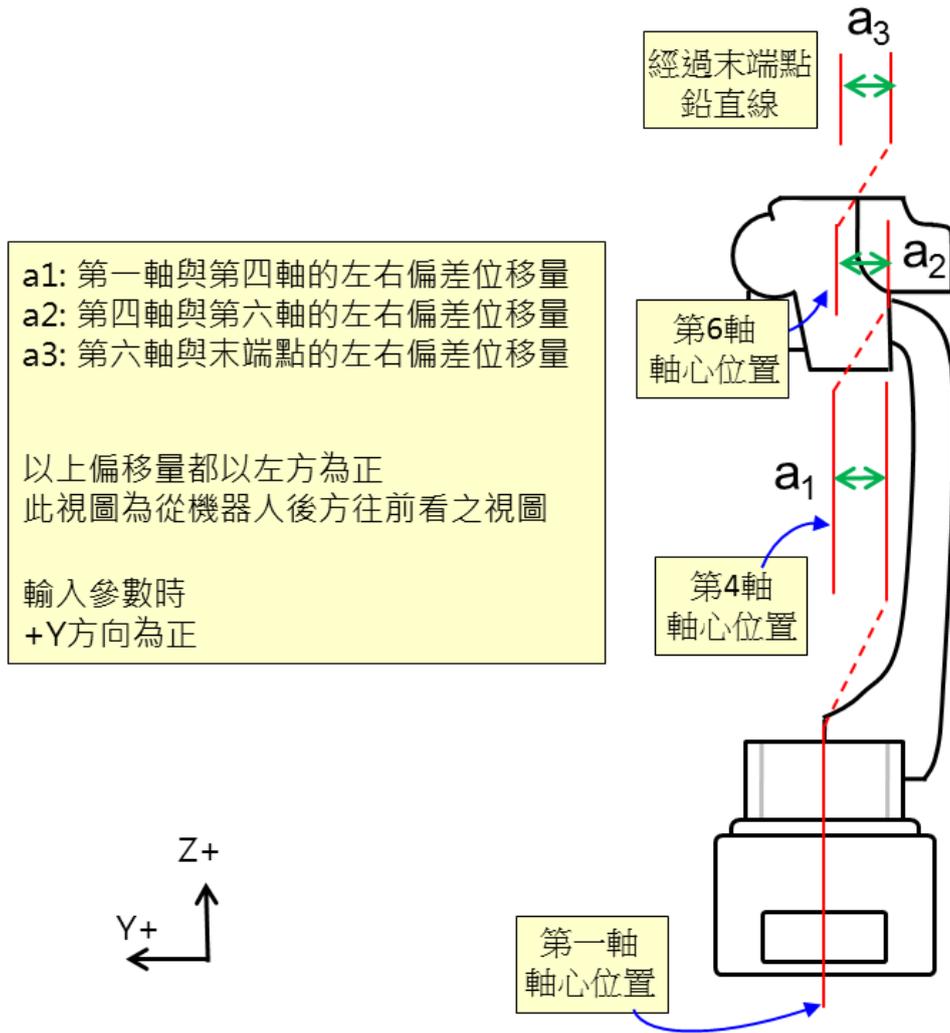
编号	内容	意义
4101	*原点与第二轴高度差	请参考图例:h1
4102	*第一与第二轴往右方之距离	请参考图例:h2
4103	*第二与第三轴轴心距离	请参考图例:h3
4104	*第三与第四轴高度差	请参考图例:h4
4105	*第三与第五轴往右方之距离	请参考图例:h5
4106	*第四与第五轴高度差	请参考图例:h6
4107	*第五与第六轴高度差	请参考图例:h7
4108	*第五轴与末端点往右方之距离	请参考图例:h8
4109	*第六轴与末端点高度差	请参考图例:h9
4110	*第一与第四轴往正 Y 方向之距离	请参考图例:a1
4111	*第四与第六轴往正 Y 方向之距离	请参考图例:a2
4112	*第六轴与末端点往正 Y 方向之距离	请参考图例:a3

表格 6 标准六轴机构参数



图十三 标准六轴机构参数参考图 1

图十四的视角，是站在 X- 的方向看向 X+ 的方向。



图十四 标准六轴机构参数参考图 2

### 1.5.2.2 行程极限

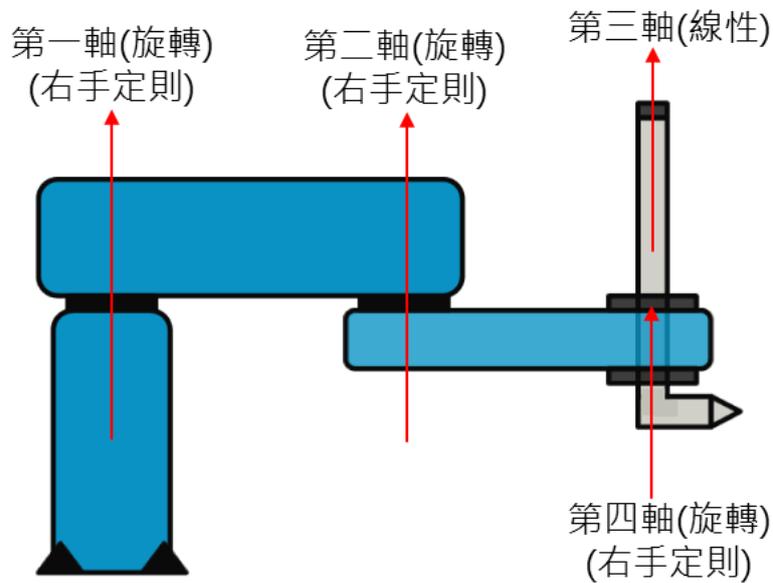
行程极限是各轴关节坐标，因此是共通参数。

编号	内容	意义
4151	第一轴行程正极限	机器人第一轴行程正极限
4152	第一轴行程负极限	机器人第一轴行程负极限
4153	第二轴行程正极限	机器人第二轴行程正极限
4154	第二轴行程负极限	机器人第二轴行程负极限
4155	第三轴行程正极限	机器人第三轴行程正极限
4156	第三轴行程负极限	机器人第三轴行程负极限
4157	第四轴行程正极限	机器人第四轴行程正极限
4158	第四轴行程负极限	机器人第四轴行程负极限

4159	第五轴行程正极限	机器人第五轴行程正极限
4160	第五轴行程负极限	机器人第五轴行程负极限
4161	第六轴行程正极限	机器人第六轴行程正极限
4162	第六轴行程负极限	机器人第六轴行程负极限
4163	第七轴行程正极限	机器人第七轴行程正极限
4164	第七轴行程负极限	机器人第七轴行程负极限
4165	第八轴行程正极限	机器人第八轴行程正极限
4166	第八轴行程负极限	机器人第八轴行程负极限
4167	第九轴行程正极限	机器人第九轴行程正极限
4168	第九轴行程负极限	机器人第九轴行程负极限
4169	第十轴行程正极限	机器人第十轴行程正极限
4170	第十轴行程负极限	机器人第十轴行程负极限

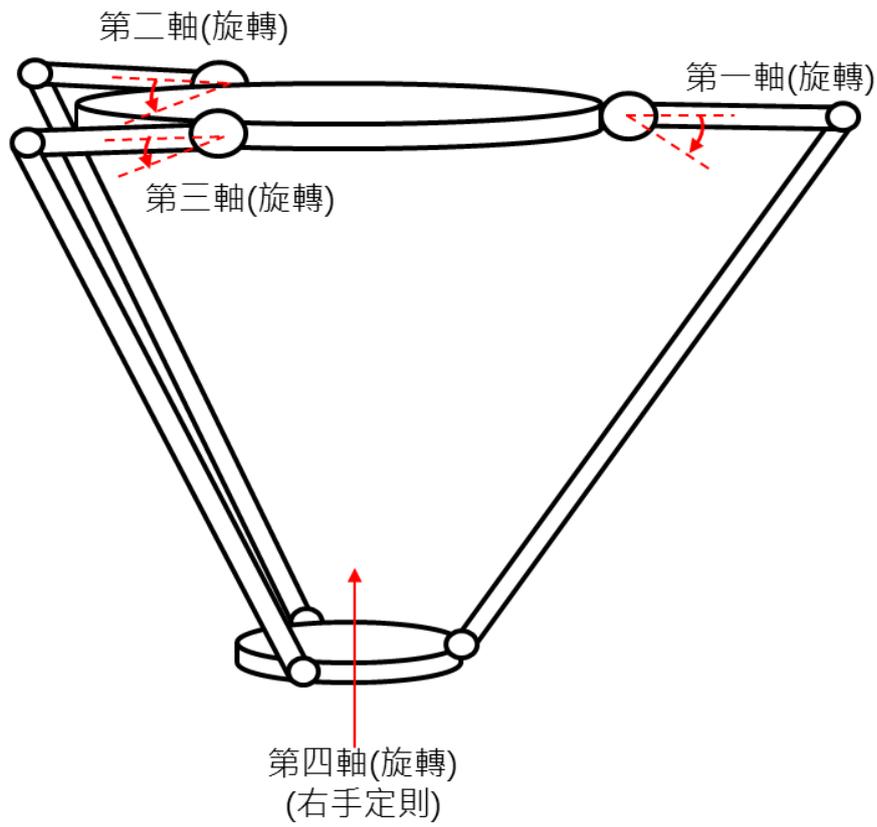
表格 7 行程极限参数

■ Scara Robot



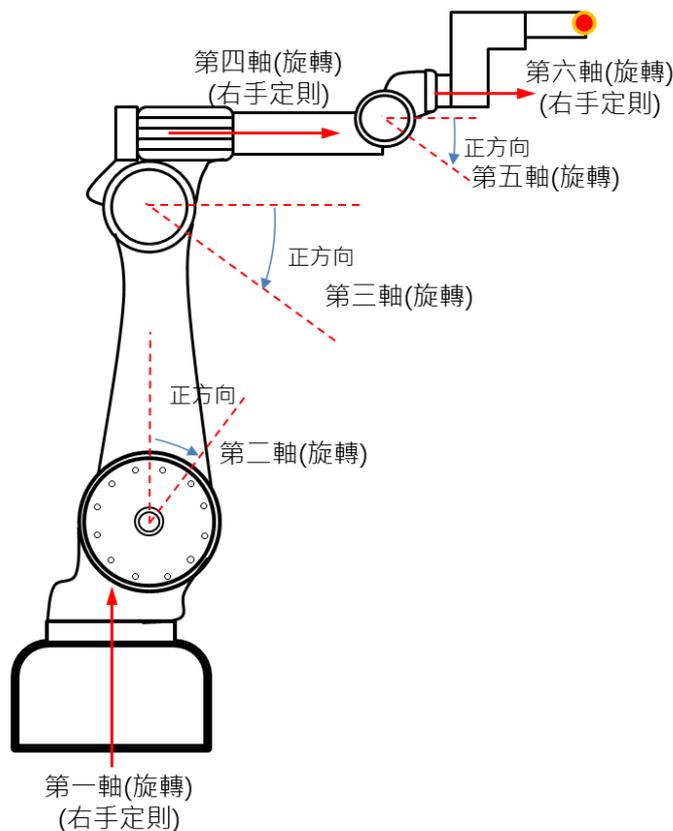
图十五 Scara Robot 行程极限参考图

■ Delta Robot



图十六 Delta Robot 行程极限参考图

■ 标准六轴



图十七 标准六轴行程极限参考图

### 1.5.2.3 基座防撞

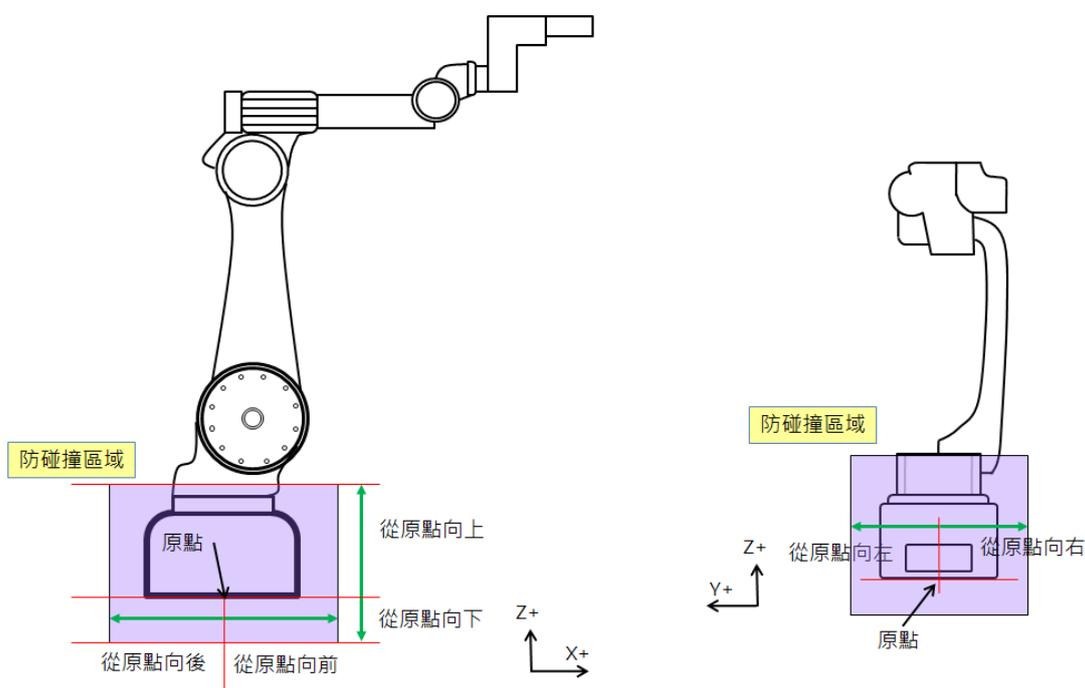
基座防撞设定是针对「手臂末端点」及「基座空间」的防撞设定，概念是以基座原点为中心，包出一个立方体空间，让手臂末端点在进入这个空间时，停止移动。这是机器人共通参数。

编号	内容	意义
4171	机器人基座防撞区域 (基座原点往前)	机器人基座防碰撞区域设定
4172	机器人基座防撞区域 (基座原点往后)	机器人基座防碰撞区域设定
4173	机器人基座防撞区域 (基座原点往左)	机器人基座防碰撞区域设定
4174	机器人基座防撞区域 (基座原点往右)	机器人基座防碰撞区域设定
4175	机器人基座防撞区域 (基座原点往上)	机器人基座防碰撞区域设定

4176	机器人基座防撞区域 (基座原点往下)	机器人基座防碰撞区域设定
4177	末端工具直径	机器人末端安装之工具直径, 用以防止碰撞基座
4178	防碰撞保护厚度	机器人防撞所预留的距离

表格 8 基座防撞参数

设定参考图则以标准六轴为例(因为主要对象是基座原点, 所以和机器人种类无关), 图十八中可以看到 6 个参数(原点向上、下、前、后、左、右), 即可将基座包出一个紫色立方空间:

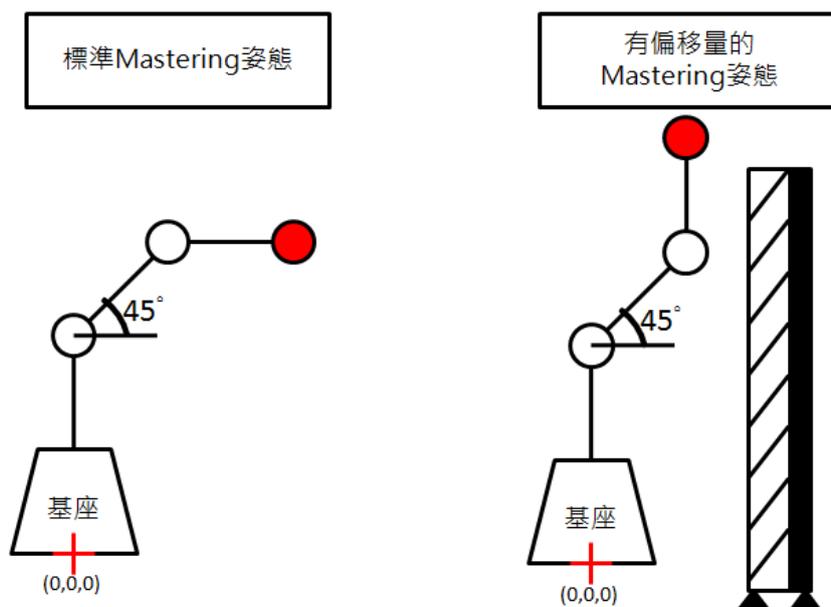


图十八 标准六轴基座防撞参考图

### 1.5.2.4 初始偏移量

当手臂无法在 Mastering 摆出预设的姿态时(例如周边有障碍), 可以利用初始偏移量将手臂偏移到不会撞到的姿态, 但同时也需告诉控制器: 目前手臂某一关节有偏移量。

图十九是一个简单范例。假设图左是一个 2 轴机器人的标准 Mastering 姿态, 但现在因为末端点的位置有一道柱子, 所以 Mastering 时会产生撞击, 为了解决这个困扰, 可以如图右将第 2 轴转-90 度(因为轴向绕着 Y 轴转, 依右手定则, 顺时针为正), 并将-90.000 设定进入参数 4182 (第 2 轴初始偏移量)。



图十九 初始偏移量范例图

编号	内容	意义
4181	*第一轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4182	*第二轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4183	*第三轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4184	*第四轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4185	*第五轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4186	*第六轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4187	*第七轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4188	*第八轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4189	*第九轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量
4190	*第十轴初始偏移量	机器人在 Mastering 之时距离标准动作的各轴偏移量

表格 9 初始偏移量参数

### 1.5.2.5 坐标系设定

坐标系设定和初始偏移量有些类似。

初始偏移量设定后，无论各轴偏移了多少角度，末端点的 XYZ 方向移动仍然是照标准 Mastering 下的 XYZ 方向，并不会因为有偏移量，改变了原点坐标系，基座原点的 XYZ 坐标值仍是(0, 0, 0)。

但坐标系设定，是让手臂对基座原点坐标系进行平移和旋转，改变了

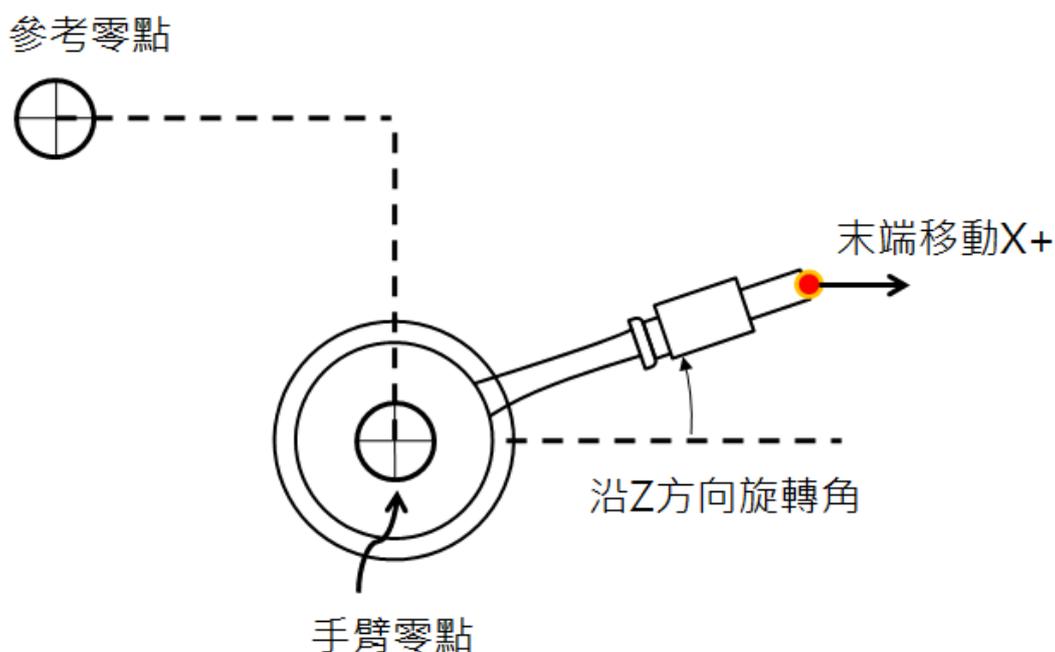
手臂的坐标系。

图二十为 Scara 坐标系平移、旋转的范例图，视角为 Z+往 Z-方向看，俯视图，基座原点原本是(0,0,0)，手臂末端坐标是(600, 0, 200)。

现在机器手臂的基座原点相对于一个参考零点平移了(a,-b)的向量，并且机器手臂绕着 Z 轴转了  $\theta$  角(以本例而言， $\theta > 0$ )，Pr4191=a, Pr4192=-b, Pr4194=0, Pr4195=  $\theta$  。此时基座原点坐标会是(a,- b, 0)，末端点的坐标会是(a+600\*cos  $\theta$  ,-b+600\*sin  $\theta$  , k)。

必须注意的是，手臂末端移动仍是以原本的世界坐标为对象，如图，末端往 X+方向移动仍是往右方移动。

### 機器手臂俯視圖



图二十 坐标系设定范例图

上方的范例是手臂绕着 Z 轴旋转。但还有另一种可能是手臂绕着尤拉坐标 ZXZ 旋转(Pr4194=1, 并要设定 Pr4196~4198)，这种的设定极为罕见，一般情况下不太会有这样的应用。

编号	内容	意义
4191	*基座相对于参考零点的 X 坐标值	机器人基座离程序原点沿着 X 轴的偏移量

4192	*基座相对于参考零点的 Y 坐标值	机器人基座离程序原点沿着 Y 轴的偏移量
4193	*基座相对于参考零点的 Z 坐标值	机器人基座离程序原点沿着 Z 轴的偏移量
4194	*原点坐标方向描述方法 (0: z 方向旋转; 1: 尤拉角)	机器人基座旋转方向描述方法选择
4195	*坐标系沿程序坐标 z 轴 旋转量 (0.001deg)	机器人基座沿着 Z 轴的旋转量
4196	*原点坐标系尤拉角(ZXZ) alpha (0.001deg)	机器人基座方向使用尤拉角描述的 alpha 值
4197	*原点坐标系尤拉角(ZXZ) beta (0.001deg)	机器人基座方向使用尤拉角描述的 beta 值
4198	*原点坐标系尤拉角(ZXZ) gamma (0.001deg)	机器人基座方向使用尤拉角描述的 gamma 值

表格 10 坐标系参数

## 1.6 机器手臂警报

群组	编号	说明
OP	031	未开启机器人 Option

表格 11 机器手臂 OP 警报

警报排除方式:

■ OP31

当机器人相对应的 Option 没有被开启时, 会发出此 OP31 警报, 需要请新代原厂进行 Option 开启, 或者将机器人轴群关闭。将各轴群的 3201 设为 0(铣床)就可以消掉这个警报。另外, 各机种相对应的 Option 号码请参照本文之机器手臂机种对应表 (錯誤! 找不到参照來源。节)。

群组	编号	说明
COR	170	机器手臂解逆运动学失败, 目标点超出可达范围
	171	机器手臂超过旋转轴极限
	172	机器手臂超过线性轴极限
	173	机器手臂不可进入禁区
	174	机械手臂解逆运动学遇到奇异点

	175	机械手臂解顺运动学遇到失败，目标点超出可达范围
	176	机械手臂解顺运动学遇到奇异点

表格 12 机器手臂 COR 警报

警报排除方式：

■ COR 170

机器手臂逆向运动学求解失败，此情况发生在输入给机器手臂的命令在可到达范围之外，请检查输入机器手臂的命令是否于可达范围内。

■ COR 171

运动学核心检查发现机器手臂有旋转轴超出所设定的角度极限，请修改输入指令让机器手臂动作在角度极限内，或检查所设定的机器人专用行程极限参数是否设定合宜。

■ COR 172

运动学核心检查发现机器手臂的线性轴超出所设定的行程极限，请修改输入指令让机器手臂动作在行程极限内，或检查所设定的机器人专用行程极限参数是否设定合宜。

需要注意的是，在初次校正 SCARA 机器手臂花键螺杆零点位置时，需要将 Pr.4155 以及 Pr.4156 同时设为零，暂时取消此警报的发生，待机器手臂花键螺杆完成校正后，再将合理的花键螺杆行程极限输入 Pr.4155 以及 Pr.4156；推荐的设定方法为，将 SCARA 机器手臂之花键螺杆移到最高处，这一点为花键螺杆行程上极限，也就是将 Pr.4155 设为 0 所代表的位置，然后再将花键螺杆最多可以往负方向移动的允许量(um)输入 Pr.4156，花键螺杆行程下极限即完成设定。

■ COR 173

此警报的触发与 Pr.4171~Pr.4176 这些机器手臂禁区的参数设定有关，当这些参数被正确设定时，控制器可以保护机器手臂末端点不要撞到机器手臂基座，这些参数是随改有效的，使用者可以一边调整禁区位置一边寸动机器手臂，直到禁区被设为一个合理的区块。

■ COR 174

此警报发生在机械手臂解逆运动学时，经过或者到达奇异点位置，造成逆运动学无解或者无限多解的情况，目前这个警报只会发生在标准六轴机器人之上，此警报的消除方式是使用手动模式将 C5 轴移动离开 0 的位置，机器人就会离开奇异点，或者在自动程序中，找到并且移除会让机械手臂第五轴位置为 0 的命令，避过奇异点的发生。

■ COR 175

此警报发生在平行机构之机械手臂解顺向运动学时，输入的各轴角度使得末端点位置无解的地方才会发生，目前此警报只发生在 Delta 机器人之上，使用者需检查输入的各轴角度，修改到合理(有解)的区域就可以消除警报。

■ COR 176

此警报发生在平行机构之机械手臂解顺向运动学时，因为平行机构在某些姿态下会造成冗余自由度，导致无解或者无限多解的情况发生，目前此警报只发生在 Delta 机器人之上，此问题通常发生在 Delta 机器人有两只以上的下臂垂直于地面就会造成，使用者需检查输入的各轴角度，修改非奇异点的区域就可以消除警报。

## 1.7 机器手臂机种对应表(Pr3201)

参数 3201 号码	对应机种
101	标准 SCARA
102~105	其他标准 SCARA(预留)
106	标准六轴
107	配重型六轴手臂(二、三轴耦合)
108~110	其他标准六轴(预留)
111~115	标准五轴(预留)
116	标准四轴 A 型
117~120	其他标准四轴(预留)
121	标准 Delta A 型
122~125	其他标准 Delta(预留)
126~150	其他标准机种(预留)
151	启帆 4+1 轴
152	启帆特殊 SCARA A 型
152~175	特殊五轴(预留)
176~200	特殊四轴(预留)
201~225	特殊六轴(预留)
226~250	六轴以上/四轴以下(预留)

表格 13 机器手臂机种对照表

## 1.8 机器手臂速度控制

前面的机器人语法提到，移动语法有 MOVJ 及 MOVL 两种，速度分别为：

- MOVJ: FJ (%), 命令范围, 0%~100%。
- MOVL: FL (mm/s), 命令范围, 无。FR (deg/s), 命令范围, 0.01~180 deg/s。

在控制器的设定上，分别有针对 FJ 的参数及针对 FL 的参数。

- 注意：FR 并没有参数可以设定，并且 FR 的速度命令(末端点的旋转速度)对用户来说并不直观，因此，在「取放程序编辑」中一律不给用户下 FR 速度命令，仅使用系统默认速度(180deg/s)。

### 1.8.1 MOVJ 速度参数

MOVJ 的 FJ 为各轴切削最高速度的%。

例如：Pr621=6000 mm/min。

则 MOVJ C1 FJ20 则为 C1 轴以  $6000 \times 20\% = 1200$ mm/min 的速度移动。

编号	内容	影响效果
541~	各轴切削加减速时间	MOVJ 各轴加速度
601~	各轴转角速度	MOVJ 各轴单节间转角最大速度差
621~	单轴切削最高速度	MOVJ 各轴最高速度
641~	单轴加速到 1G 时间	MOVJ 各轴加加速度

表格 14 MOVJ 速度参数

额外抑制运动行为之参数，无论 Pr621~速度设置多少，最后的速度限制仍由 Pr461~决定：

编号	内容	影响效果
461~	各轴快动最高速度	此参数会压制预期外的运动过速度，包含机器人接近奇异点时，速度的飙升，调整太低会抑制机器人整体运动速度，建议设定成与参数 621~完全相同。

表格 15 MOVJ 总体抑制速度参数

- 范例: SCARA 机器手臂运动范例  
G90; // 绝对命令

MOVJ C1=0. C2=0. C3=0. C4=0. FJ50; // 50%速度回到 Home 点

MOVJ C1=10. C2=10. FJ50;

//由于 C1 与 C2 轴都动 10 度，整体速限将//由 C1 与 C2 速度较慢者决定，假设 C1 之最高速度为 90deg/s，C2 为 180deg/s，那么真正运行时因为 C1 先碰到速限，C1 会以 45deg/s，并且 C2 以 45deg/s 进行此单节之运动。

G91 MOVJ C1=10. C2=-5.;

//两轴运动量 2:1，假如最高速度一样为 90deg/s 与 180deg/s，那么此单节执行时 C1 将以 45deg/s，C2 以 22.5deg/s 运行

## 1.8.2 MOVL 速度参数

MOVL 的 FL 为手臂在空间中 XYZ 运动的线性合成速度，因此 FL 会受到 Pr405 所限制，例如 Pr405=60000mm/min 时，代表 FL 的合成最高速限为 1000mm/sec，在单纯的直线单节上(不转弯，单节长度足够)，FL \* 60 不会超过 Pr405。

MOVL 和 Pr621 无关，不会受到 Pr621 的限制。

虽然 FL 是受到 Pr405 所限制，但各轴的最高速度仍会受到 Pr461(如同上一节所述)所限制。

- 注意：机器人轴若是线性轴，那么 Pr461 的单位是 mm/s，若是旋转轴，Pr461 的单位就是 deg/s。

编号	内容	影响效果
401	切削加减速时间	MOVL 线性加速度
402	加速到 1G 时间	MOVL 线性加加速度
405	切削最高速度	MOVL 最高线性速度
406	转角参考速度	MOVL 线性转角速度
408	5mm 圆弧参考速度	MOVL 线性圆弧速限
461~	各轴快动最高速度	此参数会压制预期外的运动过速度，包含机器人接近奇异点时，速度的飙升，调整太低会抑制机器人整体运动速度，建议设定成与参数 621~完全相同。

表格 16 MOVL 速度参数

转角参考速度是两个单节间 前一个单节的结尾速度 跟 下一个单节的开始速度 不能差超过 406,所以如果是 90 度的转角,在转角处会减速。  
但是前一单节跟后一单节执行中会依照 FL 的速度移动。

5mm 圆弧参考速度如果单节跟单节间有连续转弯(正方形也算) 目前机器人动程会估测这一个图型的半径(会被一个圆包住), 如果这个方型或者圆弧很小, 就会受到 408 的值压制, 因为 408 是希望机器人运动的向心加速度不要太大。

现在的版本是连方形都会估测 , 以后会改为只估测圆弧, 方型就不压速了。

■ FL 和 FR 的相互限速范例(Scara)

G90 MOVJ C1=0. C2=0 C3=0 C4=0; // 回原点

G91 MOVL X-80. Z-60. FL100 FR100;

// 由于末端点旋转量为 0, 机械手臂会以 100mm/s 移动末端点

G91 MOVL X-80. Z-60. C50.;

//末端点线性:旋转移动量为 100:50, 在此情况下会先压到 FL 之速限, 可见末端点会用线性 100mm/s, 旋转 50deg/s 来运行

G91 MOVL X80. Z60. C-50. FL50 FR100;

//末端点线性:旋转移动量为 100:100(注意 C 值是绝对量), 在此情况下会先压到 FL 之速限, 可见末端点会用线性 50mm/s, 旋转 50deg/s 来运行

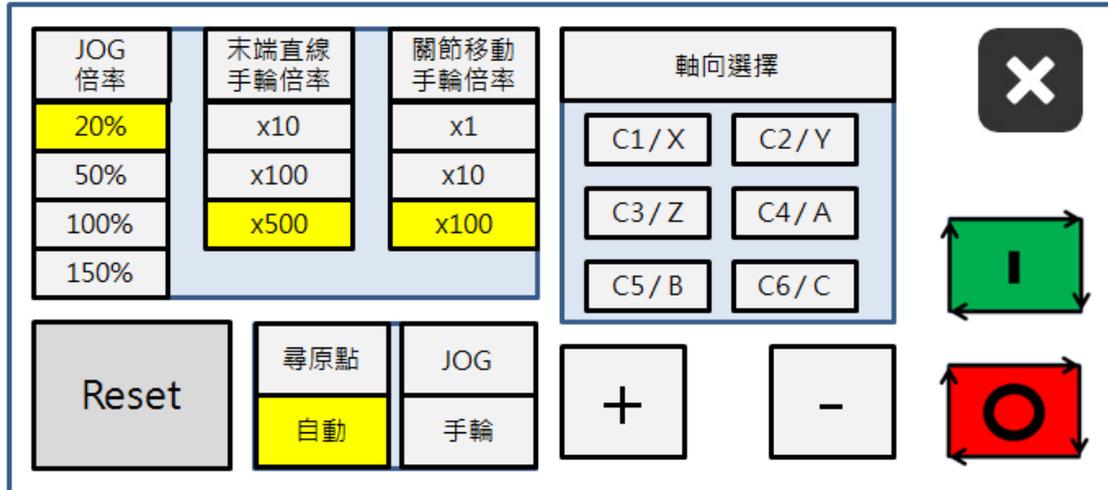
G91 MOVL X40. Z30. C50. FL100 FR50;

//末端点线性:旋转移动量为 50:100(注意 C 值是绝对量), 在此情况下会先压到 FR 之速限, 可见末端点会用线性 25mm/s, 旋转 50deg/s 来运行

## 2 软件面板说明

---

软件面板是属于可以客制的档案, 并且需要搭配 PLC。(图中以六轴手臂为例)



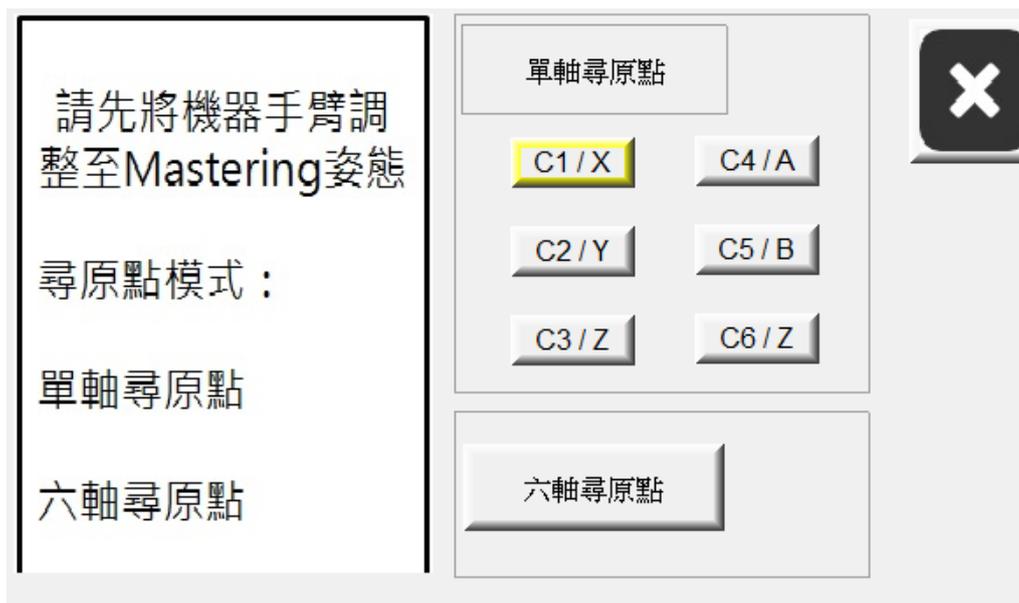
图二十一 软件面板

- 位置: DISKC\OCRES\common\AppData\Robot\_Soft\_Board.xml  
搭配机器人标准 PLC, 可以和软件面搭配手动操作(JOG、MPG)机器手臂。

R 值	说明
R15200	手轮模拟(R15200=1, 手轮模拟开启)
R15201	关节移动手轮段数(R15201=1,2,3)
R15202	末端移动手轮段数(R15201=2,3,4)
R15203	轴向选择(R15203=1~6)
R15204	正负移动(R15204=1, 正向; R15204=2, 负向)
R15205	程序起动(R15205=1, 程序起动)
R15206	程序暂停(R15206=1, 程序暂停)
R15207	Reset(R15207=1, Reset)

表格 17 软件面板对应 R 值

软件面板上的寻原点面板: (以六轴手臂为例)



图二十二 寻原点面板

R 值	说明
R15208	单轴寻原点：R15208=1~6 六轴寻原点：R15208=7

表格 18 寻原点对应 R 值

### 3 料盘客制方法

当「取放程序编辑」中有教导「取放料件」时，其实动作内容是根据用户选择的料盘号码 1~10 号，呼叫对应客制 G 码，G101~G110。

系统提供标准的矩阵料盘 G 码。

开发者若要自行客制料盘 Macro，建议有两种方法：

- 循用系统提供的 G 码：若客户端同样是使用矩阵料盘，但排放料件的顺序有特殊要求(例如先从 Y 方向摆满再摆满 X 方向)，可以自行更改 G101~G110。
- 若客户端料盘为三角形、菱形等非矩阵料盘的型式，请自行客制料盘画面，料盘 Macro 请以 Oxxx 为名(xxxx 为数字)，届时在「取放程序编辑」中教导呼叫子程序 Oxxxx 即可。

接下来将开发料盘设定各画面中所使用的系统资源(@值)，若有需要客制者，可自行在 G101~G110 中使用。

### 3.1 料盘点位

@	说明
@60n01~@60n06	n 号料盘-等待点: C1~C6
@60n51~@60n56	n 号料盘-等待点: X~C
@60n61~@60n66	n 号料盘-第一工件点: X~C
@60n71~@60n76	n 号料盘-X+方向最后工作点: X~C
@60n81~@60n86	n 号料盘-Y+方向最后工作点: X~C

表格 19 料盘点位对应@值

### 3.2 料盘参数

@	说明
@60n21	n 号料盘-工件编号
@60n35	n 号料盘-程序名称
@60n22	n 号料盘-更换料盘时机点 0: 不更换。 1: 到达等待点。 2: 离开等待点。
@60n24	n 号料盘-Z 轴取放料方向
@60n31~@60n33	n 号料盘-X~Z 方向个数
@60n23	n 号料盘-dZ
@60n91	n 号料盘-减速高度
@60n92	n 号料盘-放料后提高高度
@60n93	n 号料盘-移动速度
@60n94	n 号料盘-取料速度

表格 20 料盘参数对应@值

### 3.3 料盘动作编辑

料盘动作编辑是一个客制 G 码，G100 X1=\_ X2=\_，X1 为第 N 个料盘，X2 为到达等待点(X2=1)或是到达工件点(X2=2)动作。

G101~G110 会在程序中呼叫 G100 X1=\_ X2=\_。

料盘动作编辑的@值资源对照表如下表：

@	说明
@6ni00	n 号料盘-步骤 i-动作(到达等待点)

	*1 号料盘步骤 10: @62000 *2 号料盘步骤 1: @62100... *10 号料盘: @70i00
@6ni15	n 号料盘-步骤 i 参数(到达等待点)
@6ni20	n 号料盘-步骤 i 动作(到达工件点)
@6ni35	n 号料盘-步骤 i 参数(到达工件点)

表格 21 料盘动作编辑对应@值

到达等待点/到达工件点，各有 10 个步骤，每个步骤都有动作和参数 2 种字段。

目前系统的做法是将动作的名称字符串填入动作栏的@值，参数的字符串填入参数栏的@值：

动作名称	动作名称字符串	参数字符串
周边控制	STR::MMI::PC	STR::MMI:: PC1 ~ STR::MMI:: PC96
等待计时	STR::MMI::PalletEdit::WaittingTime	由使用者填入
呼叫 M 码	STR::MMI::PalletEdit::CallMCode	由使用者填入
呼叫子程序	STR::MMI::PalletEdit::CallSub	由使用者填入

表格 22 @中的字符串对应表

■ G100 动作伪码(Pseudo code)描述(详细做法请直接参考 G100):

1. 判断第几个料盘，及到达等待点/到达工件点。
2. 知道该使用哪些相对应的@。
3. 接下来以到达等待点动作为例：

```
FOR #1:=1 TO 10 BY 1 DO
#2:=SCANTEXT(6ni(0or2)0); //撷取动作名称字符串
#3:=SCANTEXT(6ni(1or3)5); //撷取参数字符串
IF #2:= "STR::MMI::PalletEdit::WaittingTime" THEN
G04 X#3;
ELSEIF #2:= "STR::MMI::PalletEdit::CallMCode" THEN
M#3;
ELSEIF #2:= "STR::MMI::PalletEdit::CallSub" THEN
G65 P#3;
ELSEIF #2:= "STR::MMI::PeripheralControl::PC" THEN
IF #3=" STR::MMI::PeripheralControl::PC1" THEN
M101;
```

```
ELSEIF #3=" STR::MMI::PeripheralControl::PC2" THEN
    M102;
ELSEIF #3=" STR::MMI::PeripheralControl::PC3" THEN
    M103;
.
.
.
ELSEIF #3=" STR::MMI::PeripheralControl::PC96" THEN
    M196;
END_IF;
END_IF;
END_FOR;
```

- 注意：目前的做法让 G100 内容有许多 IF\_ELSE 语法，之后研究讨论是否系统端有新的做法，第一版应用手册就先以此法满足。

### 3.4 更换料盘程序

更换料盘程序，其实就是一个子程序，开发者可用教导的方式撰写，或用宏程序编辑直接撰写。

- 注意：此程序是以 G65 的方式呼叫。

# 4 周边控制设定



图二十三 周边控制设定图

周边控制即是一个 M 码，系统提供 96 个周边控制设定，按下周边控制的数字按钮即会触发此 M 码，编号 1~96 的周边控制对应的是 M101 ~ M196。

M 码需要开发者自行撰写 PLC，至于周边控制的显示字符串，则是从以下路径取出字符串文件进行编修：

- DiskC:\StdMMIRes\\_Arm\\_Mill\\_21R\CHT\String\PeripheralControl\_CHT.xml

注意：编修完成后，请放入 DiskC:\OpenCnc Shared\ OCRES\CHT\String\ 路径下。

# 5 宏程序编辑

---

## 5.1 宏程序语法

宏程序的语法，完全承袭新代 Macro 语法、函式用法，若有新代 Macro 语法基础，是可以完全通用的。

- 注意：宏程序的名称必为 Oxxxx(xxxx 为数字)，届时是在「取放程序编辑」中教导「呼叫子程序」的方式呼叫此宏程序。