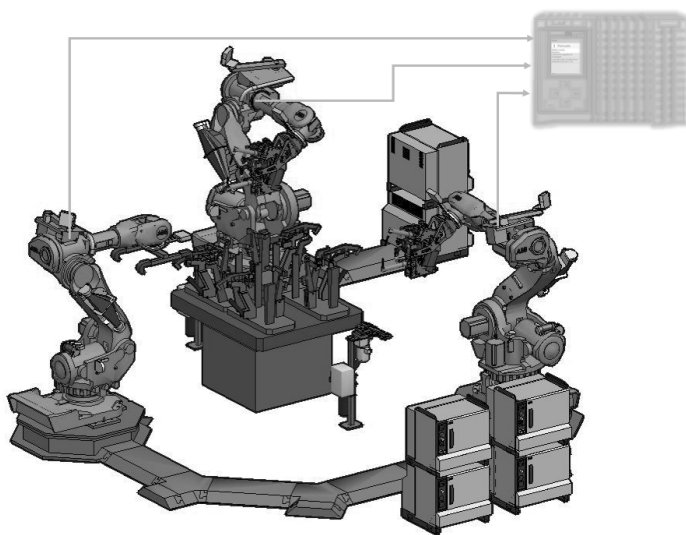


第 7 章

Process Simulate 基于事件的机器人技术



Process Simulate 软件系统关于基于事件的机器人技术，主要包括机器人宏、机器人信号和机器人程序。进行机器人编程时，在处理相似或者经常使用的程序段时，为了减少重复输入量以及缩短程序长度，会使用宏。宏的主要优点是可以在其他程序中重用代码部分，并使用宏来构建程序。

7.1 “机器人宏” 介绍

在 Process Simulate 软件系统中，机器人宏是一个预定义的机器人离线编程（OLP）命令列表，存储在宏文件（文件扩展名为 .macros）中，这个文件可以被不同的应用程序引用。我们可以自定义宏文件的存放路径及文件夹。不同控制器的机器人可以使用特定的文件名命名宏文件，命名规则为 <controllerName>.macros。例如，Default.macros、ABB.macros。

1. 机器人宏文件保存设置。

单击“文件”菜单栏中的“选项”命令按钮（图 7-1），或者按键盘上的 F6 键，弹出如图 7-2 所示的“选项”对话框。在“选项”对话框的“运动”项中，选择“机器人宏文件文件夹”栏，然后，将保存了机器人宏文件的完整文件夹路径复制粘贴到此栏中，完成宏文件的保存路径和文件夹设置。

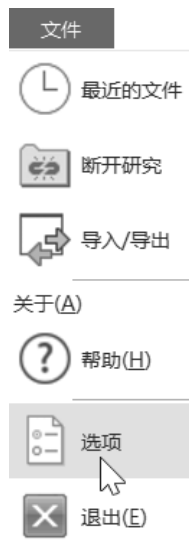


图 7-1

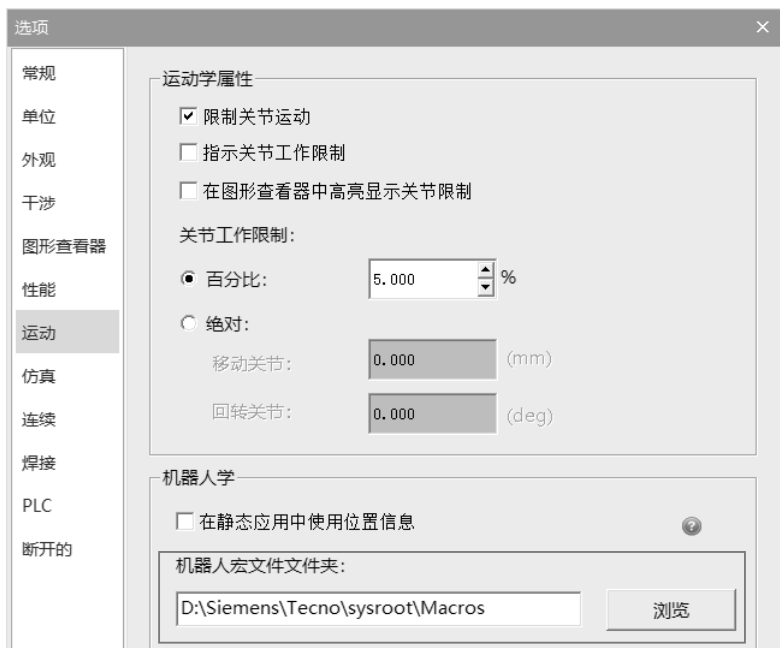


图 7-2

2. 宏文件格式。

宏文件是 ASCII 文件（纯文本）。每个宏文件包含了机器人控制器使用的宏定义，其格式如图 7-3 所示。

```
MACRO <macro name>
<OLP Command>
<OLP Command>
<OLP Command>
....

MACRO <macro name>
<OLP Command>
<OLP Command>
<OLP Command>
....
```

图 7-3

在不同的机器人控制器语法中，< macro name >（宏名称）是特定的宏名称，而且其中的每个<OLP Command>（离线编程命令）也是特定机器人控制器语法中的 OLP 命令。例如，VKRC 控制器（大众定制的库卡机器人系统控制器）的宏文件格式如图 7-4 所示。

```
MACRO makro31
; Waiting for signals
warte bis A11
; Sending signals
A44 = EIN
A55 = AUS

MACRO makro22
; Wait time
warte Zeit 10
; Send signal
A66 = EIN
```

图 7-4

3. “机器人宏” 应用。

如何通过“机器人宏”功能控制机器人与设备控制器之间的信息交换并创建可重用的宏程序，我们将通过一个应用案例讲解实现上述目标的操作过程。

(1) 单击“以生产线仿真模式打开研究”命令，在弹出的“打开”对话框中选择“Session 7-Robotics”文件夹中的“S07-E01.psz”研究文件。然后单击对话框中的“打开”按钮，系统将以生产线仿真模式打开该研究文件。

(2) 单击“操作树”查看器中的“R1 LOAD PART”操作（图 7-5），然后单击“路径编辑器”中的“向编辑器添加操作”命令按钮（图 7-6），添加所选操作到“路径查看器”面板中。

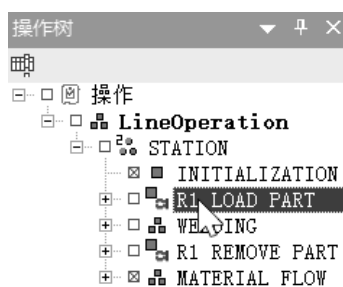


图 7-5

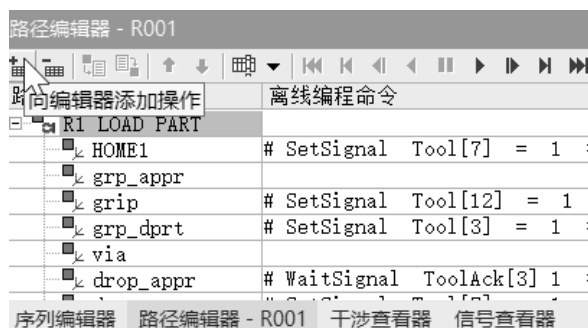


图 7-6

(3) 接下来创建机器人宏程序来替换 OLP 程序。

打开 Session 7-Robotics\S07-SysRoot\Macros 文件夹，然后新建一个文本文件，将与机器人 R001 相关的 16 个离线编程命令输入到此文件中，如图 7-7 所示。保存该文件，将文件名更改为 default.macros，如图 7-8 所示。



图 7-7

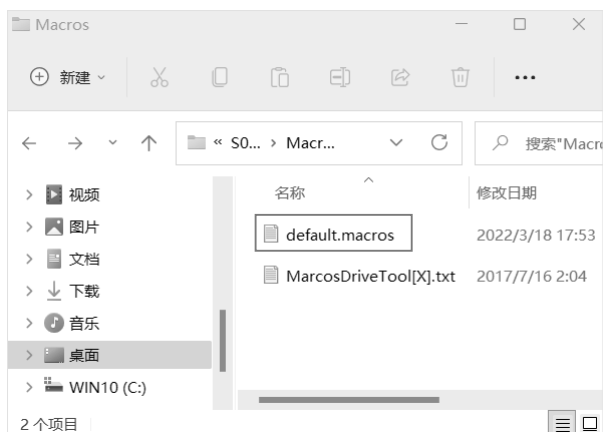


图 7-8

(4) 单击“文件”菜单栏中的“选项”命令按钮，弹出“选项”对话框。在“选项”对话框的“运动”项中，选择“机器人宏文件文件夹”栏，然后，将保存了“default.macros”宏文件的完整文件夹路径复制粘贴到此栏中，完成宏文件的保存路径和文件夹设置，如图 7-9 所示。单击“确定”按钮，退出对话框。



图 7-9

(5) 如图 7-10 所示，右击“对象树”查看器中的“R001”机器人，在弹出的快捷菜单中选择“机器人模块”选项（图 7-11），弹出如图 7-12 所示的“机器人模块”对话框。

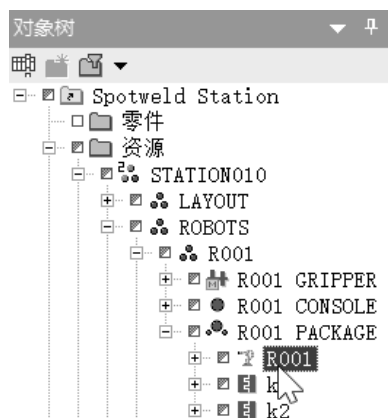


图 7-10



图 7-11

(6) 在“机器人模块”对话框中，单击“+”按钮，弹出如图 7-13 所示的“打开”对话框，选择“default.macros”宏文件，单击“打开”按钮，结果如图 7-12 中①所示。单击“关闭”按钮，退出“机器人模块”对话框。



图 7-12

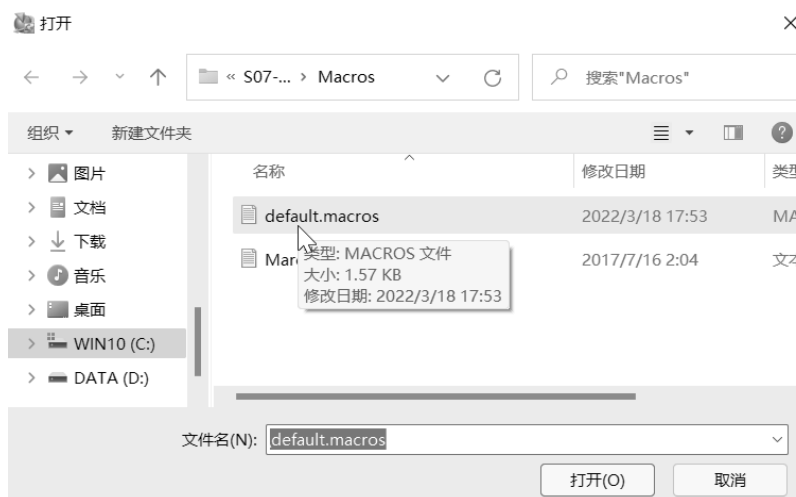


图 7-13

(7) 单击“路径编辑器”中“HOME1”位置的“离线编程命令”行，如图 7-14 所示，在弹出的对话框中，先将所有“离线编程命令”删除，然后单击“添加”命令按钮，在下拉菜单中（图 7-15）选择“Macro”选项，弹出如图 7-16 所示的 Macro”对话框。

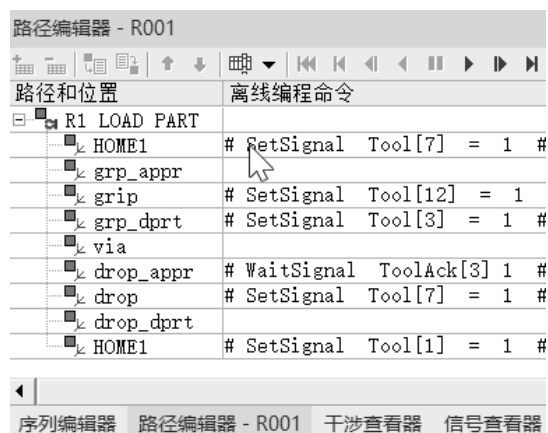


图 7-14

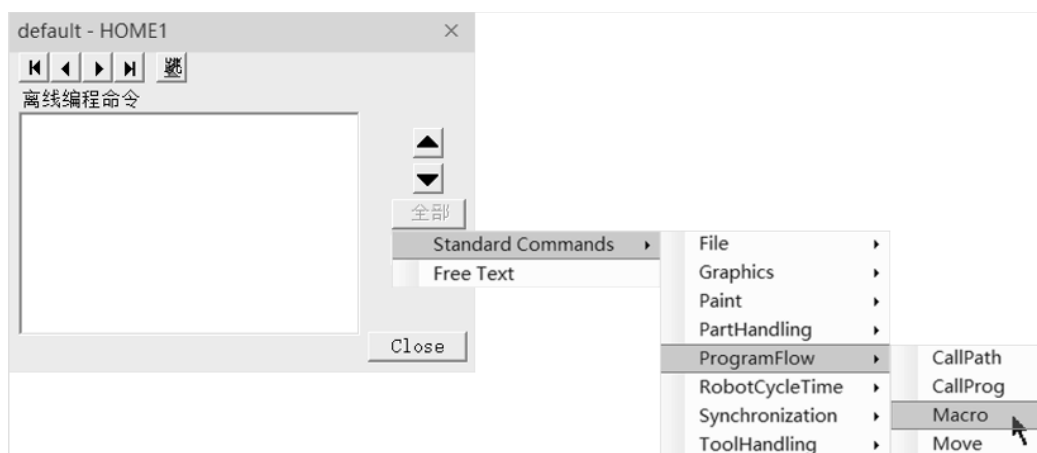


图 7-15

(8) 在如图 7-16 所示的“Macro”对话框中，选择“DriveTool[7]”宏程序，单击“确定”按钮。同理，完成 DriveTool[11] 和 DriveTool[10] 宏程序的添加，结果如图 7-17 所示。单击“Close”按钮，退出对话框。



图 7-16

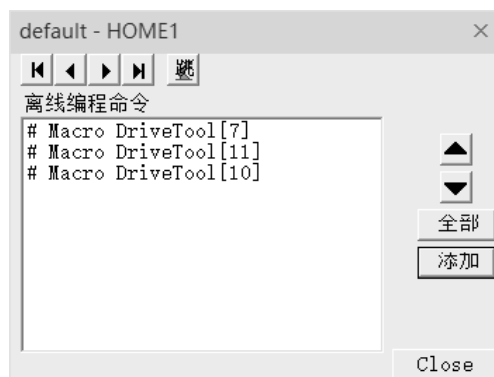


图 7-17

(9) 同理，将其他位置的“离线编程命令”也用机器人宏程序替换，结果如图 7-18 所示。注意，某些位置的离线编程命令用宏程序替换并不正确，不能使用。

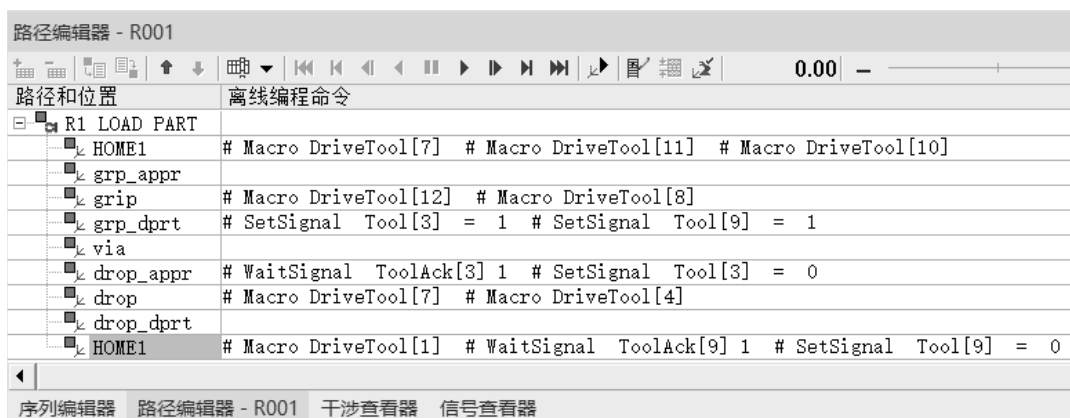


图 7-18

(10) 单击“序列编辑器”查看器的“正向播放仿真”按钮 ，可以看到仿真运行情况与以前一样。但机器人路径看起来更简洁干净。当然，该方法并非最优。还可以通过其他方法，例如，创建机器人模块、定制 OLP 等来编写更聪明的程序到机器人程序中。

(11) 将完成的研究文件另外保存。

7.2 “机器人程序”和“机器人信号”介绍

机器人任务包括运动任务和需要执行的逻辑指令。这些机器人任务通常组织在机器人程序中。几乎所有机器人程序都具有相同的架构，如图 7-19 所示。

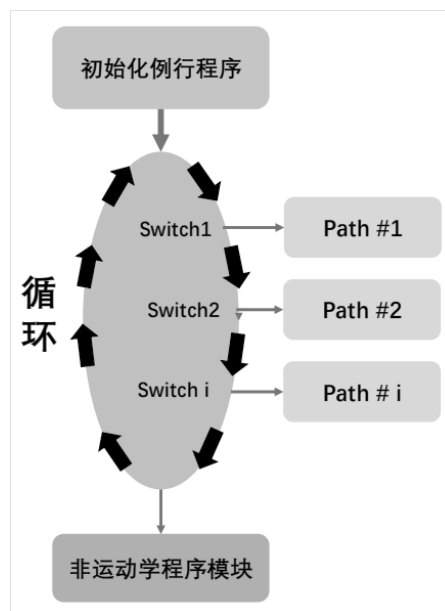


图 7-19

1. 机器人“初始化例行程序”。

为了确保机器人能够正确运行，所有的机器人供应商都会强制执行一系列预定义的信号交换，即初始化例行程序。这样既可以防止机器人以非受控的方式开始运动，又可以让机器人继续运动直到任务结束。图 7-20 所示是“库卡 KRC2”机器人的例子。

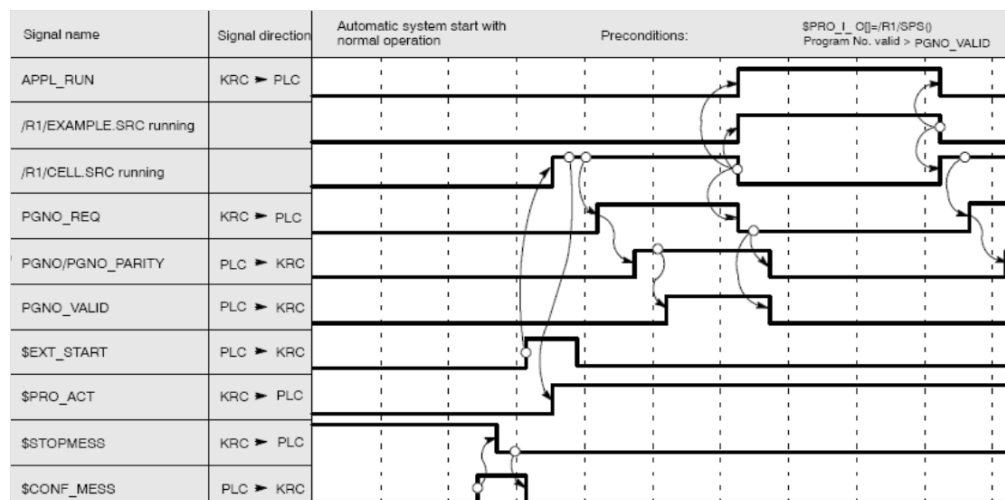


图 7-20

默认情况下，Process Simulate 软件系统不会模拟真实机器人使用的所有信号，但对于能确保正确工艺过程行为的有意义的信号则会进行模拟。如果对机器人仿真有更高的要求可以在 ESRC（仿真特定机器人控制器）中实现。ESRC 模块需要单独购买，其中包括机器人供应商特定的文档。

2. 机器人信号。

机器人程序与通常的计算机程序并没有区别，都是针对机器人任务的一系列指令。机器人程序代码如图 7-21 所示，可以看到信号在其中起到了非常重要的作用，通过“路径视图”中对各程序段的解释，很容易看到，只有机器人到达特定位置时才进行相应信号的评估。这种信号被称为“机器人信号”，可能是输入、输出等不同的信号类型。如图 7-21 所示的机器人程序段可以看到，当机器人到达 POINT2 点后，\$OUT [17] 信号就被设置了一个值，根据条件的不同，可能是 true，也可能是 false。

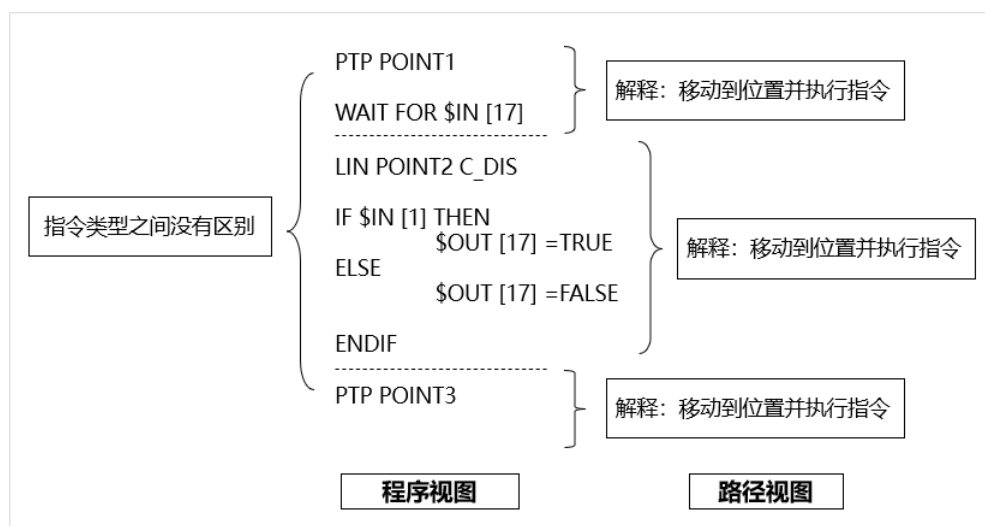


图 7-21

3. 机器人“状态信号”。

“状态信号”是指由机器人控制器连续评估的信号（输入信号，如紧急停止等，或者输出信号，如姿态信号等）。图 7-22 所示为机器人的状态信号。

Robot Signal Name	I/O	Signal Function
startProgram	Q	Starting Program
programNumber	Q	Program Number
emergencyStop	Q	Program Emergency Stop
programEnded	I	Ending Program
mirrorProgramNumber	I	Mirror Program Number
errorProgramNumber	I	Error Program Number
robotReady	I	Robot Ready
HOME	I	Pose Signal

图 7-22

4. 创建“机器人程序”。

机器人程序的执行过程如图 7-23 所示。机器人在执行任务过程中，每一个路径都会被分配一个“路径号”，在“状态信号”中这个路径号被称为“程序号”，是一个经常被 OLP 编程人员使用的表达式。“机器人程序”是通过使用状态信号和定义的路径号来调用特定的路径。路径名称也可以通过 OLP 命令使用。

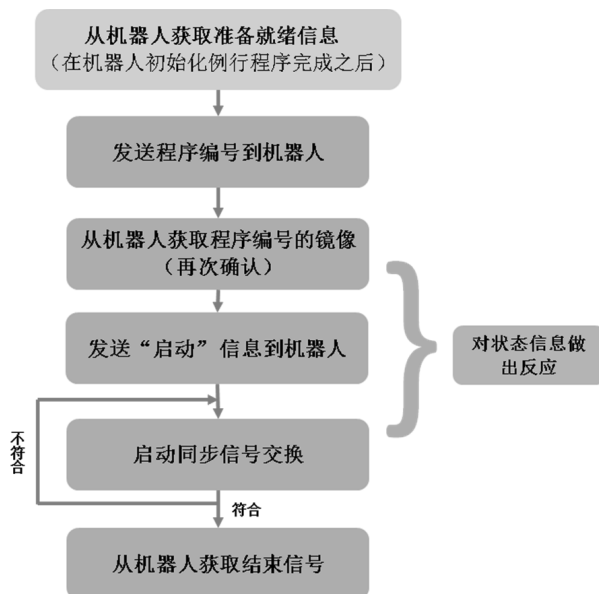


图 7-23

创建“机器人程序”的操作过程如下。

- (1) 在“机器人”菜单栏中，单击“机器人程序清单”命令按钮，弹出如图 7-24 所示的“机器人程序清单”对话框。
- (2) 在“机器人程序清单”对话框中，可以选择不同的命令按钮，完成机器人程序的创建、上传、下载等操作。

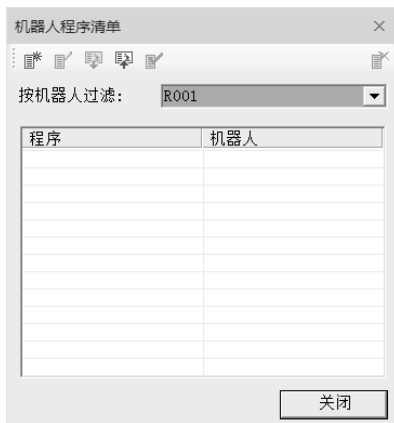


图 7-24

- 新建程序 : 创建新的机器人程序。
- 在程序编辑器中打开 : 在程序编辑器中打开机器人程序。
- 下载到机器人 : 将机器人程序转换成可以下载到机器人的文件。
- 上传程序 : 将机器人程序文件转换为机器人程序。
- 设为默认程序 : 设置为默认机器人程序。注意，如果不将“机器人程序”设置为“默认”，则模拟仿真的机器人将不运行。
- 删除程序 : 删除选中的机器人程序。

(3) “机器人程序”创建完成后的结果如图 7-25 所示。

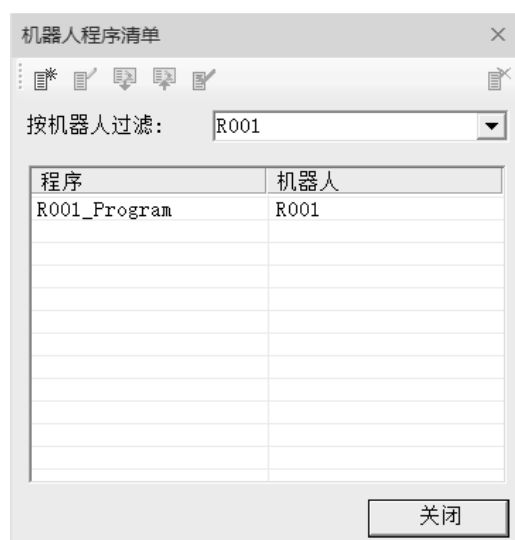


图 7-25

①机器人程序执行的“握手机制”。

为了防止机器人未经授权启动运动，应用了若干安全机制。其中一些机制会被仿真模拟，如机器人准备就绪、有效的路径号和机器人启动信号。

②机器人就绪状态信号。

当机器人在机械和电气上都准备就绪时，通常会向 PLC 发送“READY”信号。Process Simulate 软件系统可以仿真模拟“机器人就绪状态信号”的行为。

③有效路径号状态信号。

多种机制可以用于指示 CEE/PLC 已发送正确或者不存在的路径号。几乎所有的机器人都允许镜像已被接收的路径号，只要这个数字与“机器人程序”内部的一个数字对应，就没问题，并且这个写入“程序号 (ProgramNumber)”状态信号的值被镜像到“镜像程序号 (MirrorProgramNumber)”状态信号中 (即程序号 = 镜像程序号)。

当发送到机器人的路径号无效时，将会延迟仿真模拟行为，这也就意味着其在“机器人程序”中不存在。一些机器人厂商会将镜像数字重置为零，而另一些机器人厂商则继续发出“镜像程序号”，但是会设置一个附加状态信号：“ErrorProgramNumber” =