

1 介绍

本手册解释 ABB 机器人的基本操作、运行。

你为了理解其内容不需要任何先前的机器人经验。

手册被分为章，各章分别描述一个特别的工作任务和实现的方法。

各章互相间有一定联系。因此应该按他们在书中的顺序阅读。

借助此手册学习操作操作机器人是我们的目的，但是仅仅阅读此手册也应该能帮助你理解机器人的基本的操作。

此手册依照标准的安装而写，具体根据系统的配置会有差异。

控制柜有两种型号。一种小，一种大。本手册选用小型号的控制柜表示。

大的控制柜的柜橱有和大的一个同样的操作面板，但是位于另一个位置。

请注意这手册仅仅描述实现通常的工作作业的某一种方法，如果你是经验丰富的用户，可以有其他的方法。

其他的方法和更详细的信息看下列手册。

《使用指南》提供全部自动操纵功能的描述并详细描述程序设计语言。此手册是操作员和程序编制员的参照手册。

《产品手册》提供安装、机器人故障定位等方面的信息。

如果你仅希望能运行程序，手动操作机器人、由软盘调入程序等，不必要读 8-11 章。

2 系统安全及环境保护

机器人系统复杂而且危险性大，在训练期间里，或者任何别的操作过程都必须注意安全。无论任何时间进入机器人周围的保护的空間都可能导致严重的伤害。只有经过培训认证的人员才可以进入该区域。请严格注意。

以下的安全守则必须遵守。

- 万一发生火灾，请使用二氧化碳灭火器。
- 急停开关（E-Stop）不允许被短接。
- 机器人处于自动模式时，不允许进入其运动所及的区域。
- 在任何情况下，不要使用原始盘，用复制盘。
- 搬运时，机器停止，机器人不应置物，应空机。

- 意外或不正常情况下，均可使用 E-Stop 键，停止运行。
- 在编程，测试及维修时必须注意即使在低速时，机器人仍然是非常有力的，其动量很大，必须将机器人置于手动模式。
- 气路系统中的压力可达 0.6MP，任何相关检修都要断气源。
- 在不用移动机器人及运行程序时，须及时释放使能器 (Enable Device)。
- 调试人员进入机器人工作区时，须随身携带示教器，以防他人无意误操作。
- 在得到停电通知时，要预先关断机器人的主电源及气源。
- 突然停电后，要赶在来电之前预先关闭机器人的主电源开关，并及时取下夹具上的工件。
- 维修人员必须保管好机器人钥匙，严禁非授权人员在手动模式下进入机器人软件系统，随意翻阅或修改程序及参数。

安全事项在《用户指南》安全一章中有详细说明。

如何处理现场作业产生的废弃物

现场服务产生的危险固体废弃物有：废工业电池、废电路板、废润滑油和废油脂、粘油回丝或抹布、废油桶。

普通固体废弃物有：损坏零件和包装材料。

- 现场服务产生的损坏零件由我公司现场服务人员或客户修复后再使用；废包装材料，我方现场服务人员建议客户交回收公司回收再利用。
- 现场服务产生的废工业电池和废电路板，由我公司现场服务人员带回后交还供应商；或由客户保管，在购买新电池时作为交换物。废润滑油及废油脂、废油桶、粘油废棉丝和抹布，由我方现场服务人员建议客户分类收集后交给专业公司处理。

3 综述

3.1 S4C 系统介绍：

常规型号：IRB 1400, IRB 2400, IRB 4400, IRB 6400

IRB 指 ABB 机器人，

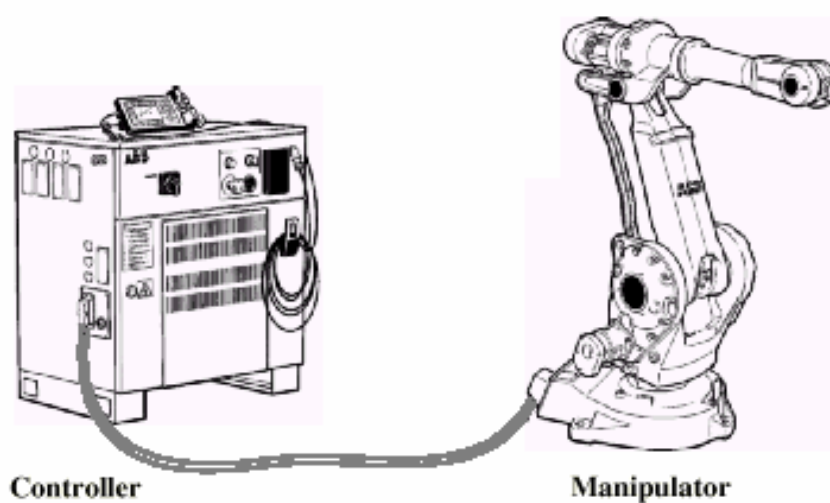
第一位数(1, 2, 4, 6)指机器人大小

第二位数(4)指机器人属于 S4 或 S4C 系统。

无论何型号，机器人控制部分基本相同。

- IRB 1400: 承载较小, 最大承载为 5kg, 常用于焊接。
- IRB 2400: 承载较小, 最大承载为 7kg, 常用于焊接。
- IRB 4400: 承载较大, 最大承载为 60kg 常用于搬运或大范围焊接。
- IRB 6400: 承载较大, 最大承载为 200kg, 常用于搬运或大范围焊接。

3.2 机器人组成:



机器人由两部分组成:

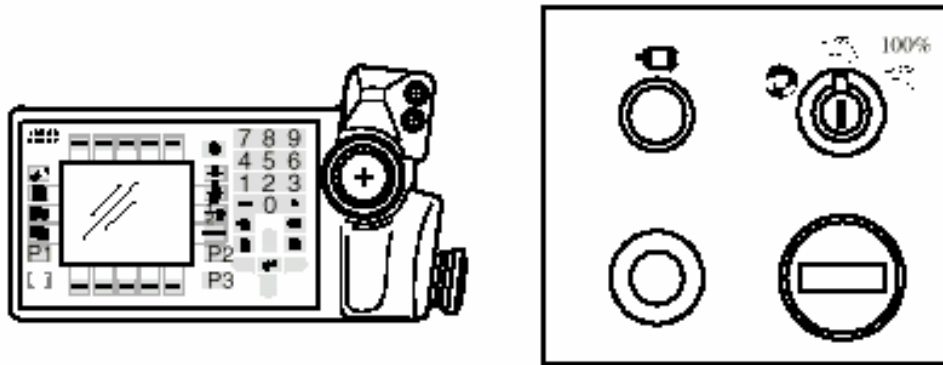
Controller: 控制器。

Manipulator: 机械手。

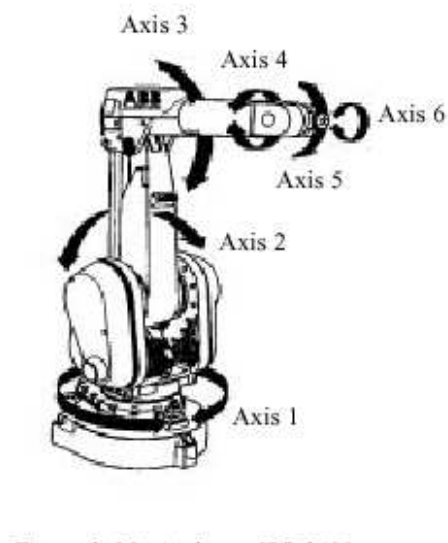
操作人员通过示教器和操作盘操作机器人。

左边是示教器 (Teach Pendant)。

右边是操作盘 (Operator's Panel)。



3.2.1 机械手 (Manipulator)



- 由六个转轴组成空间六杆开链机构，理论上可达空间任何一点。
- 六个转轴均有 AC 伺服电机驱动，运动精度(综合)达正负 0.05mm 至正负 0.2mm。每个电机后均有编码器。
- 有手动松闸按钮，用于维修时使用。
- 机器人必须带有 24VDC。
- 带有串口测量板，测量板带有六节 1.2V 的锂电池，起保存数据作用。

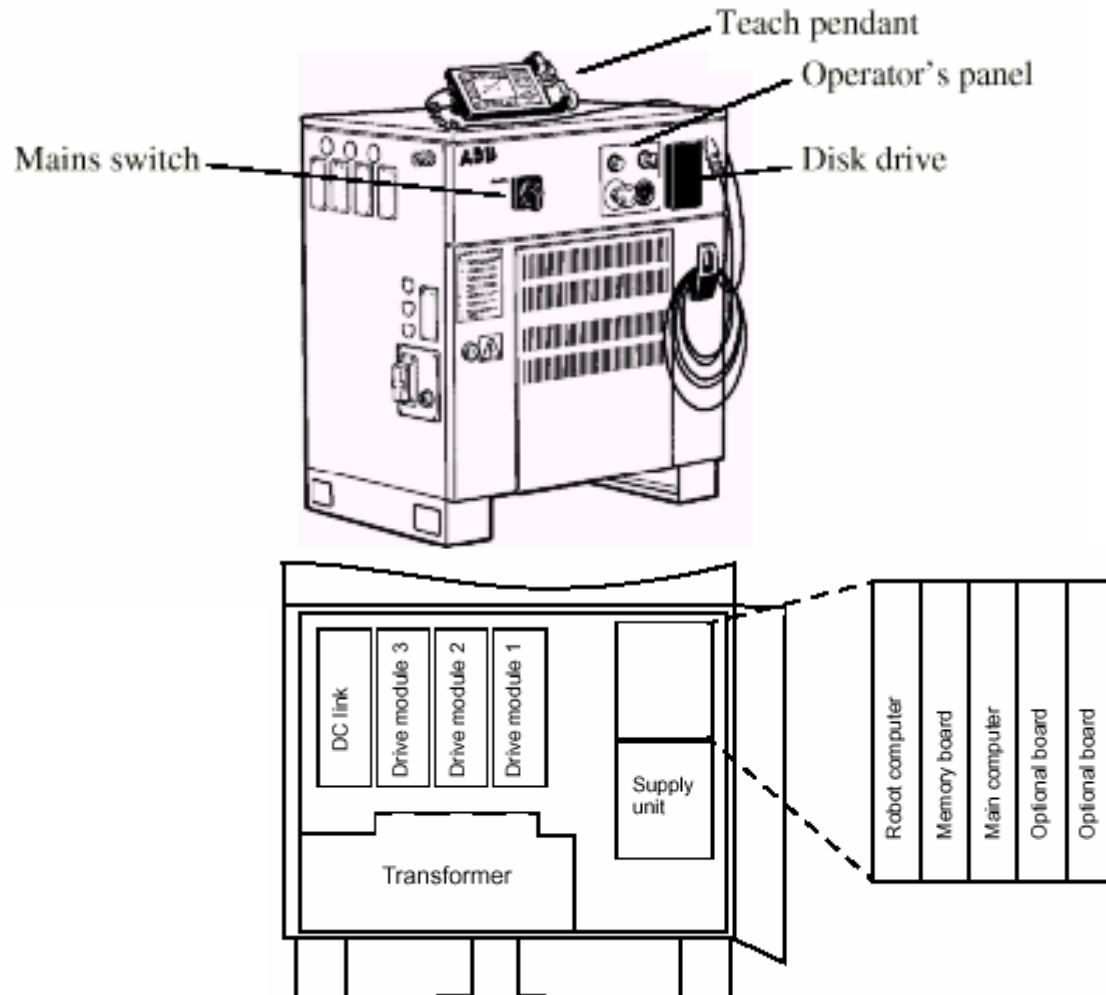
3.2.2 控制系统: (Controller)

Mains Switch: 主电源开关。

Teach Pendant: 示教器。

Operator's Panel: 操作盘。

Disk drive: 磁盘驱动器。



Transformer: 变压器

计算机系统包括。

Robot computer board : 机器人计算机板，控制运动与输入/输出通讯。

Memory board: 存储板，增加额外的内存。

Main computer board: 主计算机板，含 8M 内存，控制整个系统。

Optional boards: 选项板

Communication boards: 通讯板, 用于网络或现场总线通讯

Supply unit: 供电单元，整流输出电压及短路保护。

驱动系统包括:

DC link: 将三相交流电转换为三相直流

Drive module : 控制 2-3 根轴的转矩。

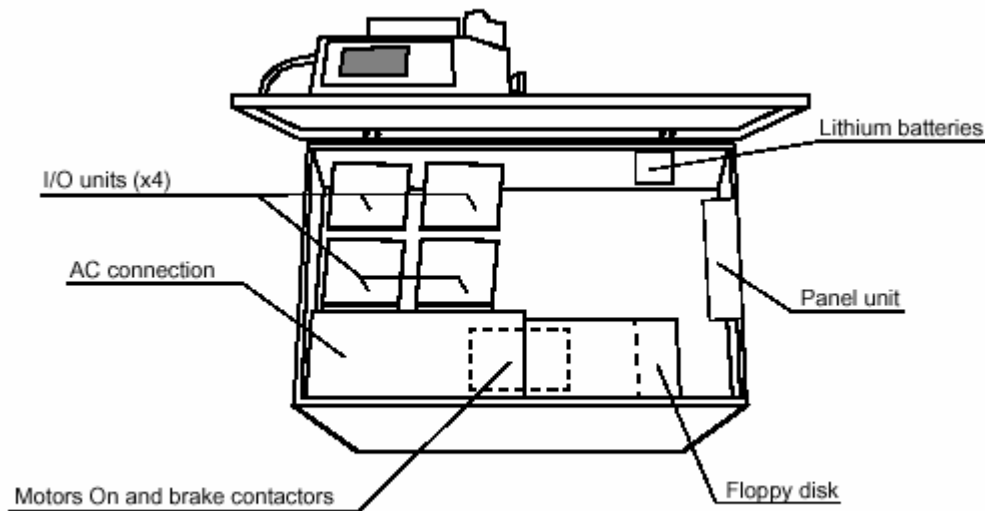


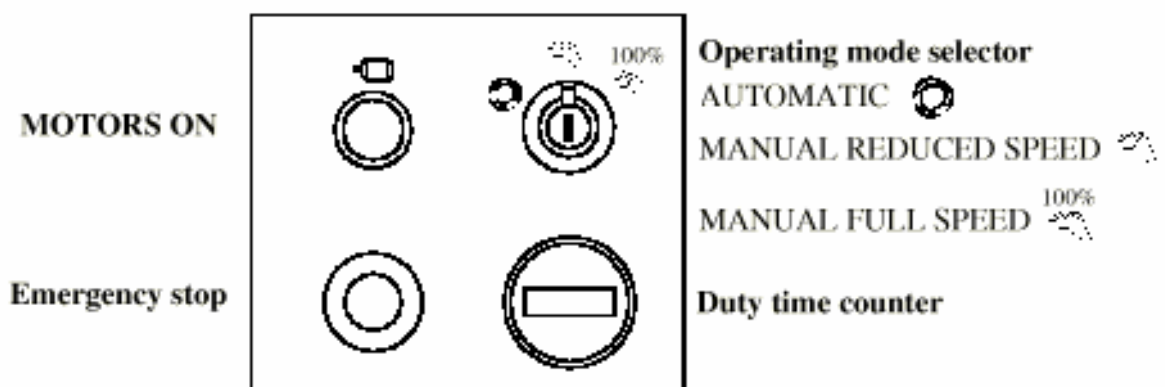
Figure 9 The location of units under the top cover.

Lithium batteries: 锂电池，存贮备用电源。

Panel unit: 面板单元，处理所有影响安全与操作的信号。

I/O units : 输入/输出单元。

Serial measurement board (in the manipulator):
串行测量板，收集并传送电机位置信息。



3.2.3 操作盘功能介绍

MOTORS ON: 马达上电。

Operating mode selector: 操作模式选择器。

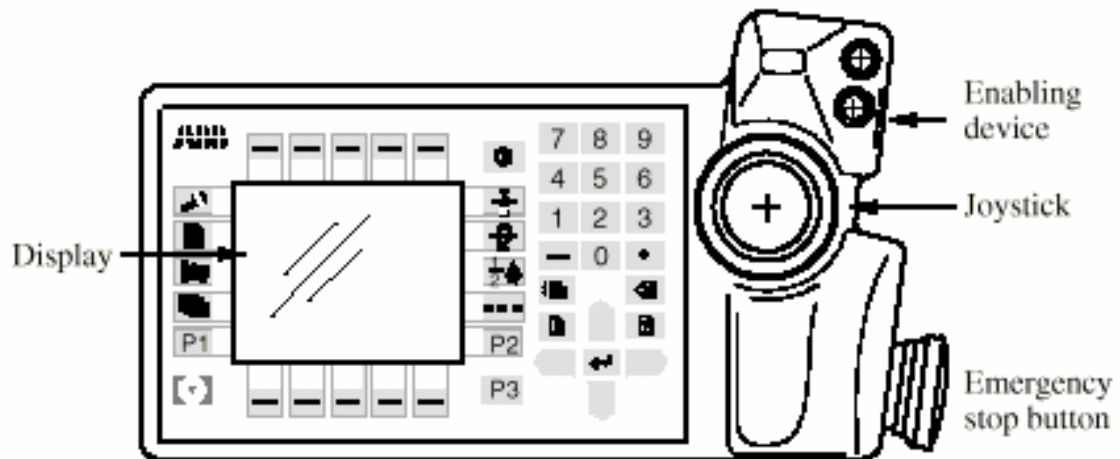
AUTOMATIC: 自动模式。用于正式生产， 编辑程序功能被锁定。

MANUAL REDUCED SPEED: 手动减速模式。 用于机器人编程测试。

MANUALFULLSPEED:手动全速模式。只允许训练过的人员在测试程序时使用。
。一般情况下，不要使用这种模式。(选配项)

Duty time counter:机械手马达上电，刹车释放的总时间。

3.2.4 示教器功能介绍

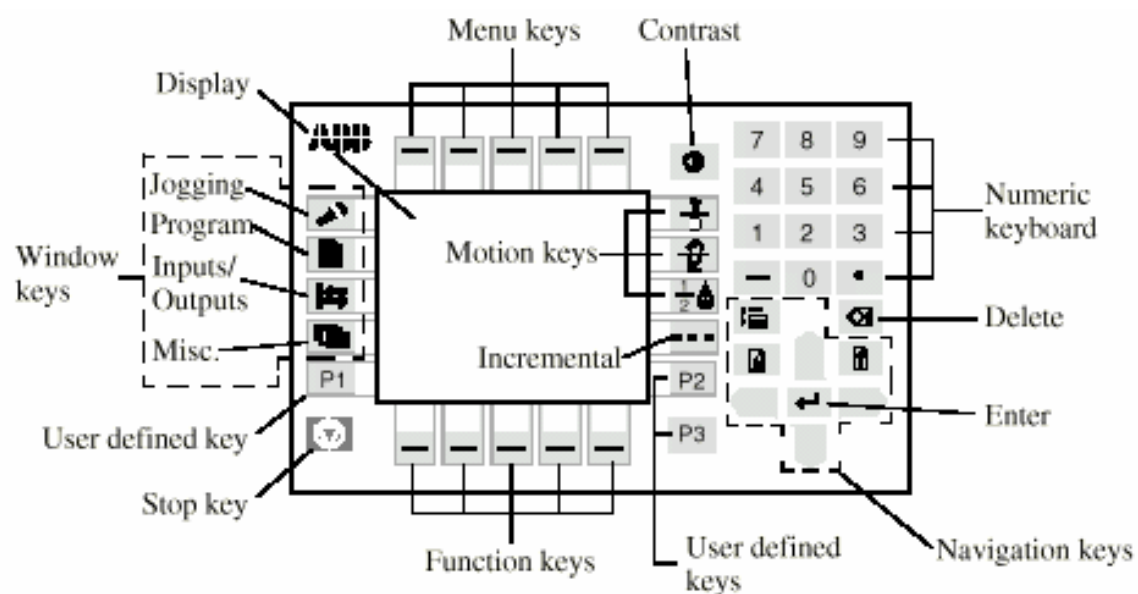


Emergency stop button(E-Stop): 急停开关。

Enabling device: 使能器。

Joystick: 操纵杆。

Display: 显示屏。



窗口键



Jogging: Used to jog the robot.



Program: Used to program and test.



Inputs/Outputs: Used to manually operate the input and output signals connected to the robot.



Misc.: Miscellaneous; other windows, i.e. the System Parameters, Service, Production and File Manager windows.

Jogging 操纵窗口：手动状态下，用来操纵机器人。
显示屏上显示机器人相对位置及坐标系。

Program 编程窗口：手动状态下，用来编程与测试。
所有编程工作都在编程窗口中完成。

Input/Outputs 输入/输出窗口：显示输入输出信号表。
显示输入输出信号数值。可手动给输出信号赋值。

Misc. 其他窗口：包括系统参数、服务、生产以及文件管理窗口。

导航键

	List: Press to move the cursor from one part of the window to another (normally separated by a double line).
	Previous/Next page: Press to see the next/previous page.
	Up and Down arrows: Press to move the cursor up or down.
	Left and Right arrows: Press to move the cursor to the left or right.

List: 将光标在窗口的几个部分间切换。（通常由双实线分开）

Previous/Next Page: 翻页。

Up and Down arrows: 上下移动光标。

Left and Right arrows: 左右移动光标。

运动控制键



Motion Unit: Press to jog the robot or other mechanical units.



Motion Type: Press to select how the robot should be jogged, reorientation or linear.



Motion Type: Axis by axis movement. 1 = axis 1-3, 2 = axis 4-6



Incremental: Incremental jogging on/off

Motion Unit:选择操纵机器人或其它机械单元(外轴)。

手动状态下，操纵机器人本体与机器人所控制的其他机械装置（外轴）之间的切换。

Motion Type:选择操纵机器人的方式是沿 TCP 旋转还是线性移动 TCP。

手动状态下，直线运动与姿态运动切换。

直线运动指机器人 TCP 沿坐标系 X、Y、Z 轴作直线运动。

姿态运动指机器人 TCP 在坐标系空间位置不变，机器人六根转轴联动改变姿态。

Motion Type:单轴操纵选择，操纵杆只能控制三个方向需切换。

第一组：1、2、3 轴

第二组：4、5、6 轴

Incremental:点动操纵 ON/OFF

其它键

Other keys:



Stop: Stops program execution.



Contrast: Adjusts contrast of the display



Menu keys: Press to display menus containing various commands.



Function keys: Press to select the various commands directly.



Delete: Deletes the data selected on the display.



Enter: Press to input data.

Stop: 停止键，停止程序的运行。

Contrast: 调节显示器对比度。

Menu Keys: 菜单键，显示下拉式菜单（热键）。
共有五个菜单键。显示包含各种命令的菜单。

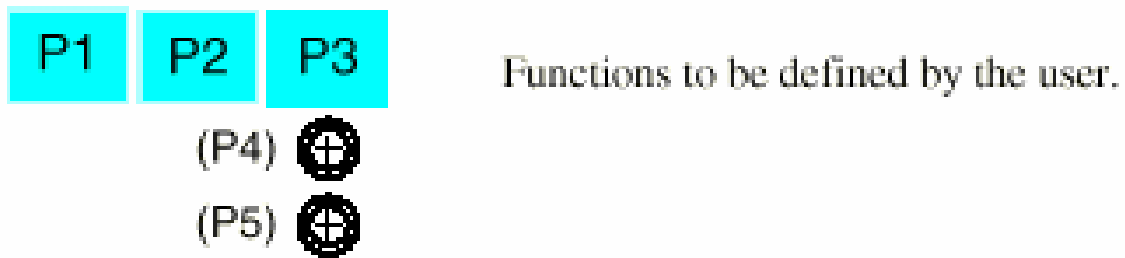
Function keys: 功能键，直接选择功能（热键）。
共有五个功能键。直接选择各种命令。

Delete: 删除键。删除显示屏所选数据。

机器人上，所要删除任何数据、文件、目录等，都用此键。

Enter: 回车键，进入光标所示数据。

自定义键



P1-P5: 这五个键的功能可由程序员自定义。

3.3 软件系统(RoborWare):

- RoborWare 是 ABB 提供的机器人系列应用软件的总称
- RoborWare 目前包括 BaseWare. BaseWare Option. ProcessWare, DeskWare, FactoryWare 五个系列,
- 每个机器人均配有一张 IRB 或 Key 盘, 若干张系统盘和参数盘,
- 根据每台机器人工作性质另外有应用软件选项盘。
- 除 IRB 盘或 Key 盘为每台机器人特有其他盘片通用。

3.4 手册:

- User Guide 用户手册介绍如何操作
- Product Manul 产品手册介绍如何维修
- RAPID Refurence 编程手册介绍如何编程
- Instatlation Manul 安装手册介绍如何安装

4 启动

4.1 合上电源



合上电源前，要检查确认无人处于机器人周围的防护区内。

合上主电源开关



系统自动检查机器人硬件，当检查完成且无故障被检测到，系统将在示校器上显示如下信息



在自动模式下，生产窗口将在几秒钟后出现。

机器人通常以上次电源关闭时相同的状态启动。程序指针保持不变；全部数字输出都置为断电以前的值，或者置为系统参数中指定的值。当开机后程序重新启动时，是正常的开关机：

- 机器人慢慢地回到编程路径（有偏差），然后在程序的路径上继续。
- 运动设定和数据自动被设定到断电前相同的值。
- 机器人将继续对中断作出反应。

- 在断电前激活的机械单元将在程序开始后自动被激活。
- 弧焊和点焊过程自动被重置。但是，如果程序正好执行到焊接数据有变化时，新数据将在接缝上过早被激活。

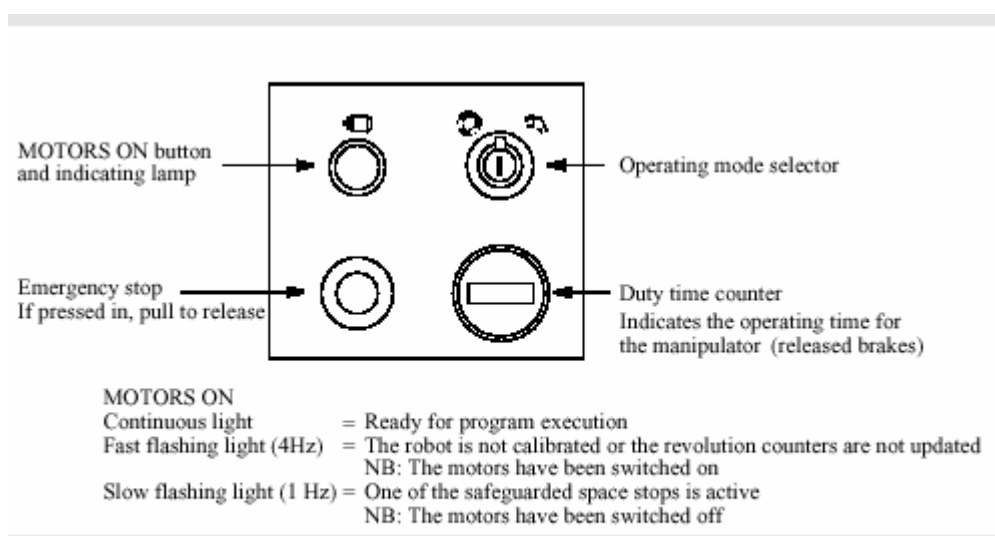
限制：

- 全部文件和串行通道都被关闭(可由用户程序控制)。
- 全部模拟输出都被置为 0，软伺服置为缺省值上(可由用户程序控制)。
- 焊缝跟踪不能被重置。
- 独立的轴不能被重置。
- 如果在中断例程序或错误处理程序执行时发生断电，程序路径不可能重新开始。
- 如果在中央处理器非常忙的时候发生断电，有可能由于系统无法正常关机而导致无法重新启动。机器人在这种情况下将告诉用户重新开始不可能。

启动时的故障

机器人启动时将对机器人功能进行广泛的检查。如果发生错误，会在示教器上以一般文本信息格式进行报告，并在机器人的事件记录中进行记录。欲了解详细信息，请参阅产品手册。

4.2 操作面板



下图为操作面板的功能描述

Figure 2 The operator's panel is located on the front of the cabinet.

MOTORS ON 指示灯状态:

持续亮: 程序待命状态。
快速闪烁(4Hz): 机器人不同步, 电机已上电。
慢速闪烁(1Hz): 运行链断开, 电机未上电。

4.3 紧急制动及紧急制动的复位

当急停键有效后, 电机电源被迅速切断而停止程序运行。
排除引起急停的因素后, 复位急停键并重新按下 MOTORS ON 即可恢复系统。

5 用窗口进行工作

在本章中我们学习如何打开一个窗口并使用它, 如下图, 以 INPUT/OUTPUT (输入/输出窗口) 为例进行说明。

按  键进入 INPUT/OUTPUT (输入/输出窗口)。

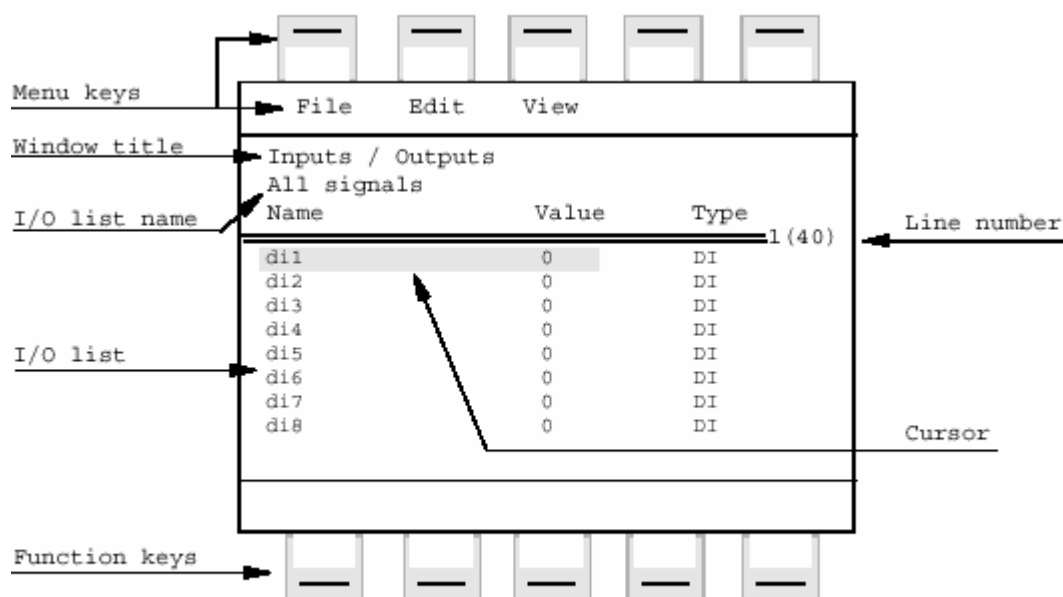
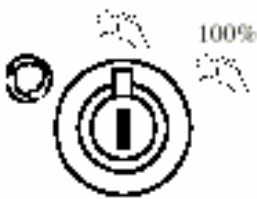


Figure 11 Window for manual I/O handling.

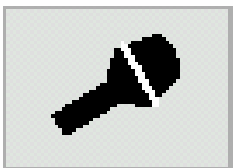
- 输入/输出窗口中 I/O 列表的显示取决于系统中信号的定义及系统中有多少 I/O 板。
- 通过导航键或编辑键可以选择 I/O 信号。按回车键可查询该信号的连接及设置信息
- 选择输出信号时可用功能键改变输出状态。

6 手动操作机器人

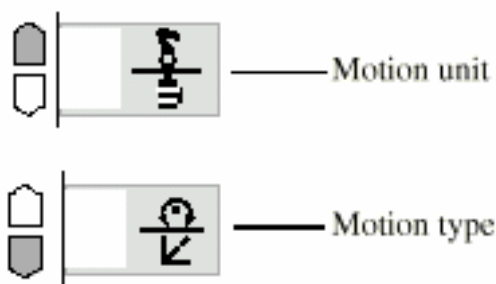
6.1 将操作模式选择器置于手动减速模式。



6.2 切换至操纵窗口。



6.3 检查运动控制键中的 Motion unit, Motion type 的设置。



- Extenal Unit: 外轴运动单元，机器人最多可控制六个外轴。
 Robot: 机器人。
 Linear: 直线运动。
 机器人工具姿态不变，机器人沿坐标轴直线移动。
 选择不同坐标系，移动方向将改变。
 Reorientation: 旋转运动。
 机器人工具中心点位置不变，机器人沿坐标轴转动。
 Axes (Group1, 2): 单轴运动。

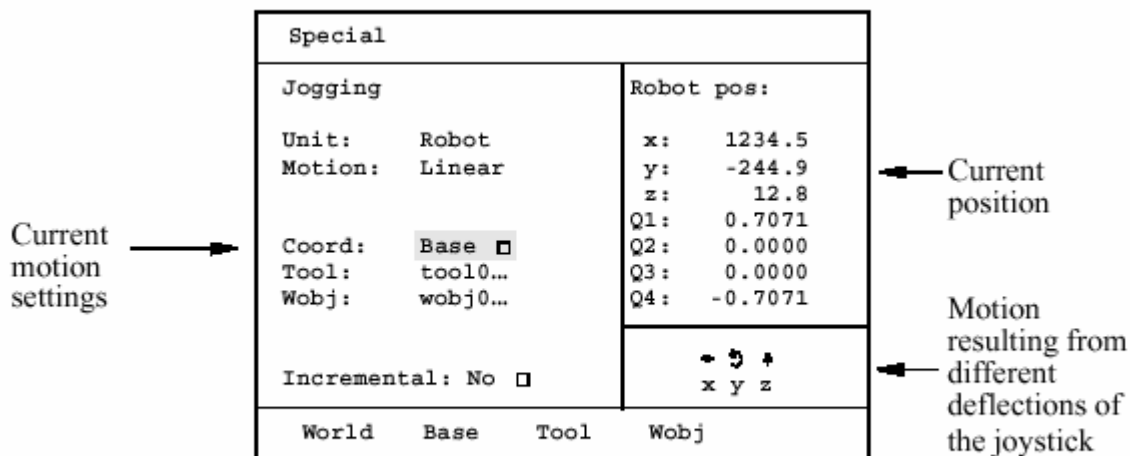
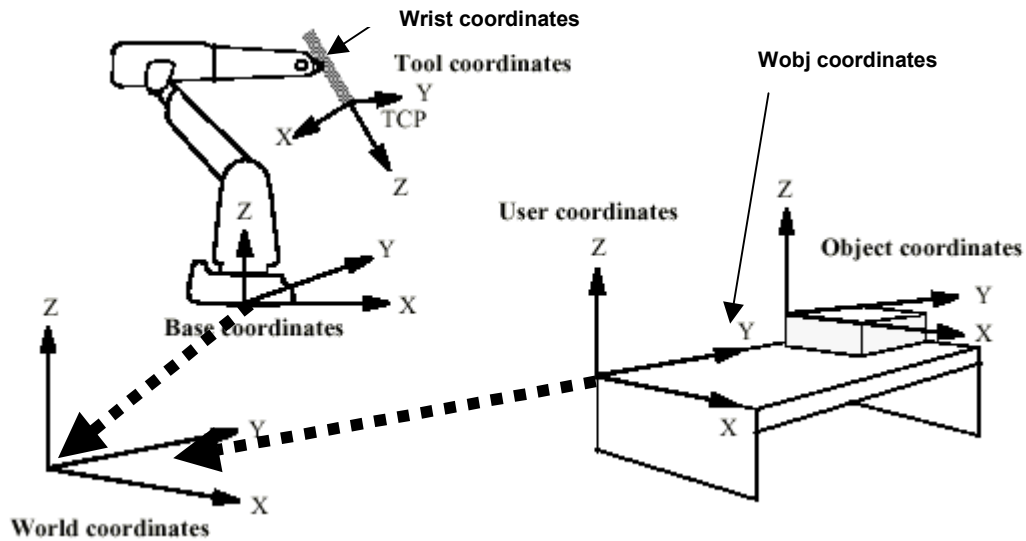


Figure 2 Define the various jogging settings in the Jogging window.

6.4 坐标系，工具，速度设定

机器人可以建立的坐标系有“World 坐标系”，“Base 坐标系”，“Tool 坐标系”，“Wobj 工件坐标系”，“Wirst 腕坐标系”等。

其相互关系如下:



Coord: 摇杆操作坐标系。

World 大地坐标系。

Base 基础坐标系。

Tool 工具坐标系。

Wobj 工件坐标系。

Tool: 工具选择。

Wobj: 工件坐标系选择。

Incremental: 点动速度选择。

No (Normal 正常)

Small (慢)

Medium (中等)

Large (快)

6.5 按下使能键(Enabling Device), 摇动摇杆操作机器人。

使动装置:

- 自动模式下无效。
- 手动模式下, 使动装置有三个位置。
- 起始为“0”, 机器人马达不上电。
- 中间为“1”, 机器人马达上电。
- 最终为“0”, 机器人马达不上电。

6.5.1 沿直线移动机器人工具

 设置运动方式为直线。

操纵机器人沿 Base 座标系的方向移动：

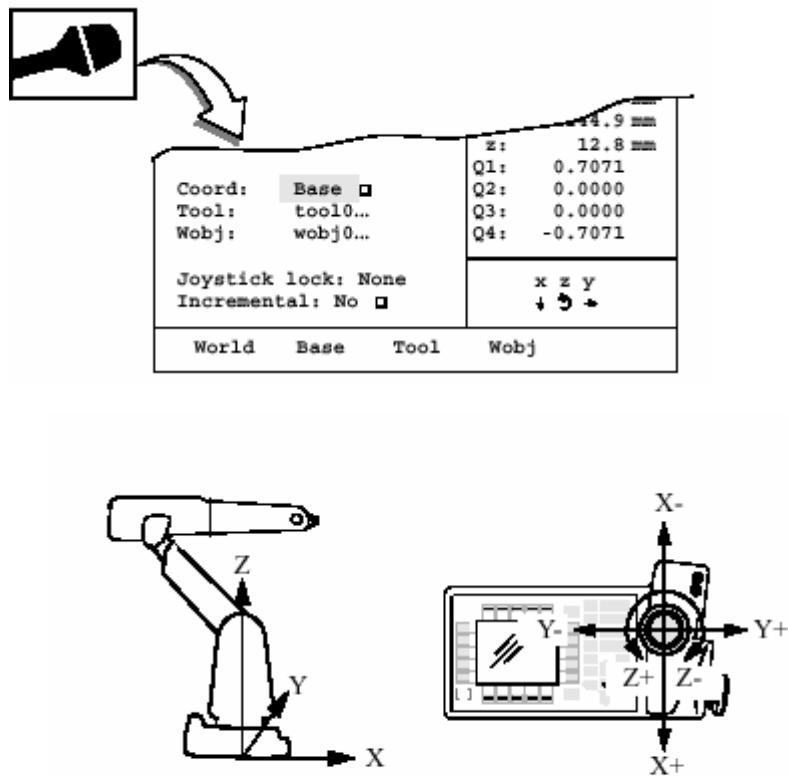
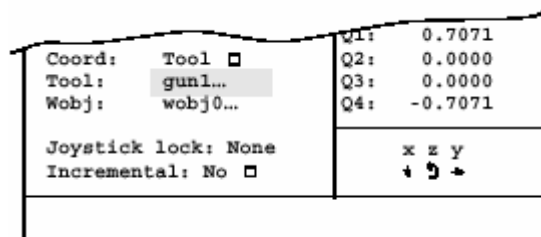


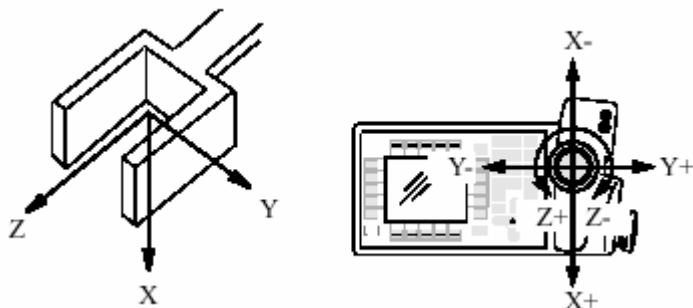
Figure 7 Linear movement in the base coordinate system.

操纵机器人沿 Tool 座标系的方向移动：

按 TOOL 选择所需的工具为 gun1。



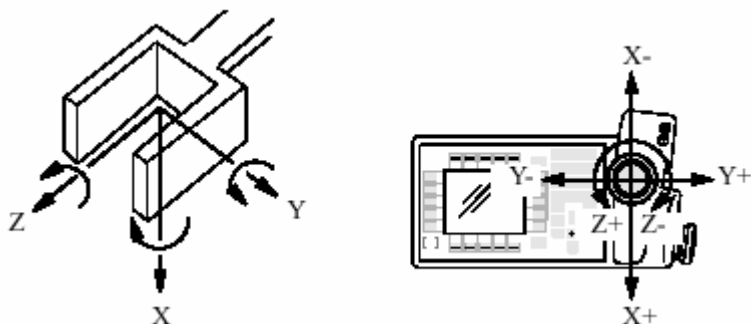
机器人将沿 gun1 的方向移动(改变 gun1 的方向可获得特定的移动效果)



6.5.2 旋转移机器人工具

将  移动方式置为旋转

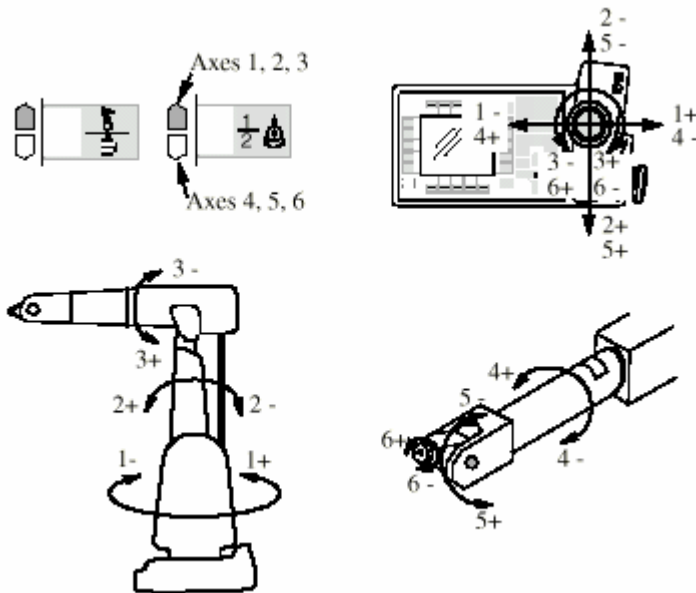
选择工（夹）具（Tool）。



机器人将以如图所示方式绕选定工具的中心点(TCP)旋转。

6.5.3 单轴移动机器人

如果要进行单轴操纵，其操纵方向为



6.5.4 沿坐标系调整工具方向

工具的 Z 方向可以用 Align 功能调整到与选定坐标系的一个方向一致。调整时，选定坐标系三个方向中与当前工具 Z 方向夹角最小的方向是调整的目标方向。

整
如
将
整
Z

的目标方向。
下图所示，若想
工具 Z 方向调
为垂直(与 World
方向一致)。

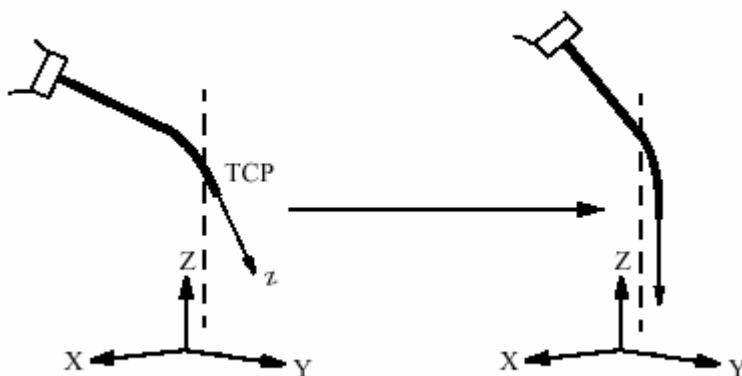


Figure 13 The tool is aligned along the Z-axis.

- 首先手动调整工具 Z 方向到接近垂直。
 - 选择 Special: Align
- 系统将显示可用于调整的参照坐标系如下：

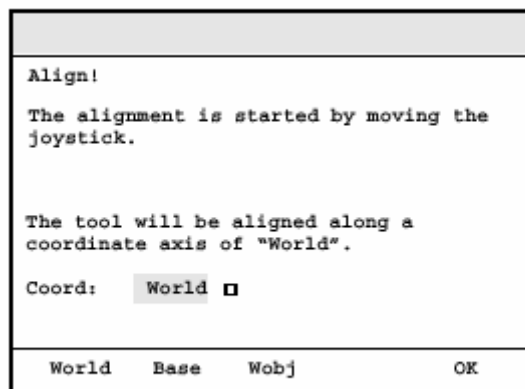
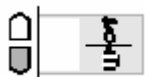


Figure 14 The dialog box for aligning the tool.

- 选择期望的参照坐标系 World
- 按下使动键，轻碰一下摇杆，机器人将自动移动到期望的方向后停止运动。
- 按 OK 完成调整。

6.5.5 操纵外部轴



设置运动方式为外部轴。

选择 Unit，按功能键选择要操纵的外轴。

如果系统有超过 5 个外轴，按回车键，功能键上可显示其他的外轴。

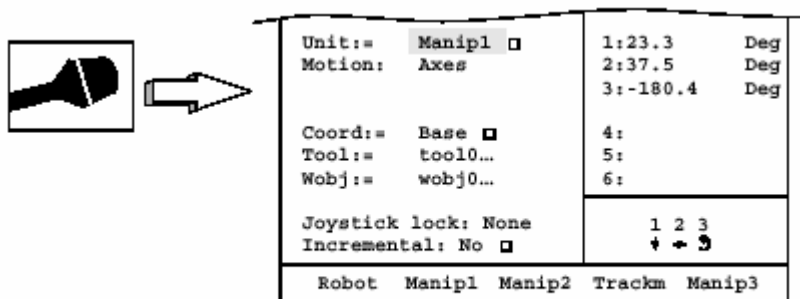


Figure 24 Specify the unit to be jogged in the Unit field.

6.5.6 点动移动机器人

点动移动(incremental)功能是用来精确的调整机器人位置。
如下图进入点动状态。

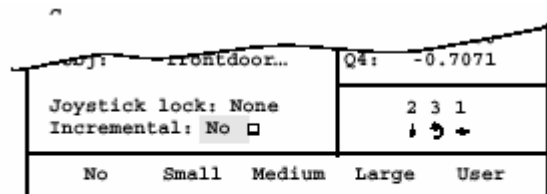


Figure 22 Specify the incremental step size in the field Incremental.

当机器人处于点动状态时，每动一下摇杆，机器人移动一步；摇杆倾斜超过 1 秒钟后，机器人以每秒 10 步的速度连续移动，直到摇杆复位。

点动步长选择

No: 连续运动，速度与摇杆倾斜角度成比例。

Small: 步长约 0.05 mm 或 0.005 度

Medium: 步长约 1 mm 或 0.02 度

Large: 步长约 5 mm 或 0.2 度

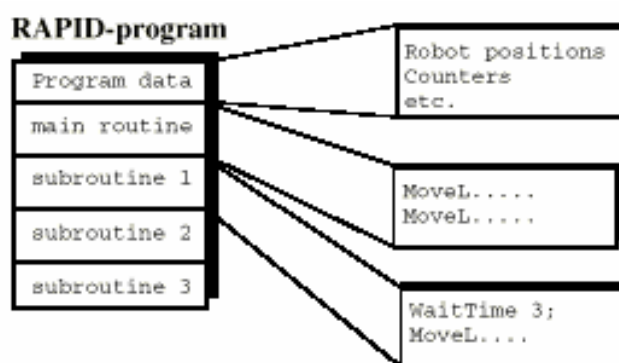
User: 用户自定义步长

7 自动生产

7.1 开机上电，将操作模式选择器置于减速手动模式。

7.2 调入程序

RAPID 语言所编写的简单程序都是由三个最基本的部分组成。



Program: 程序。

Main routine: 主程序，主程序必不可少并总是程序执行的起点。

Subroutine: 子程序。

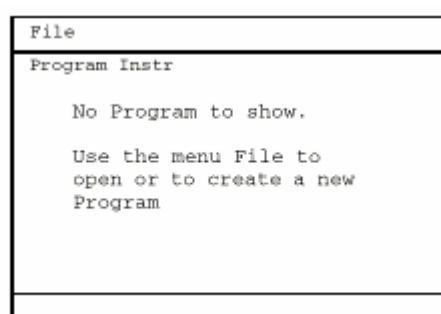
Program data: 程序中所使用的数据。

7.3 以下利用系统磁盘“Controllerparmenters”中, \Demo 目录下的练习程序“Exercise.prg”, 说明如何调入程序。

7.3.1 切换至编程窗口。

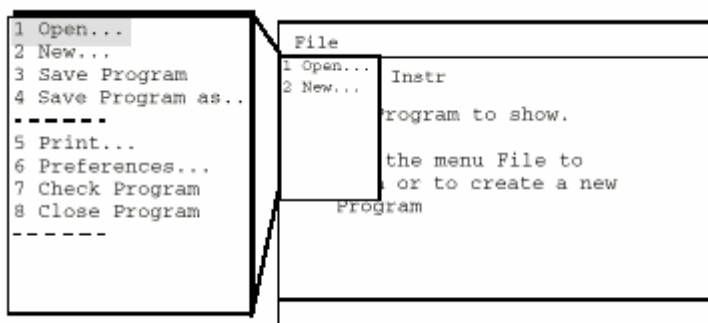


如果内存中没有程序，就会显示以下窗口。

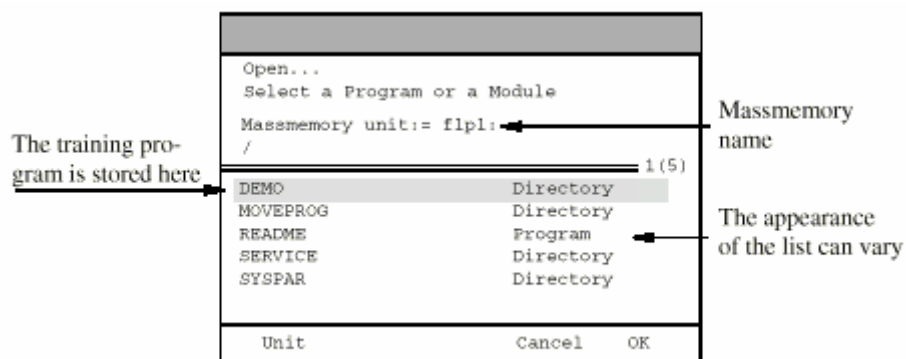


7.3.2 将磁盘插入磁盘驱动器。

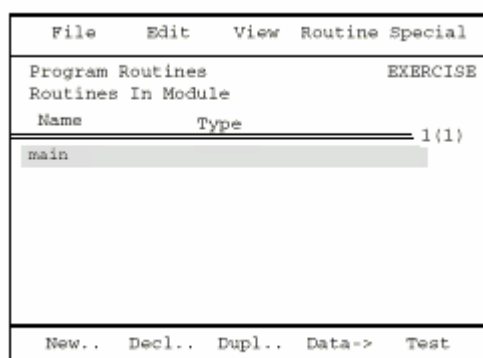
7.3.3 按下 File 菜单键并选择 1. Open 选项。



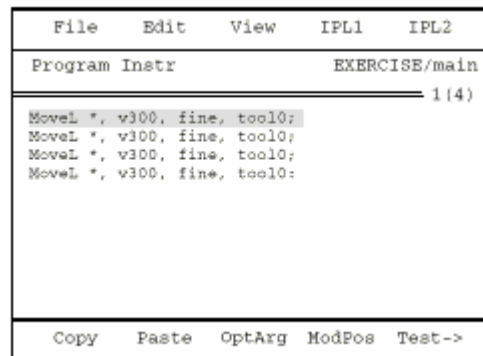
7.3.4 系统将显示以下窗口，可以通过 Unit 功能键在磁盘驱动器和 RAM 驱动器中切换以找到所需程序。



7.3.5 经普通的目录操作找到并选择好程序后按 OK 功能键，即调入程序，调入时机器人操作系统同时进行程序的语法检查和编译，对有错误的程序会给出相应的信息。根据系统版本的不同，下面的窗口可能会跳过。

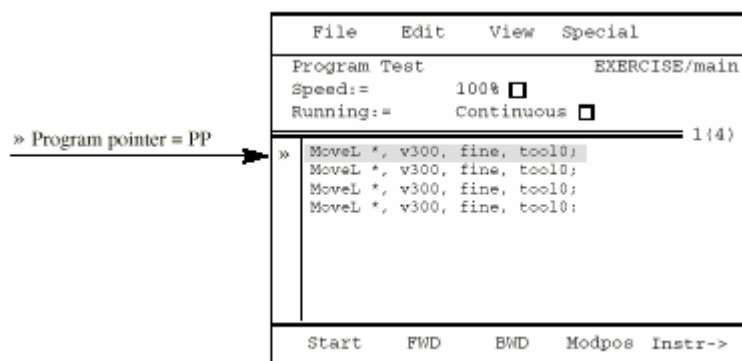


7.3.6 再按回车键即会显示程序内容。



7.4 启动程序

- 如果当前是在其它窗口的，请用窗口键切换到编程窗口。
- 按 Test 功能键，进入编程测试窗口。
- PP（程序运行指针）至关重要，它指示出一旦启动程序，程序将从哪里起执行。



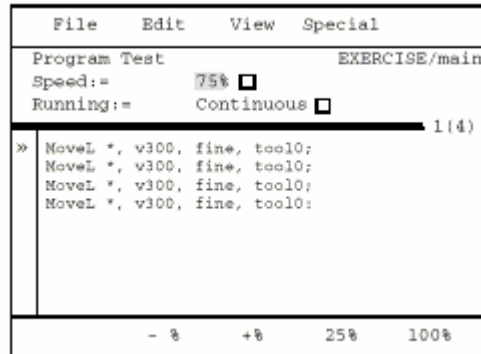
Start: 连续执行程序。

FWD: 单步正向执行程序。

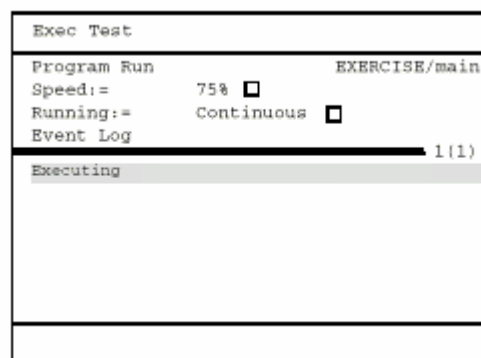
BWD: 单步逆向执行程序。

Instr->: 切换到编程编写窗口。

- 利用导航键中的 List 键切换到窗口的上半部，更改程序测试时的机器人运动速度（以百分比表示）。

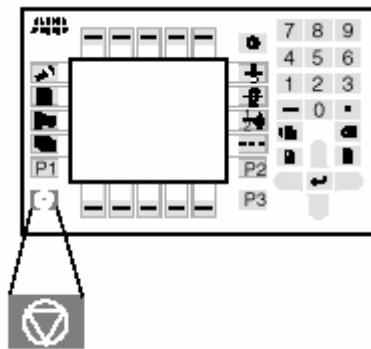


- 按下使能器不放，再按下 Start 或 FWD 功能键即可运行程序。



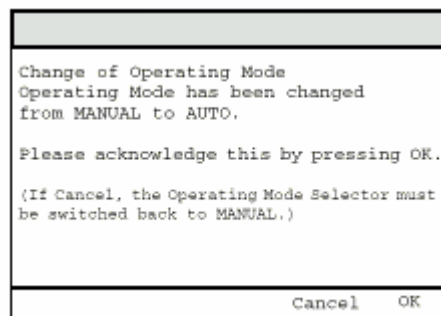
7.5 停止程序

- 按下停止键即停止程序的运行，注意：正常情况下应该用这种方法停止程序的运行，不要靠释放使能器强行终止运行。

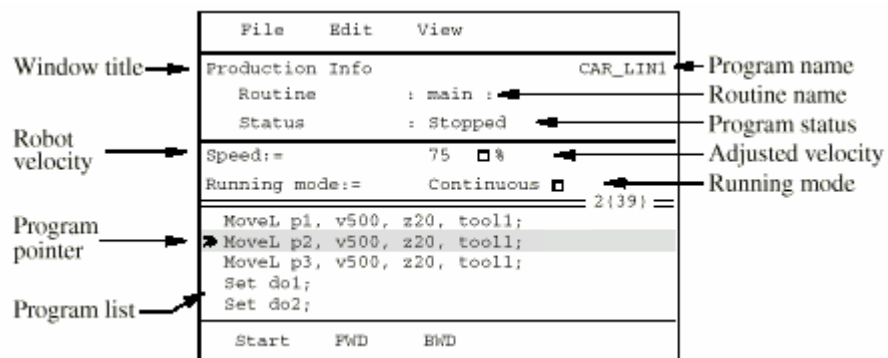


7.6 自动运行

1. 将操作模式选择器置于自动模式。



2. 按下 OK 功能键进入生产窗口。



Program name: 程序名。

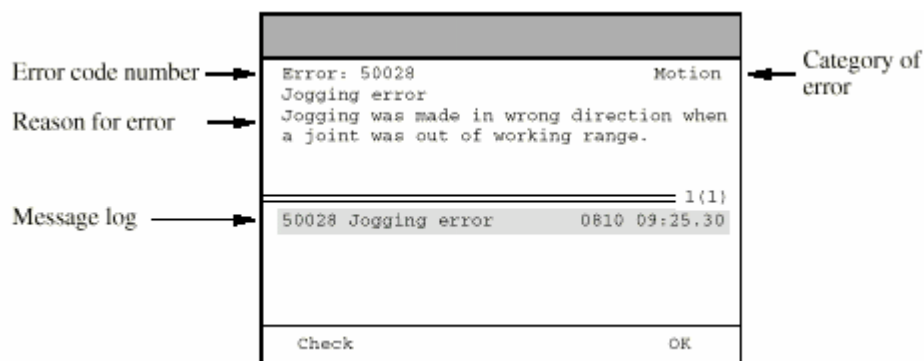
Routine name: 子程序名。

Program pointer: 程序运行指针。

3. 按下操作盘上的“MOTOR ON”按钮，令马达上电。
4. 按下 Start 或 FWD 功能键即可运行程序。

7.7 错误信息

- 无论何时何种错误，一旦发生，系统会立即弹出错误信息窗口。



Error code number: 对应每个错误系统给出的唯一的错误代码。

Category of error: 错误类别。

Reason for error: 错误发生的原因。

Message log: 记录错误发生的时间，简单的原因。

按下 Check 功能键还能看到系统提供的排除该错误的方法和建议。

7.8 关机

注意：机器人所有的输出信号都会因关机而消失，夹具上的工件可能因此而掉下来。

1. 首先停止程序的运行。
2. 然后旋转主电源开关由 1-0，切断 380V 入力。

建议：除非停电不要关机，这样能保证后备电池的寿命。

8 编程与测试

8.1 程序的组成：

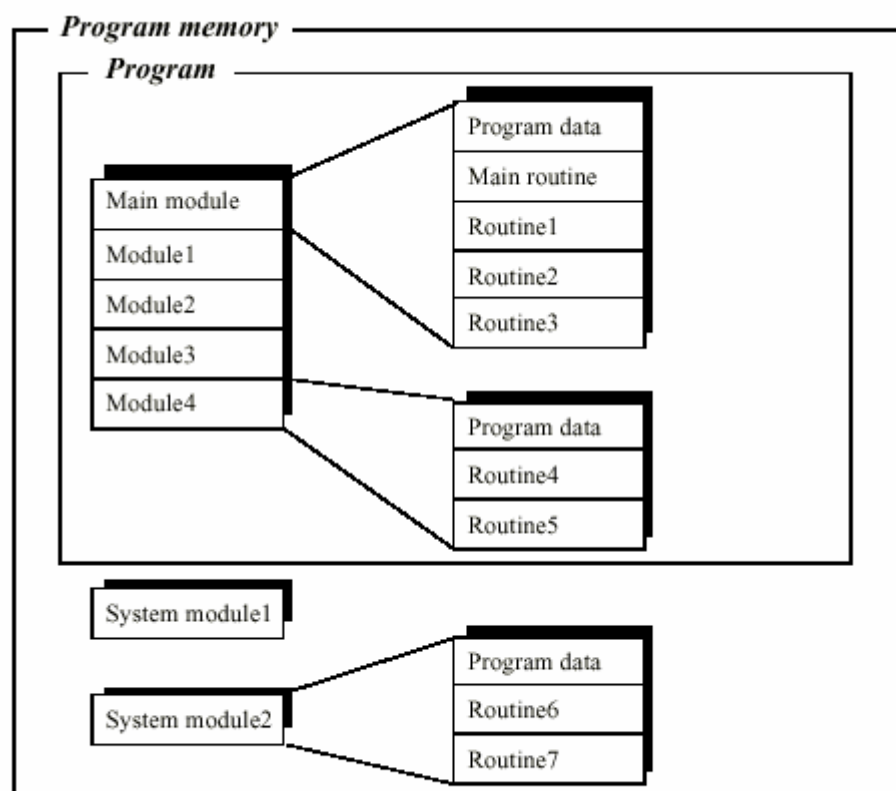


Figure 1 The program can be divided into modules.

应用程序是由三个不同部分组成：

1. 一个主程序。
2. 几个子程序（例行程序）。
3. 程序数据。

除此之外，程序存储器还包括系统模块。USER 模块与 BASE 模块在机器人冷启动后自动生成。

8.2 编程窗口：

File	Edit	View	IPL1	IPL2
Program Instr			WELDPipe/main	
			M.C.1	
			1(26)	
!Init data			1 MoveL	
counter:=0;			2 MoveJ	
!Go to start position			3 MoveC	
MoveL pstart,v500,FINE,gripper			4 ProcCall	
WaitUntil dil=1;			5 Set	
!Start			6 Reset	
Set startsignal;			7 :=	
open_gripper;			8 Incr	
MoveJ *,v500,z10,gripper;			9 More ▾	
Copy	Paste	OptArg. (ModPos) →Test		

1. File

Open	打开一个现有文件。
New	新建一个程序。
Save program	存储更改后的现有程序。
Save program as	存储一个新程序。
Print	打印程序。
Prefence	定义用户化指令集。
Check program	检验程序。光标会提示。
Close	在工作内存中关闭程序。

Save moduel	存储更改后的现有模块。在 Moduel 窗口)
Save moduel as	存储一个新模块。(在 Moduel 窗口)

- 打开一个现有文件:
编程窗口/File/Open/回车/选择文件/OK/进入指令编辑窗口。
- 新建一个程序:
编程窗口/File/New/回车/进入文件编辑窗口, 输入文件名/OK/进入指令编辑窗口。

2. Edit

Cut	剪切。注意可能丢失指令。
Copy	复制。
Paste	粘贴, 将剪切或复制的指令粘贴。
Go to top	将光标移至顶端。
Go to buttom	将光标移至末端。
Mark	定义一块, 涂黑部分。
Change selocted	修改指令。可直接选到位打回车。
Show value	输入数据。可直接选到位打回车。
Modpos	修改机器人位置。功能键上有。
Search	寻找指令, 程序复杂时很有用。

3. 功能键:

Copy、Paste、Modpos 在 Edit 中可以找到。
Test 为编程与测试切换键。
IPLhide 分为 IPL1 与 IPL2。
IPL1 为指令目录。
IPL2 中有 Most commt1、Most commt2、
Most commt3 为用户化定义指令, 在 File Preference 中定义。

8.3 基本运动指令:

MoveL p1, v100, z10, tool1;

Move L: 线性运动。(Linear)
Move J: 关节轴运动。(Joint)

Move C: 圆周运动。(Circular)

p1: 目标位置。
v100: 规定在数据中的速度。
z10: 规定在转弯区尺寸。
tool1: 工具。(TCP)

在光标指在此指令时，打回车，再按 OptArg 键，可选择参变量。

{ \ Conc }

协作运动。机器人未移动至目标点，已经开始执行下一个指令。

{To Point}

在采用新指令时，目标点自动生成*。

{\V}

定义速度 mm/s。

{\T}

定义时间 s。不管速度只考虑时间。

{\Z}

定义转弯区尺寸 mm。

{\Wobj}

采用工件系坐标系统。

速度选择: mm/s

- 将光标移至速度数据处，回车，进入窗口。选择所需速度。
- vmax 速度为 v5000, 可自定义速度。
- 最大可定义至 v7000，但机器人未必能达到。

转弯区尺寸选择: mm

- 将光标移至转弯区尺寸数据处，回车，进入窗口。
- 选择所需转弯区尺寸，可自定义。
- fine 指机器人 TCP 达到目标点，在目标点速度降为零。机器人动作有停顿，焊接时必须用。
- zone 指机器人 TCP 不达到目标点，机器人动作圆滑、流畅。

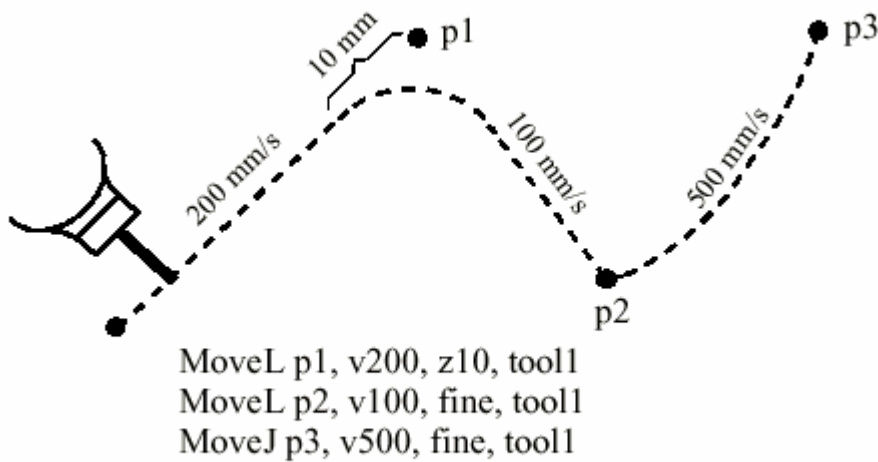
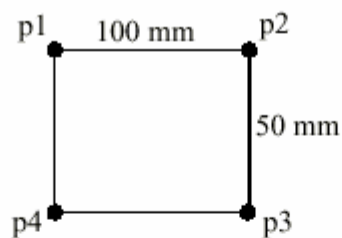
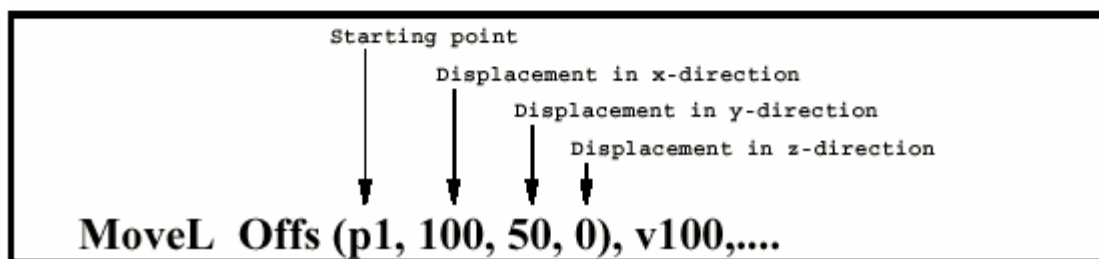


Figure 1 Positioning the robot.



MoveL p1,	MoveL p1,
MoveL p2,	MoveL Offs (p1, 100, 0, 0),
MoveL p3,	MoveL Offs (p1, 100, 50, 0),
MoveL p4,	MoveL Offs (p1, 0, 50, 0),
MoveL p1,	MoveL p1,

Figure 6 Two different ways of programming a movement.

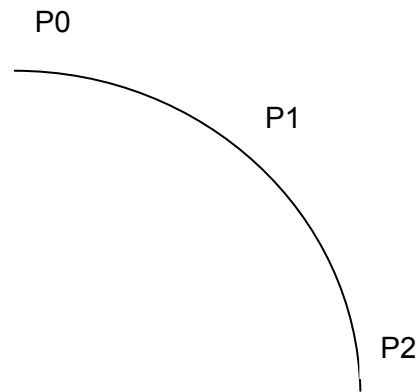


为了精确确定 p1、p2、p3、p4 点，可以采用函数 offs，反馈一个参变量。

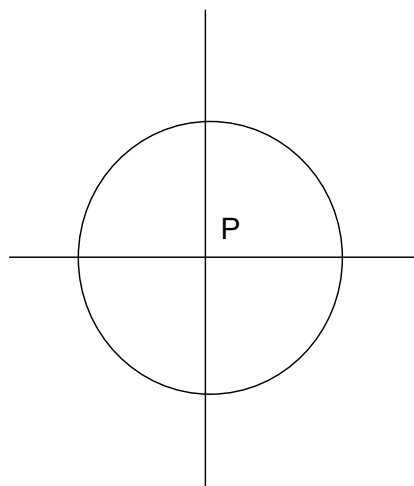
offs(p, x, y, z)代表一个离 p1 点 X 轴偏差量为 x, Y 轴偏差量为 y, Z 轴偏差量为 z 的点。

将光标移至目标点, 回车, 选择 Func, 采用切换键选择所用函数。

MoveC p1, p2, v100, z1, tool1;



- 画一个半径为 80mm 的圆:



```
MoveJ p0, v500, z1, tool1;
MoveL offs(p, 80, 0, 0), v500, z1, tool1;
MoveC offs(p, 0, 80, 0), offs(p, -80, 0, 0), v500, z1, tool1;
MoveC offs(p, 0, -80, 0), offs(p, 80, 0, 0), v500, z1, tool1;
MoveJ p0, v500, z1, tool1;
```

8.4 输入输出群指令:

- do 指机器人输出信号。
- di 指输入机器人信号。
- 输入输出信号有两种状态，1 为接通，0 为断开。

Set do1; 将一个输出信号赋值为 1。

Reset do1; 将一个输出信号赋值为 0。

Wait DI di1/maxtime:=5/Timeflag:=flag1;

等待输入信号 Di1 值为 1，等待时间为 5 秒，5 秒内得到相应信号则执行下一句指令，并将 flag1 置为 false。

超过 5 秒未得到相应信号则将 flag1 置为 true，不执行下面的指令，并显示相应信息。

- 最大等待时间单位为秒，最大等待时间为五分钟。

Wait Until di=1;

等待一个输入信号值为 1，才执行下一行指令。

8.5 通信指令（人机对话）：

TP ERASE; 清屏指令。

TP WRITE 书写指令。

TP WRITE “ ABB ”; 显示 ABB。

TP WRITE ABB; 显示所赋予 ABB 的值。

TP Read num “reg1” ;

在示教板上赋予机器人变量数据。

Wait Time 3;

等待一断时间，再执行下一行指令。时间单位为秒。

8.6 程序流程指令：

IF 判断执行指令。

IF < exp > THEN	符合<exp>条件，
“ Yes-part ”	执行“Yes-part” 指令。
ENDIF	

IF < exp > THEN	符合<exp>条件,
“ Yes-part ”	执行“Yes-part”指令。
ELSE	不符合<exp>条件,
“ Not-part ”	执行“Not-part” 指令。
ENDIF	
IF < exp1 > THEN	符合<exp1>条件,
“ Yes-part1 ”	执行“Yes-part1”指令。
ELSEIF < exp2 > THEN	符合<exp2>条件,
“ Yes-part2 ”	执行“Yes-part2”指令。
ELSE	不符合<exp1>、<exp2>条件,
“ Not-part ”	执行“Not-part”指令。
ENDIF	

WHILE 循环至不满足条件后, 执行 **END WHILE** 以下指令。

WHILE reg1< 5 DO	循环至符合条件 reg1> 5,
reg1:=reg1+1;	才执行 ENDWHILE 后指令。
ENDWHILE 应	避免进入死循环。

8.7 其他常用指令:

:= 赋值指令。

```
ABB := 5;  
ABB := reg1+reg3;  
ABB := “ WELCOME ”;
```

ProcCall; 调用一个例行程序指令。

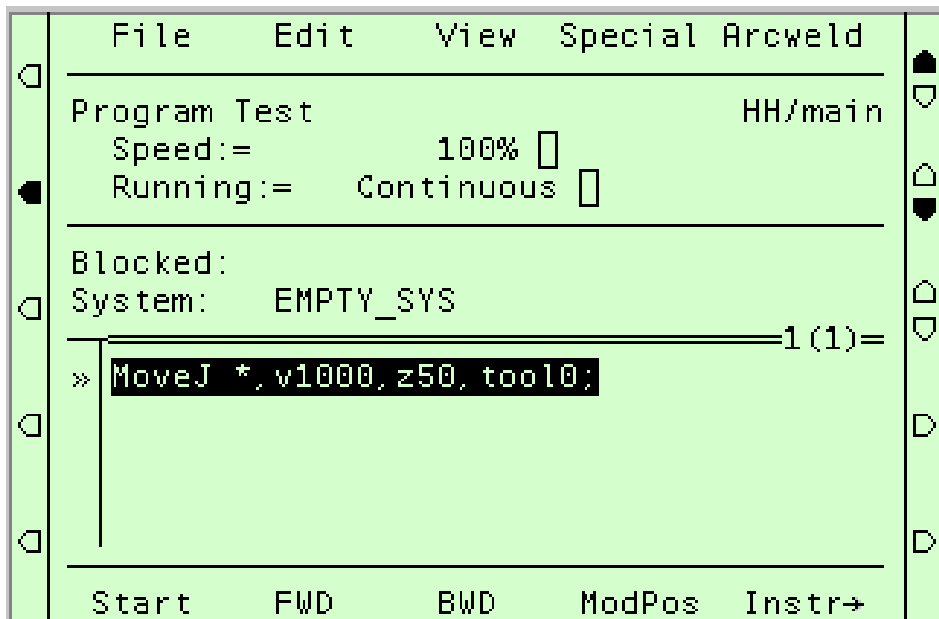
8.8 测试

1. 手动减速状态/编程窗口/File/Check Program

- 检查程序语法

2. 编程窗口/Test

- 切换至程序测试窗口



Start	启动程序，机器人按程序指令运行。
FWD	机器人按程序指令顺序向前运行一个指令。 通过程序指针与光标确定当前指令行。
BWD	机器人按程序指令顺序向后运行一个指令。 通过程序指针与光标确定当前指令行。
Modpos	修正机器人运行位置。
Instr>	切换至指令窗口。

3. 选择运行模式：在测试窗口按切换键。

- Cont 连续运行，程序执行完毕，自动循环执行。
- Cycle 单次运行，程序执行完毕，自动停止。

4. 选择运行速度：

- 100%为程序内定速度或 250 mm/s。
- -%、+%在 1%至 5%之间以 1%递增或递减。
- -%、+%在 5%至 100%之间以 5%递增或递减。
- 运行速度调整可在程序运行时同步进行。
- 在焊接中，只改变空行程速度，焊接速度不变。

5. 按 Special/Move...../选择程序测试起点

- PP “》” 指针(待执行指令)
- Course 光标(黑色背景部分)

6. 电机上电(Enable)/FWD 或 Start 开始程序测试。

- 可选择 Special/simulate/add 进行电机断电方式测试(机器人不动)
- 机器人将按程序运行，注意安全。

7. 修正工作点。

- 将光标移动到需要修正的工作点上按 Modpos 键修正工作点。
- 注意操作窗口所选的 Tool 及 Wobj 必须与工作点所在的指令行一致。

8. 删除一个指令行

- 将光标移至所要删除的指令行/按删除键/用 OK 确认。

9. 增加一个指令行

- 按 Instr>键进入指令窗口/选择指令/被选择的指令生成在光标所指指令行的下一行。如果光标在程序第一行会出现一个提示窗口选择新指令生成在程序第一行或下一行，用 OK 确认。

10. 运行正确，按 S-Stop 键停止测试。

9 输入与输出

9.1 输入输出窗口:

I/O list name →

File Edit View		
Inputs/Outputs		
All signals		
Name	Value	Type
4 (64)		
di1	1	DI
di2	0	DI
grip1	0	DO
grip2	1	DO
grip3	1	DO
grip4	1	DO
progno	13	GO
welderror	0	DO
0	1	

I/O list

- 在输入输出窗口或编程窗口不能更改或定义输入输出信号，所有操作只能在系统参数中进行。
- 窗口显示所有用户信号，对 DO 信号可以手动用功能键赋值 1 或 0。

当手动赋值时，与机器人配合的外围设备可能运动，注意安全！

9.2 定义 I/O 信号板:

- 其他窗口/System Parameters/回车/
- Topics/I/O Signals/回车/Type/I/O Boards/
- 用 Add 键定义新 I/O 板或用删除键删除/File/Restart

File Edit Topics Types			
System Parameters		IO Signals	
IO Units			
Name	Address	Type	Bus
3 (3)			
PANEL	10	d331	BASE
d327_11	11	d327	BASE
d328_12	12	d328	BASE
Add			

9.3 定

义或更改用

户信号:

1. 其他窗口/System Parameters/回车/
2. Topics/I0 Signals/回车/
3. Type/I0 Boards/将光标移至所需输入输出板/回车/
4. 用 Add 增加用户信号/用删除键删除用户信号/
5. 将光标移至所选信号/回车/可以更改信号数据（定义信号名等）/
6. File/Restart

File		Edit	Topics	Types
System Parameters		IO Signals		
User Signals				
Name	Unit	Type	Sig	
				1 (96)
currentok	d327_11	DI	4	
di6	d327_11	DI	6	
di7	d327_11	DI	7	
do1	d327_11	DO	1	
do2	d327_11	DO	2	
do28	d328_12	DO	12	
do29	d328_12	DO	13	
do32	d328_12	DO	16	
Add				

10 系统备份及冷启动

10.1 系统备份

系统备份是指系统软件与应用软件的保存。

机器人的系统软件和应用软件均保存在软盘或机器人 Ramldisk 上，软盘并不适于长时间保存数据，机器人的某些故障会导致 Ramldisk 上数据丢失。

- 系统和应用软件的不完整将使机器人发生故障后的恢复十分困难！
- 一定要按以下步骤做好系统备份

系统备份的内容：

1、系统软件备份

- 得到系统软件 (Base Ware 等) 马上进行系统软件备份。
- 在可靠的计算机硬盘和软盘上各备份一套。
- 尽可能不要使用原始盘

2、应用软件备份

- 每个应用软件调试结束后, 用户化的一切数据需要备份。

1) 当前工作程序备份

其他窗口/Service/file/backup/回车修改储存路径及文件名。(约需数分钟)

2) ramldisk 备份：

其他窗口/File manager/备份所有在 Ramldisk 上的产品程序与模块

10.2 系统冷启动

1、系统冷启动使系统清盘，系统自检。

以下情况需要系统冷启动：

- 系统不能运行。
- 遇到不易解决、不易找到的问题时。
- 遇到死机情况。
- 在生产中出现较大故障。

10.3 系统冷启动步骤:

1. 清除内存:

- 在示教板无反应情况下, 拔出两节并联电池, 二十秒后复位。
- 在示教板可操作情况下采用其他窗口/Service/File/Restart/输入 1, 3, 4, 6, 7, 9/选择 C-Start

2. 闭合电源, 系统自检。

3. 按顺序插入系统盘(有屏幕提示)。

4. 根据机器人配置回答相应提问。

安装第 3 张盘后会有三种安装方式可选择:

slient(系统配置的安裝, 提问最少, 通常选此方式安装。)

Add opt(增加选项安装, slient 方式安装后系统不能正常恢复, 可选择此方式, 比 slient 多回答一些问题)

Query(提问式安装, 前两种方式安装均不能正常恢复系统时选择此方式, 需全面了解系统软件和硬件配置, 详细回答系统安装提问, 错误的会答可能导致系统安全性的降低)

5. 安装备份系统参数及应用程序:

- 其他窗口/Service/file/restore/回车选择路径及文件名。
- /OK(约需数分钟)/File/Restart/回车/OK

6. 操纵机器人至零位:

- 以单轴方式操纵各个轴至标记位置

7. 标定机器人原位:

- 其他窗口/Service/回车/
- View/Calibition/Calib/Rev.Counter Updato.../回车/
- All/OK/File/Restart/回车/OK

8. 检验零位:

- 插入系统 IRB 盘/编程窗口/File/Open/回车/
- Unit 选择 flp1/Service/Calibrat/Call400/OK/
- main/回车/View/Test/回车/按住使动按钮不要放/
- Start/*400/Cal. pos./Normal
- 如果机器人至零位, 系统冷起动成功。不在零位, 从第 6 步开始重做。

9. 恢复 Ramldisk 内容

- 编程窗口/File/open 调入应用程序
- 其他窗口/File manager/恢复所有在 RAM 盘上的产品程序与模块

10.4 系统冷启动注意点:

- S4C 共有系统盘八张, Key 盘一张。
- 若安装过程中意外中断或系统死机, 关闭电源半分钟后再开机, 即可从新开始冷启动。若无效可用拔电池方法。
- 系统冷起动时应采用备份盘, 不使用原始盘。

11 机器人保养检查表

11.1 机器人本体:

- 检查动力电缆与通讯电缆。
- 检查各轴运动状况。
- 检查各轴密封。
- 检查机器人零位。
- 检查机器人标定数据。
- 检查机器人电池。(大于 7.2V)
- 检查机器人各轴马达与刹车。
- 检查机器人各轴电缆。
- 机器人各轴加润滑油。

11.2 机器人控制柜:

- 检测控制柜温度。
- 检查主机板、存储板、计算板以及驱动板。
- 检查程序存储电池。(大于 3.6V)
- 检查变压器以及保险丝。
- 检查机器人三相电源。
- 检查 I/O 板以及保险丝。
- 检查安全链。
- 检测示教板操作。
- 检查电扇及空调。
- 检测软盘读取口。

11.3 其他:

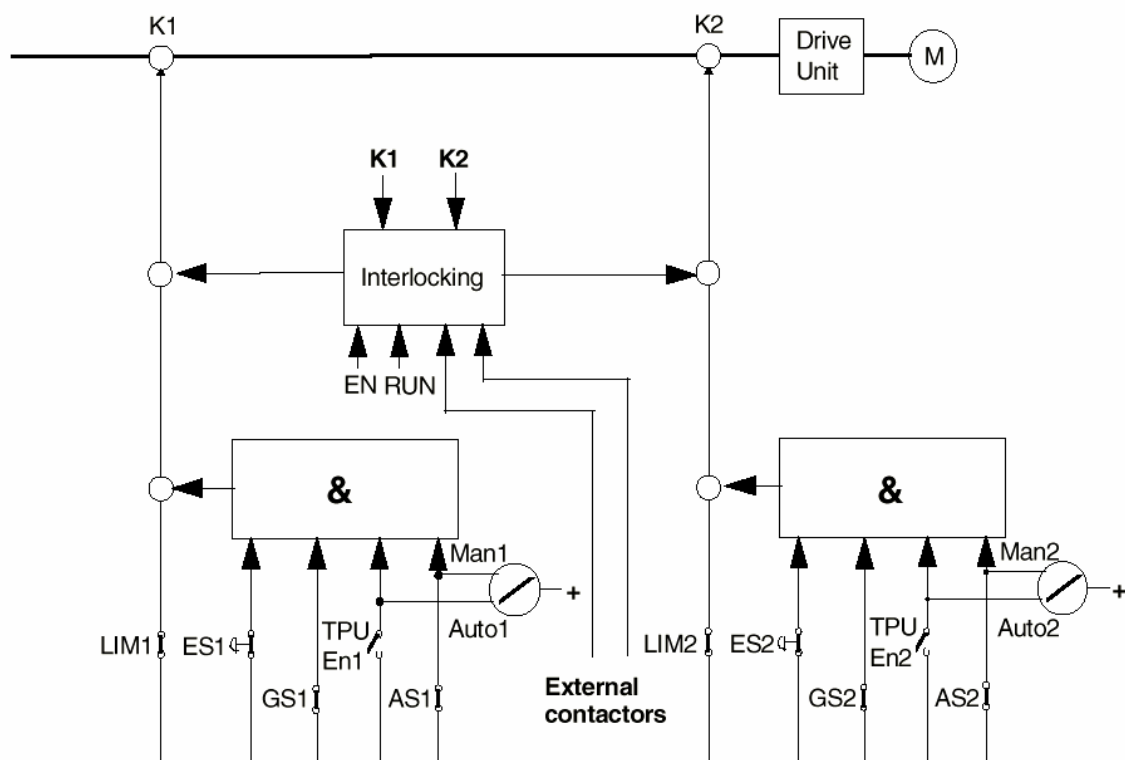
- 清洁机器人。
- 机器人软件备份。
- 检查机器人工作位置。

附录 1 安全控制链

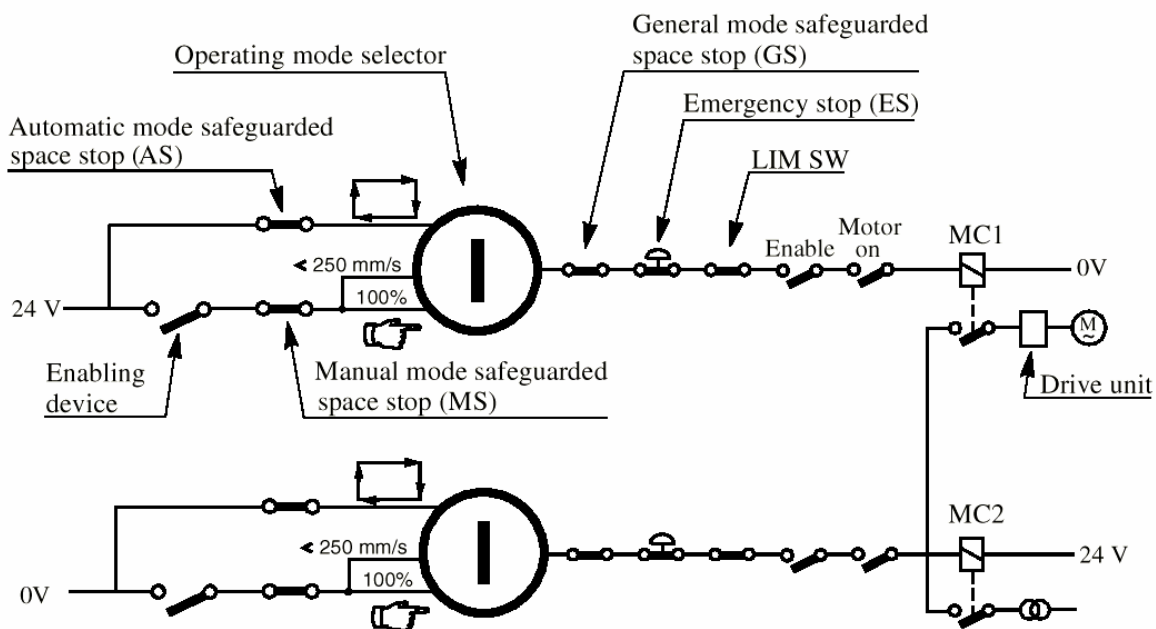
一、操作安全控制链

- 安全链是由机器人计算机控制电机上电的双回路。
- 在电机上电前，每一条回路的所有开关都必须闭合。
- 安全链中任何一个继电器断开，系统都将断开电机供电并吸合电机抱闸。
- 控制面板上的指示灯和示教器的 I/O 窗口均可显示上电状态。

绝对禁止对安全链进行任何形式的短接、定义或修改。



S4C 系统安全链



S4 系统安全链

附录 2 定义工具中心点 (TCP)

一、工具中心点 (Tool Center Point)

机器人移动是通过工具坐标系同工件坐标系通过矩阵计算来确定。所以 TCP 是机器人非常重要的一个环节。

TCP 在以下场合需要重新定义

1. 工具重新安装。
2. 更换工具。
3. 工具使用后出现运动误差。

二、定义 TCP 方法：

1. 首先在机器人工作范围找一个非常精确的固定点作参考点。
2. 再在工具上找一个参考点（最好在工具中心）。
3. 操纵工具上的参考点以最少四种不同的姿态尽可能接近固定参考。
4. 机器人通过四组解的计算，得出 TCP 坐标。

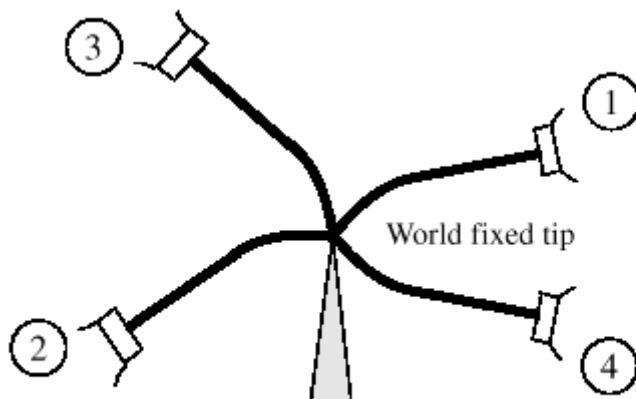


figure 24 Approach points for a tool's TCP.

- 4 点法：不改变坐标方向，只转换坐标系位置。
- 5 点法：第五点运动方向为 Z 轴方向。
- 6 点法：第五点运动方向为 X 轴方向。
第六点运动方向为 Z 轴方向。

- 一般情况下，最好使用六点法定义。
- 焊接机器人必须用六点法定义。
- 为了操作方便，第四点最好垂直定义。
- TCP 一般定义在 USER 模块中，使所有程序共享。

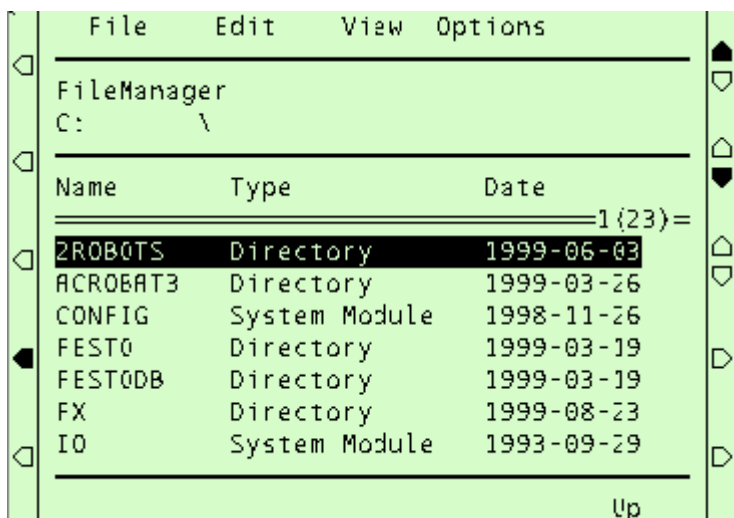
三、定义 TCP 步骤：

1. 编程窗口/File/New 或 Open
2. /VIEW/Modules/USER/回车
3. /VIEW/Datatype/tooldate/回车
4. /New/回车/输入工具名/OK/回车
5. /mass（定义工具重量，Kg。只包括工具重量，不包括工件重量）/OK
6. /Special/Define Coord...../回车
7. /切换键/选择定义方法（6Point）/OK
8. /操作机器人 Modify/OK

附录 3 文件管理

一、打开文件管理窗口：

在 250mm/s 手动状态下/其他窗口/ File Manger/回车，出现文件管理窗口



Directory
Program

子目录
程序

Program Moduel

模块

Up

使屏幕回到上一层子目录

二、 格式化磁盘：

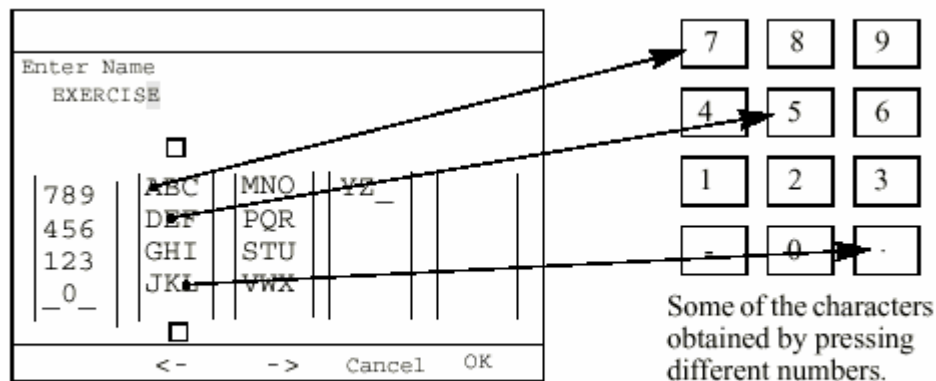


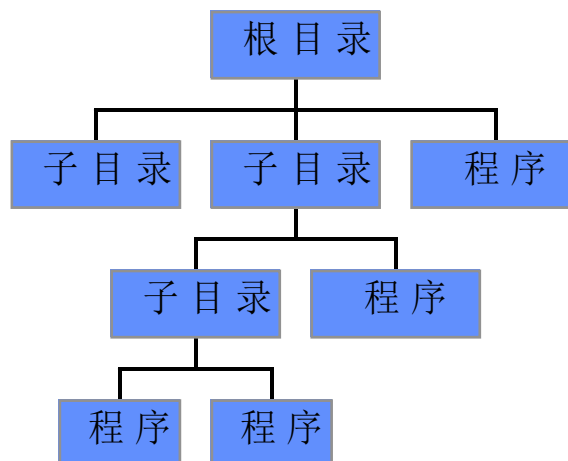
Figure 62 Window for entering text.

文本编辑窗口

1. 在 250mm/s 手动状态下/其他窗口/FileManger/Options/Format/回车
2. /（切换键/定义名称/OK/切换键/）选择格式化磁盘 flp1/OK
 - Format 一张盘片需一分钟，注意不要 Format ramldisk。
3. 按切换键，回车键后，进入文本编辑窗口，可输入名称，输入错误，用删除键删除，输入完毕按 OK 键。
 - Cancel 键小心使用，会自动切换到前一个窗口，造成白输入。

三、 建立子目录：

1. 在 250mm/s 手动状态下/其他窗口/FileManger/
2. 选择所建子目录位置/File/NewDirectory/回车/回车/
3. 输入子目录名称/OK/OK



四、Copy: (复制一个文件或整个子目录, 并且可更改名字)

1. 在 250mm/s 手动状态下/其他窗口/FileManger/
2. 确定所要更改的程序名或子目录名/File/Copy/回车/
3. 切换键/回车/回车/输入文件名/OK/OK/切换键) /
4. UNIT 选择存储单元/确定路径/OK

五、Move: (移动一个文件或整个子目录, 并且可更改名字)

1. 在 250mm/s 手动状态下/其他窗口/FileManger/
2. 确定所要更改的程序名或子目录名/File/Move/回车/
3. 切换键/回车/回车/输入新名/OK/OK/切换键/
4. UNIT 选择存储单元/确定路径/OK

六、Remane: (更改文件或子目录名称)

1. 在 250mm/s 手动状态下/其他窗口/FileManger/
2. 确定所要更改的程序名或子目录名/File/Rename/回车/回车/
3. 输入新名/OK/OK

七、Delete: (删除一个文件或整个子目录)

1. 在 250mm/s 手动状态下/其他窗口/FileManger/
2. 确定所要删除的程序名或子目录名/Delete 键/OK

