

# 机器人培训教材



上海发那科机器人有限公司

2002.12

# 目 录

<b>认识 FANUC 机器人</b>	<b>4</b>
1. 概论	4
1) 机器人的构成	4
2) 机器人的用途	4
3) FANUC 机器人的型号	4
4) 机器人主要参数	5
5) FANUC 机器人的安装环境	5
6) FANUC 机器人的编程方式	5
7) FANUC 机器人的特色功能	5
2. FANUC 机器人的构成	5
1) FANUC 机器人软件系统	5
2) FANUC 机器人硬件系统	5
3. 控制器	5
1) 认识 TP	5
(1) TP 的作用	5
(2) 认识 TP 上的键	7
(3) TP 上的开关	8
(4) TP 上的指示灯	8
(5) TP 上的显示屏	8
(6) 屏幕菜单和功能菜单	9
2) 操作者面板	11
3) 远端控制器	11
4) 显示器和键盘	12
5) 通讯	12
6) 输入/输出 I/O	12
7) 外部 I/O	12
8) 机器人的运动	12
9) 急停设备	12
10) 附加轴	12
<b>安全</b>	<b>13</b>
1. 注意事项	13
2. 以下场合不可使用机器人	13
3. 安全操作规程	13
<b>编程</b>	<b>14</b>
1. 有效编程的技巧	14
1) 运动指令	14
2) 设置 HOME 点	14
2. 通电和关电	15
1) 通电	15
2) 关电	15
3. 手动示教机器人	15
1) 示教模式	15
2) 设置示教速度	16
3) 示教	16

4.创建程序-----	16
1) 选择程序-----	16
2) 选择程序编辑画面-----	16
3) 创建一个新程序-----	17
5.示教运动状态-----	17
1) 运动指令-----	17
6.修正点-----	19
7.编辑命令( EDCMD )-----	20
8.程序操作-----	22
1) 查看和修改程序信息-----	22
2) 删除程序文件-----	23
3) 复制程序文件-----	23
<b>执行程序</b> -----	<b>24</b>
1.程序中中断和恢复-----	24
1) 急停中断和恢复-----	24
2) 暂停中断和恢复-----	24
3) 报警引起的中断-----	24
2.手动执行程序-----	25
3.手动 I/O 控制-----	26
1) 强制输出-----	26
2) 仿真输入/输出-----	26
4. Wait 语句-----	27
5.自动运行-----	27
<b>程序结构</b> -----	<b>28</b>
1.运动指令-----	28
2.焊接指令-----	28
1) 焊接开始指令-----	28
2) 焊接结束指令-----	28
3) 摆焊开始指令-----	29
4) 摆焊结束指令-----	29
3.寄存器指令-----	29
1) 寄存器指令-----	29
2) 位置寄存器指令-----	29
4.I/O指令-----	30
1) 数字 I/O 指令-----	30
5.分支指令-----	30
1) Label 指令-----	30
2) 未定义条件的分支指令-----	30
3) 定义条件的分支指令-----	30
4) 条件选择分支指令-----	31
6.等待指令-----	31
1) 时间的等待指令-----	31
2) 条件等待指令-----	31
7.偏置条件指令-----	32
8.程序控制指令-----	32

9.其他指令-----	32
1) 用户报警指令-----	32
2) 时钟指令-----	32
3) 运行速度指令-----	32
4) 注释指令-----	32
5) 消息指令-----	32
<b><u>FRAMES 的设置</u></b> -----	<b>33</b>
1.坐标系的分类-----	33
2.设置工具坐标系-----	33
3.设置用户坐标系-----	34
4.设置点动坐标系-----	34
<b><u>宏 MACRO</u></b> -----	<b>35</b>
1.概述-----	35
2.设置宏指令-----	35
3.执行宏指令-----	37
1)在 TP 的 MANUAL FCTN 画面中执行-----	37
2)使用 TP 的用户键执行-----	37
<b><u>文件的输入/输出</u></b> -----	<b>38</b>
1.文件的输入/输出设备-----	38
1) 选择文件输入/输出设备-----	38
2)文件-----	39
2.备份文件和加载文件-----	40
1)备份文件-----	40
2)加载文件-----	41
<b><u>Mastering</u></b> -----	<b>42</b>
1.为什么要 Mastering( 原点复归 )-----	42
2. Mastering 的方式-----	42
3.0 度位置 Mastering-----	42
4.单轴 Mastering-----	43
<b><u>基本保养</u></b> -----	<b>45</b>
1. 概述-----	45
2. 更换电池-----	45
1) 更换控制器主板上的电池-----	45
2) 更换机器人本体上的电池-----	45
3. 更换润滑油-----	46
1) 换减速器和齿轮盒润滑油-----	46
2) 更换平衡块轴承润滑油-----	46

## 认识 FANUC 机器人

### 一. 概论

#### 1. 机器人的构成

是由伺服电机驱动的机械机构组成的,各环节每一个结合处是一个关节或坐标系(见图 1)

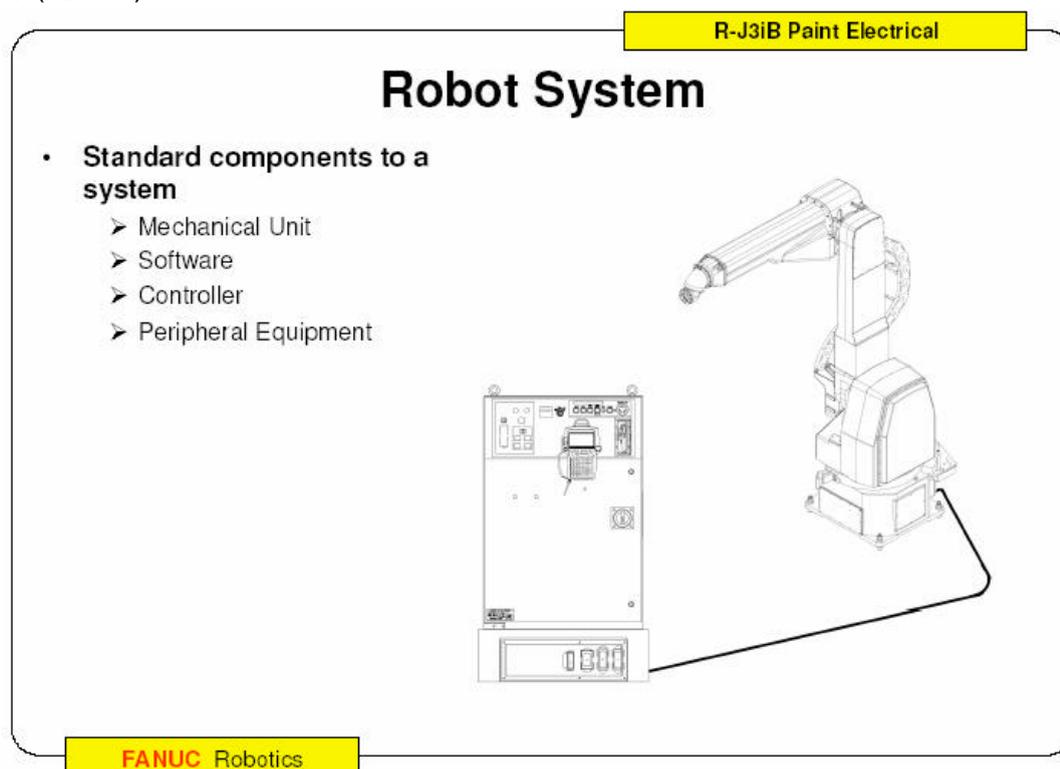


图 1

#### 2. 机器人的用途

Arc welding(弧焊), Spot welding(点焊), Handling(搬运), Sealing(涂胶), Painting(喷漆), 去毛刺, 切割, 激光焊接. 测量等.

#### 3. FANUC 机器人的型号

主要型号:

型号	轴数	手部负重(kg)
LR Mate 100iB/200iB	5/6	5/5
ARC Mate 100iB/M-6iB	6	6/6
ARC Mate 120iB/M-16iB	6	16/20
R-2000IA/M-710IAW	6	200/70
S-900iB/M-410IA	6/4	400

#### 4. 机器人的主要参数

- 1) 手部负重
- 2) 运动轴数
- 3) 2,3 轴负重
- 4) 运动范围
- 5) 安装方式

- 6)重复定位精度
- 7)最大运动速度

## 5.FANUC 机器人的安装环境

- 1)环境温度:0-45 摄氏度
- 2)环境湿度:普通:75%RH  
短时间:85% (一个月之内)
- 3)振动:≈0.5G(4.9M/s<sup>2</sup>)

## 6.FANUC 机器人的编程方式

- 1)在线编程
- 2)离线编程

## 7. FANUC 机器人的特色功能

- 1)High sensitive collision detector 高性能碰撞检测机能,机器人无须外加传感器,各种场合均适用
- 2)Soft float 软浮动功能 用于机床工件的安装和取出,有弹性的机械手.
- 3)Remote TCP

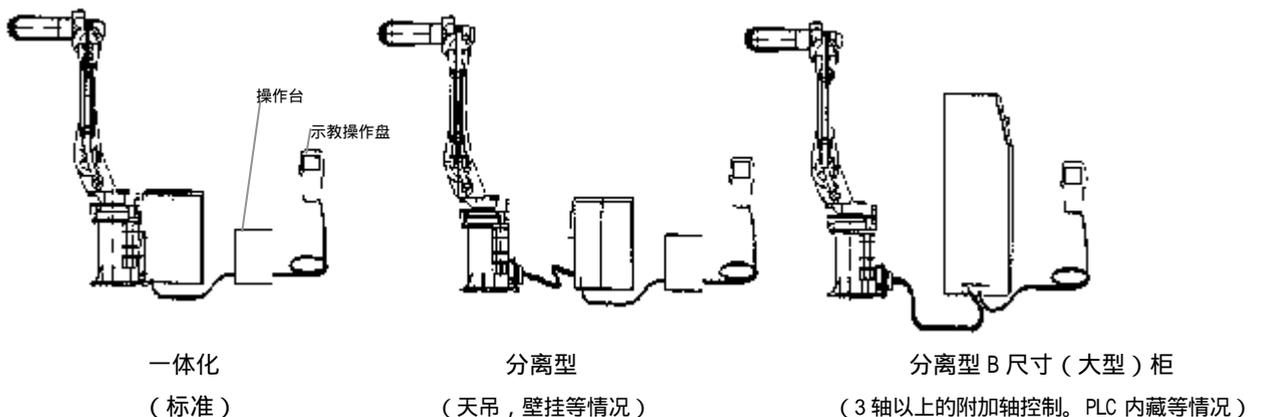
## 二.FANUC 机器人的构成

### 1. FANUC 机器人软件系统

Handling Tool	用于搬运
Arc Tool	用于弧焊
Spot Tool	用于点焊
Sealing Tool	用于布胶
Paint Tool	用于油漆
Laser Tool	用于激光焊接和切割

### 2. FANUC 机器人硬件系统

- 1)基本参数:
  - 马达 交流伺服马达
  - CPU 32 位高速
  - 输入电源 R-J3IB 380 伏/3 相:R-J3IB Mate 200 伏/3 相
  - I/O 设备 Process I/O, Module A,B 等
- 2)单机形式:(见图 1)



### 3) 机器人系统构成 (见图 2)

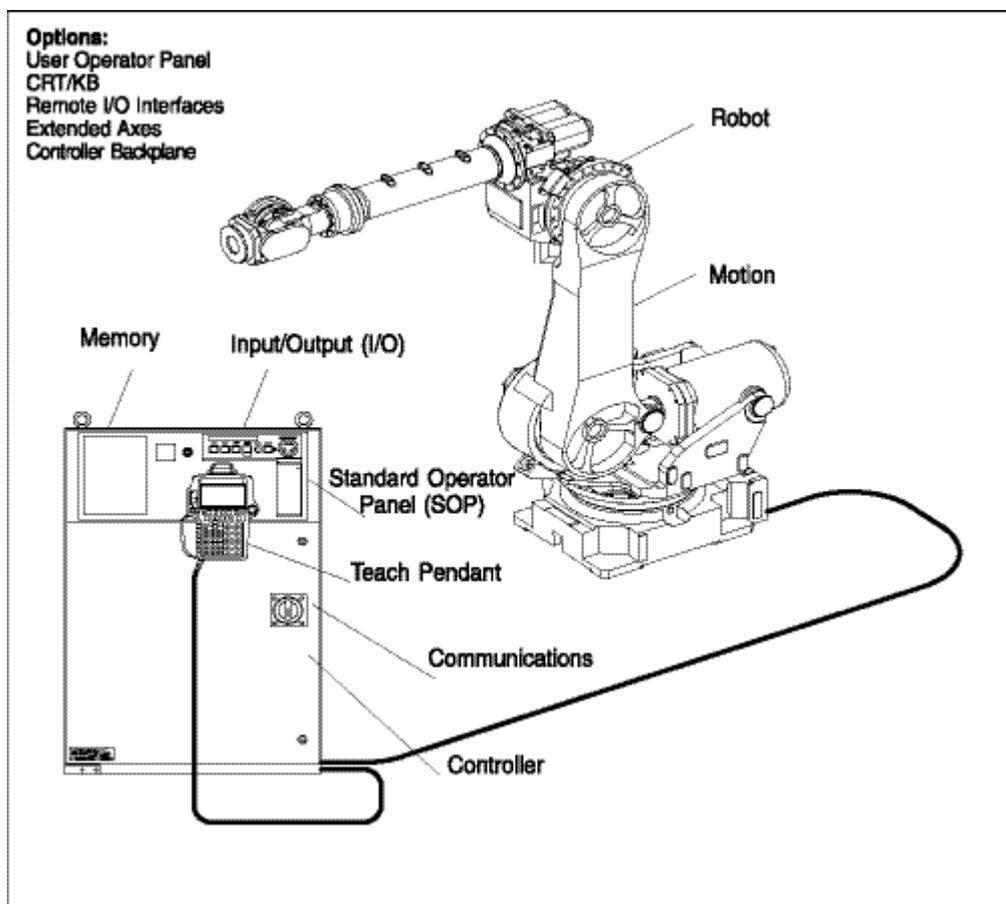


图 2

### 4) 机器人控制器硬件 (见图 3)

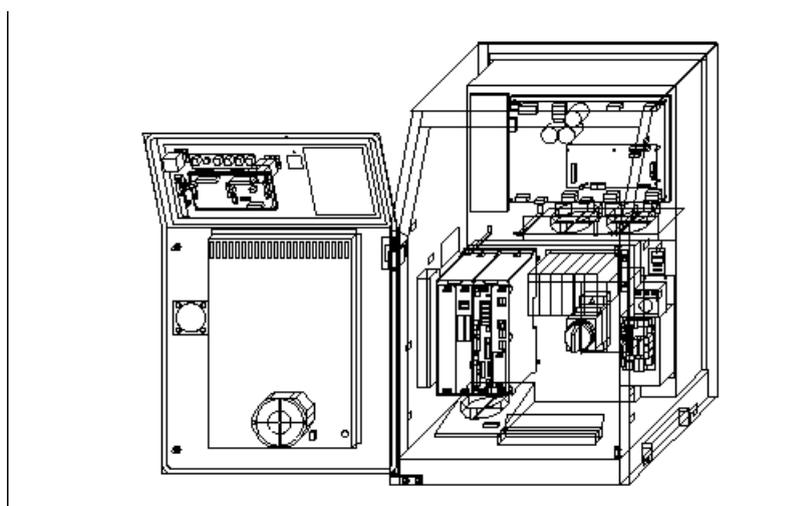


图 3

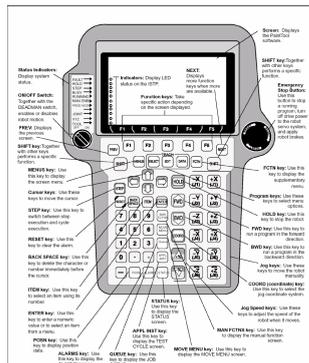
## 三.控制器

### 一. 认识 TP(Teach Pendant)

#### 1. TP 的作用

- 1) 点动机器人
- 2) 编写机器人程序
- 3) 试运行程序
- 4) 生产运行
- 5) 查阅机器人的状态 ( I/O 设置 , 位置 , 焊接电流 )

#### 2. 认识 TP 上的键 ( 见下图 )



Status Indicators ( 状态指示灯 ): 指示系统状态。

ON/OFF Switch ( 开关 ): 与 DEADMAN 开关一起启动或禁止机器人运动。

PREV : 显示上一屏幕。

SHIFT key ( 键 ): 与其它键一起执行特定功能。

MENUS key ( 键 ): 使用该键显示屏幕菜单。

Cursor keys ( 光标键 ): 使用这些键移动光标。

STEP key ( 键 ): 使用这个键在单步执行和循环执行之间切换。

RESET key ( 键 ): 使用这个键清除告警。

BACK SPACE key ( 键 ): 使用这个键清楚光标之前的字符或者数字。

ITEM key ( 键 ): 使用这个键选择它所代表的项。

ENTER key ( 键 ): 使用该键输入数值或从菜单选择某个项。

POSN key ( 键 ): 使用该键显示位置数据。

ALARMS key ( 键 ): 使用该键显示告警屏幕。

QUEUE key ( 键 ): 使用该键显示任务队列屏幕。

APPL INST key ( 键 ): 使用该键显示测试循环屏幕。

SATUS key ( 键 ): 使用该键显示状态屏幕。

MOVE MENU key ( 键 ): 使用该键来显示运动菜单屏幕。

MAN FCTNS key ( 键 ): 使用该键来显示手动功能屏幕。

Jog Speed keys ( 键 ): 使用这些键来调节机器人的手动操作速度。

COORD key ( 坐标系键 ): 使用该键来选择手动操作坐标系。

Jog keys ( 键 ): 使用这些键来手动操作机器人。

BWD key ( 键 ): 使用该键从后向前地运行程序。

FWD key ( 键 ): 使用该键从前至后地运行程序。

HOLD key ( 键 ): 使用该键停止机器人。

Program keys ( 程序键 ): 使用这些键选择菜单项。

FCTN key ( 键 ): 使用该键显示附加菜单。

Emergency Stop Button( 紧急停止按钮 ): 使用该键停止正在运行的程序, 关闭机器人伺服系统的驱动电源, 并对机器人实施制动。

### 3. TP 上的开关 ( 见图 4 )

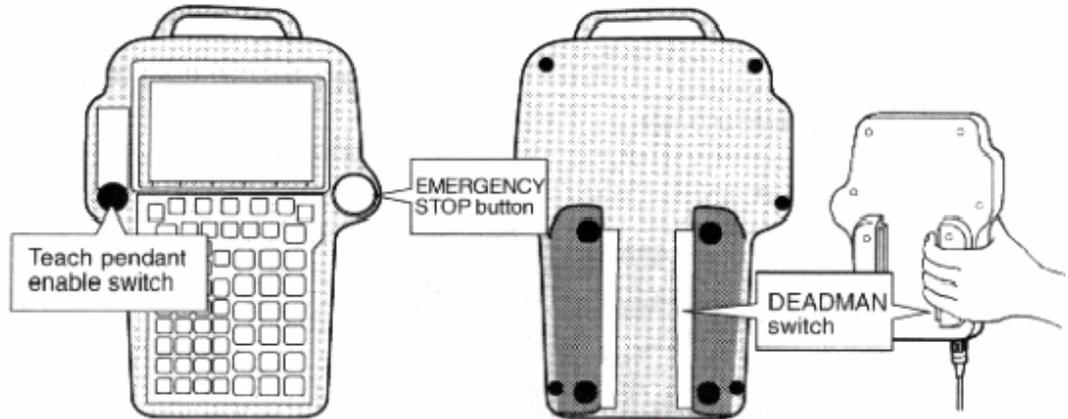


图 4

( 表 1 )

TP 开关	此开关控制 TP 有效/无效, 当 TP 无效时, 示教、编程、手动运行不能被使用。
DEADMAN 开关	当 TP 有效时, 只有 DEADMAN 开关被按下, 机器人才能运动, 一旦松开, 机器人立即停止运动。
急停按钮	此按钮被按下, 机器人立即停止运动。

### 4. TP 上的指示灯

( 表 2 )

LED 指示灯	功能
FAULT	显示一个报警出现。
HOLD	显示暂停键被按下。
STEP	显示机器人在单步操作模式下。
BUSY	显示机器人正在工作, 或者程序被执行, 或者打印机和软盘驱动器正在被操作。
RUNNING	显示程序正在被执行。
WELD ENBL	显示弧焊被允许。
ARC ESTAB	显示弧焊正在进行中。
DRY RUN	显示在测试操作模式下, 使用干运行。
JOINT	显示示教坐标系是关节坐标系。
XYZ	显示示教坐标系是通用坐标系或用户坐标系。
TOOL	显示示教坐标系是工具坐标系,

### 5. TP 的显示屏 ( 见图 5 )

- 1) 液晶屏 ( 16\*40 行 )
- 2) 显示各种 TOOL 的菜单 ( 有所不同 )
- 3) Quick/Full 菜单 ( 通过 FCTN 键选择 )

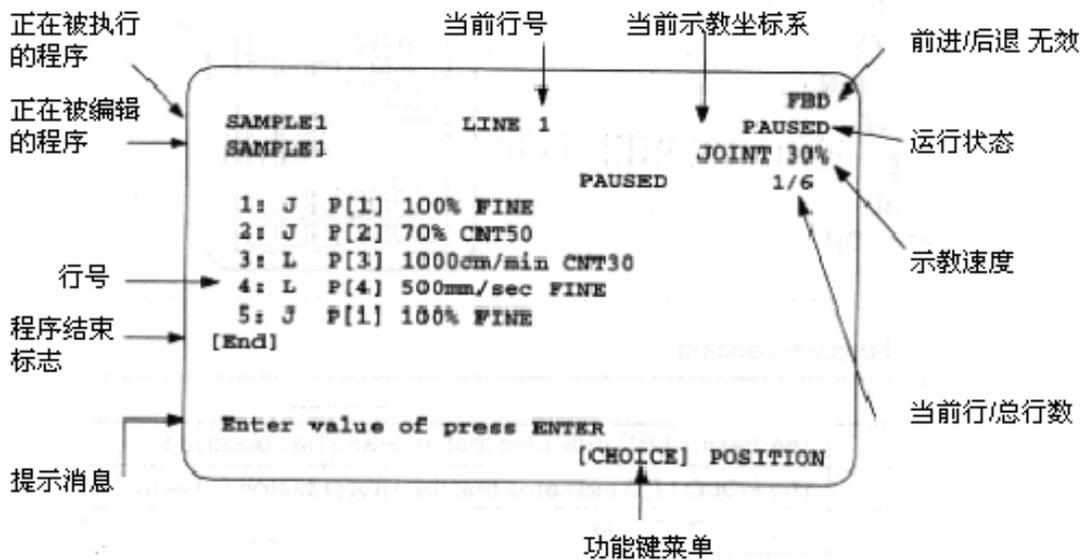


图 5

## 6. 屏幕菜单和功能菜单

1) 屏幕菜单 (见图 6, 表 3)

1 UTILITIES	1 SELECT
2 TEST CYCLE	2 EDIT
3 MANUL FCTNS	3 DATA
4 ALARM	4 STATUS
5 I/O	5 POSITION
6 SETUP	6 SYSTEM
7 FILE	7
8	8
9 USER	9
0 ---NEXT---	0 ---NEXT---

MENUS

Page 1                      Page 2

图 6

表 3

项目	功能
UTILITIES	显示提示
TEST CYCLE	为测试操作指定数据
MANUAL FCTNS	执行宏指令
ALARM	显示报警历史和详细信息
I/O	显示和手动设置输出, 仿真输入/输出, 分配信号
SETUP	设置系统

FILE	读取或存储文件
USER	显示用户信息
SELECT	列出和创建程序
EDIT	编辑和执行程序
DATA	显示寄存器、位置寄存器和堆码寄存器的植
STATUS	显示系统和弧焊状态
POSITION	显示机器人当前的位置
SYSTEM	设置系统变量，Mastering

2) 功能菜单 (见图 7, 表 4)

1 ABORT	1 QUICK/FULL MENUS
2 Disable FWD/BWD	2 SAVE
3 CHANGE GROUP	3 PRINT SCREEN
4 TOG SUB GROUP	4 PRINT
5 TOG WRIST JOG	5
6	6
7 RELEASE WAIT	7
8	8
9	9
0 ---NEXT---	0 ---NEXT---

FCTN

Page 1

Page 2

图 7

表 4

项目	功能
ABORT	强制中断正在执行或暂停的程序
Disable FWD/BWD	使用 TP 执行程序时，选择 FWD/BWD 是否有效
CHANGE GROUP	改变组 (只有多组被设置时才会显示)
TOG SUB GROUP	在机器人标准轴和附加轴之间选择示教对象
TOG WRIST JOG	
RELEASE WAIT	跳过正在执行的等待语句。当等待语句被释放，执行中的程序立即被暂停在下一个等待语句处
QUICK/FULL MENUS	在快速菜单和完整菜单之间选择
SAVE	保存当前屏幕中相关的数据到软盘中
PRINT SCREEN	打印当前屏幕的数据
PRINT	打印当前屏幕的数据

## 3)快速菜单 (见图 8)

- 1 ALARM
- 2 UTILITIES
- 3 TEST CYCLE
- 4 DATA
- 5 MANAL FCTNS
- 6 I/O
- 7 STATUS
- 8 POSITION
- 9
- 0

图 8

注意：使用选择键可以显示选择程序的画面，但除了可以选择程序以外，其他功能都不能被使用。

注意：使用编辑键可以显示编辑程序的画面，但除了改变点的位置和速度值，其他功能都不能使用。

## 二.操作者面板 (见图 9)

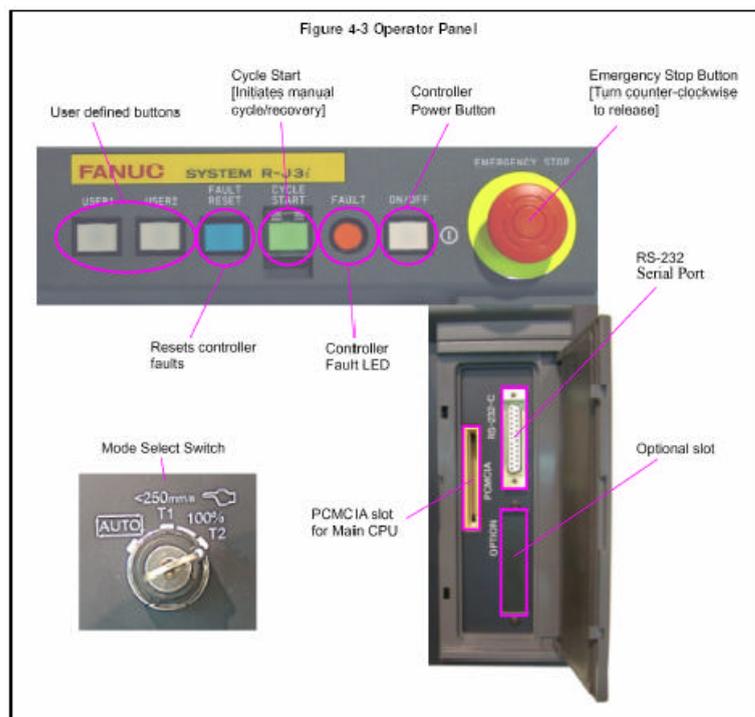


图 9

## 三.远端控制器

远端控制器是和机器人控制器相连的外围设备，用来设置系统，包括以下形式：

- 1) 用户控制面板
- 2) 可编程控制器 (PLC)
- 3) 主控计算机 (Host Computer)

## 四.显示器和键盘

外接的.显示器和键盘通过 RS-232C 与控制器相连，可以执行几乎所有的 TP 功能。和机器人操作相关的功能只能通脱 TP 实现。

## 五.通讯

- 1) 一个标准的 RS-232C 接口 (外部)，两个可选的 RS-232C 接口 (内部)
- 2) 一个标准的 RJ45 网络接口

## 六.输入/输出 I/O

输入/输出信号包括以下：

- 1) 外部输入/输出 UI/UO
- 2) 操作者面板输入/输出 SI/SO
- 3) 机器人输入/输出 RI/RO
- 4) 数字输入/输出 DI/DO (512/512)
- 5) 组输入/输出 GI/GO (0 to 32767 最多 16 位)
- 6) 模拟输入/输出 AI/AO (0 to 16383 15 位数字植)

输入/输出设备有以下 3 种类型：

- 1) Model A
- 2) Model B
- 3) Process I/O PC 板

其中 Process I/O 板可使用的信号线数最多，最多是 512 个。

## 七.外部 I/O

外部信号是发送和接受来自远端控制器或周边设备的信号，可以执行以下功能：

- ！ 选择程序
- ！ 开始和停止程序
- ！ 从报警状态中恢复系统
- ！ 其他

## 八.机器人的运动

R-J3/R-J3iB 控制器最多能控制 16 根轴，最多可控制 3 个组，每个组最多可以控制 9 根轴。每个组的操作是相互独立的。

机器人根据 TP 示教或程序中的运动指令进行移动。

TP 示教时，机器人的运动基于当前坐标系和示教速度。

执行程序时，机器人的运动基于位置信息、运动方式、速度、终止方式等。

## 九.急停设备

- \* 2 个急停按钮 (一个位于操作箱面板，一个位于 TP 面板)
- \* 外部急停 (输入信号)

外部急停的输入端子位于控制器或操作箱内。

## 十.附加轴

每个组最多可以有 3 根附加轴 (除了机器人的 6 根轴)。

附加轴有以下 2 种类型：

- 1) 外部轴  
控制时与机器人的运动无关，只能在关节运动。
- 2) 内部轴  
直线运动或圆弧运动时，和机器人一起控制。

## 安全

### 一.注意事项

- 1.FANUC 机器人所有者、操作者必须对自己的安全负责。FANUC 不对机器使用的安全问题负责。FANUC 提醒用户在使用 FANUC 机器人时必须使用安全设备，必须遵守安全条款。
2. FANUC 机器人程序的设计者、机器人系统的设计和调试者、安装者必须熟悉 FANUC 机器人的编程方式和系统应用及安装。
3. FANUC 机器人和其他设备有很大的不同，不同点在于机器人可以以很高的速度移动很大的距离。

### 二.以下场合不可使用机器人

- 1.燃烧的环境
- 2.有爆炸可能的环境
- 3.无线电干扰的环境
- 4.水中或其他液体中
- 5.运送人或动物
- 6.不可攀附
- 7.其他

！ FANUC 公司不为错误使用的机器人负责

### 三.安全操作规程

#### 1.示教和手动机器人

- 1) 请不要带者手套操作示教盘和操作盘。
- 2) 在点动操作机器人时要采用较低的倍率速度以增加对机器人的控制机会。
- 3) 在按下示教盘上的点动键之前要考虑到机器人的运动趋势。
- 4) 要预先考虑好避让机器人的运动轨迹，并确认该线路不受干涉。
- 5) 机器人周围区域必须清洁、无油，水及杂质等。

#### 2.生产运行

- 1) 在开机运行前，须知道机器人根据所编程序将要执行的全部任务。
- 2) 须知道所有会左右机器人移动的开关、传感器和控制信号的位置和状态。
- 3) 必须知道机器人控制器和外围控制设备上的紧急停止按钮的位置，准备在紧急情况下按下这些按钮。
- 4) 永远不要认为机器人没有移动其程序就已经完成。因为这时机器人很有可能是在等待让它继续移动的输入信号。

## 编程

### 一.有效编程的技巧

#### 1.运动指令

‡ Fastest Motion=JOINT motion

使用关节运动能减少运行时间，直线运动的速度要稍低于关节运动。

‡ Arc start/end=FINE position

在起弧开始和起弧结束的地方用 FINE 作为运动终止类型，这样做可以使机器人精确运动到起弧开始和起弧结束的点处。

‡ Moving around workpieces =CNT position

绕过工件的运动使用 CNT 作为运动终止类型，可以使机器人的运动看上去更连贯。

当机器人手爪（焊枪等）的姿态突变时，会浪费一些运行时间，当机器人手爪（焊枪等）的姿态逐渐变化时，机器人可以运动的更快。

1) 用一个合适的姿态示教开始点

2) 用一个和示教开始点差不多的姿态示教最后一点

3) 在开始点和最后一点之间示教机器人。观察手爪（焊枪等）的姿态是否逐渐变化

4) 不断调整，尽可能使机器人的姿态不要突变

注意：当运行程序机器人走直线时，有可能会经过奇异点，这时有必要使用附加运动指令或将直线运动方式改为关节运动方式。

#### 2.设置 Home 点

Home 点是一个安全位置，机器人在这一点时会远离工件和周边的机器，我们可以设置 Home 点，当机器人在 Home 点时，会同时发出信号给其他远端控制设备如 PLC)，根据此信号，PLC 可以判断机器人是否在工作原点。

## 二.通电和关电

### 1.通电

- 1) 将操作者面板上的断路器置于 ON
- 2) 接通电源前，检查工作区域包括机器人、控制器等。检查所有的安全设备是否正常。
- 3) 将操作者面板上的电源开关置于 ON

### 2.关电

- 1) 通过操作者面板上的暂停按钮停止机器人
- 2) 将操作者面板上的电源开关置于 OFF
- 3) 操作者面板上的断路器置于 OFF

注意：如果有外部设备诸如打印机、软盘驱动器、视觉系统等和机器人相连，在关电前，要首先将这些外部设备关掉，以免损坏。

## 三.手动示教机器人

### 1.示教模式（见表 1，图 1）

表 1

关节坐标示教(Joint)	通过 TP 上相应的键转动机器人的各个轴示教
直角坐标示教(XYZ)	沿着笛卡儿坐标系的轴直线移动机器人，分两种坐标系： 1) 通用坐标系(World)：机器人缺省的坐标系 2) 用户坐标系(User)：用户自定义的坐标系
工具坐标示教(Tool)	沿着当前工具坐标系直线移动机器人。工具坐标系是匹配在工具方向上的笛卡儿坐标系

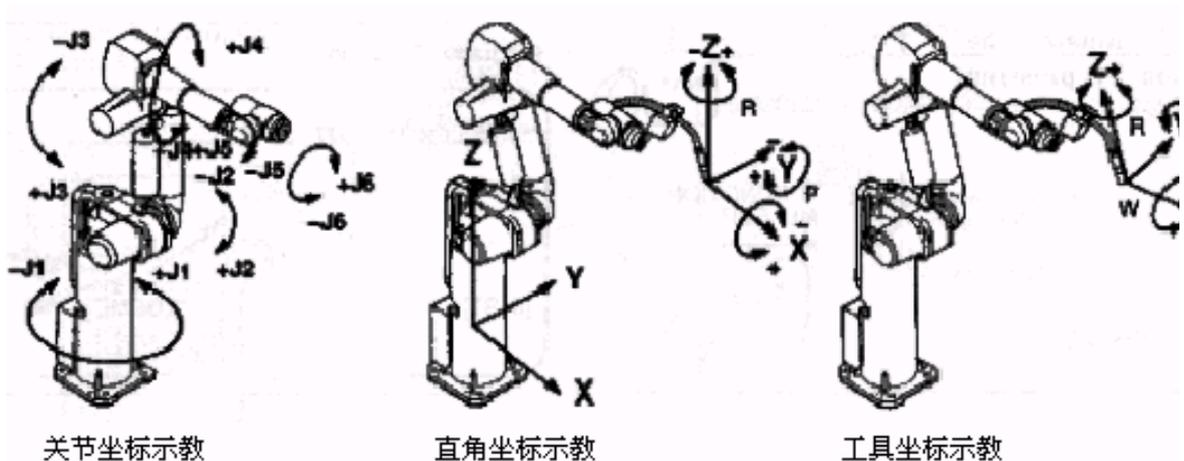


图 1

设置示教模式，按 TP 上的 COORD 键进行选择。

屏幕显示            JOINT? JOG? TOOL? USER? JOINT  
 状态指示灯        JOINT? XYZ? TOOL? XYZ? JOINT

## 2.设置示教速度

按 TP 上的示教速度键进行设置。

示教速度键	VFINE? FINE? 1%? 5%? 50%? 100% VFINE 到 5%之间, 每按一下, 改变 1% 5%到 100%之间, 每按一下, 改变 5%
SHIFT键+示教速度键	VFINE? FINE? 1%? 5%? 50%? 100%

注意：开始的时候，示教速度尽可能的低一些，高速度示教，有可能带来危险。

## 3.示教

- 1) 按下 Deadman 开关，将 TP 开关置于 ON
- 2) 按下 SHIFT 键的同时，按示教键开始机器人示教。SHIFT 键和示教键的任何一个松开，机器人就会停止运动。

注意：示教机器人前，请确认工作区域内没有人。

## 四.创建程序

### 1.选择程序

1.通过程序目录画面创建程序，按 SELECT 键显示程序目录画面。

FILE		JOINT 10%
61276 bytes free		2/4
No	Program name	Comment
1	SAMPLE1	[SAMPLEPRG1]
2	SAMPLE2	[SAMPLEPRG2]
3	TEST1	[TESTPRG1]
4	TEST2	[TESTPRG2]
COPY DETAIL LOAD SAVE PRINT >		

程序目录画面

2.选中目标程序后，按 ENTER 键确认。

SAMPLE1		JOINT 10%
		1/7
1	R[1]=0	
2	LBL[1]	
3	L P[1] 1000mm/sec CNT30	
4	L P[2] 500cm/min FINE	
5	R[1]=R[1]+1	
6	IF R[1]<>10 JMP LBL[1]	
[END]		
[INST]		[EDCMD] >

程序编辑画面

### 2.选择程序编辑画面

1.在选择程序目录画面选择呈现编辑画面。

2.按 EDIT 键显示程序编辑画面。

SAMPLE1		JOINT 10%
		1/2
1	R[1]=0	
2	LBL[1]	
[END]		
[INST]		[EDCMD] >

程序编辑画面

## 3. 创建一个新程序

1. 按 SELECT 键显示程序目录画面。

```

FILE                               JOINT 10%
61276 bytes free                   2/4
No  Program name                   Comment
1   SAMPLE1                         [SAMPLEPRG1]
2   SAMPLE2                         [SAMPLEPRG2]
.
[TYPE] CREATE DELETE MONITOR [ATTR] >
    
```

程序目录画面

2. 选择 F2 CREATE

3. 移动光标到程序名, 按 ENTER 键, 使用功能键和光标键起好程序名。

```

.                               JOINT 10%
1 Words
2 Upper Case
3 Lower Case
4 Options   ---Insert---
.
---Create Teach Pendant Program ---
Program Name[      ]
.
PRG  MAIN  SUB  TEST
    
```

程序登记画面

- Word 默认程序名
- Upper Case 大写
- Lower Case 小写
- Options 符号

4. 起好程序名后, 按 ENTER 键确认, 按 F3 EDIT 结束登记。

```

SAMPLE1                           JOINT 10%
                                   1/1
[END]
.
[INST]                             [EDCMD] >
    
```

程序编辑画面

## 五. 示教运动状态

### 1. 运动指令 (见图 2)

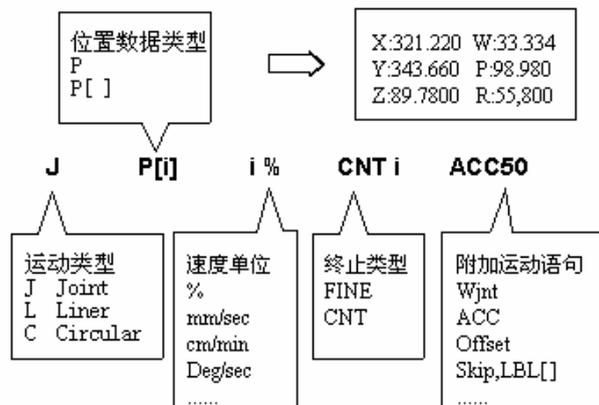


图 2

#### 1) 运动类型

- ! Joint 关节运动: 工具在两个指定的点之间任意运动
- ! Linear 直线运动: 工具在两个指定的点之间沿直线运动
- ! Circular 圆弧运动: 工具在三个指定的点之间沿圆弧运动

- 2) 位置数据类型
  - ┆ P:一般位置
  - ┆ PR[ ]:位置寄存器
- 3) 速度单位
 

速度单位随运动类型改变。

表 2

速度范围
1 到 100%
1 到 2000mm/sec
1 到 12000cm/min
0.1 到 4724.0 inch/min
1 到 520deg/sec

- 4) 终止类型(见图 3)
  - ┆ FINE
  - ┆ CNT(CNT0=FINE)
- 5) 附加运动语句
  - ┆ 腕关节运动 : W/JNT
  - ┆ 加速倍率 : ACC
  - ┆ 转跳标记 : SKIP LBL[ ]
  - ┆ 偏移 : OFFSET
- 6) 改变运动类型和位置号

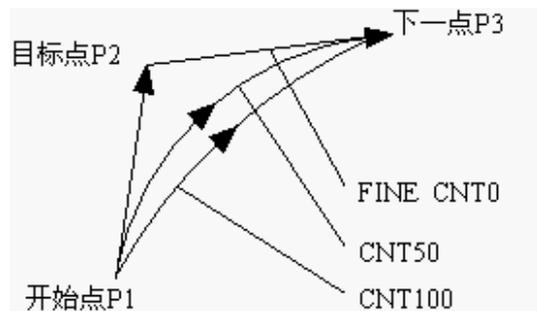


图 3

### 改变运动类型

1. 移动光标到运动类型，按 F4 CHOICE 显示运动类型子菜单。(画面 1)

Motion Modify	JOINT 10%
1 Joint	5
2 Linear	6
3 Circular	7
4 Options	8
SAMPLE1	5/6

画面 1

2. 从子菜单中选择合适的运动类型。  
当运动类型改变的时候，速度单位也相应的改变。(画面 2)

SAMPLE1	JOINT 10%
	5/5
3 L P[1] 1000mm/sec CNT30	
4 L P[2] 500cm/min FINE	
5 J P[3] 100% CNT30	
[END]	
Enter value or press ENTER	
CHOICE POSITION >	

画面 2

### 改变位置号

1. 移动光标的位置号。  
2. 输入新的位置号，按 ENTER 确认。(画面 3)

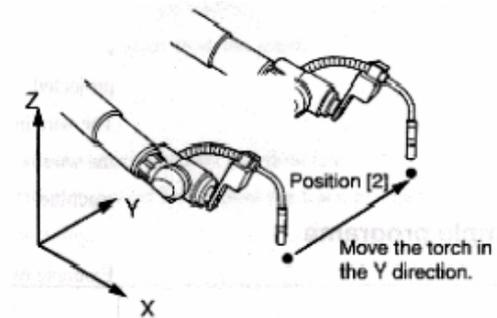
4 L P[2] 500cm/min FINE	
5 J P[3] 100% CNT30	
[END]	
Enter value or press ENTER	
CHOICE POSITION >	

画面 3

## 六.修正点

- ┆ 示教修正点
- ┆ 直接写入数据修正点

### 示教修正点



画面 1

1. 移动光标到要修正的运动指令的开始处。
2. 示教机器人到需要的点处 (画面 1)。
3. 按下 SHIFT 键的同时, 按 F5 TOUCHUP 记录新位置 (画面 2)。

```

SAMPLE1                                JOINT 10%
                                         4/5
1  J P[1] 50% FINE
2  J P[4] 70% CNT30
3  L P[1] 1000mm/sec CNT30
4  L P[2] 500cm/min FINE
5  J P[3] 100% CNT30
[END]
Position has been recorded to P[2]
POIN                                TOUCHUP >
    
```

画面 2

### 直接写入数据修正点

1. 移动光标到位置号 (画面 3)。

```

SAMPLE1                                JOINT 10%
                                         2/5
1  J P[1] 50% FINE
2  J P[4] 70% CNT30
3  L P[1] 1000mm/sec CNT30
[END]
Enter value or press ENTER
CHOICE POSITION >
    
```

画面 3

2. 按下 F5 POSITION 显示数据位置子菜单, 默认的显示是通用坐标系下的数据 (画面 4)。

```

Position Detail                        JOINT 10%
P[4] GP:1 UF:0 UT:1 CONF:FUT 00
X 1500.000mm W 40.000 deg
Y -342.879mm P 10.000 deg
Z 855.766mm R 20.000 deg
SAMPLE1                                2/5
1  J P[1] 50% FINE
2  J P[4] 70% CNT30
3  L P[1] 1000mm/sec CNT30
[END]
Enter value or press ENTER
CONFIG DONE [REPRE] >
    
```

画面 4

3. 输入需要的新值 (画面 5) .

```

Position Detail JOINT 10%
P[2] GP:1 UF:0 UT:1 CONF:FUT 00
X 1500.000mm W 40.000 deg
Y -340.879mm P 10.000 deg
Z 855.766mm R 20.000 deg
SAMPLE1
    
```

画面 5

4. 改变数据类型, 按 F5 [REPRE], 通用坐标系的数据将转变成关节坐标系的数据 (画面 6) .

```

1 Cartesian
2 Joint
[REPRE]
    
```

```

Position Detail JOINT 10%
P[2] GP:1 UF:0 UT:1
J1 0.345 deg J4 40.000 deg
J2 23.880 deg J5 10.000 deg
J3 30.000 deg J6 20.000 deg
SAMPLE1
    
```

画面 6

5. 按 F4 DONE 返回前一画面 (画面 7) .

DONE [REPRE]

画面 7

## 七. 编辑命令(EDCMD) (见表 4)

插入空白行

1. 移动光标到需要插入空白行的地方 (画面 1) .

```

SAMPLE1 JOINT 10%
3/3
1 J P[1] 50% FINE
2 J P[4] 70% CNT30
3 L P[1] 1000mm/sec CNT30
[END]
POIN TOUCHUP >
    
```

画面 1

2. 按下一页键 “>” 显示下一页功能菜单 (画面 2) .

[INST] [EDCMD] >

画面 2

3. 按 F5 EDIT 显示编辑命令, 选择 Insert.

```

1 Insert
2 Delete
3 Copy
4 Find
5 Replace
6 Renumber
7 Undo
[EDCMD]
    
```

How many line insert to? 2

[INST] [EDCMD] >

画面 3

4. 输入需要插入的空白行数 (画面 3) .

```

SAMPLE1 JOINT 10%
5/5
1 J P[1] 50% FINE
2 J P[4] 70% CNT30
3
4
5 L P[1] 1000mm/sec CNT30
[END]
    
```

画面 4

表 4

Insert	从程序当中插入空白行
Delete	从程序当中删除程序行
Copy	复制程序行到程序中其他地方
Find	查找程序元素
Replace	用一个程序元素替换另外一个程序要素
Undo	撤消上一步操作

### 删除程序行

1.移动光标到要删除的程序行前。  
 2.按下一页键显示下一页功能菜单。  
 3.按 F5 显示编辑命令，选择 Delete (画面 1)。

1 Insert  
 2 Delete  
 3 Copy  
 4 Find  
 5 Replace  
 6 Renumber  
 7 Undo  
 [EDCMD]

```

                2 J P[4] 70% CNT30
                3 L P[1] 1000mm/sec CNT30
                4 L P[2] 500cm/min FINE
                5 J P[3] 100% CNT30
                [END]
            
```

[INST] [EDCMD] >

画面 1

4.选择要删除的范围,选择 YES 确认删除 (画面 2)。

Delete line(s) ?

YES NO

画面 2

---

### 复制程序行

1.选择 Copy。

1 Insert  
 2 Delete  
 3 Copy

```

                4 L P[2] 500cm/min FINE
                5 J P[3] 100% CNT30
                [END]
            
```

[INST] [EDCMD] >

画面 3

2.移动光标到要复制的程序行处。按 F2 Copy (画面 3)。

Move cursor to select

COPY PASTE

画面 4

3.选择复制的范围再按 F2 Copy 确认 (画面 4)。

4.按 F5 Paste 粘贴被复制的程序行 (画面 5)。

```

                4 L P[2] 500cm/min FINE
                5 J P[3] 100% CNT30
                [END]
            
```

COPY PASTE

画面 5

5.选择粘贴方式 (画面 6)。

Paste before this line ?

LOGIC POS\_ID POSITION CANCEL

画面 6

```

                4 L P[2] 500cm/min FINE
                5 L P[2] 500cm/min FINE
                6 J P[3] 100% CNT30
                [END]
            
```

画面 7

-F2 LOGIC 不粘贴位置信息  
 -F3 POS\_ID 粘贴位置信息和位置号  
 -F4 POSITION 粘贴位置信息，不粘贴位置号  
 -F5 CANCEL 取消

## 八.程序操作

### 1.查看和修改程序信息

1.按 SELECT 键进入程序目录画面 (画面 1)。

```

FILE                               JOINT 10%
61276 bytes free                    2/4
No  Program name                    Comment
 1  SAMPLE1                          [SAMPLEPRG1]
 2  SAMPLE2                          [SAMPLEPRG2]
 3  TEST1                            [TESTPRG1]
 4  TEST2                            [TESTPRG2]
.
[TYPE] CREATE DELETE MONITOR [ATR] >
COPY  DETAIL  LOAD  SAVE  PRINT  >
    
```

画面 1

2.按 F2 DETAIL 显示程序信息(画面 2)。

```

Program Detail                       JOINT 10%
5/10
Create Date:                        10-MAR-1994
Modification Date:                  10-MAR-1994
Copy source                          [*****]
Positions: FALSE                    Size:: 312Byte
 1 Program name:                    [ SAMPLE2 ]
 2 Sub Type:                         [ None ]
 3 Comment:                          [*****]
  Group Mask:                        [ 1,*,*,* ]
 4 Write protection:                 [ OFF ]
 5 Ignore pause:                     [ OFF ]
END  PREV  NEXT
    
```

画面 2

3.移动光标到要修改的项目，进行具体修改。

4.按 F1 END 退出。

表

项目	描述
Create Date	创建日期
Modification Date	最后一次编辑的时间
Copy source	拷贝来源
Positions	是否有点
Size	文件大小
Program name	程序名
Sub Type	子类型
Comment	注释
Group Mask	组掩码 (定义程序中有哪些组受控制)
Write protection	写保护
Ignore pause	是否忽略 Pause

## 2.删除程序文件

1.按 SELECT 键进入程序目录画面后，移动光标选中要删除的程序（画面 1）。

FILE		JOINT 10%
61276 bytes free		2/4
No	Program name	Comment
1	SAMPLE1	[SAMPLEPRG1]
2	<b>SAMPLE2</b>	[SAMPLEPRG2]
3	TEST1	[TESTPRG1]
4	TEST2	[TESTPRG2]
.		
[TYPE] CREATE DELETE MONITOR [ATR] >		

画面 1

2.按 F4 YES 或 F5 NO，确认或取消删除操作。

Delete ?

YES NO

画面 2

## 3.复制程序文件

1.按 SELECT 键进入程序目录画面后，移动光标选中要复制的程序（画面 1）。

FILE		JOINT 10%
61276 bytes free		2/4
No	Program name	Comment
1	SAMPLE1	[SAMPLEPRG1]
2	<b>SAMPLE2</b>	[SAMPLEPRG2]
3	TEST1	[TESTPRG1]
4	TEST2	[TESTPRG2]
.		
COPY DETAIL LOAD SAVE PRINT >		

画面 1

2.按 F1 COPY显示为复制文件起程序名的画面（见画面 2）。

JOINT 10%

1 Words

2 Upper Case

3 Lower Case

4 Options ---Insert---

---

---Copy Teach Pendant Program ---

From : [SAMPLE2 ]

To : [ ]

Press ENTER for next item

PRG MAIN SUB TEST

画面 2

3.起好名字后，按 F4 YES 或 F5 NO，确认或取消复制操作。

---Copy Teach Pendant Program ---

From : [SAMPLE2 ]

To : [ PRO1 ]

Copy OK ?

YES NO

画面 3

## 执行程序

### 一.程序中中断和恢复

程序中中断由以下两种情况引起：

- ！ 程序运行中遇到报警
- ！ 操作人员停止程序运行

程序的中断状态有两种类型：

有意中断程序运行的方法：

- ！ 按下 TP 或操作箱上的急停按钮，还有可以输入外部 E-STOP 信号。

输入 UI[1] \*IMSTP

- ！ 按一下 TP 上的 HOLD(暂停)键。

输入 UI[2] \*HOLD

- ！ 按一下 TP 上的 FCTN 键，选择 1 ABORT(ALL)。

输入 UI[4] \*CSTOPI

#### 1.急停中断和恢复

按下急停键将会使机器人立即停止，程序运行中断，报警出现，伺服系统关闭。

报警代码：SRVO-001 Operator panel E-stop

SRVO-002 Teach Pendant E-stop

恢复步骤：1) 消除急停原因，譬如修改程序

2) 顺时针旋转松开急停按钮。

3) 按 TP 上的 RESET 键，消除报警代码，此时 FAULT 指示灯灭

#### 2.暂停中断和恢复

按下 HOLD 键将会使机器人减速停止。

恢复步骤：1) 重新启动程序即可

#### 3.报警引起的中断

当程序运行或机器人操作中有不正确的地方时会产生报警以确保人员安全。

实时的报警代码会出现在 TP 上，要查看报警记录，

依次按 MENU? ALARM? HIST(F3)将会出现画面 1

-F4 CLEAR 清除报警代码

-F5 HELP 显示报警代码的详细信息

息

```

INTP-224 (SAMPLE!,7)Jump label is fail
INTP-224 (SAMPLE!,7)Jump label is fail
MEMO-027 Spedified line does not exist
30-MAY-44 07:15
ALARM
1/7
1 INTP-224 (SAMPLI1,7) Jump label is
2 SRVO-002 Teach pendant E-stop
3 R E S E T

[TYPE] CLEAR HELP
        
```

画面 1

注意：一定要将故障消除，按下 RESET 键才会真正消除报警。有时，TP 上实时显示的报警代码并不是真正的故障原因 这时要通过查看报警记录才能找到引起问题的报警代码。

## 二.手动执行程序

操作模式 (见图 1)

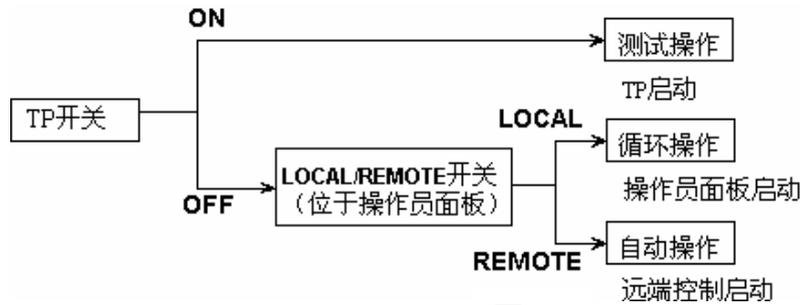
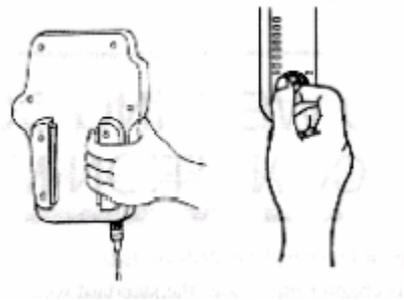


图 1

注：在某些新型号的机器人（如：RW 100iB）上，LOCAL 和 REMOTE 的选择是通过软件设置的。

### 在 TP 上执行单步操作

1. 将 TP 开关置于 ON (画面 1)。
2. 移动光标到要开始的程序行处 (画面 3)。



画面 1

3. 按 STEP 键，确认 STEP 指示灯亮 (画面 2)。

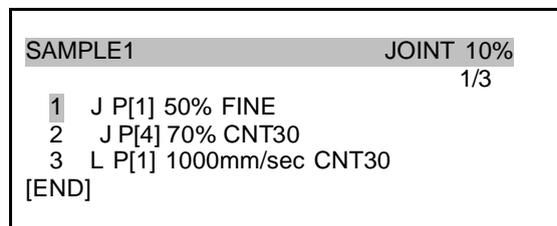


画面 2

4. 按住 SHIFT 键的同时，按一下 FWD 键开始执行一句程序。程序开始执行后，可以松开 FWD 键。程序行运行完，机器人停止运动。

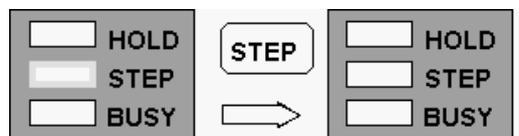
### 为 TP 上执行连续操作

1. 按 STEP 键，确认 STEP 指示灯亮 (画面 3)。



画面 3

2. 按住 SHIFT 键的同时，按一下 FWD 键开始执行程序。程序开始执行后，可以松开 FWD 键。程序运行完，机器人停止运动。



画面 4

## 三.手动 I/O 控制

在程序执行之前可以手动控制外部设备和机器人之间的 I/O。

- | 强制/输出
- | 仿真输入/输出

### 1.强制输出

以数字输出为例

- 1.按 MENU 键选择 5 I/O , 显示 I/O 画面(见画面 1)。
- 2.按 F1 TYPE 选择 Digital。
- 3.通过 F3 IN/OUT 选择输出画面。
- 4.移动光标到要强制输出信号的 STATUS 处。
- 5.按 F4 ON 强制输出 ,F5 OFF 强制关闭 ( 见画面 2 )。

I/O Digital Out			JOINT 30%
#	SIM	STATUS	
DO[1]	U	OFF	[ ]
DO[2]	U	OFF	[ ]
DO[3]	U	OFF	[ ]
DO[4]	U	OFF	[ ]
[TYPE]	CONFIG	IN/OUT	ON OFF

画面 1

I/O Digital Out			JOINT 30%
#	SIM	STATUS	
DO[1]	U	OFF	[ ]
DO[2]	U	ON	[ ]
DO[3]	U	OFF	[ ]

画面 2

### 2. 仿真输入/输出

仿真输入/输出功能可以在不和外部设备通讯的情况下，内部改变信号的状态。这一功能可以在外部设备没有连接好的情况下，检测 I/O 语句。

以数字输入为例

- 1.按 MENU 键选择 5 I/O , 显示 I/O 画面(见画面 1)。
- 2.按 F1 TYPE 选择 Digital。
- 3.通过 F3 IN/OUT 选择输入画面。
- 4.移动光标到要仿真输入信号的 SIM 处。
- 5.按 F4 SIMULATE 仿真输入 ,F5 UNSIM 取消仿真输入 ( 见画面 2 )。

I/O Digital In			JOINT 30%
#	SIM	STATUS	
DI[1]	U	OFF	[ ]
DI[2]	U	OFF	[ ]
DI[3]	U	OFF	[ ]
DI[4]	U	OFF	[ ]
[TYPE]	CONFIG	IN/OUT	SIMMLATEUN SIM

画面 1

I/O Digital In			JOINT 30%
#	SIM	STATUS	
DI[1]	U	OFF	[ ]
DI[2]	S	OFF	[ ]
DI[3]	U	OFF	[ ]

画面 2

## 四.Wait 语句

当程序在运行中遇到不满足条件的等待信号语句时,会一直处于等待状态(图 2),此时,如果想继续往下运行,可以通过以下操作跳过等待信号语句。

当程序在运行中遇到不满足条件的等待信号语句并需要人工干预时,按 FCTN 键后,选择 7 RELEASE WAIT 跳过等待信号语句。

```

SAMPLE1                                JOINT 10%
                                           2/3
1  J P[1] 50% FINE
2  WAIT DI[9]=ON
3  L P[1] 1000mm/sec CNT30
[END]
    
```

图 2

## 五.自动运行

外部 I/O 用来控制自动执行程序和生产。

- | 机器人需求信号 (RSR1-RSR4) 选择和开始程序。当一个程序正在执行或中断,被选择的程序处于等待状态,一旦原先的程序停止,就开始运行被选择的程序。
- | 程序号码选择信号 (PNS1-PNS8 和 PNSTROBE) 选择一个程序。当一个程序被中断或执行,这些信号被忽略。
- | 自动开始操作信号 (PROD\_START) 开始从第一行执行一个被选择的程序,当一个程序被中断或执行,这个信号不被接受。
- | 循环停止信号 (CSTOPI) 停止当前执行的程序。
- | 外部开始信号 (START) 重新开始当前中断的程序。

为使远端控制器能自动开始程序的运行,以下条件需要被满足:

- | TP 开关置于 OFF
- | 自动模式为 REMOTE
- | UI[3] \*SFSPD 为 ON
- | UI[8] \*ENBL 为 ON
- | 系统变量 \$RMT\_MASTER 为 0 (默认值是 0)

注意:系统变量 \$RMT\_MASTER 定义下列远端设备。

- 0: 外围设备
- 1: 显示器/键盘
- 2: 主控计算机
- 3: 无外围设备

PNS 程序名的例子 (见图 3)

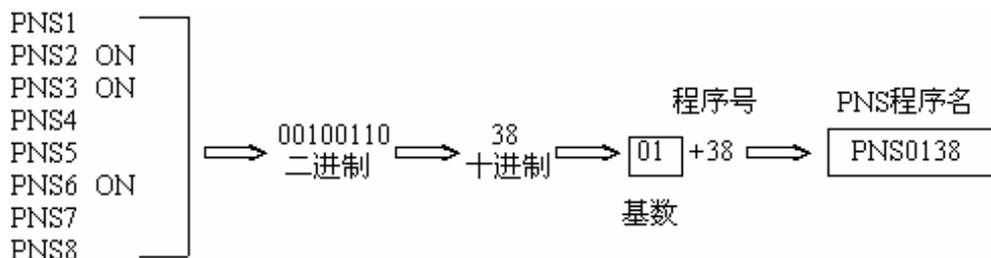


图 3

## 程序结构

### 一.运动指令

运动指令已经在编程一章中讲过，在这里我们重点讨论弧焊指令，寄存器指令，I/O 指令，分支指令，等待指令，偏置指令，程序控制指令和其他常用的指令。这些指令都是通过程序编辑画面中的[INST]进入的（见图 1）

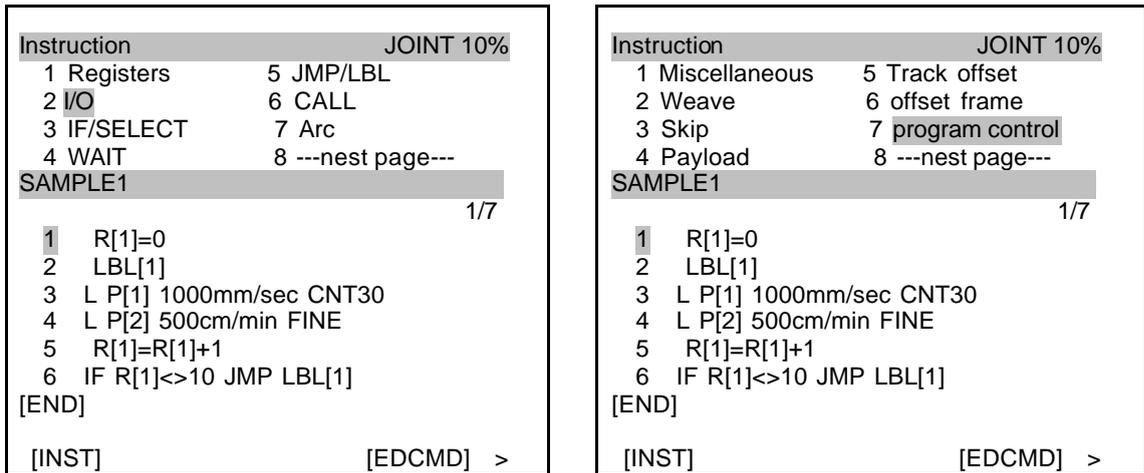


图 1

注意：不同的软件，[INST]里的内容不尽相同，图 1 只是一个例子，在实际应用中要根据具体的软件选择指令，所以我们要记住表示各个功能语句的单词。

### 二.焊接指令

#### 1.焊接开始指令

- ! Arc Start [i] : 设置焊接条件号
- i:焊接条件号 (1 到 32) 按 MENU? ---next page--- ? Data?
- Weld Sched 可以进入设置焊接条件画面

DATA Weld Sched			JOINT 30%
(Volts)	(Amps)	(sec)	COMMENT
1 16.0	140.0	0.00	
2 16.0	145.0	0.00	
3 15.0	140.0	0.00	

- ! Arc Start[ V,A ] 设置焊接开始条件
- V: 电压
- A: 电流

#### 2.焊接结束指令

- ! Arc End [i] : 设置焊接条件号
- 进入方法同上
- ! Arc Endt[ V,A ,s ] 设置焊接结束条件
- V: 电压
- A: 电流
- s: 维持时间 (0 到 9.9 秒)

### 3.摆焊开始指令

! Weave [i]

设置焊接件号

i:焊接条件号 ( 1 到 16 ) 按 MENU? ---next page--- ? Data? Weave Sched 可以进入设置焊接条件画面

DATA Weave Sched				JOINT 30%
				1/32
	FREQ(Hz)	AMP(mm)	R_DW(sec)	L_DW(sec)
1	1.0	4.0	0.100	0.100
2	1.0	4.0	0.100	0.100
3	1.0	4.0	0.100	0.100

! Weave Sine(Hz,mm,sec,sec)

正弦波摆焊

! Weave Circle(Hz,mm,sec,sec)

圆形摆焊

! Weave Figure 8(Hz,mm,sec,sec)

8 字型摆焊

Hz : 摆焊频率(0.0 to 99.9)

mm : 摆焊幅宽(0 .0 to 25.0)

Sec : 摆焊左停留时间(0 to 1.0)

Sec : 摆焊右停留时间(0 to 1.0)

### 4.摆焊结束指令

! Weave End

## 三.寄存器指令

寄存器支持 “ + ”, “ - ”, “ \* ”, “ / ” 四则运算和多项式，例如：

R[12]=R[2]\*100/R[6]

### 1.寄存器指令

R[i]=	Constant	常数
	R[i]	寄存器的值
	RDI[i]	信号的状态
	Timer[i]	程序计时器的值
	+	加
	-	减
	*	乘
运算符	/	除
	MOD	两值相除后的余数
	DIV	两值相除后的整数

### 2.位置寄存器指令

位置寄存器是记录有位置信息的寄存器，可以进行加减运算，用法和寄存器类似。

! PR[i]

! PR[i,j]

i : 位置寄存器号

j : 1=X 2=Y 3=Z 4=W 5=P 6=R(直角坐标)

1=J1 2=J2 3=J3 4=J4 5=J5 6=J6(关节坐标)

## 四.I/O 指令

I/O 指令用来改变信号输出状态和接受输入信号。

### 1.数字 I/O(DI/DO)指令

- | R[i]=D[i]
- | DO[i]=(Value)
  - Value=ON 发出信号
  - Value=OFF 关闭信号
- | DO[i]= Pulse ,(Width)
  - Width=脉冲宽度 (0.1 to 25.5 秒)

机器人 I/O (RI/RO) 指令,模拟 I/O(AI/AO) 指令,组 I/O (GI/GO) 指令的用法和数字 I/O 指令类似。

## 五.分支指令

### 1.Label 指令

用来定义程序分支的标签

- | LBL[i : Comment]
  - i : 1 to 32767
  - Comment : 注释 (最多 16 个字符)

### 2.未定义条件的分支指令

- 1) 跳转指令 JMP[i]
  - | JMP LBL[i] i : 1 to 32767
- 2) Call 指令
  - | Call (Program) Program : 程序名

### 3.定义条件的分支指令

- 1) 寄存器条件指令 IF (variable)(operator)(value)(Processing)

Variable	Operator	Value	Processing
变量	运算符	值	行为
R[i]	>	Constant 常数	JMP LBL[i]
	>= 大于等于	R[i]	Call (Program)
	=		
	<= 小于等于		
	<		
	<> 不等于		

- 2) I/O 条件指令 IF (variable)(operator)(value)(Processing)

Variable	Operator	Value	Processing
变量	运算符	值	行为
AO[i]	>	Constant 常数	JMP LBL[i]
AI[i]	>= 大于等于	R[i]	Call (Program)
GO[i]	=		
GI[i]	<= 小于等于		
	<		
	<> 不等于		

Variable 变量	Operator 运算符	Value 值	Processing 行为
DO[i]	=	ON	JMP LBL[i]
DI[i]	<> 不等于	OFF	Call (Program)
UO[i]		R[i] :0=OFF 1=ON	
UI[i]			

可以通过逻辑运算符“or”和 “and”将多个条件组合在一起，但是“or”和 “and”不能在同一行使用。例如：

IF 条件 1 and ( 条件 2 ) and ( 条件 3 ) 是正确的

IF 条件 1 and ( 条件 2 ) or ( 条件 3 ) 是错误的

#### 4 条件选择分支指令

```

| SELECT R[i]=(Value) (Pressing)
      =(Value) (Pressing)
      =(Value) (Pressing)
      ELSE (Pressing)
    
```

## 六.等待指令

### 1.定义时间的等待语句

```

| WAIT(value)
      value=Constant (0 to 327.67 秒)
      value=R[i]
    
```

### 2.条件等待语句

1)寄存器条件等待语句 WAIT(variable)(operator)(value)(Processing)

Variable 变量	Operator 运算符	Value 值	Processing 行为
R[i]	>	Constant 常数	若忽略则等待无限长时间
\$系统变量	>=	R[i]	TIMEOUT LBL[i]
	=		
	<=		
	<		
	<>		

2)I/O 条件等待语句 WAIT(variable)(operator)(value)(Processing)

Variable 变量	Operator 运算符	Value 值	Processing 行为
AO[i]	>	Constant 常数	若忽略则等待无限长时间
AI[i]	>=	R[i]	TIMEOUT LBL[i]
GO[i]	=		
GI[i]	<=		
	<		
	<>		
DO[i]	=	ON	若忽略则等待无限长时间
DI[i]	<>	OFF	TIMEOUT LBL[i]
UO[i]		R[i] :0=OFF 1=ON	
UI[i]			

可以通过逻辑运算符“or”和 “and”将多个条件组合在一起，但是“or”和 “and”不能在同一行使用。

## 七.条件指令

! OFFSET CONDITION PR[i]

通过此指令可以将原有的点偏置，偏置两由位置寄存器决定。偏置条件指令一直有效到程序运行结束或者下一个偏置条件指令被执行（注，偏置条件指令只对包含有附加运动指令 OFFSET 的运动语句有效，例如：

1. OFFSET CONDITION PR[1]
2. J P[1] 100% FINE （偏置无效）
3. L P[2] 500mm/sec FINE offset （偏置有效）

## 八.程序控制指令

! Pause

通过此指令可以暂停程序运行，帮助我们进行程序的调试工作，当需要程序循环运行时，要将此指令删除。该指令在 Program control 中，见图 2

## 九.其他指令

在编程过程中，用户报警指令，时钟指令，运行速度指令，注释指令，消息指令也经常用到。以上指令都在 Miscellaneous 中，见图 3

Instruction		JOINT 10%	
1	Miscellaneous	5	Track offset
2	Weave	6	offset frame
3	Skip	7	<u>program control</u>
4	Payload	8	---nest page---
SAMPLE1			
		1/7	
1	R[1]=0		
2	LBL[11]		

图 2

Instruction		JOINT 10%	
1	<u>Miscellaneous</u>	5	Track offset
2	Weave	6	offset frame
3	Skip	7	program control
4	Payload	8	---nest page---
SAMPLE1			
		1/7	
1	R[1]=0		
2	LBL[11]		

图 3

### 1. 用户报警指令

! UALM[i] i: 用户报警号

当程序中运行该指令时，机器人会报警并显示报警消息。要使用该指令，首先设置用户报警。依次按键选择 MENU? SETUP? F1(TYPE)? User alarm 即可进入用户报警设置画面。

### 2. 时钟指令

! TIMER[i] (Processing) i: 时钟号

依次按键选择 MENU? STATUE? F1(TYPE)? Prg Timer 即可进入程序时钟显示画面。

### 3. 运行速度指令

! OVERRIDE=(value)% value=1 to 100

### 4. 注释指令

! ! (Remark) Remark: 注释内容，最多可以有 3 2 字符

### 5. 消息指令

! Message [ message ] message: 消息内容，最多可以有 2 4 字符

当程序中运行该指令时，屏幕中将会弹出含有 message 的画面。

## FRAMES 的设置

### 一.坐标系的分类（见表 1）

表 1

World Frame (通用坐标系)	是一个不可设置的缺省坐标系。其原点是用户坐标系和点动坐标系的参考位置，位于机器人内预先定义的位置。
Tool Frame (工具坐标系)	是直角坐标系，TCP 位于其原点。
User Frame (用户坐标系)	是程序中记录的所有位置的参考坐标系，用户可于任何地方定义该坐标系。
Jog Frame (点动坐标系)	是为控制点动控制而设的坐标系。

### 二.设置工具坐标系

- 1) 缺省设定的工具坐标系的原点位于机器人 J6 轴的法兰上。根据需要把工具坐标系的原点移到工作的位置和方向上，该位置叫工具中心点 TCP (Tool Center Point)。
- 2) 工具坐标系的所有测量都是相对于 TCP 的，用户最多可以设置 10 个工具坐标系，它被存储与系统变量\$MNUTOOLNUM。
- 3) 设置方法
  - ！ 三点法
  - ！ 六点法
  - ！ 直接输入法

**六点法设置TCP**

- 1.依次按键操作：MENU→SETUP→F1(TYPE)→Frame→F3(OTHER)显示图1画面。
- 2.在图1画面中移动光标到想要设置的TCP。
- 3.依次按键操作：F2(DETAIL)→F2(METHOD)→Six point显示图2画面。

```

SETUP Frames JOINT 10%
Tool Frame Setup/ Direct Entry 1/9
  X   Y   Z   Comment
1:  0.0 0.0 0.0 *****
2:  0.0 0.0 0.0 *****
3:  0.0 0.0 0.0 *****
4:  0.0 0.0 0.0 *****
5:  0.0 0.0 0.0 *****
6:  0.0 0.0 0.0 *****
7:  0.0 0.0 0.0 *****
8:  0.0 0.0 0.0 *****
9:  0.0 0.0 0.0 *****
Active TOOL $MNUTOOLNUM[1] = 1
[TYPE] DETAIL [OTHER] CLEAR SETIND
                    
```

图1

4. 为了设置TCP首先要记录三个接近点用于计算TCP的位置。

5. 示教三个不同的点后，TCP的位置被自动计算。（见图3）

具体示教过程如下：

- a. 移动光标到每个接近点。
- b. 示教机器人到需要的点，按SHIFT键的同时，按F5 RECORD记录。
- c. 当记录完成，UNINIT变为RECORD。

6. 可以在记录Approach point1 的同时，记录Orient Origin Point。即Approach point1 和Orient Origin Point的位置可以一样。

7. 接下来设置TCP的X, Y的方向。将机器人的示教坐标系转换成通用坐标系。（见图4）

具体示教过程如下：

- a. 示教机器人沿+X方向至少移动250mm。
- b. 按SHIFT键的同时，按F5 RECORD记录。
- c. 当记录完成，UNINIT变为RECORD。
- d. 移动光标到Orient Origin Point。
- e. 按SHIFT键的同时，按F4 MOVE\_TO使示教点回到Orient Origin Point。
- f. 示教机器人沿+Z方向至少移动250mm。
- g. 按SHIFT键的同时，按F5 RECORD记录。
- h. 当记录完成，UNINIT变为RECORD。
- i. 移动光标到Orient Origin Point。
- j. 按SHIFT键的同时，按F4 MOVE\_TO使示教点回到Orient Origin Point。

8. 当六个点记录完成，新的工具坐标系被自动计算。

9. 按PREV键回到图1画面，按F5(SETIND)激活刚设置的工具坐标系。

10. 将机器人的示教坐标系转换成通用坐标系，示教机器人分别绕X,Y,Z旋转，检查TCP是否，如若偏差不符合要求，重复以上所有步骤重新设置。

SETUP Frames		JOINT	10%
Tool Frame Setup/ Six Point		1/7	
Frame Number: 1			
X:	0.0	Y:	0.0
Z:	0.0	W:	0.0
P:	0.0	R:	0.0
Comment:*****			
Approach point 1:	UNINIT		
Approach point 2:	UNINIT		
Approach point 3:	UNINIT		
Orient Origin Point:	UNINIT		
X Direction Point:	UNINIT		
Z Direction Point:	UNINIT		
Active TOOL \$MNU TOOLNUM[1] = 1			
[TYPE][METHOD] FRAME			

图2

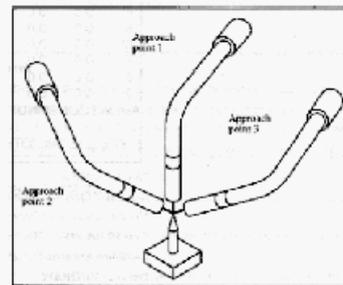


图3

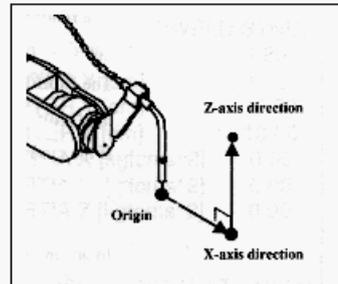


图4

### 三.设置用户坐标系

- 1) 可于任何位置以任何方位设置的坐标系。
- 2) 最多可以设置 10 个用户坐标系，它被存储与系统变量\$MNUFRAME。
- 3) 设置方法
  - ！ 三点法
  - ！ 四点法
  - ！ 直接输入法

### 四.设置点动坐标系

- 1) 可于任何位置以任何方位设置的坐标系。
- 2) 最多可以设置 10 个点动坐标系。
- 3) 设置方法
  - ！ 三点法
  - ！ 直接输入法

# 宏 MACRO

## 一.概述

宏指令是将若干程序指令集合在一起，一并执行的指令。

宏有以下几种应用方式：

- ！ 作为程序中的指令启动
- ！ 通过 TP 上的手动操作画面启动
- ！ 通过 TP 上的用户键启动
- ！ 通过 SDI,RDI,UI 信号启动

## 二.设置宏指令

宏指令可以用下列设备定义

- ！ MF[1] 到 MF[99]      MANUAL FCTN 菜单
- ！ UK[1] 到 UK[7]      用户键 1 到 7
- ！ SU[1] 到 SU[7]      用户键 1 到 7+SHIFT 键
- ！ SP[4] 到 SP[5]      用户按钮 1 和 2
- ！ DI[1] 到 DI[9]      数字输入
- ！ RI[1] 到 RI[24]      机器人输入

条件：创建宏程序（宏程序的创建和普通程序一样）

这里我们以画面 1 中的程序为例

1.按 MENU 键选择 6 SETUP。

2.按 F1 TYPE 选择 Macro。出现画面 2。

HOPN1 JOINT 30%

2/4

1:RO[1]=ON  
2:RO[2]=OFF  
3:WAIT RI[1]=ON  
[END]

POINT
TOUCHUP >

画面 1

Macro Command JOINT 30%

1/8

Instruction name	Program	Assign
1	[ ]	-- [ ]
2	[ ]	-- [ ]
3	[ ]	-- [ ]
4	[ ]	-- [ ]
5	[ ]	-- [ ]
6	[ ]	-- [ ]
7	[ ]	-- [ ]
8	[ ]	-- [ ]

[TYPE] CLEAR

画面 2

3.移动光标到 Instruction name 按 ENTER 显示画面 3。

JOINT 30%		
1	Words	
2	Upper Case	
3	Lower Case	
4	Options	---insert---
Macro Command		
Instruction name	Program	Assign
1 [	]	-- [ ]
2 [	]	-- [ ]
abc	def	ghijkl mnopqr stuvwxyz yz-@*

画面 3

4.输入字符，为宏指令起好名字（见画面 4）。

JOINT 30%			
Macro Command	Instruction name	Program	Assign
1	[ hand1open ]	[	-- [ ]

画面 4

5.移动光标到 Program，按 ENTER 显示画面 5

JOINT 30%		
1	SAMPLE1	5 PROGRAM1
2	SAMPLE2	6 PROGRAM2
3	HOPN1	7
4	HOPN2	8 ---next paget---
Macro Command		
Instruction name	Program	Assign
1 [hand1open	]	-- [ ]

画面 5

6.选择好程序（见画面 6）。

JOINT 30%			
Macro Command	Instruction name	Program	Assign
1	[ hand1open ]	[ HOPN1 ]	-- [ ]

画面 6

7.移动光标到 Assign 的“ -- ”处，按 F4 显示画面 7，选择执行方式。

JOINT 30%		
1	--	5 SP
2	UK	6 DI
3	SU	7 RI
4	MF	8 ---next page---
Macro Command		
Instruction name	Program	Assign
1 [ hand1open	]	[ HOPN1 ] -- [ ]

画面 7

8.选择好执行方式后，移动光标到 Assign 的“ [ ]”处，按数字键确认设备号（见画面 8）。

JOINT 30%			
Macro Command	Instruction name	Program	Assign
1	[ hand1open ]	[ HOPN1 ]	SU [ 3 ]

画面 8

## 三.执行宏指令

### 1.在 TP 中的 MANUAL FCTN 画面中执行

- 1.按 MENU 键选择 3 MANUAL FCTN.
- 2.按 F1 TYPE 选择 Macros ( 见画面 1 )。
- 3.按住 SHIFT 的同时，按 F3 EXEC 执行宏指令。

MANUAL MACROS		JOINT 30%
Instruction		1/2
1 hand1open		
2 hand2close		
[TYPE]	EXEC	

画面 1

### 2.使用 TP 上的用户键执行

TP 上的用户键分布见图 1

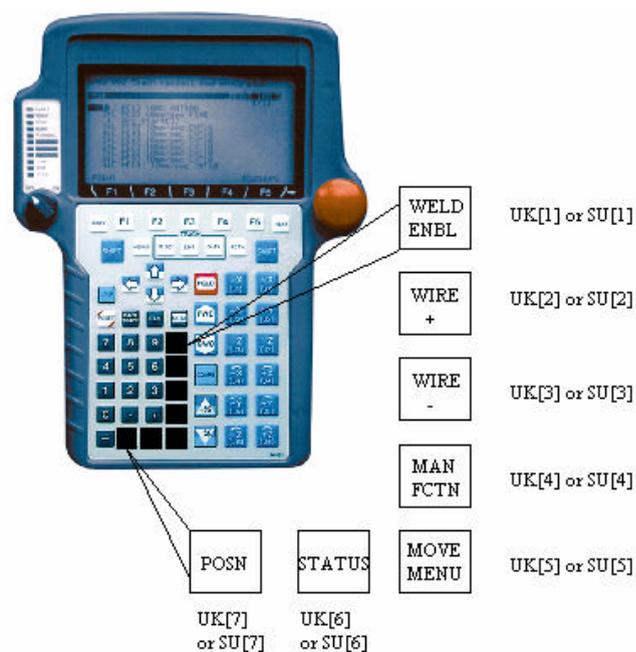


图 1

- ! 对于 UK，直接按用户键执行（一般情况下，UK 都在出厂前被定义了，具体功能见键帽上的标识）
- ! 对于 SU，按住 SHIFT 键的同时，按用户键执行。

## 文件的输入/输出

### 一.文件的输入/输出设备

R-J3 控制器有两种文件输入/输出设备可以使用(见图 1):

- ┆ Memory Card
- ┆ Floppy disk(Handy file)

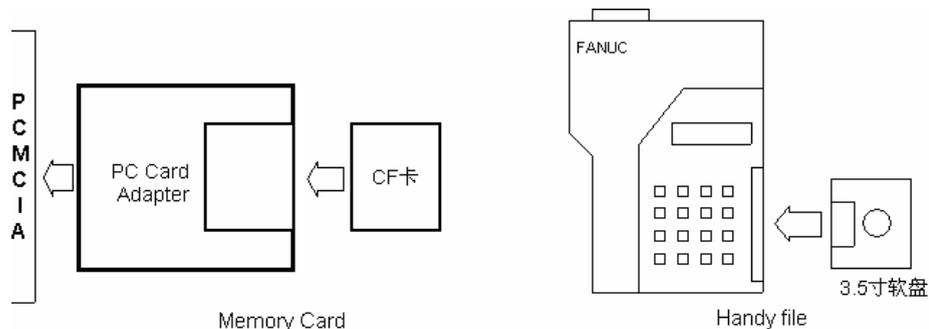


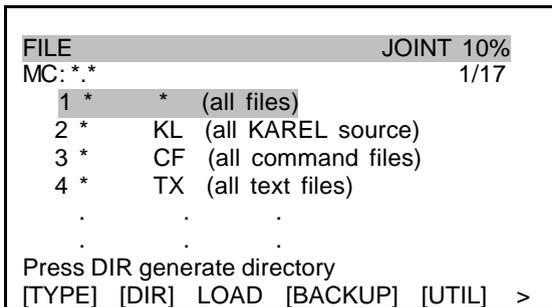
图 1

### 1.选择文件输入/输出设备

(以选择 Memory Card 为例)

1.按 MENU 键,显示菜单.

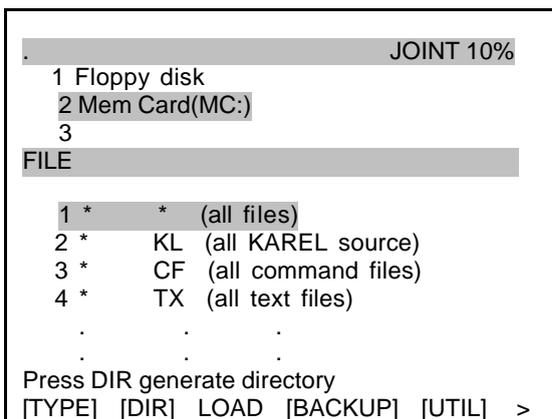
2.选择 7 FILE,显示画面 1.



画面 1

3.按 F5 UTIL 后,选择 Set Device 后,显示画面 2

4.移动光标选择 Mem Card(MC:)后,回车确认.



画面 2

注.如果选择 Floppy disk 则屏幕的左上角显示如画面 3



画面 3

## 2.文件

在 R-J3 控制器的存储器中,有以下几种类型的文件

- | 程序文件(\*.TP)
- | 默认的逻辑文件(\*.DF)
- | 系统文件(\*.SV)                    用来保存系统设置
- | I/O 配置文件(\*.I/O)                用来保存 I/O 配置
- | 数据文件(\*.VR)                    用来保存诸如寄存器数据

### 1)程序文件

程序文件被自动存储于控制器的 CMOS 中,通过 TP 上的 SELECT 键可以显示程序文件目录.

注意: 文件输入/输出画面并不显示程序文件目录.

一个程序文件包括以下信息:

- | Comment                            显示注释
- | Write protection                    显示写保护状态
- | Modification date                   显示最后一次编辑的时间
- | Program Size                        显示程序大小
- | Copy source                         显示拷贝来源

### 2)默认的逻辑文件

默认的逻辑文件包括在程序编辑画面中,各个功能键(F1 到 F4)所对应的默认逻辑结构的设置.

- | DEF\_MOTN0.DF                    F1 键
- | DF\_LOGI1.DF                      F2 键
- | DF\_LOGI2.DF                      F3 键
- | DF\_LOGI3.DF                      F4 键

### 3)系统文件

- | SYSVARS.SV                        用来保存坐标,参考点,关节运动范围,抱闸控制等相关变量的设置
- | SYSSERVO.SV                       用来保存伺服参数
- | SYSMAST.SV                        用来保存 Mastering 数据
- | SYSMACRO.SV                       用来保存宏命令设置
- | FRAMEVAR.SV                       用来保存坐标参考点的设置

### 4)数据文件

- | NUNREG\_VR                        用来保存寄存器数据
- | POSREG.VR                         用来保存位置寄存器数据
- | PALREG.VG                         用来保存码垛寄存器数据
- | DIOCFGV.IO                        用来保存 I/O 配置数据

## 二.备份文件和加载文件

备份文件和加载文件的关系见图 2

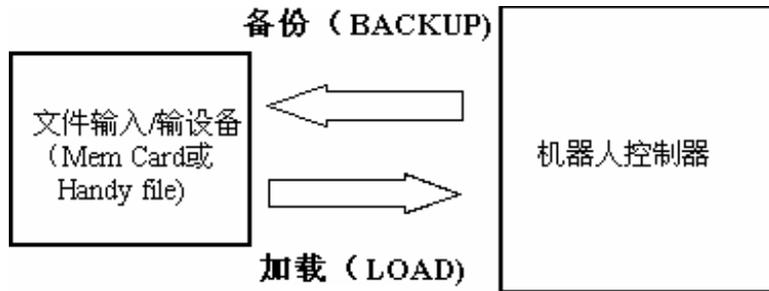


图 2

### 1.备份文件

1.按 MENU 键,显示菜单.

2.选择 7 FILE,显示画面 1.

```

FILE                               JOINT 10%
MC: *.*                             1/17
1 * * (all files)
2 * KL (all KAREL source)
3 * CF (all command files)
4 * TX (all text files)
. . .
Press DIR generate directory
[TYPE] [DIR] LOAD [BACKUP] [UTIL] >
    
```

画面 1

3.按 F4"BACKUP"后,选择"TP Programs"显示画面 2.

```

1 System files
2 TP programs
.
3 All of above
BACKUP
    
```

```

FILE                               JOINT 10%
MC: *.*                             1/17
1 * * (all files)
2 * KL (all KAREL source)
3 * CF (all command files)
4 * TX (all text files)
. . .
Save MC :SAMPLE1.TP
EXIT ALL YES NO
    
```

画面 2

-F1 EXIT 退出

-F2 ALL 保存所有该类型文件

-F3 YES 确认

-F4 NO 不保存当前文件,跳到下一个文件

4.如果 Mem Card 中有同名文件存在,则会显示画面 3

```

MC:SAMPLE1.TP already existst
OVERWRITE SKIP CANCEL
    
```

画面 3

-F1 OVERWRITE 覆盖原有文件

-F2 SKIP 不覆盖,跳到下一个文件

-F3 CANCEL 取消

注: BACKUP

1 System files 系统文件

2 TP programs. TP 文件

3 All of above 所有文件

## 2.加载文件

1.按 MENU 键,显示菜单.

2.选择 7 FILE,显示画面 1.

```

FILE                               JOINT 10%
MC: *.*                             1/17
1 * * (all files)
2 * KL (all KAREL source)
3 * CF (all command files)
4 * TX (all text files)
. . .
. . .
Press DIR generate directory
[TYPE] [DIR] LOAD [BACKUP] [UTIL] >
    
```

画面 1

3.按 F2 “DIR”后,显示画面 2.

```

.                               JOINT 10%
1 *.*                          5 *.LS
2 *.KL                         6 *.DT
3 *.CF                         7 *.PC
4 *.TX                         8 ---NEXT PAGE---
FILE
    
```

画面 2

4.选择“\*.TP”,显示存储在 Mem Card 中的 TP 程序目录,如画面 3.

5.移动光标,选择你想要加载的文件后,按 F3 LOAD.

```

.                               JOINT 10%
1 *.MN                         5 *.IO
2 *.TP                         6 *.DF
3 *.VR                         7 *.ASCII FILES
4 *.SV                         8 ---NEXT PAGE---
FILE
    
```

画面 3

```

FILE                               JOINT 10%
MC: *.*                             1/17
1 PROGRAM 1 TP 798
2 PROGRAM 2 TP 384
3 TEST1 TP 3216
4 TEST2 TP 545
. . .
. . .
[TYPE] [DIR] LOAD [BACKUP] [UTIL] >
    
```

6.加载完成后,如画面 4 所示

```

Load PROGRAM1.TP
    
```

画面 4

4.如果控制器 RAM 中有同名文件存在,则会显示画面 5

```

PROGRAM1.TP already exists
OVERWRITE SKIP CANCEL
    
```

画面 5

- F1 OVERWRITE 覆盖原有文件
- F2 SKIP 不覆盖,跳到下一个文件
- F3 CANCEL 取消

## Mastering

### 一.为什么要 Mastering (零点复归)

零点复归机器人时需要将机器人的机械信息与位置信息同步，来定义机器人的物理位置。必须正确操作机器人来进行零点复归。通常在机器人从 FANUC Robotics 出厂之前已经进行了零点复归。但是，机器人还是有可能丢失掉原点数据，需要重新进行零点复归。机器人通过闭环伺服系统来控制机器人各运动轴。控制器输出控制命令来驱动每一个马达。而马达上装配的称为串行脉冲编码器的反馈装置将把信号反馈给控制器。在机器人操作过程中，控制器不断的分析反馈信号，修改命令信号，从而在整个过程中一直保持正确的位置和速度。控制器必须“知晓”每个轴的位置，以使机器人能够准确地按原定位置移动。控制器通过比较操作过程中读取的串行脉冲编码器的信号与机器人上已知的机械参考点信号的不同来达到这一目的。零点复归过程就是读取已知的机械参考点的串行脉冲编码器信号的过程。这样的零点复归数据与其他用户数据一起保存在控制器备份中，并在未连接电源时由电池能源保持数据。当控制器在正常条件下关闭电源时，每个串行脉冲编码器的当前数据将保持在脉冲编码器中，由机器人上的后备电池提供能源（对 P 系列机器人来说，后备电池可能位于控制器上）。当控制器重新上电时，控制器将请求从脉冲编码器读取数据。当控制器收到脉冲编码器的读取数据时，伺服系统才可以正确操作。这一过程可以称为校准过程。校准在每次控制器开启时自动进行。如果控制器未连接电源时断开了脉冲编码器的后备电池，则上电时校准操作将失败，机器人唯一可能做的动作只有关节模式的手动操作。要还原正确的操作，必须对机器人进行重新零点复归与校准。Mastering 和使用绝对值脉冲编码器(APC)的机器人各轴的角度有关，通常情况下，为了获得在零度位置的脉冲记数，需要做 Mastering。

因为 Mastering 的数据出厂时就设置好了，所以，在正常情况下，没有必要做 Mastering，但是只要发生以下情况之一，就必须执行 Mastering。

！ 机器人执行一个初始化启动或 CMOS 的备份电池的电压下降导致 Mastering 数据丢失

！ APC 的备份电池的电压下降导致 APC 脉冲记数丢失。

！ 机器人的机械部分因为撞击导致脉冲记数不能指示轴的角度。

**警告：如果校准操作失败，则该轴的软件移动限制将被忽略，并允许机器人超正常的移动。所以在未校准的条件下移动机器人需要特别小心，否则将可能造成人身伤害或者设备损坏。**

注意：机器人的数据包括 Mastering 数据和脉冲编码器的数据，分别由各自的电池保持。如果电池没电，数据将会丢失。为了防止这种情况发生，两种电池都要定期更换，当电池电压不足，将有报警“BLAL”提醒用户。

！看到 SRVO-062 BZAL 或者 SRVO-038 脉冲不匹配警报。

！如有必要，为机器人换上四节新的 1.5V D 型碱性电池。请注意电池盒上的箭头方向，以正确方向安装电池。

### 二.Mastering 的方式

Mastering 的方式	解释
Jig mastering	出厂时设置，
Mastering at the zero-degree positions	由于机械拆卸或维修导致机器人 Mastering 数据丢失。

Quick mastering	由于电气或软件问题导致丢失 Mastering 数据,恢复已经存入的 Mastering 数据作为快速示教调试基准。若由于机械拆卸或维修导致机器人 Mastering 数据丢失,则不能采取此法,
Single axis mastering	由于单个坐标轴的机械拆卸或维修(通常是更换马达引起)
Setting mastering data	记下 Mastering 数据,

注意:机器人安装完以后,Quick mastering 的数据必须保存,以备将来需要设置之用

## 三.0 度位置 Mastering

机器人的所有轴都在 0 度时,执行 0 度位置 Mastering。

机器人的每根轴都有一个 0 度标记,使用这些标记作为参考,手动示教机器人的各个轴到 0 度位置。

由于 0 度位置 Mastering 有赖于人眼的对正,所以没有其他方法准确,所以 0 度位置 Mastering 是一种应急方法。

? 条件:系统变量\$MASTER\_ENB 的值必须由 0 设置成 1 或 2。如果已经为 1 或 2,则无须更改(进入系统变量画面的步骤:MENU? SYSTEM? F1(TYPE)? Variable)

具体设置如下:

- 1.按 MENU 键,出现菜单画面。
- 2.选择"0 --NEXT--"后,再选择"6 SYSTEM"。
- 3.按 F1 (TYPE)。
- 4.选择"Master/Cal",出现 Mastering 画面(见画面 1)。

```
SYSTEM Master/Cal JOINT 30%
1 FIXTURE POSITION MASTER
2 ZERO POSITION MASTER
3 QUICK MASTER
4 SINGLE AXIS MASTER
5 SET QUICK MASTER REF
6 CALIBRATE

Press 'ENTER' or number key to select.
[TYPE] LOAD RES_PCA DONE
```

画面 1

- 5.按 F3 键,执行 RES\_PCA。
- 6.将机器人关电后,再通电。
- 7.示教机器人的每根轴到 0 度(每根轴的运动都要大于 20 度)。
- 8.重复上述的 1, 2, 3, 4 步。

```
2 ZERO POSITION MASTER
3 QUICK MASTER
4 SINGLE AXIS MASTER
5 SET QUICK MASTER REF
6 CALIBRATE
Robot Mastered!Mastering Data:
<0> <11808249> <38767856>
<9873638> <122000309> <2000319>

[TYPE] LOAD RES_PCA DONE
```

画面 2

- 9.选择 2 ZERO POSITION MASTER 后
- 10.选择"6 CALIBRATE",按 F4 YES 确认,(见画面 3)。
- 11.按 F5 "DONE"。
- 12.将机器人关电后,通电 Mastering 完成。

```
3 QUICK MASTER
4 SINGLE AXIS MASTER
5 SET QUICK MASTER REF
6 CALIBRATE
Robot Calibrated!Cur Jnt Ang(deg):
<0.000> <0.000> <0.000>
<0.000> <0.000> <0.000>

[TYPE] LOAD RES_PCA DONE
```

画面 3

## 四.单轴 Mastering

当机器人的一些轴（不是全部轴）由于脉冲编码器的电压下降或者是更换脉冲编码器（马达）时，需要做单轴 Mastering。具体设置如下：

1.出现 Master/Cal 画面以后，选择 "4 SINGLE AXIS MASTER"后，显示画面 1（画面中显示 2，3 轴需要 Mastering）。

SINGLE AXIS MASTER				JOINT 30%	
				1/9	
ACTUAL POS	(MSTR POS)	(SEL)	[ST]		
J1 25.255	( 0.000)	(0)	[2]		
J2 25.550	( 0.000)	(0)	[0]		
J3 69.000	( 0.000)	(0)	[0]		
J4 45.055	( 0.000)	(0)	[2]		
J5 22.202	( 0.000)	(0)	[2]		
J6 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
E1 22.202	( 0.000)	(0)	[2]		
E2 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
E2 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
				GROUP	EXEC

画面 1

2.选中将要 Mastering 的轴，移动光标到（SEL）输入 1（见画面 2），

3.示教机器人需要 Mastering 的轴到 0 度（轴的运动要大于 20 度），

4.在 MSTR POS 项中输入轴的数据（一般是 0），

SINGLE AXIS MASTER				JOINT 30%	
				2/9	
ACTUAL POS	(MSTR POS)	(SEL)	[ST]		
J1 25.255	( 0.000)	(0)	[2]		
J2 25.550	( 0.000)	(1)	[0]		
J3 69.000	( 0.000)	(1)	[0]		
J4 45.055	( 0.000)	(0)	[2]		
J5 22.202	( 0.000)	(0)	[2]		
J6 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
E1 22.202	( 0.000)	(0)	[2]		
E2 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
E2 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
				GROUP	EXEC

画面 2

5.当需要 Mastering 的轴都完成 2 3，4 步后，按 F5 "EXCE"，这项操作使（SEL）的值由 1 变成 0，[ST] 的由 0 变为 1 或 2（见画面 2）。

5.选择"6 CALIBRATE"，按 F4 YES 确认，（见画面 3）。

6.按 F5 "DONE"。

7.机器人关电后，再通电。

SINGLE AXIS MASTER				JOINT 30%	
				1/9	
ACTUAL POS	(MSTR POS)	(SEL)	[ST]		
J1 25.255	( 0.000)	(0)	[2]		
J2 25.550	( 0.000)	(0)	[2]		
J3 69.000	( 0.000)	(0)	[2]		
J4 45.055	( 0.000)	(0)	[2]		
J5 22.202	( 0.000)	(0)	[2]		
J6 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
E1 22.202	( 0.000)	(0)	[2]		
E2 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
E2 80.585	( 0.000)	(0)	[2]		
				GROUP	EXEC

画面 3

表 2 单轴 Mastering 设置

项目	描述
ACTUAL POS	当前机器人关节坐标下的数据
MSTR POS	为执行单轴 Mastering 设置而定义的 Mastering 位置，一般取 0 度
SEL	为执行 Mastering 的轴设置，一般输入 1
ST	显示单轴 Mastering 设置完以后的状态 - 0 Mastering 数据丢失，需要做 Mastering - 1 Mastering 数据丢失(仅仅其他轴被 Mastering)，需要做 Mastering - 2 完成 Mastering 设置。

## 基本保养

### 一.概述

定期保养机器人可以延长机器人的使用寿命，FANUC 机器人的保养周期可以分为日常三个月，六个月，一年，三年。具体内容如下：

保养周期	检查和保养内容	备注
日常	1.不正常的噪音和震动，马达温度	
	2.周边设备是否可以正常工作	
	3.每根轴的抱闸是否正常	有些型号机器只有 J2、J3 抱闸
三个月	1.控制部分的电缆	
	2.控制器的通风	
	3.连接机械本体的电缆	
	4.接插件的固定状况是否良好	
	5.拧紧机器上的盖板和各种附加件	
	6.清除机器上的灰尘和杂物	
六个月	1.更换平衡块轴承的润滑油,其他参见三个月保养内容	某些型号机器人不需要，具体见随机的机械保养手册。
一年	1.更换机器人本体上的电池，其他参见六个月保养内容	
三年	1.更换机器人减速器的润滑油，其他参见一年保养内容	

在这里具体描述如何更换电池和润滑油。

### 二.更换电池

FANUC 机器人系统在保养当中需要更换两种电池：更换控制器主板上的电池和机器人本体上的电池。

#### 1.更换控制器主板上的电池

程序和系统变量存储在主板上的 SRAM 中，由一节位于主板上的锂电池供电，以保存数据。当这节电池的电压不足时，则会在 TP 上显示报警( SYST-035 Low or No Battery Power in PSU)。当电压变得更低时，SRAM 中的内容将不能备份，这时需要更换旧电池，并将原先备份的数据重新加载。因此，平时注意用 Memory Card 或软盘定期备份数据。控制器主板上的电池两年换一次，具体步骤如下：

- 1) 准备一节新的锂电池（推荐使用 FANUC 原装电池）。
- 2) 机器人通电开机正常后，等待 30 秒。
- 3) 机器人关电，打开控制器柜子，拔下接头取下主板上的旧电池。
- 4) 装上新电池，插好接头

#### 2.更换机器人本体上的电池

机器人本体上的电池用来保存每根轴编码器的数据。因此电池需要每年都更换，在电池电压下降报警（SRVO-065 BLAL alarm(Group: %d Axis: %d)出现时，允许用户更换电池。若不及时更换，则会出现报警（SRVO-062 BZAL alarm(Group: %d Axis: %d)，

此时机器人将不能动作，遇到这种情况再更换电池，还需要做 Mastering，才能使机器人正常运行。

具体步骤如下：

- 1) 保持机器人电源开启，按下机器急停按钮。
- 2) 打开电池盒的盖子，拿出旧电池。
- 3) 换上新电池（推荐使用 FANUC 原装电池），注意不要装错正负极（电池盒的盖子上有标识）。
- 4) 盖好电池盒的盖子，上好螺丝。

### 三.更换润滑油

机器人每工作三年或工作 10000 小时，需要更换 J1,J2,J3、J4、J5、J6 轴减速器润滑油和 J4 轴齿轮盒的润滑油。某些型号机器人如 S-430、R-2000 等每半年或工作 1920 小时还需更换平衡块轴承的润滑油。

#### 1.更换减速器和齿轮盒润滑油

具体步骤如下：

- 1) 机器人关电。
- 2) 拔掉出油口塞子。
- 3) 从进油口处加入润滑油，直到出油口处有新的润滑油流出时，停止加油。
- 4) 让机器人被加油的轴反复转动，动作一段时间，直到没有油从出油口处流出。
- 5) 把出油口的塞子重新装好。

注意：错误的操作将会导致密封圈损坏，为避免发生错误，操作人员应考虑以下几点：

- 1) 更换润滑油之前，要将出油口塞子拔掉。
- 2) 使用手动油枪缓慢加入。
- 3) 避免使用工厂提供的压缩空气作为油枪的动力源，如果非要不可，压力必须控制在  $75\text{Kgf/cm}^2$  以内，流量必须控制在 15/ss 以内。
- 4) 必须使用规定的润滑油，其他润滑油会损坏减速器。
- 5) 更换完成，确认没有润滑油从出油口流出，将出油口塞子装好。
- 6) 为了防止滑倒事故的发生，将机器人和地板上的油迹彻底清除干净。

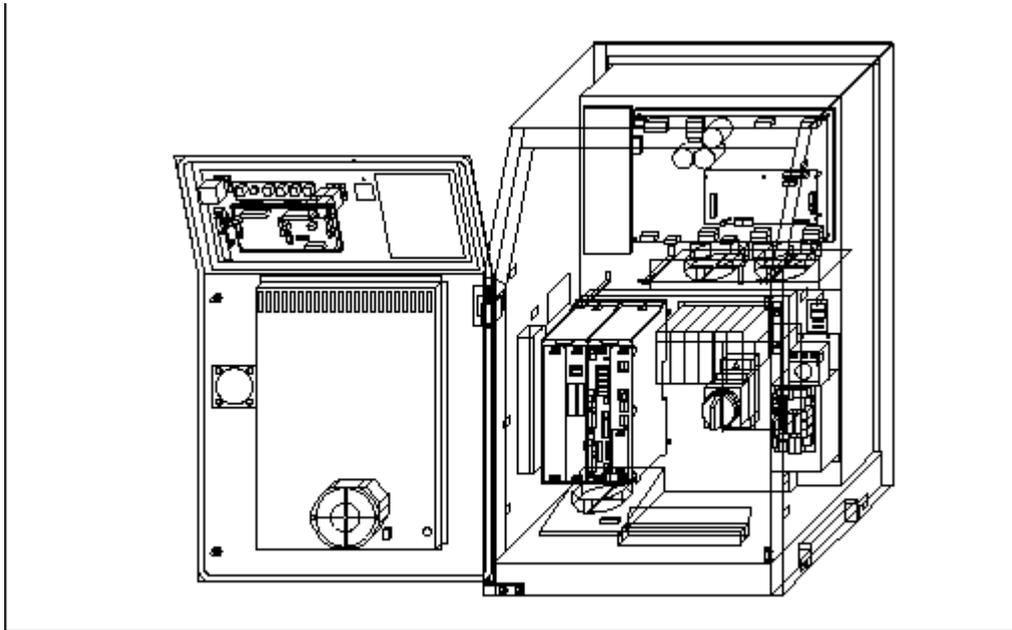
#### 2.更换平衡块轴承润滑油

操作步骤：

直接从加油嘴处加入润滑油，每次无须太多（约 10CC）。

至于需要更换润滑油的数量和加油口/出油口的位置参见随机的机械保养手册。

## 四.控制器构造



- MAIN BOARD (主板): 主板上安装着两个微处理器, 外围线路, 存储器, 以及操作面板控制线路。主 CPU 控制着伺服机构的定位和伺服放大器的电压。
- MAIN BOARD BATTERY :在控制器电源关闭之后, 电池维持主板存储器状态不变。
- I/O BOARD : FANUC 输入/输出单元, 使用该部件后, 可以选择多种不同的输入/输出类型。这些输入/输出连接到 FANUC 输入/输出连接器。
- E-STOP UNIT : 紧急停止单元, 该单元控制着两个设备的紧急停止系统, 即磁电流接触器和伺服放大器预加压器, 达到控制可靠的紧急停止性能标准。
- PSU : 电源供给单元, 电源供给单元将 AC 电源转换成不同大小的 DC 电源。
- TEACH PENDANT : 示教盒, 包括机器人编程在内的所有操作都能由该设备完成。控制器状态和数据都显示在示教盒的液晶显示器 (LCD) 上。
- SERVO AMPLIFIER : 伺服放大器, 伺服放大器控制着伺服马达的电源, 脉冲编码器, 制动控制, 超行程, 以及手制动。
- OPERATION BOX : 操作面板和操作盒, 操作面板及操作盒上的按钮盒二级管用来启动机器人, 以及显示机器人状态。面板上有一个串行接口的端口, 供外部设备连接, 另外还有一个连接存储卡的接口, 用来备份数据。操作面板盒操作盒还控制着紧急停止控制线路。
- TRANSFORMER : 变压器, 变压器将输入的电压转换成控制器所需的 AC 电压。
- FAN UNITS : 风扇单元, 热交换器, 这些设备为控制单元内部降温。
- BREAKER : 线路断开器, 如果控制器内的电子系统故障, 或者非正常输入电源造成系统内的高电流, 则输入电源连接到线路断开器, 以保护设备。
- DISCHARGE RESISTOR : 再生电阻器, 为了释放伺服马达的逆向电场强度, 在伺服放大器上接一个再生电阻器。

## 五．控制器故障诊断

### 错误分类概述

- 错误分类的目的是为了更容易地进行故障诊断。
- 每一次故障诊断前都要进行错误分类。
- 识别错误以及症状的类别，要先于故障诊断。
- 每一类错误在机器人操作中都同等严重。
- 错误类型分为：
  - 第一类错误
  - 第二类错误
  - 第三类错误
  - 第四类错误

### 第一类错误概述

- 症状
  - 控制器死机
  - 示教盒屏幕空白
- 潜在的原因
  - 控制器 AC 电源存在问题
  - 断开器的问题
  - 变压器的问题
  - 控制器 DC 电源线路的问题
  - 电缆线问题
  - 示教盒/缆线问题
  - 电源供给单元损坏
  - 电源供给单元保险丝熔断
  - 开/关电路的问题
  - 面板电路板保险丝

### 第二类错误概述

- 症状
  - 示教盒锁死，没反应
- 潜在的原因
  - 软件故障
  - 主板的问题
    - ◆ CPU 模块，连同 DRAM
    - ◆ FROM/SRAM 模块
  - 示教盒/缆线/ISB 单元的问题
  - PSU 或者底板（激活信号）的问题
  - 辅助轴控制卡的问题

## 第三类错误概述

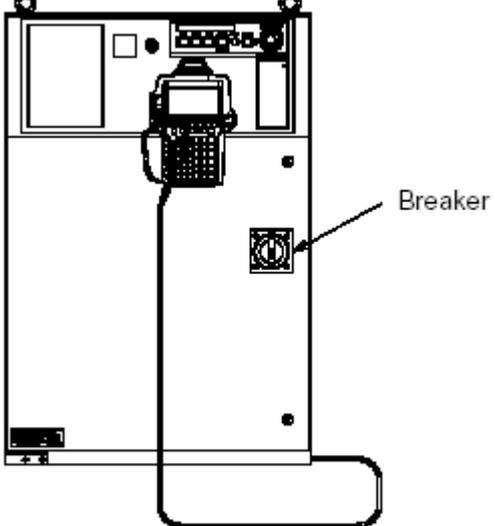
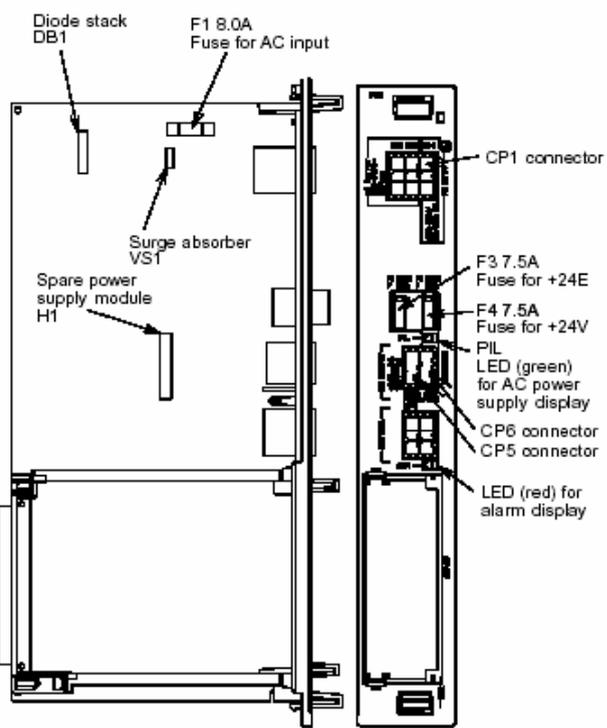
- 症状
  - 错误指示灯亮
  - KM1 和 KM2 关闭，因此伺服没有电源
  - 屏幕上显示诊断信息
- 潜在的原因
  - 伺服放大器的问题
  - 马达/SPC 的问题
  - 编码器/制动模块的问题
  - 紧急停止线路的问题
  - 紧急停止线路板的问题
  - 紧急停止单元，连带 KM1 和 KM2 的问题
  - 面板电路板的问题
  - 缆线问题

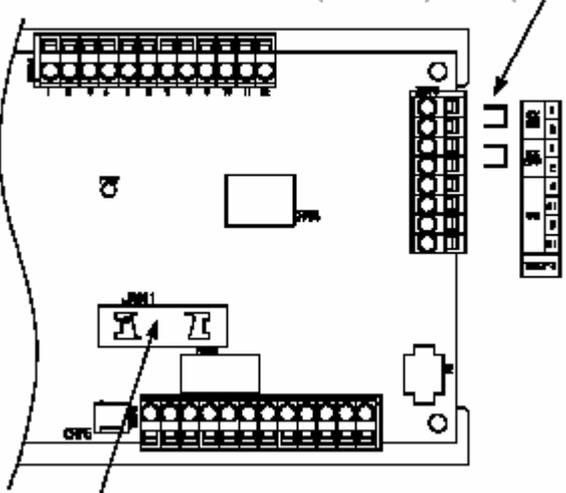
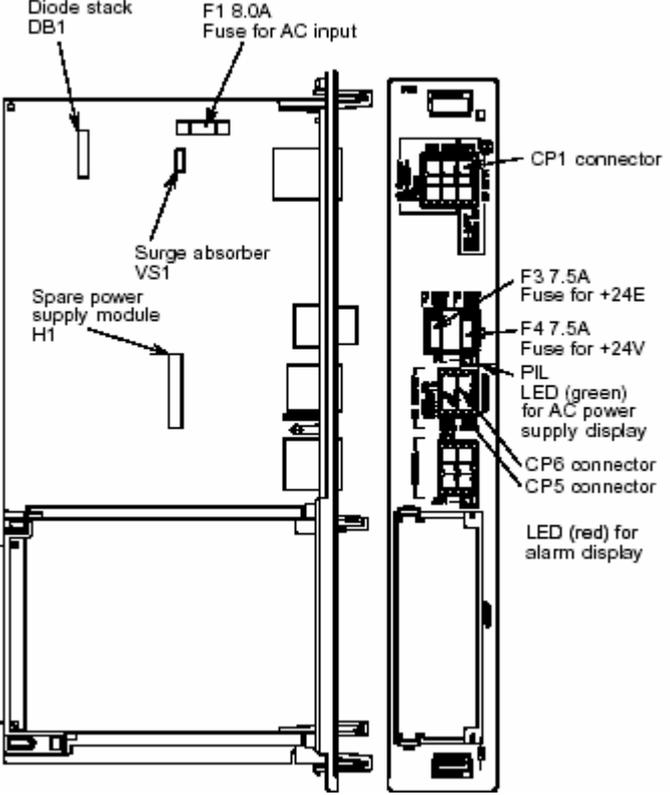
## 第四类错误概述

- 症状
  - 机器人只能在手动模式下工作
  - 能够从示教盒运行程序
- 可能的原因
  - 通讯或输入/输出的问题
    - ✓ 与 PLC 之间没有通信
    - ✓ 行程开关等损坏
  - 不正确的当地/远程开关设置，软件控制的。

## 六 控制器维修

### 1 无法开机

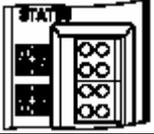
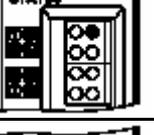
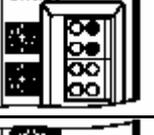
检查及维修	控制器部件
<p>检查 1：控制器断路器开且没有跳闸 维修： 合上断路器</p>	 <p>Breaker</p>
<p>检查 2：查看电源板（PSU）上的 LED 指示 灯（GREEN）是否亮。 维修： 如果 LED 指示灯没亮可能是 PSU 的 200V 供电电源没有或 PSU 上的 F1 保险丝毁坏： 1 如果 200V 电源没有请检查供电线路 2 如果 200V 电源已提供给 PSU 请切断电源： A F1 保险丝毁坏请参照维修 2 B F1 保险丝没有毁坏请更换 PSU 维修 2：保险丝毁坏故障原因及应对措施 A 查看 PSU 与其他电路板间的 CP2、CP3 连接件是否接触良好。 B 如果浪涌吸收 VS1 短路请更换 VS1 定货号：A50L-2001-0122#G431K C 二极管 DB1 短路 D 后备电源模块 H1 毁坏 如果 B 或 C 有故障请更换相应备件 F1 定货号：A60L-0001-0396#8.0A</p>	 <p>Diode stack DB1 F1 8.0A Fuse for AC input Surge absorber VS1 Spare power supply module H1 CP1 connector F3 7.5A Fuse for +24E F4 7.5A Fuse for +24V PIL LED (green) for AC power supply display CP6 connector CP5 connector LED (red) for alarm display</p>

检查及维修	控制器部件
<p><b>检查 3 :</b> 查看 panel board 板上的 EXON1、EXON2 , EXOFF1、EXOFF2 信号接线</p> <p><b>维修 :</b> 如果没有使用外部开关机功能请短接信号 EXON1 与 EXON2 , EXOFF1 与 EXOFF2 ; 如果使用了外部开关机功能请查看连接电缆。</p>	<p>Short piece : between 1 (EXON1) and 2 (EXON2) between 3 (EXOFF1) and 4 (EXOFF2)</p>  <p>Connector (JRS11)</p>
<p><b>检查 4 :</b> main board 板或 panel board 板上的 JRS11 的连接电缆是否接触良好。</p> <p><b>检查 5 :</b> 查看上面的 1、2、3 确定 CP1 上的 200V 电源已接好且机器 ON/OFF 开关正常请按以下步骤检查 PSU :</p> <p>如果 PSU 上的 LED (ALM: red) 亮请查看外部 +24V 是否被接地或接 0V。</p> <p>A F4 保险丝毁坏 B 更换 PSU</p> <p>F4 保险丝定货号 : A60L-0001-0046#7.5</p>	 <p>Diode stack DB1</p> <p>F1 8.0A Fuse for AC input</p> <p>Surge absorber VS1</p> <p>Spare power supply module H1</p> <p>CP1 connector</p> <p>F3 7.5A Fuse for +24E</p> <p>F4 7.5A Fuse for +24V PIL</p> <p>LED (green) for AC power supply display</p> <p>CP6 connector</p> <p>CP5 connector</p> <p>LED (red) for alarm display</p>

# SHANGHAI-FANUC

## 2 利用控制板 LED 指示灯诊断排除故障

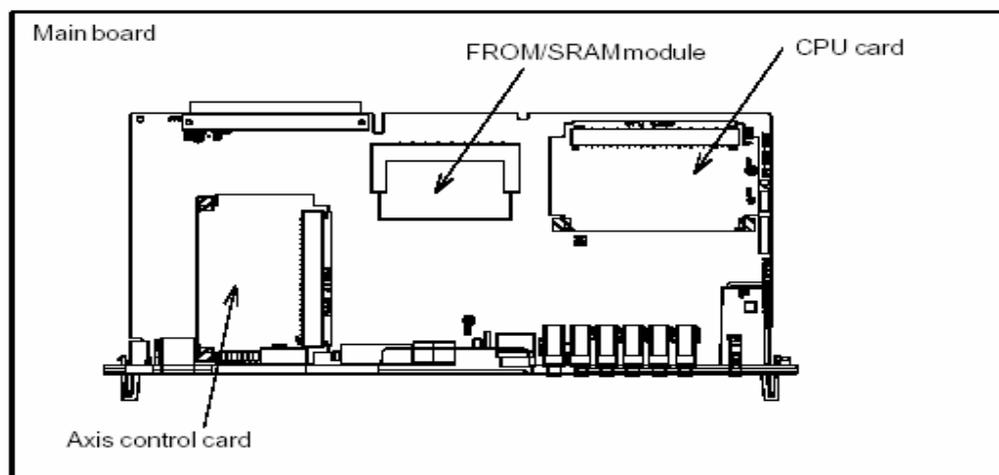
### 2.1 MAIN BOARD

步骤	LED	维修
1 开机后所有的 LED 都亮		1 更换 CPU 卡 *2 更换 MAIN BOARD 板
2 机器人系统软件启动时		1 更换 CPU 卡 *2 更换 MAIN BOARD 板
3 机器人系统启动时 CPU 卡 DRAM 初始化完成		1 更换 CPU 卡 *2 更换 MAIN BOARD 板
4 机器人系统启动时 DRAM、 SRAM 初始化完成		1 更换 CPU 卡 *2 更换 MAIN BOARD 板 *3 更换 FROM/SRAM 卡
5 机器人系统启动时通信 IC 初始化完成		*1 更换 MAIN BOARD 板 *2 更换 FROM/SRAM 卡
6 机器人系统启动时基本软 件载入完成		*1 更换 MAIN BOARD 板 *2 更换 FROM/SRAM 卡
7 机器人开机启动基本软件 时		*1 更换 MAIN BOARD 板 *2 更换 FROM/SRAM 卡
8 机器人控制器与 TP 示教 器通信时		*1 更换 MAIN BOARD 板 *2 更换 FROM/SRAM 卡
9 机器人载入选项软件时		*1 更换 MAIN BOARD 板 2 更换 process I/O 板
10 初始化 DI/DO 时		*1 更换 FROM/SRAM 卡 *2 更换 MAIN BOARD 板

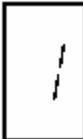
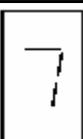
\* 更换 MAIN BOARD 和 FROM/SRAM 卡时机器人中存储的用户程序及系统设置都会丢失，在更换 MAIN BOARD 和 FROM/SRAM 卡前一定要作好备份；另外在安装机器人系统软件前也要作好备份。

步骤	LED	维修
11 SRAM 准备完成		1 更换轴控制卡 *2 更换 MAIN BOARD 板 3 更换伺服放大器
12 轴控制卡初始化完成		1 更换轴控制卡 *2 更换 MAIN BOARD 板 3 更换伺服放大器
13 校对完成		1 更换轴控制卡 *2 更换 MAIN BOARD 板 3 更换伺服放大器
14 机器人伺服系统得电		*1 更换 MAIN BOARD 板
15 执行程序时		*1 更换 MAIN BOARD 板 2 更换 process I/O 板
16 执行 I/O 操作时		*1 更换 MAIN BOARD 板
17 初始化完成		初始化正常结束
18 机器人正常		机器人正常时 LED1、LED2 会不停闪烁

\* 更换 MAIN BOARD 和 FROM/SRAM 卡时机器人中存储的用户程序及系统设置都会丢失，在更换 MAIN BOARD 和 FROM/SRAM 卡前一定要作好备份；另外在安装机器人系统软件前也要作好备份。



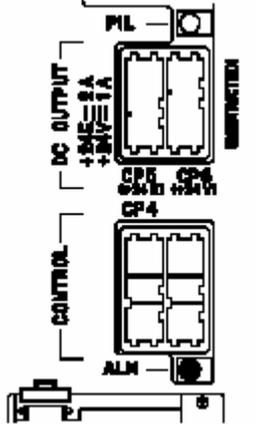
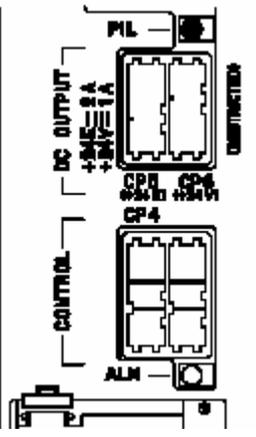
## 2.2 MAIN BOARD 板 7 段码指示

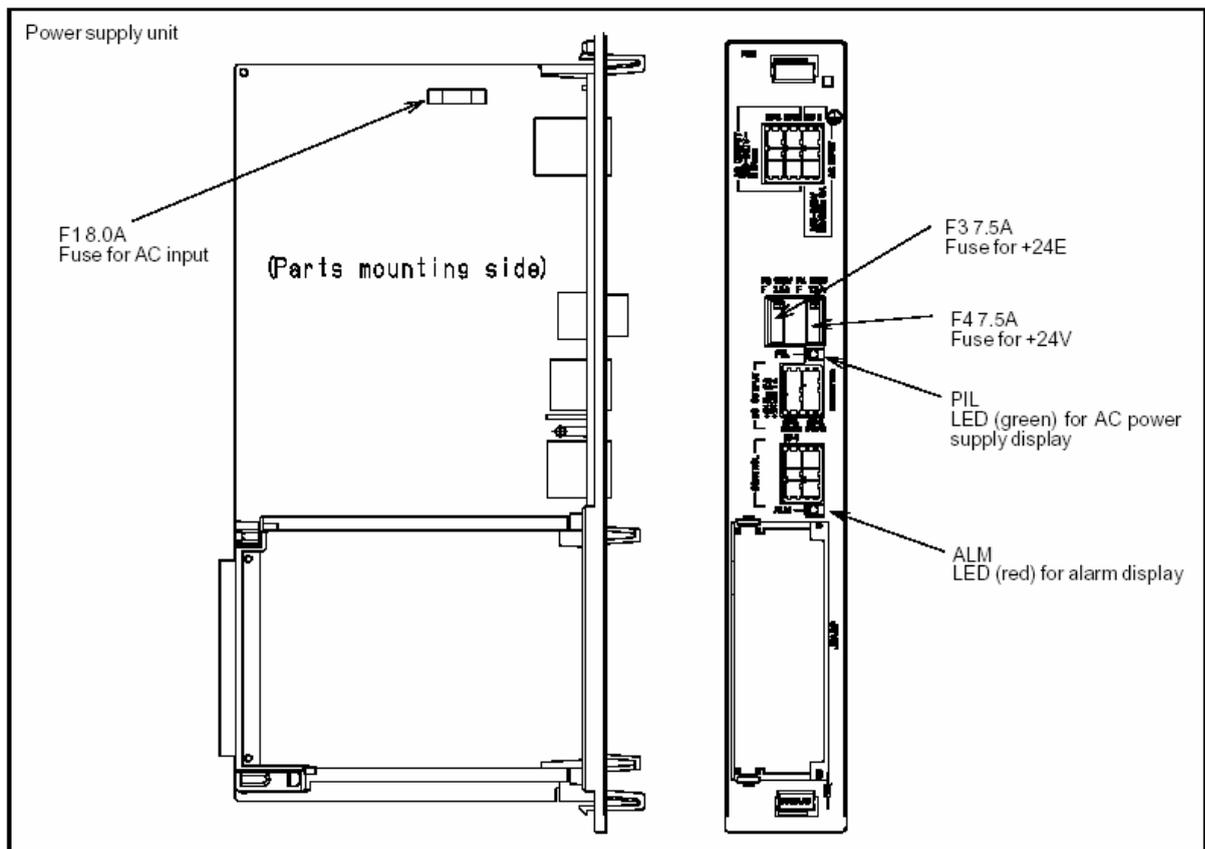
7 段码数字	故障描叙及应对措施
	故障：CPU 卡上的 RAM 奇偶校验出错 措施 1：更换 CPU 卡 措施 2：更换 MAIN BOARD 板
	故障：FROM/SRAM 卡上的 RAM 奇偶校验出错 措施 1：更换 FROM/SRAM 卡 措施 2：更换 MAIN BOARD 板
	故障：通信总线出错 措施 1：更换 MAIN BOARD 板
	故障：控制器通信时 DRAM 奇偶校验出错 措施 1：更换 MAIN BOARD 板
	故障：控制器与 PANEL BOARD 板间通信出错 措施 1：查看 MAIN BOARD 与 PANEL BOARD 间连接电缆，如损坏就更换该通信电缆 措施 2：更换 MAIN BOARD 板 措施 3：更换 PANEL BOARD
	故障：伺服报警 措施 1：更换伺服控制卡 措施 2：更换 MAIN BOARD 板
	故障：系统紧急停止报警 措施 1：更换伺服控制卡 措施 2：更换 CPU 卡 措施 3：更换 MAIN BOARD 板
	故障：系统出错 措施 1：更换伺服控制卡 措施 2：更换 CPU 卡 措施 3：更换 MAIN BOARD 板

更换 MAIN BOARD 和 FROM/SRAM 卡时机器中存储的用户程序及系统设置都会丢失，在更换 MAIN BOARD 和 FROM/SRAM 卡前一定要作好备份；另外在安装机器人系统软件前也要作好备份。



## 2.3 PSU LED 指示

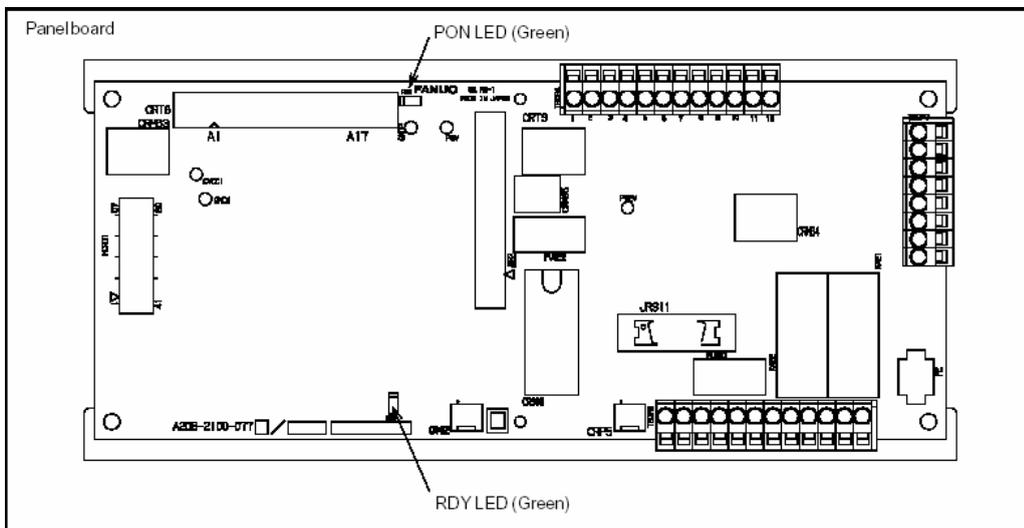
LED	故障描述及应对措施
	<p>故障：ALM LED (red)亮 PSU 报警</p> <p>措施 1：查看 PSU 上的 F4 (+24V) 保险丝，损坏则更换</p> <p>措施 2：检查 PSU 上的+5V、+15V、+24V 电压和与其连接的相关电缆、设备，如有损坏则更换</p> <p>措施 3：更换 PSU</p>
	<p>故障：PIL LED (Green)不亮，PSU 的 200V 电源没有</p> <p>措施 1：检查 PSU 上的 F1 保险丝，损坏则更换</p> <p>措施 2：更换 PSU</p>



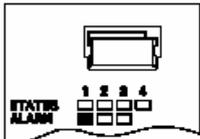
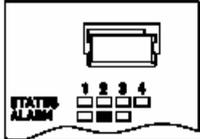
# SHANGHAI-FANUC

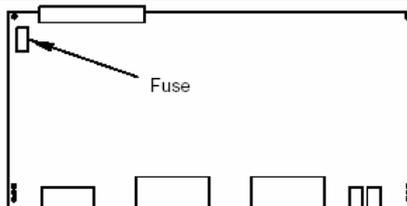
## 2.4 PANEL BOARD 板上 LED 指示

LED	故障及应对措施
RDY	故障：该 LED ( GREEN ) 不亮即 PANEL BOARD 板与 MAIN BOARD 板间通信中断 措施 1：检查 MAIN BOARD 板与 PANEL BOARD 板间的通信电缆，毁坏则更换 措施 2：更换 MAIN BOARD 板 措施 3：更换 PANEL BOARD 板
PON	故障：该 LED 不亮即 PANEL BOARD 板上+24V 电压转+5V 电压失败 措施 1：检查 CRM63 接头，+24V 输入电源 措施 2：更换 PANEL BOARD



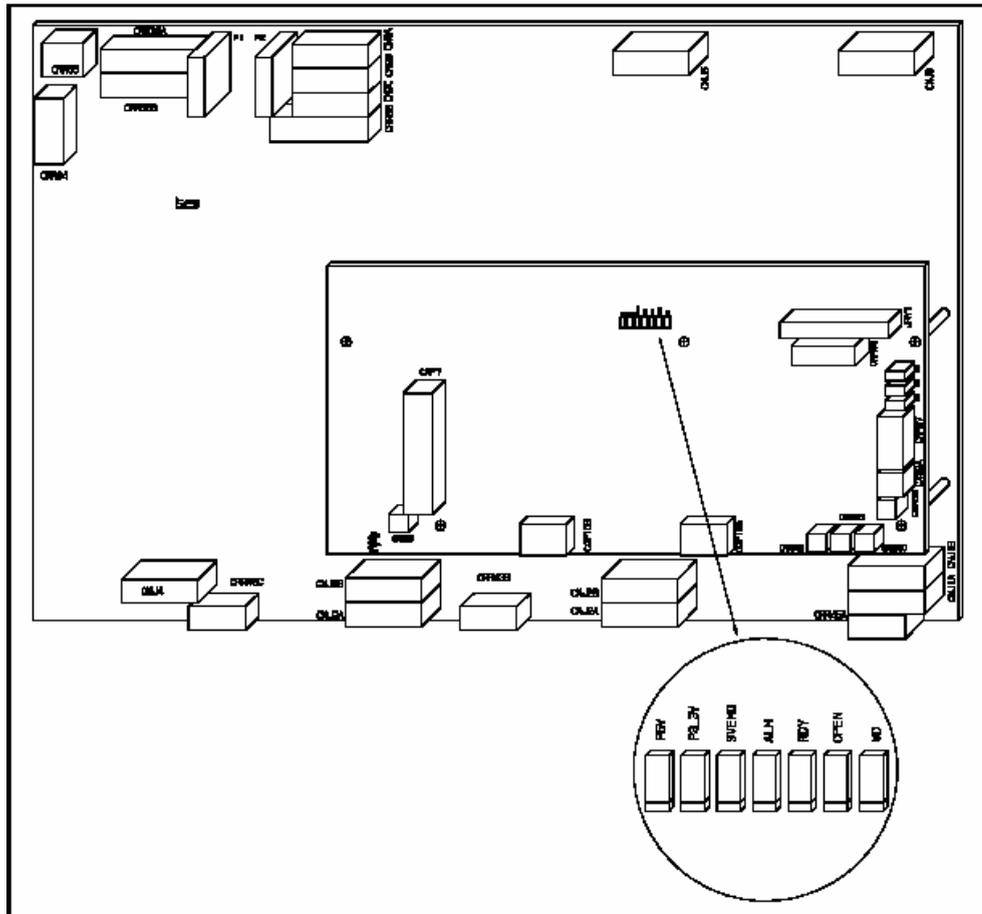
## 2.5 PROCESS I/O 板上的 LED 指示

LED	故障及应对措施
Process I/O CA/CB/DA 	故障：MAIN BOARD 与 PROCESS I/O 板间通信错误 措施 1：更换 I/O 板 措施 2：更换 MAIN BOARD 措施 3：更换 I/O 通信电缆
Process I/O CA/CB/DA 	故障：I/O 板保险丝毁坏 措施 1：更换保险丝 措施 2：检查外设电缆 措施 3：更换 I/O 板



For process I/O printed circuit board CA/CB/DA  
Specification: A60I-0001-0046#2.0

## 2.6 伺服放大器上 LED 指示



LED	颜色	说明
P5V	Green	亮：伺服放大器+5V 电源正常 灭：1；检查机器人 RP1 连接电缆 2；更换伺服放大器
P3.3V	Green	亮：伺服放大器+3.3V 电源正常 灭：更换伺服放大器
SVEMG	Red	亮：机器人有紧急停止信号输入（没有紧急停止信号输入则更换） 灭：机器人正常（有紧急停止信号则更换伺服放大器）
ALM	Red	亮：伺服放大器故障报警
RDY	Green	亮：伺服放大器准备完成可以驱动马达 灭：马达可以运转则更换伺服放大器
OPEN	Green	亮：伺服放大器与 MAIN BOARD 板间通信正常 灭：1；检查伺服放大器与 MAIN BOARD 间通信电缆连接 2；更换伺服控制卡 3；更换伺服放大器
WD	Red	亮：1；更换伺服放大器 2；更换伺服控制卡 3；更换 CPU 卡 4；更换 MAIN BOARD
D7	Red	亮：1；检查控制器内部电缆 2；更换紧急停止板 3；更换伺服放大器

3 查看故障代码详见发那科机器人手册