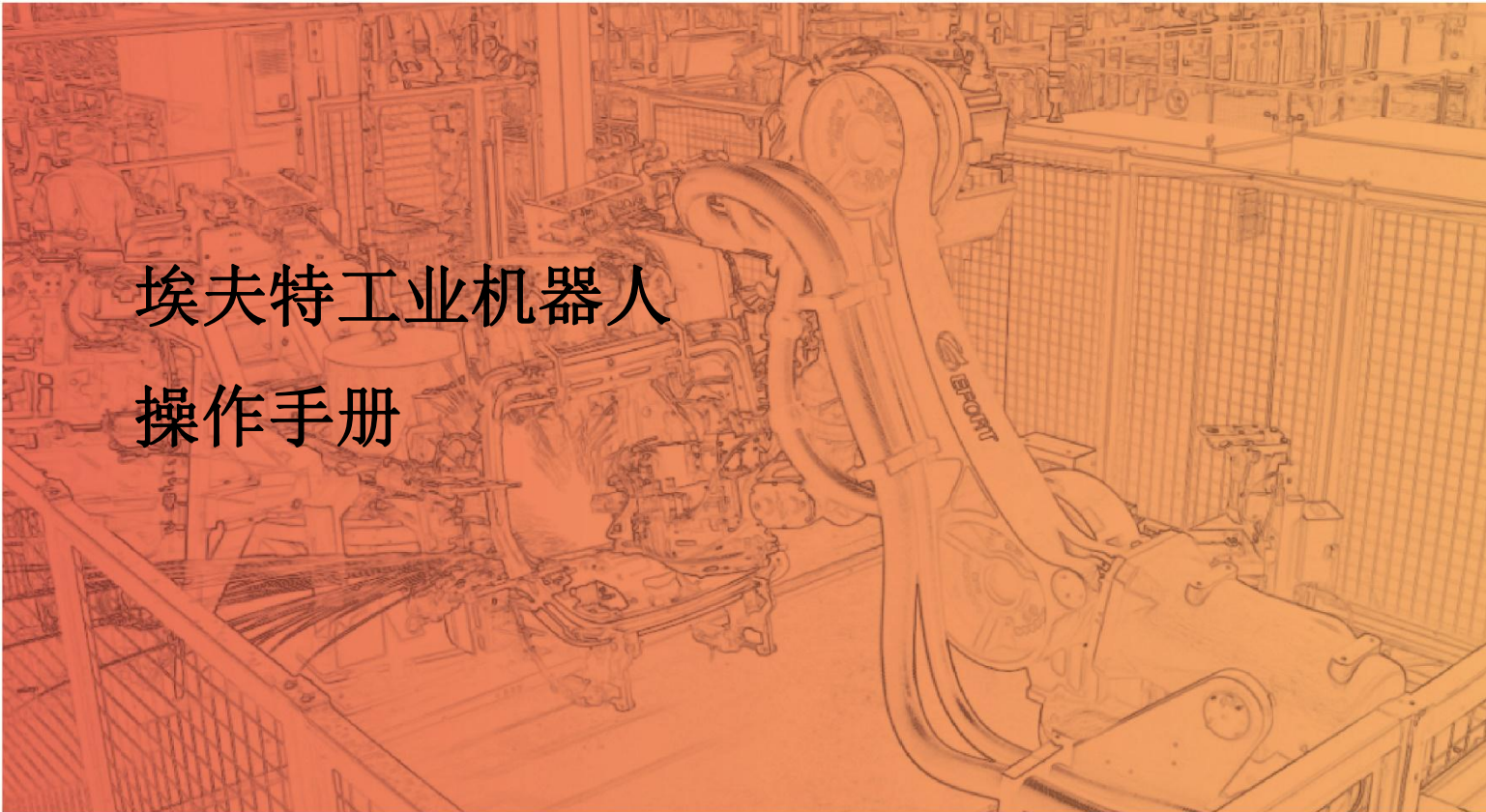




智造专家 埃夫特

A detailed line drawing of an industrial robot arm, specifically an Efort model, positioned in a factory setting. The arm is shown in a dynamic pose, with its joints and cables clearly visible. The background shows a complex industrial environment with various machinery and structural elements.

# 埃夫特工业机器人 操作手册

埃夫特智能装备股份有限公司

服务热线 (Tel) : 400-0528877



## 声 明

感谢您购买埃夫特机器人。本文所提及的内容关系到您的安全以及合法权益与责任。使用本产品之前，请仔细阅读本文以确保已对产品进行正确的设置。不遵循和不按照本文的说明与警告来操作可能会给您和周围的人带来伤害，损坏埃夫特机器人或其它周围的物品。本文档及埃夫特机器人所有相关的文档最终解释权归埃夫特所有。如有更新，恕不另行通知。请访问 [www.efort.com.cn](http://www.efort.com.cn) 官方网站以获取最新的产品信息。

一旦使用本产品，即视为您已经仔细阅读免责声明与警告，理解、认可和接受本声明全部条款和内容。您承诺对使用本产品以及可能带来的后果负全部责任。您承诺仅出于正当目的使用本产品，并且同意本条款以及埃夫特制定的任何相关条例、政策和指引。

埃夫特对于直接或间接使用本产品而造成的损失、伤害以及任何法律责任不予负责。用户应遵循包括但不限于本文提及的所有安全指引。

版本号：V 1.4





## 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 概 述.....               | 1  |
| 1 关于本手册.....           | 1  |
| 2 手册使用.....            | 1  |
| 3 本手册的阅读对象.....        | 1  |
| 4 操作手册阅读指南.....        | 1  |
| 5 操作前提.....            | 2  |
| 6 修订历史.....            | 2  |
| 第 1 章 安全.....          | 3  |
| 1.1 安全须知.....          | 3  |
| 1.2 安全准则.....          | 3  |
| 1.3 各工作过程中的安全注意事项..... | 4  |
| 1.3.1 机器人安装和连接的安全..... | 4  |
| 1.3.2 机器人启动前的安全.....   | 5  |
| 1.3.3 机器人启动的安全.....    | 6  |
| 1.3.4 试车安全.....        | 7  |
| 1.3.5 示教过程中的安全.....    | 7  |
| 1.3.6 自动运行时的安全.....    | 8  |
| 1.3.7 维修时的安全.....      | 9  |
| 1.3.8 点检和维护时的安全.....   | 9  |
| 第 2 章 欢迎使用埃夫特机器人.....  | 12 |
| 2.1 本章简介.....          | 12 |
| 2.2 示教器.....           | 12 |
| 2.2.1 关于示教器.....       | 12 |
| 2.2.2 功能区与接口.....      | 13 |
| 2.2.3 如何握持示教器.....     | 14 |
| 2.3 启动系统.....          | 15 |
| 2.3.1 本体检查.....        | 15 |

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| 2.3.2 系统连接.....        | 15 |
| 2.3.3 系统上电.....        | 15 |
| 第 3 章 操作界面.....        | 17 |
| 3.1 本章简介.....          | 17 |
| 3.2 界面布局.....          | 17 |
| 3.2.1 状态栏.....         | 17 |
| 3.2.2 任务栏.....         | 18 |
| 3.2.3 桌面.....          | 18 |
| 3.3 登录.....            | 18 |
| 3.4 桌面上的设置 APP.....    | 20 |
| 3.4.1 系统.....          | 20 |
| 3.4.2 轴参数.....         | 22 |
| 3.4.3 DH 参数.....       | 23 |
| 3.4.4 切换 Logo.....     | 25 |
| 3.4.5 应用选择.....        | 27 |
| 3.4.6 MES 监控.....      | 28 |
| 第 4 章 点动操作.....        | 31 |
| 4.1 本章简介.....          | 31 |
| 4.2 什么是点动操作.....       | 31 |
| 4.3 坐标系统介绍.....        | 31 |
| 4.4 点动操作注意事项.....      | 31 |
| 4.5 开始点动操作.....        | 32 |
| 4.5.1 关节坐标系-点动操作.....  | 32 |
| 4.5.2 机器人坐标系-点动操作..... | 33 |
| 4.5.3 工具坐标系-点动操作.....  | 34 |
| 4.5.4 用户坐标系-点动操作.....  | 34 |
| 4.5.5 点动-快速运动.....     | 34 |
| 4.5.6 点动-慢速运动.....     | 35 |
| 4.5.7 点动-步进运动.....     | 36 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第 5 章 文件管理与编程.....     | 37 |
| 5.1 本章简介.....          | 37 |
| 5.2 文件管理.....          | 37 |
| 5.2.1 新建.....          | 37 |
| 5.2.2 打开.....          | 37 |
| 5.2.3 复制/粘贴.....       | 37 |
| 5.2.4 重命名.....         | 37 |
| 5.2.5 删除.....          | 38 |
| 5.2.6 USB.....         | 38 |
| 5.2.7 高级.....          | 38 |
| 5.3 编辑程序.....          | 38 |
| 5.3.1 程序变量的操作.....     | 39 |
| 5.3.2 程序指令的操作.....     | 41 |
| 5.4 调试程序.....          | 43 |
| 5.5 子程序.....           | 47 |
| 5.5.1 子程序的分类.....      | 47 |
| 5.5.2 新建子程序.....       | 48 |
| 5.5.3 修改子程序.....       | 48 |
| 5.5.4 删除子程序.....       | 48 |
| 5.5.5 子程序的调用.....      | 48 |
| 5.6 开始点动操作.....        | 50 |
| 5.6.1 关节坐标系-点动操作.....  | 50 |
| 5.6.2 机器人坐标系-点动操作..... | 51 |
| 5.6.3 工具坐标系-点动操作.....  | 52 |
| 5.6.4 用户坐标系-点动操作.....  | 52 |
| 5.6.5 点动-快速运动.....     | 52 |
| 5.6.6 点动-慢速运动.....     | 53 |
| 5.6.7 点动-步进运动.....     | 53 |
| 第 6 章 坐标系管理.....       | 54 |

---

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 6.1 本章简介.....           | 54 |
| 6.2 工具坐标系标定.....        | 54 |
| 6.2.1 工具标定.....         | 54 |
| 6.2.2 修改工具.....         | 57 |
| 6.3 用户坐标系标定.....        | 58 |
| 6.3.1 用户坐标系标定.....      | 58 |
| 6.3.2 修改用户坐标系.....      | 59 |
| 第 7 章 零点恢复.....         | 61 |
| 7.1 本章简介.....           | 61 |
| 7.2 零点恢复简介.....         | 61 |
| 7.3 零点恢复操作步骤.....       | 61 |
| 第 8 章 零点标定.....         | 63 |
| 8.1 本章简介.....           | 63 |
| 8.2 零点标定说明.....         | 63 |
| 8.3 标定点记录.....          | 63 |
| 8.4 文件导出.....           | 64 |
| 8.5 零点计算及零点程序生成.....    | 65 |
| 8.6 记录新零点.....          | 66 |
| 第 9 章 碰撞检测.....         | 69 |
| 9.1 本章简介.....           | 69 |
| 9.2 功能简介.....           | 69 |
| 9.3 碰撞检测基本参数.....       | 69 |
| 9.3.1 参数说明.....         | 69 |
| 9.3.2 设置步骤.....         | 70 |
| 9.4 RPL 程序设置碰撞检测参数..... | 70 |
| 9.5 碰撞检测基本原理.....       | 71 |
| 第 10 章 安全监控.....        | 73 |
| 10.1 本章简介.....          | 73 |
| 10.2 功能简介.....          | 73 |

---

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 10.3 区域监控.....         | 73  |
| 10.3.1 区域监控设置.....     | 73  |
| 10.3.2 区域违反报警后恢复.....  | 77  |
| 10.3.3 编程实现区域监控功能..... | 77  |
| 10.3.4 IO 控制激活使用.....  | 78  |
| 10.4 安全位置.....         | 79  |
| 10.4.1 安全位置激活使用.....   | 79  |
| 第 11 章 IO 设置.....      | 81  |
| 11.1 本章简介.....         | 81  |
| 11.2 更新 IO 模块.....     | 81  |
| 11.3 远程 IO 配置.....     | 82  |
| 11.4 IO 自由配置.....      | 84  |
| 11.5 模拟量 IO 配置.....    | 88  |
| 11.6 组 IO 配置.....      | 89  |
| 11.7 IO 监控.....        | 92  |
| 11.7.1 本地 IO 监控.....   | 92  |
| 11.7.2 远程 IO 监控.....   | 94  |
| 第 12 章 附加轴.....        | 97  |
| 12.1 本章简介.....         | 97  |
| 12.2 附加轴功能简介.....      | 97  |
| 12.3 附加轴配置.....        | 97  |
| 12.3.1 附加轴轴数配置.....    | 97  |
| 12.3.2 附加轴参数设置.....    | 98  |
| 12.4 附加轴位置监控及清零.....   | 100 |
| 12.5 附加轴指令.....        | 101 |
| 12.5.1 同步非插补轴指令.....   | 101 |
| 12.5.2 异步轴指令.....      | 102 |
| 12.5.3 同步异步在线切换.....   | 103 |
| 第 13 章 简单码垛.....       | 105 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 13.1 本章简介.....               | 105 |
| 13.2 系统组成及功能说明.....          | 105 |
| 13.3 用户坐标系的声明和标定.....        | 105 |
| 13.4 码垛基本信息设置.....           | 105 |
| 13.5 操作说明.....               | 110 |
| 13.5.1 垛盘信息设置.....           | 110 |
| 13.5.2 rpl 程序调用码垛功能.....     | 111 |
| 第 14 章 现场总线.....             | 113 |
| 14.1 现场总线数据监控.....           | 113 |
| 14.1.1 总线数据查看.....           | 113 |
| 14.1.2 设置总线数据输出.....         | 114 |
| 14.2 Profibus_DP 功能.....     | 115 |
| 14.2.1 综述.....               | 115 |
| 14.2.2 PLC 到机器人.....         | 115 |
| 14.2.3 机器人到 PLC.....         | 117 |
| 14.2.4 SIEMENS 配置.....       | 118 |
| 14.2.5 应用示例.....             | 125 |
| 14.3 Modbus-tcp 功能.....      | 128 |
| 14.3.1 综述.....               | 128 |
| 14.3.2 可读可写变量.....           | 128 |
| 14.3.3 用户层协议内容.....          | 129 |
| 14.3.4 应用举例.....             | 132 |
| 第 15 章 固定视觉.....             | 141 |
| 15.1 本章简介.....               | 141 |
| 15.2 固定视觉功能介绍.....           | 141 |
| 15.2.1 功能简介.....             | 141 |
| 15.2.2 TCP/IP 通讯协议及数据格式..... | 141 |
| 15.3 固定视觉 APP 界面介绍.....      | 142 |
| 15.3.1 固定视觉主界面.....          | 142 |

---

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 15.3.2 视觉设置界面.....           | 143 |
| 15.3.3 手眼标定界面.....           | 144 |
| 15.3.4 像素分辨率标定界面.....        | 145 |
| 15.4 固定视觉的标定及测试用例.....       | 145 |
| 15.4.1 相机标定.....             | 146 |
| 15.4.2 手眼标定.....             | 147 |
| 第 16 章 Mot 程序管理.....         | 153 |
| 16.1 本章简介.....               | 153 |
| 16.2 mot 程序管理.....           | 153 |
| 16.2.1 新建文件夹.....            | 153 |
| 16.2.2 重命名.....              | 154 |
| 16.2.3 删除.....               | 155 |
| 16.2.4 刷新.....               | 156 |
| 16.2.5 USB.....              | 157 |
| 16.2.6 高级.....               | 159 |
| 16.2.7 退出.....               | 161 |
| 16.3 mot 程序使用.....           | 161 |
| 16.3.1 指令.....               | 162 |
| 16.3.2 程序调用.....             | 162 |
| 第 17 章 跟踪视觉.....             | 163 |
| 17.1 视觉跟踪功能介绍.....           | 163 |
| 17.1.1 机器人与视觉系统上位机准备工作.....  | 163 |
| 17.1.2 TCP/IP 通讯协议及数据格式..... | 163 |
| 17.2 跟踪视觉 APP 界面介绍.....      | 164 |
| 17.2.1 跟踪视觉主界面.....          | 164 |
| 17.2.2 跟踪视觉设置界面.....         | 165 |
| 17.2.3 像素分辨率标定界面.....        | 166 |
| 17.2.4 传送带标定界面.....          | 167 |
| 17.2.5 抓取标定界面.....           | 168 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 17.3 跟踪视觉的标定.....             | 169 |
| 17.3.1 设置界面参数设定及.....         | 169 |
| 17.3.2 像素分辨率标定.....           | 169 |
| 17.3.3 传送带标定.....             | 170 |
| 17.3.4 抓取点标定.....             | 172 |
| 17.4 Module 指令及 RPL 程序用例..... | 173 |
| 17.4.1 Module 指令说明.....       | 173 |
| 17.4.2 跟踪视觉程序用例.....          | 174 |
| 第 18 章 冲压.....                | 177 |
| 18.1 功能简介.....                | 177 |
| 18.2 设置界面.....                | 177 |
| 18.3 生产界面.....                | 193 |
| 18.4 冲压软件开机操作.....            | 197 |
| 18.5 多机连线.....                | 198 |
| 18.5.1 设置.....                | 198 |
| 18.5.2 多机连线基本操作.....          | 206 |
| 18.6 码垛.....                  | 208 |
| 18.6.1 设置界面.....              | 208 |
| 18.6.2 码垛参数设置.....            | 209 |
| 18.6.3 码垛运动路径.....            | 211 |
| 18.7 传送带-打磨/抛光工艺.....         | 211 |
| 第 19 章 故障处理.....              | 216 |
| 19.1 本章简介.....                | 216 |
| 19.2 控制器故障处理.....             | 216 |
| 19.2.1 查看事件日志.....            | 216 |
| 19.2.2 控制器的故障处理.....          | 218 |
| 19.3 驱动器故障处理.....             | 218 |
| 19.4 程序运行故障处理.....            | 218 |
| 附录 1 控制器报警及警告.....            | 219 |



|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 1.1 控制器报警.....                                      | 219 |
| 1.1.1 系统报警(1-999).....                              | 219 |
| 1.2 用户报警及警告.....                                    | 221 |
| 1.2.1 MajorAlarms (1800-1999).....                  | 221 |
| 1.2.2 MinorAlarms (3900-3999).....                  | 222 |
| 1.2.3 Warnings (4900-4999) .....                    | 223 |
| 附录 2 驱动器报警及警告.....                                  | 227 |
| 2.1 清能驱动 (Alarm:1000-1199, Warning:4050-4099).....  | 227 |
| 2.1.1 报警信息.....                                     | 227 |
| 2.1.2 警告信息.....                                     | 241 |
| 2.2 禾川驱动 (Alarm:1200-1399, Warning:4100-4199) ..... | 244 |
| 2.2.1 报警信息.....                                     | 244 |
| 2.2.2 警告信息.....                                     | 254 |
| 附录 3 编程指令说明.....                                    | 258 |
| 3.1 数据类型.....                                       | 258 |
| 3.1.1 变量声明的数据类型.....                                | 258 |
| 3.1.2 来源于机器人控制环境中可供使用的变量数据类型.....                   | 264 |
| 3.2 变量.....                                         | 265 |
| 3.2.1 变量的行为.....                                    | 265 |
| 3.2.2 变量的可见域.....                                   | 265 |
| 3.2.3 参考坐标系.....                                    | 266 |
| 3.2.4 预定义变量.....                                    | 269 |
| 3.3 RPL 指令.....                                     | 271 |
| 3.3.1 添加指令操作.....                                   | 271 |
| 3.3.2 指令详解.....                                     | 273 |
| 3.4 函数.....                                         | 295 |
| 3.4.1 函数添加步骤.....                                   | 295 |
| 3.4.2 表达式函数.....                                    | 296 |
| 3.4.3 位姿向量和空间点变量函数.....                             | 300 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 3.4.4 参考坐标系的函数.....  | 304 |
| 3.4.5 设置复杂数据的函数..... | 305 |
| 3.4.6 字符串相关函数.....   | 306 |
| 3.4.7 其他函数.....      | 310 |
| 3.5 限制.....          | 311 |

## 概 述

### 1 关于本手册

本手册介绍了如何使用示教器来操作埃夫特机器人系统。

### 2 手册使用

本手册应在操作机器人过程中使用。

### 3 本手册的阅读对象

本手册主要面向：产品开发与测试人员；技术服务人员；操作人员。

### 4 操作手册阅读指南

本操作手册分为以下几个章节。

| 章节   | 标题         | 内容                                         |
|------|------------|--------------------------------------------|
| 1    | 安 全        | 安全标准以及安全预防。                                |
| 2    | 欢迎使用埃夫特机器人 | 从硬件方面说明其组成和基本概念。                           |
| 3    | 操作界面       | 操作系统的界面布局、登录和设置。                           |
| 4    | 点动操作       | 点动操作概念、操作步骤及注意事项。                          |
| 5    | 文件管理与编程    | 文件管理，程序的编辑与调试。                             |
| 6    | 坐标系管理      | 工具坐标系标定及用户坐标系标定。                           |
| 7    | 零点恢复       | 零点恢复概念、操作步骤及零点文件重写。                        |
| 8    | 零点标定       | 文件管理，程序的编辑与调试。                             |
| 9    | 碰撞检测       | 碰撞检测的参数说明、设置步骤、RPL 程序设置碰撞检测参数。             |
| 10   | 安全监控       | 区域监控和安全位置的设置步骤和激活使用方法。                     |
| 11   | IO 设置      | 更新 IO 模块、IO 自由配置、远程 IO 模块适配和模拟量 IO 配置操作步骤。 |
| 12   | 附加轴        | 附加轴轴数配置、参数设置、位置监控、清零及附加轴指令操作。              |
| 13   | 简单码垛       | 简单码垛系统组成及功能、界面说明及操作说明。                     |
| 14   | 现场总线       | 介绍机器人 Modbus 和 Profibus 协议和使用。             |
| 15   | 固定视觉       | 固定视觉的 APP 界面介绍、固定视觉的标定及测试用例。               |
| 16   | Mot 程序管理   | Mot 程序的导入导出、复制剪切粘贴等功能。                     |
| 17   | 跟踪视觉       | 介绍跟踪视觉相关设置及编程操作。                           |
| 18   | 冲压         | 介绍冲压功能界面及各功能使用操作步骤。                        |
| 19   | 故障处理       | 控制器和驱动器故障处理，以及程序运行故障处理。                    |
| 附录 1 | 控制器报警列表    | 介绍控制器报警的原因和建议操作。                           |

|      |         |                  |
|------|---------|------------------|
| 附录 2 | 驱动器报警列表 | 介绍驱动器报警的原因和建议操作。 |
| 附录 3 | 编程指令说明  | 机器人编程中的指令。       |

## 5 操作前提

阅读本手册前，读者应当具备一定的机器人专业知识，或受过相应的机器人操作方面的技术培训。

## 6 修订历史

| 版本   | 日期（年/月/日）  | 原因（创建/修订） | 创建或修订人      |
|------|------------|-----------|-------------|
| V1.1 | 2019.05.09 | 创建        | 谷涛涛         |
| V1.2 | 2019.06.25 | 修订        | 谷涛涛         |
| V1.3 | 2019.07.19 | 修订        | 蒋中慧         |
| V1.4 | 2019.12.30 | 修订，补充     | 蒋中慧 湛少胜 朱桂林 |
|      |            |           |             |
|      |            |           |             |
|      |            |           |             |

# 第 1 章 安全

## 1.1 安全须知

根据国家和当地的有关法律、法规、条例，在使用包括机器人的工业系统时，安全防范是最基本的关注点。

在使用机器人导致的人身伤害和财产损失的意外中，使用机器人的工厂是负有责任的。因此，除了理解本手册及其相关资料外，必须理解所有有关健康和安全的法规和标准，并请一定遵守。

为了安全，遵守本手册及埃夫特公司其他手册的规定只是最起码的要求。本手册记载的安全相关信息作为一个总则，并没有完全包括机器人应用系统的各方各面。所以，在使用机器人时，应当根据系统及其应用环境的实际情况，采取必要的安全措施，并严格遵守。

操作人员务必认真阅读以下信息，尤其注意本章所列的安全措施部分。

EFORT 工业机器人的用户应负责确保遵守所在国家/地区的适用安全法律和法规，并且用于保护机器人系统操作者的必要安全设备设计合理且安装正确。机器人操作者必须熟悉诸如以下适用文档中描述的工业机器人的操作和处理：

- 1) 《埃夫特工业机器人安全手册》
- 2) 《埃夫特工业机器人操作手册》

本手册包含机器人与控制器的产品手册中所含的全部安全说明。机器人系统应设计和制造良好以便在运行、调节和维护期间实现安全进入全部有干预必要的区域。对于有必要在安全保护空间作业的情形，必须保证能安全且充分的进入作业位置。用户不得暴露危险下，包括滑倒、绊倒和跌落危险。

## 1.2 安全准则

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <div>禁止行为</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>1、不要删除或篡改安装在工业机器人防护装置和安全装置。</li><li>2、如果发生积滞情况，不用触碰机器人，应先切断所有电源、对场地进行排水。</li><li>3、工业机器人的操作只能由受过充分的培训和指导（包括已经熟读本手册）的专业人员来进行。</li><li>4、务必保证急停设备周围畅通，不可再急停设备前堆放杂物，妨碍紧急情况下设备的使用。</li><li>5、不得对机器人使用不合适的材料、进行不适当的调节和改动。</li><li>6、未经授权人员、或者未接受过机器人使用的培训了解存在的风险的人员不得操作机器人。</li><li>7、以下情况时不得使用机器人：<ul style="list-style-type: none"><li>• 机器人元件暴露。</li><li>• 安全装置被禁用</li><li>• 保险丝和/或机械设备的全部或者部分被禁用时。</li><li>• 加工材料不符合要求</li></ul></li></ul></div> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 同一时间不允许超过一人使用机器。</li> </ul> <p>8、严格禁止任何违反上述要求使用机器人的行为，特别是不得随意使用非原装配件。</p> <p>9、切勿移动安全防护装置，用户有责任确保安全防护装置固定稳当并且有序运行。</p> <p>10、只有在维修时才可以移动安全装置，但必须要遵守维修人员的操作程序，在保证机器人安全的情况下进行。</p>                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    | <p><b>强制性措施</b></p> <p>1、在启动机器前务必确认没有人在危险区域内。</p> <p>2、所有操作人员必须接受专门的工业机器人使用和维修培训。</p> <p>3、工头要持续监控确保所有程序正常运行，确保安全防护程序应用正确到位。</p> <p>4、按照本手册中维护保养中的要求进行维护，保持工业机器人的整洁干净。</p> <p>5、要准备合适的工具箱用来归纳清洁工具和维修工具；工作人员必须穿戴所述个人防护设备。</p> <p>6、除了这些说明，试用者还必须遵守现行的健康和安全规范。</p> <p>7、机器人出现故障、或疑似损坏、机器不运转或发出异样噪音时应停止机器工作。</p> <p>8、一旦贵方发现机器出现火情（无论火情大小），应当立即报警，找专业队伍扑救。</p> <p>9、机器的运行状态时控制柜门必须一直关闭不得打开。控制柜钥匙必须由电工保管。</p> <p>10、在通电模式下操作时，人员不得进入安全防护区域。</p> <p>11、在开启自动模式前，所有暂时停用的安全功能必须恢复到正常的工作状态。</p> |
|  | <p><b>警告</b></p> <p>1、重力和制动装置的释放可能会导致坠落危险。</p> <p>2、对安全防护装置进行检查时可能会因安全防护装置无法工作给维修人员保护而造成危险。因此，维修人员必须非常小心，并做好万全的防护措施。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 1.3 各工作过程中的安全注意事项

### 1.3.1 机器人安装和连接的安全

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>危险</b></p> <p>对于安装连接的所有操作，请严格遵守下列事项，同时参考下列国家/国际标准。机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <p>1、操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。</p> <p>2、运输机器人时，应避免超过指定的高度：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 只允许具备叉车和起重机操作资格的人，来移动/运输机器人手臂、控制器、走行轴等等。</li> <li>• 在搬运中，决不可靠近或走到提起的机器人部件、控制器、走行轴下方。</li> <li>• 切勿在搬运中呆在机器人手臂、控制器、走行轴上面，也决不可触碰或人工</li> </ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>支撑它们。</p> <p>3、按机器人起吊图示所描述的，将钢丝绳钩住吊环，并在操作前，确认吊环没有松动。</p> <p>4、当使用吊带转运控制柜时，请去除示教器及其支架，以免电缆等钩住其他设备。</p> <p>5、在搬送机器人前，请移除所有不需要的物体，并清理到安装位置的通道。</p> <p>6、如果用叉车搬运，请对控制柜进行固定，防止控制柜倾倒。</p> <p>7、由于机器人由精密的元器件组成，请保护机器人免受碰撞、冲击。</p> <p>8、当安装地的总电源开启时，切不可连接控制器的电源电缆。否则将是极端危险并可导致触电。连接输入电源电缆时，请务必确定主电源为关断状态。同时为防止输入电源或断路器被误合上，请在所有的电源单元、断路器上放置清晰的关断标志，表示检查/保养、维修进行中，并用锁锁定或放置夹头夹住主电源开关。</p> <p>9、当接线工作完毕时，务必盖上输入电源连接端的盖板。否则将是极端危险的，如果误触到端子可导致触电事故。</p> <p>10、请将连接机器人的马达/信号线束放置在电缆槽内，以防止受到损害。另外请采取措施以免它们受压。控制器与机器人之间全部连接完毕之前，请勿连接接入电源。否则则非常危险，可导致触电等事故。</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 1.3.2 机器人启动前的安全

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>危险</b></p> <p>机器人开动前的操作，必须严格遵照以下事项，并请参阅相关的国内/国际安全标准。机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <p>1、操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。</p> <p>2、务必把机器人的控制箱、操作面板和所有其他的控制装置安装在安全防护装置(围栏)之外，只有这样才能监视整个机器人的运动范围。</p> <p>3、确认在机器人手臂的运动范围内，没有任何人员、包装材料、夹具或其他各类障碍物。</p> <p>4、消除固定设备和移动设备之间任何可能夹人的区域。</p> <p>5、连接电源电缆前，请确认供电电源的电压、频率、电缆规格等是否符合要求。</p> <p>6、确保控制箱和周边设备的正确接地。机器人控制箱的接地线和周边设备的接地线应分开接地，不能连在一起。同时如果外部设备上加电磁开关、接触器等装置时，请在邻近机器人控制箱的电源进线上，安装电源滤波器或相当装置。</p> <p>7、在打开机器人的“电源”ON之前，请确认机器人的安装符合机器人安装的要求。</p> <p>8、在操作员操作机器人时，必须配置有一个观察员进行监控，这个观察员也必须完成埃夫特公司对应的培训。</p> <p>9、对于应用项目（水、压缩空气、保护气体等），系统必须配置有监控仪表，以便及时自动发现供水供气的不正常情况。</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                              |
|--------------------------------------------------------------|
| 10、如果在机器人工作过程中会产生大量的废料、金属尘粒、细小粒子等，请在机器人、机器人控制箱、周边装置上罩上合适的罩壳。 |
|--------------------------------------------------------------|

### 1.3.3 机器人启动的安全



#### 危险

要启动机器人，首先把控制电源开到 ON，然后打开电机电源。这些操作，请严格遵守如下事项，同时参考相关的国内/国际的标准。

机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。

开动机器人前，请确认急停止开关工作正常。

1、操作前. 请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。

2、检查所有机器人操作必须的开关、显示以及信号的名称及其功能。

3、除非机器人电源断开，否则不可进入安全围栏。同时，在开动机器人前. 请确认各安全防护装置功能正常。

4、如果机器人应用系统中有几个操作人员一起工作，务必让全部操作者及其相关人员都清楚机器人已激活后，才可以启动机器人。

5、在接通电机电源 ON、开始示教或自动操作前，请再次确认在机器人安全栅栏内和机器人周围没有任何工人员或遗留的障碍物存在。

6、当启动机器人和从故障状态恢复运行时，在开启马达电源后，请把你的手放在紧急停止开关上，以便在出现异常情况时，可以立即切断马达电源。

7、在激活机器人前，请再次确认下列条件已满足。

- 确认机器人的安装状态是正确的和稳定的。
- 确认机器人控制箱的各种连接都是正确的，电源规格（电源电压、频率等）符合要求。
- 确认各种应用连接（水、压缩空气、保护气体等）是正确的，并和规格型号是一致的。
- 确认与周边装置的连接是正确的。
- 请确认在使用软件运动限位外，也已安装了机械限位挡块/或限位开关来限定机器人的运动范围。
- 当机器人被机械限位挡块停止时，请确认检查了相关零件或已更换了失效的机械限位挡块（如果有必要）。
- 确认采取了安全措施：已安装了安全围栏或报警装置及联锁信号等安装防护装置。
- 请确认安全防护装置及联锁的功能正常。
- 确认环境条件（温度、湿度、光、噪声、灰尘等）都满足要求，或者说没有超过系统和机器人的规格要求。



### 1.3.4 试车安全

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>危险</b></p> <p>试车时，示教程序、夹具、逻辑控制器等各种要素中可能存在设计错误、示教错误、工作错误。因此，进行试车作业时必须进一步提高安全意识。</p> <p>试车过程中需要注意以下几点：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1、首先，确认紧急停止按钮、保持/运行开关等用于停止机器人的按钮、开关、信号的动作是否正常。一旦发生危险情况，若无法停止机器人将无法阻止事故的发生。</li><li>2、机器人试车时，首先将机器人的操作速度设定为低速（5%~10%左右的速度），对示教的动作进行确认。以 2~3 周期左右，反复进行动作的确认，若发现有问题时，应立即停止机器人并进行修正。确保没有问题之后，逐渐提高速度（50%→70%→100%），各以 2~3 周期左右，再次反复作确认动作。</li></ol> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 1.3.5 示教过程中的安全

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>危险</b></p> <p>埃夫特公司建议应在安全围栏外完成示教工作。但如果确实需要进入安全栅栏，请严格遵守下面事项，同时参考下面国内/国际安全标准。</p> <p>机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <p>示教工作前，请确认紧急停止开关功能正常。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1、操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。</li><li>2、开动机器人前，请确认所有的安全防护装置（安全围栏）工作正常。</li><li>3、示教工作应由两个人来做一个示教员、一个观察员。观察员同时也承担安全监督的责任；并在示教前，确认“工作启动”等信号情况。</li><li>4、示教员在进入安全围栏前，必须把示教器上的示教开关打到手动位置，以防控制柜模式开关打到自动模式而引发事故。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下紧急停止开关，并立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。</li><li>5、在安全围栏外、可监控整个机器人运动的位置上，请为观察员安装一个急停开关。一旦机器人出现不正确的运动，观察员必须可以非常方便地按下开关来立即停止机器人。另外，如果需在紧急停止后重新启动机器人，请在安全围栏外进行复位和重启手动操作。示教员和观察员必须是经过特别培训的合格人员。</li><li>6、请清楚地标示示教工作正在进行中，以免有人通过控制器、操作面板、示教器等误操作任何机器人系统装置。</li><li>7、完成示教工作后，在确认示教的运动轨迹和示教数据前，请清除安全围栏内、机器人周围的全部人员和障碍遗留物，确认安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物后，请在安全围栏外执行确认工作。这时，机器人的速度应小于等于安全速度（250mm/s），直到运动确认正常。</li></ol> |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>8、如需在紧急停止后重启机器人，请在安全围栏外手动复位和重启。同时确认所有的安全条件，确认机器人周围、安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物。</p> <p>9、示教过程中，请确认机器人的运动范围，禁止接近机器人手臂的下方。防止因意外操作产生的危险，特别注意，当机器人手爪中抓有工件时，禁止接近机器人手臂，防止因工件意外掉落而产生的危险。</p> <p>10、为了安全，在示教或检查模式中，机器人的最大速度被限制在了 250mm/s 之内（安全操作速度）。但是，在刚完成示教或出错恢复后，操作员校验示教数据时，请把检查运行的速度设得越低越好。</p> <p>11、示教过程中，无论示教操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰装、挤压点。同时，请确认示教操作员的安全通道，以供在紧急时撤退之用。</p> <p>12、在机器人的运动示教完毕后，请把机器人的软件限位设定在机器人示教运动范围之外一点点的地方。如何设定软件限位，请参阅埃夫特工业机器人操作手册。</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 1.3.6 自动运行时的安全

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>危险</b></p> <p>由于示教的程序将高速重现运行，所以请严格遵守如下事项，同时参阅相关国际国内安全标准。</p> <p>机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <p>在自动操作前，请确认所有的开关功能正常。</p> <p>1、操作前，请完整阅读和理解埃夫特公司提供的​​所有手册及其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。</p> <p>2、在自动运行中，永远不要进入或部分身体进入安全围栏。同时，请在启动运行机器人前，确认安全围栏内没有任何人员或障碍遗留物。</p> <p>3、自动运行中，机器人在等待定时器延时或外部信号输入时，看上去像停止了一样。但这时千万不要靠近机器人，因为当定时器时间到或外部信号输入时，机器人将立即恢复运行。</p> <p>4、在自动运行中，这种情况将是极端危险的：如果工件的抓握力不够，在机器人运动中，工件有可能会被甩脱。请务必确认工件已被牢间地抓紧。当工件是通过气动手爪、电磁方法机构等抓握的，请采用失效安全系统，来确保一旦机构的驱动力被突然断开时，工件不被弹出。即使在出错时，工件出的可能性为最小时，也请安装保护栅，如网罩等。</p> <p>5、在安全围栏上显示“自动运行中”标志，并且不得进入工作区域。同时，请确认安全通道，以便操作人员在紧急情况下撤出。</p> <p>6、如果存故障导致机器人在自动运行中停止，请检查显示的故障信息，按照正确的故障恢复顺序，来恢复和重启机器人。</p> <p>7、请在故障恢复顺序后、重新启动机器人前，确认安全的工作条件满足，并且确认在安全防护装置内或机器人周围没有遗留任何人员、夹具、周边装置或障碍物等。</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 1.3.7 维修时的安全



#### 危险

要进行维修时，请严格遵守下列条款，同时参阅相关国际国内安全标准。

机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。

在维修前，请确认所有开关功能正常。

1、操作前，请完整阅读和理解埃夫特公司提供的所有手册及其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。

2、在进入安全围栏前，请确认所有必须的安全措施都已准备好并且功能良好。

3、在进入安全围栏前，请切断控制电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、维修进行中，并且采用锁定或夹定主电源开关，以免有人误开电源。

4、维修工作仅限于完成了相应型号机器人的特别培训的人员。

5、在维修工作前，确认机器人周围具备足够的空间，以免与周边设备干涉。同时将周边装置于固定状态，防止它们出现任何的突然动作。

6、在进入安全围栏前，请务必关断自动操作功能。如果机器人出现任何的异常运动，应立即按急停开关，并立即从规定的撤离路线撤出。

7、除操作人员手中示教器的紧急停止开关之外，请在安全栏外、便于观察全部机器人运动范围的地方，为监察员安装另外一急停开关。一旦在维修中机器人出现异常动作，此开关必须可以让监察员非常容易地按到。在急停后，请从围栏外面来复位并重启机器人。此外，操作者和监察员都必须是完成了特别培训课程的人员。

8、操作中，操作者和监察员都必须时刻注意观察异常运动、可能的碰撞点及机器人周围。

9、更换时，请只使用埃夫特提供的零部件。

10、在拆除任何关节轴的伺服马达前，请用合适的提升装置支撑好机器人手臂。拆除马达，将使该轴的刹车机构失效，如果没有可靠的支撑，手臂将会下坠。请注意，如果按控制盘上的任何轴刹车释放开关，会出现相同的危险。

11、当需要更换驱动模块、电源模块，请关断控制电源，并且至少等待7分钟。然后，请在确认电源的输出电压为0V后，才开始更换工作、拆除连接器等。也请注意，不要触碰任何零件，防止触电或烫伤。

12、如果供有压缩空气或水时，维修前，请切断供应源、并清除管线内的任何剩余压力。

13、当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停链路中。

14、当变更机器人部件时一定要确认该部件和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。

### 1.3.8 点检和维护时的安全



## 危险

为防止系统故障，请严格按照下列的条款进行机器人的清洗、检查、维护或更换部件。同时参阅相关国际国内安全标准。

在检查与维护前，请确认所有的急停开关功能正常。

1、操作前，请完整阅读和理解埃夫特公司提供的所有手册及其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。

2、在检查与维护工作前，清除不要的物体，并清理到安装位置的通道。

3、点检和维护保养工作，只限于完成了本机器人或相同型号机器人特别培训的人员。

4、进行点检和维护保养工作前，请确认机器人周围足够的空间，以避免与周边设备发生干涉。同时把周边设备设成固定状态，确保它们不会突然运动。

5、在进入安全围栏前，请按工作需要切断整条线的电源或机器人电源，并请切断电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、检查/维修进行中，并且采用锁锁定或夹夹定主电源开关，以免有人误开电源。如果整条线不能停止来，请在目标机器人与任何相邻机器人之间安装临时安全围栏。

6、当进行连锁信号线路的点检和维护工作时，请无误地关闭所有信号关联设备的电源，以确保安全。在进行此项工作期间，不得进入安全围栏。

在完成点检和维护工作后，请确认安全防护装置（安全栅栏、安全插销、急停止开关等）、周边设备、连锁线路等安全装置的工作正常。

7、除操作者持有的紧急停止开关之外，请为安全护栏外的监督员安装另一个急停开关，安装位置请选在可以监控全部机器人运动范围的地方。如果在维护/点检中，机器人出现不正常的运动，监督员必须很容易地按到开关。急停后，恢复和重启机器人必须在安全围栏外进行。另外，操作员和监督员必须是完成了特别培训课程的人员。

8、示教员在进入安全栅栏前，必须把示教器上的示教模式开关打到手动模式，以防控制柜模式开关打到自动模式而引发事故。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下

紧急停止开关，并立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。

9、点检/维护过程中，无论操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰撞、挤压点点。同时，请确认操作员的安全通道，以供紧急撤离之用。

10、如果在点检/维护过程中，不可避免地需要拆除安全围栏，请提供足够的安全措施：

- 把机器人和周边设备停在合适的地方。
- 锁定/标定电源和开关，必须避免任何人误开电源或误把开关打到自动模式。
- 完成点检/维护后，重新装好安全围栏，并确认所有的安全措施、安全功能和原来的一样。

11、请只使用埃夫特公司认可的零件来替换。并且，在点检/维护中，请一定用示教模式、并以尽可能低的速度运动机器人。

12、当需要更换驱动模块、电源模块，请关断控制电源，并且至少等待 7 分钟。然后，请在确认电源的输出电压为 0V 后。在确认直流电源输出电正变为 0V 后，再开始更换或拔出连接器等工作。另外，如果机器人刚停止运行，散热片或再生吸收电阻

可能还是烫的。因此，小心不要触摸任何热的部件。

13、在从转轴上拆除伺服电机前，请用合适的提升装置，牢固支撑住机器人的手臂。拆除转轴外的电机将使该轴的刹车系统失效，手臂将会掉落。另外，按控制面板上的任何刹车释放按钮，也会导致同样的危险。

14、如果在维修前后，机器人必须保持同样的姿态，请在更换部件前，记录机器人的姿态数据。

15、在更换过程开始阶段，当拆除印刷线路板或电缆时，检查并记录他们的位置、连接器编号、安装方式、设置数据等，这样就可以按原样恢复了。连接器在插入完毕后，必须把它的锁紧机构牢靠地锁定。另外永远不要触摸连接器的插针。

16、当应用装置（水、压缩空气、保护气体等）使用时，在进行点检/维护前，请关闭它们的供应源，清除管路中的剩余压力。

17、检修/维护后，请确认全部的安全防护装置功能正常。

18、未经公司许可，不要改变或改装机器人。如果发生未经许可的改装，埃夫特公司将不负任何责任。

19、在机器人手臂和控制器中，内置有多种数据后备电池。如果使用错误的电池，将会引起燃烧、过热、爆炸、腐蚀、漏液等情况发生。因此必须严格遵照下列要求。

- 只使用埃夫特公司指定的电池；
- 不可再充电、拆开、变换和加热电池；
- 不可把电池丢弃在水中或火中；
- 表面损坏的电池，其内部可能已经短路，决不能再使用；
- 不可用金属，如电线等，短路电池的正负极。不可将废旧电池丢弃在焚化、填埋、倾倒地地面的垃圾中。丢弃电池时，请把它们用袋子包起来，以免它们接触其他金属，同时请遵照当地的规定规章正确处理。

20、当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停链路中。接入扩展轴后需要对急停链路的安全功能进行测试，确保符合安全控制逻辑。变更与安全相关部件后需对急停链路的安全功能进行测试，确保符合安全控制逻辑。

21、变更机器人部件时一定要确认该部件和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。



## 第 2 章 欢迎使用埃夫特机器人

### 2.1 本章简介

本章将介绍机器人控制系统的两个重要部分：控制柜和示教器。主要从硬件方面说明其组成和基本概念。

### 2.2 示教器

#### 2.2.1 关于示教器

示教器（如图 2-1）是操作者与机器人交互的设备，使用示教器操作者可以完成控制机器人的所有功能。比如手动控制机器人运动、编程控制机器人运动、设置 IO 交互信号等等。



图 2-1 EFORT 示教器

表 2-1 示教器基本参数

| 序号 | 项目     | 技术参数                                     |
|----|--------|------------------------------------------|
| 1  | 显示器尺寸  | TFT 8-inch LCD                           |
| 2  | 显示器分辨率 | 1024*768                                 |
| 3  | 是否触摸   | 是                                        |
| 4  | 功能按键   | 急停按钮、模式选择钥匙开关（手动慢速、手动全速、自动），<br>28 个薄膜按键 |
| 5  | 模式旋钮   | 三段式模式旋钮                                  |
| 6  | 外接 USB | 一个 USB 2.0 接口                            |
| 7  | 电源     | DV24V                                    |
| 8  | 防尘防水等级 | IP65                                     |
| 9  | 工作环境   | 环境温度-20℃~70℃                             |

2.2.2 功能区与接口

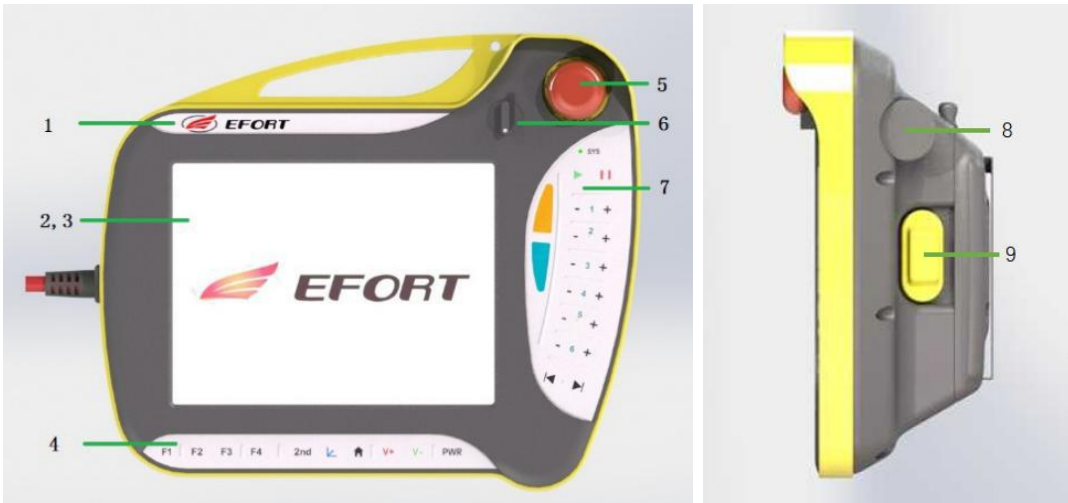


图 2-2 示教器

表 2-2 示教器各部分功能

| 序号 | 名称     | 描述                      |
|----|--------|-------------------------|
| 1  | 薄膜面板 3 | 公司 LOGO 彩绘              |
| 2  | 触摸屏    | 用于操作机器人                 |
| 3  | 液晶屏    | 用于人机交互                  |
| 4  | 薄膜面板 2 | 含有 10 颗按键               |
| 5  | 急停开关   | 双回路急停开关                 |
| 6  | 模式旋钮   | 三段式模式旋钮                 |
| 7  | 薄膜面板 1 | 含有 18 颗按键和 1 颗红黄绿三色 LED |
| 8  | USB    | 2.0USB，用于导入与导出文件及更新示教器  |
| 9  | 三段手压开关 | 手动模式下手压上伺服              |

示教器功能按键说明如图 2-3-图 2-4。

表 2-3 示教器上硬件及其功能

| 序号 | 名称      | 序号 | 名称      |
|----|---------|----|---------|
| 1  | 三色灯     | 11 | 轴 4 运动+ |
| 2  | 开始      | 12 | 轴 5 运动- |
| 3  | 暂停      | 13 | 轴 5 运动+ |
| 4  | 轴 1 运动- | 14 | 轴 6 运动- |
| 5  | 轴 1 运动+ | 15 | 轴 6 运动+ |
| 6  | 轴 2 运动- | 16 | 单步后退    |
| 7  | 轴 2 运动+ | 17 | 单步前进    |
| 8  | 轴 3 运动- | 18 | 热键 1    |
| 9  | 轴 3 运动+ | 19 | 热键 2    |
| 10 | 轴 4 运动- |    |         |

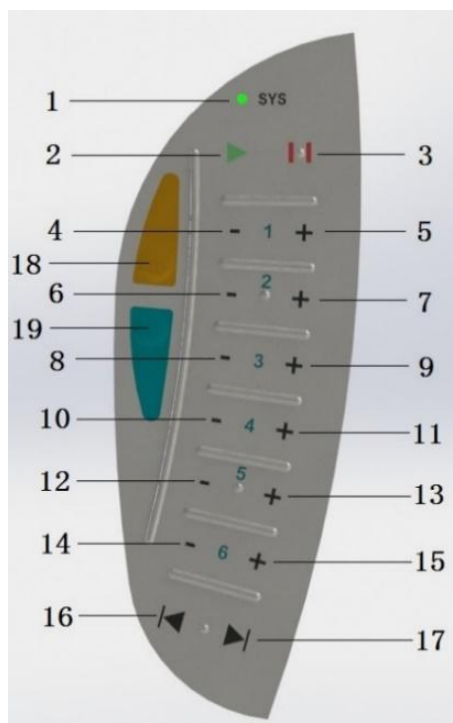


图 2-3 右侧按键

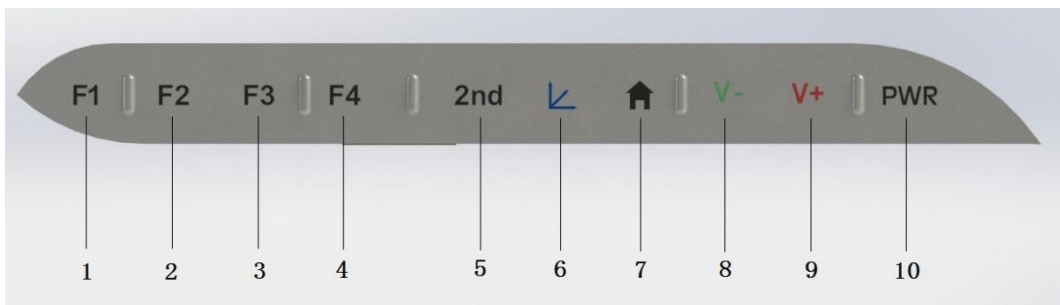


图 2-4 下侧按键

表 2-4 示教器下侧按键及其功能

| 序号 | 名称                                      | 序号 | 名称    |
|----|-----------------------------------------|----|-------|
| 1  | 多功能键 F1，<br>暂定：调出当前报警内容                 | 6  | 坐标系切换 |
| 2  | 多功能键 F2                                 | 7  | 回主页   |
| 3  | 多功能键 F3<br>暂定：程序运行方式（连续、<br>单步进入、单步跳过等） | 8  | 速度-   |
| 4  | 多功能键 F4                                 | 9  | 速度+   |
| 5  | 翻页                                      | 10 | 伺服上电  |

2.2.3 如何握持示教器

左手握持示教器，点动机器人时，左手指需要按下手压开关，使得机器人处于伺服开的状态。具体方法如下图所示。





图 2-5 示教器握持方法

## 2.3 启动系统

### 2.3.1 本体检查

- 1) 检查机器人本体是否固定到位。
- 2) 检查打包运输时的固定夹具和橡胶垫是否拆除。

### 2.3.2 系统连接

- 1) 连接本体到控制柜动力线电缆。
- 2) 连接本体到控制柜编码器电缆。
- 3) 连接示教器到电控柜上。
- 4) 连接控制柜电源到外部电源。
- 5) 接通控制装置的电源之前，将地线连接至机构部和控制部。

### 2.3.3 系统上电

完成上述操作后，使用电控柜上的电源开关启动系统，如果一切正常，从示教器上可以看到系

统自动进入登录界面，用户可以根据不同的权限操作机器人。如果有报错提示，请参照故障处理章节处理。

### 第 3 章 操作界面

#### 3.1 本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人示教器的界面布局、登录和设置。

#### 3.2 界面布局

EFORT 工业机器人示教器的界面布局分为状态栏、任务栏和显示区 3 个部分。



图 3-1 界面布局

##### 3.2.1 状态栏

状态栏显示了机器人工作状态。



图 3-2 状态栏

表 3-1 状态栏图标介绍

| 序号 | 描述                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 桌面按钮  ，点击图标进入桌面界面。                                                                                                  |
| 2  | 机型显示，  ，双击截图，长按 2s，导出截图功能。                                                                                          |
| 3  | 状态显示按钮，点击进入报警日志界面。  ，正常；  ，错误。 |
| 4  | 急停信号状态：  ，正常；  ，急停被按下。           |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | 伺服状态：  ，伺服关；  ，伺服开。                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6  | 程序运行模式：  ，Rpl 未运行；  ，Rpl 运行中。                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7  | 程序循环方式：  ，连续运行；  ，单步跳过；  ，单步进入；  ，运动跳过；  ，运动进入。 |
| 8  | 机器人运行模式：  ，  ，  。                                                                                                                                                                                                    |
| 9  | 机器人运动坐标系：  关节；  机器人；  工具；  用户。                                                                                                      |
| 10 | 当前工具坐标系，  tool0。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11 | 当前工件坐标系，  wobj0。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | 机器人运行速度，  20%。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

3.2.2 任务栏

任务栏中显示的是已打开的 App 界面快捷按键。其中，登录、文件、程序和监控是默认一直显示的，其余显示在桌面中打开的 App。



图 3-3 任务栏

3.2.3 桌面

EFORT 工业机器人的设置和功能 App 都放置在桌面上，点击 App 图标进入相应的 App 界面。

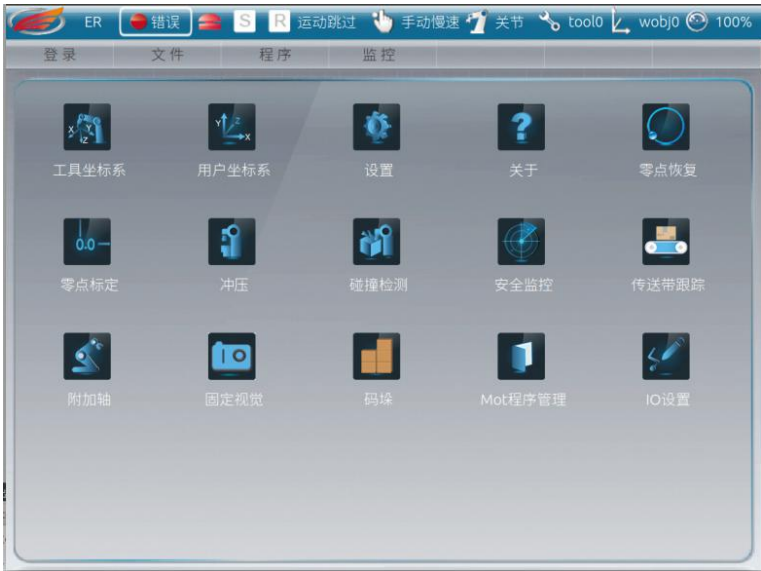
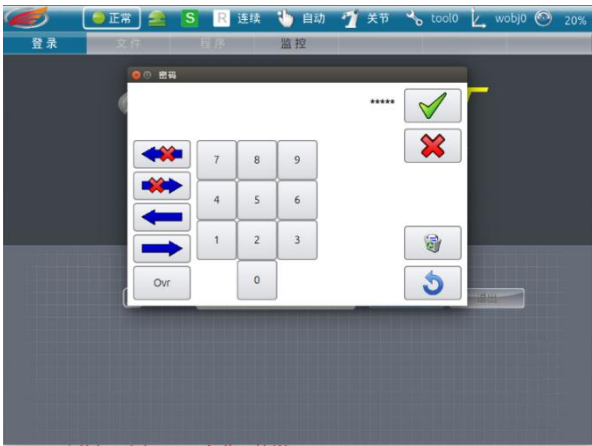


图 3-4 桌面

3.3 登录

EFORT 工业机器人提供操作员、工程师、管理员三个权限等级的账号，默认登录账号为操作者。可以进行账号切换：在密码弹窗中输入密码，点击“登录”按钮，即可登录相应账号。

表 3-2 登录操作

| 步骤                    | 图示                                                                                   | 说明                         |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1.进入登录页面，点击显示区的“输入框”。 |    | 若不在登录页面，点击任务栏中的登录按键进入登录页面。 |
| 2. 输入正确密码，然后点击“√”确认。  |   |                            |
| 3.点击“登录”，登录成功。        |  | 账号已由操作者切换为管理员。             |

操作权限划分：

|    | 操作者  | 工程师    | 管理员    |
|----|------|--------|--------|
| 登录 | √    | √      | √      |
| 监控 | √    | √      | √      |
| 程序 | ×    | √      | √      |
| 文件 | ×    | ×      | √      |
| 密码 | ---- | 666666 | 999999 |

3.4 桌面上的设置 APP

设置 App 界面用于设置系统、轴参数、DH 参数、切换 Logo、应用选择、MES 监控。其中系统设置包括语言设置和 IP 设置。

3.4.1 系统

系统设置上半区为语言设置。语言设置用于切换界面显示语言。目前提供汉语、英语和意大利语三种语言，点击显示的国旗图标切换到对应国家的语言。（意大利语设置功能暂未开放）。



图 3-5 语言设置界面

系统设置下半区为 IP 设置。IP 设置界面用于设置控制器 IP 地址、示教器的 IP 地址、子网掩码和网关。

表 3-3 IP 设置操作流程

| 步骤                      | 图示 | 说明 |
|-------------------------|----|----|
| 1. 在系统设置界面，下半区进行 IP 设置。 |    |    |

2. 点击“编辑”按钮，输入密码。进入编辑状态。



密码为1975。

2. 点击 IP 每段数字所在编辑框后，旁边会弹出数字键盘，输入完成后点击“Ok”。



3. IP 设置全部完成后确定无误点击“保存”。



若输入 IP 后仍想保留原 IP 设置，则点击“放弃”恢复原 IP 设置。



4. 点击保存后在提示是否继续信息框上点击“是”，重启机器人。



IP 地址改变后需要重启机器人才能生效。

3.4.2 轴参数

可以通过轴参数设置界面查看和修改轴参数，操作流程如下：

表 3-4 轴参数操作流程

| 步骤                                                                                                                                  | 图示                                                                                   | 说明 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.进入设置界面，点击“轴参数”按键。                                                                                                                 |   |    |
| 2. 点击密码输入框，输入密码“1975”，然后点击“  ”按钮，点击轴参数界面上“进入”按钮。 |  |    |



3.若要修改其中的参数，输入完后点击“保存”按钮。



若不修改参数，退出时请点击“退出”按钮。

3.4.3 DH 参数

可以通过 DH 参数设置界面查看 DH 杆长参数和零点位置的编码器值。

3.4.3.1 杆长参数

杆长参数设流程如下：

表 3-5 DH 杆长参数操作流程

| 步骤                                                       | 图示                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 说明   |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|--------|----|-----|----|---|--|
| 1. 进入设置界面，<br>点击“DH 参数”按钮。                               | <table border="1"><thead><tr><th>Link</th><th>Length (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>L1</td><td>195</td></tr><tr><td>L2</td><td>422</td></tr><tr><td>L3</td><td>800</td></tr><tr><td>L4</td><td>175</td></tr><tr><td>L5</td><td>1000.5</td></tr><tr><td>L6</td><td>112</td></tr><tr><td>L7</td><td>0</td></tr></tbody></table> | Link | Length (mm) | L1 | 195 | L2 | 422 | L3 | 800 | L4 | 175 | L5 | 1000.5 | L6 | 112 | L7 | 0 |  |
| Link                                                     | Length (mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| L1                                                       | 195                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| L2                                                       | 422                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| L3                                                       | 800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| L4                                                       | 175                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| L5                                                       | 1000.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| L6                                                       | 112                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| L7                                                       | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |
| 2. 点击密码输入框，输入“1975”，<br>然后点击“✓”按钮，再点击 DH<br>参数界面上“进入”按钮。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |             |    |     |    |     |    |     |    |     |    |        |    |     |    |   |  |

3. 若要修改其中的参数，输入完后点击“保存”按钮，然后点击提示框“是”按钮，重启机器人。



若不修改参数，请点击“退出”按钮退出修改界面。

3.4.3.2 零点文件记录

零点文件记录的是机器人出场时标准的零点位置，只有两种情况允许使用：

- 1) 机器人出场时，经过激光标定零点之后需要使用该功能记录文件，此文件将是“零点恢复”功能的基准，若没有记录此文件，零点恢复功能将不可用；
- 2) 机器人现场进行机械装拆，导致原始零点丢失，此时经过标准的零点标定操作（例如：激光标定，机器人零点标定）之后，执行零点重写操作，记录新的零点文件。非专业人员请勿操作。具体操作步骤如下：

表 7-2 零点文件重写操作步骤

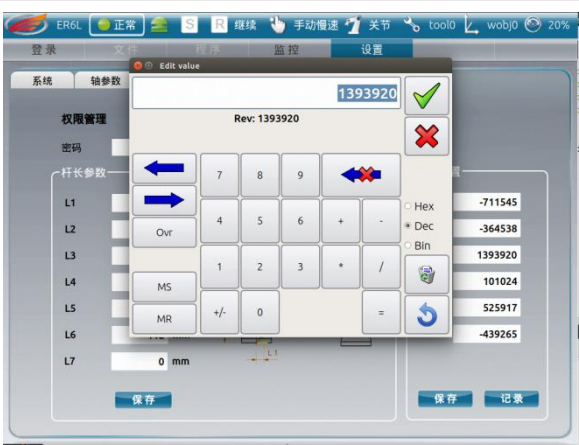
| 步骤                                                                                                                                                           | 图示                                                                                   | 说明                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. 在桌面点击“设置”图标，点击“DH参数”按钮，点击密码输入框，输入“1975”，然后点击“  ”按钮，再点击 DH 参数界面上“进入”按钮。 |  | 若密码输入错误，没有获得权限，“记录”按钮将无法点击。 |

2. 点击“**重写零点**”按钮，并在弹出的提示框中点击“**是**”进行确认。



重写零点后，机器人当前位置将被设置为零点，需要重新校对。零点重写成功后，会提示相应弹窗。零点找回时，可根据零点恢复章节操作。

3. 点击“**修改**”按钮，修改零点位置编码器值。



记录之后请不要随意修改编码器值，错误修改会导致零点恢复功能不能使用。

4. 修改完成后，点击零点位置中“**保存**”按钮即可。

### 3.4.4 切换 Logo

前期准备：在 U 盘中导入需要切换的 Logo 图片，图片格式为.png，暂不支持其它格式的图片。目前在示教器上需要替换 4 处 Logo，分别为开机 Logo、状态栏 Logo、登录界面 Logo 和关于界面 Logo。因此客户需要准备该 4 处的 Logo 图片。

表 3-6 Logo 图片

| 开机界面 Logo                                                                         | 状态栏 Logo 和登录界面 Logo                                                                | 关于界面 Logo                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |

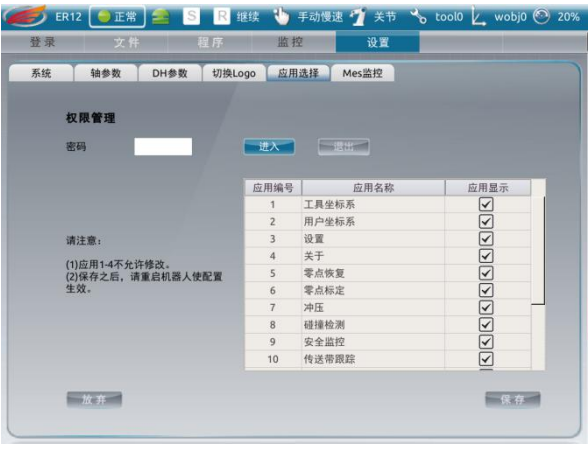
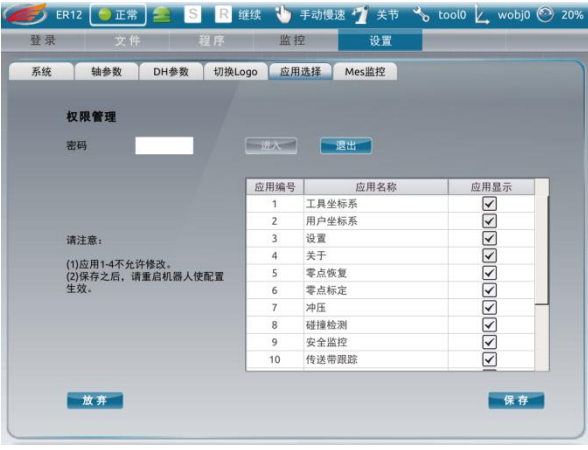
表 3-7 切换 Logo 操作流程

| 步骤                                                           | 图示                                                                                   | 说明                                                                       |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1. 进入设置界面，点击“切换 Logo”按钮。                                     |   | <p>在示教器上插入 U 盘，选择需要替换 Logo 的位置，然后点击“替换”按钮。</p> <p>右侧 4 张图片是替换图片的缩略图。</p> |
| 2. 在选择需要替换的 Logo 图片，然后点击“打开”按钮，然后点击“Ok”，确认替换。                |  |                                                                          |
| 3. 弹出是否替换提示弹框，点击“是”，然后在右侧相应的位置会显示替换的 Logo 的缩略图，表示 Logo 替换成功。 |  | <p>替换完开机界面和登录界面的 Logo 后须重启机器人才能在相应的位置更新。</p>                             |

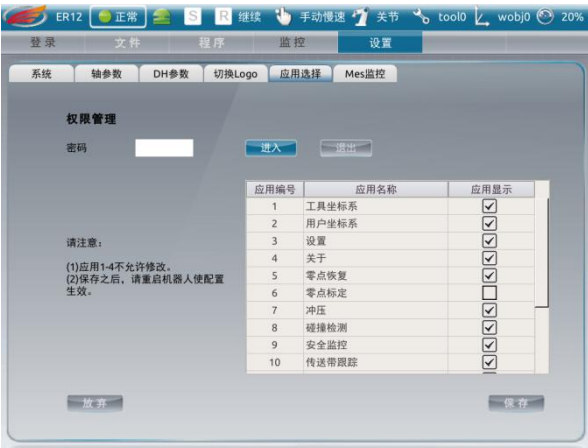
3.4.5 应用选择

可以通过应用选择设置界面选择应用显示，包括零点恢复、零点标定、冲压、碰撞检测等，其中应用 1-4 不允许修改。其操作流程如下：

表 3-8 IO 应用选择操作流程

| 步骤                                                    | 图示                                                                                   | 说明                                 |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1. 进入设置界面，点击“应用选择”按钮。                                 |    |                                    |
| 2. 点击密码输入框，输入“1975”，然后点击“✓”按钮，确认密码正确在应用选择界面，点击“进入”按钮。 |   |                                    |
| 3. 全部需用显示的应用勾选完毕后，确定无误点击“保存”。                         |  | 若对应用显示修改后仍想保留原应用显示设置，则点击“放弃”恢复原设置。 |

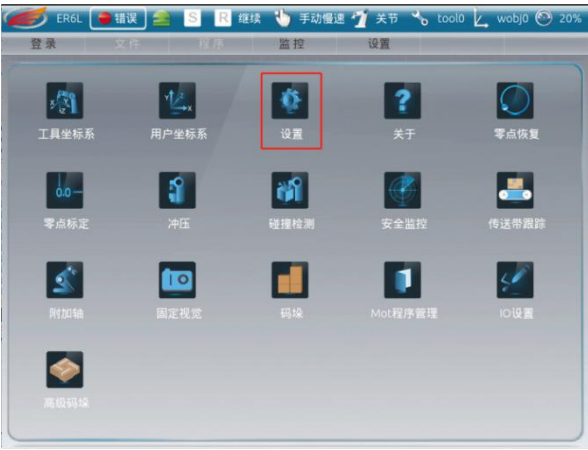


| 4. 点击保存后在提示是否继续信息框上点击“是”，重启机器人。 |  <table border="1"><thead><tr><th>应用编号</th><th>应用名称</th><th>应用显示</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>工具坐标系</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>2</td><td>用户坐标系</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>3</td><td>设置</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>4</td><td>关于</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>5</td><td>零点恢复</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>6</td><td>零点标定</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>7</td><td>冲压</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>8</td><td>碰撞检测</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>9</td><td>安全监控</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr><tr><td>10</td><td>传送带跟踪</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></tbody></table> | 应用编号                                | 应用名称 | 应用显示 | 1 | 工具坐标系 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | 用户坐标系 | <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | 设置 | <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | 关于 | <input checked="" type="checkbox"/> | 5 | 零点恢复 | <input checked="" type="checkbox"/> | 6 | 零点标定 | <input checked="" type="checkbox"/> | 7 | 冲压 | <input checked="" type="checkbox"/> | 8 | 碰撞检测 | <input checked="" type="checkbox"/> | 9 | 安全监控 | <input checked="" type="checkbox"/> | 10 | 传送带跟踪 | <input checked="" type="checkbox"/> | 应用显示界面改变后需要重启机器人才能生效。 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|------|---|-------|-------------------------------------|---|-------|-------------------------------------|---|----|-------------------------------------|---|----|-------------------------------------|---|------|-------------------------------------|---|------|-------------------------------------|---|----|-------------------------------------|---|------|-------------------------------------|---|------|-------------------------------------|----|-------|-------------------------------------|-----------------------|
| 应用编号                            | 应用名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 应用显示                                |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 1                               | 工具坐标系                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 2                               | 用户坐标系                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 3                               | 设置                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 4                               | 关于                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 5                               | 零点恢复                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 6                               | 零点标定                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 7                               | 冲压                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 8                               | 碰撞检测                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 9                               | 安全监控                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |
| 10                              | 传送带跟踪                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> |      |      |   |       |                                     |   |       |                                     |   |    |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |   |    |                                     |   |      |                                     |   |      |                                     |    |       |                                     |                       |

3.4.6 MES 监控

3.4.6.1 MES 监控配置

表 3-8 MES 监控配置操作流程

| 步骤          | 图片                                                                                   | 描述                                       |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1.打开“设置”功能。 |   | 打开示教器桌面，点击“设置”图标进入 APP 界面，并进入“MES 监控”页面。 |
| 2.停止服务器监听。  |  | 服务器开机自动打开，若需要修改配置，须停止监听。                 |

3.MES 设置



设置监听端口、模式、协议以及广播时间间隔，点击“保存”按钮，使配置生效。

控制器 IP 地址修改须在“系统”页面修改。

监听模式：

- 广播：服务器主动发送数据，支持机器人和附加轴协议。
- 问询：客户端发送问询指令，服务器应答机器人状态，只支持机器人协议。

监听内容：

- 机器人：机器人状态信息。
- 附加轴：只有附加轴位置信息。

间隔时间：

只在广播模式下有效，发送数据的间隔时间。

3.4.6.2 MES 系统协议

1) 机器人通讯协议

问询模式，MES 系统主发机器人协议。具体通讯数据如下：

| MES 系统主发机器人 |        |                  |        |    |             |
|-------------|--------|------------------|--------|----|-------------|
| 序号          | 意义     | 变量               | 类型     | 字节 | 备注          |
| 1           | 报文开始标记 | Packet_Start     | string | 16 | MessageHead |
| 2           | 数据长度   | Packet_Length    | short  | 2  | 38          |
| 3           | 数据命令   | Packet_Orders    | short  | 2  | 1001        |
| 4           | 数据心跳   | Packet_Heartbeat | short  | 2  |             |
| 5           | 报文结束标记 | Packet_End       | string | 16 | MessageTail |

其中：数据心跳需要本次和上次发送不一样的数值。

| 机器人回发 MES 系统 |        |                  |        |    |             |
|--------------|--------|------------------|--------|----|-------------|
| 序号           | 意义     | 变量               | 类型     | 字节 | 备注          |
| 1            | 报文开始标记 | Packet_Start     | string | 16 | MessageHead |
| 2            | 数据长度   | Packet_Length    | short  | 2  | 788         |
| 3            | 数据命令   | Packet_Orders    | short  | 2  | 1002        |
| 4            | 数据心跳   | Packet_Heartbeat | short  | 2  |             |
| 5            | 报警状态   | bErrorStatus     | bool   | 1  | 1：有报警；0：无报警 |
| 6            | 急停状态   | bHstopStatus     | bool   | 1  | 1：无急停；0：有急停 |
| 7            | 权限状态   | bAuthorityStatus | bool   | 1  | 没有外部 PLC 模式 |

|    |           |                   |              |      |                                                  |
|----|-----------|-------------------|--------------|------|--------------------------------------------------|
| 8  | 伺服状态      | bServoStatus      | bool         | 1    | 1: 有使能; 0: 未使能                                   |
| 9  | 轴运动状态     | bAxisMoveStatus   | bool         | 1    | 1: 有运动; 0: 未运动                                   |
| 10 | 程序运行状态    | bProgMoveStatus   | bool         | 1    | 1: 有运行; 0: 未运行                                   |
| 11 | 程序加载状态    | bProgLoadStatus   | bool         | 1    | 1: 有加载; 0: 无加载                                   |
| 12 | 程序暂停状态    | bProgHoldStatus   | bool         | 1    | 1: 有暂停; 0: 无暂停                                   |
| 13 | 模式状态      | nModeStatus       | short        | 2    | 0:手动慢速; 1:手动全速;<br>2:自动                          |
| 14 | 速度状态      | nSpeedStatus      | short        | 2    | 百分比 (单位)                                         |
| 15 | IoDOut 状态 | bIoDOut[0..31]    | bool         | 1*32 | 数字量输出:<br>0-7 本地数字量输出 1-8;<br>8-31 远程数字量输出 0-23; |
| 16 | IoDIn 状态  | bIoDIn[0..31]     | bool         | 1*32 | 数字量输入:<br>0-7 本地数字量输入 1-8;<br>8-31 远程数字量输入 0-23  |
| 17 | IoIOut 状态 | nIoIOut[0..31]    | int          | 4*32 | 预留                                               |
| 18 | IoIIn 状态  | nIoIIn[0..31]     | int          | 4*32 | 预留                                               |
| 19 | 加载工程名     | strProjectName    | string       | 32   | 预留                                               |
| 20 | 加载程序名     | strProgramName    | string       | 32   |                                                  |
| 21 | 错误信息      | strErrorText      | string       | 128  |                                                  |
| 22 | 各轴角度      | dbAxisPos[0..6]   | float        | 4*7  | 度 (单位)                                           |
| 23 | 姿态位姿      | dbCartPos[0..5]   | float        | 4*6  | 毫米 度 (单位)                                        |
| 24 | 各轴速度      | dbAxisVel[0..6]   | float        | 4*7  | 度/秒 (单位)                                         |
| 25 | 各轴加速度     | dbAxisAcc[0..6]   | float        | 4*7  | 度/秒^2 (单位)                                       |
| 26 | 各轴加加速度    | dbAxisJer[0..6]   | float        | 4*7  | 度/秒^3 (单位)                                       |
| 27 | 各轴力矩      | dbAxisTor[0..6]   | float        | 4*7  | 额定力矩百分比 (单位)                                     |
| 28 | 各轴反向计数    | nAxisDirCnt[0..6] | unsigned int | 4*7  | 次 (单位) 统计                                        |
| 29 | 各轴工作总时长   | nAxisTime[0..6]   | unsigned int | 4*7  | 秒 (单位) 统计                                        |
| 30 | 设备开机总时长   | nDeviceTime       | unsigned int | 4    | 秒 (单位) 统计                                        |
| 31 | 报文结束标记    | Packet_End        | string       | 16   | MessageTail                                      |

其中：数据心跳需要发送接收到的数据心跳的数值。

## 2) 附加轴通讯协议

客户端连上服务器后，服务器主动以指定间隔时间发送数据。

| MES 系统主发机器人 |       |        |                                         |
|-------------|-------|--------|-----------------------------------------|
| 序号          | 附加轴数量 | 数据类型   | 备注                                      |
| 1           | 0     | string | Current robot has no auxiliary axes\r\n |
| 2           | 1     | string | EA1:xx.xx;\r\n                          |
| 3           | 2     | string | EA1:xx.xx;EA2:xx.xx;\r\n                |



## 第4章 点动操作

### 4.1 本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人的点动操作、坐标系统、点动操作注意事项和点动操作步骤。

### 4.2 什么是点动操作

点动操作是通过按压示教器面板右侧的点动按键“-”、“+”使机器人运动，此操作只允许在手动模式下进行。伺服使能后，需设置机器人的坐标系类型和运动速率，再进行点动操作。

点动操作分为连续点动和增量点动两种方式：

- 1) 连续点动是长按“-”、“+”按键使机器人运动；
- 2) 增量点动需设置步进长度，之后点按“-”、“+”按键使机器人进行增量式运动。

### 4.3 坐标系介绍

坐标系是一种位置指标系统，其作用是确定工业机器人处于空间中的位置及其姿态。机器人根据不同的参考对象，使用以下四种坐标系。

#### 1) 关节坐标系

关节坐标系是设定在工业机器人关节中的坐标系。在关节坐标系中，工业机器人的位置和姿态以各个关节底座侧的原点角度为基准，关节坐标系中的数值即为关节正负方向转动的角度值。

#### 2) 机器人坐标系

机器人坐标系中的工业机器人的位置和姿态，通过从空间上的直角坐标系原点到工具侧的直角坐标系原点（工具中心点）的坐标值  $x$ 、 $y$ 、 $z$  和空间上的直角坐标系的相对  $X$  轴、 $Y$  轴、 $Z$  轴周围的工具侧的直角坐标系的回转角  $w$ 、 $p$ 、 $r$  予以定义。

#### 3) 工具坐标系

工具坐标系,即安装在机器人末端的工具坐标系,原点及方向都是随着末端位置与角度不断变化的,该坐标系实际是由机器人坐标系通过旋转和位移变换得出。

#### 4) 用户坐标系

用户坐标系即用户自定义坐标系,是用户对每个作业空间进行定义的直角坐标系，该坐标系实际是对基础坐标系通过轴向偏转角度变换得出。

### 4.4 点动操作注意事项

- 1) 操作者须站立于机器人运行的工作空间之外；
- 2) 操作者保持从正面观察机器人，确保发生紧急情况时有安全退路；
- 3) 确保机器人辐射范围内没有人员；
- 4) 查看机器人有无报警，如有报警请先清除后运行；
- 5) 查看机器人机械零位是否与示教器各轴位置相吻合；

6) 上伺服前确认点动全局速度，确认当前所选的坐标系。

## 4.5 开始点动操作

以管理员身份登陆后，点击菜单栏“监控”，然后点击“位置”，在跳转出的界面中即可进行以下的点动操作，如图 4-1 所示。



图 4-1 关节坐标系下位置监控界面

点击示教器面板上的  按键可进行坐标系类型切换，如图 4-2 所示。切换顺序依次为关节坐标系->机器人坐标系->工具坐标系->用户坐标系，切换结果显示于示教器状态栏位置。



图 4-2 坐标系切换和不同坐标系图标

### 4.5.1 关节坐标系-点动操作

将坐标系类型设置为关节坐标系，点击示教器面板下方的坐标系按钮  直到示教器状态栏中

显示  状态。

按住手压开关的同时，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，如图 4-3 所示，即可调节工业机器人相应关节轴的运动角度。



图 4-3 手压开关和点动按钮位置

4.5.2 机器人坐标系-点动操作



图 4-4 机器人坐标系下位置监控界面

如图 4-4 所示，切换坐标系为  机器人，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可沿机器人坐标系的 X、Y、Z、A、B、C 方向移动机器人。

### 4.5.3 工具坐标系-点动操作



图 4-5 工具坐标系下位置监控界面

如图 4-5 所示，切换坐标系为  工具，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可调节工具坐标系中相应 X、Y、Z、A、B、C 的坐标值。

### 4.5.4 用户坐标系-点动操作



图 4-6 用户坐标系下位置监控界面

如图 4-6 所示，切换坐标系为  用户，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可调节用户坐标系中相应 X、Y、Z、A、B、C 的坐标值。

### 4.5.5 点动-快速运动

将机器人模式开关转动至中间位置（T1），此时状态栏中的图标变更为“手动慢速”。将机器人模式开关转动至右侧位置（T2），此时状态栏中的图标变更为“手动全速”。

手动全速模式下，通过调速按钮“V+”和“V-”调整全局速度，其速度范围可设置为 0%—100%，相应的，手动低速模式下，其速度范围可设置为 0%—20%。

现选择手动全速模式且全局速度调节为 100%，取消勾选‘慢速’复选框，如图 4-7 所示，在这种设置下执行点动操作，机器人轴运动速度较快，坐标系值会以较快幅度发生变化。



图 4-7 未勾选慢速复选框

#### 4.5.6 点动-慢速运动

选择手动全速模式且全局速度调节为 100%，勾选‘慢速’复选框，如图 4-8 所示，在这种设置下执行点动操作，机器人轴运动速度较慢，坐标系值会以较慢幅度发生变化。



图 4-8 勾选慢速复选框

#### 4.5.7 点动-步进运动



图 4-9 选择步进运动

点击步进长度设置步间距，上图中设置步长为 15 且坐标系为关节坐标系，每次点按相应关节的“-”、“+”按键，机器人相应关节即以 15 度为单位运动。

## 第 5 章 文件管理与编程

### 5.1 本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人的文件管理和编辑程序。

### 5.2 文件管理

文件管理器是为方便用户管理项目文件而设计，主体部分展示目录结构，底部为文件操作的功能按钮。支持新建、删除、重命名、复制、粘贴、剪切等功能。

由于程序文件都存储在控制器上，因此更换示教器不会造成程序文件丢失。如果需要在不同机器人之间拷贝程序，请使用 U 盘，示教器上提供了标准 USB 接口。

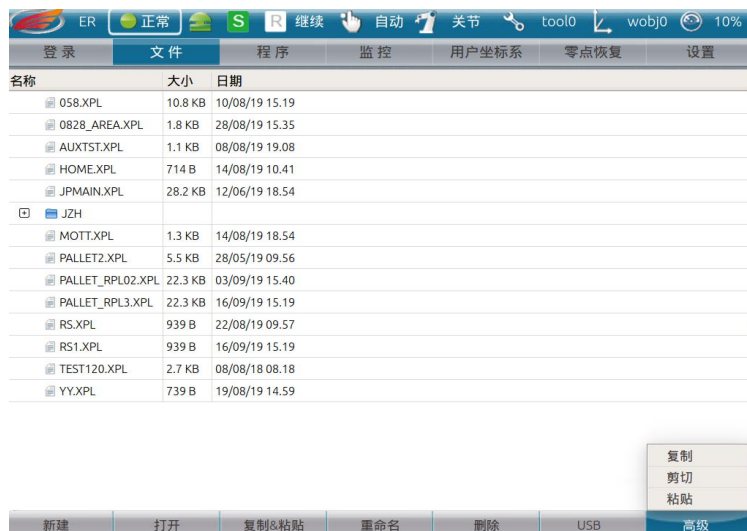


图 5-1 文件管理界面

#### 5.2.1 新建

“新建”包括新建文件和新建文件夹。点击界面底部“新建”按钮，在菜单中选择文件或者文件夹。然后用弹出的键盘输入文件或者文件夹的名称。注意，新建文件时，需要选中一个已存在的文件夹。

#### 5.2.2 打开

“打开”是将当前选中的文件，从 CF 卡中加载到控制器内存中。

#### 5.2.3 复制/粘贴

“复制/粘贴”包括了复制或粘贴两个操作。首先复制选中的文件或者文件夹，然后粘贴该文件或者文件夹，粘贴后的文件或者文件夹将自动重命名。

#### 5.2.4 重命名

“重命名”需注意，不可使用已有的名称。在对文件进行重命名时，可不输入文件后缀。



### 5.2.5 删除

“删除”操作需谨慎，该操作不可逆。

### 5.2.6 USB

“USB”操作包括从 USB 导入和导出到 USB。

从 USB。在示教盒接口插入 U 盘，点击界面底部“USB”按钮，在菜单中选择“从 USB”，弹出文件选择窗口，选择需要导入的文件。

到 USB。在示教盒接口插入 U 盘，选择一个文件或者文件夹，点击界面底部“USB”按钮，在菜单中选择“到 USB”。

### 5.2.7 高级

点击“高级”功能按钮会展开折叠菜单，折叠菜单中包含的功能按钮有“复制”、“剪切”、“粘贴”，该处“复制”、“剪切”、“粘贴”功能能完成不同目录间的文件操作。首先，选中文件，点击“高级”按钮中的“复制”或“剪切”按钮，然后选中目标位置，点击“高级”按钮中的“粘贴”按钮完成整个粘贴工作。

## 5.3 编辑程序

在文件管理器界面，新建或者加载一个程序，示教器界面会自动跳转到程序编辑器界面。程序编辑器显示的程序，即当前控制器内存中加载的程序。如下图：

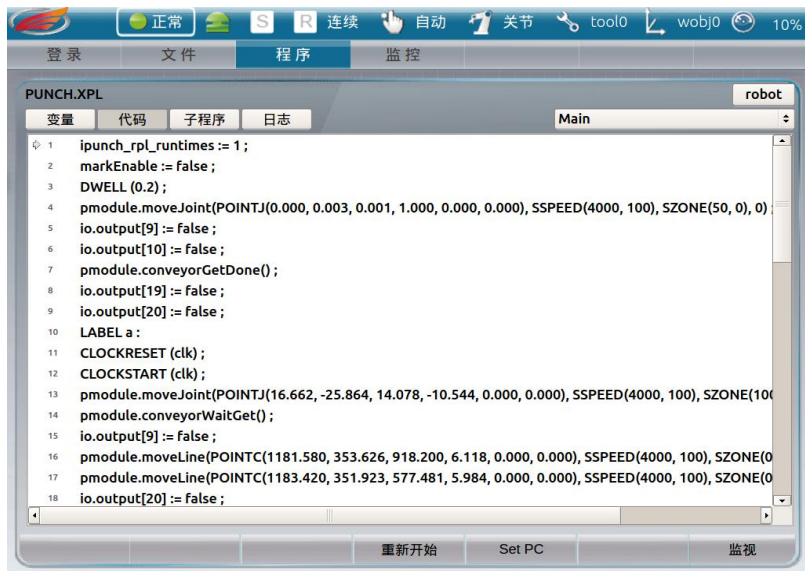


图 5-2 编辑程序界面

编辑一个程序，包括两个方面：

- 1) 程序指令的操作；
- 2) 程序变量的操作。



### 5.3.1 程序变量的操作

在进行程序变量操作之前，需要了解一些相关信息，例如，变量的数据类型、变量的存储类型、变量的作用域等。

#### 1) 变量的数据类型

变量数据类型包括 TOOL、SPEED、POINTC、ZONE、VECT3、POINTJ、BOOL、DINT、UDINT、TRIGGER、LREAL、STRING、REFSYS、ROBOT。

TOOL: 工具，运动指令中使用的工具参数。

SPEED: 速度，运动指令中使用的速度参数。

POINTC: 笛卡尔空间位姿，包含三个位置和三个旋转姿态的笛卡尔空间点。

ZONE: 圆弧过渡，两个连续动作指令重叠的参数。

VECT3: 三维实向量，由三个实数组成的三维向量。

POINTJ: 关节位置，轴组中各个关节的数值。

BOOL: 布尔，布尔类型数值（真或假）。

DINT: 双精度整数，32 位整数，可以取负数（例如：-1234）。

UDINT: 无符号双精度整数，32 位整数，只能取正数（例如：25）。

TRIGGER: 触发，在运动指令中用于触发事件的数据类型。

LREAL: 长实数，双精度浮点数（例如：3.67）。

STRING: 字符串。

REFSYS: 参考坐标系，笛卡尔空间运动参考坐标系。

ROBOT: 机器人轴组名，用于程序中运动指令指定轴组。

#### 2) 变量的存储类型

变量的存储类型包括 VAR、CONST、RETAIN 三种。

VAR: 可变量，该变量可以在 RPL 程序中赋值，当 RPL 程序重新启动时它的值就会丢失。

CONST: 常量变量，该变量不能在 RPL 程序中赋值，必须使用初始值来赋值。

RETAIN: 持续性变量，当 RPL 程序从内存中卸载时，变量的值将被保留。

#### 3) 变量的作用域

变量的作用域包括 Routine's Local、Routine's Input、Routine's Output、Module's Local、Module's public、Module's Task、Module's Global。

**Routine's Local:** 该作用域下的变量只能在定义它的程序或子例程中被看到和使用。外部的程序或子例程无法看到和使用。

**Routine's Input:** 这种类型的变量专用于定义子程序的输入参数。它被用作一个局部变量，但是它的初始值来自于调用程序。输入变量的定义顺序与调用指令传递的参数相同。

**Routine's Output:** 这种变量专用于定义子程序的输出参数。它被用作局部变量，但它的最终值

将在调用程序中的变量中设置。输出变量的定义顺序与调用指令设置的变量相同。

**Module's Local:** 该作用域下的变量可以在所有程序或子程序中看到和使用。使用 **Module's Local** 变量，您可以在子例程中设置一个值，稍后您可以从另一个子例程中读取该变量。您不能用相同的名称定义多个模块的局部变量。这些变量不能从其他模块中看到。

**Module's public:** 它就像 **Module's Local**，但是这个变量可以从其他模块中看到。在其他模块中，可以使用模块名来使用这种类型的变量(e.g. moduleName.variableName)。

**Module's Task:** 这就像 **Module's public**。在其他模块中，这种变量可以在不使用模块名之前使用(e.g. variableName)。

**Module's Global:** 这种类型的变量对于系统的所有任务来说都是通用的。在不同的任务之间共享数据是很有用的。如果对相同的全局有不同的定义，则会报告错误。一个全局变量在前面没有模块名。

#### 4) 添加变量

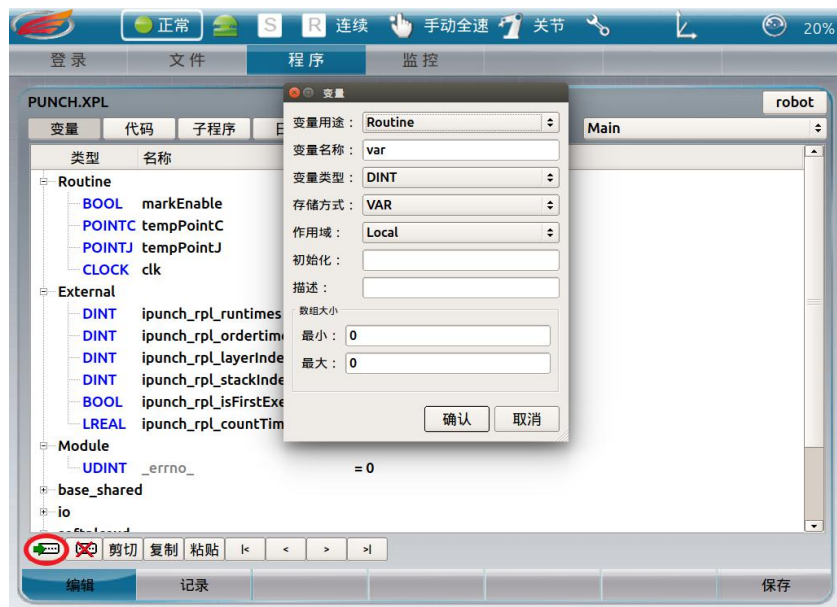


图 5-3 添加变量界面

如图 5-3，在变量管理界面，点击红色标识处的按钮，弹出添加变量窗口。根据需要选择变量的作用域、数据类型、存储类型。

#### 5) 修改变量

在变量管理界面，选择需要修改的变量，双击弹出变量窗口，根据需要修改变量。

#### 6) 删除变量

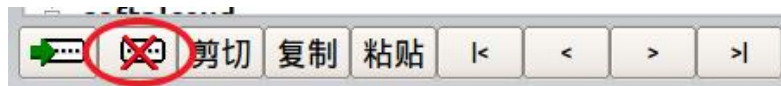


图 5-4 变量操作按钮

在变量管理界面，选择需要删除的变量，然后点击图 5-4 中红圈按钮，可删除变量。

5.3.2 程序指令的操作

1) 指令的类型

目前 RPL 程序语言包括 Common、Movement、Interrupt、Other、Trigger 五种指令集。如下图所示：

|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 通用                                                                                                                                                                                                | 通用                                                                                                                                                                                                       | 通用                                                                                                                                                                                     | 通用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 通用                                                                                                                                         |
| <div><div>:=</div><div>(*)</div><div>CALL</div><div>CASE</div><div>CONTINUE</div><div>EXIT</div><div>FOR</div><div>GOTO</div><div>IF</div><div>LABEL</div><div>RETURN</div><div>WHILE</div></div> | <div><div>Movement</div><div>EPATH</div><div>KMAXJ</div><div>KMAXT</div><div>KMAXW</div><div>MCIRC</div><div>MJOINT</div><div>MLIN</div><div>STARTMOVE</div><div>STOPMOVE</div><div>WAIT_POS</div></div> | <div><div>Movement</div><div>Interrupt</div><div>INTRALLOW</div><div>INTRCOND</div><div>INTRDENY</div><div>INTRDIS</div><div>INTRDNA</div><div>INTRERRNO</div><div>INTRSET</div></div> | <div><div>Movement</div><div>Interrupt</div><div>Other</div><div>ALIAS</div><div>CLEARMOVE</div><div>CLOCKRESET</div><div>CLOCKSTART</div><div>CLOCKSTOP</div><div>DWELL</div><div>ENDPROG</div><div>ERROR</div><div>EXEC</div><div>EXECPC</div><div>JOIN</div><div>LOAD</div><div>MESSAGE</div><div>PULSE</div><div>RESTART</div></div> | <div><div>Movement</div><div>Interrupt</div><div>Other</div><div>Trigger</div><div>TRIGCALL</div><div>TRIGON</div><div>TRIGSET</div></div> |
| Movement                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |
| Interrupt                                                                                                                                                                                         | Interrupt                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |
| Other                                                                                                                                                                                             | Other                                                                                                                                                                                                    | Other                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |
| Trigger                                                                                                                                                                                           | Trigger                                                                                                                                                                                                  | Trigger                                                                                                                                                                                | Trigger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                            |

图 5-5 RPL 指令种类

2) 添加指令

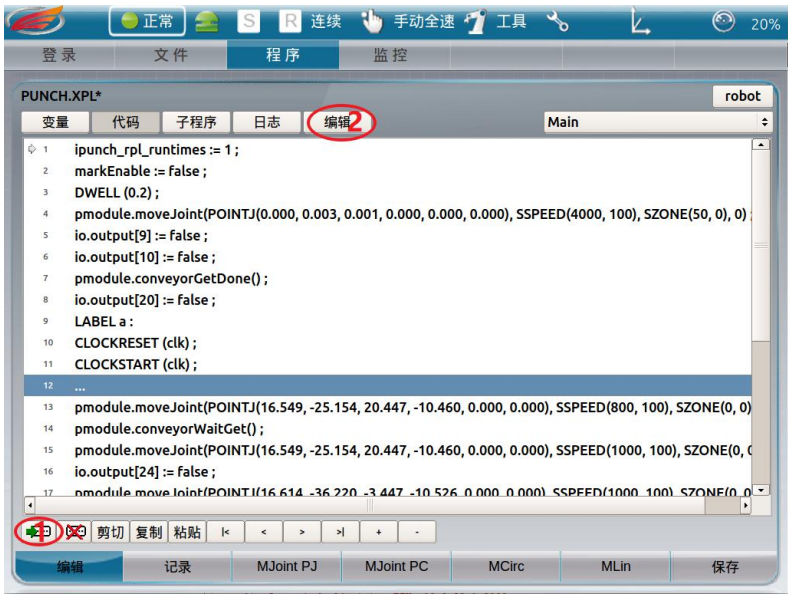


图 5-6 添加指令界面

在程序编辑界面，点击“添加”按钮（如图标记 1），将会在当前选中行的上一行插入“...”。选中“...”，然后点击“编辑”按钮（如图标记 2），进入指令编辑界面。



图 5-7 选择指令界面

如图 5-7 所示，右侧是 RPL 语言的指令集，选中需要插入的指令，然后双击或点击上图红色方框“左移”按钮。不同的指令需要不同的参数，设置完参数后，点击“确认”按钮，即可插入指令。点击“退出”可取消指令插入。

### 3) 修改指令

在程序编辑界面，选中需要修改的指令，点击“编辑”按钮，进入指令编辑界面。

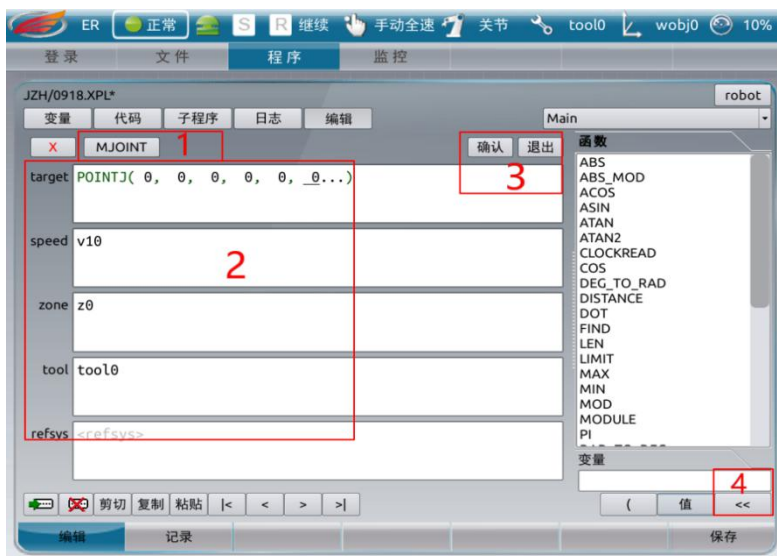


图 5-8 编辑指令及其参数操作界面

标记 1 显示为当前指令名称，可先选中标记 1，在最右侧指令处双击其他指令，或者点击上图右下角标记 4“左移”按钮，可以完成指令的修改。

标记 2 区域显示的是当前指令的参数信息，可设置或修改。

标记 3 处，设置完指令和参数后，点击“确认”按钮，即可完成本条指令编写。点击“退出”按钮可取消本条指令编辑，并退出编辑界面。

### 4) 删除指令

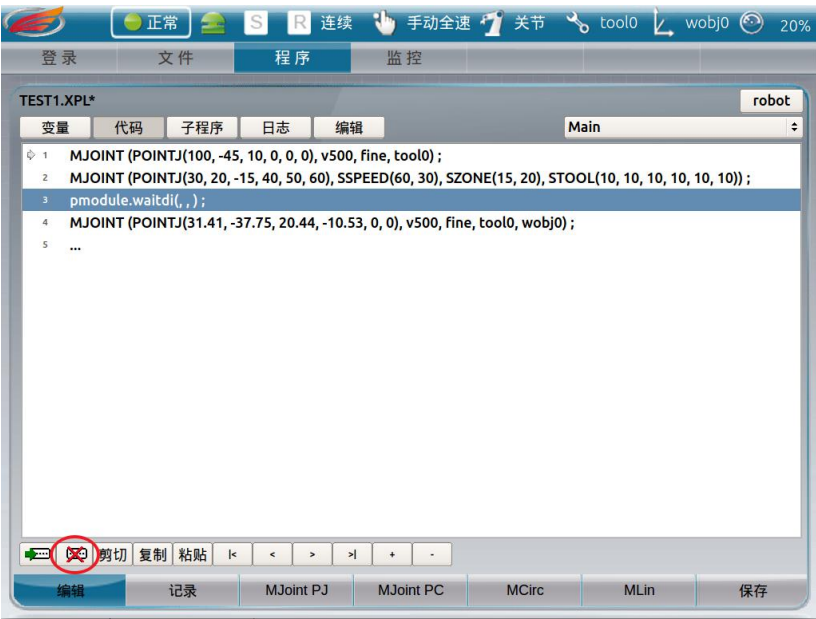


图 5-9 删除指令操作界面

在程序编辑界面，选中需要删除的程序行，然后点击“删除”按钮（如图红色标记），即可删除当前选中行，注意此操作不可逆。

## 5.4 调试程序

### 1) 程序指针

程序指针用于显示当前程序运行位置及状态。

表 5-1 指针状态说明

| 状态 | 说明                   |
|----|----------------------|
|    | 当前没有任何操作，只指示当前行号。    |
|    | 表示当前行处于预备状态，可以执行。    |
|    | 表示当前行处于激活状态，在运行中。    |
|    | 当前程序行有错误。            |
|    | 当前程序行有运动。            |
|    | 表示当前行处于激活状态，且有运动在执行。 |
|    | 当前行运动有错误。            |

表 5-2 程序运行状态说明

| 模式   | 说明                                                  |
|------|-----------------------------------------------------|
| 单步进入 | 主程序每执行一行结束都将停下。当执行子程序时会进入子程序的界面，并且在子程序中每执行一行都停下。    |
| 单步跳过 | 主程序每执行一行结束都将停下。当执行子程序时会进入子程序的界面，并且一次性运行完子程序内全部指令。   |
| 继续   | 程序开始执行后，一直运行到程序末尾结束执行。                              |
| 运动进入 | 主程序每执行至一条运动指令前停下，当执行子程序时会进入子程序的界面，并且一次性运行完子程序内全部指令。 |
| 运动跳过 | 程序开始执行后，一直运行到程序末尾结束执行。                              |

## 2) 单步运行

在运行程序前，需要将机器人伺服使能（将钥匙开关切换到手动模式，并按下手压开关）。点击“F3”切换至“单步进入”状态，这里以“单步进入”状态为例。

选择第 11 行，点击“Set PC”，将程序指针定位到某一行，这里以第 11 行为例。

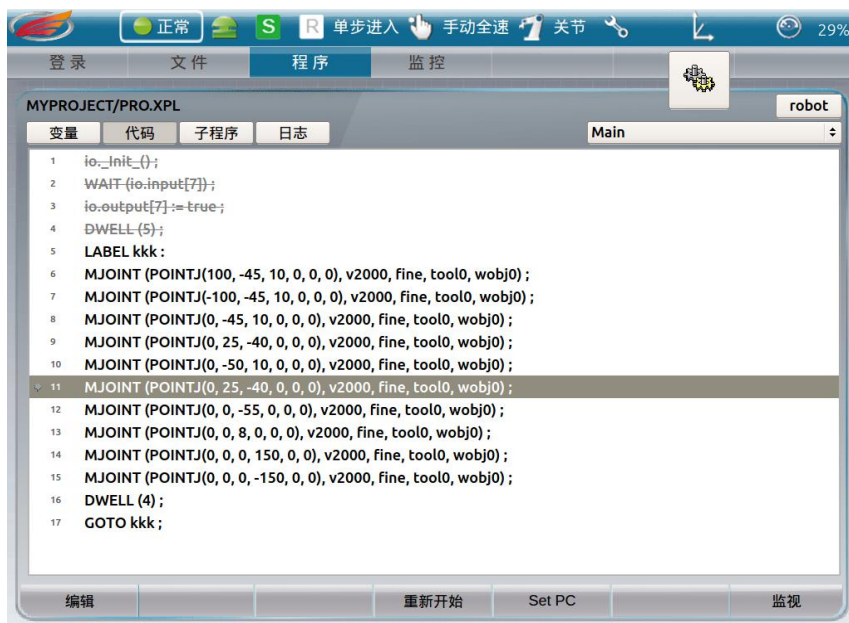


图 5-10 单步运行界面

点击“开始”按钮，程序从当前行开始运行。当前行运行完成后，指针将跳转至下一行，行首的程序指针状态由灰色状态变成绿色状态。

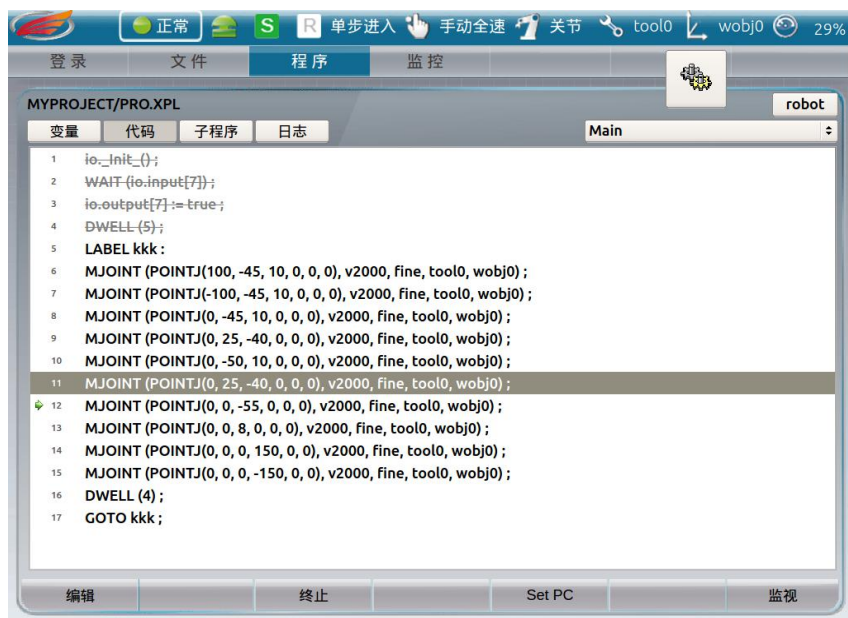


图 5-11 单步进入模式

若选择其他行，再点击“Set PC”，指针可以切换到该行。



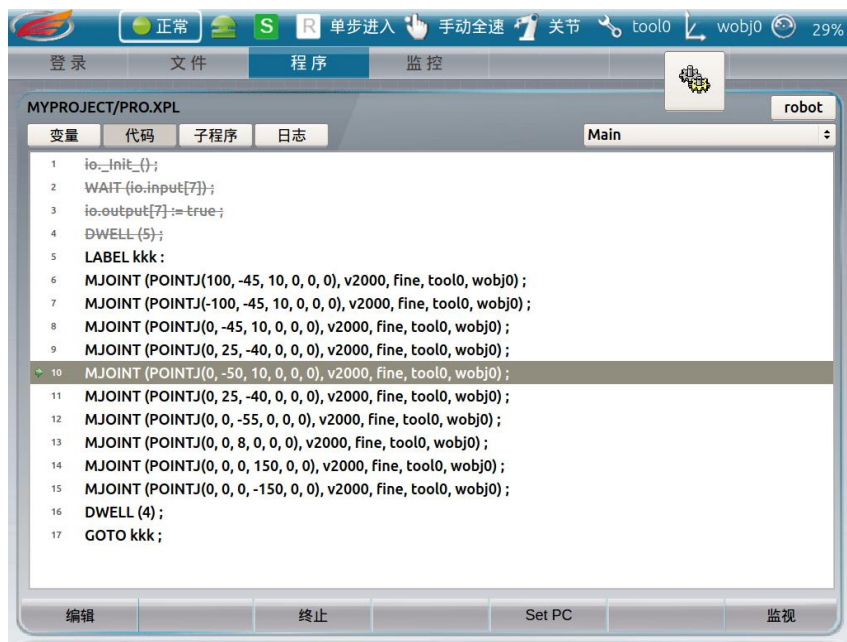


图 5-12 设置 PC 操作

若点击“终止”按钮，行首的程序指针由绿色状态变成灰色状态，当前程序被终止。

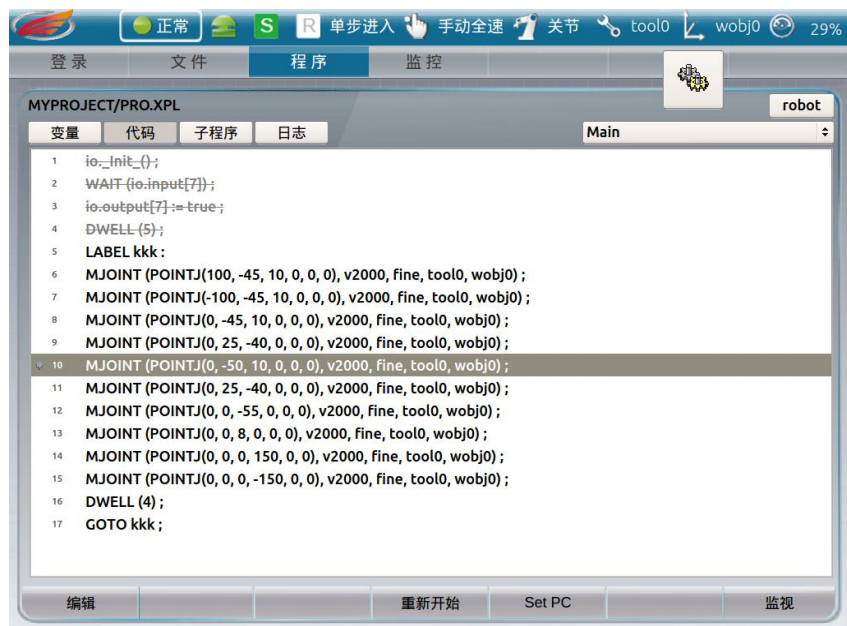


图 5-13 终止程序操作

点击“重新开始”按钮，程序指针会返回至第一行。

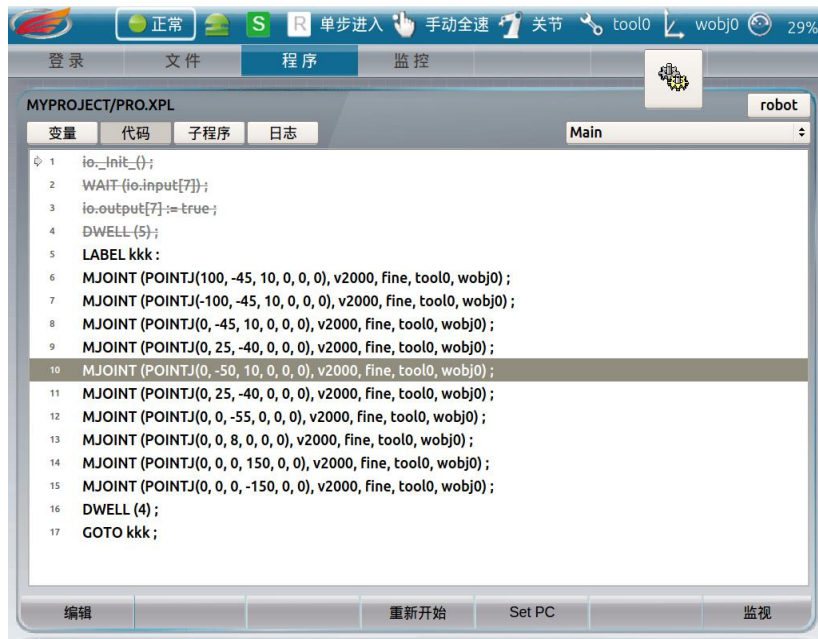


图 5-14 重新开始操作

点击“监视”按钮可以查看当前机器人的位置。

程序运行过程中，在程序区域下方的操作按钮中，除了“监视”按钮其他均会被隐藏。当程序执行到末尾结束后，程序指针会消失，需要重新设置程序的执行位置。

### 3) 继续

在运行程序前，需要将机器人伺服使能（将钥匙开关切换到手动模式，并按下手压开关；或将钥匙开关切换到自动模式，并按下示教器上“PWR”功能键），该过程与单步运行相似。

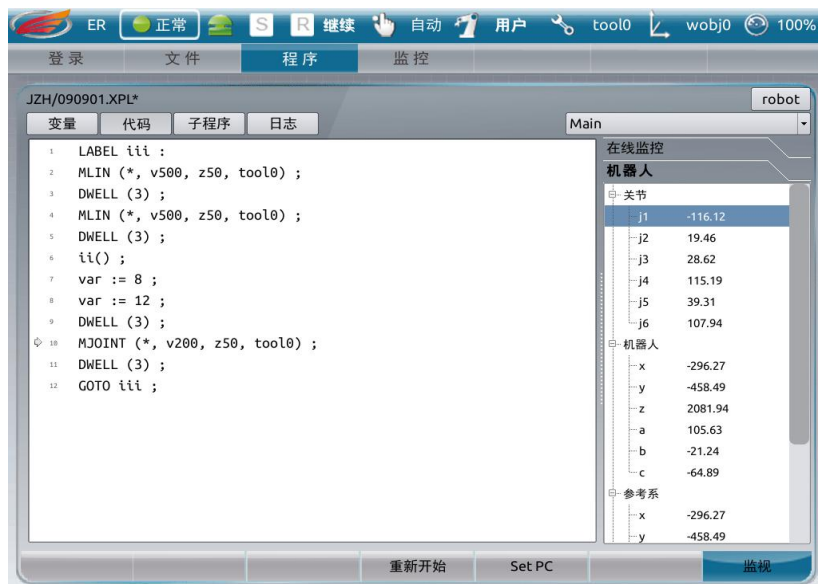


图 5-15 继续模式下运行程序

与单步运行不同之处在于，当程序从某一行开始执行后，直到程序末尾结束。在运行过程中点击“暂停”按钮，程序暂停运行；再按下“开始”按钮，程序能够继续执行。



#### 4) 运行错误

当编辑的程序文件存在问题，语句存在问题，以及运动的错误都会产生报警。

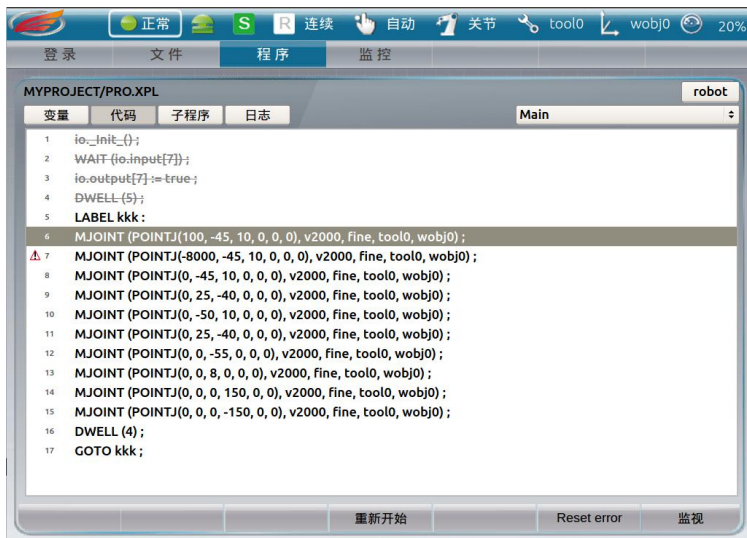


图 5-16 程序运行出错

通过点击“日志”（英文“Log”）按钮查看运行日志，可以获取具体的报警信息。

## 5.5 子程序

### 5.5.1 子程序的分类

子程序大致可分为 3 类：

- 1) 无输入无输出参数的子程序；
- 2) 有输入无输出参数的子程序；
- 3) 有输入有输出参数的子程序。

如图 5-17 所示 sub1(); 无输入无输出参数的子程序

sub2(ap1, ap2); 有输入无输出参数的子程序

ii, test := sub3(ii, test); 有输入有输出参数的子程序

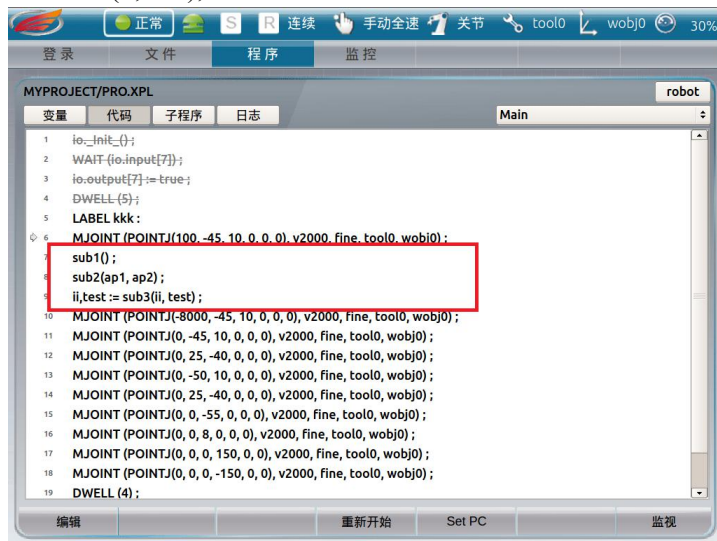


图 5-17 调用子程序操作

## 5.5.2 新建子程序

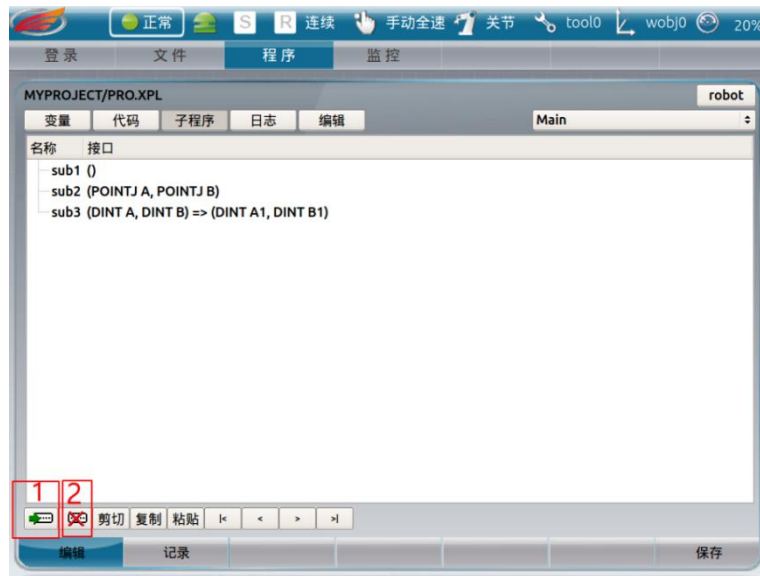


图 5-18 新建或删除子程序

如图，在“子程序”标签页面，点击左下角标示 1 的“新建”按钮，在弹出的软键盘中输入子程序的名称，即可新建一个子程序。

## 5.5.3 修改子程序

若右上角的下拉框显示的是 main，“变量”和“代码”即是主程序的变量管理和程序管理。

若右上角显示的是子程序名，“变量”和“代码”即是子程序的变量管理和程序管理。

点击下拉框，选择需要修改的子程序，此时，“变量”和“代码”即是子程序的变量管理和程序管理。子程序的修改请参考主程序的修改。

## 5.5.4 删除子程序

点击“子程序”标签，选中需要删除的子程序，然后点击左下角标示 2 的“删除”按钮，即可完成对子程序的删除，此操作不可逆。

## 5.5.5 子程序的调用

[变量列表] := 子程序名 (输入参数);

例: ExecuteSquare(A,B,C,D);

调用子程序 ExecuteSquare，该子程序有 4 个参数。

“子程序”标签中:

ExecuteSquare (POINTC A, POINTC B, POINTC C, POINTC D);

“变量”标签中:

+Input

POINTC A

POINTC B

POINTC C

POINTC D

子程序“代码”标签中:

MJOINT (A)

MLIN (B)

MLIN (C)

MLIN (D)

MLIN (A)

例: A,B,C,D := RotoTranslation(A,B,C,D,RT) ;

调用子程序 RotoTranslation, 该子程序有 5 个输入参数。在执行完子程序后, 输出 4 个变量。输出的四个变量给调用程序中的变量赋值。在这个例子中, 四个点 (A、B、C、D) 转换成 RT 坐标系下的值。

“子程序” 标签:

RotoTranslation (POINTC A, POINTC B, POINTC C, POINTC D, POINTC RT) => (POINTC A1, POINTC B1, POINTC C1, POINTC D1)

变量 (英文 “Vars” ) 标签:

+Input

POINTC A

POINTC B

POINTC C

POINTC D

POINTC RT

+Output

POINTC A1

POINTC B1

POINTC C1

POINTC D1

代码 (英文 “Code” ) 标签:

A1 := FROMLOCAL(A, RT) ;

B1 := FROMLOCAL(B, RT) ;

C1 := FROMLOCAL(C, RT) ;

D1 := FROMLOCAL(D, RT) ;

## 5.6 开始点动操作

以管理员身份登陆后，点击菜单栏“监控”，然后点击“位置”，在跳转出的界面中即可进行以下的点动操作，如图 4-1 所示。



图 4-1 关节坐标系下位置监控界面

点击示教器面板上的“坐标系图标”按键可进行坐标系类型切换，如图 4-2 所示。切换顺序依次为关节坐标系->机器人坐标系->工具坐标系->用户坐标系，切换结果显示于示教器状态栏位置。



图 4-2 坐标系切换和不同坐标系图标

### 5.6.1 关节坐标系-点动操作

将坐标系类型设置为关节坐标系，按示教器面板下方的“坐标系图标”按键直到示教器状态栏中显示“关节”状态。

按住手压开关的同时，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，如图 4-3 所示，即可调

节工业机器人相应关节轴的运动角度。



图 4-3 手压开关和点动按钮位置

5.6.2 机器人坐标系-点动操作



图 4-4 机器人坐标系下位置监控界面

如图 4-4 所示，切换坐标系为机器人坐标系，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可沿机器人坐标系的 X、Y、Z、A、B、C 方向移动机器人。

### 5.6.3 工具坐标系-点动操作



图 4-5 工具坐标系下位置监控界面

如图 4-5 所示，切换坐标系为工具坐标系，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可调节工具坐标系中相应 X、Y、Z、A、B、C 的坐标值。

### 5.6.4 用户坐标系-点动操作



图 4-6 用户坐标系下位置监控界面

如图 4-6 所示，切换坐标系为用户坐标系，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可调节用户坐标系中相应 X、Y、Z、A、B、C 的坐标值。

### 5.6.5 点动-快速运动

将机器人模式开关转动至中间位置（T1），此时状态栏中的图标变更为“手动慢速”。将机器人模式开关转动至右侧位置（T2），此时状态栏中的图标变更为“手动全速”。

手动全速模式下，通过调速按键“V+”和“V-”调整全局速度，其速度范围可设置为 0%—100%，相应的，手动低速模式下，其速度范围可设置为 0%—20%。

现选择手动全速模式且全局速度调节为 100%，取消勾选‘慢速’复选框，如图 4-7 所示，在这种设置下执行点动操作，机器人轴运动速度较快，坐标系值会以较快幅度发生变化。



图 4-7 未勾选慢速复选框

5.6.6 点动-慢速运动

选择手动全速模式且全局速度调节为 100%，勾选“慢速”复选框，如图 4-8 所示，在这种设置下执行点动操作，机器人轴运动速度较慢，坐标系值会以较慢幅度发生变化。



图 4-8 勾选慢速复选框

5.6.7 点动-步进运动



图 4-9 选择步进运动

点击步进长度设置步间距，上图中设置步长为 15 且坐标系为关节坐标系，每次点按相应关节的“-”、“+”按键，机器人相应关节即以 15 度为单位运动。



## 第 6 章 坐标系管理

### 6.1 本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人的工具坐标系标定和用户坐标系标定。

### 6.2 工具坐标系标定

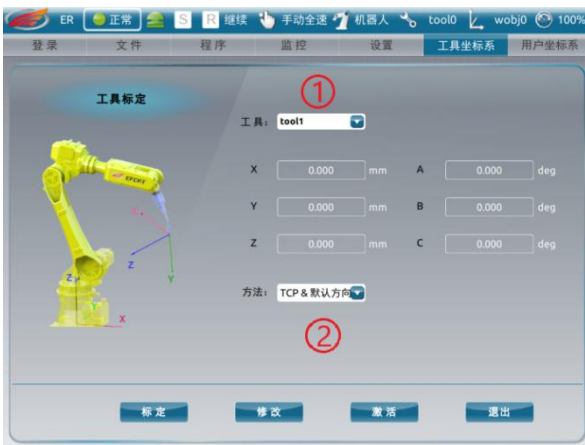
表 6-1 工具坐标系标定方法说明

|      | 方法说明                                                                                                 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 标定方法 | <p>TCP(默认): 方向与法兰末端一致。</p> <p>TCP&amp;Z: 工具的 Z 方向需要标定确定。</p> <p>TCP&amp;Z, X: 工具的 Z, X 方向需要标定确定。</p> |

#### 6.2.1 工具标定

这里以 TCP（默认方向）标定为例。

表 6-2 TCP&默认方法工具标定操作流程

| 步骤                                   | 图示                                                                                   | 描述                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.在桌面点击“工具坐标系”的图标，进入工具标定设置界面。        |  | <p>所有已定义的工具坐标系名称列表。</p> <p>手动标定的方法，包括 TCP(默认), TCP&amp;Z 以及 TCP&amp;Z, X 三种方法。</p>                                                                              |
| 2.在工具设置界面点击“标定”按钮，进入标定界面，显示需要标定的第一点。 |  | <p>移动机器人将工具末端对准参考尖点。</p> <p>点击“示教”按钮，将当前机器人位置记录。</p> <p>示教完成后，点击右箭头图标标定下一个点。</p> <p><b>注：</b>标定点是机器人以不同的姿态去对准同一个尖点。</p> <p>若未标定完成，需要结束标定过程，点击“返回”按钮，返回设置界面。</p> |

|                                                              |                                                                                      |                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.标定第二点界面。<br>后续标定 TCP 点位置所需要点的过程与其一致，但是每一个记录点的机器人姿态变化尽量大一些。 |    | 改变机器人姿态，移动机器人，以不同方向将工具末端对准参考尖点。<br>点击“示教”按钮，将当前机器人位置记录。<br>示教完当前位置，点击右箭头图标标定下一个点，点击左箭头图标可查看上一点。 |
| 4.当四点标定完成后，会出现“计算”按钮。                                        |   |                                                                                                 |
| 5.点击“计算”按钮，会进入最终的计算结果显示界面。                                   |  | 点击“保存”按钮，将当前计算结果保存到指定的工具中。<br>点击“激活”按钮，将当前的工具设为已激活的工具。<br>点击“返回”按钮，可返回设置界面。                     |

若选择的不是 TCP（默认方向），则需要手动标定工具的 Z 方向或者 X 方向，以下以 TCP&Z, X 方法为例。

表 6-3 TCP&Z 工具标定操作流程

| 步骤 | 图示 | 描述 |
|----|----|----|
|----|----|----|

|                              |                                                                                      |                                                                                                                 |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.前四点的标定过程与 TCP（默认方向）方法过程一样。 |    | 当标定完成前四点后，“计算”按钮不会出现。点击右箭头，进入工具方向的标定。                                                                           |
| 2.标定工具坐标系的 Z 方向。             |   | 保持机器人姿态不变，移动机器人远离参考尖点，该方向作为工具坐标系的 Z 正方向。<br>点击“示教”按钮，将当前机器人位置记录。<br>示教完当前位置，点击右箭头图标标定下一个点，点击左箭头图标可查看上一点。        |
| 3. 标定工具坐标系的 X 方向。            |  | 保持机器人姿态不变，移动机器人远离参考尖点（如图所示），该方向作为工具坐标系的 X 正方向。<br>点击“示教”按钮，将当前机器人位置记录。<br>示教完当前位置，点击左箭头图标可查看上一点，点击“计算”按钮显示最终结果。 |
| 5.点击“计算”按钮，会进入最终的计算结果显示界面。   |  | 点击“保存”按钮，将当前计算结果保存到指定的工具中。<br>点击“激活”按钮，将当前的工具设为已激活的工具。<br>点击“返回”按钮，可返回设置界面。                                     |

6.2.2 修改工具

表 6-4 修改工具操作流程

| 步骤                              | 图示                                                                                   | 描述                                                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.工具标定的设置界面,点击“修改”按钮,进入工具的编辑界面。 |    |                                                                                           |
| 2.在工具编辑界面输入参数并保存                |   | <p>在白色的编辑框中输入工具坐标系的数值。</p> <p>点击“保存”按钮,将当前计算结果保存到指定的工具中。</p> <p>点击“返回”按钮,结束编辑,返回设置界面。</p> |
|                                 |  | <p>机器人运行过程中,保存和激活的操作是不允许的,并出现如图提示。</p>                                                    |

## 6.3 用户坐标系标定

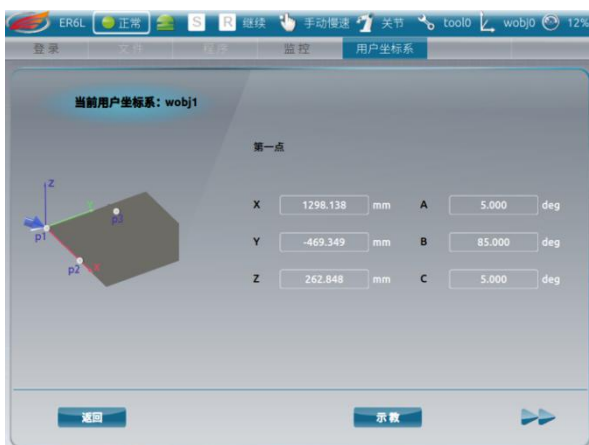
表 6-5 用户坐标系下标定方法说明

|      | 方法说明                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 标定方法 | <p>用户坐标系只需要三点法进行标定，单在点的选取上由略微不同。</p> <p>1) 有原点：标定原点已知。记录三个点位如下：</p> <p>    第一点：坐标系原点；</p> <p>    第二点：X 轴正方向上一点；</p> <p>    第三点：在 Y 轴正方向的 XY 平面内任意一点。</p> <p>2) 无原点：标定原点未知，通过标定计算可以得到。</p> <p>    第一点：X 轴上任意一点；</p> <p>    第二点：相对第一点，指向 X 轴正方向上一点；</p> <p>    第三点：Y 轴正方向上一点。</p> |

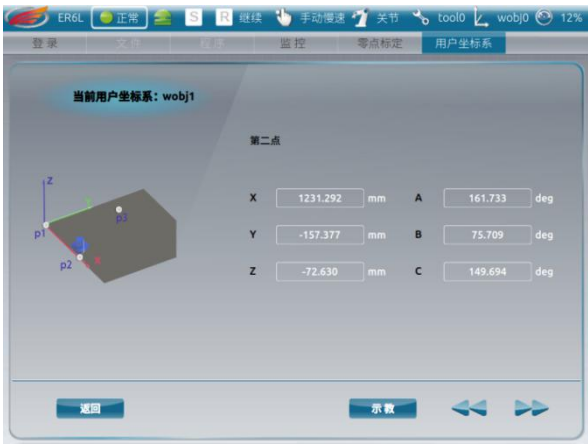
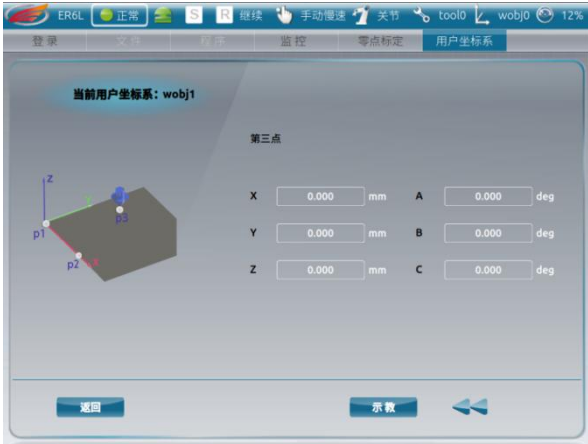
### 6.3.1 用户坐标系标定

这里选择“有原点”的方法标定为例。

表 6-6 用户坐标系标定操作流程

| 步骤                                 | 图示                                                                                   | 描述                                                                                                                    |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 在桌面点击“用户坐标系”的图标，进入用户坐标系标定的设置界面。 |  | <p>所有已定义的用户坐标系名称列表。</p> <p>手动标定的方法，包括已知原点和未知原点两种方法。</p> <p>点击“标定”按钮，开始进行标定。</p>                                       |
| 2. 在点击“标定”按钮后，进入标定界面，右图所示开始标定第一点。  |  | <p>移动机器人至所需用户坐标系的原点位置。</p> <p>点击“示教”按钮，将当前机器人位置记录。</p> <p>示教完当前位置，点击右箭头图标标定下一个点。</p> <p>若未标定完成，需要结束标定过程，点击“返回”按钮。</p> |



|                                                               |                                                                                      |                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. 标定第二点以及第三点时，其操作与标定第一点过程相同。注意标定的三点不能再一条直线上，且两点间距离至少大于 10mm。 |    | 示教完当前位置，点击右箭头图标标定下一个点，点击左箭头图标可查看上一点。                                                         |
| 4. 标定完第三点后，“计算”按钮会出现。”                                        |   | 点击“计算”按钮后，界面会跳转至标定经过界面。                                                                      |
| 5. 标定结果界面。                                                    |  | 点击“保存”按钮，将当前计算结果保存到指定的用户坐标系中。<br><br>点击“激活”按钮，将当前的用户坐标系设为已激活的用户坐标系。<br><br>点击“返回”按钮，可返回设置界面。 |

6.3.2 修改用户坐标系

表 6-7 修改用户坐标系操作流程

| 步骤 | 图示 | 描述 |
|----|----|----|
|----|----|----|

|                                           |                                                                                      |                                                                                                         |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. 在桌面点击“用户坐标系”的图标，计入用户坐标系标定的设置界面。</p> |    | <p>选择需要输入的用户坐标系名称。</p> <p>点击“<b>修改</b>”按钮进入修改界面。</p>                                                    |
| <p>2. 在用户坐标系编辑界面输入参数并保存</p>               |   | <p>在白色的编辑框中输入工具坐标系的数值。</p> <p>点击“<b>保存</b>”按钮，将当前计算结果保存到指定的工具中。</p> <p>点击“<b>返回</b>”按钮，结束编辑，返回设置界面。</p> |
|                                           |  | <p>在机器人运行过程中，保存和激活的操作是不允许的，并出现如图提示。</p>                                                                 |



# 第 7 章 零点恢复

## 7.1 本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人零点恢复、零点恢复操作步骤。

## 7.2 零点恢复简介

零点恢复功能是指当机器人由于编码器电池停止供电或拆卸电机等非正常操作引起机器人零点丢失后，快速找回正常零点值的功能。

零点文件记录步骤见 DH 参数设置中零点文件记录章节。

注：在使用该功能之前，需要先手动大致对齐机械零刻线，本功能是对手动对零刻线的一个修正功能，并不能直接在任意角度恢复零点。

## 7.3 零点恢复操作步骤

表 7-1 零点恢复操作步骤

| 步骤                            | 图示 | 说明                                           |
|-------------------------------|----|----------------------------------------------|
| 1. 在桌面点击“零点恢复”图标，进入零点恢复功能主页面。 |    | 计算结果是指：机器人当前位置与控制器记录的原始零点位置的差值。              |
| 2. 点击“开始”按钮，启用零点恢复功能，并进入计算页面。 |    | 点击“计算”按钮，开始计算结果，计算成功会有状态反馈，LED 被点亮，同时显示计算结果。 |

|                              |                                                                                     |                                                                               |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3. 点击“下一步”按钮，进入恢复页面。</p>  |   | <p>点击“恢复”按钮，机器人将按照计算结果自动运动。运动完成将会反馈状态，LED 灯被点亮。</p>                           |
| <p>4. 观察机械零标刻度线</p>          |                                                                                     | <p>此时观察各轴机械刻线是否对齐，若出现机械刻线明显偏移得更远的情况，请手动将该轴重新对准，重复前 3 项步骤，直到所有轴的机械刻线均对齐为止。</p> |
| <p>5. 点击“下一步”按钮，进入重置页面。</p>  |  | <p>点击“重置零位”按钮，弹出提示框点击“是”，机器人将自动重置所有零点位置，重置成功将会有状态反馈，LED 灯被点亮。</p>             |
| <p>6. 点击“确认”按钮，返回零点恢复页面。</p> |                                                                                     |                                                                               |

## 第 8 章 零点标定

### 8.1 本章简介

本章主要介绍标定点记录、零点计算以及零点程序生成、记录新零点的操作步骤。

### 8.2 零点标定说明

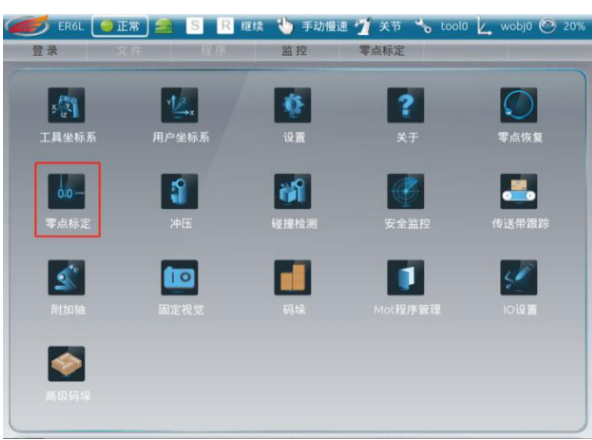
机器人在出厂时，会有一个唯一的零点位置，并存在机器人控制器中。机器人在使用过程中，出现零点丢失，通过该功能可重新标定机器人零点位置。

适用范围：更换电机、更换驱动器、零位不准、意外碰撞导致机器人零点丢失的情况下，可通过零点标定功能找回机器人零点位置。以 6 轴机器人为例，该功能只能标定出 J2，J3，J4，J5 轴零点位置。

标定方法说明：标定前检查机械各轴是否正常运动，检查传动链是否有松动，准备顶尖工装一套，分别安装到机器人末端法兰和机器人外固定装置上。安装工装时，必须保证尖点偏离 6 轴轴线。标定过程中，记录点的时候要求机器人姿态差异尽量大，最终计算的结果会比较理想。

### 8.3 标定点记录

表 8-1 标定点记录步骤

| 步骤          | 图片                                                                                   | 描述                         |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1.打开零点标定功能。 |  | 打开示教器桌面，点击零点标定功能按钮进入下图主界面。 |

|                         |                                                                                      |                                                                                                                                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.点击“开始”按钮，进入点位记录界面     |    |                                                                                                                                                  |
| 3.进行 20 个点位数据的记录        |   | <p>需要绕着二个固定的尖点进行标定，每个尖点需要 10 种不同姿态，共需要记录 20 次。</p> <p>“点数”加一后，点动机器人姿态变化后再对准尖点，点击一次“记录”按钮，依次完成两个尖点数据的记录。</p> <p><b>注意：相邻尖点之间距离应大于 300 毫米。</b></p> |
| 4.保存 20 个点位数据，生成零点标定文件。 |  | <p>当 20 个点记录完成后会自动出现“保存”按钮，点击“保存”按钮进行尖点坐标的保存，写入到零点标定文件 CalibData.xml 中。</p>                                                                      |

8.4 文件导出

表 8-2 标定文件导出步骤

| 步骤 | 图片 | 描述 |
|----|----|----|
|----|----|----|

1. 导出点位数据用于零点计算



插入 U 盘，点击“导出”按钮，弹出导出窗口后点击“导出”按钮。

8.5 零点计算及零点程序生成

表 8-3 零点计算操作步骤

| 步骤            | 图片 | 描述               |
|---------------|----|------------------|
| 1.打开零点标定应用程序。 |    | 在电脑中双击打开零点计算应用程序 |

2.选择零点标定。



3.零点标定计算。



点击“导入”按钮，选择 8.4 章节中导出到 U 盘的零点标定文件。

点击“选择”按钮，选择计算生成的回零程序文件存放路径。

点击“计算”按钮，计算生成标定结果和回零程序文件。

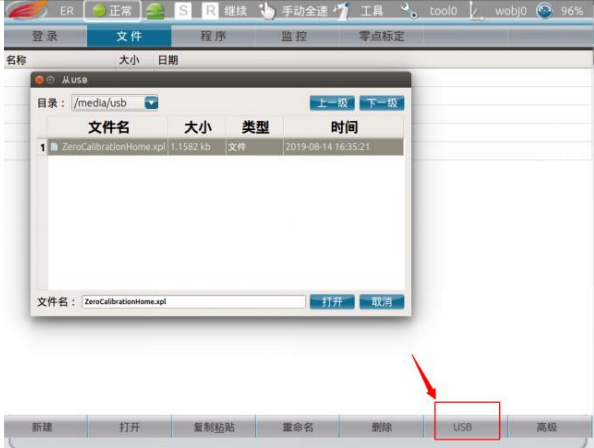
注意：标定误差大于 3 时，不建议使用零点。

## 8.6 记录新零点

表 8-4 记录新零点步骤

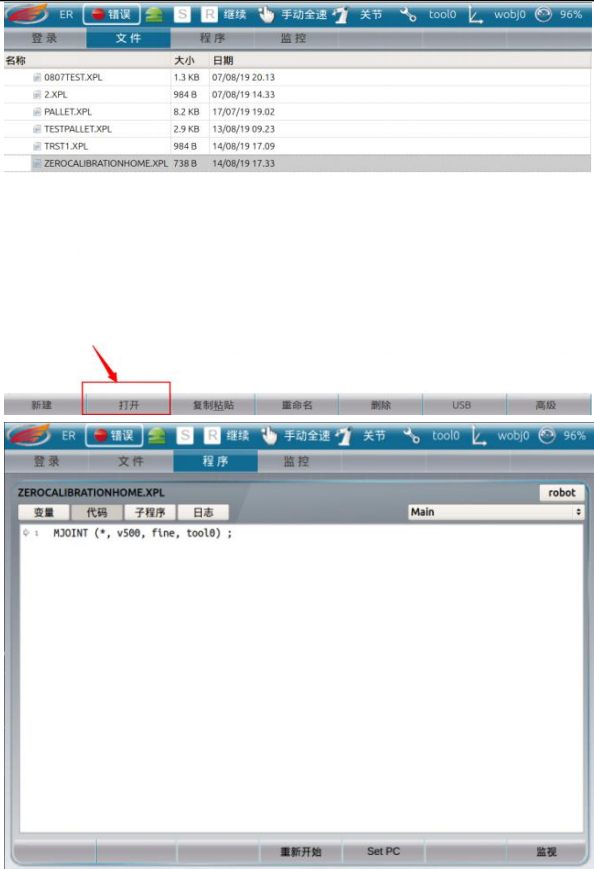
| 步骤 | 图片 | 描述 |
|----|----|----|
|----|----|----|

1.将 USB 中回零程序拷贝至示教器中。



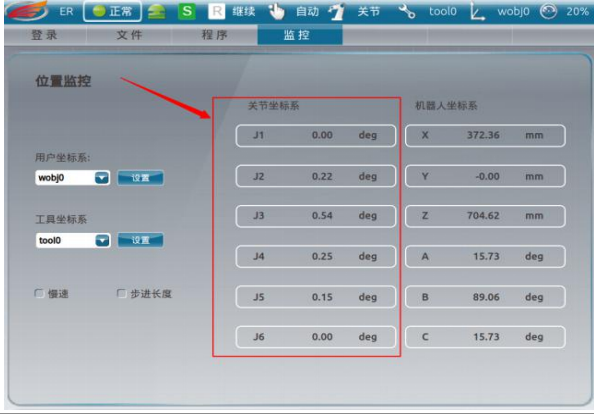
进入文件界面，点击“USB”，选择“从 USB”。  
选择 8.5 章节生成的回零程序，点击“打开”。

2. 运行回零程序。



选择生成的回零程序，点击“打开”。  
运行回零程序。

3.检查当前坐标位置。



点击“监控”按钮，选择“位置”，检查当前关节坐标是否为零点标定计算出来的坐标。相同说明位置正确，否则重新运行。



4.将当前位置设置成为零点坐标。



点击“监控”按钮，选择“驱动器”。

在重置零位列点击“轴 x 清零”按钮，将各轴清零。

点击“监控”按钮，选择“位置”，查看各关节坐标值，为 0 说明零点标定成功。

## 第 9 章 碰撞检测

### 9.1 本章简介

本章主要介绍碰撞检测的参数说明、设置步骤、RPL 程序设置碰撞检测参数以及碰撞检测的基本原理。

### 9.2 功能简介

碰撞检测功能主要用于监控机器人是否发生了碰撞事故，防止机器人出现进一步的损伤或损坏被撞物体。碰撞检测功能的使用步骤主要分为两大部分：

- 1) 设置碰撞检测基本参数；
- 2) RPL 程序中动态启用或关闭碰撞检测功能及调整碰撞检测的灵敏度。

### 9.3 碰撞检测基本参数

#### 9.3.1 参数说明

碰撞检测的设置界面如图 9-1 所示。



图 9-1 碰撞检测主页面

标记 1 区域为碰撞检测基本值，用于设置每个轴的力矩差基本参数，单位 NM。该参数表征：实际力矩与理论力矩之间的偏差，当二者瞬间力矩偏差大于设定值，机器人将会停止并报警。

标记 2 区域为碰撞检测的灵敏度，包括程序碰撞参数：运行 RPL 程序起作用、手动碰撞参数：手动移动机器人起作用、最大碰撞参数。

标记 3 区域为碰撞检测的使能开关，绿色表示开启，灰色表示关闭。

9.3.2 设置步骤

表 9-1 碰撞检测操作步骤

| 步骤                                | 图示                                                                                  | 说明                                                                  |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1. 进入桌面，点击“碰撞检测”App 图标，进入碰撞检测主页面。 |   | 这里可以查看先前设置的各个参数。<br><br>点击“Jog 碰撞检测”开关或“程序碰撞检测”开关，可以开启或关闭相应的碰撞检测功能。 |
| 2. 点击“编辑”，进入编辑页面。                 |  | 碰撞检测基本值为小数。<br><br>碰撞检测灵敏度为整数。                                      |
| 3. 点击“保存”按钮，将设置的数据保存到控制器。         |                                                                                     |                                                                     |

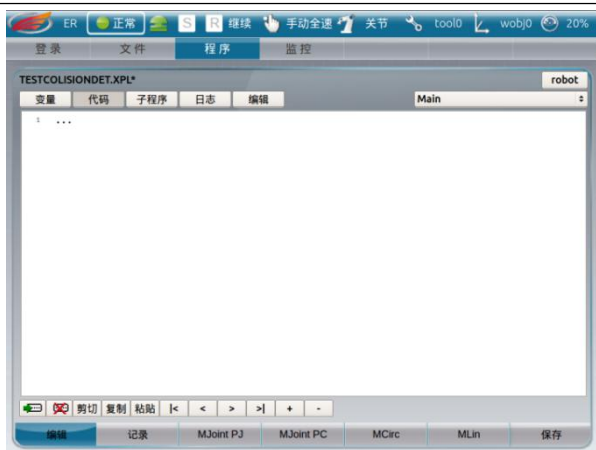
9.4 RPL 程序设置碰撞检测参数

RPL 程序中可以设置碰撞检测的参数包括：碰撞检测使能、碰撞检测的灵敏度系数。接口函数为 SetCollisionPar(Bool enableCollision, DINT collisionSensitivity)，通过在 PRL 程序里调用次函数，实现碰撞检测功能的开始和碰撞检测的灵敏度设置。设置步骤如下表 9-2 所示。

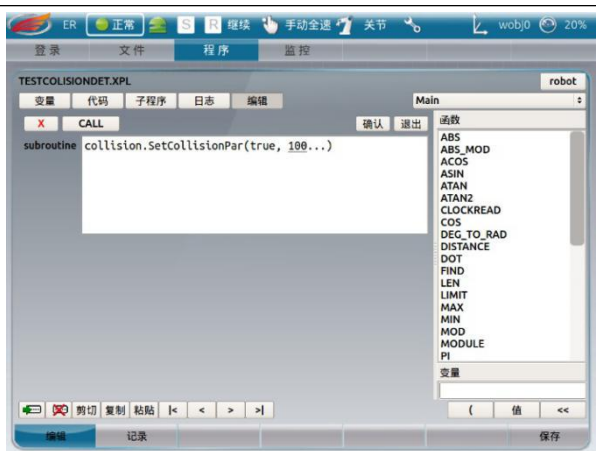
表 9-2 RPL 程序设置碰撞检测参数操作步骤

| 步骤 | 图示 | 说明 |
|----|----|----|
|----|----|----|

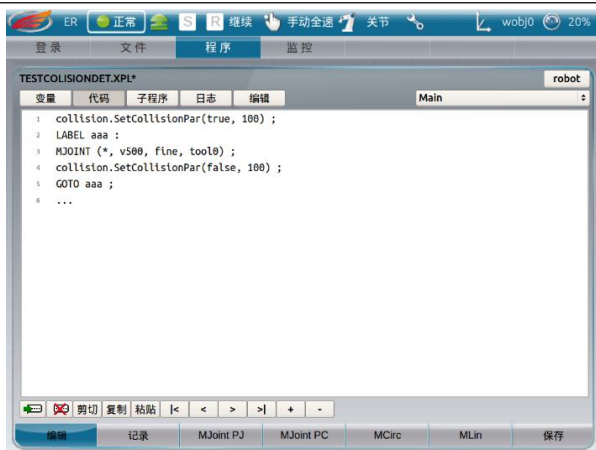
1.新建或打开 RPL 程序



2. 插入 call 指令



3. 找到碰撞检测指令,并设置参数如: Collision.setcollisionPar(true,100)



4. 保存程序测试运行即可。

## 9.5 碰撞检测基本原理

A=碰撞灵敏度\*程序设定参数\*各运动轴设定的力矩偏差

B=额定力矩

C=瞬时实际力矩

IF (|C-B|>A)

检测到的轴号：碰撞检测触发。

END\_IF

调整各运动轴基本参数，可采用“二分法”。

若机器人在运动过程中发生了误报警，此时需要将相应轴的“碰撞检测基本值”设置较大的值，若不发生报警，则需要将值取二者中间值。如此反复调整，直到调整到合适的值为止。

## 第 10 章 安全监控

### 10.1 本章简介

本章主要介绍区域监控设置、激活、区域违反报警后恢复、编程实现区域监控功能、IO 控制激活使用以及安全位置激活使用。

### 10.2 功能简介

区域监控是以机器人 TCP（TCP，工具中心点）为参考点，限制 TCP 点（或者 TCP 设定区域）在指定区域内工作或者禁止进入指定区域，也可以设置信号区域和多台机器人共享区域的功能。此功能可以有效的保护机器人或者现场设备。当 TCP 将要离开允许工作区域或进入禁止区域时，提前给出报警，停止机器人运动。

### 10.3 区域监控

#### 10.3.1 区域监控设置

表 10-1 区域监控设置操作步骤

| 步骤                                  | 图示                                                                                                                                                                           | 说明                                                                              |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1.打开安全监控有两大部分，区域监控和安全位置，首先说明区域监控功能。 | <br> | 打开示教器桌面，点击安全监控功能图标。<br><br>进入安全监控界面，勾选区域监控上方“激活”复选框，点击区域监控图标。<br><br>进入区域监控主界面。 |



### 主界面功能介绍

**IO 控制选择框:**勾选禁止修改区域监视和控制。

**区域名称:** 目前支持设置四个区域，四个区域可单独或者多个一起工作。

**区域类型:** 显示当前区域设置的类型，包括：

工作区：TCP 只能在区域内运动；

禁止区：TCP 不能进入此区域；

共享区：TCP 在区域内发出信号，区域外取消信号。

**状态:** 显示机器人 TCP 端和区域之间的关系。

| 图标 | 说明         |
|----|------------|
|    | 不在监视       |
|    | 在工作区内，且不违反 |
|    | 在工作区外，且违反  |
|    | 在禁止区外，且不违反 |
|    | 在禁止区内，且违反  |

注：共享区只显示在区域内还是区域外。不存在违反情况。

**设置:** 进行监控区域和 Tcp 区域设置界面。

**监控:** 包括监控开关按钮。按钮绿色表示监控功能打开。监控功能打开，则只可以看到机器人 Tcp 与机器人的状态，但是机器人违反后不报警，不停止。

**控制:** 包括控制开关按钮。按钮绿色表示控制功能打开。控制功能打开，则机器人违反后会立即报警且停止运动。控制功能打开必须先打开监控功能。

当区域为共享区时，控制开关决定是否进入被占用的共享区域。

**区域违反指示灯:** 绿色表示不违反，红色表示违反。

多个工作区时候，不在任何一个工作区，指示灯为红色；

多个禁止区，只要单个区域违反，指示灯为红色；

禁止区和工作区同时存在，进入了某一个禁止区，指示灯为红色，不在任何一个工作区，指示灯为红色。



2.设置区域监控数据。



在界面中选择需要设置区域，点击对应的设置按钮，进入区域设置。以设置区域 1 为例。

3.基本信息设置。区域设置方法有两种，编辑和示教两种方法，首先说明编辑方法。



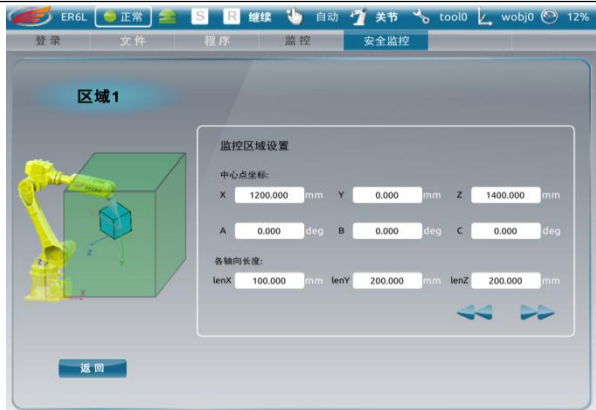
区域类型选择工作区、禁止区、共享区。

区域形状目前支持长方体。

Tcp 形状可以设置为长方体和球体

注：当选择共享区时，需要设置占用输入输出信号。设置内容可以在：桌面->IO 设置 APP->IO 自由配置中完成。

4.监控区域设置

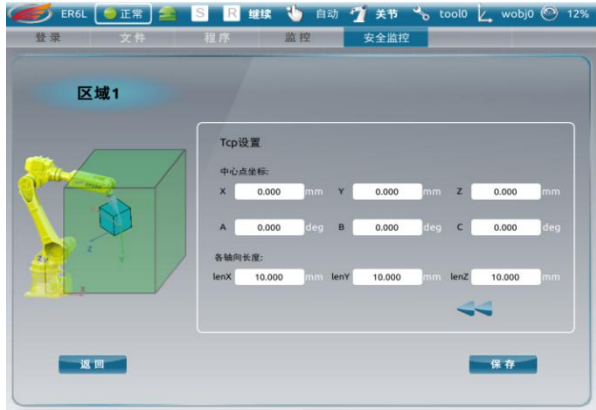


设置监控区域的中心点位置及区域姿态。

设置长方体边长。

设置完点击“向右箭头”图标进入下一页。

5.TCP 设置



设置 TCP 区域的中心点位置及 TCP 区域姿态。

TCP 形状为长方体设置边长，球体则设置半径。

设置完成点击保存，将返回首页。

注：TCP 区域是指左图中用长方体或球体将机器人末端工具包络起来的一个立体绿色区域。

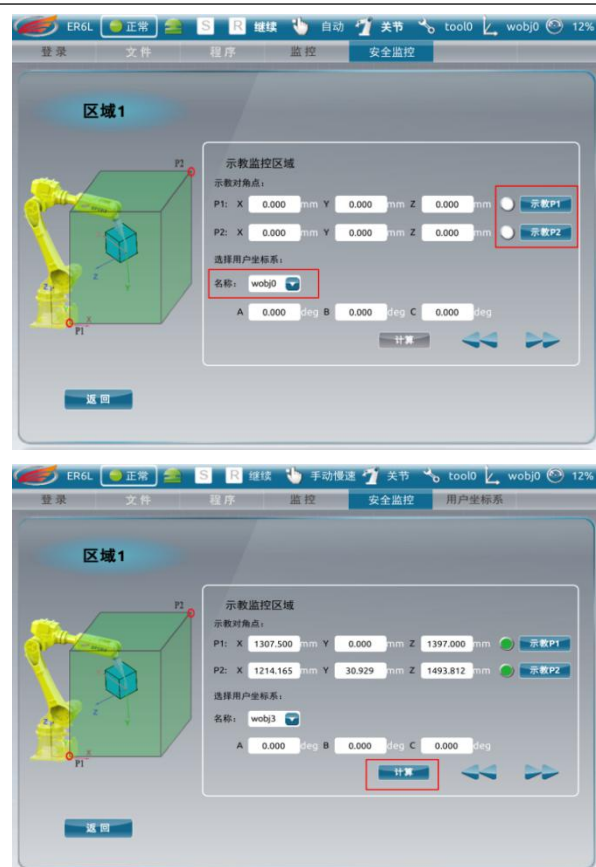
## 6.说明区域设置的示教方法。



示教方法的基本设置与编辑方法相同，将区域设置方法的下拉框选择为“示教”。

点击右下角“向右箭头”图标。

## 7.示教监控区域。



将确保周围环境安全的情况下，将机器人末端法兰中心移动到待监控区域的一个顶点进行示教。

再移动到该点的对角点进行示教。

在选择用户坐标系下拉框中选择设定好的坐标系。（到用户坐标系 APP 中标定一个坐标系，要求标定的 X 轴、Y 轴与监控区域底面的长、宽边平行）。

完成两个对角点的示教和用户坐标系的选择后，点击“计算”按钮。

完成监控区域位置信息的计算。

## 8.示教的监控区域显示与编辑。



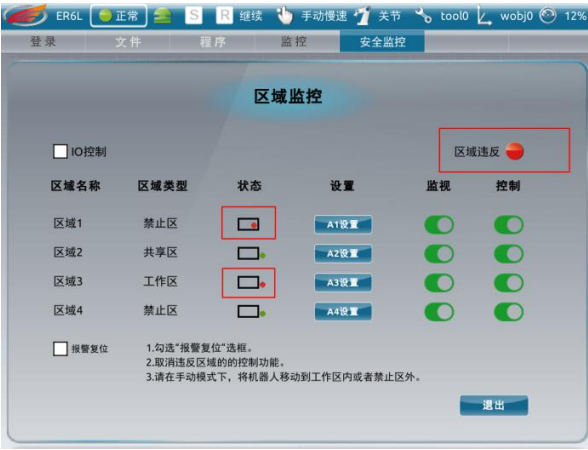
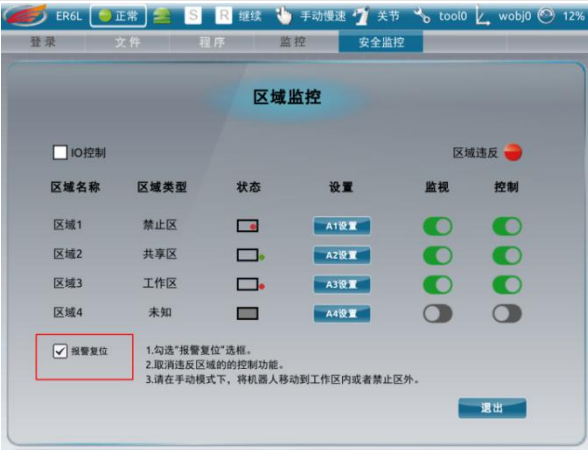
上一步点击计算按钮后在左图显示计算的结果。

示教的监控区域中心点坐标与各轴向长度可点击修改设置。

点击右下角“向右箭头”按钮可切换到 Tcp 设置界面，此界面设置与编辑方法相同。

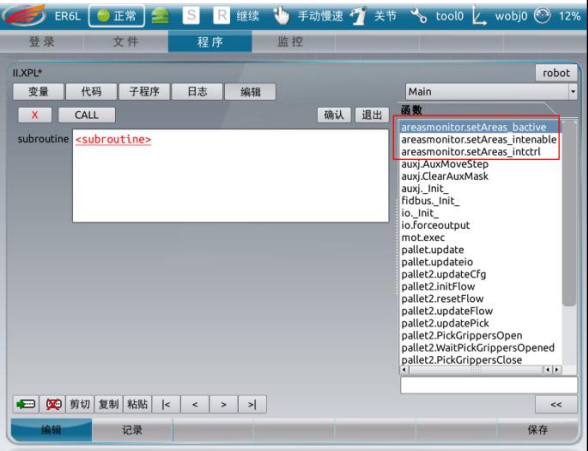
10.3.2 区域违反报警后恢复

表 10-2 区域违反报警后恢复操作步骤

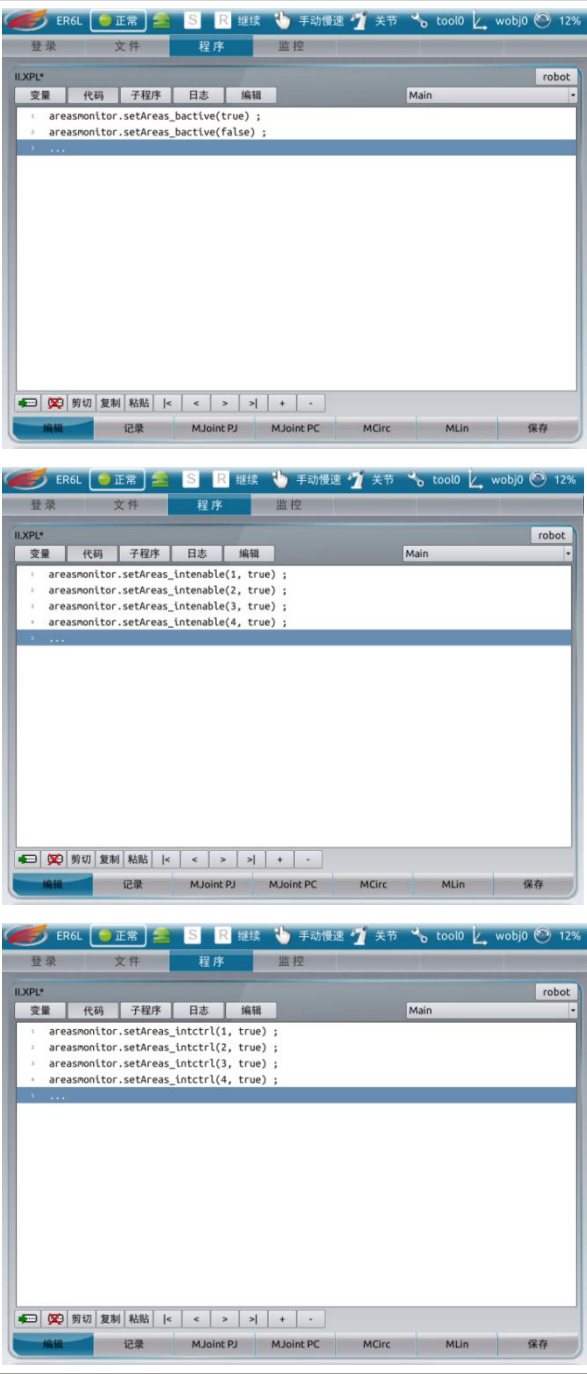
| 步骤              | 图示                                                                                  | 说明                                                                                  |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.确定违反区域        |   | 区域违反指示灯变红色、说明出现区域违反报警，在打开的区域监控界面中找到区域违反的区域。                                         |
| 2.取消控制功能，将报警复位。 |  | 勾选“报警复位”选框。也可直接将报警清除。<br><br>手动取消违反区域的控制功能。<br><br>务必在手动模式下运动机器人，将机器人移动到工作区内或者禁止区外。 |

10.3.3 编程实现区域监控功能

表 10-3 编程实现区域监控功能操作步骤

| 步骤          | 图示                                                                                   | 说明                    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.编程实现区域监控。 |  | 三条不同指令代码完成不同功能的打开和关闭。 |

2.通过编程添加不同指令实现不同使能开关功能。



指令  
“areasmonitor.setAreas\_bactive()” 功能是勾选“使能区域监控”，参数为“true”勾选，“false”时取消。

“areasmonitor.setAreas\_intenable()” 和 areasmonitor.setAreas\_intctrl()可以控制监视列和控制列某个按钮开关，其中第一个参数为（1，2，3，4），选择四个区域中的某个区域，第二个参数为“true”时打开按钮，为“false”时关闭按钮。

10.3.4 IO 控制激活使用

表 10-3 编程实现区域监控功能操作步骤

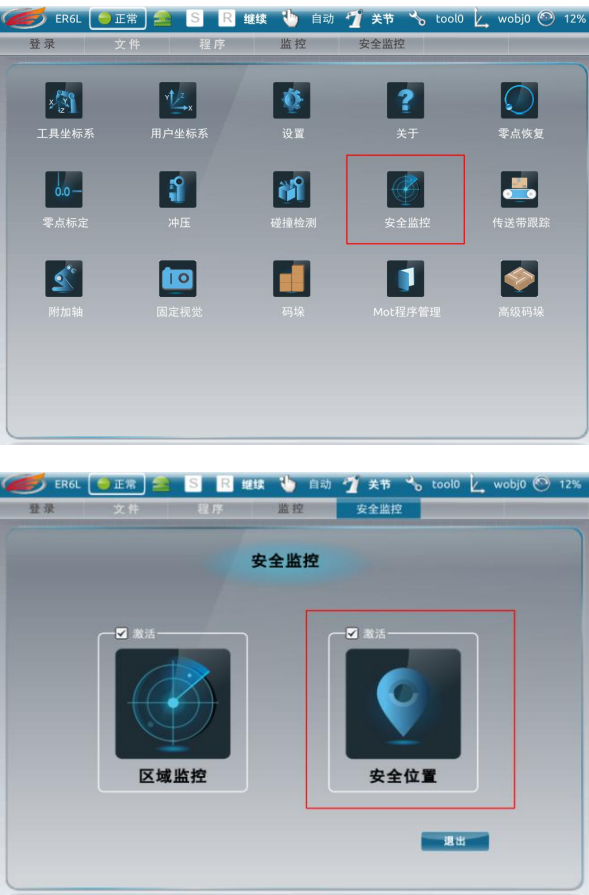
| 步骤 | 图示 | 说明 |
|----|----|----|
|----|----|----|

|              |                                                                                    |                                                       |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1.激活 IO 控制功能 |  | 在区域监控界面，将“IO 控制”勾上，会使得监视和控制按钮不能使用，在当前界面不能进行区域监控和控制修改。 |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|

10.4 安全位置

10.4.1 安全位置激活使用

表 10-4 安全位置激活使用操作步骤

| 步骤                   | 图示                                                                                  | 说明                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1.激活安全位置功能，进入安全位置界面。 |  | 打开示教器桌面，点击安全监控功能图标。<br><br>进入安全监控界面，勾选安全位置上方“激活”复选框，点击安全位置图标。<br><br>进入安全位置界面。 |



2.配置安全位置信息。



进入 IO 配置 APP 内选择 IO 自由配置,在输出界面找到四个安全位置,为其配置端口。

打开使能列需要配置安全位置的开关。

点击位置列的一个“黑边圆形”按钮。

点击“编辑”按钮,可以直接对各关节坐标数值进行设置,或将机器人移动至安全位置再点击“示教”按钮,并设置允许误差值,再点击“保存”按钮。

说明: 机器人各关节坐标都在安全位置关节坐标值加减允许误差值范围内则状态灯显示绿色并在指定端口输出信号,否则显示为红色无信号输出。

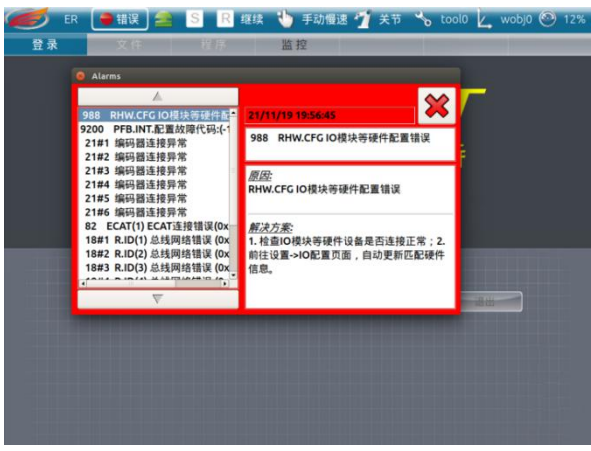
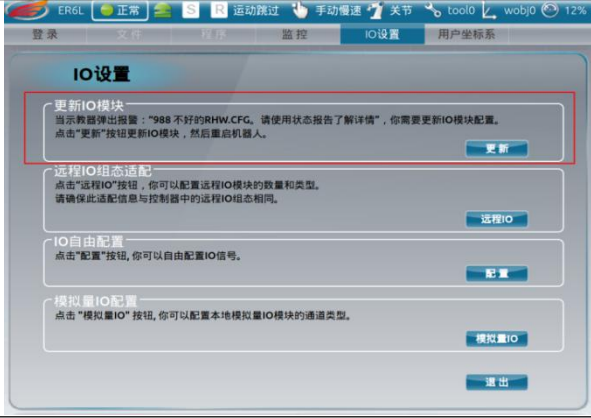
# 第 11 章 IO 设置

## 11.1 本章简介

本章主要介绍更新 IO 模块、IO 自由配置、远程 IO 模块适配、模拟量 IO 配置、组 IO 配置及 IO 监控功能的操作步骤。

## 11.2 更新 IO 模块

表 11-1 更新 IO 模块操作步骤

| 步骤                                    | 图示                                                                                   | 说明                                                                       |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1.硬件实际 IO 数量与预设 IO 数量不匹配，示教器会弹出报警。    |   | “ 998 不好的 RHW.CFG 9200 PFB.int. 配置故障代码(-1)”出现该报警，将报警框隐藏，然后更新 IO 模块来清除报警。 |
| 2、进入 IO 设置 APP，选择更新 IO 模块功能，点击“更新”按钮。 |  |                                                                          |



3、确定更新 IO 模块后，点击“是”按钮，重启机器人。



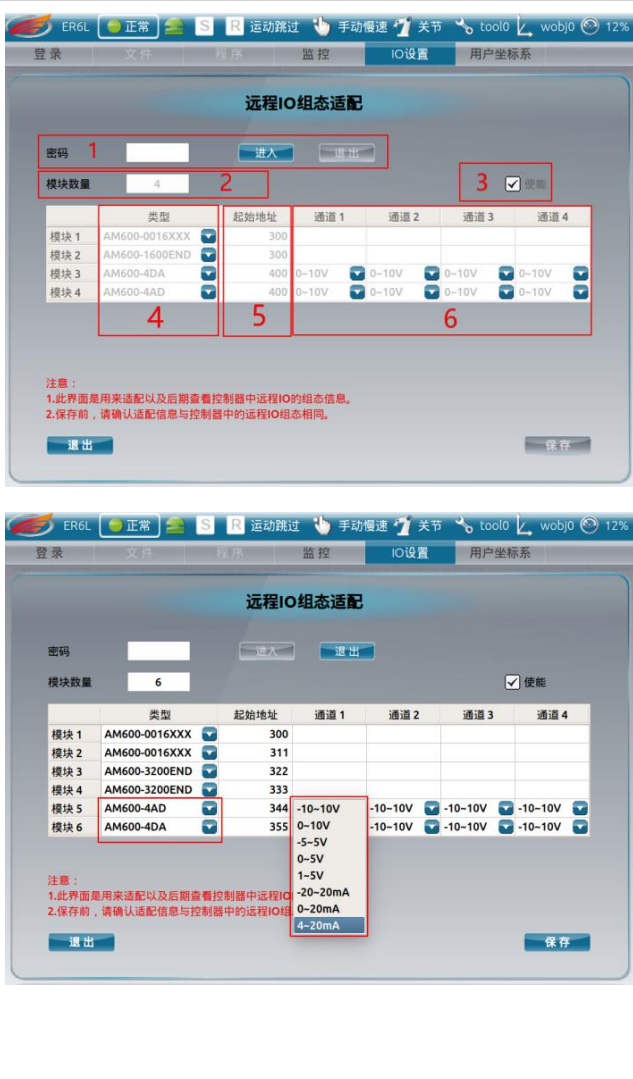
机器人重启过程中，示教器界面不可操作。待控制器完全启动后，示教器可正常操作。

11.3 远程 IO 配置

表 11-2 远程 IO 配置操作步骤

| 步骤              | 图示 | 说明                                                                   |
|-----------------|----|----------------------------------------------------------------------|
| 1.打开远程 IO 配置界面。 |    | <p>打开示教器桌面，点击“IO 设置”图标。</p> <p>选择“远程 IO 组态适配”，点击“远程 IO”按钮进入配置界面。</p> |

2.进行远程 IO 模块配置。



首先点击密码输入框，输入“1975”，再点击“进入”按钮。

设置配置模块数量，每一个设置的模块都需要完成配置。

选择模块类型，包括数字信号和模拟信号的输入和输出。

设置各模块地址，注意不同模块占用地址长度，不可设置已被占用的地址。

当选择模块为 AD 或 DA 模块时，需要选择四个通道的类型。

点击“保存”按钮，将远程 IO 配置信息保存。

远程 IO 配置说明：

**模块数量：**每一个模块对应的内容都需要设置，否则无法保存。

**类型：**共有六种类型，数字信号的输入与输出，各自包括 16 位和 32 位。模拟信号的输入和输出。

**地址：**地址范围为 300-500，不同模块占用地址长度不同，且不能配置已被占用的地址。

AM600-0016XXX：数字信号 16 位输出，占用 1 位地址

AM600-0032XXX：数字信号 32 位输出，占用 2 位地址

AM600-0016END：数字信号 16 位输入，占用 1 位地址

AM600-0032END：数字信号 32 位输入，占用 2 位地址

AM600-4AD：模拟信号输入，占用 4 位地址

AM600-4DA：模拟信号输出，占用 4 位地址

**通道：**当选择模块为 AD 或 DA 时，需要对通道值的类型进行选择，AD 模块的通道

类型有 7 种选择，DA 模块的通道类型有 6 种选择。

**使能：** 远程 IO 配置信息是否生效的开关，勾上“使能”开关配置信息才能生效。

11.4 IO 自由配置

IO 自由配置模块主要包括两部分：输入 IO 和输出 IO。通过该功能，用户可以自由配置通用功能本地 IO 还是远程 IO，IO 地址，IO 信号的有效值和滤波时间。

表 11-3 IO 自由配置操作步骤

| 步骤               | 图示                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 说明                     |                                     |      |      |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------|------|-----|------|---|----|----|-------------------------------------|---|---|---|----|----|-------------------------------------|---|---|---|----|----|-------------------------------------|---|---|---|------|----|-------------------------------------|---|---|---|----|----|-------------------------------------|---|---|---|------|----|-------------------------------------|---|---|---|------|----|-------------------------------------|---|---|---|-----|----|-------------------------------------|---|---|---|-----|----|-------------------------------------|---|---|----|-----|----|-------------------------------------|---|---|----|-----|----|-------------------------------------|---|---|-------------------------------------------|
| 1. 进入 IO 设置界面。   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 打开示教器桌面，<br>点击“IO 设置”。 |                                     |      |      |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 2. 进入 IO 自由配置界面。 | <table><tr><th></th><th>描述-输入</th><th>IO模块</th><th>地址</th><th>有效值</th><th>滤波时间</th></tr><tr><td>1</td><td>伺服</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>启动</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>暂停</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>报警复位</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>急停</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>重新开始</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>加载程序</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>8</td><td>程序1</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>9</td><td>程序2</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>10</td><td>程序3</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>11</td><td>程序4</td><td>本地</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0</td><td>0</td></tr></table> |                        | 描述-输入                               | IO模块 | 地址   | 有效值 | 滤波时间 | 1 | 伺服 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 2 | 启动 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 3 | 暂停 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 4 | 报警复位 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 5 | 急停 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 6 | 重新开始 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 7 | 加载程序 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 8 | 程序1 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 9 | 程序2 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 10 | 程序3 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 11 | 程序4 | 本地 | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 选择“IO 自由配置”功能。<br><br>点击“配置”按钮<br>进入配置界面。 |
|                  | 描述-输入                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | IO模块                   | 地址                                  | 有效值  | 滤波时间 |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 1                | 伺服                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 2                | 启动                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 3                | 暂停                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 4                | 报警复位                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 5                | 急停                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 6                | 重新开始                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 7                | 加载程序                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 8                | 程序1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 9                | 程序2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 10               | 程序3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |
| 11               | 程序4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 本地                     | <input checked="" type="checkbox"/> | 0    | 0    |     |      |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |    |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |      |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |   |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |    |     |    |                                     |   |   |                                           |

3. 进入 IO 自由配置界面。



此前配置的输入输出 IO 配置信息，可以在这里查看。



4. 进行 IO 配置



点击“编辑”按钮，将启用编辑功能，编辑模式下不能刷新 IO 状态。

编辑完成后点击“保存”按钮，保存设置的 IO 配置信息。

点击“退出”按钮，返回配置主页面。



**I0 自由配置说明：****输入界面：****1、描述-输入：**

| 序号 | 描述                                       | 说明                                                                                                          | 检测信号 | 操作模式      |
|----|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|
| 1  | 伺服                                       | 控制机器人伺服开关                                                                                                   | 脉冲信号 | 自动模式有效    |
| 2  | 启动                                       | 程序从当前行开始运行                                                                                                  | 脉冲信号 | 自动模式有效    |
| 3  | 暂停                                       | 程序暂停运行                                                                                                      | 脉冲信号 | 自动模式有效    |
| 4  | 报警复位                                     | 清除当前报警信息                                                                                                    | 脉冲信号 | 自动/手动有效   |
| 5  | 急停                                       | 控制机器人紧急停止开关                                                                                                 | 高低电平 | 自动/手动有效   |
| 6  | 重新开始                                     | 程序指针会返回至第一行                                                                                                 | 脉冲信号 | 自动模式有效    |
| 7  | 加载程序                                     | 加载设定程序，程序 1 到程序 4 信号名按顺序组成数字为名称设定的程序。                                                                       | 脉冲信号 | 自动模式有效    |
| 8  | 程序 1<br>程序 2<br>程序 3<br>程序 4             | 程序 4 到 1 信号的状态按顺序组成四位二进制数，程序 4 在最高位，程序 1 在最低位。例如程序 4 到 1 的状态为 0、1、0、1，则组成的二进制数为 0101，对应十进制数为 5，则加载程序文件名为 5； | 高低电平 | 自动模式有效    |
| 9  | 外部报警信号                                   | 机器人接收到该报警信号后立即停止运动                                                                                          | 高低电平 | 自动/手动有效   |
| 10 | 安全门                                      | 安全门信号                                                                                                       | 高低电平 | 自动/手动高速有效 |
| 11 | 区域监控使能                                   | 控制区域监控使能开关                                                                                                  | 高低电平 | 自动/手动有效   |
| 12 | A1 监视激活<br>A2 监视激活<br>A3 监视激活<br>A4 监视激活 | 控制区域 1 到 4 的监视开关                                                                                            | 高低电平 | 自动/手动有效   |
| 13 | A1 控制使能<br>A2 控制使能<br>A3 控制使能<br>A4 控制使能 | 控制区域 1 到 4 的控制开关                                                                                            | 高低电平 | 自动/手动有效   |
| 14 | A1 占用输入<br>A2 占用输入<br>A3 占用输入<br>A4 占用输入 | 区域 1 到 4 的占用输入信号，当共享区外机器人接收到占用输入信号，此时机器人立即停止等待，直至占用输入信号消失，机器人继续运动。                                          | 高低电平 | 自动/手动有效   |
| 15 | 附加轴 1 步进信号 1<br>附加轴 1 步进信                | 发送给机器人的信号，附加轴 1 或附加轴 2 运行设置的特定步长。例如附加轴 1 步进信号 1 给                                                           | 脉冲信号 | 手动有效      |

|    |                                                      |                                                                  |      |      |
|----|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------|------|
|    | 号 2<br>附加轴 2 步进信号 1<br>附加轴 2 步进信号 2                  | 脉冲信号，则附加轴 1 运行步长 1 的角度。                                          |      |      |
| 16 | 附加轴 1 正向运动<br>附加轴 1 负向运动<br>附加轴 2 正向运动<br>附加轴 2 负向运动 | 在手动模式，机器人上伺服且异步轴运动使能确认的情况下，机器接收到此信号，附加轴正向/或者负向连续运动，信号断开，机器人立马停止。 | 高低电平 | 手动有效 |
| 17 | 附加轴异步运行使能                                            | 附加轴异步连续运动的确认信号                                                   | 高低电平 | 手动有效 |

2、IO 模块：模块属于本地还是远程。

3、地址值：本地 IO 模块有效地址范围：1-168，其中 1-6 被系统占用不可配置；远程 IO 模块有效地址范围：0-63；

4、有效值：0 或 1，如果检测脉冲信号，则 0 表示检测下降沿，1 表示检测上升沿；如果检测高低电平，则 0 表示检测低电平，1 表示检测高电平。

5、滤波时间：为消除干扰信号，设置一个较小非负数时间，单位为秒。

#### 输出界面：

1、描述-输出：

| 序号 | 描述                                       | 说明                                                                                                                                                         | 输出信号 | 操作模式    |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|
| 1  | 伺服状态                                     | 当前机器人的伺服状态                                                                                                                                                 | 高低电平 | 自动/手动有效 |
| 2  | 运行状态                                     | 当前程序是否正在运行状态                                                                                                                                               | 高低电平 | 自动模式有效  |
| 3  | 报警状态                                     | 当前是否存在报警                                                                                                                                                   | 高低电平 | 自动/手动有效 |
| 4  | 急停状态                                     | 机器人紧急停止开关状态                                                                                                                                                | 高低电平 | 自动/手动有效 |
| 5  | 运行模式位 1<br>运行模式位 2                       | 以位 2 位 1 的方式排列成 2 进制数。<br>判断机器人当前运行模式。<br>00：手动低速——位 1 无信号，位 2 无信号；<br>01：手动高速——位 1 有信号，位 2 无信号；<br>10：自动模式——位 1 无信号，位 2 有信号；<br>11：远程模式——位 1 有信号，位 2 有信号。 | 高低电平 | 自动/手动有效 |
| 6  | A1 占用输出<br>A2 占用输出<br>A3 占用输出<br>A4 占用输出 | 区域 1 到 4 的占用输出信号， <b>机器人进入共享区域内发送占用输出信号，退出共享区后取消发送该信号。</b>                                                                                                 | 高低电平 | 自动/手动有效 |

|   |                                      |                                     |      |         |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|------|---------|
| 7 | 安全位置 1<br>安全位置 2<br>安全位置 3<br>安全位置 4 | 安全监控功能中定义的四个位置状态信号，当机器人到达位置则输出对应信号。 | 高低电平 | 自动/手动有效 |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|------|---------|

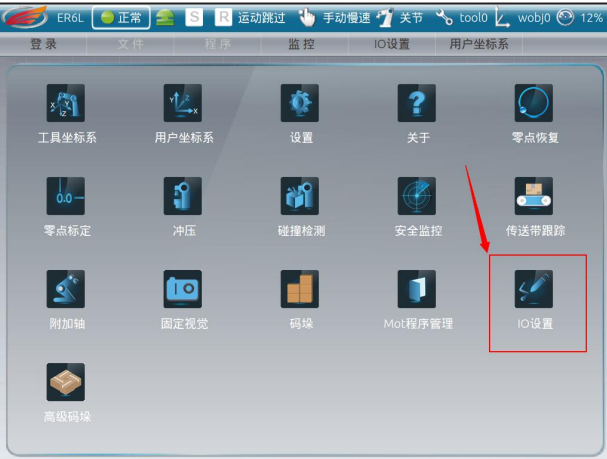
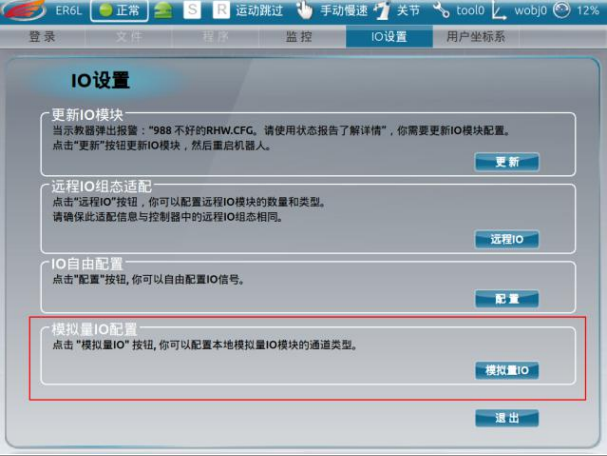
2、IO 模块：模块属于本地还是远程。

3、地址：本地 IO 模块有效地址范围：1-168，其中 1-3 被系统占用不可配置；远程 IO 模块有效地址范围：0-63；

4、有效值：0 或 1，有效值为 1 表示状态值为真时，输出高电平，状态值为假时，输出低电平；有效值为 0 表示状态值为真时，输出低电平，状态值为假时，输出高电平。

11.5 模拟量 IO 配置

表 11-4 模拟量 IO 配置操作步骤

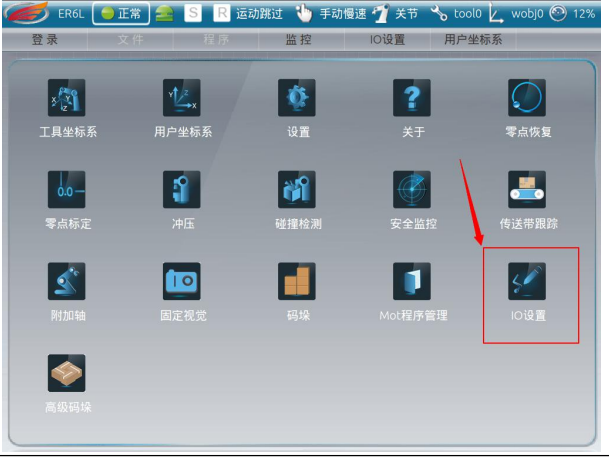
| 步骤                | 图示                                                                                   | 说明                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. 进入 IO 设置界面。    |   | 打开示教器桌面，点击“IO 设置”。                          |
| 2. 进入模拟量 IO 配置界面。 |  | 选择“模拟量 IO 配置”功能。<br><br>点击“模拟量 IO”按钮进入配置界面。 |



|                            |                                                                                     |                                                                                                                                                              |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |   |                                                                                                                                                              |
| 3. 进入模拟量 IO 配置界面，进行通道参数配置。 |  | <p>此前配置的模拟量 IO 信息，可以在这里查看。</p> <p>点击“<b>编辑</b>”按钮，将启用编辑功能。</p> <p>编辑完成后点击“<b>保存</b>”按钮，保存设置的模拟量通道信息，点击“<b>放弃</b>”按钮则不保存。</p> <p>点击“<b>退出</b>”按钮，返回配置主页面。</p> |

11.6 组 IO 配置

表 11-5 组 IO 配置操作步骤

| 步骤            | 图示                                                                                   | 说明                          |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1、进入 IO 设置界面。 |  | 打开示教器桌面，点击“ <b>IO 设置</b> ”。 |

2、进入连续地址的组 IO 输入输出配置界面。



选择组 IO 配置功能。

点击“组 IO”按钮进入配置界面。

3、进入组 IO 配置界面，进行每组 IO 的连续地址。



红色框 1 显示当前表格为输入或输出表格，可点击向左向右箭头完成切换。

红色框 2 显示组编号，最多支持配置 16 组。

红色框 3 选择该组连续地址 IO 信号模块是远程还是本地模块。

红色框 4 确定连续地址的起始地址。

红色框 5 确定连续地址的种植地址。

红色框 6 显示一组 IO 信号的状态转换成的十进制值。



点击“编辑”按钮后，按钮变为保存，表格变为可编辑状态，用户可对每组的起始结束地址进行编辑。

编辑完成后点击“保存”按钮，使得表格处于不可编辑状态，并将生成的配置文件发送至控制器中保存。

输入界面的信号值列只能用于显示，对应连续地址 IO 信号状态组成二进制值转换成的十进制值。

输出界面的信号值列除了与输入



## 11.7 IO 监控

IO 监控功能包括对本地 IO 和远程 IO 模块的监控界面, 两种模块均分为数字信号和模拟信号两种信号监控。

### 11.7.1 本地 IO 监控

表 11-6 本地 IO 监控

| 步骤               | 图片                                                                                   | 描述                   |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 打开本地 IO 监控界面。 |  | 点击“监控”。<br>选择“IO”功能。 |

|                                          |                                                                                      |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. 查看本地模块 IO 信号的输入输出情况。</p>           |    | <p>监控功能内的 IO 部分默认界面为数字信号的监控界面。包括本地 IO 和扩展 IO。</p>                                                                                 |
| <p>3. 本地数字信号可以强制输出信号。</p>                |   | <p>红色框 1 中，在已使用的输出口点击，则状态由绿色变成白色加红圈状态。</p> <p>红色框 2 中，在未使用输出口上点击，则状态由白色变成绿色加红圈状态。</p> <p>红色框 3 中，在数字信号界面点击“向右”箭头按钮，切换到模拟信号界面。</p> |
| <p>4. 打开模拟信号界面，监控强制开关关闭情况下模拟信号输入输出值。</p> |  | <p>关闭强制开关，查看本地 IO 模拟信号输入输出值。</p>                                                                                                  |

5. 强制开关打开情况下，可以强制输出模拟信号。



打开强制开关，在输出列对应模块点击弹出键盘，进行编辑强制输出值。

11.7.2 远程 IO 监控

表 11-7 远程 IO 监控

| 步骤               | 图片 | 描述                                                                                |
|------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 打开远程 IO 监控界面。 |    | <p>点击“监控”。</p> <p>选择“IO”功能。</p> <p>进入 IO 界面，点击“远程”按钮进入远程 IO 监控界面，初始界面是数字信号界面。</p> |



|                                          |                                                                                      |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. 强制开关关闭情况下，监控远程 IO 中数字信号。</p>       |    | <p>关闭强制开关，查看远程 IO 数字信号输入输出使用情况，正在使用时显示绿色，否则显示白色。</p>                                                                              |
| <p>3. 强制开关打开情况下，可以强制输出信号。</p>            |   | <p>红色框 1 中，打开强制开关。</p> <p>红色框 2 中，在未使用输出端口上点击，则状态由白色变成绿色加红圈状态。</p> <p>红色框 3 中，在已使用的输出端口上点击，则状态由绿色变成白色加红圈状态。</p> <p>表示强制信号已发送。</p> |
| <p>4. 打开模拟信号界面，监控强制开关关闭情况下模拟信号输入输出值。</p> |  | <p>在数字信号界面点击“向右”箭头按钮，切换到模拟信号界面。</p> <p>关闭强制开关，查看远程 IO 模拟信号输入输出值。</p>                                                              |



5. 强制开关打开情况下，可以强制输出模拟信号。



打开强制开关，在输出列对应模块编辑强制输出信号。

## 第 12 章 附加轴

### 12.1 本章简介

本章主要介绍附加轴轴数配置、参数设置、位置监控、清零及附加轴指令。

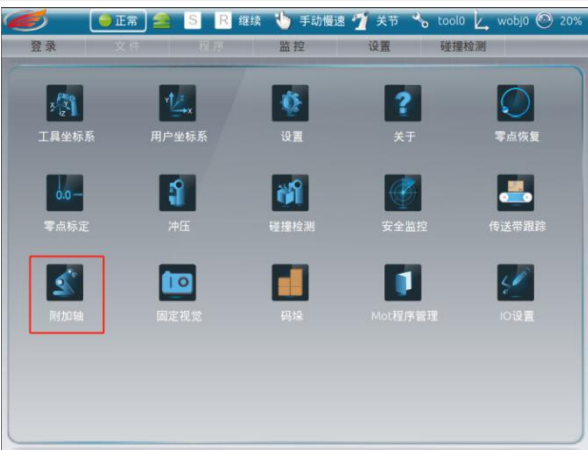
### 12.2 附加轴功能简介

附加轴功能主要是在标准的机器人基础上，增加 1 到 4 个附加轴，来配合机器人完成客户现场复杂工作的功能。附加轴可分为同步轴和异步轴。

### 12.3 附加轴配置

#### 12.3.1 附加轴轴数配置

表 12-1 区域监控设置操作步骤

| 步骤         | 图示                                                                                   | 说明                                                                                     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.打开附加轴功能。 |   | 打开示教器桌面，点击“附加轴”功能图标进入下图主界面。                                                            |
| 2.配置附加轴轴数。 |  | <p>在界面中选择附加轴数量（0，1，2）。下面以 1 轴为例。</p> <p>点击“配置”按钮，将配置完成附加轴轴数。</p> <p>按提示重启机器人使配置生效。</p> |

|            |                                                                                     |                                           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|            |   |                                           |
| 3. 重启后配置生效 |  | 重启完成后，再次打开附加轴 APP，可以看到附加轴 1，以及对应轴的“设置”按键。 |

12.3.2 附加轴参数设置

表 12-2 附加轴参数设置操作步骤

| 步骤           | 图示                                                                                   | 说明                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1.进入附加轴配置界面。 |  | 点击“设置”按钮进入附加轴设置限制参数界面。<br><br>如果要退出 APP 回到桌面，则点击下方“退出”按钮。 |

2.设置附加轴参数



在此界面进行转换参数设置。

设置限制参数后，点击“向右箭头”按钮切换到设置转换参数界面。

设置完成后，点击“保存”按钮，附加轴即可使用。

设置过程中不想保存设置的参数，可点击“返回”按钮回到附加轴配置界面。

附加轴参数说明：

**负限位/正限位：**可根据实际情况填写附加轴的机械限位值。

**最大速度：**轴机械机构最大速度值，可根据选型的电机最大速度来确认该值，一般情况下， $\text{最大速度} \leq (\text{电机最大转速} * \text{位置转换}) / (60 * \text{减速比})$ 。

**最大加减速速度：**一般可按照最大速度参数的 2-5 倍设置。

**最大加加速度：**一般可按照最大 20-100 倍最大加速度参数设置。

**异步轴速度：**附加轴作为异步轴时的运行速度，值是最大速度的百分比，可输入 0-100（必须大于 0）。

**异步轴功能：**选择异步轴开关，开表示附加轴作为同步轴或异步轴使用，两者可以在程序中切换使用。关表示附加轴只能作为同步轴使用。

**异步轴运动方式：**异步轴运动方式分为单步和连续。

- 1) 单步模式，接收到对应的单步信号，机器人运行设置的角度，正在运动的轴，不再接受此类信号。
- 2) 连续模式，单个轴分为正负两个方向运动，接收到信号，附加轴往信号对应的方向运动，取消信号，附加轴立即停止运动。

注：详细信号配置见 IO 设置章节的 IO 自由配置。

**路径规划方式：**分为正常路径和最快路径。

- 1) 正常路径，附加轴在设置的正负限位中间运动，设置多少度，运行到多少度。
- 2) 最快路径，设置最快路径，需要将附加轴负限位和正限位设置为 0 度和 360 度。当为异步轴的时候，机器人运行到 360° 后，轴位置又从 0° 开始。当为同步轴时候，机器人会以最快的路径运行到目标位置，比如机器人当前位置在 90°，运行到 300°，机器人会以 90° ~0° ~300° 方式运行，如果运行到 250°，会以 90° ~180° ~250° 方式运行。

**编码器分辨率：**电机的编码器分辨率，比如 17 位的编码器分辨率就是 131072。

**减速比：**减速机输出端转一圈，电机需要转多少圈。如减速机转 1 圈，电机转 50 圈，减速比为 50。此数值可以为小数，但是不能为负数。

**方向：**改变减速机输出转动方向，1 表示正方向，-1 表示负方向。

**位置转换：**表示减速机输出端转一圈，机械结构运行的行程，比如减速机转 1 圈，机械结构转 360°，则位置转换的值为 360。

**步进角度 1/步进角度 2：**表示附加轴作为异步轴时，接收到一次信号后，运行的行程。运动分正负方向运动，数值为负数表示反方向运动。

注：附加轴步进信号设置可以在：IO 设置->IO 自由配置中完成。详细设置方法见 IO 设置章节的 IO 自由配置。

## 12.4 附加轴位置监控及清零

表 12-3 附加轴位置监控及清零操作步骤

| 步骤                | 图示                                                                                   | 说明                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 单关节运动和附加轴位置监控。 |  | <p>在附加轴参数配置完成后。点击任务栏“<b>监控</b>”中“<b>位置</b>”，进入位置监控界面，按示教器下方的“<b>2nd</b>”按键，切换附加轴和本体各关节轴位置监控界面。当状态栏坐标系信息显示为“<b>附加轴</b>”，则可通过示教器右侧的轴运动按键控制附加轴运动，1 为控制附加轴 1 运动按键，依次类推。</p> <p><b>注意：</b>自动模式下，按示教器下方的“<b>2nd</b>”键无效。</p> |

2.附加轴清零。



点击任务栏“监控”中“驱动器”，按示教器下方的“2nd”按键，切换附加轴和本体各关节轴清零界面。当状态栏坐标系信息显示为“附加轴”，进行附加轴清零，操作和正常轴相同。

注意：自动模式下，按示教器下方的“2nd”键无效。

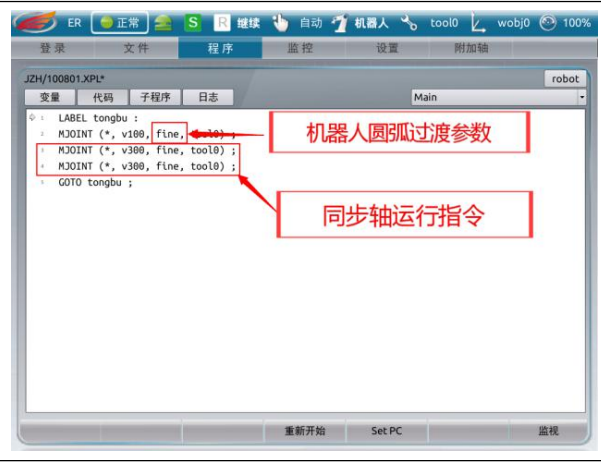
12.5 附加轴指令

12.5.1 同步非插补轴指令

表 12-4 同步非插补轴指令操作步骤

| 步骤                 | 图示 | 说明                                                                                                                                                                              |
|--------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.通过指令控制同步非插补轴的运动。 |    | <p>在附加轴参数配置完成后，附加轴功能已经开启，通过特定的RPL语句完成对附加轴运动的控制。</p> <p>注意：j1-j6 代表机器人轴，ea1-ea6 代表附加轴。</p>                                                                                       |
| 2.同步非插补轴的指令使用方法    |    | <p>附加轴的类型属于同步非插补轴，不参与机器人运动轨迹的插补，在编程时，建议将圆弧过渡参数 (zone) 设置为 fine (即运动到目标位置后再执行下一指令)。</p> <p>同步轴关节运行指令为 MJOINT (EPOINTJ)，直线运行指令为 MLINE(EPOINTC)</p> <p>注意：同步轴关节运行指令不可使用 MJOINT</p> |

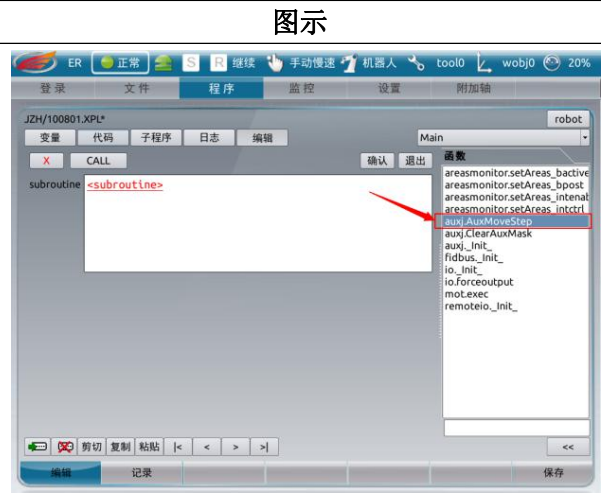
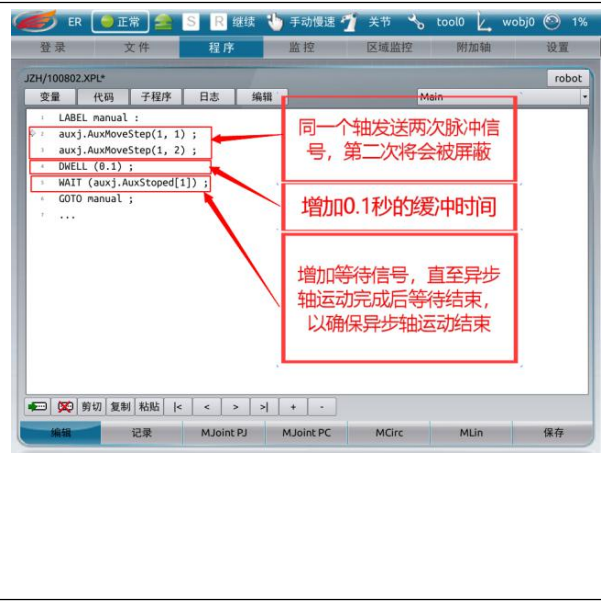


|                                                                                    |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | (EPOINTC), 否则将发生报错。 |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|

12.5.2 异步轴指令

异步轴的运行主要分为两个模式，自动模式下编程运动和手动模式下 IO 信号控制运动。

表 12-5 异步轴指令操作步骤

| 步骤                 | 图示                                                                                   | 说明                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.自动模式添加附加轴异步运动指令。 |   | 在相关程序文件中新建一行程序，选择“CALL”指令。<br><br>在“CALL”指令里面选择相关附加轴函数。                                                                                                                                                              |
| 2. 编程控制异步轴运动。      |  | <b>auxj.AuxMoveStep (AuxNum, Step)</b> 指令中， <b>AuxNum</b> 参数是附加轴序号，参数值为 1-4，表示选择运动的附加轴， <b>Step</b> 参数是附加轴 APP 中设置的步进角度值，参数为 1 或者 2，表示一次完成步进角度为步进角度 1 或者步进角度 2。<br><br>例 :auxj. AuxMoveStep(1, 2)表示附加轴 1, 一次运行完成步进角度 |



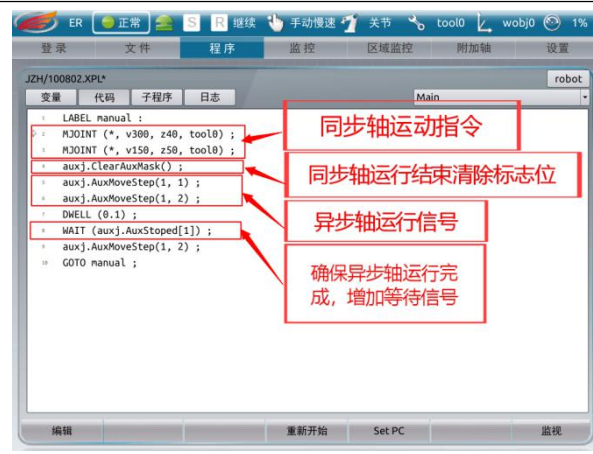
|                       |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |                                                                                      | <p>2 表示的角度。</p> <p>对同一个轴的连续两次脉冲信号，第二次将被屏蔽， 为保证异步轴运动已经完成，增加等待信号 。</p> <p>为确保异步轴运动完成，在发送异步轴运动脉冲信号后紧接着等待信号，如果异步轴未运动完成则 <b>WAIT 语句</b> 一直运行等待。增加 <b>DWELL 语句</b>，0.1 秒的缓冲时间确保异步轴开始运动后再执行 <b>WAIT 语句</b>，否则异步轴还未开始运动，则 <b>WAIT 语句</b> 执行结束。</p> |
| 3.手动模式下，IO 信号控制异步轴运动。 |  | <p>在手压信号存在的情况下，通过给特定的输入口脉冲信号，来控制选定的异步轴按照设定的步进角度进行运行。</p> <p>在异步轴运行期间，屏蔽所有的控制异步轴运动的脉冲信号。</p> <p>注意：IO 配置方法见相关 IO 自由配置使用手册。</p>                                                                                                              |

12.5.3 同步异步在线切换

表 12-6 同步异步指令在线切换操作步骤

|    |    |    |
|----|----|----|
| 步骤 | 图片 | 描述 |
|----|----|----|

1. 同步非插补轴和异步轴在线切换，且同步非插补轴的优先级高于异步轴。



#### 同步和异步在线切换说明：

同步轴运行期间，一切异步轴请求将不被响应；在异步轴运行期间，如果有同步非插补轴请求，将中断异步轴运行指令。

在同步插补轴切换成异步轴时，如果圆滑过渡指令为 `fine`（即没有圆滑过渡）或者后面紧跟着的指令为 `MJOINT(POINTJ/POINTC)`，则不需要执行 `auxj.ClearAuxMask()` 指令，如果圆弧过渡指令为 `zone` 类型（`z50` 等等）且其后跟随异步轴运动信号：`auxj.AuxMoveStep()` 指令，则需要同步轴运动结束后执行标志位清除指令：`auxj.ClearAuxMask()`。

在异步轴换成同步插补轴切时，为保证异步轴运行已经结束，需执行指令 `WAIT (auxj.AuxStoped[auxNum])` 指令让程序一直在此行等待，直至指定异步轴运动完成继续执行下一行指令，否则异步轴的运行有可能被打断，其中 `auxNum` 参数表示附加轴序号，可设置为 1-4，表示附加轴 1 到附加轴 4。

例如：当附加轴 1 在运动过程中，`auxj.AuxStoped[1]` 的值为 `false`，`WAIT (auxj.AuxStoped[1])` 使得程序一直在这一行等待，当附加轴 1 运动结束后，`auxj.AuxStoped[1]` 的值为 `true`，`WAIT (auxj.AuxStoped[1])` 指令执行完成，继续执行下一行指令。

## 第 13 章 简单码垛

### 13.1 本章简介

本章主要介绍简单码垛系统组成及功能、界面说明及操作说明。

### 13.2 系统组成及功能说明

本码垛功能为简单码垛，码垛工件形状一致，摆放方向相同，行列分布均匀。简单码垛操作流程分为三大部分：码盘坐标系的建立、堆垛基础信息设置和码垛执行程序编写。

垛盘坐标系的建立。该步骤为码垛操作流程建立以垛盘为基准的用户坐标系。

码垛基本信息的设置。该步骤主要设置堆垛物品矩阵的行、列、高信息以及码垛中机器人的路径信息。系统会将保存的码垛信息直接生成用户可调用的机器人动作指令，方便用户调用。

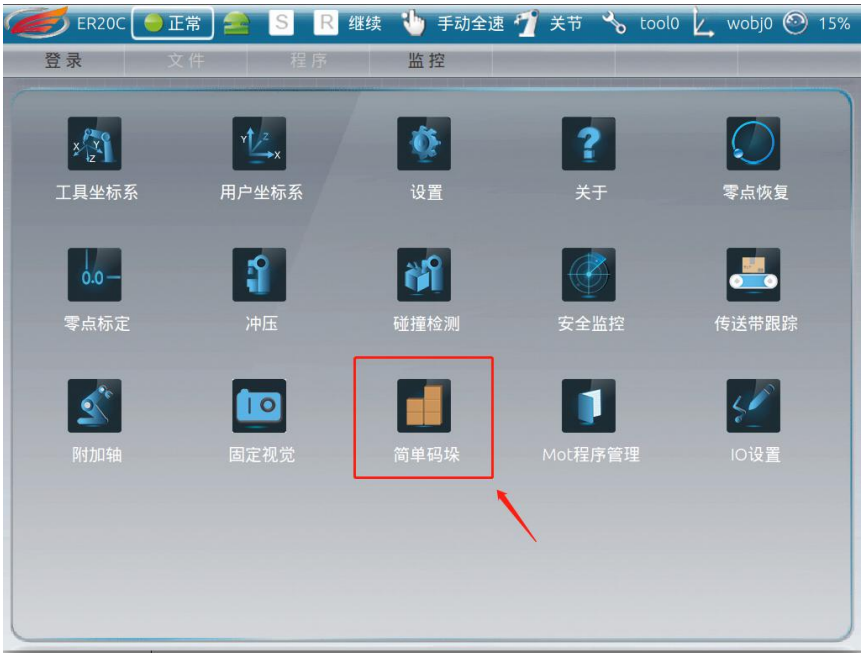
码垛执行程序的编写。该部分需要用户自身需求将码垛动作指令嵌入工艺程序中。

### 13.3 用户坐标系的声明和标定

如若使用新的用户坐标系，需在用户程序中声明“REFSYS”用户参考坐标系变量，并使用桌面“用户坐标系”app 对新建的用户坐标系进行标定；若使用未标定的已声明的坐标系，请先行标定该坐标系。

### 13.4 码垛基本信息设置

表 13-1 码垛基本信息设置操作步骤

| 步骤                                   | 图示                                                                                   |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 打开示教器桌面，点击“简单码垛”功能图标进入“步骤 2”中主界面。 |  |

## 2.配置码垛基本信息。

码垛序号 1 1 位置矩阵状态: 2

工件位置

码垛坐标系: wobj1 3

层号: 1 4

行号: 1 5

列号: 1 6

运动到此点 (长按有效!) 7

当前位置 (关节): 8

J1: 34.94 J4: 34.61

J2: 15.70 J5: 11.36

J3: 5.54 J6: 9.17

工件位置: 10

X: 0.00 A: 0.00

Y: 0.00 B: 0.00

Z: 0.00 C: 0.00

当前位置 (用户坐标): 9

X: 52.50 A: -49.73

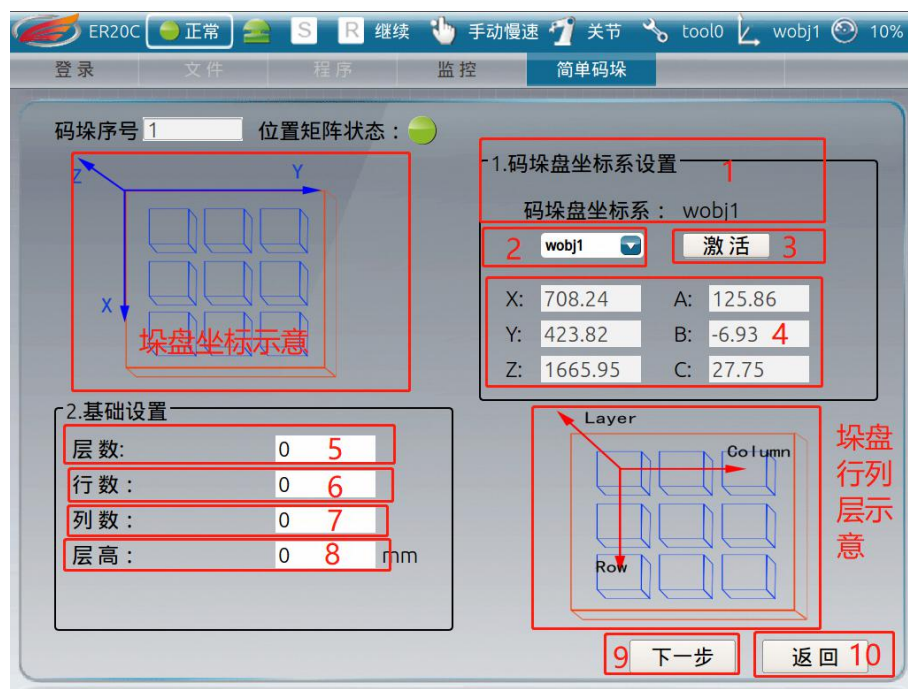
Y: 112.08 B: 22.31

Z: -0.00 C: 22.37

编辑 11 退出

- 1) 码垛序号: 堆/垛的序号, 码垛程序最大支持 8 个堆/垛。
- 2) 位置矩阵状态: 当位置矩阵所有信息完备, 且当前无修改的情况下, 会显示绿色; 当位置矩阵信息不全, 或对当前位置矩阵信息做了修改而未保存时, 会显示红色。
- 3) 码垛坐标系: 显示本堆/垛的位置信息所基于的坐标系名称。
- 4) 层号: 此处“层号”代表的是排列方式的序号, 目前在同一堆垛中只支持一种排列方式, 因此此处只允许填“1”; , 更多码垛方式的支持需后续扩展。
- 5) 行号: 当前点的行号。
- 6) 列号: 当前点的列号。
- 7) 运动到此点: 上伺服状态下, 长按此按钮, 机器人将向当前码垛点的位置做直线运动, 当松开按钮时, 机器人会立刻停止运动! 如果要将机器人运动到当前码垛点位置, 请长按该按钮直到机器人运动结束。当用户按压该按钮时间<1 秒时, 将有提醒框, 提示用户长按按钮已实现运动。
- 8) 当前位置 (关节): 显示当前机器人的关节坐标。
- 9) 当前位置 (用户坐标): 显示在当前用户坐标系下机器人的直角坐标信息。
- 10) 工件位置: 显示当前工件的点的坐标, 及放置时的姿态。
- 11) 编辑: 点击“编辑”按钮, 对码垛信息进行修改, 将进入码垛信息修改第一页。

3. 点击编辑按钮，将进入码垛信息修改第一页。



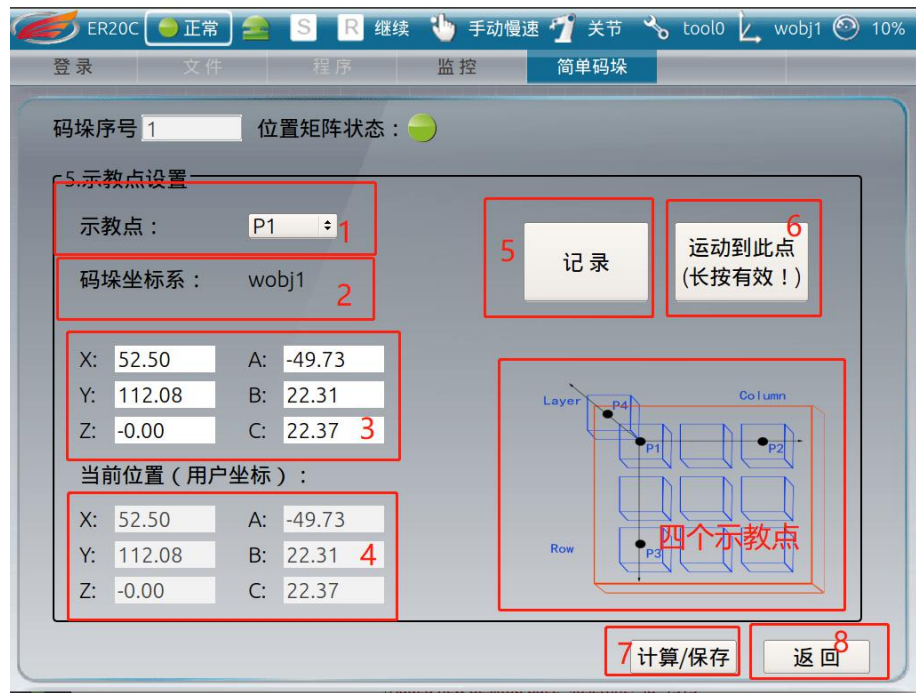
- 1) 码垛盘坐标系：显示码垛盘使用的坐标系。说明：该坐标系的 z 轴正方向必须为垛层增加方向相同（通常为竖直向上），且为右手坐标系。
- 2) 下拉框：显示系统中所有的用户坐标系，能够生效的用户坐标系仅为系统默认的“wobj0-wobj5”6 个系统坐标系和声明为 module 变量的用户坐标系。**着重说明：**垛盘的用户坐标系必须是右手坐标系，且 z 轴正方向必须为垛层增加方向相同（通常为竖直向上）！
- 3) 激活按钮：会将机器人的当前坐标系设置为当前选择的坐标系。
- 4) 为码垛盘坐标系的位置与姿态信息。
- 5) 层数：堆/垛的层数。
- 6) 行数：堆/垛工件矩阵的行数。
- 7) 列数：堆/垛工件矩阵的列数。
- 8) 层高：堆/垛每层的高度。
- 9) 下一步按钮：进入码垛信息设置的下一个页面。
- 10) 返回按钮：返回上一页面，即码垛首页。

4. 点击下一步按钮，  
将进入码垛信息修  
改第二页。

- 1) 记录按钮：将当前机器人的位置信息，记录为码垛进入点的坐标信息。
- 2) X、Y、Z、A、B、C：显示进入点的坐标和工具姿态信息。
- 3) 过渡点 1(approachPos1)：进入点到工件上方点间的第一停顿点。
- 4) 过渡点 2(approachPos2)：进入点到工件上方点间的第二停顿点。
- 5) 工具上放点点 1(overPiecePos1)：进入点到工件点间的第一个位于工具正上方的点。
- 6) 工具上放点点 2(overPiecePos2)：进入点到工件点间的第二个位于工具正上方的点。
- 7) 说明：码垛中放置每个工件时，最多允许添加两个过渡点和两个工件上方点。过渡点为从进入点到工件上方的过渡点，可以有 X、Y、Z 三个坐标轴上的偏移量（该偏移量是以码垛盘用户坐标系为准）；工件上方点为工件上方的点，与工件的位置只允许有 Z 轴方向的偏移。
- 8) 返回按钮：返回到码垛信息修改第一页。
- 9) 下一页按钮：进入码垛信息修改第三页。



5. 点击下一步按钮，  
将进入码垛信息修  
改第三页。



1) 示教点：码垛程序需要示教四个点来计算码垛盘上工件矩阵的每个工件的位置及垛层的高度，四个需要示教的点分别为：

**第一个点 P1：**码垛起始位置，工件序号为 1 的位置

**第二个点 P2：**第一行最后一个，列方向结束点位置，姿态与 P1 相同。如果只有一列，P2 不用记录

**第三个点 P3：**最后一行第一个，行方向结束点位置，姿态与 P1 相同，如果只有一行，P3 与 P1 重合

根据前三个点，可以算出码垛盘上所有工件基于码垛盘坐标系的码垛点位置矩阵。

**第四个点 P4：**P1 沿着摆放高度方向一个点，姿态与 P1 相同，用来标定摆放上升高度方向。

2) 码垛坐标系：显示码垛过程所采用的用户坐标系。

3) X、Y、Z、A、B、C：为示教点的具体位置和姿态信息，可以接输入。

4) 当前位置：显示机器人的当前位置。

5) 记录按钮：记录当前机器人的位置作为示教点的坐标。

6) 运动到此店按钮：点击运动到上面记录的点。

7) 计算/保存 按钮：将计算码垛中所有点的坐标信息，并保存进系统文件中。

8) 返回按钮：返回到码垛信息修改第二页。



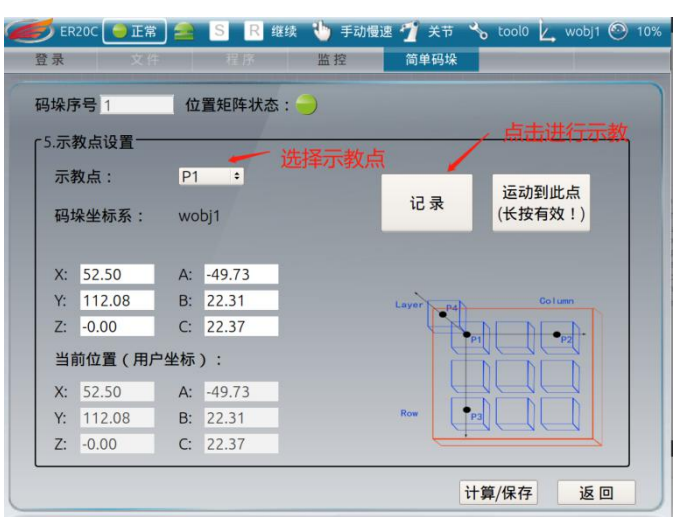
13.5 操作说明

13.5.1 垛盘信息设置

表 13-2 码盘信息设置操作步骤

| 步骤                      | 图示 | 说明                                                                                                                                                          |
|-------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 打开码垛功能。进入编辑第一页。      |    | 码垛首页点击“编辑”按钮，进入编辑第一页；<br><br>编辑第一页“1.码垛坐标系设置”中，点击下拉框，选择码垛盘坐标系，并点击“激活”。在“2.基础设置”中，输入码垛盘中工件的排列矩阵的相关信息，完毕后点击“下一步”。（垛盘的用户坐标系必须是右手坐标系，且z轴正方向必须为垛层增加方向相同（通常为竖向上）！ |
| 2. 点击下一步按钮，将进入垛盘信息设置界面。 |    | 先将机器人移动到码垛盘中第一层第一个工件的码垛进入点位置，点击“码垛进入点设置”中的“记录”按钮；<br><br>根据路径需要设置“过渡点设置”中的生效的点，这些点的位置是相对于工件点的偏移来确定的；设置完毕后点击“下一步”。                                           |

3. 点击下一步按钮，将进入码垛信息设置第三页



示教点 P1 为码垛第一层的第一工件放置点，位于工件矩阵第一层的第一行第一列，将机器人移动至该工件点后，点击“记录”进行示教；

选取下一示教点 P2，P2 为第一行最后一个工件放置点，将机器人移动至该工件点后，点击“记录”进行示教；

选取下一示教点 P3，P3 为第一列最后一个工件放置点，将机器人移动至该工件点后，点击“记录”进行示教；

选取下一示教点 P4，P4 为第二层中位于 P1 正上方的工件放置点，将机器人移动至该工件点后，点击“记录”进行示教；

点击“计算/保存”按钮完成码垛盘信息设置。

13.5.2 rpl 程序调用码垛功能

13.5.2.1 常用码垛指令介绍

常用函数：

1) pallet.loadCfg()函数，用来更新码垛参数设置，当用户使用简单码垛工艺包在线修改了堆垛信息后，该函数将修改后的信息更新到运行程序中，建议在码垛程序开始时调用。

2) pallet.update(DINT PalletID, DINT Type, DINT PieceID)函数，用于更新当前工件点的位置信息

参数说明：

DINT PalletID：垛盘的序号。

DINT Type：值为 0 代表码垛，值为 1 代表取垛。

DINT PieceID：工件点的序号，从 1 开始。

特别备注： 在程序使用任何码垛工艺包相关变量前，请先行调用 pallet.update()函数，否则，码垛工艺包相关变量不会被赋值。

**常用变量:**

- 1) pallet.enterPalletPos 当前工件点的进入点
- 2) pallet.approachPos1、pallet.approachPos2 当前工件点的中间过渡点
- 3) pallet.overPiecePos1、pallet.overPiecePos2 当前工件点的上方点
- 4) pallet.piecePos 当前工件点
- 5) pallet.maxPieces 当前垛盘中的工件点的数量
- 6) pallet.maxPallets 有效垛盘的数量

**13.5.2.2 程序示例**

## 1) 变量声明



图 13-1 DINT 变量声明

## 2) 主函数体

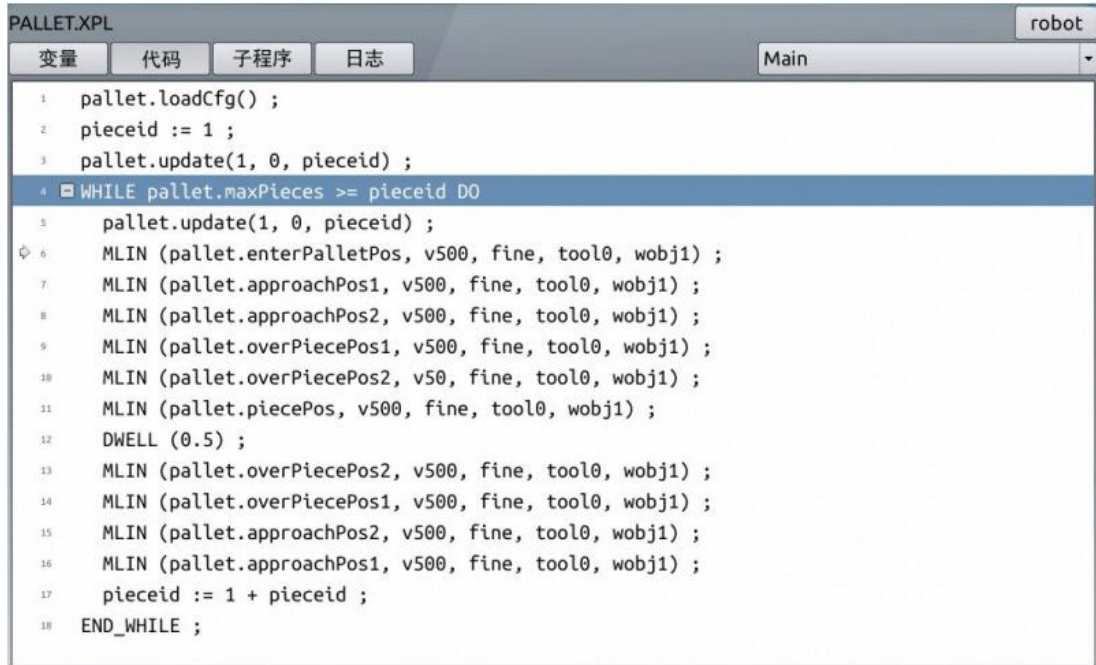


图 13-2 码垛程序示例

## 第 14 章 现场总线

### 14.1 现场总线数据监控

现场总线监控主要是用来查看总线通讯中的数据，同时可以设置数据的输出值。

目前主要包括 modbus 和 profibus 的通讯协议数据监控，其中其中 modbus 分为可读可写部分和只读只写部分，其中 modbus 只读只写的输入输出各自包括 64 个 bool、6 个 int、24 个 float 类型的数据；可读可写部分包括 96 个 bool、100 个 int、100 个 faoat；profibus 的输入输出各自包括 64 个 bool、6 个 int、24 个 float 类型的数据。

#### 14.1.1 总线数据查看

表 14-1 现场总线数据查看步骤

| 步骤            | 图片                                                                                   | 描述                                                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1.打开现场总线监控界面。 |   | 点击状态栏下“监控”按钮。<br><br>点击下拉菜单中“现场总线”。                                       |
| 2.选中需要查看的变量。  |  | 在界面中选择需要查看的通讯协议的数据。这里以 Modbus_ro_wo 为例。<br><br>选择“名称”下面加（减）号可以展开（收起）数据列表。 |

|          |  |                                                                                                         |
|----------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.查看变量数据 |  | <p>展开数据中可以查看以下数据</p> <p>第 1 列是数据名称；</p> <p>第 2 列数据类型；</p> <p>第 3 列是数据的值；</p> <p>第 4 列是对应的示教器程序中的变量。</p> |
|----------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

14.1.2 设置总线数据输出

表 14-2 设置总线数据输出步骤

| 步骤              | 图片 | 描述                                                                               |
|-----------------|----|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1.打开数据监控列表的输出部分 |    | <p>按 14.1.1 中方式打开数据监控列表的输出部分。</p> <p>点击需要输出的变量的“值”这一列，则弹出输出框。以一个 Float 变量为例。</p> |
| 2.设置输出数据的值      |    | <p>设置输出的数据。</p> <p>点击“√”则数据输出；点击“×”取消输出。</p>                                     |



3.输出数据



数据输出如图  
所示。

14.2 Profibus\_DP 功能

14.2.1 综述

PROFIBUS DP 功能支持机器人做从站(slave)，其地址为 2，包括 6 个 input block 和 6 个 output block，每个 block 包含 32byte，数据类型为 unsigne int （2 byte）或者是 float（4 byte）。数据的存储模式为大端模式，所以当将 unsigned int 拆分成 byte 类型时，注意数据的高低位转换。

14.2.2 PLC 到机器人

PLC 到机器人，PLC 作为发送端，机器人作为接受端。接收数据主要包括系统变量和 TPU 变量。其中 Bus\_Get[0]-Bus\_Get[191]为数据接收的 192 BYTE。

表 14-3 profibus 接收数据协议

| 变量分类 | 物理地址            | 单位  | 字节数 | 子单位  | 备注                                                                            |
|------|-----------------|-----|-----|------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 系统变量 | Bus_Get[0]-[1]  | I16 | 2   | BOOL | Bit0: 上/下伺服（脉冲）                                                               |
|      |                 |     |     |      | Bit1: 运行（脉冲）                                                                  |
|      |                 |     |     |      | Bit2: 停止（脉冲）                                                                  |
|      |                 |     |     |      | Bit3: 清除报警（脉冲）                                                                |
|      |                 |     |     |      | Bit4: 加载程序（脉冲）                                                                |
| 系统变量 | Bus_Get[2]-[3]  | I16 | 2   | I16  | Bit5: 重新开始（程序回到第一行）（脉冲）                                                       |
|      |                 |     |     |      | Bit6: Plc 报警（高电平）                                                             |
|      |                 |     |     |      | 系统预留 BOOL 变量，用户不可以使用                                                          |
|      |                 |     |     |      | 运行速度（全局）                                                                      |
|      |                 |     |     |      | 加载目标程序号，例：首先设置目标程序号为 2，然后给 Bus_Get[0]-[1]的 Bit4 高电平触发信号，完成程序加载（在程序运行过程中不可加载）。 |
| 系统变量 | Bus_Get[4]-[5]  | I16 | 2   | I16  | 系统预留 I16 类型变量，用户不可以使用                                                         |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
| 系统变量 | Bus_Get[6]-[7]  | I16 | 2   | I16  |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
| 系统变量 | Bus_Get[8]-[19] | I16 |     | I16  |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |
|      |                 |     |     |      |                                                                               |

|      |                    |       |   |       |                                        |
|------|--------------------|-------|---|-------|----------------------------------------|
| 用户变量 | Bus_Get[20]-[21]   | I16   | 2 | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[0]-[15]  |
|      | Bus_Get[22]-[23]   | I16   | 2 | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[16]-[31] |
|      | Bus_Get[24]-[25]   | I16   | 2 | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[32]-[47] |
|      | Bus_Get[26]-[27]   | I16   | 2 | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[48]-[63] |
|      | Bus_Get[28]-[29]   | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.pfb_ro_i[0]                  |
|      | Bus_Get[30]-[31]   | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.pfb_ro_i[1]                  |
|      | Bus_Get[32]-[33]   | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.pfb_ro_i[2]                  |
|      | Bus_Get[34]-[35]   | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.pfb_ro_i[3]                  |
|      | Bus_Get[36]-[37]   | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.pfb_ro_i[4]                  |
|      | Bus_Get[38]-[39]   | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.pfb_ro_i[5]                  |
| 系统变量 | Bus_Get[40]-[87]   | FLOAT |   | FLOAT | 系统预留 FLOAT 类型变量, 用户不可以使用               |
| 用户变量 | Bus_Get[88]-[91]   | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[0]                  |
|      | Bus_Get[92]-[95]   | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[1]                  |
|      | Bus_Get[96]-[99]   | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[2]                  |
|      | Bus_Get[100]-[103] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[3]                  |
|      | Bus_Get[104]-[107] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[4]                  |
|      | Bus_Get[108]-[111] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[5]                  |
|      | Bus_Get[112]-[115] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[6]                  |
|      | Bus_Get[116]-[119] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[7]                  |
|      | Bus_Get[120]-[123] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[8]                  |
|      | Bus_Get[124]-[127] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[9]                  |
|      | Bus_Get[128]-[131] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[10]                 |
|      | Bus_Get[132]-[135] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[11]                 |
|      | Bus_Get[136]-[139] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[12]                 |
|      | Bus_Get[140]-[143] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[13]                 |
|      | Bus_Get[144]-[147] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[14]                 |
|      | Bus_Get[148]-[151] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[15]                 |
|      | Bus_Get[152]-[155] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[16]                 |
|      | Bus_Get[156]-[159] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[17]                 |
|      | Bus_Get[160]-[163] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[18]                 |
|      | Bus_Get[164]-[167] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[19]                 |
|      | Bus_Get[168]-[171] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[20]                 |
|      | Bus_Get[172]-[175] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[21]                 |
|      | Bus_Get[176]-[179] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[22]                 |
|      | Bus_Get[180]-[183] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_ro_r[23]                 |
| 系统变量 | Bus_Get[184]-[191] | /     |   | /     | 未定义                                    |



### 14.2.3 机器人到 PLC

机器人到 PLC，机器人作为发送端，PLC 作为接受端。发送数据主要包括系统变量和 TPU 变量。其中 Bus\_Set[0]-Bus\_Set[191]为数据发送的 192 BYTE。

表 14-4 profibus 发送数据协议

| 变量分类 | 物理地址             | 单位    | 字节数 | 子单位   | 备注                                                                |
|------|------------------|-------|-----|-------|-------------------------------------------------------------------|
| 系统变量 | Bus_Set[0]-[1]   | I16   | 2   | BOOL  | Bit0: 手动状态                                                        |
|      |                  |       |     |       | Bit1: 自动状态                                                        |
|      |                  |       |     |       | Bit2: 远程状态                                                        |
|      |                  |       |     |       | Bit3: 伺服状态                                                        |
|      |                  |       |     |       | Bit4: 报警状态                                                        |
|      |                  |       |     |       | Bit5: 急停状态                                                        |
|      |                  |       |     |       | Bit6: 程序运行状态                                                      |
|      |                  |       |     |       | Bit7: 安全位置 1 状态                                                   |
|      |                  |       |     |       | Bit8: 安全位置 2 状态                                                   |
|      |                  |       |     |       | Bit9: 安全位置 3 状态                                                   |
|      |                  |       |     |       | Bit10: 安全位置 4 状态                                                  |
| 系统变量 | Bus_Set[2]-[3]   | I16   |     | BOOL  | 系统预留 BOOL 类型变量，用户不可用                                              |
|      | Bus_Set[4]-[5]   | I16   | 2   | I16   | 运行速度（全局）                                                          |
|      | Bus_Set[6]-[7]   | I16   | 2   | I16   | 报警代码                                                              |
|      | Bus_Set[8]-[9]   | I16   | 2   | I16   | 报警代码                                                              |
|      | Bus_Set[10]-[11] | I16   | 2   | I16   | 程序号（用于反馈加载目标程序是否完成，例：在 Plc 端加载程序号为 2 的程序，如果加载完成，则程序号反馈为 2，否则为其他值） |
|      | Bus_Set[12]-[19] | I16   |     | I16   | 系统预留 I16 类型变量，用户不可用                                               |
| 用户变量 | Bus_Set[20]-[21] | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_wo_b[0]-[15]                             |
|      | Bus_Set[22]-[23] | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_wo_b[16]-[31]                            |
|      | Bus_Set[24]-[25] | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_wo_b[32]-[47]                            |
|      | Bus_Set[26]-[27] | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_wo_b[48]-[63]                            |
|      | Bus_Set[28]-[29] | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.pfb_wo_i[0]                                             |
|      | Bus_Set[30]-[31] | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.pfb_wo_i[1]                                             |
|      | Bus_Set[32]-[33] | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.pfb_wo_i[2]                                             |
|      | Bus_Set[34]-[35] | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.pfb_wo_i[3]                                             |
|      | Bus_Set[36]-[37] | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.pfb_wo_i[4]                                             |
|      | Bus_Set[38]-[39] | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.pfb_wo_i[5]                                             |
| 系统变量 | Bus_Set[40]-[63] | FLOAT | 4*6 | FLOAT | J1~J6 关节角度值                                                       |
|      | Bus_Set[64]-[87] | FLOAT |     | FLOAT | 系统预留 FLOAT 类型变量,用户不可用                                             |
| 用户变量 | Bus_Set[88]-[91] | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[0]                                             |
|      | Bus_Set[92]-[95] | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[1]                                             |

|      |                    |       |   |       |                        |
|------|--------------------|-------|---|-------|------------------------|
|      | Bus_Set[96]-[99]   | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[2]  |
|      | Bus_Set[100]-[103] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[3]  |
|      | Bus_Set[104]-[107] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[4]  |
|      | Bus_Set[108]-[111] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[5]  |
|      | Bus_Set[112]-[115] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[6]  |
|      | Bus_Set[116]-[119] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[7]  |
|      | Bus_Set[120]-[123] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[8]  |
|      | Bus_Set[124]-[127] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[9]  |
|      | Bus_Set[128]-[131] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[10] |
|      | Bus_Set[132]-[135] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[11] |
|      | Bus_Set[136]-[139] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[12] |
|      | Bus_Set[140]-[143] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[13] |
|      | Bus_Set[144]-[147] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[14] |
|      | Bus_Set[148]-[151] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[15] |
|      | Bus_Set[152]-[155] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[16] |
|      | Bus_Set[156]-[159] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[17] |
|      | Bus_Set[160]-[163] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[18] |
|      | Bus_Set[164]-[167] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[19] |
|      | Bus_Set[168]-[171] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[20] |
|      | Bus_Get[172]-[175] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[21] |
|      | Bus_Get[176]-[179] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[22] |
|      | Bus_Get[180]-[183] | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.pfb_wo_r[23] |
| 系统变量 | Bus_Set[184]-[191] | /     |   | /     | 未定义                    |

## 14.2.4 SIEMENS 配置

### 14.2.4.1 硬件组态

在博途软件中新建项目，本案例选取西门子 S7-1200PLC，其型号为 CPU 1215C DC/DC/DC，PROFIBUS-DP 接口型号为 CM 1243-5，在本案例中，PLC 作为 PROFIBUS DP-MASTER。

#### 1. 添加 GSD 文件：

在博途软件里，依次点击“选项”、“管理通用站描述文件”，如图 14-1：

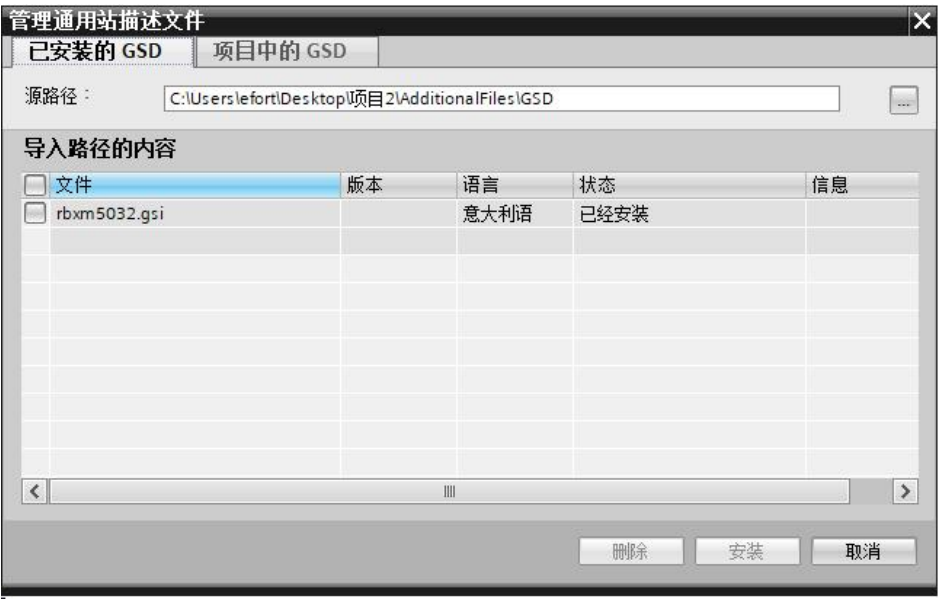


图 14-1 博途软件添加 GSD 文件

选取 rbxm502.gsi 文件，并点击安装，安装因电脑而异，可能需要一点时间。

2. 双击“设备组态”，并将视图切换成设备视图，如图 14-2:

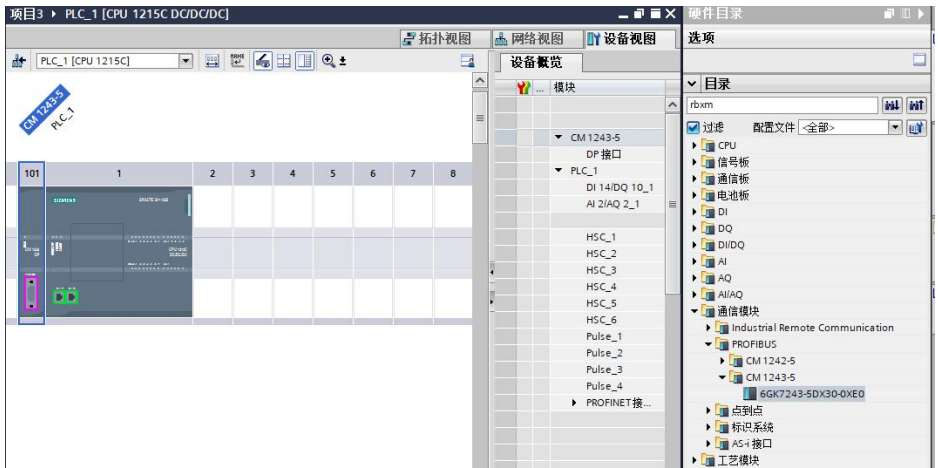


图 14-2 设备视图

在右侧“硬件目录”、“通讯模块”下选取 CM 1243-5 通讯模块，双击加载到工程中。

3. 双击“设备组态”，并将视图切换成网络视图，如图 14-3:

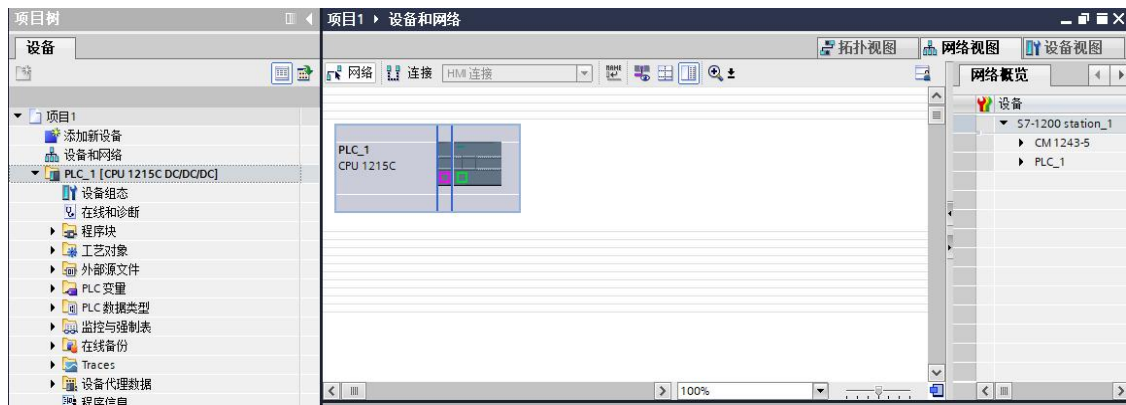


图 14-3 网络视图

4. 在右侧“硬件目录”功能栏里的搜索栏里输入 rbxm502，出现如下搜索结果：

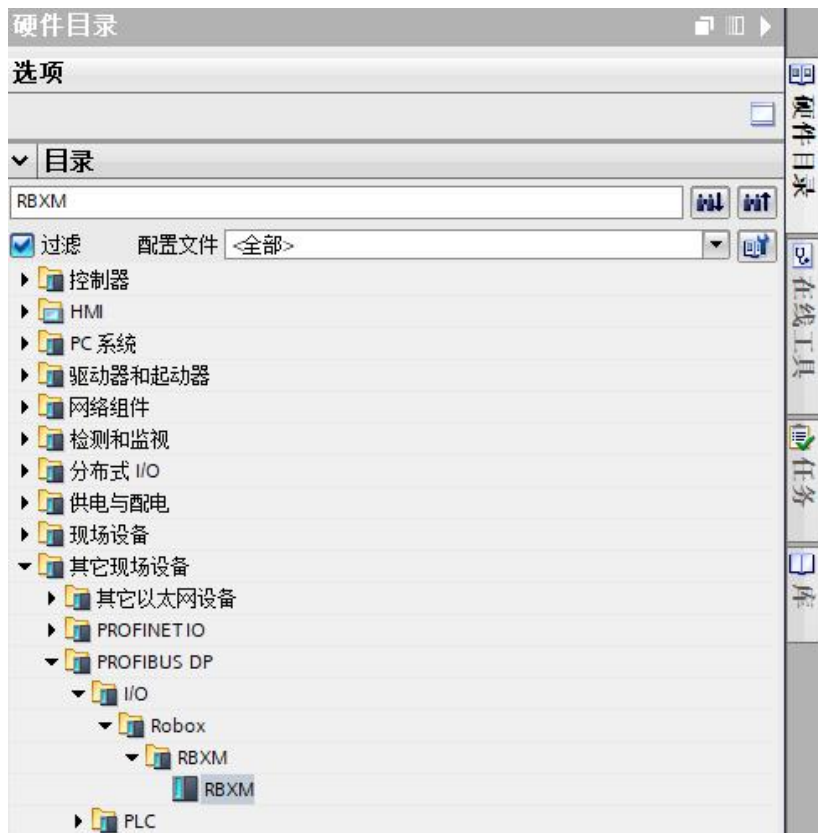


图 14-4 搜索 rbxm502 结果

5. 展开 RBXM,并按住鼠标左键，将其拖拽到网络视图中，如图 14-5：

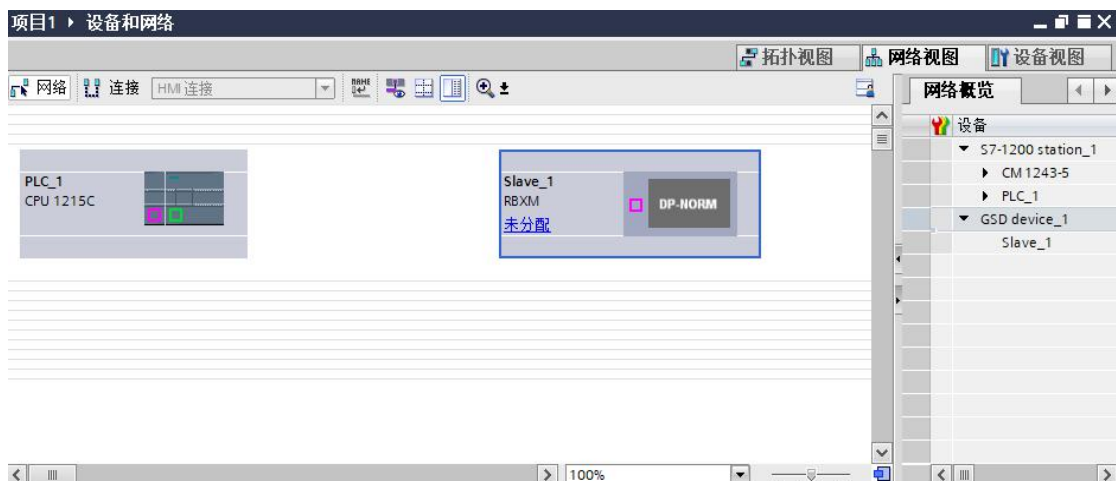


图 14-5 添加 RBXM 的网络视图

6. 按住鼠标左键选中 PLC\_1 的 DP 口，并与 slave\_1 的 DP 口相连，如图 14-6 所示：

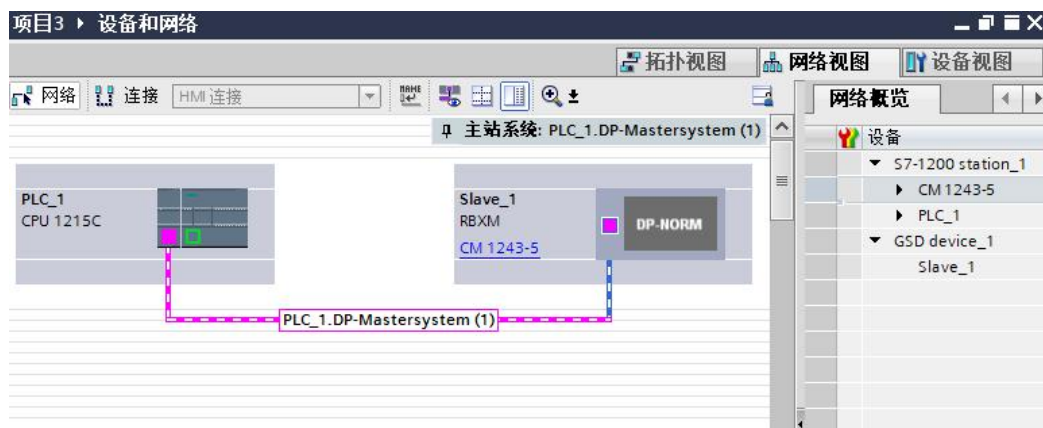


图 14-6 DP 口连接示意图

做到这里，PLC 与机器人的硬件组态就已经结束。

#### 14.2.4.2 地址和通信数据配置

1. 设置主站地址，在网络视图中双击 DP 接口进入设备视图中，双击 DP-MASTER 接口，出现如图 14-7 参数设置：

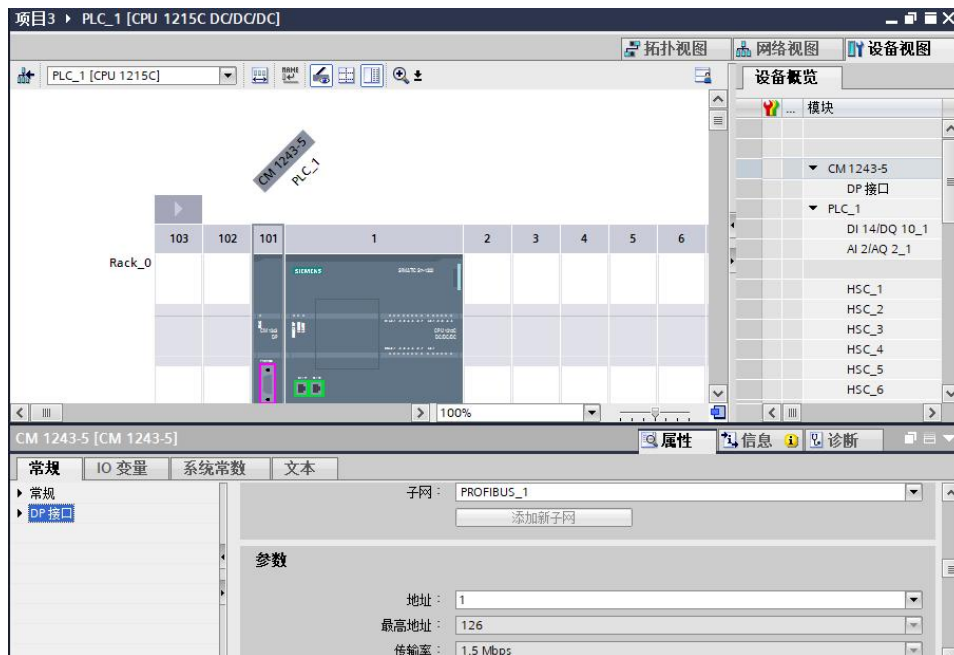


图 14-7 DP-MASTER 接口参数设置

设置主站地址，本案例 PLC 作为主站，设置主站地址为 1。

2. 配置从站参数，在网络视图中双击从站模块进入设备视图中，双击 DP-SLAVE 接口，出现如图 14-8 参数设置：

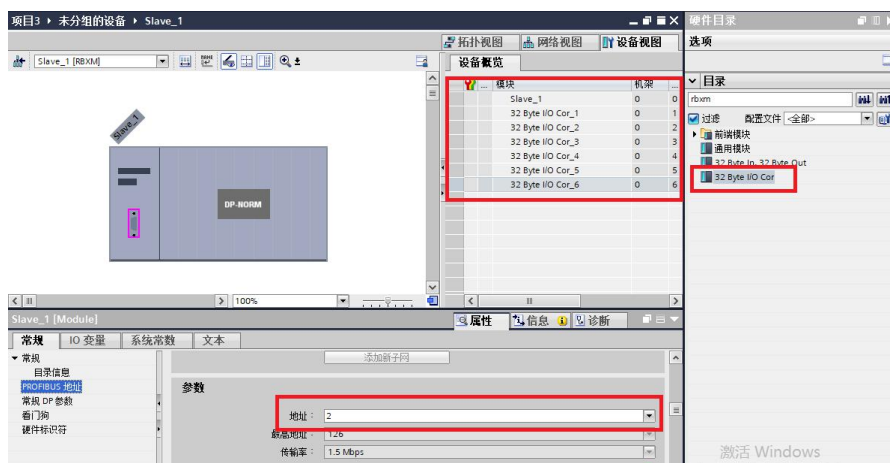


图 14-8 DP-SLAVE 接口参数设置

在硬件目录下，选取 32 Byte I/O Cor（默认选取此模块，否则会导致通讯异常），拖动到右侧模块中，需要配置 6 个 BLOCK；设置从站地址，本案例机器人（控制器型号为 RP1）作为主站，设置从站地址为 2。



14.2.4.3 变量监控

1. 在右侧 PLC 变量，配置变量表，如图 14-9 所示：

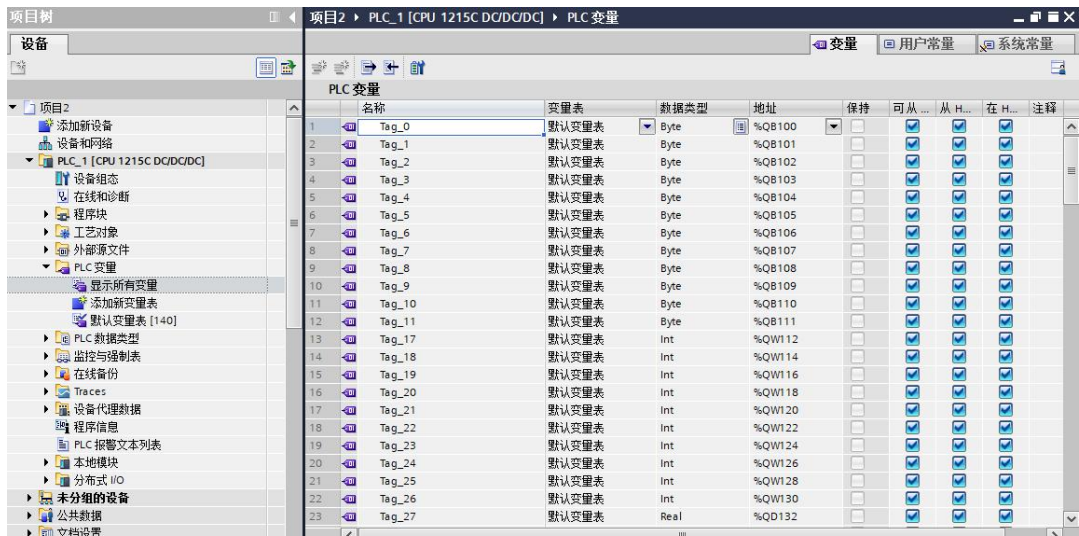


图 14-9 配置变量表

注意：由于控制器端配置的数据类型是 UINT 和 Float 类型，所以对应的 Siemens PLC 端应该也配置成相应类型，如果使用 BYTE 类型（例如 QB100 和 QB101 为两个 byte，对应控制器的一个 Uint，如果 QB100 的值为 0，QB101 的值为 32，则控制器端接收的数据为 32），请注意高低位转换问题。

2. 在右侧监控与强制表，配置需要监控的变量，如图 14-10 所示：

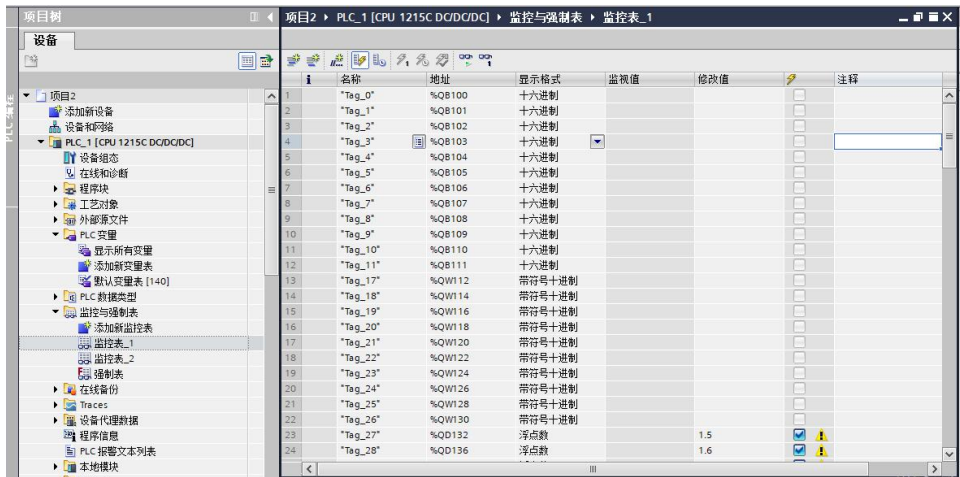


图 14-10 变量监控与强制表



#### 14.2.4.4 工程下载

1. 将配置好的项目下载到 PLC 中，如图 14-11：

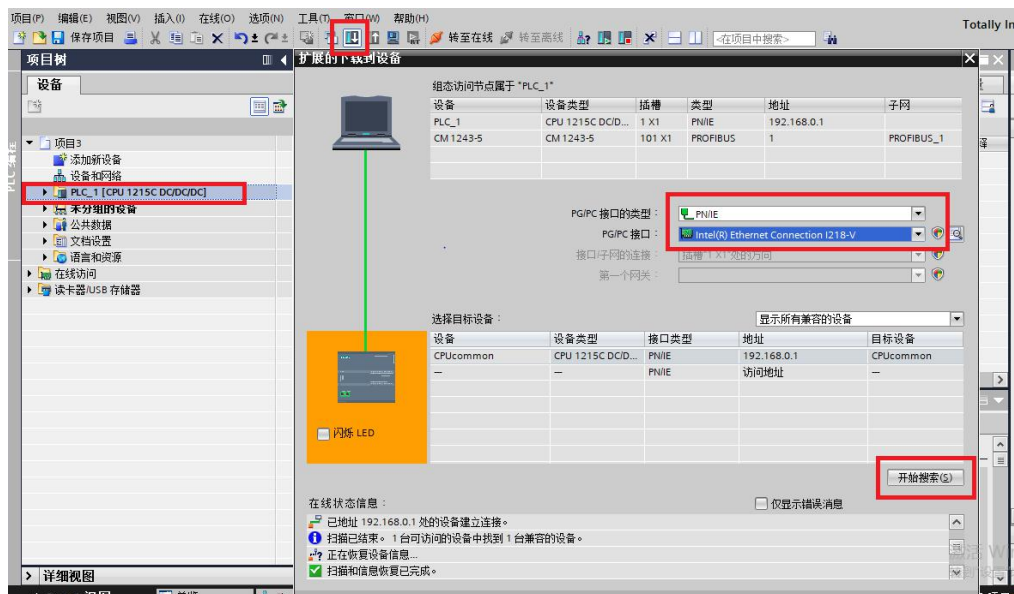


图 14-11 工程下载示意图

下载完成后，即可与控制器进行通讯，这时可以看到控制器上的 P-DP 灯常亮，证明通讯建立完成，注意要使用 Siemens 标准的通讯线缆，否则会出现通讯异常现象。

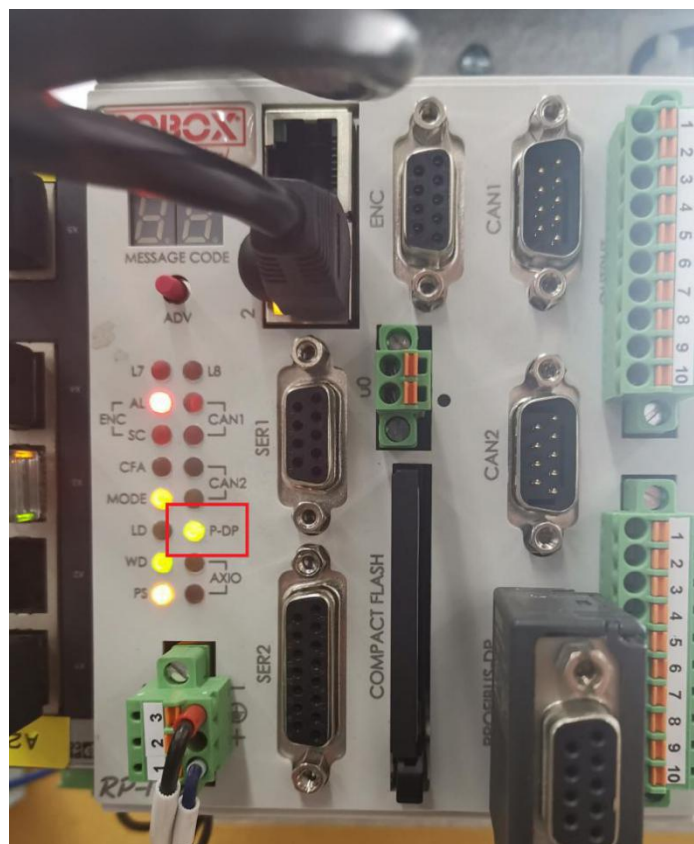


图 14-12 控制器示意图

14.2.5 应用示例

PLC 输出变量如图 14-13:

|                   |        |        |             |             |  |  |
|-------------------|--------|--------|-------------|-------------|--|--|
| *系统状态 1*          | %QB100 | 无符号十进制 | 0           | 0           |  |  |
| *系统状态 2*          | %QB101 | 二进制    | 2#0000_0011 | 2#0000_0011 |  |  |
| *speed*           | %QW102 | 无符号十进制 | 70          | 70          |  |  |
| *系统预留 INT 1*      | %QW104 | 无符号十进制 | 0           | 0           |  |  |
| *系统预留 INT 2*      | %QW106 | 无符号十进制 | 0           | 0           |  |  |
| *系统预留 INT 3*      | %QW108 | 无符号十进制 | 0           | 0           |  |  |
| *系统预留 INT 4*      | %QW110 | 无符号十进制 | 0           | 0           |  |  |
| *TPU 预留 BOOL 1*   | %QW112 | 无符号十进制 | 256         | 256         |  |  |
| *TPU 预留 BOOL 2*   | %QW114 | 无符号十进制 | 0           | 0           |  |  |
| *TPU 预留 BOOL 3*   | %QW116 | 无符号十进制 | 65535       | 65535       |  |  |
| *TPU 预留 BOOL 4*   | %QW118 | 无符号十进制 | 65535       | 65535       |  |  |
| *TPU 预留 INT 1*    | %QW120 | 无符号十进制 | 1           | 1           |  |  |
| *TPU 预留 INT 2*    | %QW122 | 无符号十进制 | 2           | 2           |  |  |
| *TPU 预留 INT 3*    | %QW124 | 无符号十进制 | 3           | 3           |  |  |
| *TPU 预留 INT 4*    | %QW126 | 无符号十进制 | 4           | 4           |  |  |
| *TPU 预留 INT 5*    | %QW128 | 无符号十进制 | 5           | 5           |  |  |
| *TPU 预留 INT 6*    | %QW130 | 无符号十进制 | 6           | 6           |  |  |
| *系统预留 FLOAT 1*    | %QD132 | 浮点数    | 0.0         | 0.0         |  |  |
| *系统预留 FLOAT 2*    | %QD136 | 浮点数    | 0.0         | 0.0         |  |  |
| *系统预留 FLOAT 3*    | %QD140 | 浮点数    | 0.0         | 0.0         |  |  |
| *系统预留 FLOAT 4*    | %QD144 | 浮点数    | 0.0         | 0.0         |  |  |
| *系统预留 FLOAT 5*    | %QD148 | 浮点数    | 0.0         | 0.0         |  |  |
| *系统预留 FLOAT 6*    | %QD152 | 浮点数    | 0.0         |             |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 1*  | %QD156 | 浮点数    | 1.1         | 1.1         |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 1*  | %QD156 | 浮点数    | 1.1         | 1.1         |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 2*  | %QD160 | 浮点数    | 1.2         | 1.2         |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 3*  | %QD164 | 浮点数    | 1.33        | 1.33        |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 4*  | %QD168 | 浮点数    | 1.444       | 1.444       |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 5*  | %QD172 | 浮点数    | 1.5555      | 1.5555      |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 6*  | %QD176 | 浮点数    | 1.666       | 1.666       |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 7*  | %QD180 | 浮点数    | 1.777       | 1.777       |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 8*  | %QD184 | 浮点数    | 1.8888      | 1.8888      |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 9*  | %QD188 | 浮点数    | 1.999       | 1.999       |  |  |
| *TPU 预留 FLOAT 10* | %QD192 | 浮点数    | 2.1111      | 2.1111      |  |  |

图 14-13 PLC 输出变量

PLC 输入变量如图 14-14:

|                      |        |        |             |
|----------------------|--------|--------|-------------|
| "系统状态 1(1)"          | %IB100 | 无符号十进制 | 0           |
| "系统状态 2(1)"          | %IB101 | 二进制    | 2#0000_1010 |
| "运行速度"               | %IW102 | 无符号十进制 | 20          |
| "系统预留 INT 1(1)"      | %IW104 | 无符号十进制 | 0           |
| "系统预留 INT 2(1)"      | %IW106 | 无符号十进制 | 0           |
| "系统预留 INT 3(1)"      | %IW108 | 无符号十进制 | 0           |
| "系统预留 INT 4(1)"      | %IW110 | 无符号十进制 | 0           |
| "TPU 预留 BOOL 1(1)"   | %IW112 | 无符号十进制 | 65535       |
| "TPU 预留 BOOL 2(1)"   | %IW114 | 无符号十进制 | 65535       |
| "TPU 预留 BOOL 3(1)"   | %IW116 | 无符号十进制 | 65535       |
| "TPU 预留 BOOL 4(1)"   | %IW118 | 无符号十进制 | 65535       |
| "TPU 预留 INT 1(1)"    | %IW120 | 无符号十进制 | 1           |
| "TPU 预留 INT 2(1)"    | %IW122 | 无符号十进制 | 2           |
| "TPU 预留 INT 3(1)"    | %IW124 | 无符号十进制 | 3           |
| "TPU 预留 INT 4(1)"    | %IW126 | 无符号十进制 | 4           |
| "TPU 预留 INT 5(1)"    | %IW128 | 无符号十进制 | 5           |
| "TPU 预留 INT 6(1)"    | %IW130 | 无符号十进制 | 6           |
| "关节角 1"              | %ID132 | 浮点数    | 15.80901    |
| "关节角 2"              | %ID136 | 浮点数    | 29.19197    |
| "关节角 3"              | %ID140 | 浮点数    | -69.931     |
| "关节角 4"              | %ID144 | 浮点数    | -16.02797   |
| "关节角 5"              | %ID148 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节角 6"              | %ID152 | 浮点数    | 0.0         |
| "笛卡尔 1"              | %ID156 | 浮点数    | 448.0689    |
| "笛卡尔 2"              | %ID160 | 浮点数    | 126.8668    |
| "笛卡尔 3"              | %ID164 | 浮点数    | 617.4863    |
| "笛卡尔 4"              | %ID168 | 浮点数    | -0.2189619  |
| "笛卡尔 5"              | %ID172 | 浮点数    | 0.0         |
| "笛卡尔 6"              | %ID176 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节速度 1"             | %ID180 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节速度 2"             | %ID184 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节速度 3"             | %ID188 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节速度 4"             | %ID192 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节速度 5"             | %ID196 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节速度 6"             | %ID200 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节力矩 1"             | %ID204 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节力矩 2"             | %ID208 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节力矩 3"             | %ID212 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节力矩 4"             | %ID216 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节力矩 5"             | %ID220 | 浮点数    | 0.0         |
| "关节力矩 6"             | %ID224 | 浮点数    | 0.0         |
| "系统预留 FLOAT 1(1)"    | %ID228 | 浮点数    | 0.0         |
| "系统预留 FLOAT 2(1)"    | %ID232 | 浮点数    | 0.0         |
| "系统预留 FLOAT 3(1)"    | %ID236 | 浮点数    | 0.0         |
| "系统预留 FLOAT 4(1)"    | %ID240 | 浮点数    | 0.0         |
| "系统预留 FLOAT 5(1)"    | %ID244 | 浮点数    | 0.0         |
| "系统预留 FLOAT 6(1)"    | %ID248 | 浮点数    | 0.0         |
| "TPU 预留 FLOAT 1(1)"  | %ID252 | 浮点数    | 0.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 2(1)"  | %ID256 | 浮点数    | 1.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 3(1)"  | %ID260 | 浮点数    | 2.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 4(1)"  | %ID264 | 浮点数    | 3.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 5(1)"  | %ID268 | 浮点数    | 4.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 6(1)"  | %ID272 | 浮点数    | 5.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 7(1)"  | %ID276 | 浮点数    | 6.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 8(1)"  | %ID280 | 浮点数    | 7.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 9(1)"  | %ID284 | 浮点数    | 8.115       |
| "TPU 预留 FLOAT 10(1)" | %ID288 | 浮点数    | 9.115       |

图 14-14 PLC 输入变量

在 TPU 端，新建一个 RPL 程序，在变量界面，可以看到 fidbus，其中的变量对应于第 14.2.2 章



和第 14.2.3 章中的输入输出变量，也对应于图 14-14 所示的 TPU 预留变量，两者是一一对应关系。

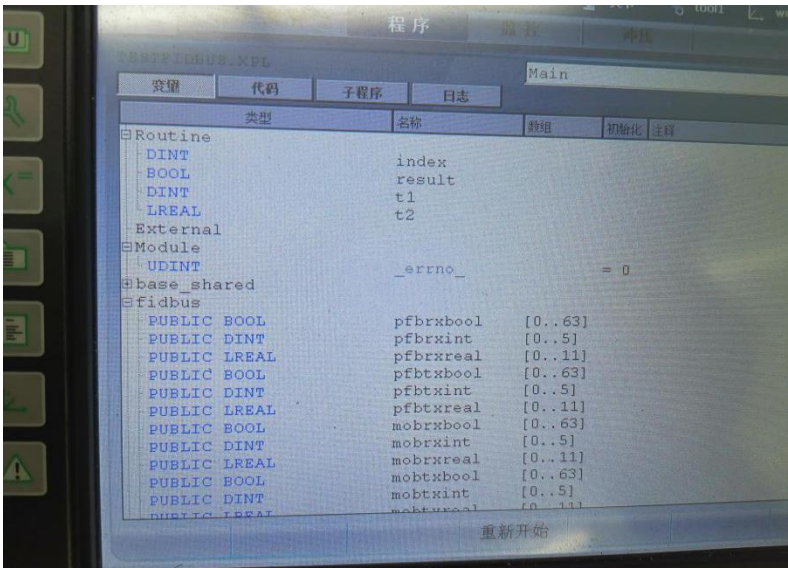


图 14-15 RPL 程序中的变量界面

在 RPL 程序中，应用实例如图 14-16：

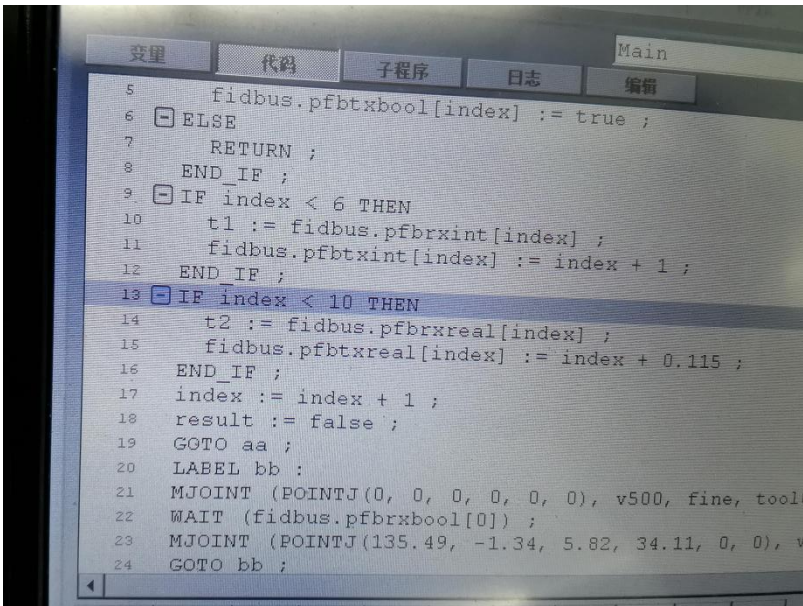


图 14-16 RPL 程序示例

### 14.2.5.1 修改 DP 地址

将机器人回到零点，关闭电源，将控制器中的卡拔出，通过读卡器读取其中的数据，找到 FA/pfb.cfg 文件，打开此文件，修改 PROFIBUS\_ADDRESS 值为从站地址。

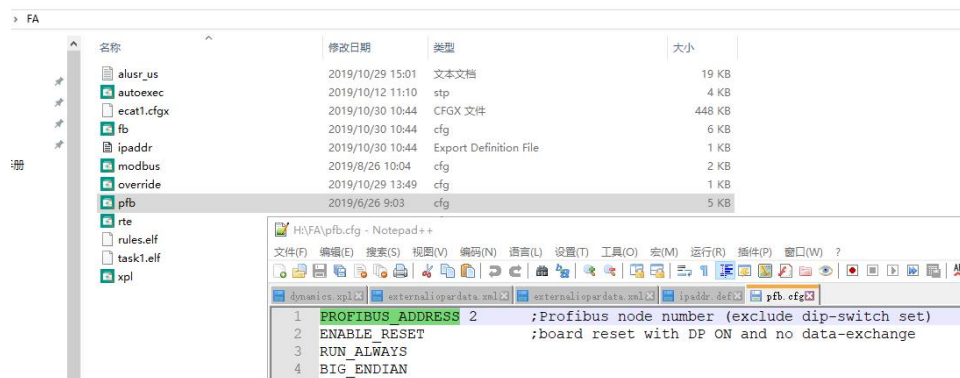


图 14-17 修改 PROFIBUS\_ADDRESS

## 14.3 Modbus-tcp 功能

### 14.3.1 综述

Modbus Tcp 功能只支持机器人做从站(slave)，IP 地址即为控制器设置地址，端口号固定为 502。功能分为两个部分：可读可写部分和只读只写部分。其中只读只写部分又分为机器人为接受端和发送端。

### 14.3.2 可读可写变量

具体的地址与变量映射关系如表 14-5 所示。

表 14-6 ModbusTcp 可读可写部分协议

| 变量分类 | 物理地址  | 单位  | 字节数 | 子单位  | 备注                                                        |
|------|-------|-----|-----|------|-----------------------------------------------------------|
| 用户变量 | 40301 | I16 | 2   | BOOL | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_rw_b[0] ~ fidbus.mtcp_rw_b[15]  |
|      | 40302 | I16 | 2   | BOOL | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_rw_b[16] ~ fidbus.mtcp_rw_b[31] |
|      | 40303 | I16 | 2   | BOOL | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_rw_b[32] ~ fidbus.mtcp_rw_b[47] |
|      | 40304 | I16 | 2   | BOOL | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_rw_b[48] ~ fidbus.mtcp_rw_b[63] |
|      | 40305 | I16 | 2   | BOOL | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_rw_b[64] ~ fidbus.mtcp_rw_b[79] |
|      | 40306 | I16 | 2   | BOOL | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_rw_b[80] ~ fidbus.mtcp_rw_b[95] |
|      | 40307 | I16 | 2   | I16  | 对应 fidbus.mtcp_rw_i[0]                                    |
|      | 40308 | I16 | 2   | I16  | 对应 fidbus.mtcp_rw_i[1]                                    |
|      | ...   | ... | ... | ...  | ...                                                       |

|  |       |       |     |       |                         |
|--|-------|-------|-----|-------|-------------------------|
|  | 40405 | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_rw_i[98] |
|  | 40406 | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_rw_i[99] |
|  | 40407 | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_rw_r[0]  |
|  | 40409 | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_rw_r[1]  |
|  | ...   | ...   | ... | ...   | ...                     |
|  | 40603 | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_rw_r[98] |
|  | 40605 | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_rw_r[99] |

### 14.3.3 用户层协议内容

只读只写部分按协议内容分为系统协议和用户协议。

系统协议内容，这部分由开发人员进行配置及维护，主要是读取及设置机器人状态及运动参数等。用户只能通过固定的地址对固定的变量进行读写。

用户层协议内容，该部分有终端用户自行配置及维护，该部分工程只有在使用机器人语言编程中可以使用，不支持在工艺包中使用。

接收端和发送端各留有 64 个 BOOL, 6 个 int, 24 个 float 数据接口，终端用户可以通过示教器编写程序读写主站 PLC 的数据。具体的地址与变量映射关系如表 14-6 和表 14-7 所示所示。

表 14-6 ModbusTcp 接收端协议

| 变量分类 | 物理地址        | 单位    | 字节数 | 子单位   | 备注                                                                   |
|------|-------------|-------|-----|-------|----------------------------------------------------------------------|
| 系统变量 | 40101       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0: 上/下伺服（脉冲）                                                      |
|      |             |       |     |       | Bit1: 运行（脉冲）                                                         |
|      |             |       |     |       | Bit2: 停止（脉冲）                                                         |
|      |             |       |     |       | Bit3: 清除报警（脉冲）                                                       |
|      |             |       |     |       | Bit4: 加载程序（脉冲）                                                       |
|      |             |       |     |       | Bit5: 重新开始（程序回到第一行）（脉冲）                                              |
|      |             |       |     |       | Bit6: Plc 报警（高电平）                                                    |
|      | 40102       | I16   |     | BOOL  | 系统预留 BOOL 变量，用户不可用                                                   |
|      | 40103       | I16   | 2   | I16   | 设置机器人速度（上升沿）                                                         |
|      | 40104       | I16   | 2   | I16   | 加载目标程序号，例：首先设置目标程序号为 2，然后给 40101 的 Bit4 高电平触发信号，完成程序加载（在程序运行过程中不可加载） |
|      | 40105~40110 | I16   |     | I16   | 系统预留 Int 变量，用户不可用                                                    |
|      | 40111~40133 | FLOAT |     | FLOAT | 系统预留 Float 变量，用户不可用                                                  |
| 用户变量 | 40135       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_ro_b[0] ~ fidbus.mtcp_ro_b[15]             |
|      | 40136       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_ro_b[16] ~ fidbus.mtcp_ro_b[31]            |
|      | 40137       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_ro_b[32] ~ fidbus.mtcp_ro_b[47]            |

|  |       |       |   |       |                                                           |
|--|-------|-------|---|-------|-----------------------------------------------------------|
|  | 40138 | I16   | 2 | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_ro_b[48] ~ fidbus.mtcp_ro_b[63] |
|  | 40139 | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.mtcp_ro_i[0]                                    |
|  | 40140 | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.mtcp_ro_i[1]                                    |
|  | 40141 | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.mtcp_ro_i[2]                                    |
|  | 40142 | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.mtcp_ro_i[3]                                    |
|  | 40143 | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.mtcp_ro_i[4]                                    |
|  | 40144 | I16   | 2 | I16   | 对应 fidbus.mtcp_ro_i[5]                                    |
|  | 40145 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[0]                                    |
|  | 40147 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[1]                                    |
|  | 40149 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[2]                                    |
|  | 40151 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[3]                                    |
|  | 40153 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[4]                                    |
|  | 40155 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[5]                                    |
|  | 40157 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[6]                                    |
|  | 40159 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[7]                                    |
|  | 40161 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[8]                                    |
|  | 40163 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[9]                                    |
|  | 40165 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[10]                                   |
|  | 40167 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[11]                                   |
|  | 40169 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[12]                                   |
|  | 40171 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[13]                                   |
|  | 40173 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[14]                                   |
|  | 40175 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[15]                                   |
|  | 40177 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[16]                                   |
|  | 40179 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[17]                                   |
|  | 40181 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[18]                                   |
|  | 40183 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[19]                                   |
|  | 40185 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[20]                                   |
|  | 40187 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[21]                                   |
|  | 40189 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[22]                                   |
|  | 40191 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_ro_r[23]                                   |

表 14-6 ModbusTcp 发送端协议

| 变量分类 | 物理地址  | 单位  | 字节数 | 子单位  | 备注         |
|------|-------|-----|-----|------|------------|
| 系统变量 | 40001 | I16 | 2   | BOOL | Bit0: 手动状态 |
|      |       |     |     |      | Bit1: 自动状态 |
|      |       |     |     |      | Bit2: 远程状态 |
|      |       |     |     |      | Bit3: 伺服状态 |
|      |       |     |     |      | Bit4: 报警状态 |



|      |             |       |     |       |                                                                        |
|------|-------------|-------|-----|-------|------------------------------------------------------------------------|
|      |             |       |     |       | Bit5: 急停状态                                                             |
|      |             |       |     |       | Bit6: 程序运行状态                                                           |
|      |             |       |     |       | Bit7: 安全位置 1 状态                                                        |
|      |             |       |     |       | Bit8: 安全位置 2 状态                                                        |
|      |             |       |     |       | Bit9: 安全位置 3 状态                                                        |
|      |             |       |     |       | Bit10: 安全位置 4 状态                                                       |
|      | 40002       | I16   |     | BOOL  | 系统预留 BOOL 变量, 用户不可用                                                    |
|      | 40003       | I16   | 2   | I16   | 机器人运行速度(全局)                                                            |
|      | 40004       | I16   | 2   | I16   | 报警代码 1                                                                 |
|      | 40005       | I16   | 2   | I16   | 报警代码 2                                                                 |
|      | 40006       | I16   | 2   | I16   | 程序号(用于反馈加载目标程序是否完成, 例: 在 Plc 端加载程序号为 2 的程序, 如果加载完成, 则程序号反馈为 2, 否则为其他值) |
|      | 40007~40010 | I16   |     | I16   | 系统预留 Int 变量, 用户不可用                                                     |
|      | 40011~40021 | FLOAT | 4*6 | FLOAT | J1~J6 关节角度值                                                            |
|      | 40023~40033 | FLOAT |     | FLOAT | 系统预留 Float 变量, 用户不可用                                                   |
| 用户变量 | 40035       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_wo_b[0] ~ fidbus.mtcp_wo_b[15]               |
|      | 40036       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_wo_b[16] ~ fidbus.mtcp_wo_b[31]              |
|      | 40037       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_wo_b[32] ~ fidbus.mtcp_wo_b[47]              |
|      | 40038       | I16   | 2   | BOOL  | Bit0~Bit15 对应 fidbus.mtcp_wo_b[48] ~ fidbus.mtcp_wo_b[63]              |
|      | 40039       | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_wo_i[0]                                                 |
|      | 40040       | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_wo_i[1]                                                 |
|      | 40041       | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_wo_i[2]                                                 |
|      | 40042       | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_wo_i[3]                                                 |
|      | 40043       | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_wo_i[4]                                                 |
|      | 40044       | I16   | 2   | I16   | 对应 fidbus.mtcp_wo_i[5]                                                 |
|      | 40045       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[0]                                                 |
|      | 40047       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[1]                                                 |
|      | 40049       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[2]                                                 |
|      | 40051       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[3]                                                 |
|      | 40053       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[4]                                                 |
|      | 40055       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[5]                                                 |
|      | 40057       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[6]                                                 |
|      | 40059       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[7]                                                 |
|      | 40061       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[8]                                                 |
|      | 40063       | FLOAT | 4   | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[9]                                                 |

|  |       |       |   |       |                         |
|--|-------|-------|---|-------|-------------------------|
|  | 40065 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[10] |
|  | 40067 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[11] |
|  | 40069 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[12] |
|  | 40071 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[13] |
|  | 40073 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[14] |
|  | 40075 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[15] |
|  | 40077 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[16] |
|  | 40079 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[17] |
|  | 40081 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[18] |
|  | 40083 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[19] |
|  | 40085 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[20] |
|  | 40087 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[21] |
|  | 40089 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[22] |
|  | 40091 | FLOAT | 4 | FLOAT | 对应 fidbus.mtcp_wo_r[23] |

#### 14.3.4 应用举例

PLC 判断机器人是否上伺服：

通过示教器，上伺服，查看 PLC 中第 40001 号地址的 bit3 位；



图 14-18 示教器界面查看伺服状态

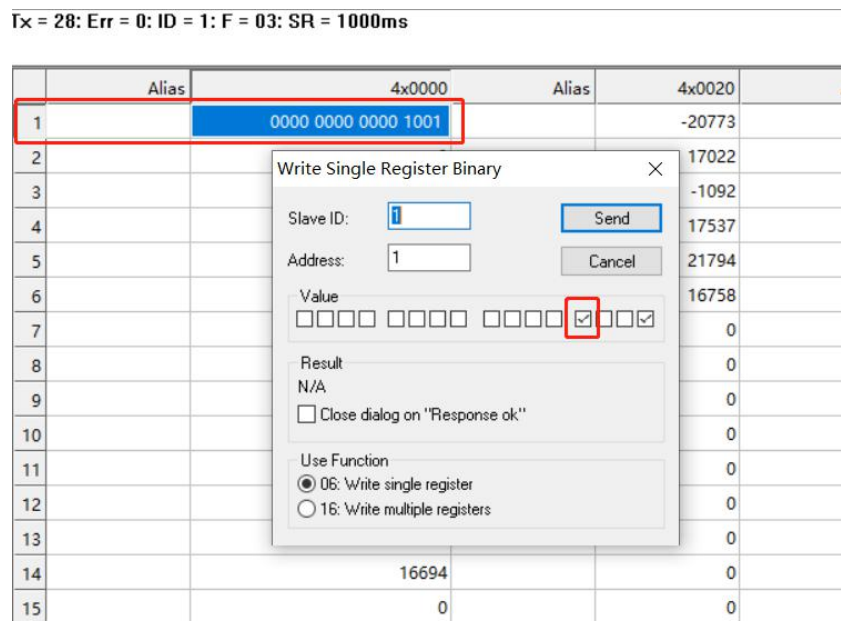


图 14-19 PLC 中第 40001 号地址的 bit3 位

PLC 判断机器人当前是否在运行程序：

运行程序后，查看 PLC 中第 40001 号地址的 bit6 位；



图 14-20 示教器界面查看运行状态

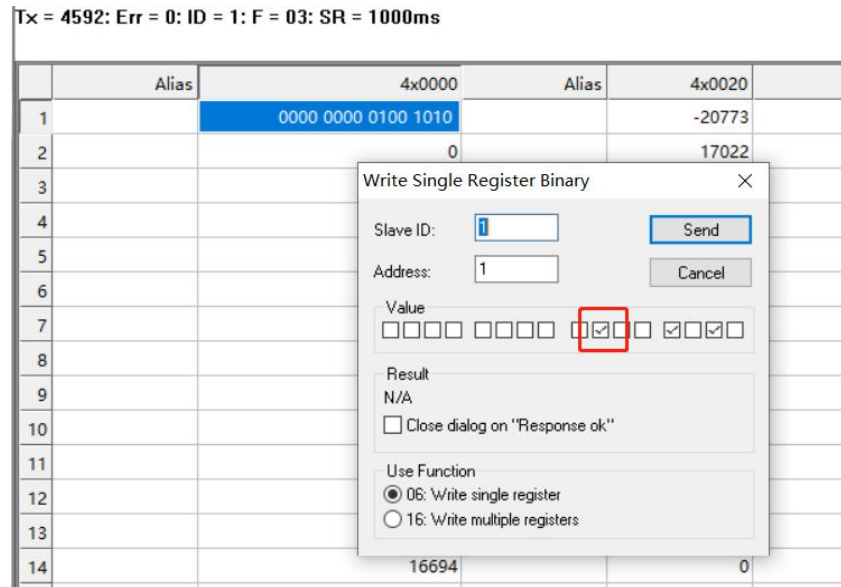


图 14-21 PLC 中第 40001 号地址的 bit6 位

PLC 查看机器人报警代码：

报警后，查看 PLC 中 40004 号地址的值：

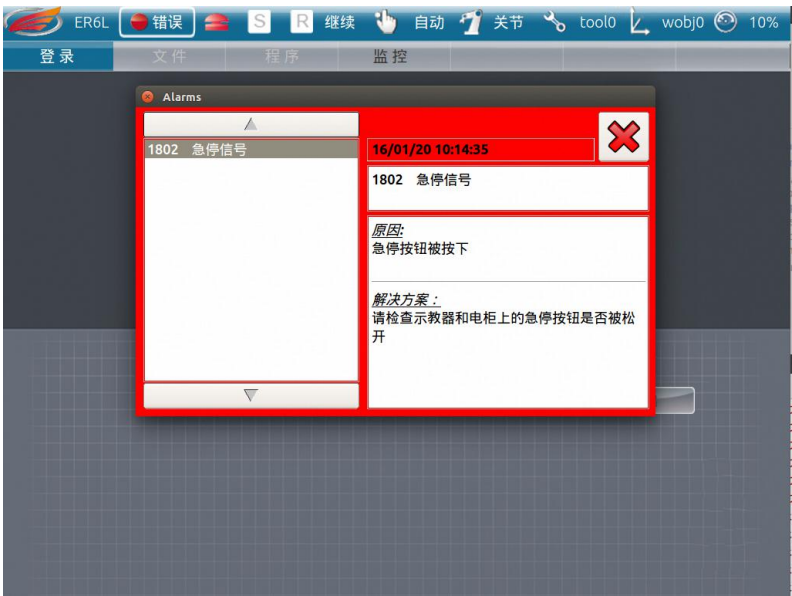


图 14-22 示教器急停报警

|   | Alias | 4x0000              |
|---|-------|---------------------|
| 1 |       | 0000 0000 0011 0001 |
| 2 |       | 0                   |
| 3 |       | 10                  |
| 4 |       | 1802                |
| 5 |       | 0                   |

图 14-23 PLC 中 40004 号地址的值

查看机器人 1 轴位置：

注意位置值为 float 类型，占用 PLC 端两个物理地址，数据保存方式为 float CD AB 模式，查看 40011 和 40012 地址的值：

|    | Alias | 4x0000              | Alias | 4x0020 | Alias | 4x0040 | Alias |
|----|-------|---------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 1  |       | 0000 0000 0011 0001 |       | -85.49 |       | 0      |       |
| 2  |       | 0                   |       | --     |       | 0      |       |
| 3  |       | 10                  |       | 0      |       | 0      |       |
| 4  |       | 1802                |       | 0      |       | 0      |       |
| 5  |       | 0                   |       | 0      |       | 0      |       |
| 6  |       | 0                   |       | 0      |       | --     |       |
| 7  |       | 0                   |       | 0      |       | 0      |       |
| 8  |       | 0                   |       | 0      |       | --     |       |
| 9  |       | 0                   |       | 0      |       | 0      |       |
| 10 |       | 0                   |       | 0      |       | --     |       |
| 11 |       | -98.0624            |       | 0      |       | 0      |       |
| 12 |       | --                  |       | 0      |       | --     |       |
| 13 |       | -3.22998            |       |        |       |        |       |
| 14 |       | --                  |       |        |       |        |       |
| 15 |       | 22.9642             |       |        |       |        |       |
| 16 |       | --                  |       |        |       |        |       |
| 17 |       | 0.0199402           |       |        |       |        |       |
| 18 |       | --                  |       |        |       |        |       |
| 19 |       | -76.0699            |       |        |       |        |       |
| 20 |       | --                  |       |        |       |        |       |

Format >

Read/write Definition... F8

Cut Ctrl+X

Copy Ctrl+C

Paste Ctrl+V

Select All Ctrl+A

Foreground Color Ctrl+F

Background Color Ctrl+B

Font

Signed Alt+Shift+S

Unsigned Alt+Shift+U

Hex Alt+Shift+H

Binary Alt+Shift+B

Long AB CD

Long CD AB

Long BA DC

Long DC BA

Float AB CD

图 14-24 PLC 中 40011 和 40012 地址的值

当机器人按下“stop”键停止运行后，在 PLC 端运行机器人：

在 40101 号地址的 bit1 写入 1(写入之前需该值必须是 0，上升沿有效)；



图 14-25 示教器上机器人运行状态

Tx = 1180: Err = 0: ID = 1: F = 03: SR = 1000ms

|    | Alias | 4x0100              | Alias | 4x0120 |
|----|-------|---------------------|-------|--------|
| 1  |       | 0000 0000 0000 0000 |       | 0      |
| 2  |       | 0                   |       | 0      |
| 3  |       |                     |       |        |
| 4  |       |                     |       |        |
| 5  |       |                     |       |        |
| 6  |       |                     |       |        |
| 7  |       |                     |       |        |
| 8  |       |                     |       |        |
| 9  |       |                     |       |        |
| 10 |       |                     |       |        |
| 11 |       |                     |       |        |
| 12 |       |                     |       |        |

Write Single Register Binary

Slave ID: 1

Address: 101

Value

0000 0000 0000 0000

Result

N/A

Close dialog on "Response ok"

Use Function

06: Write single register

Send

Cancel

图 14-26 40101 号地址的 bit1 写入 1

将示教器程序中的布尔变量传送到 PLC 中：  
如将一个布尔值发送到 40035 地址中的 bit0,40038 地址中的 bit15。



图 14-27 示教器上发送数据

|    | Alias | 4x0000              | Alias | 4x0020  |
|----|-------|---------------------|-------|---------|
| 1  |       | 0000 0000 0000 0001 |       | 109.799 |
| 2  |       | 0                   |       | --      |
| 3  |       | 20                  |       | 0       |
| 4  |       | 0                   |       | 0       |
| 5  |       | 0                   |       | 0       |
| 6  |       | 0                   |       | 0       |
| 7  |       | 0                   |       | 0       |
| 8  |       | 0                   |       | 0       |
| 9  |       | 0                   |       | 0       |
| 10 |       | 0                   |       | 0       |
| 11 |       | -69.2               |       | 0       |
| 12 |       | --                  |       | 0       |
| 13 |       | -5.1                |       | 0       |
| 14 |       | --                  |       | 0       |
| 15 |       | -36.7992            |       | 1       |
| 16 |       | --                  |       | 0       |
| 17 |       | 58.0991             |       | 0       |
| 18 |       | --                  |       | 32768   |
| 19 |       | -32.999             |       | 0       |
| 20 |       | --                  |       | 0       |

图 14-28 4003 和 40038 中数据

将 PLC 中的数据传送到示教器程序布尔变量中：  
如将 PLC 中 40135 号地址中 bit3 值传送到示教器程序变量中：



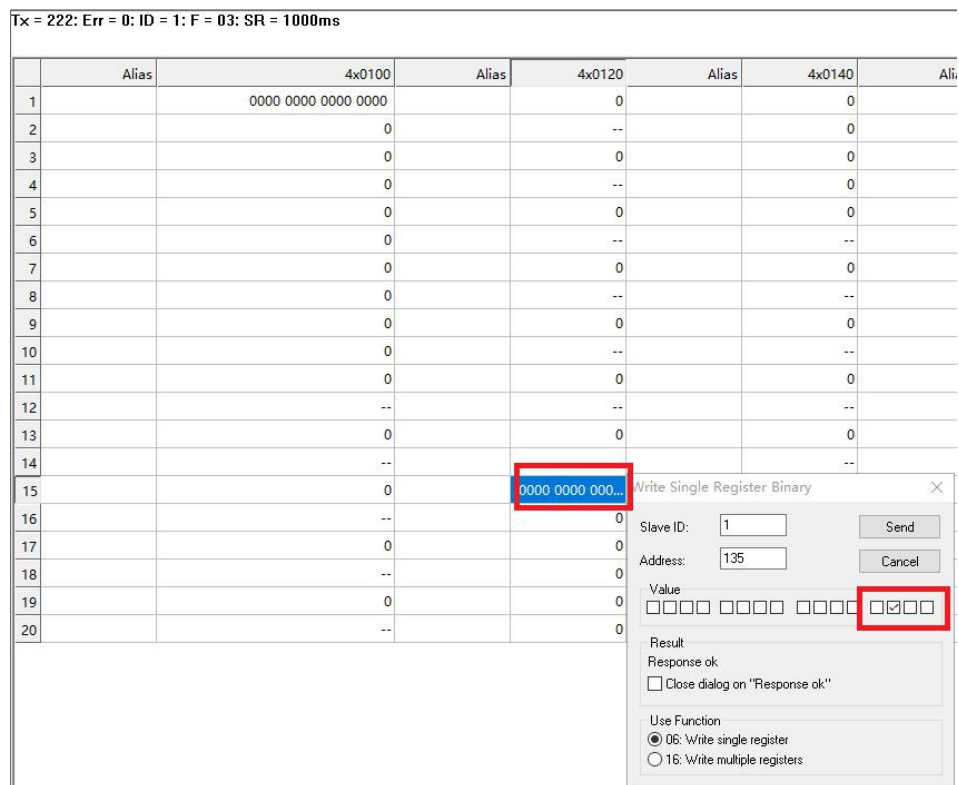


图 14-29 40135 号地址写入数据



图 14-30 示教器查看接收到数据

将示教器程序中的整型变量传送到 PLC 中：

如将一个整型发送到 40039 和 40044 地址上；



图 14-31 示教器发送整型数据

|    | Alias | 4x0000              | Alias | 4x0020  | Alias | 4x0040 |
|----|-------|---------------------|-------|---------|-------|--------|
| 1  |       | 0000 0000 0000 0001 |       | 109.799 |       | 0      |
| 2  |       | 0                   |       | --      |       | 0      |
| 3  |       | 20                  |       | 0       |       | 0      |
| 4  |       | 0                   |       | 0       |       | 65535  |
| 5  |       | 0                   |       | 0       |       | 0      |
| 6  |       | 0                   |       | 0       |       | --     |
| 7  |       | 0                   |       | 0       |       | 0      |
| 8  |       | 0                   |       | 0       |       | --     |
| 9  |       | 0                   |       | 0       |       | 0      |
| 10 |       | 0                   |       | 0       |       | --     |
| 11 |       | -69.2               |       | 0       |       | 0      |
| 12 |       | --                  |       | 0       |       | --     |
| 13 |       | -5.1                |       | 0       |       | 0      |
| 14 |       | --                  |       | 0       |       | --     |
| 15 |       | -36.7992            |       | 1       |       | 0      |
| 16 |       | --                  |       | 0       |       | --     |
| 17 |       | 58.0991             |       | 0       |       | 0      |
| 18 |       | --                  |       | 32768   |       | --     |
| 19 |       | -32.999             |       | 20      |       | 0      |
| 20 |       | --                  |       | 0       |       | --     |

图 14-32 40039 和 40044 地址上接收到的数据

将 PLC 中的整型数据传送到示教器程序变量中：

如将 40126 地址的值发送到示教器程序中；

|    | Alias | 4x0100              | Alias | 4x0120           | Alias | 4x0140 |
|----|-------|---------------------|-------|------------------|-------|--------|
| 1  |       | 0000 0000 0000 0000 |       | 0                |       | 0      |
| 2  |       | 0                   |       | --               |       | 0      |
| 3  |       | 0                   |       | 0                |       | 0      |
| 4  |       | 0                   |       | --               |       | 0      |
| 5  |       | 0                   |       | 0                |       | 0      |
| 6  |       | 0                   |       | --               |       | --     |
| 7  |       | 0                   |       | 0                |       | 0      |
| 8  |       | 0                   |       | --               |       | --     |
| 9  |       | 0                   |       | 0                |       | 0      |
| 10 |       | 0                   |       | --               |       | --     |
| 11 |       | 0                   |       | 0                |       | 0      |
| 12 |       | --                  |       | --               |       | --     |
| 13 |       | 0                   |       | 0                |       | 0      |
| 14 |       | --                  |       | --               |       | --     |
| 15 |       | 0                   |       | 0000 0000 000... |       | 0      |
| 16 |       | --                  |       | 0                |       | 0      |
| 17 |       | 0                   |       | 0                |       | 0      |
| 18 |       | --                  |       | 1000 0000 000... |       | 0      |
| 19 |       | 0                   |       | 65535            |       | 0      |
| 20 |       | --                  |       | 0                |       | 0      |

Write Single Register

Slave ID: 1 Send Cancel

Address: 139

Value: 65535

Result

Response ok

☐ Close dialog on "Response ok"

Use Function

☒ 06: Write single register

☐ 16: Write multiple registers

图 14-33 40126 地址上发送数据

ER 正常 S R 继续 手动慢速 关节 tool0 wobj0 20%

登录 文件 程序 监控

TEST.XPL robot

变量 代码 子程序 日志

Main

1 rxint := 10 ;

2 rxint := fidbus.mobrxint[0] ;

在线监控

名称 值

rxint 65535

图 14-34 示教器上接收的数据

将示教器程序中的浮点型变量传送到 PLC 中：

如将一个浮点型变量发送到 40045 和 40091 地址上；



图 14-35 示教器发送浮点型数据

|    | Alias | 4x0000              | Alias | 4x0020  | Alias | 4x0040  | Alias | 4x0060 | Alias | 4x0080  |
|----|-------|---------------------|-------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|---------|
| 1  |       | 0000 0000 0000 0001 |       | 109.799 |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 2  |       | 0                   |       | --      |       | 0       |       | --     |       | --      |
| 3  |       | 20                  |       | 0       |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 4  |       | 0                   |       | 0       |       | 65535   |       | --     |       | --      |
| 5  |       | 0                   |       | 0       |       | 3.14159 |       | 0      |       | 0       |
| 6  |       | 0                   |       | 0       |       | --      |       | --     |       | --      |
| 7  |       | 0                   |       | 0       |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 8  |       | 0                   |       | 0       |       | --      |       | --     |       | --      |
| 9  |       | 0                   |       | 0       |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 10 |       | 0                   |       | 0       |       | --      |       | --     |       | --      |
| 11 |       | -69.2               |       | 0       |       | 0       |       | 0      |       | 3.14159 |
| 12 |       | --                  |       | 0       |       | --      |       | --     |       | --      |
| 13 |       | -5.1                |       | 0       |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 14 |       | --                  |       | 0       |       | --      |       | --     |       | 0       |
| 15 |       | -36.7992            |       | 1       |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 16 |       | --                  |       | 0       |       | --      |       | --     |       | 0       |
| 17 |       | 58.0991             |       | 0       |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 18 |       | --                  |       | 32768   |       | --      |       | --     |       | 0       |
| 19 |       | -32.999             |       | 20      |       | 0       |       | 0      |       | 0       |
| 20 |       | --                  |       | 0       |       | --      |       | --     |       | 0       |

图 14-36 40045 和 40091 地址上接收到的数据

将 PLC 中的浮点型数据传送到示教器程序变量中：

如将一个浮点型数据发送到 40145 地址上

|    | Alias | 4x0100              | Alias | 4x0120           | Alias | 4x0140  | Alias | 4x0160 |
|----|-------|---------------------|-------|------------------|-------|---------|-------|--------|
| 1  |       | 0000 0000 0000 0000 |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 2  |       | 0                   |       | --               |       | 0       |       | --     |
| 3  |       | 0                   |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 4  |       | 0                   |       | --               |       | 0       |       | --     |
| 5  |       | 0                   |       | 0                |       | 1.34159 |       | 0      |
| 6  |       | 0                   |       | --               |       | --      |       | --     |
| 7  |       | 0                   |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 8  |       | 0                   |       | --               |       | --      |       | --     |
| 9  |       | 0                   |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 10 |       | 0                   |       | --               |       | --      |       | --     |
| 11 |       | 0                   |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 12 |       | --                  |       | --               |       | --      |       | --     |
| 13 |       | 0                   |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 14 |       | --                  |       | --               |       | --      |       | --     |
| 15 |       | 0                   |       | 0000 0000 000... |       | 0       |       | 0      |
| 16 |       | --                  |       | 0                |       | --      |       | --     |
| 17 |       | 0                   |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 18 |       | --                  |       | 0000 0000 000... |       | --      |       | --     |
| 19 |       | 0                   |       | 0                |       | 0       |       | 0      |
| 20 |       | --                  |       | 0                |       | --      |       | --     |

图 14-37 40126 地址上发送数据



图 14-38 示教器上接收的数据

## 第 15 章 固定视觉

### 15.1 本章简介

本章主要介绍固定视觉的 APP 界面、固定视觉的标定及测试用例。

### 15.2 固定视觉功能介绍

#### 15.2.1 功能简介

视觉功能是指机器人与视觉系统通过 TCP/IP 协议进行通讯，视觉系统作为服务器，机器人作为客户端，视觉系统将获取的基于视觉系统坐标下物体的位置信息转化成机器人坐标下的位置，从而实现机器人按指定轨迹运动。

固定视觉是指相机安装在固定台架上，拍摄的物体在固定的工作台面上。

#### 15.2.2 TCP/IP 通讯协议及数据格式

在使用过程中，视觉系统（相机）需要将图像处理后的工件信息通过机器人提供的固定通讯格式传输给机器人，机器人根据接收到的数据进行取放动作。因此，机器人通讯格式主要包括三个部分：

物体坐标参数：X、Y、A

物体属性参数：ATTR

物体 ID 编码：ID

物体坐标参数是指物体在相机视野范围内的位置及旋转角度，该位置为相机/像素坐标系（单位 mm 或 px）下的位置。

物体属性参数是指根据物体不同属性（例如：形状、颜色等）给出物体的对应属性值，以数字：0、1、2、3……来表示。

物体 ID 编码是指为了方便管理给每一个物体制定的唯一编码。

属性参数与 ID 编码用户可根据实际情况选择是否使用以及具体的使用方式，如不需要应用，在相机通讯格式设置时将其默认为 0 即可。

具体通讯格式如下：

```
Image\r\n
[X:xxx.xxx;Y:xxx.xxx;A:xxx.xxx;ATTR:xxx;ID:xxx]\r\n
.....
[X:xxx.xxx;Y:xxx.xxx;A:xxx.xxx;ATTR:xxx;ID:xxx]\r\n
Done\r\n
```

上述格式中，“Image”表示数据头，即一组图像数据下发开始的标志。“Done”表示数据尾，即一组图像数据下发完成（注意“Image”和“Done”区分大小写）。“\r\n”为回车换行符。

“[X:xxx.xxx;Y:xxx.xxx;A:xxx.xxx;ATTR:xxx;ID:xxx]”表示相机下发的一个物体的数据，其中包含了物体坐标参数 XYA，物体属性参数 ATTR 和物体 ID，每个数据用“数据名:数据;”的格式表示，每个物体的数据均以“[”开始，以“]”结束。当相机没有拍到物体或者识别物体失败时发送字符串“Error”。

注：固定视觉一次只能传输 1 组数据。

## 15.3 固定视觉 APP 界面介绍

### 15.3.1 固定视觉主界面

点击左上角进入桌面，点击桌面上的“固定视觉”按钮，进入固定视觉 APP 主界面，如下图 15-1 所示：



图 15-1 固定视觉 APP 主界面

图中红框内信息说明如下：

- 1) 固定视觉开关：用来是否开启控制器中的固定视觉功能；
- 2) TCP/IP 连接状态：表示当前机器人与相机通讯的连接状态，“灰色”表示当前处于断开状态，“绿色”表示当前处于连接状态；
- 3) 固定视觉坐标系：用于显示手眼标定成功后的标定结果；
- 4) 在机器人坐标系下工件的位置：在相机标定模式或手眼标定模式下用于显示拍照后工件在机器人坐标系下的位置；
- 5) 在相机坐标系下工件的位置：在相机上进行手眼标定后用于显示拍照后工件在相机坐标系下的位置；
- 6) 工件属性和 ID：用于显示工件的信息；
- 7) 像素分辨率、相机触发指令、拍照间隔和拍照按钮：像素分辨率，即为拍照得出照片的分辨



率，单位为毫米/像素；相机触发指令，当相机为指令触发模式时，输入相机内设置的拍照指令（该指令只能为 int 型）；拍照间隔用于设定测试时拍照的时间间隔（即：当触发相机拍照后，机器人获取相机数据的最长时间，该值设置不能低于 600 毫秒）；拍照按钮用于触发相机拍照；

- 8) 设置、标定和退出按钮：设置按钮用于从主页面切换到 TCP/IP 的设置界面；标定按钮用于从主页面切换到手眼标定页面；退出按钮用于退出固定视觉 APP。

### 15.3.2 视觉设置界面

点击固定视觉主界面的“设置”按钮，进入设置界面，设置界面如图 15-2 所示：

图 15-2 固定视觉设置界面

图中红框内信息说明如下：

相机连接设置：

- 1) 相机品牌：目前相机品牌可选通用相机、康耐视相机和麦克玛视相机；当选择康耐视相机时，需要输入相机账号和密码；
- 2) 相机登录账号：当选择康耐视相机时，需要输入相机上设置好的登录账号；
- 3) 登录密码：当选择康耐视相机时，需要输入相机上设置的登录密码；
- 4) 相机 IP 地址：需要输入相机上设置的 IP 地址；
- 5) 相机端口：需要输入相机的端口号；
- 6) 数据格式：设置数据格式，目前只有一种数据格式；
- 7) 相机触发方式：有指令触发和 IO 触发两种方式；当选择指令触发时，相机触发 IO 呈灰色，不可设置；
- 8) 拍照时间间隔：用来设置拍照的时间间隔（与主界面相同）；
- 9) 相机触发 IO：当相机触发方式选择为 IO 触发时，可设置触发 IO 的地址；

- 10) 标定方式：有相机标定和手眼标定两种方式；相机标定是在相机上完成的；
- 11) 相机触发指令：在相机设置好命令触发方式后可在此处进行设置（与主界面相同）；
- 12) 相机数据获取指令：此设置只针对康耐视相机，当登录康耐视相机后，此设置才生效；
- 13) 保存、连接、返回按钮：当所有的设置完成后，须点击“**保存**”按钮，会将设置信息保存到控制器中；点击“**连接**”后，机器人会跟相机进行连接，连接成功后，界面右上角的状态会变成绿色；返回到主界面时须点击“**返回**”按钮。

### 15.3.3 手眼标定界面

在设置界面将标定方式选为“**手眼标定**”，点击“**保存**”按钮，然后返回到主界面，点击“**标定**”按钮，进入标定界面，如图 15-3 所示：

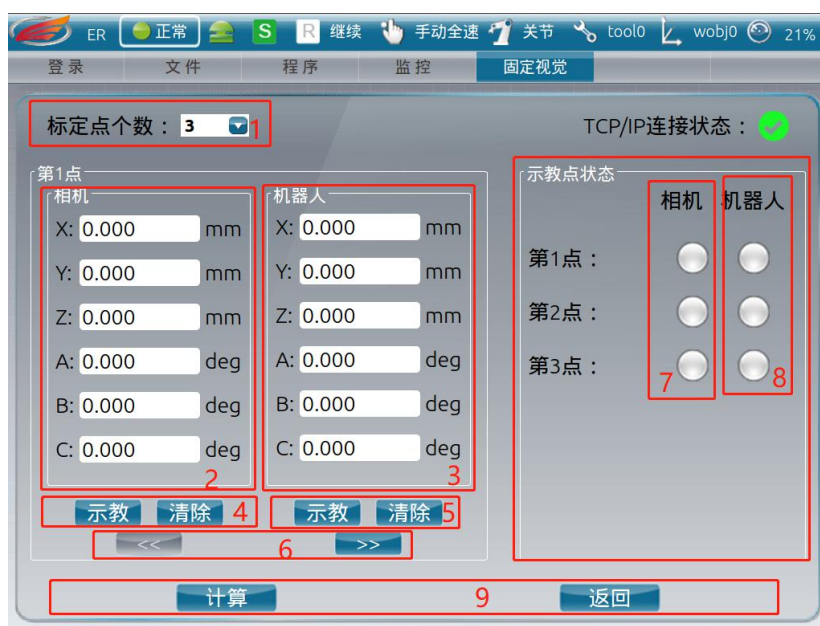


图 15-3 固定视觉标定界面

图中红框内信息说明如下：

- 1) 标定点个数：目前可选标定点的个数为：3~6；
- 2) 相机：当点击“**示教**”按钮时，显示工件在相机坐标系下的值；
- 3) 机器人：当点击“**示教**”按钮时，显示机器人当前的坐标值；
- 4) 示教、清除：工件在相机下的操作，当点击“**示教**”按钮时，记录工件在相机坐标系下的值；当点击“**清除**”按钮时，将当前显示的值清零；
- 5) 示教、清除：工件在机器人下的操作，其作用同上；
- 6) 当前点的切换：当按下“<<”，可以切换到上一点；当按下“>>”，可以切换到下一点；
- 7) 相机：相机坐标系下，示教点的示教状态；“灰色”表示点未示教；“黄色”表示点已示教；
- 8) 机器人：机器人坐标系下，示教点的示教状态；“灰色”表示点未示教；“黄色”表示点已示教；
- 9) 计算、返回：当所有点示教完成后点击“**计算**”按钮，其计算结果会在主界面的固定视觉坐

标系中显示；点击“返回”，返回主界面。

### 15.3.4 像素分辨率标定界面

点击“标定”按钮，会弹出是否使用像素分辨率标定提示框，如下图 15-4 所示，点击“是”，进入像素分辨率标定界面，如图 15-5 所示：



图 15-4 像素分辨率提示框



图 15-5 像素分辨率标定界面

图中红框内信息说明如下：

- 1) 像素：工件在相机坐标系下像素值；
- 2) 机器人：工件在机器人坐标系的坐标值；
- 3) 上下点切换：切换到上一点和下一点；
- 4) 像素示教状态：像素标定是否成功状态；
- 5) 机器人示教状态：机器人坐标值标定是否成功状态；
- 6) 像素分辨率标定结果：标定后计算得到的像素分辨率标定结果；
- 7) 计算、下一步、返回按钮：计算标定的结果；进入到传送带标定界面；返回的跟踪视觉主界面。

## 15.4 固定视觉的标定及测试用例

固定视觉的标定方式：相机标定和手眼标定。

## 15.4.1 相机标定

### 15.4.1.1 设置界面参数设定及相机标定

进入设置界面，选择使用的相机品牌，完成相关设置，将标定方式选为相机标定，点击“保存”，然后点击“连接”按钮与相机进行连接，连接上后返回到主界面，如图 15-6 所示。相机的标定在相机软件上完成，具体标定操作流程请根据相机提供的标定流程进行。在相机上标定完成后，进行拍照测试。

### 15.4.1.2 相机标定测试用例

在相机标定的主界面中，点击“拍照”按钮，工件在机器人坐标系下的值会刷新。



图 15-6 相机标定的主界面

固定视觉 rpl 指令说明：

表 15-1 固定视觉 rpl 指令

| 指令                       | 名称           | 功能                                      |
|--------------------------|--------------|-----------------------------------------|
| Vision._Init_()          | 视觉功能初始化命令    | 该命令视觉相关功能的初始化，在正常使用中不需要调用，该函数会在程序开始自动运行 |
| Vision.getData()         | 相机拍照命令       | 调用该命令，触发相机拍照动作并返回相应数据                   |
| Vision.setTrigCmd(int p) | 设置相机触发指令     | 相机在指令触发的模式下，该命令可设置相机触发的指令               |
| 变量                       | 名称           |                                         |
| Vision.x real            | 工件位置：X 方向坐标  |                                         |
| Vision.y real            | 工件位置：Y 方向坐标  |                                         |
| Vision.z real            | 工件位置：Z 方向坐标  |                                         |
| Vision.a real            | 工件姿态：绕 Z 轴角度 |                                         |
| Vision.b real            | 工件姿态：绕 Y 轴角度 |                                         |

|             |      |              |
|-------------|------|--------------|
| Vision.c    | real | 工件姿态：绕 X 轴角度 |
| Vision.attr | int  | 工件属性         |
| Vision.id   | int  | 工件 ID        |

固定视觉 rpl 程序用例（相机标定模式）：

```

1 LABEL a :
2 MJOINT (*, v500, fine, tool1) ;
3 vision.setTrigCmd(1) ;
4 hasObj := vision.getData() ;
5 IF hasObj THEN
6     hight := 400 ;
7     point1pick := POINTC(vision.x, vision.y, hight, vision.a, 180, 0) ;
8     point1 := POINTC(vision.x, vision.y, hight + 50, vision.a, 180, 0) ;
9     MJOINT (point1, v500, fine, tool1) ;
10    MJOINT (point1pick, v500, fine, tool1) ;
11    DWELL (5) ;
12    MJOINT (point1, v500, fine, tool1) ;
13 END_IF ;
14 GOTO a ;

```

Line1:循环开始；

Line2:机器人运动到工位 1；

Line3:设置相机触发指令为 1；（当相机设置为 IO 触发时，不需要该步骤）

Line4:触发相机拍照，当成功获取数据时变量 hasObj=true；

Line5:如果成功获取相机数据，则执行 Line6-12；

Line6:定义工件高度位置补偿值 hight

Line7:定义工位 2（抓取点）；

Line8:定义工位 3（抓取点上方位置）；

Line9:机器人运动到工位 3；

Line10:机器人向下运动到工位 2；

Line11:等待抓取工件；

Line12:机器人向上运动到工位 3；

Line14:循环结束；

**注意：**因为在相机端做手眼标定，所以 vision.x,vision.y,vision.a 三个工件数据结果可以直接应用，vision.z,vision.b,vision.c，需要根据现场实际情况进行数值上的补偿。

## 15.4.2 手眼标定

### 15.4.2.1 像素分辨率标定

点击“标定”按钮，会弹出是否使用像素分辨率标定提示框，点击“是”，进入像素分辨率标定界面，需标定传送带上相机拍照范围内的 2 个点，标定的这 2 个点的位置尽量在相机拍照范围的



对角边上。

首先进行第 1 点标定，确保机器人移动到相机视觉范围外，将工件放在相机拍照范围内，点击“示教”按钮，在相机像素坐标值显示工件的位置值，并且在示教状态中第 1 点像素由“灰色”变为“黄色”，表示第一点像素示教成功，再进行第 1 点机器人位置示教，将机器人末端工具移动到工件表面上方，点击“示教”按钮，传送带标定在机器人坐标值会更新，并且在机器人示教状态中第 1 点由“灰色”变为“黄色”，表示第一点机器人坐标值示教成功，如图 15-7 所示：



图 15-7 第 1 点标定

进行第 2 点标定，点击“>>”按钮，切换到第 2 点，进行第 2 点像素坐标值和机器人坐标值示教，步骤同第 1 点；两点示教完成后，如图 15-8 所示：



图 15-8 第 2 点标定

点击“计算”按钮，计算成功后会弹出成功提示框，如下图所示，然后点击“是”，将更新像素分辨率标定的结果，“下一步”按钮由灰色变为“下一步”，点击“下一步”，进入传送带标定界面。





图 15-9 计算成功提示框

### 15.4.2.2 设置界面参数设定及手眼标定

相机安装是，相机镜头平面需要尽量与平台的平面平行，相机坐标系的 Z 轴方向需要竖直向上；目前这个版本固定视觉只支持抓取点与相机识别点相同的情况。

进入设置界面，选择使用的相机品牌，完成相关设置，将标定方式选为手眼标定，点击“保存”，然后点击“连接”按钮与相机进行连接，连接上后返回到主界面，如图 15-10 所示。



图 15-10 机器人手眼标定的主界面

点击主界面上的“标定”按钮，进入标定界面，如图 15-11 所示，以 3 点标定为例，进行机器人手眼标定。在标定前，选择所需的工具坐标系，默认的工具坐标系为 tool0。在标定时，将工件放在图 15-12 所示第一点的位置，点击相机下的“示教”按钮，此时会相机下的坐标值显示框中显示工件在相机坐标系下的坐标值，然后将机器人移动到工件的位置，点击机器人下的“示教”按钮，在机器人下的坐标值显示框中显示当前工件在机器人坐标系下的位置值，如果示教成功，则在右侧示教点的状态中相应的状态灯会变成橙色。根据图 15-12 所示的 3 点位置，依次示教完后，如图 15-13 所示，点击“计算”按钮。标定完后点击“返回”按钮，进入主界面。标定结果显示在固定视觉坐标系中，如图 15-14 所示，点击“拍照”按钮，会刷新工件在相机坐标系和机器人坐标系下的位置值。可以根据现场需求设置相机拍照时间间隔（注意：拍照的时间间隔不能小于 600 毫秒）。



图 15-11 手眼标定界面

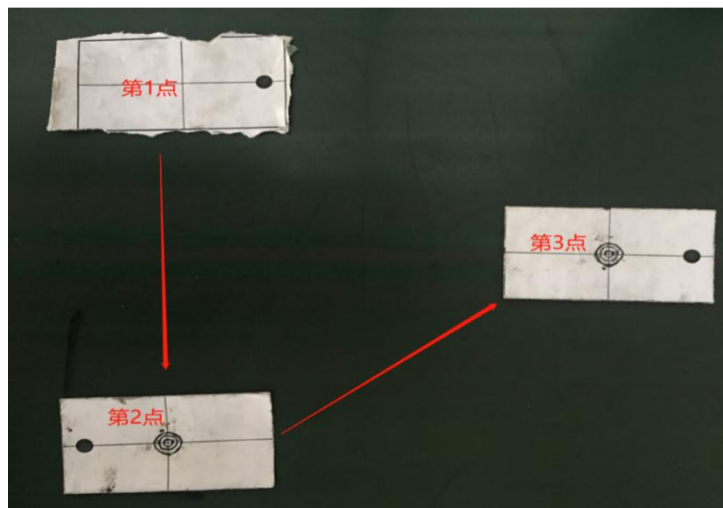


图 15.12 三点标定工件工件放置的位置



图 15-13 三点示教完成界面



图 15.14 手眼标定后的主界面

### 15.4.2.3 测试标定结果和测试用例

编写一个测试程序，如下：

```

1 LABEL a :
2 MJOINT (*, v500, fine, tool1) ;
3 vision.setTrigCmd(1) ;
4 hasObj := vision.getData() ;
5 IF hasObj THEN
6     point1pick := POINTC(vision.x, vision.y, vision.z + 5, -180 - vision.a, 180, 0) ;
7     point1 := POINTC(vision.x, vision.y, vision.z + 50, -180 - vision.a, 180, 0) ;
8     MJOINT (point1, v500, fine, tool1) ;
9     MJOINT (point1pick, v500, fine, tool1) ;
10    DWELL (5) ;
11    MJOINT (point1, v500, fine, tool1) ;
12 END_IF ;
13 GOTO a ;

```

图 15.15 测试程序界面

Line1:循环开始；

Line2:机器人运动到工位 1；

Line3:设置相机触发指令为 1；（当相机设置为 IO 触发时，不需要该步骤）

Line4:触发相机拍照，当成功获取数据时变量 hasObj=true；

Line5:如果成功获取相机数据，则执行 Line6-11；

Line6:定义工位 2（抓取点）；

Line7:定义工位 3（抓取点上方位置）；

Line8:机器人运动到工位 3；

Line9:机器人向下运动到工位 2；

Line10:等待抓取工件；

Line11:机器人向上运动到工位 3;

Line13:循环结束;

注意：因为在机器人端做手眼标定，所以 **vision.x,vision.y,vision.z** 三个工件位置数据结果可以直接应用，**vision.a,vision.b,vision.c**，需要根据现场实际情况进行数值上的补偿。

根据测试时机器人的抓取点来判断标定的准确性。

## 第 16 章 Mot 程序管理

### 16.1 本章简介

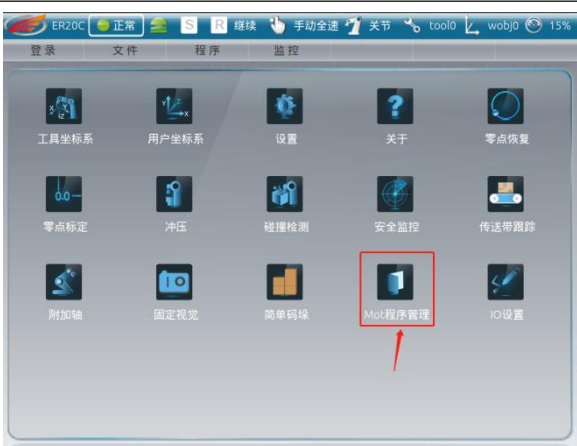
本章主要介绍 Mot 程序的新建文件夹、重命名、删除、usb 的导入导出、复制剪切粘贴等功能。

### 16.2 mot 程序管理

mot 程序管理目前可以对喷釉轨迹运动点数据子程序文件进行管理，功能包括文件夹的新建，文件或文件夹的重命名、删除、USB 的导入和导出、复制，剪切与粘贴。

#### 16.2.1 新建文件夹

表 16-1 新建文件夹操作步骤

| 步骤             | 图示                                                                                   | 说明                              |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1.打开 mot 程序管理。 |   | 打开示教器桌面，点击 mot 程序管理图标进入 APP 界面。 |
| 2.新建文件夹        |  | 点击“新建文件夹”按钮，                    |

## 3.为新建文件夹命名



在弹出命名窗口后输出新建文件夹的名称。

点击绿色“√”按钮，创建新文件夹。

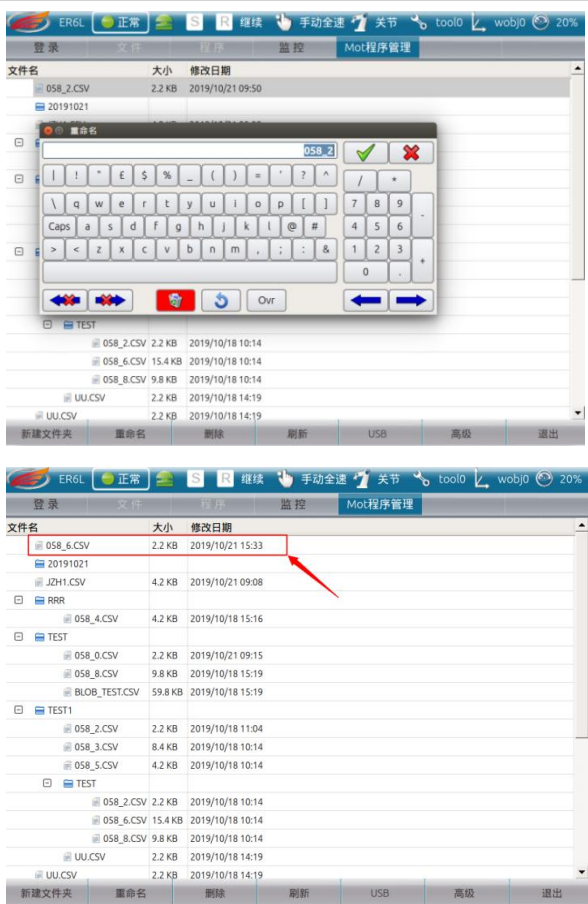
## 16.2.2 重命名

表 16-2 重命名操作步骤

| 步骤                                       | 图示                                                                                                                                 | 说明                                                   |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1.选择需要重命名的文件或文件夹。<br>此次以文件为例，文件夹的操作步骤相同。 | <p>The screenshot shows the file list in the ER6L software. The file '058_2.CSV' is highlighted, and a red arrow points to it.</p> | 选择需要进行重命名的文件在文件名上点击，点击后文件背景会变为灰色。<br><br>再点击“重命名”按钮。 |

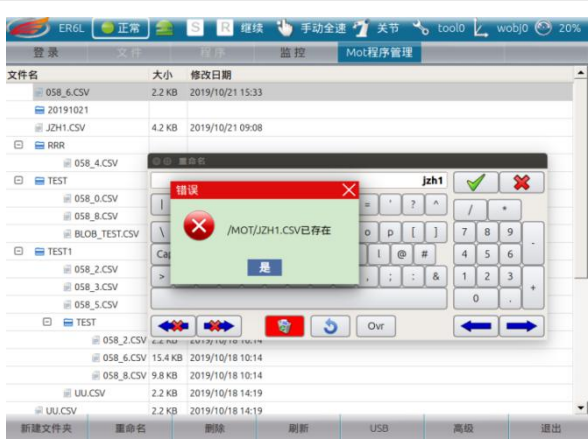


2.编辑输入新文件名



在弹出的弹窗中编辑新的文件名（此文件名在相同目录下未被使用）。  
然后点击绿色“√”按钮，修改文件名称。  
查看文件名已被修改。

3.若输入的新文件名在相同目录下已被使用



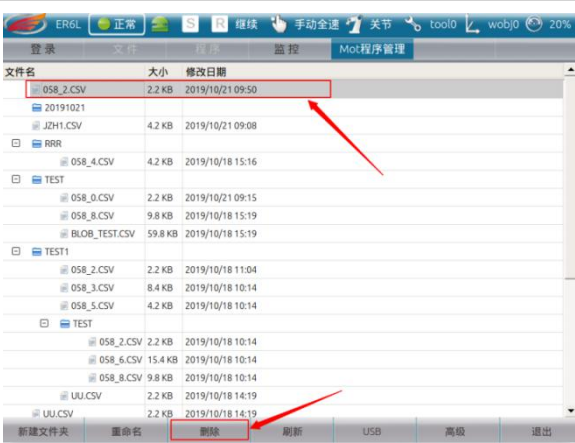
若在弹窗键盘中输入的新文件名已存在于相同目录下，则提示该文件已存在，文件名不作修改。

16.2.3 删除

表 16-3 删除操作步骤

| 步骤 | 图示 | 说明 |
|----|----|----|
|----|----|----|

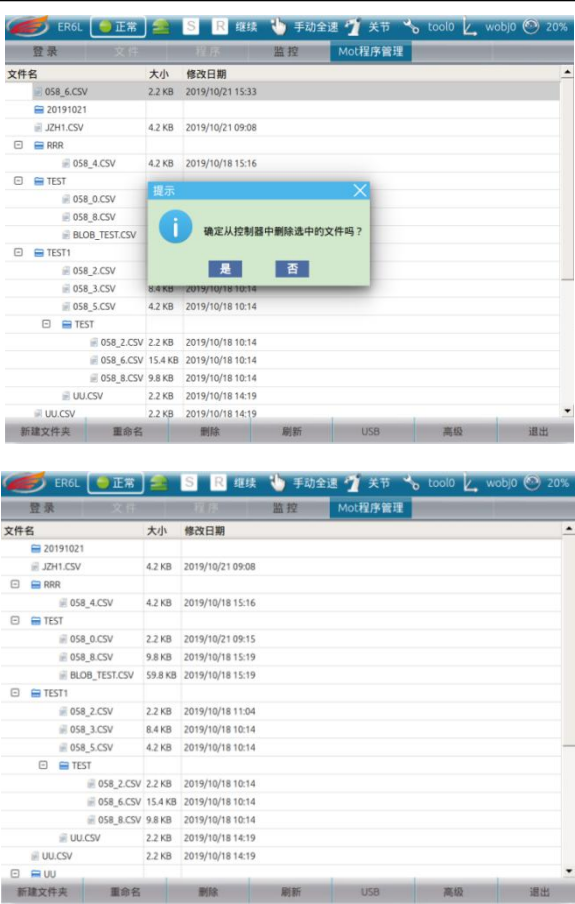
1.选择需要删除的文件或文件夹。此次以文件为例，文件夹的操作步骤相同。



选择需要删除的文件，在文件名上点击，点击后文件背景会变为灰色。

再点击“删除”按钮。

2.删除前请认真确认，以免删错。



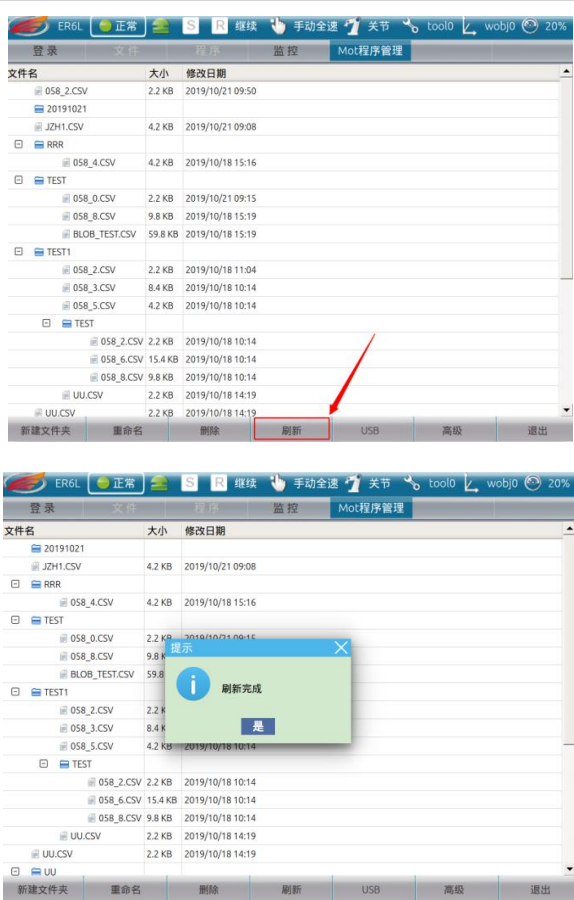
如果确定需要删除，则点击“是”按钮；否则点击“否”按钮，或者将弹窗关闭。

16.2.4 刷新

表 16-4 刷新操作步骤

| 步骤 | 图示 | 说明 |
|----|----|----|
|----|----|----|

1.使用网线等外部文件传输后，刷新示教器 mot 程序界面显示。



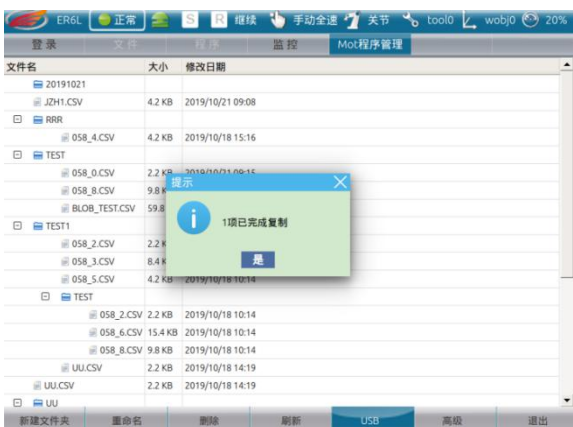
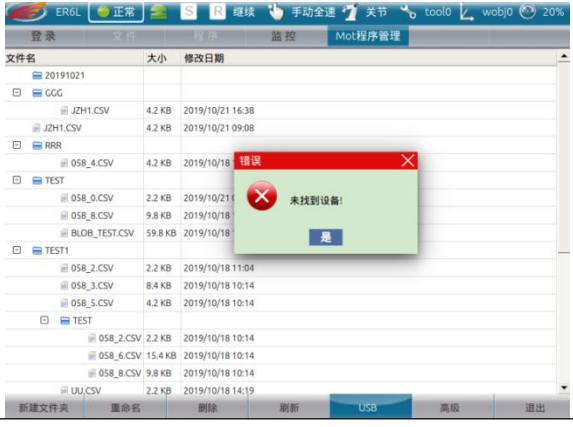
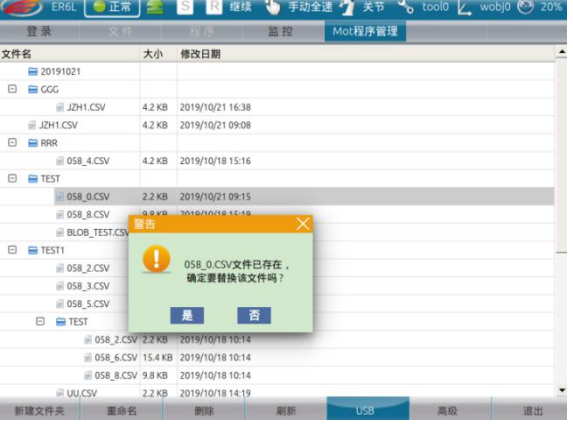
点击“刷新”按钮。  
弹窗提示“刷新完成”。

16.2.5 USB

16.2.5.1 导出

表 16-5 usb 导出操作步骤

| 步骤                                                             | 图示 | 说明                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.USB 导出功能是用于一将控制内若干 mot 程序文件或文件夹导出到 U 盘中。此处以文件为例，文件夹的操作与文件相同。 |    | <p>插入一个可用 U 盘</p> <p>选中需要导出的一个或多个文件（选中的文件背景会变灰色）</p> <p>点击“USB”按钮，再选择“导出”功能</p> <p>导出成功后则有如下图弹窗提示。</p> <p>注：若未正确插入 U 盘或者 U 盘无法被识别则会弹窗提示“未找到设备！”</p> |

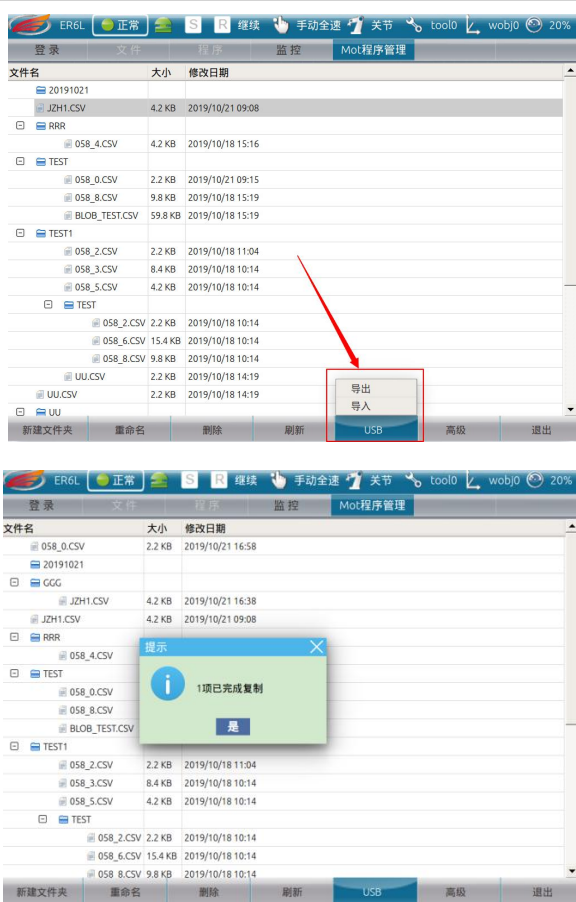
|                                              |                                                                                                                                                                           |                                                                                                      |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | <br> |                                                                                                      |
| 2.若被导出的文件<br>或文件夹已存在于<br>U 盘中，则可以选<br>择是否替换。 |                                                                                       | <p>点击“是”则替换 U 盘中该文件。</p> <p>点击“否”则取消本次导出功能，弹窗提示“0 项已完成复制”。</p> <p>注：导出的文件或文件夹都会被默认复制到 U 盘的一级目录中。</p> |

16.2.5.2 导入

表 16-6 usb 导入操作步骤

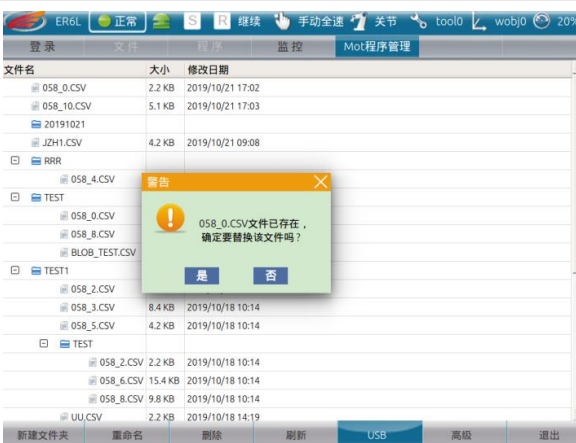
| 步骤 | 图示 | 说明 |
|----|----|----|
|----|----|----|

1.USB 导入功能是用  
于一次性将 U 盘  
内选中的 mot 程序  
文件或文件夹导入  
到控制器中。此处  
以文件为例，文件  
夹的操作与文件相  
同。



插入一个可用 U 盘  
  
点击“USB”按钮，  
再选择“导入”功能  
  
选中需要导入的文件  
(选中的文件背景会变蓝  
色)  
  
点击蓝色“导入”按  
钮  
  
导入成功后则有如下  
图弹窗提示。

2.若被导入的文件  
或文件夹已存在于  
控制器中，则可以  
选择是否替换。

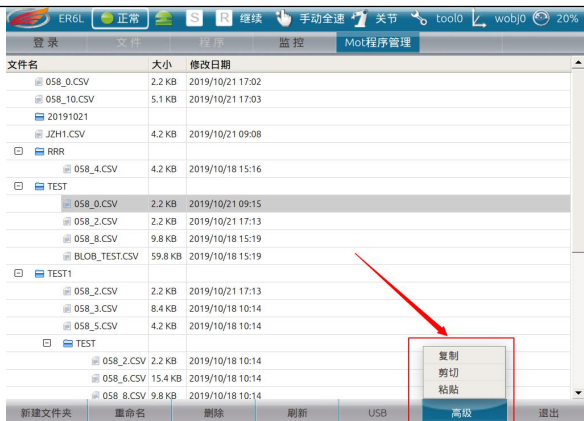
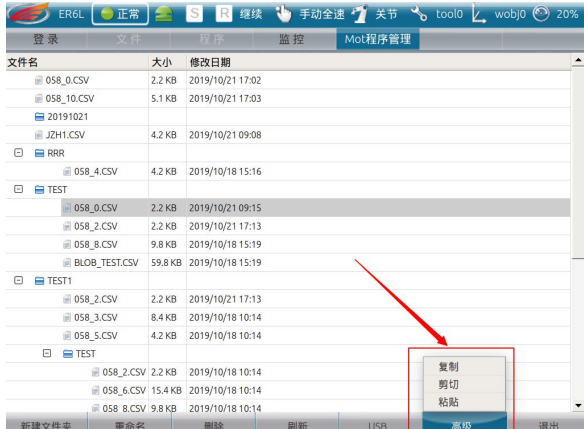


点击“是”则替换控  
制器中该程序文件。  
  
点击“否”则取消本  
次导入功能。  
  
注：1.若导入的是文  
件夹，且在控制器中已存  
在同名文件夹，则将 U 盘  
文件夹中内容融合进控制  
器的同名文件夹中，并将  
控制器的文件夹中同名文  
件进行替换。  
  
2.文件夹的导入只  
导入两层文件夹中内容，  
若有第三层文件夹则不作  
处理。

16.2.6 高级

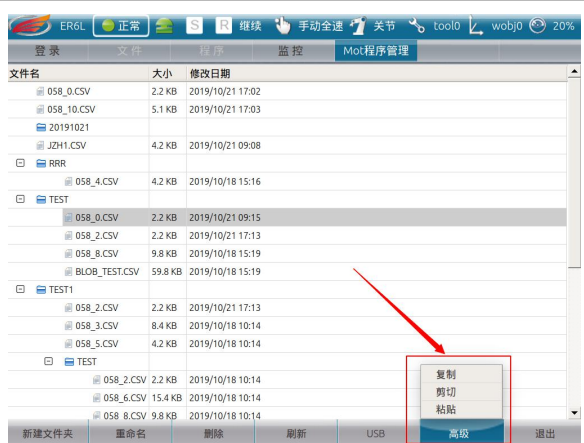
16.2.6.1 复制&剪切

表 16-7 复制&剪切操作步骤

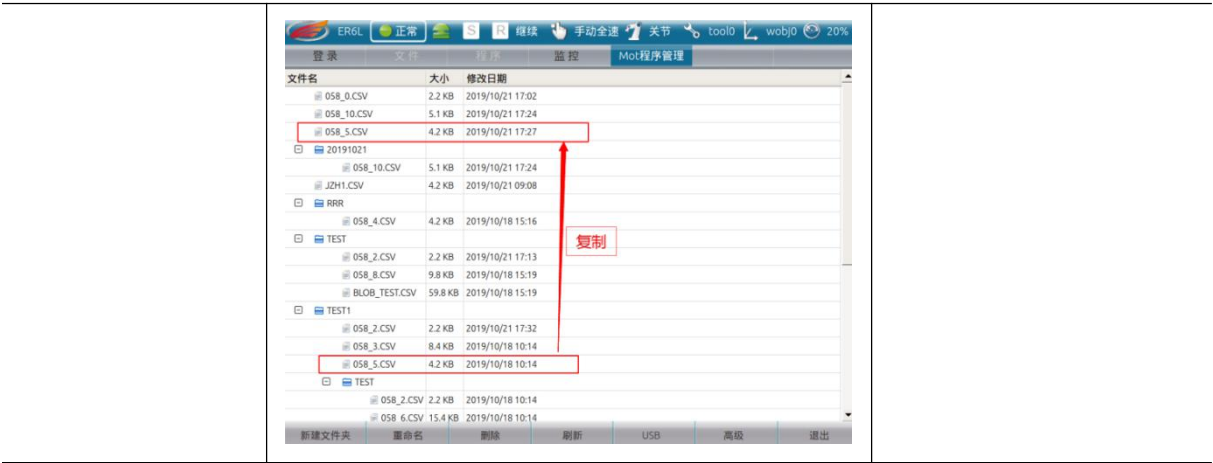
| 步骤                                     | 图示                                                                                  | 说明                                                            |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1.复制功能是对控制器内文件或文件夹进行一次拷贝，原文件或文件夹不变。    |   | 选择需要复制的文件，在文件名上点击，点击后文件背景会变为灰色。<br><br>点击“高级”按钮，再点击弹出的“复制”按钮。 |
| 2.剪切功能是对控制器内文件或文件夹进行一次拷贝，然后将原文件或文件夹删除。 |  | 选择需要复制的文件，在文件名上点击，点击后文件背景会变为灰色。<br><br>点击“高级”按钮，再点击弹出的“剪切”按钮。 |

## 16.2.6.2 粘贴

表 16-8 粘贴操作步骤

| 步骤                                       | 图示                                                                                   | 说明                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.粘贴功能是在进行复制或剪切功能后，将选中的文件或文件夹放置到指定的路径中去。 |  | 点击一级目录下的文件或不选择目录（默认一级目录），点击“高级”按钮，再点击弹出的“粘贴”按钮<br><br>复制或剪切的文件或文件夹则会被粘贴至指定路径下。<br><br>注：粘贴只可以粘贴至一级目录（默认目录）或二级文件夹目录下，若指定至三级文件夹目录则不作处理。 |





16.2.7 退出

表 16-9 退出操作步骤

| 步骤                                   | 图示 | 说明                                      |
|--------------------------------------|----|-----------------------------------------|
| 1.退出功能是完成mot 程序管理 APP 到示教器桌面切换功能的按钮。 |    | <p>点击“退出”按钮，则可以从mot 程序管理界面切换到示教器桌面。</p> |

16.3 mot 程序使用

mot 程序作为子程序通过 RPL 程序 Module 指令调用运行。

## 16.3.1 指令

### 16.3.1.1 mot.exec()

表 16-10 mot.exec()说明

| 名称       | DINT mot.exec(String filename,LREAL execfr) |
|----------|---------------------------------------------|
| filename | mot 程序路径                                    |
| execfr   | 设置运行速度，范围 0.5~2                             |
| Result   | 返回 mot 程序运行状态                               |

Result 说明：

- 0，mot 禁止
- 1，Mot 空闲
- 2，运行
- 3，丢弃
- 4，错误

例子：

```
mot_status = mot.exec("/mot/1_c.csv",1)
```

## 16.3.2 程序调用

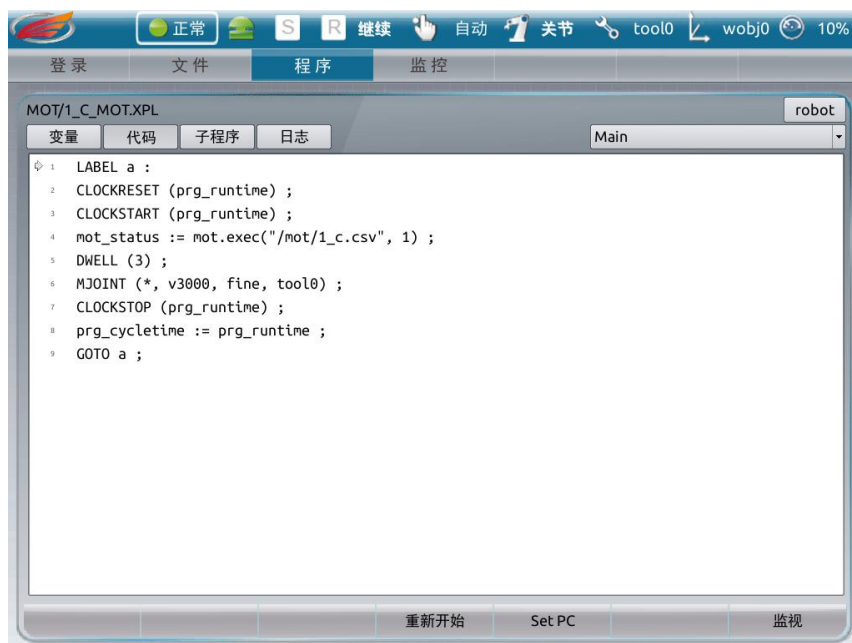


图 16-1 程序调用界面

## 第 17 章 跟踪视觉

### 17.1 视觉跟踪功能介绍

跟踪（Tracking）是指机器人工具末端 TCP（Tool Center Point，不是指网络 TCP/IP 协议）跟随一个运动的物体。一个典型的例子是跟随传送带上的一个物体。该功能通过相机拍照，获取传送带上物体的位姿（X、Y、A 等值），机器人末端跟随该物体运动，并抓取该物体。

#### 17.1.1 机器人与视觉系统上位机准备工作

在进行使用跟踪视觉功能之前，应做好以下准备：

1) 传送带上编码器线与控制器（RP1）硬件接口 ENC 相匹配。编码器接口连接方式如图 17-1。

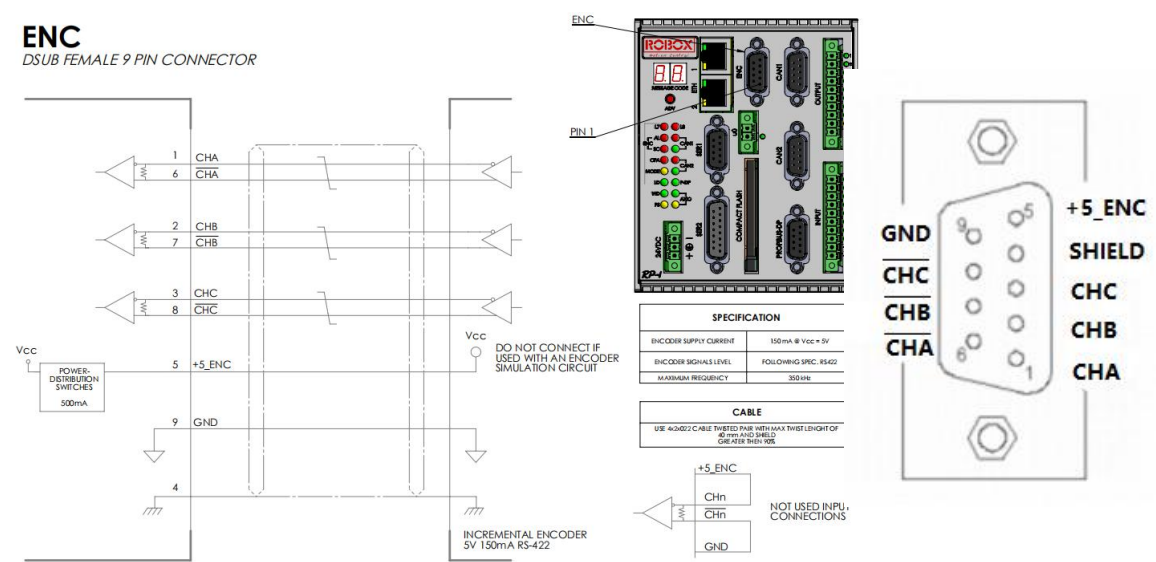


图 17-1 编码器连接图示例

- 2) 相机安装：传送带的 Z 轴正方向垂直于传送带平面向外，相机的 Z 轴正方向与传送带的 Z 轴正方向相同，相机端 X 轴正方向与传送带 X 轴正方向（传送带的 X 轴正方向：传送带的运动前进的方向）的夹角为锐角。
- 3) 视觉相机处于 IO 触发模式（硬件触发）。
- 4) 机器人与相机端 TCP/IP 网络通讯协议（见 17.1.2）。

#### 17.1.2 TCP/IP 通讯协议及数据格式

在使用过程中，视觉系统（相机）需要将图像处理后的工件信息通过机器人提供的固定通讯格式传输给机器人，机器人根据接收到的数据进行取放动作。因此，机器人通讯格式主要包括三个部分：

1. 物体坐标参数：X、Y、A
2. 物体属性参数：ATTR
3. 物体 ID 编码：ID

- 1) 物体坐标参数是指物体在相机视野范围内的位置及旋转角度，该位置为相机/像素坐标系（单位 mm 或 px）下的位置。
- 2) 物体属性参数是指根据物体不同属性（例如：形状、颜色等）给出物体的对应属性值，以数字：0、1、2、3……来表示。
- 3) 物体 ID 编码是指为了方便管理给每一个物体制定的唯一编码。

属性参数与 ID 编码用户可根据实际情况选择是否使用以及具体的使用方式，如不需要应用，在相机通讯格式设置时将其默认为 0 即可。

具体通讯格式如下：

```
Image\r\n
[X:xxx.xxx;Y:xxx.xxx;A:xxx.xxx;ATTR:xxx;ID:xxx]\r\n
.....
[X:xxx.xxx;Y:xxx.xxx;A:xxx.xxx;ATTR:xxx;ID:xxx]\r\n
Done\r\n
```

上述格式中，“Image”表示数据头，即一组图像数据下发开始的标志。“Done”表示数据尾，即一组图像数据下发完成（注意“Image”和“Done”区分大小写）。“\r\n”为回车换行符。

“[X:xxx.xxx;Y:xxx.xxx;A:xxx.xxx;ATTR:xxx;ID:xxx]”表示相机下发的一个物体的数据，其中包含了物体坐标参数 XYA，物体属性参数 ATTR 和物体 ID，每个数据用“数据名:数据;”的格式表示，每个物体的数据均以“[”开始，以“]”结束。当相机没有拍到物体或者识别物体失败时发送字符串“Error”。

注：跟踪视觉一次最多支持传输 10 组数据，固定视觉一次只能传输 1 组数据。

## 17.2 跟踪视觉 APP 界面介绍

### 17.2.1 跟踪视觉主界面

点击左上角埃夫特图标进入桌面，点击桌面上的“传送带跟踪”按钮，进入传送带跟踪 APP 主界面，如图 17-2 所示：

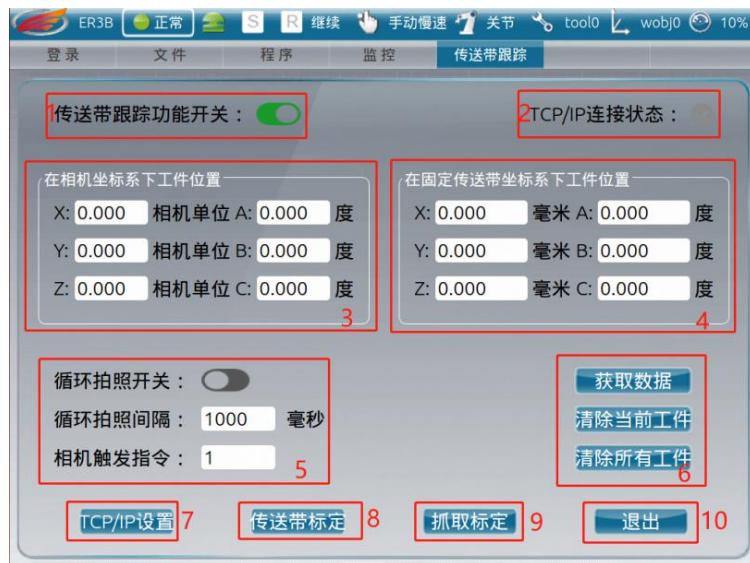


图 17-2 跟踪视觉主界面

图中红框内信息说明如下：

- 1) 跟踪视觉开关：用来是否开启控制器中的跟踪视觉功能。
- 2) TCP/IP 连接状态：表示当前机器人与相机通讯的连接状态，“灰色”表示当前处于断开状态，“绿色”表示当前处于连接状态。
- 3) 在相机坐标系下工件位置：工件在相机坐标系下的位置值。
- 4) 在固定传送带坐标系下工件位置：工件在标定的固定传送带坐标系下的位置值。
- 5) 循环拍照开关、循环拍照间隔、相机触发指令：确认是否打开循环拍照开关；设置循环拍照的时间间隔；设置相机触发指令。
- 6) 获取数据、清除当前工件、清除所有工件：获取当前工件位置值；将当前工件从队列中删除；清除队列中所有的工件。
- 7) TCP/IP 设置：相机参数设置。
- 8) 传送带标定：进入传送带或像素分辨率标定界面。
- 9) 抓取标定：进行偏置抓取点标定。
- 10) 退出：退出跟踪视觉 APP 界面，返回到主界面。

### 17.2.2 跟踪视觉设置界面

点击跟踪视觉主界面的“设置”按钮，进入设置界面，设置界面如图 17-3 所示：

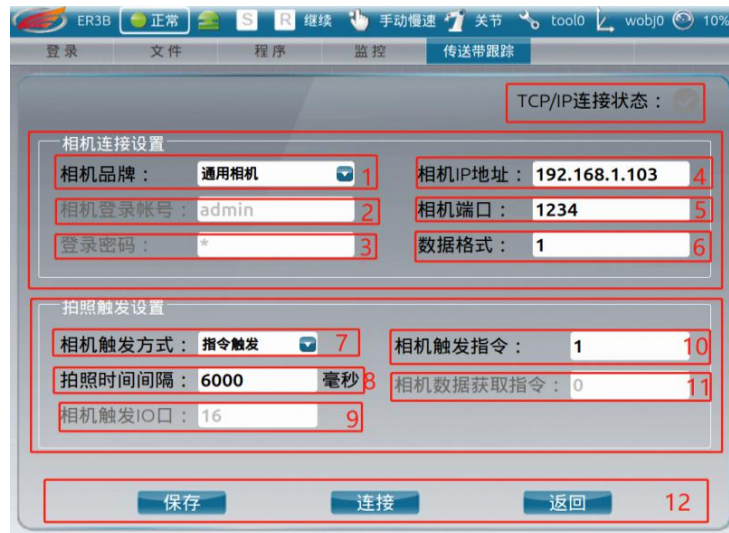


图 17-3 TCP/IP 设置界面

图中红框内信息说明如下：

#### 1. 相机连接设置：

- 1) 相机品牌：目前相机品牌可选通用相机、康耐视相机和麦克玛视相机；当选择康耐视相机时，需要输入相机账号和密码。
- 2) 相机登录账号：当选择康耐视相机时，需要输入相机上设置好的登录账号。
- 3) 登录密码：当选择康耐视相机时，需要输入相机上设置的登录密码。
- 4) 相机 IP 地址：需要输入相机上设置的 IP 地址。
- 5) 相机端口：需要输入相机的端口号。
- 6) 数据格式：设置数据格式，目前只有一种数据格式。

#### 2. 拍照触发设置：

- 1) 相机触发方式：有指令触发和 IO 触发两种方式；当选择指令触发时，相机触发 IO 呈灰色，不可设置。
- 2) 拍照时间间隔：用来设置拍照的时间间隔（与主界面相同）。
- 3) 相机触发 IO：当相机触发方式选择为 IO 触发时，可设置触发 IO 的地址，跟踪视觉需要选择 IO 触发模式。
- 4) 相机触发指令：在相机设置好命令触发方式后可在此处进行设置（与主界面相同）。
- 5) 相机数据获取指令：此设置只针对康耐视相机，当登录康耐视相机后，此设置才生效。
- 6) 保存、连接、返回按钮：当所有的设置完成后，须点击“保存”按钮，会将设置信息保存到控制器中；点击“连接”后，机器人会跟相机进行连接，连接成功后，界面右上角的状态会变成绿色；返回到主界面时须点击“返回”按钮。

### 17.2.3 像素分辨率标定界面

点击“传送带标定”按钮，会弹出是否使用像素分辨率标定提示框，如下图 17-4 所示，点击“是”，进入像素分辨率标定界面，如下图 17-5 所示：





图 17-4 像素分辨率提示框

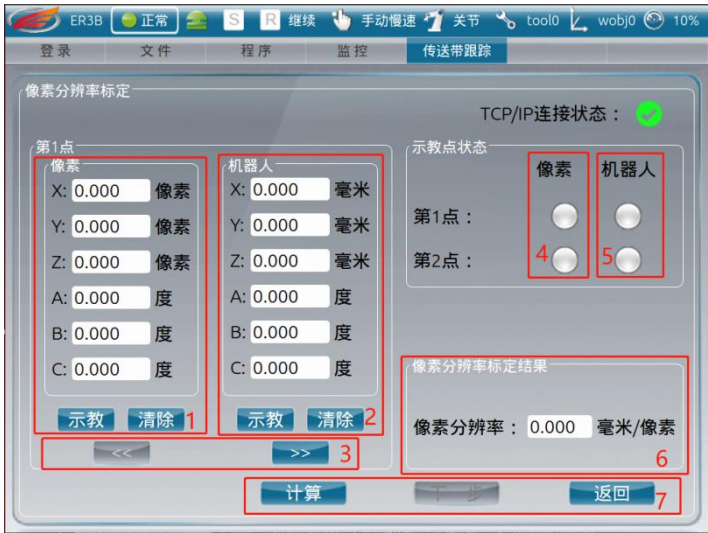


图 17-5 像素分辨率标定界面

图中红框内信息说明如下：

- 1) 像素：工件在相机坐标系下像素值
- 2) 机器人：工件在机器人坐标系的坐标值
- 3) 上下点切换：切换到上一点和下一点
- 4) 像素示教状态：像素标定是否成功状态
- 5) 机器人示教状态：机器人坐标值标定是否成功状态
- 6) 像素分辨率标定结果：标定后计算得到的像素分辨率标定结果
- 7) 计算、下一步、返回按钮：计算标定的结果；进入到传送带标定界面；返回的跟踪视觉主界面

### 17.2.4 传送带标定界面

点击“传送带标定”按钮，点击弹出是否使用像素分辨率标定提示框上的“否”，或当像素分辨率标定计算成功后，点击“下一步”按钮，进入传送带标定界面，如图 17-6 所示：



图 17-6 传送带标定界面

图中红框内信息说明如下：

- 1) 传送带固定坐标系参数：显示标定后的计算结果
- 2) 示教点：显示坐标值及编码器值
- 3) 上下点切换：切换上一点与下一点
- 4) 传送带参数：设置传送带方向及跟踪误差补偿时间
- 5) 传送带信息：显示标定后计算的相关结果
- 6) 标定状态：标定点的示教是否成功状态
- 7) 计算、返回按钮：计算标定结果；返回到跟踪视觉主界面

### 17.2.5 抓取标定界面

在主界面点击“抓取标定”按钮，进入抓取标定界面，如图 17-7 所示：



图 17-7 抓取标定界面

图中红框内信息说明如下：

- 1) 示教点：显示标定点坐标值及编码器值；示教按钮；清除示教按钮
- 2) 上下点切换：切换上一点及下一点
- 3) 标定状态：示教点标定是否成功的状态
- 4) 计算、返回按钮：计算标定结果；返回到跟踪视觉主界面

## 17.3 跟踪视觉的标定

### 17.3.1 设置界面参数设定及

进入设置界面，选择使用的相机品牌，完成相关设置，相机触发方式选为 IO 触发，根据硬件 IO 接线输入相机触发 IO 口地址，点击“保存”，然后点击“连接”按钮与相机进行连接，如图 17-8 所示，连接上后返回到主界面。



图 17-8 机器人与相机连接

### 17.3.2 像素分辨率标定

点击“传送带标定”按钮，会弹出是否使用像素分辨率标定提示框，点击“是”，进入像素分辨率标定界面，需标定传送带上相机拍照范围内的 2 个点，标定的这 2 个点的位置尽量在相机拍照范围的对角边上。

首先进行第 1 点标定，确保机器人移动到相机视觉范围外，将工件放在相机拍照范围内，点击“示教”按钮，在相机像素坐标值显示工件的位置值，并且在示教状态中第 1 点像素由“灰色”变为“黄色”，表示第一点像素示教成功，再进行第 1 点机器人位置示教，将机器人末端工具移动到工件表面上方，点击“示教”按钮，传送带标定在机器人坐标值会更新，并且在机器人示教状态中第 1 点由“灰色”变为“黄色”，表示第一点机器人坐标值示教成功，如图 17-9 所示：



图 17-9 第 1 点标定

进行第 2 点标定，点击“>>”按钮，切换到第 2 点，进行第 2 点像素坐标值和机器人坐标值示教，步骤同第 1 点；两点示教完成后，如图 17-10 所示：



图 17-10 第 2 点标定

点击“计算”按钮，计算成功后会弹出成功提示框，如图 17-11 所示，然后点击“是”，将更新像素分辨率标定的结果，“下一步”按钮由灰色变为蓝色，点击“下一步”，进入传送带标定界面。



图 17-11 计算成功提示框

### 17.3.3 传送带标定

进入传送带标定界面后，传送带标定需要标定 6 个点，第 1、2 点为相机标定，第 3、4、6 为机器人标定点，确定传送带的方向。

首先进行第 1、2 点标定，将工件放置在相机拍照范围内的第 1 个点，然后点击“示教”，示教

器成功后，状态由“灰色”变为“黄色”，如图 17-12 所示：



图 17-12 传送带标定第 1 点

点击“>>”，保证工件与传送带相对位置不变，开动传送带，将工件运送到要标定的第 2 点位置，点击“示教”，如图 17-13 所示，



图 17-13 传送带标定第 2 点

点击“>>”，进行第 3 点标定，开动传送带运行至第 3 点位置，将机器人末端工具移动到工件表面上方，点击“示教”，示教成功后，进行第 4 点标定；开动传送带，运动标定位置 4，将机器人移动工件表面上方，点击“示教”，示教成功后，进行第 5 点标定；开动传送带，运动标定位置 4，将机器人移动工件表面上方，点击“示教”，示教成功后，进行第 6 点标定；将工件放到传动带 Y 方向的某个位置，点击“示教”，示教成功后，如图 17-14 所示：





图 17-14 标定

点击“计算”按钮，计算成功后，点击提示框上的是，如图 17-15 所示，计算结果更新在传送带固定坐标系参数和传送带信息中。



图 17-15 计算结果

上述第 1、2 点需要记录的是相机/像素坐标值，因此标定时此两点需要在相机拍照范围内，第 3、4、5、6 点需要记录的是机器人坐标系下的值。第 3 点为机器人抓取范围的起始点，第 5 点为机器人抓取范围的终止点。即 3-5 点之间为机器人的最大跟踪范围。第 4 点是判断工件是否可以开始跟踪的位置，根据实际情况调整，一般会设置在第 3、5 点中间的位置。

### 17.3.4 抓取点标定

实际抓取点的位置可能并不是相机拍照特征点坐标的位置，增加了偏置抓取点标定功能。因抓取点标定记录传送带位置需要实际值，因此应在传送带标定之后，设置正确的传送带分辨率之后进行。



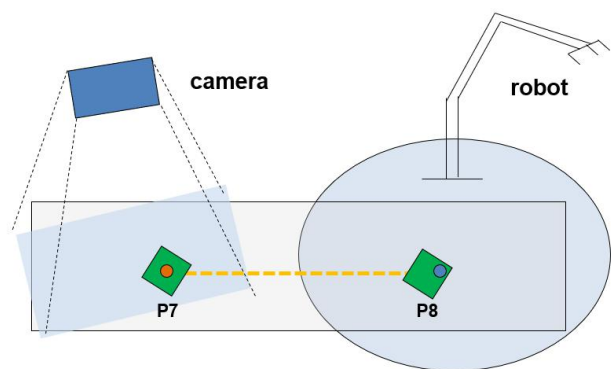


图 17-16 抓取点标定示意

操作步骤：

1. 将物体放置在相机视野范围内 P7 点处，记录物体的相机像素坐标位置和编码器值，并通过已求出的像素分辨率，将像素坐标位置转化为相机坐标系下位置。黄色圆圈代表物体相机拍照坐标点位置。
2. 移动传送带，物体到达机器人工作空间内 P8 点处，将机器人工具末端移动到想要抓取的偏置位置，例如蓝色圆圈代表实际的偏置抓取位置。记录此时机器人坐标系下的位置。
3. 点击“计算”，计算成功后抓取点标定生效。

## 17.4 Module 指令及 RPL 程序用例

### 17.4.1 Module 指令说明

表 17-1 Module 指令说明

| 指令                      | 名称          | 功能                                              |
|-------------------------|-------------|-------------------------------------------------|
| track.init()            | 跟踪视觉功能初始化命令 | 初始化跟踪视觉相关功能                                     |
| track.getWobj()         | 获取队列数据命令    | 调用该命令，获取跟踪队列中的物体位置数据，并将跟踪物体坐标系 wobj_cvy 建立在该物体上 |
| track.setTrigCmd(int p) | 设置相机触发指令    | 相机在指令触发的模式下，该命令可设置相机触发的指令                       |
| track.dropObj()         | 删除当前队列数据命令  | 调用该命令，可以删除队列中当前的一组数据                            |
| track.dropAllObj()      | 清空队列数据命令    | 调用该命令，将删除队列中所有数据                                |
| 坐标系                     | 名称          | 功能                                              |
| wobj_cvy                | 跟踪物体坐标系     | 建立在传送带上的移动物体的坐标系                                |
| wobj_cvy_fixed          | 传送带固定坐标系    | 建立在传送带上的固定坐标系                                   |
| 参数                      | 名称          | 功能                                              |
| ivt_objid               | 工件 ID       | 相机识别的物体的 ID（在外部变量中建立）                           |

## 17.4.2 跟踪视觉程序用例

### 17.4.2.1 rpl 程序设计思路

跟踪视觉程序运行时，track.getWobj()会将用户坐标系 wobj\_cvy 直接建立在传送带动态的物体上，即 wobj\_cvy 坐标系的原点建立在物体上。因此在 wobj\_cvy 下跟踪和抓取物体时，可直接将目标点定位原点位置。

为了完整的演示跟踪视觉工作流程，本用例分为 main 函数和 skipMove 函数两个部分：

1. skipMove（）为机器人跟踪抓取失败后的处理动作；
2. Main（）为机器人跟踪抓取传送带上动态物体的工序流程；

程序中共用到 5 个位置点，具体数据如下：

表 17-2 位置点信息

|      |      |                                |
|------|------|--------------------------------|
| 位置 1 | 准备位置 | POINTJ (-41, 87, 35, 0, 0, 0)  |
| 位置 2 | 等待位置 | PONITC (20, 0, 50, 0, 0, 0)    |
| 位置 3 | 跟踪位置 | PONITC (0, 0, 50, 0, 0, 0)     |
| 位置 4 | 抓取位置 | PONITC (0, 0, 0, 0, 0, 0)      |
| 位置 5 | 放置位置 | POINTJ (-41, 114, 35, 0, 0, 0) |

用户应用时，需要根据实际工作流程编写相应程序。

#### 1) Main（）函数

```

1  IF firstRun = false THEN
2     firstRun := true ;
3     track.init() ;
4     cvyAxisGroup := ROBOT("linearbelt") ;
5     INTRSET (int1, skipMove()) ;
6     INTRERRNO (int1) ;
7     INTRDIS (int1) ;
8     track.dropAllObj() ;
9     speed := v3000 ;
10  END_IF ;
11  wobj_cvy_fixed := GETWOBJ(false, cvyAxisGroup) ;
12  (* Go to ready position *)
13  MJOINT (*, speed, fine, tool1) ; 位置1: 准备位置
14  LABEL loop :
15  cnt := cnt + 1 ;
16  MESSAGE ("Piece number = %1", cnt) ;
17  (* Wait for a valid piece *)
18  getObjReady := false ;

```

```

19 IF NOT getObjReady THEN
20     MLIN (*, speed, fine, tool1, wobj_cvy_fixed); 位置2: 等待位置
21     getObjReady := track.getWobj();
22 END_IF;
23 INTRENA (int1);
24 MESSAGE ("wobj = %1", wobj_cvy);
25 (* Move over piece *)
26 MLIN (*, speed, fine, tool1, wobj_cvy); 位置3: 跟踪位置
27 (* Go to grap piece *)
28 MLIN (*, speed, fine, tool1, wobj_cvy); 位置4: 抓取位置
29 (* Grap the piece *)
30 DWELL (0.5);
31 INTRDIS ();
32 (* Move back over piece *)
33 MLIN (*, speed, fine, tool1, wobj_cvy); 位置3: 跟踪位置
34 track.dropObj();
35 (* Go to deposit piece *)
36 MJOINT (*, speed, fine, tool1); 位置5: 放置位置
37 GOTO loop;

```

图 17-17 Main () 函数

Line1: 判断是否为该程序的首次运行，首次运行标志信号 firstRun，当 firstRun=false 时，代表首次运行，执行 IF 语句中的 Line2-9 程序；当 firstRun=true 时，说明不是首次运行，跳过 IF 语句，直接执行 Line11

Line2: 将 firstRun 信号置位 1，代表首次执行完毕

Line3: 初始化跟踪视觉相应功能

Line4: 获取系统中名字为“conveyor”的轴组的数据

Line5: 设置中断变量，将一个 intr 变量 int1 与一个子函数 skipMove()关联，当变量 int1 被触发时，程序自动跳入子函数 skipMove()中，执行子程序内的语句

Line6: 设置 int1 的触发条件：当 \_errno\_!=0 时，启动中断程序 int1

Line7: 关闭中断程序 int1 的使能

Line8: 清空队列中的所有数据

Line9: 定义速度变量 speed

Line10: IF 语句结束

Line11: 定义传送带固定坐标系

Line13: 将机器人运动到准备位置 1

Line14: 开启循环 Loop:

Line15: 抓取的物体数量记录

Line16: 在日志中打印抓取的物体数量信息

Line18: 获取数据状态复位，获取数据的状态信号 getObjReady

Line19: 判断是否获取数据成功，当状态信号 getObjReady=false 时，说明当前未获取到数据，执行 IF 语句中的 Line20-21；当 getObjReady=true 时，跳过 IF 语句，直接执行 Line23

Line20: 将机器人移动到传送带上方位置 2，准备抓取物体

Line21: 获取队列中的物体数据

Line22: IF 语句结束

Line23: 开启中断程序 int1 的使能

Line24: 在日志中打印出建立在动态物体上的坐标系参数信息

Line26: 机器人跟随物体运动到动态物体上方位置 3

Line28: 机器人向下运动抓取物体位置 4

Line30: 延时 0.5s, 这里模拟机器人抓取物体的时间

Line31: 关闭中断程序 int1 的使能

Line33: 机器人向上运动回物体上方位置 3

Line34: 删除队列中当前数据 (因为当前数据已完成抓取, 将该数据删除, 获取下一组数据)

Line36: 机器人运动到物体放置位 5

Line37: GOTO loop 循环终止点, 从 line14 开始下一次循环

## 2) skipMove()函数

```

1 track.dropObj();
2 STOPMOVE ();
3 CLEARMOVE ;
4 STARTMOVE ();
5 cntSkipped := cntSkipped + 1 ;
6 (* Go to start position *)
7 MJOINT (*, v3000, fine, tool1, wobj_cvy_fixed) ; 位置2: 等待位置
8 MESSAGE ("Piece skipped %1", cntSkipped);
9 RESTART ;

```

图 17-18 skipMove()函数

Line1: 删除队列中当前数据

Line2: 机器人停止当前动作

Line3: 清除未完成的动作

Line4: 开始接下来的运动

Line5: 记录跟踪失败的物体数量

Line7: 机器人移动到传送带上方位置 2, 准备抓取下一个物体

Line8: 在日志中打印跟踪失败的物体数量

Line9: 程序重新开始

## 第 18 章 冲压

### 18.1 功能简介

该功能包是主要面向冲床加工而开发的一个软件包。它采用面向对象的建模方式，将机器人冲压工作单元中的工作站和夹具动作模块化。该软件从用户角度出发，具有简单直观的图形界面，可以帮助冲压生产用户快速上手，用户无需了解机器人编程，在配置好机械和电气之后，熟练用户可以在 5 分钟内快速完成冲压工艺设置，然后系统自动为用户生成机器人程序。它提供了动态图形来实时显示机器人的位置、I/O 信号的值以及生产信息，用户可以在生产时随时了解到所需要的信息，安全方面提供了单步测试，空跑测试以及自动逃离功能，以保证机器人和用户设备的安全。

该软件包可以处理以下情况：

- 1) 用户的机器人冲压单元中有几个设备（进料设备，压机和出料设备，总数有上限），设备随时变动。
- 2) 客户的冲压机可以是让机器人只放不取，既放又取。
- 3) 机器人末端配置了多个夹具。
- 4) 同一个夹具有多个动作，比如打开，闭合，半开等。

### 18.2 设置界面

设置界面主要用于完成冲压单元的工艺设置。包括单元中的工作站的个数、布局，夹具的动作，每个工作站的机器人路径的编辑，机器人运动位置的示教、速度及动作，及单步走和空跑测试，生产时需要监控的信号等参数的设置。此外还有日产量和月产量的清空，以及设置信息保存导入等功能。

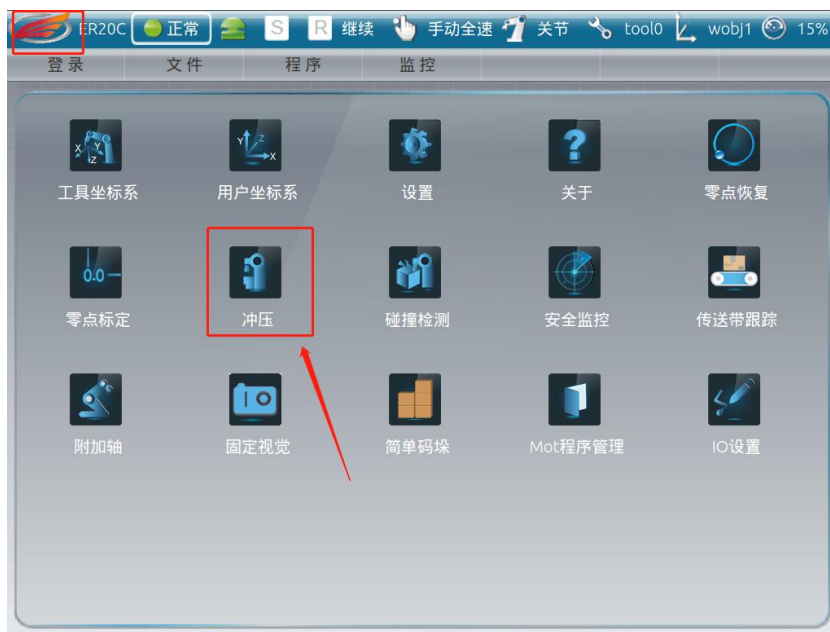
表 18-1 冲压设置操作步骤

| 步骤                                        | 图示                                                                                   |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 首先，在登录界面点击“登录”，输入“999999”进入管理员模式，如图所示。 |  |

2. 点击“Efort”徽标



, 进入桌面,  
如图所示。



3. 在冲压工艺包主界面可以看到三个图标,“文件”、“设置”、“生产”。“文件”图标主要是提供新建冲压文件或者运用已有的冲压文件。“设置”图标主要是设置具体的冲压流程。“生产”图标主要是运行已有的冲压流程。





4.新建一个文件，如图所示，点击“文件”图标后，点击新建，输入文件名后点击“是”，则可以成功建立一个新的冲压文件。选中新建的冲压文件，点击“加载”则可以加载这个文件。



5.进入设置界面，点击“设置”图标，进入冲压设置界面，如图所示。在界面右上角显示机器人当前位置，点击“坐标系”右侧的按钮，切换“关节”或者“笛卡尔”，改变不同坐标系。点击菜单可以进行不同的设置。



6. 点击  中的“设备类型”，则可以选择当前的机器为“首台机”、“中间机”、“末端机”。此外，还可以设置机器人的末端工具，包括工具类型，工具设置等。根据使用需求用户可以灵活的选择“多台机”和“单台机”，“首台机”单独运用时，适用于单机工作，“多台机”用于多机连线冲压功能。这里以单台机为例。



7. 设置单元，点击菜单  中的设置单元进入页面，该页面用于设置机器人冲压工作单元中的工作站个数及其在窗口中的摆放位置。更重要的，是设置运行时机器人在各工作站之间的行走顺序。Robot 单元是默认单元。



- 1) 选择左侧列表中的“工作站类型”，再点击按钮，选中的“工作站类型”添加到右侧的工作站单元的列表中。

“工作站单元”列表第一项固定为“Robot”(机器人)。故当选择列表的第一项时，

按钮变成禁止状态；当选择列表的第二项时，按钮变成禁止状态。

- 2) 选择右侧列表中的“工作站单元”，再点击按钮，选中的“工作站单元”在列表中上移和下移。
- 3) 点击按钮，删除“工作站单元”列表中的最后一项。若只剩下“Robot”，则该按钮被禁止。
- 4) 点击“关闭”按钮，关闭当前界面，并返回会冲压设置界面，被添加的工作站单元将在设置界面和生产界面中显示。
- 5) 设置界面可以根据选中的工作单元进行任意摆放。如果选中“自动摆放”，关闭“设置单元”时界面工作单元将根据列表中的次序，以固定位置进行保存；若没有选中，则根据当前设置界面上各工作单元的实际位置进行保存。
- 6) 若不点击“逆时针”前的复选框，则工作站单元按默认方向（顺时针）摆放；若选择“逆时针”，则以机器人为中心按逆时针摆放各工作单元。

注：机器人在各工作站之间的行走顺序由各工作站图标上部的数字标出，机器人将按照由低到高的顺序依次经过各站。

“工作站类型”中，目前可选的类型是：Input, Punch1, Punch2, Output, Conveyor, 等。“Input”为进料设备，通常是传送带；“Punch1”代表只允许机器人放料的冲压机，机器人不负责从压机取出的压机类型；“Punch2”代表机器人将工件放入压机，等待压机压完之后再取出的压机类型；“Output”是出料设备，通常是成品框；Conveyor 是带有信号检测的传送带。根据客户需求，后续将持续更新其他工作站类型。

除了在“设置单元”页面中设置单元中各个工作站自动摆放之外，在设置窗口主界面上还可以手动拖动各个工作站的位置，以使得窗口中的显示与实际位置一致，便于观察运行情况。

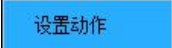
注意：这里的取料延时设置对 detect tool 动作有效，放料延时设置对 Close Tool 动作有效。

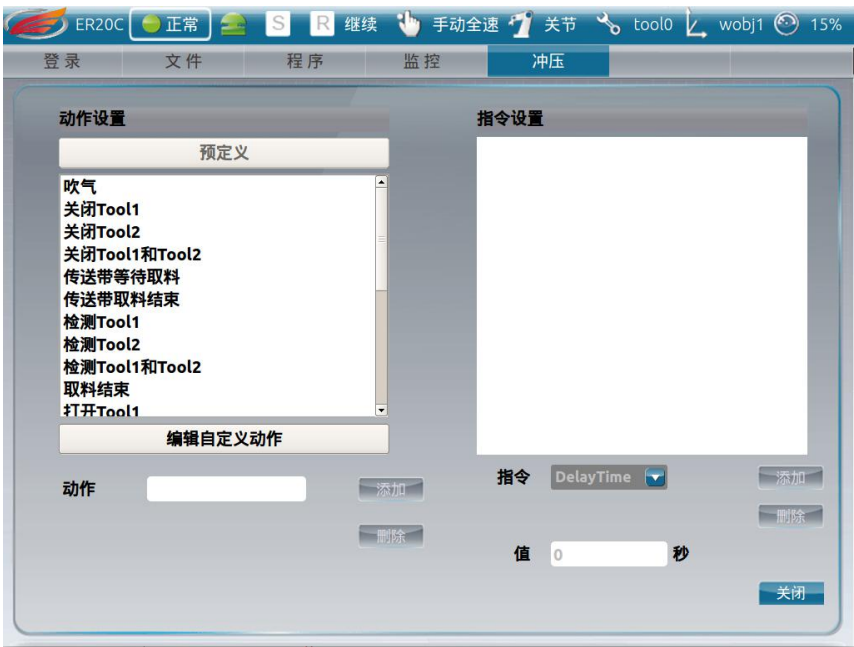
例如：设置点 3 动作，打开工具 1 并延时，可对机器人和点 3 做如下设置



8.设置动作，该页面用于工具夹具的动作，无论单元中有几个工具，每个工具有几个动作，都可以在该页面分别设置。

注：工具的每个动作包含三种最基本的操作：触发输出信号，等待输入信号和延时，这三个指令有不同的参数，对于触发输出信号和等待输入信号，必须要指明信号的具体位置在那块 IO 板上以及 IO 引脚地址。

点 击 菜 单  中的“设置动作” ，进入“设置动作”界面，如图所示。



在编辑自定义动作下面（如下图），若左侧动作列表为空，则所有的“添加”“删除”按钮皆为禁止状态。若左侧动作列表未选中任何一项，则除动作列表下方的“添加”按钮，其他按钮一定是禁止状态。若动作名称输入框为空，则动作列表下方的“添加”按钮变为禁止状态。

点击动作列表下方的输入框，在弹出的键盘下输入动作名称。输入完成后，动作列表“添加”按钮使能。动作输入框为空时，动作列表“添加”按钮被禁止。

系统已为客户预先设定了一系列常用工具动作指令（如上步骤 8 图），包括：打开工具，关闭工具，检测工具，传送带等待取料，传送带取料结束等。



- 1) 点击动作列表“添加”按钮，输入框中的动作名称作为项添加到动作列表中，且输入框清空。
- 2) 点击动作列表“删除”按钮，若动作列表未选中任何一项，则删除列表最后一项；选中某一项，则删除选中项。
- 3) 手动模式并按下手压开关，或者自动模式下点击“Mot”按键，此时点击动作列表下的“测试”按钮。指令列表中的命令将会依次执行，且执行过程中状态栏的程序运行状态为 **P** 指令表若有 WaitDI 指令，且等待延时数值不为零，则在测试过程中信号等待超时后，会弹出错误提示消息框“信号等待超时”。
- 4) 选中某个动作，点击指令类型下拉框，并选择指令“Send”，出现子指令下拉框和地址下拉框，以及数值的下拉框。
- 5) 点击子指令下拉框，选择“PLC”，下拉列表中有“PLC”、“DO”、“PfbBus”、“ModBus”四项。

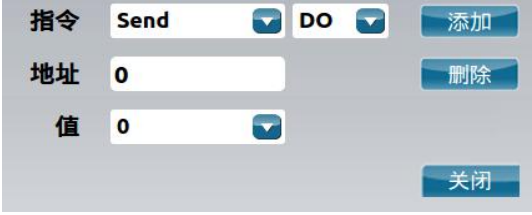
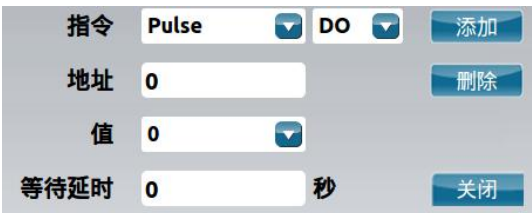
点击地址栏，选择填写端口。

点击数值的下拉框，选择“1”，下拉列表中的“0”和“1”，表示 IO 的输出。

在未选择指令列表中的任何一项时，点击指令列表下的“添加”按钮，“SendPLC\_00=0”该项被添加列表的末端。

- 6) 在选择指令列表中的某一项时，点击指令列表下的“添加”按钮，“SendPLC\_00=0”该项被添加到当前行的下一行。
- 7) 在选择指令列表中的某一项时，点击指令列表下的“删除”按钮，该项被删除。
- 8) 点击指令类型下拉框，并选择指令“Wait”，出现子指令下拉框和地址下拉框，数值的下拉框，以及延时等待的输入框。
- 9) 点击指令类型下拉框，并选择指令“DelayTime”，出现数值输入框。
- 10) 点击“关闭”按钮，关闭当前页面，并返回冲压设置界面。

自定义指令列表及相应地址范围如下表：

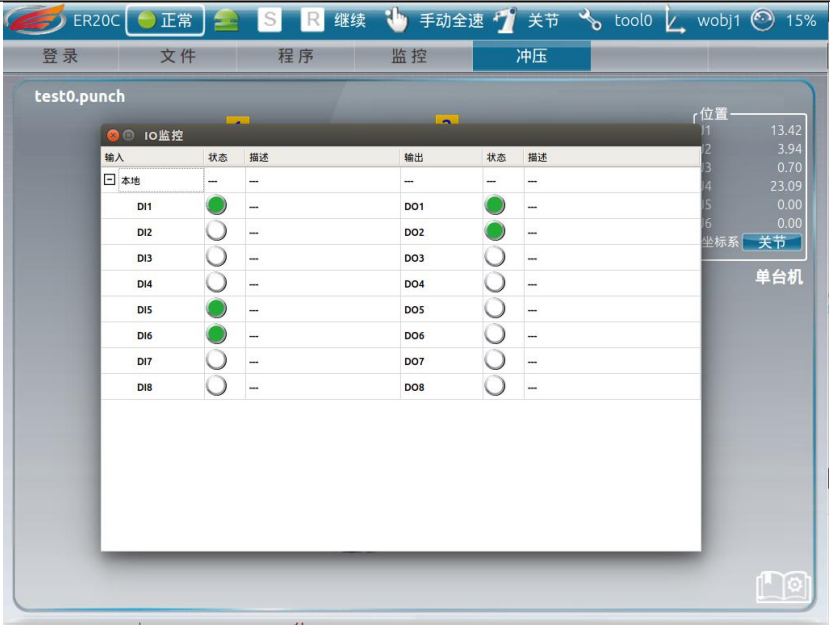
| 信号类型  | 指令        | 地址范围        | 含义       | 实例                                                                                   |
|-------|-----------|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 延时    | Delaytime | -           | 等待延时     |   |
| 硬件 IO | SendDo    | 1- 已有 IO 模块 | Do 输出    |  |
|       | WaitDi    | 1- 已有 IO 模块 | 等待 Di 输入 |  |
|       | PulseDo   | 1- 已有 IO 模块 | 脉冲 Do 输出 |  |



|                 |             |      |        |                                                                                       |
|-----------------|-------------|------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 总线<br>(bool)    | SendModBus  | 0-64 | 总线输出   | <div>指令 Send 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>关闭</div>                 |
|                 | SendPfbbus  | 0-64 | 总线输出   | <div>指令 Send PfbBu 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>关闭</div>           |
|                 | WaitModBus  | 0-64 | 等待总线输入 | <div>指令 Wait ModB 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>等待延时 0 秒 关闭</div>   |
|                 | WaitPfbbus  | 0-64 | 等待总线输入 | <div>指令 Wait PfbBu 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>等待延时 0 秒 关闭</div>  |
|                 | PulseModBus | 0-64 | 脉冲总线输出 | <div>指令 Pulse ModB 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>等待延时 0 秒 关闭</div>  |
|                 | PulsePfbBus | 0-64 | 脉冲总线输出 | <div>指令 Pulse PfbBu 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>等待延时 0 秒 关闭</div> |
| 软 PLC<br>(bool) | SendPLC     | 0-19 | PLC 输出 | <div>指令 Send PLC 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>关闭</div>             |

|  |          |      |                   |                                                                                     |
|--|----------|------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | WaitPLC  | 0-19 | 等 待<br>PLC 输<br>入 | <div>指令 Wait PLC 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>等待延时 0 秒 关闭</div>  |
|  | PulsePLC | 0-19 | 脉 冲<br>PLC 输<br>出 | <div>指令 Pulse PLC 添加</div> <div>地址 0 删除</div> <div>值 0</div> <div>等待延时 0 秒 关闭</div> |

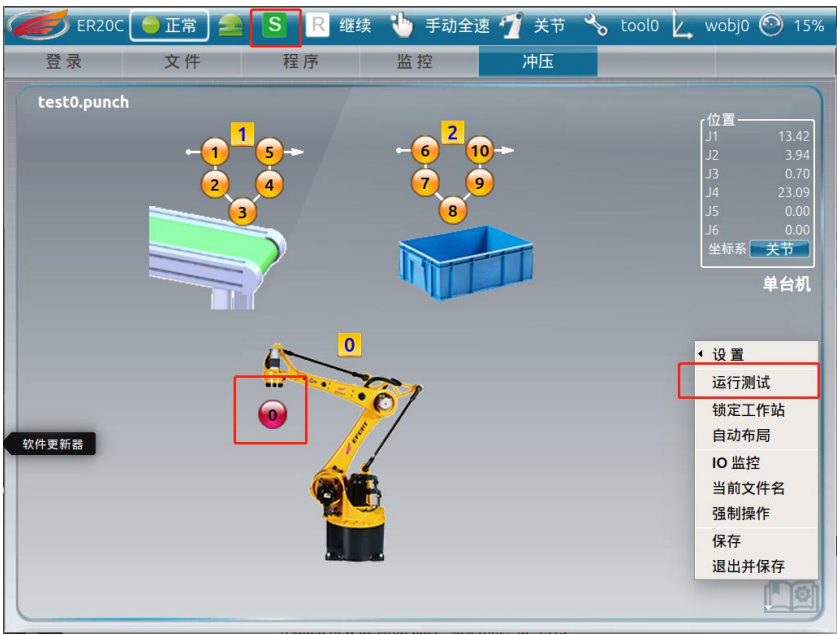
9.设置监控 IO，点击  
菜单中的“设  
置 监 控  
IO”,  
进入“IO 监控”界  
面，如图所示。

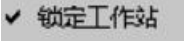


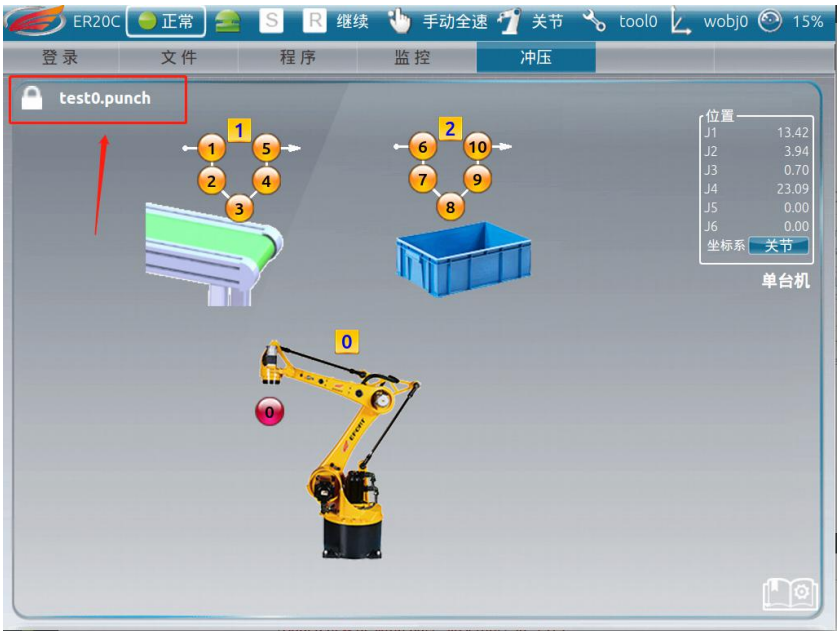
- 1) 点击任意项前的勾选框，勾选中的项在冲压“生产”界面显示对应的 IO 状态。且最多选择 10 项，超过 10 项则其他项全部变成禁止状态。
- 2) 点击“关闭”按钮，关闭当前页面，并返回冲压设置界面。

10.运行测试，在“手动低速”“手动全速”模式下按下手压开关，或者“自动模式”下按下“Mot”键，确保伺服状态为 **S**，此时点击菜单  中的“运行测试” 。

机器人将运行所有点（不包括设置的动作），只运行一次。在运行过程中，状态栏中程序运行状态为 **P**。在运行过程中，当前运行至某一点，该点会有红色标记。



11.锁定工作站，点击菜单  中的“锁定工作站”  命令，锁定工作站中的各机器人位置。



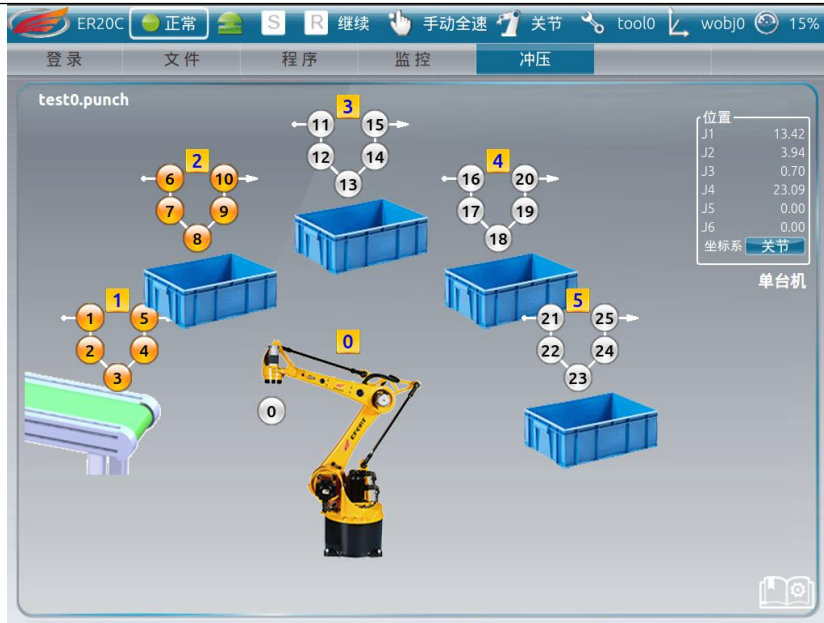
12.自动布局，点击

菜单中的“自动布局”

**自动布局**

命令，

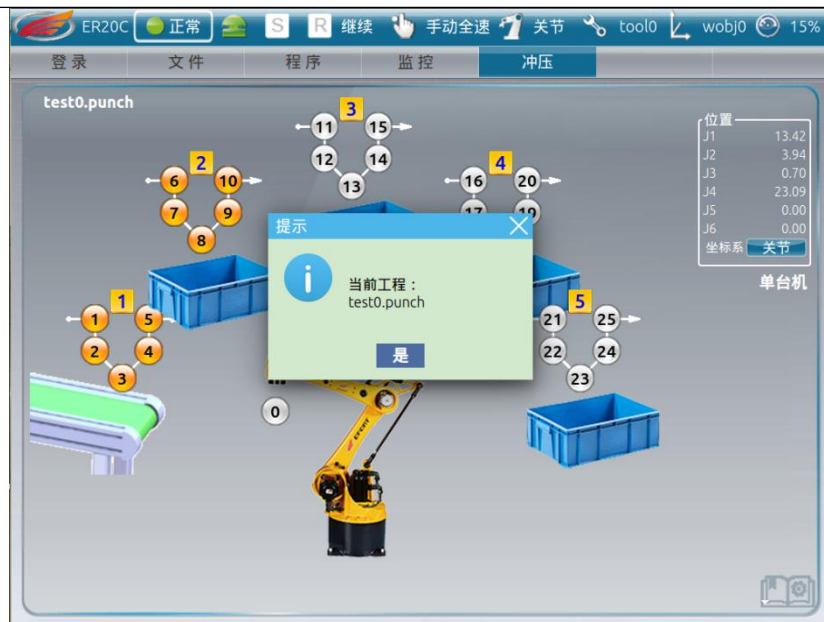
令工作站中各机器人位置自动排列，回复到出厂设置的排列位置。



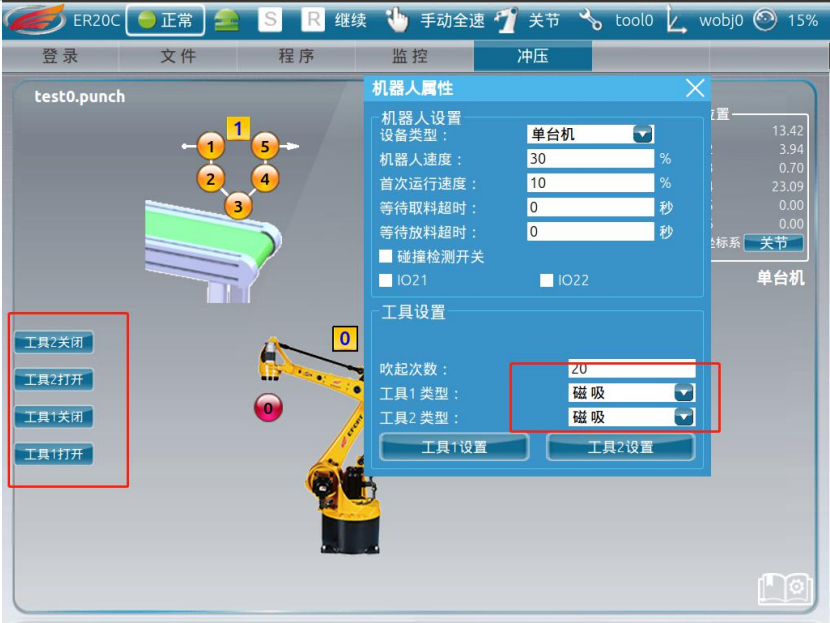
13.当前文件名，点

击菜单中的

“当前文件名”命令，弹出当前所运行文件的文件名提示框。



14.强制操作，点击菜单中的“强制操作”命令，弹出强制操作操作复选框。点击“工具1关闭”（Tool1 close），强制关闭工具1；点击“工具1打开”（Tool1 open），强制打开工具1。



15.添加点，每个工作站内的机器人路径都已经默认配置了5个点或9个点。如果需要添加在工作站之间的过渡点，那么点击工作站中的黄色圆形标号（已设置好位置），或灰色圆形标号（未设置位置），弹出添加点的操作框,如图所示。



- 1) 点击“之前添加”按钮，顺着轨迹箭头反方向的后段添加一个点。
- 2) 点击“之后添加”按钮，顺着轨迹箭头方向的前段添加一个点。
- 3) 点击空白处，或其他控件时，该操作框消失。



16. 设置点，点击路径上的某一点，弹出“点属性”界面，如图所示。



- 1) 点击“直线运动”（“Linear Move”）或者“关节运动”（“Joint Move”）的单选框，位置区域的参数变为“XYZABC”或者“J1-J6”。
- 2) 点击转弯半径，输入半径参数，更改机器人运动时转弯半径。
- 3) 勾选“碰撞检测”组框，将自动生成碰撞检测指令。true/false 下拉框，打开或关闭程序碰撞检测功能，数值 100 为程序碰撞检测系数，推荐值 100，可修改。
- 4) 点击动作区域的“编辑”下拉框，选择列表中“动作库”（“Action Library”）中的动作，选择其中一项，点击，将动作添加到动作列表（“Action List”）中，点击空白处，完成添加动作操作。  
**注意：**对于 open tool 和 close tool 两个动作，必须成对使用。若只使用其中一个指令，将会影响机器人工具下次执行动作。例如：点 1 动作 open tool，点 2 动作 close tool。
- 5) 拖动“速度”滑块，更改当前点的速度，数值也会随着拖动而变化。
- 6) 点击“示教”按钮，将机器人当前的位置记录下来（记录位置的形式根据运动类型），若该点未示教，示教后则点由灰色变成黄色。
- 7) 点击“复制”下拉框，可以选择之前的点位置作为该点的位置（该点必须被示教过）。
- 8) 点击“删除”按钮（该点时通过添加点操作而来的时候，该按钮才使能），该点从当前单元的路径上被删除。
- 9) 点击“”按钮，根据站点次序，递退到后一点属性供用户去设置信息，同理点击“”按钮，根据站点次序，递进到前一点属性供用户去设置信息。
- 10) 点击“单步”按钮（该点必须已经示教，否则将处于禁止状态），在“手动低速”“手动



“全速”模式下按下手压开关，或者“自动模式”下按下“Mot”键，确保伺服状态为 ，机器人将运行到示教位置。

17.偏移，点击路径某一点，弹出“点属性”界面，见步骤 16，点击“偏移示教”

，进入基于参考点的示教，如图所示。

点属性 (点5)

☒ 该点有效

偏移设置

参考点: 1A

| 参考点位置    | 偏移距离        |
|----------|-------------|
| J1 13.42 | 角度 dJ1 0.00 |
| J2 3.94  | 角度 dJ2 0.00 |
| J3 0.70  | 角度 dJ3 0.00 |
| J4 23.09 | 角度 dJ4 0.00 |
| J5 0.00  | 角度 dJ5 0.00 |
| J6 0.00  | 角度 dJ6 0.00 |

偏移列表

返回

在“点偏移”界面中，参考下拉菜单中选择需要参考的点。在“点属性”下部左侧参考点位置中，显示的是所选中的参考点的位置，右侧“偏移距离”可以设置偏移距离或角度。

注意：如果在参考点的点属性设置中选择的是“运动类型”中的“关节运动”，则在偏移距离中偏移的是角度值，所修改的是基于参考点关节的角度转动值；如果在参考点的点属性设置中选择的是“运动类型”中的“直线运动”，则在偏移距离中偏移的是距离值以及姿态值，即修改的是基于原参考点的位置与姿态。

注意：

- 1) 在基准点位置修改之后，偏移点位置也随之改变。如图所示，其中偏移点 4 位置随着参考点 1 的位置变动而变动。



a 参考点“1”未修改时基于参考点1的偏移点4的位置



b 参考点“1”修改后基于参考点1的偏移点“4”的位置

- 2) 在示教完偏移点之后，若在参考点的点属性设置中，修改“运动类型”，如将“直线运动”换成“关节运动”则所有基于该参考点的偏移点都将失去偏移关系，需重新进行示教。

18. 关闭，点击菜单中的“退出并保存”，弹出提示“保存改变并传输文件？”消息框，如图所示。



- 1) 若点击“是”，则保存更改,并弹出消息框“请将机器人移动至安全区域再进行生产！”，再点击“是”可退出当前页面。若有点未示教，则在退出之前，会弹出相应的警告消息框，点击“是”不可以退出当前界面。
- 2) 若点击“否”，则不保存更改，退出当前界面，返回冲压功能初始界面。若有点未示教，则在退出之前，会弹出相应的警告消息框，点击“是”依然可以退出当前界面。
- 3) 若点击“取消”，消息框消失，无任何其他事件发生。

18.3 生产界面

生产界面主要用做生产时的信息实时监控，包括机器人运动路径的监控、重置日/月/总产量、强制取放料、设置 I/O 监控以及生产信息显示。

表 18-2 冲压生产操作步骤

| 步骤                                                                                                                                                               | 图示                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|------|------|------|-----|-----|---|-----|---|-----|------|------|---|------|---|
| 1. 在关闭设置界面后，返回冲压功能界面，再点击“生产”图标，进入生产界面。                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 2.生产监控，如图所示，界面上的信号监控，显示的是在设置界面中设置监控 IO 中的所选项。 <p>右侧的生产信息中，上电时间表示抱闸打开的持续时间，一旦抱闸关闭该时间清零；持续运行时间，机器人持续运行此程序的时间，一旦机器人停止运行程序，该时间也会清零。</p> <p>界面中的点以及工作单元序号图标均不可编辑。</p> |  <table><caption>IO 监控</caption><tr><th>输入</th><th>状态</th><th>描述</th><th>输出</th><th>状态</th><th>描述</th></tr><tr><td>本地</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td></tr><tr><td>DI1</td><td>●</td><td>---</td><td>DO1</td><td>●</td><td>---</td></tr><tr><td>DI2</td><td>○</td><td>---</td><td>DO2</td><td>●</td><td>---</td></tr><tr><td>DI3</td><td>○</td><td>---</td><td>DO3</td><td>○</td><td>---</td></tr><tr><td>DI4</td><td>○</td><td>---</td><td>DO4</td><td>○</td><td>---</td></tr><tr><td>DI5</td><td>●</td><td>---</td><td>DO5</td><td>○</td><td>---</td></tr><tr><td>DI6</td><td>●</td><td>---</td><td>DO6</td><td>○</td><td>---</td></tr><tr><td>DI7</td><td>○</td><td>---</td><td>DO7</td><td>○</td><td>---</td></tr><tr><td>DI8</td><td>○</td><td>---</td><td>DO8</td><td>○</td><td>---</td></tr></table> <div><b>生产信息</b><table><tr><td>循环时间</td><td>0.00</td></tr><tr><td>班次产量</td><td>538</td></tr><tr><td>日产量</td><td>2</td></tr><tr><td>月产量</td><td>2</td></tr><tr><td>总产量</td><td>6865</td></tr><tr><td>上电时间</td><td>0</td></tr><tr><td>持续时间</td><td>0</td></tr></table><p>单台机</p></div> | 输入  | 状态  | 描述  | 输出  | 状态 | 描述 | 本地 | --- | --- | --- | --- | --- | DI1 | ● | --- | DO1 | ● | --- | DI2 | ○ | --- | DO2 | ● | --- | DI3 | ○ | --- | DO3 | ○ | --- | DI4 | ○ | --- | DO4 | ○ | --- | DI5 | ● | --- | DO5 | ○ | --- | DI6 | ● | --- | DO6 | ○ | --- | DI7 | ○ | --- | DO7 | ○ | --- | DI8 | ○ | --- | DO8 | ○ | --- | 循环时间 | 0.00 | 班次产量 | 538 | 日产量 | 2 | 月产量 | 2 | 总产量 | 6865 | 上电时间 | 0 | 持续时间 | 0 |
| 输入                                                                                                                                                               | 状态                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 描述  | 输出  | 状态  | 描述  |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 本地                                                                                                                                                               | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | --- | --- | --- | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI1                                                                                                                                                              | ●                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO1 | ●   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI2                                                                                                                                                              | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO2 | ●   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI3                                                                                                                                                              | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO3 | ○   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI4                                                                                                                                                              | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO4 | ○   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI5                                                                                                                                                              | ●                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO5 | ○   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI6                                                                                                                                                              | ●                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO6 | ○   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI7                                                                                                                                                              | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO7 | ○   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| DI8                                                                                                                                                              | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | --- | DO8 | ○   | --- |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 循环时间                                                                                                                                                             | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 班次产量                                                                                                                                                             | 538                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 日产量                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 月产量                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 总产量                                                                                                                                                              | 6865                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 上电时间                                                                                                                                                             | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |
| 持续时间                                                                                                                                                             | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |     |   |     |      |      |      |     |     |   |     |   |     |      |      |   |      |   |

## 3.重置日产量，点击

菜单中的“重置”命令下的“重置日产量”，弹出“确定重置当日产量吗？”的消息框，如图所示。点击“是”，则在生产界面中显示的日产量数值将被清零；点击“否”，消息框消失，日产量数值将不被清零。



## 4.重置月产量，点击

菜单中的“重置”命令下的“重置月产量”，弹出“确定重置当月产量吗？”的消息框，如图所示。点击“是”，则在生产界面中显示的月产量数值将被清零；点击“否”，消息框消失，月产量数值将不被清零。



5.重置总产量，点击

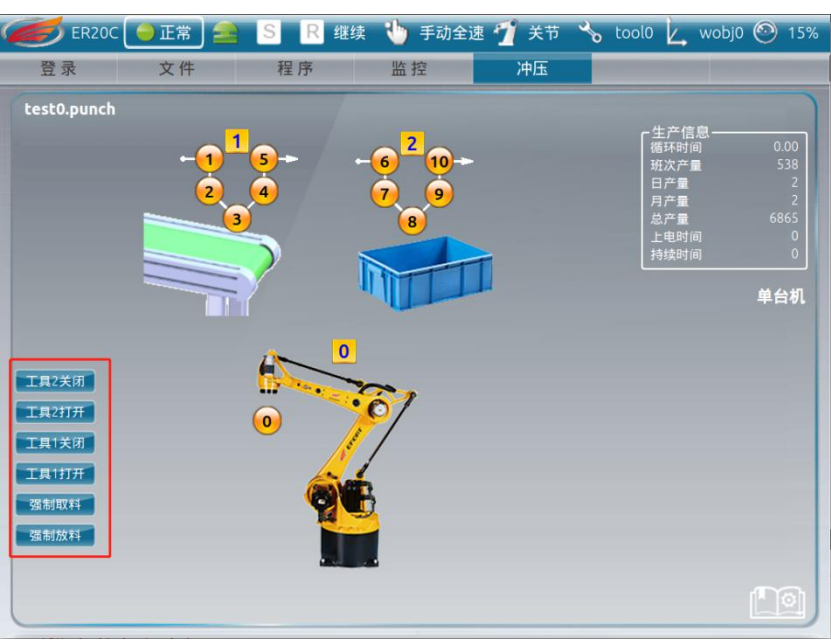
菜单中的“重置”命令下的“重置总产量”，弹出“确定重置总产量吗？”的消息框，如图所示。点击“是”，则在生产界面中显示的总产量数值将被清零；点击“否”，消息框消失，总产量数值将不被清零。



6.强制操作，点击菜

单中的“强制操作”命令，弹出强制操作操作复选框。点击“工具1关闭”（Tool1 close），强制关闭工具1；点击“工具1打开”（Tool1 open），强制打开工具1；点击“强制取料”，强制

机器人从上台冲压或传送带上取料；点击“强制放料”，强制





7.运行生产，点击“**Start**”键，开始运行 punch 程序。

若按下时，没有将钥匙开关拨至自动模式，且未按下“**Mot**”键将伺服状态未变为 ，会出现以下消息框，如图所示。若当前已是自动模式，且已按下“**Mot**”键将伺服状态未变为 ，此时再按下“**Start**”键，上面的消息框消失，且冲压程序开始运行。

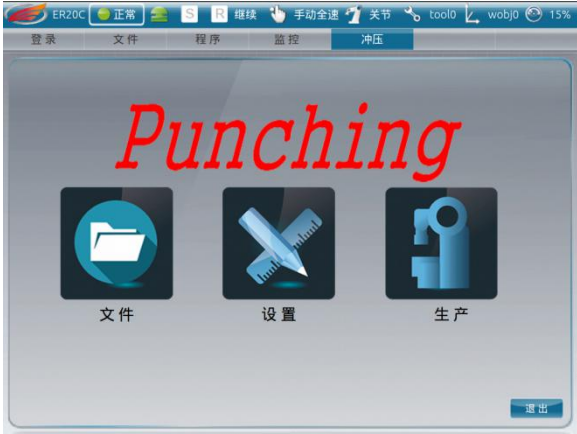
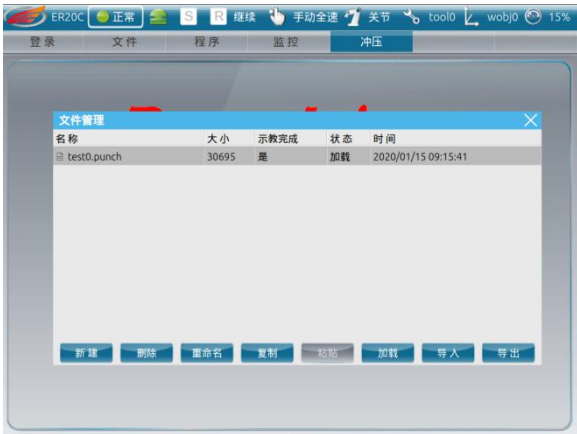
点击消息框中的“**确定**”，消息框也会消失。

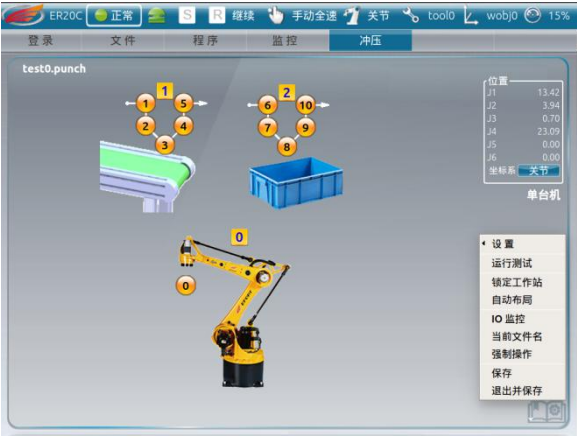




## 18.4 冲压软件开机操作

表 18-3 冲压开机操作步骤

| 步骤                                                               | 图示                                                                                  | 说明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.先进入桌面，点击“冲压”图标,进入冲压功能界面，如图所示。                                  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2.点击“文件”图标，进入文件管理界面，选中需要运行文件，点击“加载”（“Load”）按钮，然后点击右上角叉号退出“文件管理”。 |  | <p>1)新建文件</p> <p>点击“文件”图标，进入文件管理界面，点击下部按钮“新建”，新建文件，输入文件名，点击“Yes”，完成文件创建操作。</p> <p>2)删除文件</p> <p>点击“文件”图标，进入文件管理界面，点击下部按钮“删除”，弹出“确定删除文件吗”对话框，点击“是”，完成删除操作。</p> <p>3)导入文件</p> <p>插入U盘，点击下部按钮“导入”，弹出文件对话框，如下图所示，选择需要导入文件，点击“打开”，弹出确认对话框，点击“是”，完成导入操作。</p> <p>4)导出操作</p> <p>插入U盘，选中文件，点击下部按钮“导出”，弹出“确认要导出选中文件吗”对话框，点击“是”，</p> |

|                                                                                 |                                                                                     |         |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                 |                                                                                     | 完成导出操作。 |
| 3.点击“设置”图标，进入步骤 2 所选定冲压文件的设置界面。然后点击界面右下角菜单按钮，选择最后一项关闭，如图所示，选择保存设置，再确定进入机器人安全区域。 |   |         |
| 4.最后进入生产界面，如图所示，按第三章内容运行生产操作。                                                   |  |         |

18.5 多机连线

在冲压客户现场，大多数工艺场合需要多台压机，机器人，等输送设备组成生产线，为了解决现场人员 PLC 编程困难问题，此功能包增加了多机连线设置运行功能，无需 PLC 编程，只需客户按以下内容设置连线即可。

18.5.1 设置

18.5.1.1 机器人工作模式设置

点击设置，选择设置单元进入机器人单机、多机选择，如图 18-1 所示



图 18-1 设置单元

18.5.1.1.1 机器人工作模式首台机动作设置

在设置界面，点击界面下方机器人站的“0”按键，进入机器人属性设置界面，在“设备类型”下拉菜单中选择“首台机”（First Machine）命令，点击空白处返回，机器人工作模式将变成首台机状态。如图 18-2 所示。

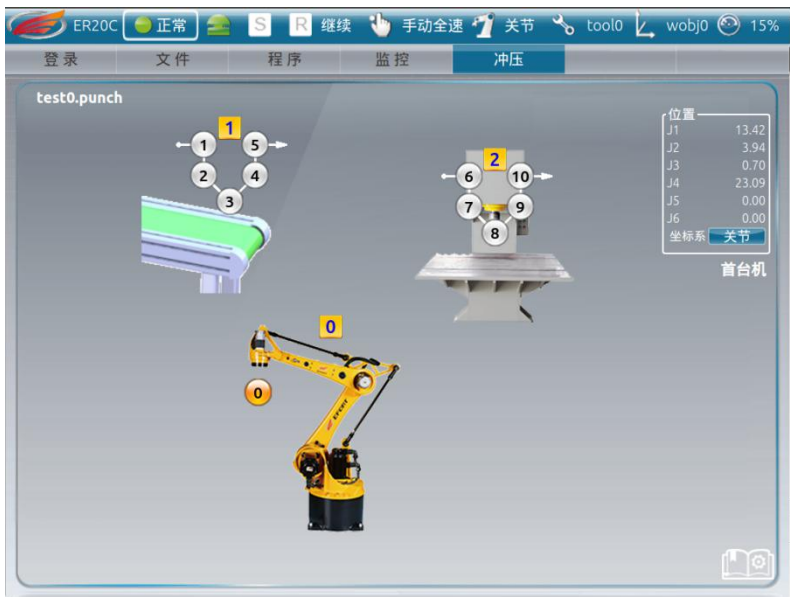


图 18-2 首台机界面

进入设置动作界面，动作设置名称有若干动作名称，分别为：Close Tool, Detect Tool, Blow Air, WaitGetPart, Open Tool, WaitPutPart, GetPartDone, PutPartDone。在机器人工作类型不同情况下，其下发指令内容都不同。



图 18-3 设置动作

- 1) Close Tool 表示首台机强制关闭气嘴或其他末端工具。
- 2) Detect Tool 表示首台机检测工具工作状态。
- 3) Blow Air 表示首台机末端工具进行吹气操作。
- 4) WaitGetPart 表示首台机等待取料信号。
- 5) WaitPutPart 表示首台机等待放料信号。
- 6) GetPartDone 表示首台机取料结束。
- 7) PutPartDone 表示首台机放料结束，发送压机启动信号，并检测压机工作状态，压机工作完成后，发送信号给下一台机器人。

**注意：**这里的取料延时设置对 detect tool 动作有效，放料延时设置对 Close Tool 动作有效。

**例如：**设置点 3 动作，打开工具 1 并延时，可对机器人和点 3 做如下设置



图 18-4 点 3 设置

#### 18.5.1.1.2 机器人工作模式中间机设置

在设置界面，点击界面下方机器人站的“0”按键，进入机器人属性设置界面，在“设备类型”下拉菜单中选择“中间机”（Mid Machine）命令，点击空白处返回，机器人工作模式将变成中间机状态，如图 18-5 所示。

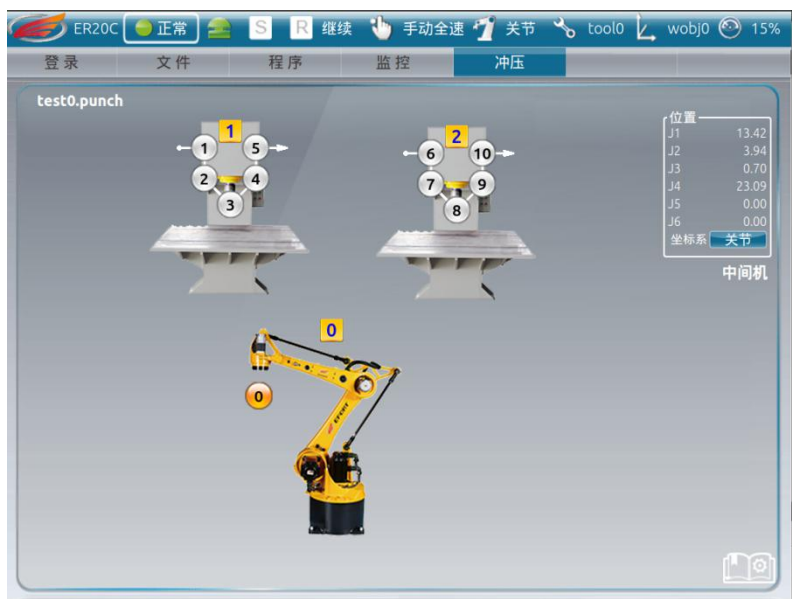


图 18-5 中间机界面

进入设置动作界面，动作设置名称有四个固定动作名称，分别：WaitGetPart，GetPartDone，WaitPutPart，PutPartDone。如图 18-6 所示，在机器人工作类型不同情况下，其下发指令内容都不同



图 18-6 动作设置界面

- 1) WaitGetPart 表示中间机等待取料信号。
- 2) GetPartDone 表示中间机取料结束，发送信号给上一台机器人。
- 3) WaitPutPart 表示中间机等待放料信号。
- 4) PutPartDone 表示中间机放料结束，发送压机启动信号，并检测压机工作状态，压机工作完成后，发送信号给下一台机器人。

#### 18.5.1.1.3 机器人工作模式末端机设置

如果机器人工作模式选择为末端机，保存后返回设置主界面，机器人工作类型改变为末端机如图 18-7 所示

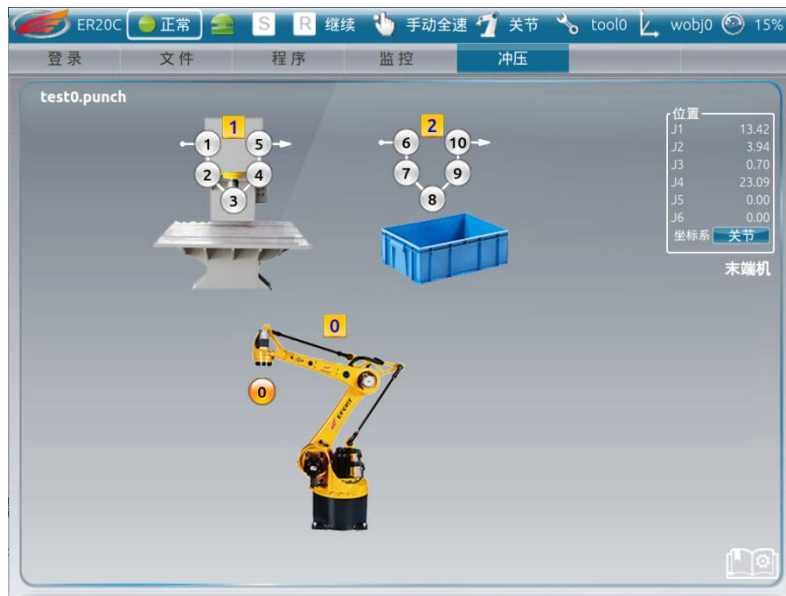


图 18-7 末端机界面

进入设置动作界面，动作设置名称有四个固定动作名称，分别：WaitGetPart，WaitPutPart，GetPartDone，PutPartDone。在机器人工作类型不同情况下，其下发指令内容都不同。



图 18-8 动作设置界面

- 1) WaitGetPart 表示末端机等待取料信号。
- 2) WaitPutPart 表示末端机等待发送放料信号。
- 3) GetPartDone 表示末端机取料结束，发送信号给上一台机器人。



18.5.1.2 机器人模式取料工具设置



图 18-9 取料工具设置

如图 18-9 所示，进入设置界面后，在“单台机”下点击机器人站的“0”按键可以看到机器人属性，可以在“工具 1 类型”和“工具 2 类型”右侧的下拉菜单里选择所要使用的工具。



图 18-10 工具属性设置

如图 18-10 所示，这里以工具为“气嘴”为例，点击“工具 1 设置”可以对“气嘴”的真空压力信号、破真空信号、延时进行设置。

- 1) 真空压力信号：机器人在取料的时候会等待真空压力信号，如果这个压力信号超过设置时间没有收到，则触发工具报警。同理，在放料时，该信号应在设置时间内消失。
- 2) 破真空信号：放料时，破真空。
- 3) 延时设置：取料完成或放料完成后，延时设置时间后再运动。

### 18.5.1.3 机器人模式是否启动冲压设置



图 18-11 冲压启动设置

这里以末端机为例，点击“1”按键进入图 18-11，在“设置”图标的左边可以通过看是否打钩来判断是否启动冲压设置。

### 18.5.1.4 机器人压机设置



图 18-12 压机设置

在如图 18-2 所示，可以对压机“冲压脉冲”、“压机单次模式”等参数操作进行设置

常见错误操作：

如果此时将冲压脉冲设置 1s，最小间隔设置 2s，最大间隔设置 5s，点击退出并保存时会出现如下图提示框，提示“冲压机的时间参数错误。冲压时间需介于最小冲压时间与最大冲压时间之间。请检查”。



图 18-13 弹框信息

原因在于压机动作设置为 1s，机器人通过检测压机信号，发现压机动作时间未在允许范围之内，产生提示。

解决方案：将冲压脉冲时间设置在最小与最大允许范围之内。

18.5.1.5 IO 配置信息

表 18-4 IO 配置信息

| 模块   | 输入端口号 | 定义           | 备注 | 输出端口号 | 定义       | 备注                     |
|------|-------|--------------|----|-------|----------|------------------------|
| 本地   | 1     | 急停           |    | 1     | STO      |                        |
|      | 2     | 手压伺服         |    | 2     | STO      |                        |
|      | 3     | 钥匙开关         |    | 3     | 故障状态     |                        |
|      | 4     | 钥匙开关         |    | 4     | 正常运行状态   |                        |
|      | 5     | 手压伺服         |    | 5     |          |                        |
|      | 6     | 急停           |    | 6     |          |                        |
|      | 7     |              |    | 7     |          |                        |
|      | 8     |              |    | 8     |          |                        |
| 扩展 1 | 9     | 工具 1 有件或真空检测 |    | 9     | 工具 1 动作  |                        |
|      | 10    | 工具 2 有件或真空检测 |    | 10    | 工具 2 动作  |                        |
|      | 11    | 取料允许         |    | 11    | 允许取料     |                        |
|      | 12    | 放料允许         |    | 12    | 允许放料     |                        |
|      | 13    | 前站上死点        |    | 13    | 冲床动作     |                        |
|      | 14    | 本站上死点        |    | 14    | 冲床急停     |                        |
|      | 15    | 冲床急停         |    | 15    | 吸盘 1 破真空 |                        |
|      | 16    | 双张检测         |    | 16    | 吸盘 2 破真空 |                        |
| 扩展 2 | 17    | 冲床单次模式       |    | 17    | 翻转台动作    |                        |
|      | 18    | 翻转台完成        |    | 18    | 拆垛完成     |                        |
|      | 19    |              |    | 19    | 码垛完成     | 当使用传送带时，启用传送带运动控制 IO 信 |

| 号 |    |       |                            |    |        | 号                       |
|---|----|-------|----------------------------|----|--------|-------------------------|
|   | 20 | 远程伺服  | 当使用传送带时，启用传送带夹具具有料检测 IO 信号 | 20 | 定位装置动作 | 当使用传送带时，启用传送带夹具控制 IO 信号 |
|   | 21 | 远程启动  |                            | 21 |        |                         |
|   | 22 | 远程暂停  |                            | 22 |        |                         |
|   | 23 | 远程清报警 |                            | 23 |        |                         |
|   | 24 | 远程急停  |                            | 24 |        |                         |

备注：

- 1) 蓝色部分表示已固定的 IO 端口；
- 2) 橙色部分表示启用冲压冲压功能时所占用的 IO 端口；
- 3) 绿色部分表示启用远程 IO 控制时所占用的 IO 端口；（操作：在示教器上的任务栏：设置——远程 IO 控制中可以确定是否需要激活该功能）；
- 4) 红色部分表示同时启用两个功能时 IO 端口共用产生冲突，在使用前一定要确认只能使用一种功能；
- 5) 空白的 IO 端口可以自定义使用。

## 18.5.2 多机连线基本操作

上伺服，点击示教器上的“Start”按钮，运行程序。

若处于测试阶段则点击 force get，通过点 1，

当抓取工具为磁吸和气嘴：



图 18-14 冲压主界面

点 2，工具打开动作，

点 3，检测工具打开，

具体设置如图 18-15 所示：



图 18-15 工具抓取操作设置

根据工具 1 设置的属性，机器人运动到点 3 后，工具 1 延时设定取料延时 4 秒，再检测真空信号，若 3 秒内没接受到信号，则会出现如图 18-16 报错。

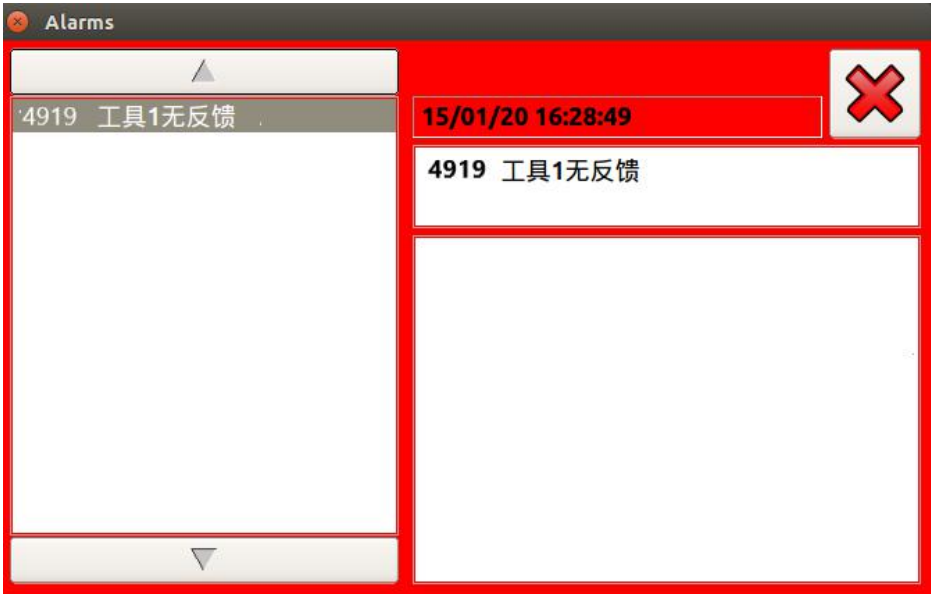


图 18-16 报警信息

清除报警，通过强制真空信号关联的 EXDI[1]和 EXDI[2]高电平,点击示教器"Start"按钮继续运行。工具 1 延时 4 秒后，因为真空信号 EXDI[1]已强制，即完成检测工具打开动作。

运行点 4、5 至点 6，检测压机信号，若测试阶段则点击 force put，强制机器人放物料。

运行至点 7-8,在第 8 点时，放下物料，继续运行至 9-10 点。

在 8 点时，若出现图 34 报警。在清除报警后，通过强制真空信号关联的 EXDI[1]和 EXDI[2]低电平,点击示教器"Start"按钮继续运行。工具 1 延时 6 秒后，因为真空信号 EXDI[1]已强制，然后破

真空 5 秒，即完成检测工具打开动作。

**注意：**

当机器人运行至 8 点过程中，若压机发生突然落下、压机未及时返回至最高点等压机未在正常上停滞点情况或手动强制 exdo【5】=1 时，会出现如图 18-17 报警——“冲压机上死点丢失”。



图 18-17 报警信息

当抓取工具为气抓时：

点击 Force get，通过 1-2 点，

至点 3 时，气抓打开，抓取物料，继续运行 4-5，

至点 6-7-8-9-10，同上。

## 18.6 码垛

在冲压完成后，本控制系统综合市面上已有工业机器人的界面设计缺陷，将码垛与冲压放在一起，用户可以在完成冲压后，在操作界面上选择将物料放入物料框中或者将物料按一定顺序堆叠起来。

### 18.6.1 设置界面

如上五章所示内容，在文件中选择需要加载的程序，点击“加载”，进入“设置”界面。点击“菜单”中的“设置”——“设置单元”命令，如图 18-18 所示，点击“Pallet”，选择向右箭头，将“Pallet”放入右边方框中，退出。如图 18-19 所示，为添加码垛指令界面。从 0 点到 5 点，对机器人从原点到冲压上下料过程进行轨迹规划，步骤同前 5 章内容。点击码垛上方“2”按键，对码垛进行相关参数设置。





图 18-18 加载码垛单元



图 18-19 码垛示意图

### 18.6.2 码垛参数设置

如图 18-20 所示，为码垛参数相关设置

图 18-20 码垛参数设置

堆数：对需要的堆数进行设置，如果需要码成三垛，则设置为 3。

层数：每个码垛堆所有的层数，如果需要每堆码成 3 层，则设置为 3。

X 方向偏移：每码一层后，下一次码垛在 x 方向较上次偏移的数值（注意：单位是毫米）

Y 方向偏移：每码一层后，下一次码垛在 y 方向较上次偏移的数值

Z 方向偏移：每码一层后，下一次码垛在 z 方向较上次偏移的数值，一般设置为物料的高度，以避免机器人末端抓手碰到所码的垛。

码垛完成输出脉宽：在码垛动作完成后，向外输出高电平，表示已完成动作。

堆号：对当前堆号进行设置，如果堆号选择 2，则代表对第二个码垛堆进行设置（注意：该堆号设置只是针对于下面的起始层而言，对上方的“参数设置”没有作用）

起始层：从第几层开始码垛。如果设置为 2，则是从第二层开始码，第一层跳过。

#### 18.6.2.1 码垛点的示教

在“设置”界面，如果在参数设置中设置为 3 堆物料则在码垛图片下方界面中会显示 1/3 图样，表示需要码 3 堆，当前是第一堆。如图 18-21 显示，在第一堆显示图片上显示 6-7-8-9-16，在第二堆显示图片上显示 6-10-11-12-16，在第三堆显示图片上显示 6-13-14-15-16。

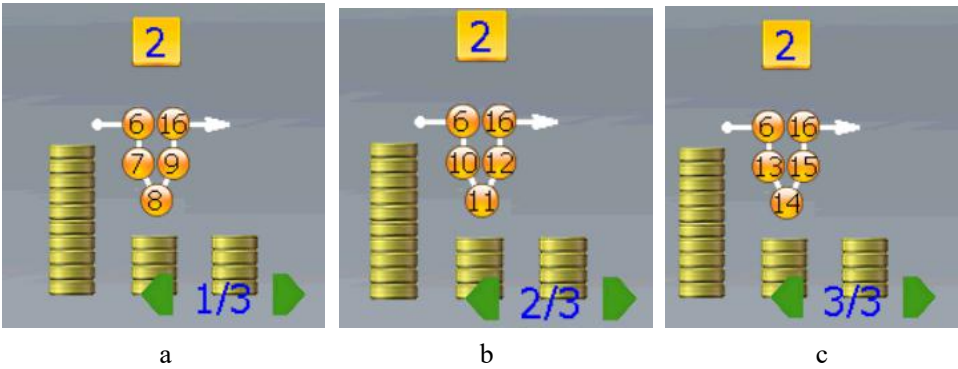


图 18-21 码垛点示意图

- 其中 6 点为放料等待点
- 7 点为放料上方点，表示进入码垛区域，区别于 8 点放料点的另外一个点。10、13 同 7 点
- 8 点为放料点，表示准备放料的点，为实际放料的点位置。11、14 同 8 点
- 9 点为放料上方点，12、15 同 9 点
- 16 点为放料结束点。

拆垛原理同码垛原理，不同点主要集中于：码垛是将物料码上去，而拆垛是将物料从码垛堆中搬下来。故，在执行拆垛指令时，机器人在搬完一层后，向下偏移，搬运下一层的物料。

18.6.3 码垛运动路径

在设置好相关参数后，对每一堆的路径进行示教（方法同冲压点的示教），退出设置界面，进入生产界面。将开关转到自动模式，按下“mot”键，点击“start”，机器人开始运动。

机器人将物料从压机上拿取，默认从第一层开始码垛（如果希望可以跳过第一层，则可以在“设置”中“堆设置”中对“起始层”进行设置），每完成一层的码垛，下一次码垛将在 z 方向自动向上加 z 轴偏移量（注：若在“设置”界面的码垛站属性中对 X、Y 偏移量进行参数调整，则在运行过程中如同 z 方向偏移一样，在完成一层码垛后，下次码垛时，会在所调整的 X、Y 方向上自动产生偏移量。）。通俗来说，若设置 x=3, y=2, z=1，则码垛时每完成一次动作，执行下一次动作时，机器人抓手会自动在 x 方向偏移 3 个单位、在 y 方向偏移 2 个单位、在 z 方向即垂直于码垛平面的方向偏移 1 个单位，在完成第一堆的码垛后，转到第二堆，在码垛图标下部会显示 2/3 表示已进入第二堆的码垛程序，开始码垛，以此类推，完成整个码垛操作。

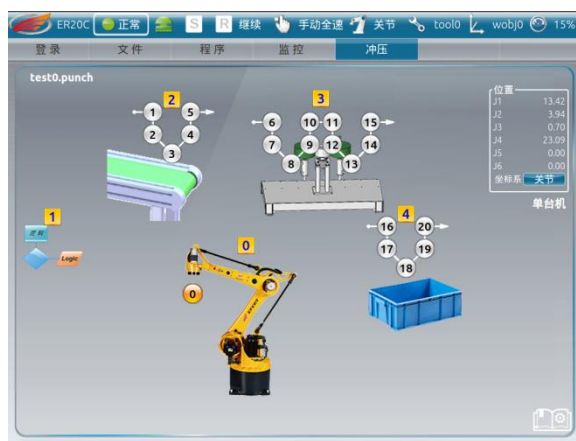
18.7 传送带-打磨/抛光工艺

此功能主要为客户解决打磨/抛光工艺。根据工艺要求，本例中工具在各个关键点的动作顺序为：点 1 等待取料，点 3 工具 1 取料，点 5 工具 1 取料完成；逻辑判断：进入工作站 3 或 4，执行取料、放料动作；逻辑动作完成，进入工作站 5，工件放入物料框。机器人末端设置多个工具，在相应位置执行对应动作，具体操作流程如下：

表 18-5 冲压打磨/抛光工艺操作步骤

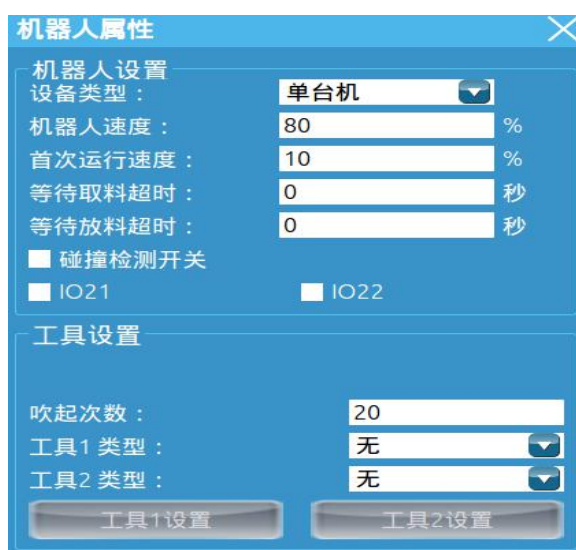
| 步骤 | 图示 | 说明 |
|----|----|----|
|----|----|----|

## 1. 添加工作站并示教关键点



添加 robot (机器人)、logic (逻辑控制)、conveyor (传送带)、polisher (打磨/抛光机)、output (物料框) 等工作站单元, 如图所示。刚添加的工作站, 由于关键点没有示教, 因此关键代表的颜色为灰色。示教每个工作站中机器人末端位置, 使得个关键点的颜色为黄色。

## 2. 设置工作站属性。每个工作站上方方框内的数字 0 表示工作站在该工程中的顺序。点击工作站数字, 即可进入工作站属性设置。



a. 点击机器人 (robot) 上方的数字 0, 进入机器人属性设置, 如图所示。由于工具在后续已自定义形式设置, 这里工具类型选择 None, 设备类型选择单台机。

b. 点击传送带 (conveyor) 上方的数字 1, 进入传送带属性设置, 如图所示。

c. 点击逻辑站 (logic) 上方的数字 2, 进入逻辑设置, 如图所示。逻辑站主要采用 IF—ELSE—ENDIF 结构。将内部/外部输入信号作为判断条件, 机器人根据逻辑对多个工作站工作。

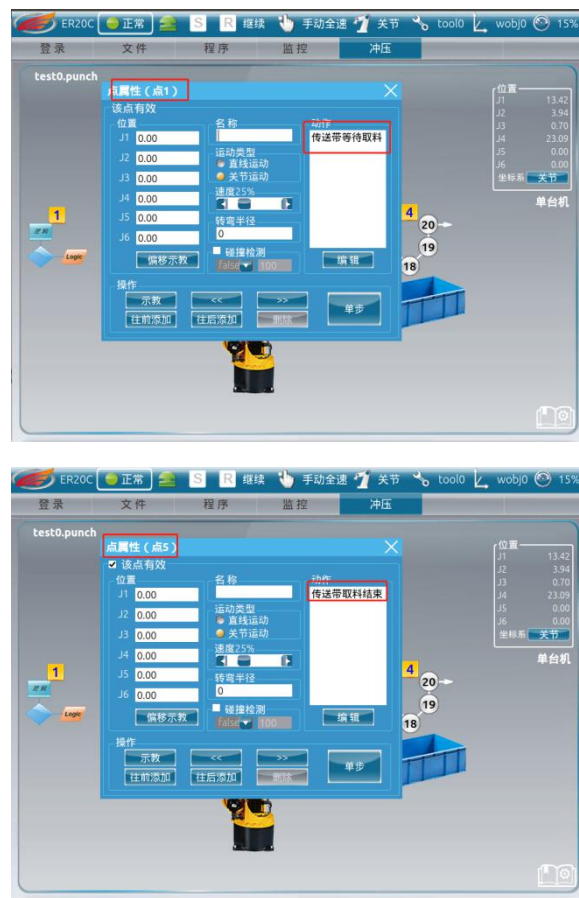
d. 点击打磨/抛光站 (polisher) 进入站属性设置, 如图所示。None——屏蔽属性设置; shield polisher——屏蔽工作站; condition——工作站条件设置。选择 condition 选项, 可分别激活 Wait (等待输入信号) 和 IF (逻辑控制)。

**注:** 逻辑站与抛光站均有逻辑判断, 逻辑站包含抛

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                            |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <div><div><div>逻辑站属性</div><div><div><div><div><div><input checked="" type="checkbox"/> 等待输入信号</div><div><div>Local</div><div>di1</div><div>=</div><div>1</div></div><div>OR</div><div><div>Ex1</div><div>di1</div><div>=</div><div>1</div></div></div></div><div><div><input checked="" type="checkbox"/> IF 条件</div><div><div><div><div><input type="checkbox"/> 标记 : 0</div><div><div>Ex1</div><div>di2</div><div>=</div><div>1</div></div><div>OR</div><div><div>Local</div><div>di2</div><div>=</div><div>0</div></div></div></div><div>进入站 = 4 标记 : 1</div><div>ELSE</div><div>进入站 = 3 标记 : 0</div></div></div></div><div><div>抛光/打磨机属性</div><div><div><div>条件设置</div><div><div><input type="radio"/> 无属性</div><div><input type="radio"/> 屏蔽抛光/打磨机</div><div><input checked="" type="radio"/> 条件判断</div></div><div><div><input type="checkbox"/> 等待输入信号</div><div><div><div><div><div>Local</div><div>di1</div><div>=</div><div>0</div></div><div>None</div></div><div><div>Local</div><div>di1</div><div>=</div><div>0</div></div></div></div><div><div><input checked="" type="checkbox"/> IF</div><div><div><div><div><div>Local</div><div>di1</div><div>=</div><div>1</div></div><div>None</div></div><div><div>Local</div><div>di1</div><div>=</div><div>1</div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div> | <p>光站，具体的结构如下：</p> <p>IF ( condition 1 )<br/>//IF_ELSE-END_IF 结构，由逻辑站控制</p> <p>IF ( condition 2 )<br/>//IF-END_IF 结构，由打磨/抛光站控制</p> <p>执行 1;<br/>END_IF<br/>ELSE<br/>IF ( condition 3 )<br/>执行 2;<br/>END_IF<br/>END_IF</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



### 3.关键动作设置。关键动作设置。



根据工艺要求，机器人末端在传送带上方需要等待传送带信号，因此，在关键点 1 设置动作 ConveyorWaitGetPart（等待获取工件，Di[20]，外置第二 i/o 的第 4 输入口），在关键点 5 设置动作 ConveyorGetPartDone（工件获取完成，D0[20]，外置第二 i/o 的第 4 输出口）。

### 4.关键点工具动作自定义设置。



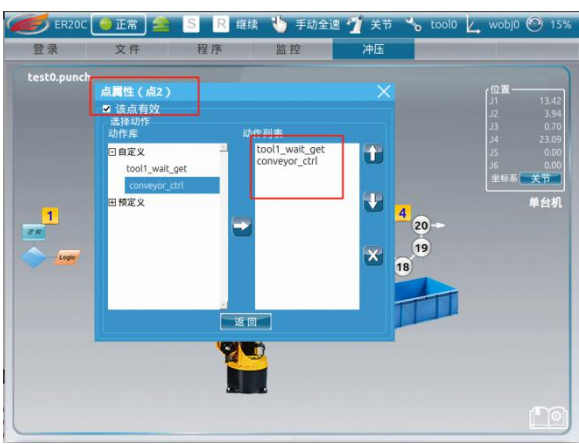
在冲压功能包里，点击“设置-动作设置”进入动作设置界面。这里包含了系统预先设定的动作，也可以自定义动作。如图所示，自定义动作 tool1\_wait\_get 包含的指令有信号输出、延时等。

对点 2 添加相应的动作，本例中添加的动作有 tool1\_wait\_get 和 conveyor\_ctrl，分别表示工具 1 等待获取和传送带停止运动。

其余各关键点处需要根据具体工艺要求，添加系统预设动作或自定义动作，以完成全部工艺过程。

设置完以上步骤，经运行测试后确保各关键点





示教正确并机器人动作无误，即可进入生产模式循环运行。

**注：**I/O 口信号设置具有灵活性，需要根据现场情况做具体分配，本例中 I/O 分配不做具体规定。

## 第 19 章 故障处理

### 19.1 本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人控制器故障处理、驱动器故障处理及程序运行故障处理。

### 19.2 控制器故障处理

点击状态栏的“系统状态”按钮，可以查看系统的事件，包括操作信息、报警信息等等。



图 19-1 系统登录界面

#### 19.2.1 查看事件日志

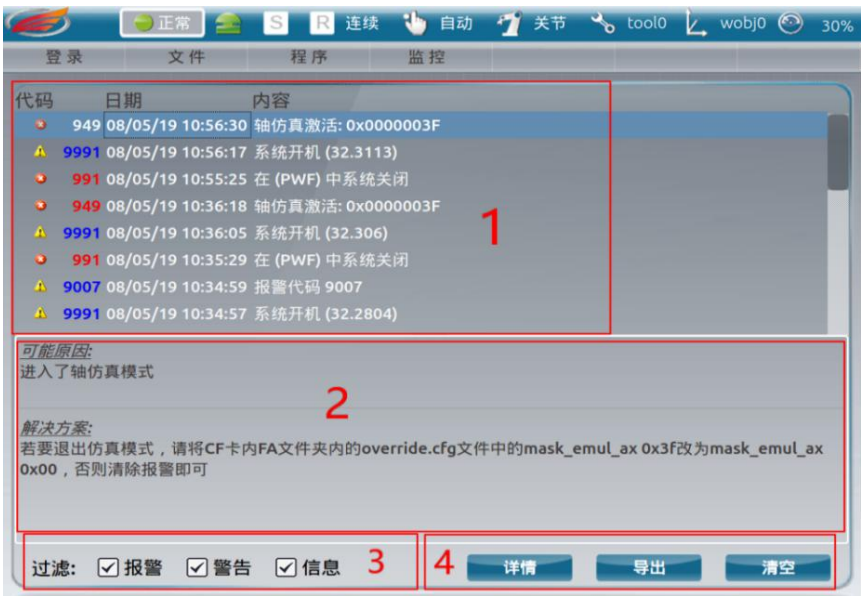


图 19-2 事件日志界面

1. 事件日志显示区域。显示事件的相关代码、产生日期以及内容。
2. 事件说明区域。显示指定事件的产生的原因以及给出的解决方法。
3. 筛选区域。通过勾选不同的事件类型，显示区域显示不同的事件。例如，值勾选报警的选项，信息显示区值显示记录的所有报警。
4. 操作区。包括查看详情、保存日志和清空日志。
  - 1) 通过点击“详情”按钮，可以显示或者隐藏事件说明区域。



图 19-3 事件日志详情界面

- 2) 通过点击“导出”按钮，可将当前所有日志保存至 U 盘中。
- 3) 通过点击“清空”按钮，可将当前所有日志清空。

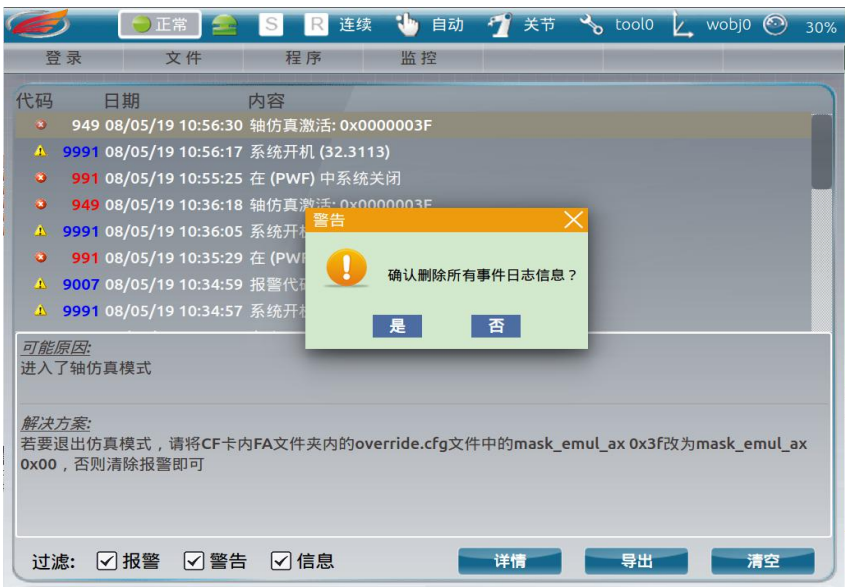


图 19-4 清空事件日志操作

## 19.2.2 控制器的故障处理

控制器的故障处理方法可按照事件说明区域给出解决办法进行处理，或参考附录 1。

## 19.3 驱动器故障处理

在任务栏的“监控”菜单下点击“驱动器”按钮，进入到驱动器监控界面。这里显示了各轴的驱动的状态，是否有报警以及报警的描述。常见的驱动器报警请查看附录 2。



图 19-5 驱动器监控界面

## 19.4 程序运行故障处理

程序运行报警在程序编辑界面的日志中可以查看。

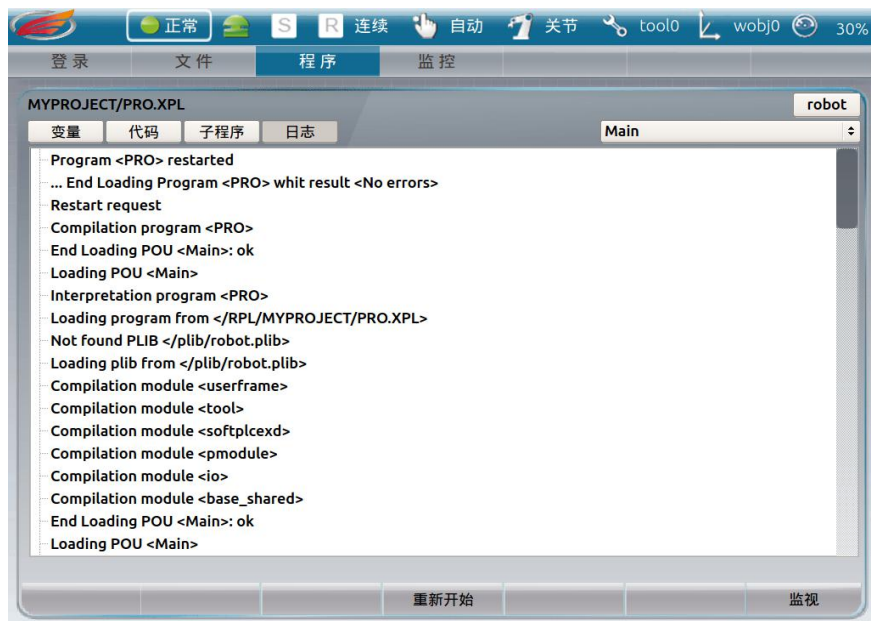


图 19-6 程序运行日志界面

## 附录 1 控制器报警及警告

### 1.1 控制器报警

#### 1.1.1 系统报警(1-999)

##### 1.1.1.1 Alarm 1

**故障描述:** 可保持用户寄存器值异常

**故障原因:** 可保持用户寄存器读取值与上次关机前不一致

**处理建议:** 如果在控制器通电时发生警报, 请持续按压控制器上的 ADV 红色按钮, 并重启。

##### 1.1.1.2 Alarm 2

**故障描述:** 可保持参数寄存器值异常

**故障原因:** 可保持参数寄存器读取值与上次关机前不一致

**处理建议:** 如果在控制器通电时发生警报, 请持续按压控制器上的 ADV 红色按钮, 并重启。

##### 1.1.1.3 Alarm 3

**故障描述:** 系统报警信息异常

**故障原因:** 系统报警信息与上次关机前不一致

**处理建议:** 如果在控制器通电时发生警报, 请持续按压控制器上的 ADV 红色按钮, 并重启。

##### 1.1.1.4 Alarm 10

**故障描述:** 编码器连接异常

**故障原因:** 编码器故障

**处理建议:** 检查编码器和控制器之间的接线。

##### 1.1.1.5 Alarm 11

**故障描述:** 跟随误差异常

**故障原因:** 目标位置 and 实际位置之间的差超过了最大允许值

**处理建议:**

1. 调整驱动器 PID 参数或者最大允许误差;
2. 检查机器人目标位置与当前位置是否合理(距离太远);
3. 降低机器人运动参数(速度, 加速度, 加加速度);
4. 检查控制器和驱动器的接线、驱动器和伺服电机的接线。

##### 1.1.1.6 Alarm 14

**故障描述:** 到达负限位

**故障原因:** 目标位置超出设置的最小限位

**处理建议:** 重新设定目标位置

##### 1.1.1.7 Alarm 15

**故障描述:** 到达正限位

**故障原因:** 目标位置超出设置的最大限位

**处理建议:** 重新设定目标位置

#### 1.1.1.8 Alarm 21

**故障描述:** 编码器连接异常

**故障原因:** 可能是线路连接存在问题或总线通讯出错

**处理建议:**

1. 检查编码器和控制器之间的接线;
2. 检查总线通讯。

#### 1.1.1.9 Alarm 90

**故障描述:** 系统同步周期异常

**故障原因:** 可能是控制器故障或被干扰

**处理建议:**

1. 重启控制器;
2. 检查外部 PLC 等设备是否有干扰;
3. 联系厂家。

#### 1.1.1.10 Alarm 804

**故障描述:** task 加载失败

**故障原因:** 可能是控制器故障

**处理建议:**

1. 重启控制器;
2. 联系厂家。

#### 1.1.1.11 Alarm 807

**故障描述:** OB 加载失败

**故障原因:** 可能是控制器故障

**处理建议:**

1. 重启控制器;
2. 联系厂家。

#### 1.1.1.12 Alarm 949

**故障描述:** 轴仿真激活: 0x%08X

**故障原因:** 进入了轴仿真模式

**处理建议:** 若要退出仿真模式, 请将 CF 卡内 FA 文件夹内的 override.cfg 文件中的 mask\_emul\_ax 0x3f 改为 mask\_emul\_ax 0x00, 否则清除报警即可。

#### 1.1.1.13 Alarm 984

**故障描述:** RTE.CFG 文件中编码器定义非法

**故障原因:** 编码器配置参数错误

**处理建议:** 检查工程配置或 RTE.CFG 文件中的编码器定义

#### 1.1.1.14 Alarm 985

**故障描述:** RTE.CFG 文件错误

**故障原因:** RTE.CFG 文件中的一般性错误

**处理建议:** 通过 REPORT 指令或者相关操作检查该错误

#### 1.1.1.15 Alarm 988

**故障描述:** 不好的 RHW.CFG 代码=%d。请使用状态报告了解详情

**故障原因:** 当前控制器的硬件配置, 与 RHW.CFG 文件中的配置信息不符

**处理建议:**

1. 检查 IO 模块等硬件设备是否连接正常;
2. 前往设置->IO 自由配置页面, 自点击更新自动匹配硬件信息。



#### 1.1.1.16 Alarm 990

**故障描述：**系统锁定

**故障原因：**该步指令导致系统阻塞或控制器故障

**处理建议：**

1. 检查程序
2. 重启控制器；
3. 检查外部 PLC 等设备是否有干扰；
4. 联系厂家。

#### 1.1.1.17 Alarm 999

**故障描述：**LICENSE 文件异常

**故障原因：**编码器配置参数错误

**处理建议：**请使用读卡器检查 CF 卡 KEY 文件夹内的 LICENSE 文件是否正常

## 1.2 用户报警及警告

### 1.2.1 MajorAlarms (1800-1999)

#### 1.2.1.1 Alarm 1800

**故障描述：**关节运动错误(代码=%d)

**故障原因：**关节运动错误

**处理建议：**

- 代码=1 ：无效轴组。检查控制器轴组设置。
- 代码=2 ：无效目标点。检查目标点是否合理。
- 代码=3 ：无效的速度和加速度参数。请重新设置相关参数。
- 代码=4 ：目标点超出关节运动范围。请重新设置目标点位置。
- 代码=5 ：运动队列已满。重试或检查控制器。
- 代码=6 ：运动轴组未执行(3)。重试或检查控制器。

#### 1.2.1.2 Alarm 1801

**故障描述：**直线运动错误(代码=%d)

**故障原因：**直线运动错误

**处理建议：**

- 代码=1 ：无效轴组。检查控制器轴组设置。
- 代码=2 ：无效目标点。检查目标点是否合理。
- 代码=3 ：无效的速度和加速度参数。请重新设置相关参数。
- 代码=4 ：目标点超出关节运动范围。请重新设置目标点位置。
- 代码=5 ：运动队列已满。重试或检查控制器。
- 代码=6 ：运动轴组未执行(3)。重试或检查控制器。

#### 1.2.1.3 Alarm 1802

**故障描述：**急停信号

**故障原因：**急停按钮被按下

**处理建议：**请检查示教器和电柜上的急停按钮是否被松开

#### 1.2.1.4 Alarm 1803

**故障描述：**配置错误

**故障原因：**配置内容出错

处理建议：检查配置的内容重新配置

#### 1.2.1.5 Alarm 1804

故障描述：IO 模块配置错误，请前往设置界面修改，code\_h=%u code\_l=%u

故障原因：IO 模块配置错误

处理建议：在 IO 模块配置界面重新配置

#### 1.2.1.6 Alarm 1805

故障描述：控制柜过热报警

故障原因：控制柜过热

处理建议：

1. 检查控制柜内风扇、温控开关是否正常工作；
2. 温控开关值设置是否正确。

#### 1.2.1.7 Alarm 1806

故障描述：请开启电柜上的伺服确认按钮

故障原因：电柜上伺服按钮没有开启

处理建议：打开电柜查看伺服确认按钮，并开启电柜上的伺服确认按钮。

#### 1.2.1.8 Alarm 1807

故障描述：区域违反报警

故障原因：机器人违反了用户定义的监控区域

处理建议：

1. 将机器人置于手动模式；
2. 关闭区域监控的控制命令；
3. 报警开关复位；
4. 手动 jog 移动机器人至非违反状态。

#### 1.2.1.9 Alarm 1808

故障描述：轴 %d:轴发生碰撞

故障原因：轴发生碰撞

处理建议：将机器人移动至安全位置

#### 1.2.1.10 Alarm 1809

故障描述：附加轴%d 驱动器报警%x

故障原因：附加轴驱动器错误

处理建议：

1. 请查阅驱动器报警手册中索引对应处理办法；
2. 请检查附加轴传动装置。

#### 1.2.1.11 Alarm 1810

故障描述：附加轴%d 目标位置超过最大限位

故障原因：单步运行的目标位置超过限位或者附加轴没有进行清零

处理建议：重新设定目标位置或对附加轴进行清零操作

### 1.2.2 MinorAlarms (3900-3999)

#### 1.2.2.1 Alarm 3900

故障描述：冲压机急停

故障原因：可能是冲压机接受到急停输入信号

处理建议：

1. 冲压机急停输入；

2. 检查信号是否正确。

#### **1.2.2.2 Alarm 3901**

**故障描述:** 冲压机上死点丢失

**故障原因:** 可能是冲压机未处于最高点

**处理建议:**

1. 冲压机上死点丢失信号输入。
2. 检查信号是否正确。

#### **1.2.2.3 Alarm 3902**

**故障描述:** 非单张料片

**故障原因:** 料片不是单张状态

**处理建议:**

1. 检测到非单张料片信号；
2. 检查信号是否正确。

#### **1.2.2.4 Alarm 3903**

**故障描述:** 冲压机脉宽小于最短时间

**故障原因:** 冲压机脉宽小于最短时间

**处理建议:** 冲压机属性设置：重新设置脉宽时间。

#### **1.2.2.5 Alarm 3904**

**故障描述:** 冲压机脉宽大于最短时间

**故障原因:** 冲压机脉宽大于最短时间

**处理建议:** 冲压机属性设置，重新设置脉宽时间。

#### **1.2.2.6 Alarm 3905**

**故障描述:** 冲压机非单次模式

**故障原因:** 冲压机处于非单次模式下

**处理建议:**

1. 检测到冲压机非单次模式信号输入；
2. 检查冲压机属性设置是否合理；
3. 检查信号是否正确。

#### **1.2.2.7 Alarm 3906**

**故障描述:** 等待超时

**故障原因:** 可能是冲压机接受到急停输入信号

**处理建议:**

1. 输入信号等待超时；
2. 检查自定义动作时间设置是否合理。

#### **1.2.2.8 Alarm 3907**

**故障描述:** 手动模式下区域被占用

**故障原因:** 手动模式下监控区域内存在机器人

**处理建议:** 区域内机器人移出后，报警自动复位。

### **1.2.3 Warnings (4900-4999)**

#### **1.2.3.1 Warning 4900**

**故障描述:** 轴组%s: 非法轴组模式

**故障原因:** 轴组模式错误。

**处理建议:** 重新配置轴组参数。

#### **1.2.3.2 Warning 4901**

**故障描述:** 轴组%s: 零点位置丢失

**故障原因:** 零点位置丢失报警

**处理建议:** 手动进行零点标定, 然后清除警告。

#### **1.2.3.3 Warning 4902**

**故障描述:** XPL API 错误, 请在程序日志中查找原因

**故障原因:** XPL 文件 API 出现错误

**处理建议:** 请查看程序日志, 根据日志中的内容排查问题。

#### **1.2.3.4 Warning 4903**

**故障描述:** XPL 程序错误, 请在程序日志中查找原因。

**故障原因:** XPL 程序中存在错误

**处理建议:** 请查看程序日志, 根据日志中的内容排查问题。

#### **1.2.3.5 Warning 4904**

**故障描述:** XPL 程序错误, 程序运行时远程加载程序。

**故障原因:** 加载当前程序错误: 其他程序正在运行

**处理建议:** 请停止当前运行的程序, 然后再进行远程加载程序。

#### **1.2.3.6 Warning 4905**

**故障描述:** XPL 程序错误, 远程加载程序不存在

**故障原因:** 远程加载的程序不存在

**处理建议:** 请确保加载的程序存在后重新加载

#### **1.2.3.7 Warning 4906**

**故障描述:** 碰撞检测, 读取参数文件失败。

**故障原因:** 读取参数文件失败

**处理建议:** 检查/application/collisiondetect/collisionpardata.xml 是否存在或者文件内容是否正常, 若不存在则重新配置参数生成文件。

#### **1.2.3.8 Warning 4907**

**故障描述:** 碰撞检测, 读取配置文件失败。

**故障原因:** 读取配置文件失败

**处理建议:** 检查卡中目录 application/collisiondetect/目录下是否有此机器人配置文件或综合文件手否正确

#### **1.2.3.9 Warning 4908**

**故障描述:** 附加轴%d 正在运行, 运动指令无效。

**故障原因:** 附加轴运行期间接受到运动指令

**处理建议:** 请在附加轴运行结束后, 再发运动指令。

#### **1.2.3.10 Warning 4909**

**故障描述:** 读取附加轴参数文件失败

**故障原因:** 读取附加轴参数文件失败提示报警

**处理建议:** 检查卡中目录/application/AuxAxis/auxParData.txt 文件是否存在, 不存在则重新配置参数生成文件。

#### **1.2.3.11 Warning 4910**

**故障描述:** 写附加轴参数文件失败

**故障原因:** 写附加轴参数文件失败提示报警

**处理建议:** 检查卡中目录/application/AuxAxis/auxParData.txt 文件是否存在以及是否保存成功, 不存在则重新配置参数生成文件。

#### 1.2.3.12 Warning 4911

**故障描述:** 在上电情况下修改配置参数

**故障原因:** 在上电情况下修改配置参数提示报警

**处理建议:** 请在手动掉伺服的情况下, 点击保存按钮。

#### 1.2.3.13 Warning 4912

**故障描述:** 目标位置超过最大限位

**故障原因:** 目标位置超过最大限位提示报警

**处理建议:** 单步运行的目标位置设置不超过限位的值或者对附加轴进行清零

#### 1.2.3.14 Warning 4913

**故障描述:** 读取文件时, 打开参数文件失败

**故障原因:** 读取文件时, 打开参数文件失败提示报警

**处理建议:** 检查卡中目录/application/AuxAxis/auxParData.txt 文件是否存在, 不存在则重新配置参数生成文件。

#### 1.2.3.15 Warning 4914

**故障描述:** 读取附加轴文件错误

**故障原因:** 读取附加轴文件出错报警

**处理建议:** 检查文件中数据项是否为 13 个

#### 1.2.3.16 Warning 4915

**故障描述:** 写文件时, 打开参数文件失败

**故障原因:** 写文件时, 打开参数文件失败报警

**处理建议:** 检查卡中目录/application/AuxAxis/auxParData.txt 文件是否存在, 若不存在则重新生成参数文件。

#### 1.2.3.17 Warning 4916

**故障描述:** 自动模式下区域被占用

**故障原因:** 自动模式下, 监控区域内存在机器人。

**处理建议:** 将区域内机器人移出, 自动模式下运行机器人。

#### 1.2.3.18 Warning 4917

**故障描述:** 等待取料超时

**故障原因:** 等待取料超时提示报警

**处理建议:**

1. 请检查取料点是否有料;
2. 请检查信号是否正确。

#### 1.2.3.19 Warning 4918

**故障描述:** 等待放料超时

**故障原因:** 等待放料超时

**处理建议:**

1. 请检查放料点是否有料;
2. 请检查信号是否正确。

#### 1.2.3.20 Warning 4919

**故障描述:** 工具 1 无反馈

**故障原因:** 工具 1 无反馈提示报警

**处理建议:**

1. 请检查工具 1 是否有料;
2. 请检查信号是否正确。

#### **1.2.3.21 Warning 4920**

**故障描述：**工具 2 无反馈

**故障原因：**工具 2 无反馈提示报警

**处理建议：**

1. 请检查工具 2 是否有料；
2. 请检查信号是否正确。

#### **1.2.3.22 Warning 4921**

**故障描述：**机器人运行时切换模式是非法的

**故障原因：**机器人在运行过程中被切换了运行模式

**处理建议：**直接清除报警，不要在机器人运行过程中切换运行模式。

#### **1.2.3.23 Warning 4922**

**故障描述：**读取外部 IO 文件失败

**故障原因：**读取外部 IO 文件失败提示报警

**处理建议：**检查卡中目录 application/externalio/externaliopardata.xml 文件是否存在，若不存在则重新配置生成文件。

#### **1.2.3.24 Warning 4923**

**故障描述：**外部 IO 模块组态错误

**故障原因：**外部 IO 模块组态错误提示错误

**处理建议：**检查模块数量和顺序是否和 IO 配置中的组态一致

#### **1.2.3.25 Warning 4924**

**故障描述：**外部 IO 设备故障

**故障原因：**外部 IO 设备发生故障

**处理建议：**检查外部 IO 设备是否正常

#### **1.2.3.26 Warning 4925**

**故障描述：**外部 IO 模块故障

**故障原因：**外部 IO 模块出现故障

**处理建议：**检查外部 IO 模块是否正常

#### **1.2.3.27 Warning 4926**

**故障描述：**外部 IO ECT 计数器错误

**故障原因：**外部 IO ECT 计数器发生错误

**处理建议：**检查外部 IO 模块通讯是否正常



## 附录 2 驱动器报警及警告

### 2.1 清能驱动 (Alarm:1000-1199, Warning:4050-4099)

#### 2.1.1 报警信息

##### 2.1.1.1 Alarm 1002

**故障描述：**编码器内部通信异常

**故障原因：**

1. 编码器发生故障；
2. 电机编码器接线异常（比如断线，未采用屏蔽双绞线，与电机动力线耦合在一起）；
3. 驱动器地线未可靠连接；
4. 驱动器周围存在强干扰源。

**处理建议：**

1. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确；
2. 编码器线缆，电机动力增加磁环；
3. 可靠的连接驱动器地线；
4. 更换电机编码器；
5. 移除驱动器周围强干扰源，或者驱动器与周围强干扰源独自供电；
6. 驱动器动力输入电源增加进线滤波器。

##### 2.1.1.2 Alarm 1003

**故障描述：**驱动器短路

**故障原因：**

1. 驱动器 U、V、W 输出存在短接现象；
2. 驱动器受干扰导致 DI 信号异常，此为误报现象（地线未接好或电流环调节器参数设置不适合，导致电流振荡引发干扰）；
3. 驱动器损坏（比如 IGBT 短路，电流检测电路异常）。

**处理建议：**

1. 排查驱动器 U、V、W 接线（比如断开电机动力线缆后再观察驱动器是否仍报短路故障，须在电机抱闸断开的前提下进行以保证机械安全）；
2. 用万用表检查驱动器 IGBT，确认是否短路；
3. 规范布线，尤其是地线；
4. 调节电流环参数；
5. 更换驱动器。

##### 2.1.1.3 Alarm 1004

**故障描述：**漏电

**故障原因：**

1. 驱动器 U、V、W 输出对地存在短路现象；
2. 驱动器损坏（比如电流检测电路异常）。

**处理建议：**

1. 排查驱动器 U、V、W 接线；
2. 更换驱动器。

#### **2.1.1.4 Alarm 1005**

故障描述: 驱动器 UV 短路  
故障原因: 驱动器损坏  
处理建议: 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.5 Alarm 1006**

故障描述: 驱动器 VW 短路  
故障原因: 驱动器损坏  
处理建议: 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.6 Alarm 1007**

故障描述: 驱动器 WU 短路  
故障原因: 驱动器损坏  
处理建议: 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.7 Alarm 1008**

故障描述: AD 采样电路异常  
故障原因: 驱动器损坏  
处理建议: 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.8 Alarm 1009**

故障描述: EEPROM 异常  
故障原因: 参数 CRC 校验错误  
处理建议: 检查驱动器硬件

#### **2.1.1.9 Alarm 1010**

故障描述: 栈空间溢出  
故障原因: 驱动器固件运行错误  
处理建议: 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.10 Alarm 1011**

故障描述: 参数未初始化  
故障原因: 驱动器损坏  
处理建议: 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.11 Alarm 1012**

故障描述: 编码器数据异常  
故障原因:  
1. 编码器接线错误;  
2. 编码器线缆损坏;  
3. 编码器 AD 参数正确;  
4. 编码器损坏;  
5. 编码器参数设置错误。

处理建议:  
1. 检查编码器接线  
2. 检查编码器线缆;  
3. 重新校准编码器 AD 参数;  
4. 更换编码器;  
5. 检查编码器参数。

#### **2.1.1.12 Alarm 1013**

故障描述: 转子定位错误

**故障原因:**

1. 电机转子位置补偿角设置错误;
2. 驱动器损坏。

**处理建议:**

1. 重新检测电机转子位置补偿角;
2. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.13 Alarm 1014**

**故障描述:** 驱动器内部故障

**故障原因:**

1. 驱动器硬件异常;
2. 参数设置异常。

**处理建议:**

1. 更换或维修驱动器;
2. 检查参数设置。

#### **2.1.1.14 Alarm 1015**

**故障描述:** 电机抱闸输出异常

**故障原因:**

1. 电机抱闸接线错误;
2. 驱动器损坏。

**处理建议:**

1. 检查电机抱闸接线;
2. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.15 Alarm 1016**

**故障描述:** 充电继电器异常

**故障原因:** 驱动器硬件异常

**处理建议:** 更换或维修驱动器

#### **2.1.1.16 Alarm 1017**

**故障描述:** 能耗制动接线错误

**故障原因:**

1. 制动电阻接线不正确;
2. 驱动器硬件异常。

**处理建议:**

1. 检查制动电阻接线;
2. 更换或维修驱动器。

#### **2.1.1.17 Alarm 1018**

**故障描述:** AD 校正系数异常

**故障原因:** AD 校正系数设置错误

**处理建议:** 重新设置 AD 校正系数

#### **2.1.1.18 Alarm 1019**

**故障描述:** 可编程器件固件匹配错误

**故障原因:** 驱动器损坏

**处理建议:** 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.19 Alarm 1020**

**故障描述:** 控制板参数与功率板匹配错误

**故障原因：**驱动器损坏

**处理建议：**维修或更换驱动器

#### **2.1.1.20 Alarm 1021**

**故障描述：**电机接线相序错误

**故障原因：**电机相序接线错误

**处理建议：**检查电机接线相序

#### **2.1.1.21 Alarm 1022**

**故障描述：**系统初始化失败

**故障原因：**

1. 伺服参数设置错误；
2. 电机编码器接线错误或编码器损坏；
3. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 检查伺服参数；
2. 检查电机编码器接线和编码器；
3. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.22 Alarm 1023**

**故障描述：**编码器内部故障

**故障原因：**

1. 编码器接线错误；
2. 编码器线缆损坏；
3. 编码器损坏；
4. 编码器参数设置错误。

**处理建议：**

1. 检查编码器接线；
2. 检查编码器线缆；
3. 更换编码器；
4. 检查编码器参数。

#### **2.1.1.23 Alarm 1024**

**故障描述：**编码器类型变更

**故障原因：**编码器类型发生变化

**处理建议：**重启驱动器或软复位

#### **2.1.1.24 Alarm 1025**

**故障描述：**驱动器过流 U

**故障原因：**

1. 驱动器 U 相输出短路；
2. 电机负载过大
3. 电机绝缘不良；
4. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 检查 U 相接线；
2. 降低电机负载；
3. 测量电机绝缘，必要时维修更换；
4. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.25 Alarm 1026**

**故障描述：**驱动器过流 V

**故障原因：**

1. 驱动器 V 相输出短路；
2. 电机负载过大；
3. 电机绝缘不良；
4. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 检查 V 相接线路；
2. 降低电机负载；
3. 测量电机绝缘，必要时维修更换；
4. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.26 Alarm 1027**

**故障描述：**驱动器过流 W

**故障原因：**

1. 驱动器 W 相输出短路；
2. 电机负载过大；
3. 电机绝缘不良；
4. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 检查 W 相接线路；
2. 降低电机负载；
3. 测量电机绝缘，必要时维修更换；
4. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.27 Alarm 1028**

**故障描述：**直流母线过压

**故障原因：**

1. 动力电源电压过高；
2. 制动电阻功率过小，阻值过高；
3. 基本电源模块负载过大；
4. 驱动器故障。

**处理建议：**

1. 检查动力电源电压；
2. 加大制动电阻功率，适当降低阻值；
3. 增大电源模块容量或降低负载；
4. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.28 Alarm 1029**

**故障描述：**24V 控制电源欠压

**故障原因：**24V 控制电源电压过低

**处理建议：**检查控制电源电压

#### **2.1.1.29 Alarm 1030**

**故障描述：**看门狗溢出

**故障原因：**内部堆栈溢出

**处理建议：**

1. 重新上电；
2. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.30 Alarm 1031**

**故障描述：**驱动器持续过载

**故障原因：**

1. 机械卡阻；
2. 驱动器负载过大；
3. 电机故障；
4. 驱动器故障。

**处理建议：**

1. 检查机械传动部分，改善机械传动性能；
2. 检查电机负载，或加大电机驱动模块容量；
3. 维修或更换电机；
4. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.31 Alarm 1032**

**故障描述：**编码器接线错误

**故障原因：**

1. 编码器接线错误；
2. 编码器线缆损坏。

**处理建议：**

1. 检查编码器接线；
2. 检查编码器线缆；
3. 更换编码器。

#### **2.1.1.32 Alarm 1033**

**故障描述：**CPU 过载

**故障原因：**

1. 控制指令超过 CPU 负载能力；
2. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 降低控制指令操作频率；
2. 更换或维修驱动器。

#### **2.1.1.33 Alarm 1034**

**故障描述：**电机动力线断开

**故障原因：**

1. 驱动器 U、V、W 输出存在断线或接线不良等现象；
2. 电机阻抗过大；
3. 驱动器内部电流采样电路异常。

**处理建议：**

1. 检查电机 U、V、W 接线并确保接线可靠；
2. 更换电机（或关闭驱动器输出缺相检测功能）；
3. 更换驱动器。

#### **2.1.1.34 Alarm 1035**

**故障描述：**编码器操作异常故障

**故障原因：**



1. 编码器接线错误;
2. 编码器线缆损坏;
3. 编码器损坏;
4. 编码器参数设置错误。

**处理建议:**

1. 检查编码器接线;
2. 检查编码器线缆;
3. 更换编码器;
4. 检查编码器参数。

#### **2.1.1.35 Alarm 1036**

**故障描述:** 驱动器瞬时过载

**故障原因:**

1. 输出侧短路;
2. 因干扰误动作;
3. 控制参数不合理;
4. 驱动器损坏。

**处理建议:**

1. 检查输出侧电缆接线;
2. 接线可靠接地;
3. 重新调整控制参数;
4. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.36 Alarm 1037**

**故障描述:** 编码器外部通信发送异常

**故障原因:**

1. 编码器接线错误;
2. 编码器线缆损坏;
3. 编码器损坏;
4. 编码器参数设置错误。

**处理建议:**

1. 检查编码器接线;
2. 检查编码器线缆;
3. 更换编码器;
4. 检查编码器参数。

#### **2.1.1.37 Alarm 1038**

**故障描述:** 编码器外部通信接收异常

**故障原因:**

1. 编码器接线错误;
2. 编码器线缆损坏;
3. 编码器损坏;
4. 编码器参数设置错误。

**处理建议:**

1. 检查编码器接线;
2. 检查编码器线缆;
3. 更换编码器;

4. 检查编码器参数。

#### **2.1.1.38 Alarm 1039**

**故障描述：**驱动器硬件过流

**故障原因：**

1. 机械卡阻；
2. 电机负载过大；
3. 电机参数或控制参数设置不正确；
4. 电机故障；
5. 驱动器故障。

**处理建议：**

1. 检查机械传动部分，包括电机抱闸，改善机械传动性能；
2. 检查电机负载，或加大电机容量；
3. 检查电机参数和控制参数设置；
4. 维修或更换电机；
5. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.39 Alarm 1040**

**故障描述：**输入缺相故障

**故障原因：**

1. 输入电源缺相；
2. 参数 0x202C 选择三相输入动力电源，实际接入单相输入动力电源；
3. 驱动器输入缺相检测电路损坏。

**处理建议：**

1. 检查电源电路，主电路在接通状态下某一相电压过低或使用了单相电源；
2. 按照实际接入电源设置参数 0x202C；
3. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.40 Alarm 1041**

**故障描述：**直流母线欠压

**故障原因：**

1. 动力电源输入电压过低；
2. 直流母线接触不良；
3. 驱动器输出侧线缆绝缘不良；
4. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 检查动力电源电路；
2. 检查直流母线；
3. 检查驱动器输出侧线缆；
4. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.41 Alarm 1042**

**故障描述：**逆变功率模块过热

**故障原因：**

1. 驱动器散热不良；
2. 环境温度过热；
3. 逆变负载过大；
4. 驱动器输出线缆绝缘不良；

5. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 检查驱动器散热系统，确认散热孔畅通，散热风扇运行正常；或增加外部散热措施；
2. 保持环境温度正常；
3. 更换更大容量的逆变器；
4. 检查输出线缆，必要时更换；
5. 维修或更换驱动器。

**2.1.1.42 Alarm 1043**

**故障描述：**逆变功率模块过冷

**故障原因：**驱动器损坏

**处理建议：**维修或更换驱动器

**2.1.1.43 Alarm 1044**

**故障描述：**能耗制动过载

**故障原因：**

1. 制动回路容量不足；
2. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 降低启停频率；延长加/减速时间常数；减小负载惯量；加大驱动器和电机容量；
2. 维修或更换驱动器。

**2.1.1.44 Alarm 1045**

**故障描述：**电机持续过载

**故障原因：**

1. 机械卡阻；
2. 超过电机额定转矩运行时间过长。

**处理建议：**

1. 检查机械传动部分，查看是否有堵转现象；
2. 检查负载，降低加减速速度，或更换更大容量的驱动器和电机。

**2.1.1.45 Alarm 1046**

**故障描述：**能耗制动电阻过热

**故障原因：**

1. 环境温度过高；
2. 启动停止频繁；
3. 制动电阻容量不足。

**处理建议：**

1. 增加外部散热措施；
2. 延长加减速时间；
3. 更换更大功率的制动电阻。

**2.1.1.46 Alarm 1047**

**故障描述：**整流功率模块过热

**故障原因：**

1. 驱动器散热不良；
2. 环境温度过高；

3. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 检查驱动器散热系统，确认散热孔畅通，散热风扇运行正常；
2. 保持环境温度正常；
3. 维修或更换驱动器。

**2.1.1.47 Alarm 1048**

**故障描述：**电机 U 相瞬时过载

**故障原因：**

1. 电机加速度过大；
2. 控制参数设置不当；
3. 电机故障；
4. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 适当降低电机加减速速度；
2. 优化电机控制参数；
3. 维修或更换电机；
4. 维修或更换驱动器。

**2.1.1.48 Alarm 1049**

**故障描述：**电机 V 相瞬时过载

**故障原因：**

5. 电机加速度过大；
6. 控制参数设置不当；
7. 电机故障；
8. 驱动器损坏。

**处理建议：**

5. 适当降低电机加减速速度；
6. 优化电机控制参数；
7. 维修或更换电机；
8. 维修或更换驱动器。

**2.1.1.49 Alarm 1050**

**故障描述：**电机 W 相瞬时过载

**故障原因：**

9. 电机加速度过大；
10. 控制参数设置不当；
11. 电机故障；
12. 驱动器损坏。

**处理建议：**

9. 适当降低电机加减速速度；
10. 优化电机控制参数；
11. 维修或更换电机；
12. 维修或更换驱动器。

**2.1.1.50 Alarm 1051**

**故障描述：**硬件 STO1 触发

**故障原因：**外部急停输入

处理建议：查找外围故障

#### **2.1.1.51 Alarm 1052**

故障描述：硬件 STO2 触发

故障原因：外部急停输入

处理建议：查找外围故障

#### **2.1.1.52 Alarm 1053**

故障描述：STO 配线异常

故障原因：STO 配线错误

处理建议：检查 STO 配线

#### **2.1.1.53 Alarm 1054**

故障描述：驱动器外部故障

故障原因：当前轴之外的其它轴故障

处理建议：检查其它轴，确定并排除故障。

#### **2.1.1.54 Alarm 1055**

故障描述：参数数据异常

故障原因：

1. 参数范围超限；
2. 位置单位设置错误。

处理建议：

1. 检查参数设置是否超出设定的参数范围；
2. 检查位置单位设置。

#### **2.1.1.55 Alarm 1056**

故障描述：位置跟随误差过大

故障原因：

1. 编码器接线错误或连接器接触不良；
2. 控制参数不合适；
3. 外部负载波动或干扰过大。

处理建议：

1. 检查编码器接线；
2. 重新调整控制参数；
3. 增加抗干扰措施。

#### **2.1.1.56 Alarm 1057**

故障描述：位置控制溢出

故障原因：反馈位置或位置指令超过 32 位有符号数

处理建议：编码器清零后软复位或重启驱动器

#### **2.1.1.57 Alarm 1058**

故障描述：速度跟随误差过大

故障原因：

1. 编码器接线错误或连接器接触不良；
2. 控制参数不合适；
3. 外部负载波动或干扰过大。

处理建议：

1. 检查编码器接线；
2. 重新调整控制参数；

3. 增加抗干扰措施。

#### **2.1.1.58 Alarm 1059**

**故障描述:** 控制周期参数设置错误

**故障原因:** EtherCAT 通讯周期小于伺服控制周期

**处理建议:** 调整 EtherCAT 通讯周期或伺服控制周期, 使通讯周期大于伺服控制周期。

#### **2.1.1.59 Alarm 1060**

**故障描述:** EtherCAT 过程数据错误

**故障原因:**

1. 位置目标值和位置实际值差值超过参数 0x6065 设定阈值;
2. 目标轨迹加速度超过参数 0x60C5 设定阈值;
3. 当前机器人位置接近极限位置。

**处理建议:**

1. 检查实际位置反馈是否有异常;
2. 检查位置指令轨迹, 降低加速度或增大 0x60C5 阈值;
3. 重新调整机器人示教点。

#### **2.1.1.60 Alarm 1061**

**故障描述:** 写 EEPROM 失败

**故障原因:** 驱动器损坏

**处理建议:** 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.61 Alarm 1062**

**故障描述:** 寻原点过程指令非法

**故障原因:** 驱动器损坏

**处理建议:** 维修或更换驱动器

#### **2.1.1.62 Alarm 1063**

**故障描述:** EtherCAT 总线指令非法

**故障原因:** EtherCAT 通讯未完成 (未进入 OP 状态) 即发送了伺服使能命令

**处理建议:** 故障复位

#### **2.1.1.63 Alarm 1064**

**故障描述:** DriveStarter 通讯异常

**故障原因:**

1. 串口通讯线受到干扰;
2. 串口通讯线未可靠接地或接触不良。

**处理建议:**

1. 检查 R485 线缆是否连接正常;
2. 检查 RS485 转换器是否损坏。

#### **2.1.1.64 Alarm 1065**

**故障描述:** EtherCAT 总线通讯异常

**故障原因:**

1. EtherCAT 网线断开;
2. 以太帧丢失超过参数“EtherCAT 通讯超时检测设定”。

**处理建议:**

1. 检查总线接线;
2. 检查线缆接头是否压接正。



#### **2.1.1.65 Alarm 1066**

**故障描述:** 位置硬超限

**故障原因:** 驱动器外接的位置限

**处理建议:** 检查位置指令规划范

#### **2.1.1.66 Alarm 1067**

**故障描述:** 正向软限位

**故障原因:** 位置反馈值超过（正向软限位值+定位完成阈值）

**处理建议:**

1. 如果不需要正向软限位功能，可通过参数 0x2000 禁止；
2. 检查位置指令规划范围。

#### **2.1.1.67 Alarm 1068**

**故障描述:** 负向软限位

**故障原因:** 位置反馈值超过（正向软限位值+定位完成阈值）

**处理建议:**

1. 如果不需要正向软限位功能，可通过参数 0x2000 禁止；
2. 检查位置指令规划范围。

#### **2.1.1.68 Alarm 1069**

**故障描述:** 上电位置偏差过大

**故障原因:**

1. 驱动器掉电后，电机机位置发生了偏移；
2. 对于带电池的电机编码器，未外接电池或电池欠电压。

**处理建议:**

1. 对于带电池的电机编码器，确保已接入电池且电池电压正常；
2. 检查机械位置是否改变，确认机械零点无异常后可清除。

#### **2.1.1.69 Alarm 1070**

**故障描述:** 非法更改伺服参数

**故障原因:** 修改伺服参数超过了限制值

**处理建议:** 在伺服参数可修改范围内修改参数值

#### **2.1.1.70 Alarm 1071**

**故障描述:** 编码器电池欠电压故障

**故障原因:**

1. 编码器未外接电池或电池接线不良；
2. 编码器电池欠电压。

**处理建议:**

1. 检查编码器电池接线并确保接线可靠；
2. 更换电池；
3. 执行编码器多圈清零命令。

#### **2.1.1.71 Alarm 1072**

**故障描述:** 电机超速

**故障原因:**

1. 反馈速度超过预设速度，误差超过设定阈值；
2. 编码器异常。

**处理建议:**

1. 优化电机参数和控制参数；

2. 检查编码器设置和编码器接线。

#### **2.1.1.72 Alarm 1073**

**故障描述：**电压限幅位置跟随误差过大

**故障原因：**

1. 电机负载变化过快，变化范围过大；
2. 驱动器损坏。

**处理建议：**

1. 降低电机负载变化率；
2. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.1.73 Alarm 1074**

**故障描述：**编码器超速故障

**故障原因：**

1. 反馈速度超过编码器最大允许转速；
2. 编码器参数或电机控制参数设置不当；
3. 编码器异常。

**处理建议：**

1. 适当降低电机运行速度；
2. 检查编码器参数和电机控制参数设置；
3. 检查编码器和编码器接线。

#### **2.1.1.74 Alarm 1075**

**故障描述：**电源单元模块通讯异常

**故障原因：**

1. 电源单元模块与电机模块之间的控制线缆连接不良；
2. 电机抱闸线或外部 24V（STO）对地短路造成电源模块与电机模块之间控制端口烧坏。

**处理建议：**

1. 检查电源单元模块与电机模块之间的控制线缆连接并确保接线可靠；
2. 检查电机抱闸线或外部 24V（STO）对地是否有短路；
3. 更换驱动器。

#### **2.1.1.75 Alarm 1076**

**故障描述：**上电位置控制溢出

**故障原因：**

1. 对于带电池的电机编码器，未外接电池或电池欠电压；
2. 驱动器断电之前的控制模式为无限位置控制模式，或速度模式，或转矩模式，且位置已超出允许的范围。

**处理建议：**

1. 驱动器执行编码器多圈清零命令后重新上电；
2. 无限位置控制模式下，若不想使用该功能，可通过修改伺服参数“位置控制开关”，禁止上电位置控制溢出检测功能。

#### **2.1.1.76 Alarm 1077**

**故障描述：**EtherCAT 总线同步异常

**故障原因：**

1. 伺服参数 0x20D3 设置不合理；
2. EtherCAT 主站同步模式配置错误。

**处理建议:**

1. 正确设置伺服参数 0x20D3;
2. EtherCAT 主站正确配置同步模式。

**2.1.1.77 Alarm 1078**

**故障描述:** 位置规划运行错误

**故障原因:** 位置规划参数设置不合理, 比如位置目标值, 规划目标减速度。

**处理建议:** 正确设置位置规划参数

**2.1.1.78 Alarm 1079**

**故障描述:** 驱动器抱闸电路异常

**故障原因:**

1. 驱动器抱闸输出短路;
2. 驱动器抱闸输出电流过大导致过热;
3. 驱动器抱闸输出断路;
4. 驱动器内部检测电路异常。

**处理建议:**

1. 检查驱动器抱闸输出接线并确保接线正确可靠;
2. 更换驱动器。

**2.1.1.79 Alarm 1080**

**故障描述:** 多轴同步异常

**故障原因:** 驱动器内部电路异常

**处理建议:** 更换驱动器

**2.1.1.80 Alarm 1081**

**故障描述:** 电机制动控制参数设定错误

**故障原因:** 参数设定错误

**处理建议:** 重新设定电机制动控制参数

**2.1.1.81 Alarm 1199**

**故障描述:** 无记录报警

**故障原因:** 没有找到报警记录

**处理建议:**

**2.1.2 警告信息**

**2.1.2.1 Warning 4050**

**故障描述:** EEPROM 版本变更

**故障原因:** 变更了 EEPROM 版本

**处理建议:** 重新启动驱动器或软复位

**2.1.2.2 Warning 4051**

**故障描述:** 电机过载告警

**故障原因:**

1. 电机负载率超过了设定阈值, 缺省值为 80%;
2. 电机负载过大。

**处理建议:**

1. 检查机械, 是否有润滑不良或卡堵现象;
2. 更换功率更大的电机。

#### **2.1.2.3 Warning 4052**

**故障描述:** 能耗制动过载告警

**故障原因:** 能耗制动电阻功率过小

**处理建议:** 更换更大功率的能耗制动电阻

#### **2.1.2.4 Warning 4053**

**故障描述:** 欠压转速限制告警

**故障原因:** 由于驱动器输入电源电压过低而导致电机转速被限制

**处理建议:** 检查输入电源电压

#### **2.1.2.5 Warning 4054**

**故障描述:** 直流母线欠压告警

**故障原因:** 直流母线电压过低

**处理建议:** 检查直流母线电压

#### **2.1.2.6 Warning 4055**

**故障描述:** 历史故障记录异常告警

**故障原因:**

1. 历史故障记录异常;
2. 驱动器损坏。

**处理建议:**

1. 重新启动驱动器或软复位;
2. 维修或更换驱动器。

#### **2.1.2.7 Warning 4056**

**故障描述:** 不支持设定控制模式

**故障原因:** 驱动器控制模式设定超过允许范围

**处理建议:** 重新设定参数 0x6060

#### **2.1.2.8 Warning 4057**

**故障描述:** 更改了重上电有效参数

**故障原因:** 外部 IO ECT 计数器发生错误

**处理建议:** 重启驱动器或软复位

#### **2.1.2.9 Warning 4058**

**故障描述:** CPU 过载告警

**故障原因:** 驱动器内部故障

**处理建议:** 更换或维修驱动器

#### **2.1.2.10 Warning 4059**

**故障描述:** 编码器电池欠电压告警

**故障原因:** 检测到编码器电池电压过低

**处理建议:** 更换编码器电池

#### **2.1.2.11 Warning 4060**

**故障描述:** 驱动器内部告警

**故障原因:** 驱动器未经过出厂测试

**处理建议:** 更换驱动器

#### **2.1.2.12 Warning 4061**

**故障描述:** 机械原定未标定

**故障原因:**

1. 发生了编码器电池欠电压故障, 且伺服参数 0x2009.Byte3 设定为"检出编

码器电池低电 压故障并提示原点未标定；

2. 发生了上电位置偏差过大故障，且用户判定机械原点已丢失；
3. 电机带单圈绝对式编码器，且驱动器未成功执行寻原点命令。

**处理建议：**驱动器执行回原点操作

#### **2.1.2.13 Warning 4062**

**故障描述：**驱动器未准备好

**故障原因：**驱动器内部故障

**处理建议：**维修或更换驱动器

#### **2.1.2.14 Warning 4063**

**故障描述：**编码器外部通信接收告警

**故障原因：**

1. 电机编码器接线异常（比如断线，未采用屏蔽双绞线，与电机动力线耦合在一起）；
2. 驱动器地线未可靠连接；
3. 驱动器周围存在强干扰源。

**处理建议：**

1. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确；
2. 编码器线缆，电机动力线缆增加磁环；
3. 可靠的连接驱动器地线；
4. 移除驱动器周围强干扰源，或者驱动器与周围强干扰源分开供电；
5. 驱动器动力输入电源增加进线滤波器。

#### **2.1.2.15 Warning 4064**

**故障描述：**编码器外部通信发送告警

**故障原因：**

1. 电机编码器接线异常（比如断线，未采用屏蔽双绞线，与电机动力线耦合在一起）；
2. 驱动器地线未可靠连接；
3. 驱动器周围存在强干扰源。

**处理建议：**

1. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确；
2. 编码器线缆，电机动力线缆增加磁环；
3. 可靠的连接驱动器地线；
4. 移除驱动器周围强干扰源，或者驱动器与周围强干扰源独自供电；
5. 驱动器动力输入电源增加进线滤波器。

#### **2.1.2.16 Warning 4065**

**故障描述：**编码器内部通信告警

**故障原因：**

1. 编码器发生故障；
2. 电机编码器接线异常（比如断线，未采用屏蔽双绞线，与电机动力线耦合在一起）；
3. 驱动器地线未可靠连接；
4. 驱动器周围存在强干扰源。

**处理建议：**

1. 检查电机编码器接线并确保接线规范正确；

2. 编码器线缆，电机动力线缆增加磁环；
3. 可靠的连接驱动器地线；
4. 更换电机编码器；
5. 移除驱动器周围强干扰源，或者驱动器与周围强干扰源独自供电；
6. 驱动器动力输入电源增加进线滤波器。

#### 2.1.2.17 Warning 4066

**故障描述：**软限位告警

**故障原因：**位置实际值或者位置目标值超出了伺服参数 0x2004 和伺服参数 0x2005 设定阈值

**处理建议：**

1. 适当增大伺服参数 0x2004 和伺服参数 0x2005 设定值；
2. 将电机运行到伺服参数 0x2004 和伺服参数 0x2005 规定的范围内；
3. 减小位置目标设定值，确保其位于伺服参数 0x2004 和伺服参数 0x2005 规定的范围内；
4. 若不想使用该功能，可通过伺服参数“位置控制开关”，禁止软限位检测功能。

#### 2.1.2.18 Warning 4067

**故障描述：**AD 校正系数无效告警

**故障原因：**驱动器尚未进行 AD 校正

**处理建议：**重置驱动器 AD 校正系数

#### 2.1.2.19 Warning 4068

**故障描述：**位置规划参数异常告警

**故障原因：**位置规划参数设置不合理

**处理建议：**正确设置位置规划参数

#### 2.1.2.20 Warning 4099

**故障描述：**无记录报警

**故障原因：**没有找到报警记录

**处理建议：**

## 2.2 禾川驱动（Alarm:1200-1399，Warning:4100-4199）

### 2.2.1 报警信息

#### 2.2.1.1 Alarm 1201

**故障描述：**系统参数异常

**故障原因：**

1. 控制电源电压瞬时下降；
2. 升级驱动器软件之后，部分参数的范围有改动，导致之前存储的范围有改动，导致之前存储的参数超出上下限。

**处理建议：**

1. 确保电源电压在规格范围内，恢复出厂参数（P20.06 设置为 1）；
2. 如果升级了软件，请先恢复出厂参数。

#### 2.2.1.2 Alarm 1202

**故障描述：**产品型号选择故障

**故障原因：**

1. 编码器连接线损坏或链接松动；
2. 无效的电机型号或驱动器型号。

**处理建议：**

1. 检查编码器接线是否正常，确保接线牢固；
2. 更换成有效的电机型号或驱动器型号。

### **2.2.1.3 Alarm 1203**

**故障描述：**参数存储中故障

**故障原因：**

1. 参数读写过于频繁；
2. 参数存储设备故障；
3. 控制电源不稳定；
4. 驱动器故障。

**处理建议：**

1. 上位装置用通信修改参数并写入 EEPROM 操作过于频繁。请检查通信程序是否存在频繁修改参数并写入 EEPROM 的指令；
2. 检查控制电接线，同时确保控制电源电压在规格范围内。

### **2.2.1.4 Alarm 1204**

**故障描述：**FPGA 故障

**故障原因：**软件版本异常

**处理建议：**查看软件版本是否匹配

### **2.2.1.5 Alarm 1205**

**故障描述：**hcfa 错误 5 j%d 产品匹配故障

**故障原因：**

1. 编码器连接线损坏或连接松动；
2. 使用不支持的外部接口如编码器等；
3. 电机型号与驱动器型号功率不匹配；
4. 不存在的产品型号编码。

**处理建议：**

1. 检查编码器接线是否良好；
2. 更换不匹配的产品；
3. 选择正确的编码器类型或更换其他类型的驱动器；例如设置的电机型号的功率等级大于驱动器的功率等级，或者设置的电机型号的功率等级比驱动器的功率等级差了两级以上会报出这个故障。

### **2.2.1.6 Alarm 1206**

**故障描述：**hcfa 错误 6 j%d 程序异常

**故障原因：**

1. 系统参数异常；
2. 驱动器内部故障。

**处理建议：**EEPROM 故障，恢复出厂参数（P20.06 设置为 1），重上电。

### **2.2.1.7 Alarm 1207**

**故障描述：**hcfa 错误 7 j%d 编码器初始化失败

**故障原因：**上电时检测到编码器信号异常

**处理建议：**检查编码器接线，或更换编码器线缆。



### 2.2.1.8 Alarm 1208

**故障描述:** hcfa 错误 8 j%d 对地短路检测故障

**故障原因:**

1. UVW 接线错误;
2. 电机损坏;
3. 驱动器故障。

**处理建议:**

1. 检测线缆 UVW 是否与地短路, 如果是则更换线缆;
2. 检测电机线电阻以及对地电阻是否正常, 如异常更换电机。

### 2.2.1.9 Alarm 1209

**故障描述:** hcfa 错误 9 j%d 过流故障 A

**故障原因:**

1. 指令输入与接通伺服同步或指令输入过快;
2. 外接制动电阻过小或短路;
3. 电机电缆接触不良;
4. 电机电缆接地;
5. 电机 UVW 电缆短路;
6. 电机烧坏;
7. 软件检测出功率晶体管过电流。

**处理建议:**

1. 检查指令输入时序, 伺服接通“rdy”后输入指令;
2. 测量制动电阻阻值是否满足规格, 按说明书要求重新选择合理制动电阻;
3. 检查线缆连接器是否松脱, 确保连接器紧固;
4. 检查电机 UVW 线与电机接地线之间的绝缘电阻绝缘不良时更换电机;
5. 检查电机电缆连接 UVW 是否短路, 正确连接电机电缆;
6. 检查电机各线缆间电阻阻值是否相同, 不同则更换电机;
7. 减小负载。提升驱动器、电和上容量, 延长加减速时间。

### 2.2.1.10 Alarm 1210

**故障描述:** hcfa 错误 10 j%d 过流故障

**故障原因:**

1. 指令输入与接通伺服同步或指令输入过快;
2. 外接制动电阻过小或短路;
3. 电机电缆接触不良;
4. 电机电缆接地;
5. 电机 UVW 电缆短路;
6. 电机烧坏;
7. 软件检测出功率晶体管过电流。

**处理建议:**

1. 检查指令输入时序, 伺服接通“rdy”后输入指令;
2. 测量制动电阻阻值是否满足规格, 按说明书要求重新选择合理制动电阻;
3. 检查线缆连接器是否松脱, 确保连接器紧固;
4. 检查电机 UVW 线与电机接地线之间的绝缘电阻绝缘不良时更换电机;
5. 检查电机电缆连接 UVW 是否短路, 正确连接电机电缆;
6. 检查电机各线缆间电阻阻值是否相同, 不同则更换电机;

7. 减小负载。提升驱动器、电和上容量，延长加减速时间。

#### 2.2.1.11 Alarm 1212

**故障描述:** hcfa 错误 12 j%d 增量光电编码器 Z 断线或者绝对值编码器圈数异常

**故障原因:** 增量式编码器:

1. Z 信号接收异常, Z 信号线接线不良或编码器故障导致 Z 信号丢失, 绝对式编码器;
2. 绝对式编码器电池供电不足;
3. 参数 P06.47=1 (设置为绝对式系统), 未进行编码器初始化操作;
4. 在驱动器断电期间, 编码器电机端接线有拔插。

**处理建议:**

1. 手动旋转电机轴, 如果依然报故障, 则检查编码器接线, 重新接线或更换电缆, 或更换编码器, 重新上电;
2. 需要确定电池是否正常, 若电池电压不足, 请更换电池;
3. 将 P20.06 =7 初始化圈数, 重新上电。

#### 2.2.1.12 Alarm 1213

**故障描述:** hcfa 错误 13 j%d 编码器通信异常

**故障原因:**

1. 通信式编码器断线;
2. 编码器未接地;
3. 通信校验异常。

**处理建议:**

1. 检查编码器接线, 或者更换编码器线缆;
2. 检查编码器是否接地良好。

#### 2.2.1.13 Alarm 1214

**故障描述:** hcfa 错误 14 j%d 编码器数据异常

**故障原因:**

1. 串行编码器断线或接触不良;
2. 串行编码器存储数据读写异常。

**处理建议:**

1. 检查接线;
2. 或者更换编码器线缆。

#### 2.2.1.14 Alarm 1215

**故障描述:** hcfa 错误 15 j%d 编码器电池电压过低异常

**故障原因:** 编码器电池电压低于 P06.48 设定的阈值, 并且 P06.47 的十位设置为 1。

**处理建议:** 更换编码器电池

#### 2.2.1.15 Alarm 1216

**故障描述:** hcfa 错误 16 j%d 速度偏差过大

**故障原因:** 速度指令和实际测得的速度绝对差值超过 P06.45 设定的阈值

**处理建议:**

1. 将 P06.45 的设定值提高或延长;
2. 或者调节增益提高系统的响应;
3. 将速度偏差过大阈值功能置于为 0, 即 Pos.45=n; 将内部位置指令的加减速时。

#### 2.2.1.16 Alarm 1217

**故障描述:** hcfa 错误 17 j%d 转矩饱和超时

**故障原因:** 转转矩长时间处于饱和状态, 持续时间超过 P06.46 设定的阈值。

**处理建议:**

1. 提高参数 P06.46 设定时长;
2. 检查 UVW 是否断线。

#### 2.2.1.17 Alarm 1218

**故障描述:** hcfa 错误 18 j%d 控制电欠压

**故障原因:** 控制电输入接线不良, 或输入电源故障。

**处理建议:**

1. 检查输入电源及接线;
2. 更换驱动器。

#### 2.2.1.18 Alarm 1219

**故障描述:** hcfa 错误 19 j%d 飞车故障

**故障原因:** 由于接线等错误, 导致控制回路发散, 导致电机飞车失速。

**处理建议:**

1. 检查 UVW 以及编码器接线;
2. 检查驱动器、电机, 如有必要请更换, 并联系厂家检测。

#### 2.2.1.19 Alarm 1220

**故障描述:** hcfa 错误 20 j%d 过电压

**故障原因:**

1. 电源电压超过允许范围, AC280V;
2. 制动电阻断线, 制动电阻不匹配, 导致无法吸收再生能量;
3. 负载惯量超出允许范围;
4. 驱动器损坏。

**处理建议:**

1. 输入正确的电压范围;
2. 检查是否已连接外置电阻。测量外置电阻的阻值是否已经断开, 确保接线正确, 如果是电阻已烧毁, 则建议更换功率更大的外置电阻(可联系厂家获取相关建议);
3. 延长加减速时间, 或者根据负载惯量重新选择合适的驱动器和电机。

#### 2.2.1.20 Alarm 1221

**故障描述:** hcfa 错误 21 j%d 欠电压

**故障原因:**

1. 电源电压下降;
2. 发生瞬时停电;
3. 欠压保护阈值(P06.36)设置偏高;
4. 驱动器损坏 (注:这个故障默认不存储记录,可通过 P07.19 设定是否存储)。

**处理建议:**

1. 提升电源电压容量, 确保电源电压稳定;
2. 确认电源电压正常的情况下, 检查欠压保护阈值 C P06.36)设置是否偏高。

#### 2.2.1.21 Alarm 1222

**故障描述:** hcfa 错误 22 j%d 电流采样故障

**故障原因:** 驱动器内部电流采样故障

**处理建议：**更换伺服驱动器

#### **2.2.1.22 Alarm 1223**

**故障描述：**hcfa 错误 23 j%d AI 采样电压过大

**故障原因：**

1. AI 接线错误；
2. 外部输入电压偏高。

**处理建议：**正确连接 AI 输入，将输入电压设定在士 10V 以内。

#### **2.2.1.23 Alarm 1224**

**故障描述：**hcfa 错误 24 j%d 过速

**故障原因：**

1. 速度指令超过了最高转速设定值；
2. UVW 相序错误；
3. 速度响应严重超调；
4. 驱动器故障。

**处理建议：**

1. 降低速度指令；
2. 检查 UVW 相序是否正确；
3. 调整速度环增益，减少超调；
4. 更换驱动器。

#### **2.2.1.24 Alarm 1225**

**故障描述：**hcfa 错误 25 j%d 电角度辨识失败

**故障原因：**

1. 负载或惯量太大；
2. 编码器接线有误。

**处理建议：**

1. 减小负载或加大电流环增；
2. 更换编码器线缆。

#### **2.2.1.25 Alarm 1226**

**故障描述：**hcfa 错误 26 j%d 惯量辨识失败故障

**故障原因：**

1. 负载或惯量太大，电机不能按照规定的曲线运行；
2. 辨识过程中出现其他故障导致辨识终止。

**处理建议：**

1. 减小负载或加大电流环增益；
2. 保证辨识过程正常。

#### **2.2.1.26 Alarm 1227**

**故障描述：**hcfa 错误 27 j%d DI 端子参数设置故障

**故障原因：**

1. 不同的物理 DI 端子重复分配了同一 DI 功能；
2. 物理 DI 端子与通信控制的 DI 功能同时存在分配。

**处理建议：**

1. P04.01~P04.09 中有同一功能配置到多个物理 DI 端子的情况；
2. P04.01~P04.09 中分配的功能，与 P09.05 ~P09.08 中相应的二进制位同时启用，请参考 P09.05 ~ P09.08 的使用方法；重新分配 DI 功能配置到多个物理 DI 端

子的情况。

#### 2.2.1.27 Alarm 1228

**故障描述:** hcfa 错误 28 j%d DO 端子参数设置故障

**故障原因:** 不同的 DO 重复分配了同一输出

**处理建议:** 重新设定电机制动控制参数

#### 2.2.1.28 Alarm 1240

**故障描述:** hcfa 错误 40 j%d 伺服 ON 指令无效故障

**故障原因:** 执行了让电机通电的辅助功能后, 仍然从上位机输入了伺服 ON 命令。

**处理建议:** 改变不当的操作方式

#### 2.2.1.29 Alarm 1242

**故障描述:** hcfa 错误 42 j%d 分频脉冲输出过速

**故障原因:** 超过了硬件允许的脉冲输出上限

**处理建议:** 更改分频输出设置功能码, 使得在伺服工作的整个速度范围内, 分频输出脉冲频率不会超限。

#### 2.2.1.30 Alarm 1243

**故障描述:** hcfa 错误 43 j%d 位置偏差过大故障

**故障原因:**

1. 伺服电机的 UVW 接线;
2. 伺服驱动器增益较低;
3. 位置指令脉冲的频率较高;
4. 位置指令加速过大;
5. 位置偏差超出位置偏差过故障值(P00.19)设置的值过小;
6. 伺服驱动器/电机故障。

**处理建议:**

1. 确认电机主电路电缆的接线, 重新接线;
2. 确认伺服驱动器增益是否过低, 提高增益;
3. 尝试降低指令频率后再运行降低位置指令频率、指令加速度或调整电子齿轮比;
4. 降低指令加速度后再运行加入位置指令加减速时间参数等平滑功能;
5. 确认位置偏差故障值(P00.19)是否合适, 正确设定(P00.19 值);
6. 后台查验运行图形, 若有输入没反馈请更换伺服驱动器。

#### 2.2.1.31 Alarm 1244

**故障描述:** hcfa 错误 44 j%d 主回路输入缺相

**故障原因:**

1. 三相输入线缆接触不良;
2. 缺相故障, 即在主电源 ON 状态下, R/S/T 相的某一相电压过低的状态持续了 1 秒以上。

**处理建议:**

1. 检查三相电源输入的线缆是否连接稳固(注意安全, 不要带电操作);
2. 测量三相电源各相的电压, 确保输入电源三相平衡或者确保输入电源电压符合规格。

#### 2.2.1.32 Alarm 1245

**故障描述:** hcfa 错误 45 j%d 驱动器输出缺相

**故障原因:**

1. 电机 UVW 接线不良；
2. 电机损坏，出现断路。

**处理建议：**

1. 检查 UVW 接线；
2. 更换伺服电机。

### 2.2.1.33 Alarm 1246

**故障描述：**hcfa 错误 46 j%d 驱动器过载

**故障原因：**带载运行超过驱动器反时限曲线，原因如下：

1. 电机 UVW 线或编码器线不良或者连接松动；
2. 电机堵转或者被外力驱动，如机械卡死、碰撞，重力或别的外力拖动，或者机械制动器(抱闸)没有打开就运行；
3. 多台驱动器配线时，误将别的同一台电机 UVW 线和编码器线连接到不同的驱动器上；
4. 负载过大，驱动器或电机选型偏小；
5. 可能缺相或相序接错；
6. 驱动器或电机损坏。

**处理建议：**

1. 确认电机 UVW 线和编码器接线是否存在问题；
2. 确认电机没有堵转或被外力驱动，确认机械制动器（抱闸）已经打开；
3. 确认多台驱动器和电机没有出现交叉配线，即没有出现一台电机 UVW 线和编码器线连接到不同的驱动器上；
4. 延长加减速时间，重新选择合适的驱动器或电机；
5. 检查电机输出的 UVW 是否接错，是否对地短路；
6. 更换驱动器或者电机。

### 2.2.1.34 Alarm 1247

**故障描述：**hcfa 错误 47 j%d 电机过载

**故障原因：**带载运行超过驱动器反时限曲线，原因如下：

1. 电机 UVW 线或编码器线不良或者连接松动；
2. 电机堵转或者被外力驱动，如机械卡死、碰撞，重力或别的外力拖动，或者机械制动器(抱闸)没有打开就运行；
3. 多台驱动器配线时，误将别的同一台电机 UVW 线和编码器线连接到不同的驱动器上；
4. 负载过大，驱动器或电机选型偏小；
5. 可能缺相或相序接错；
6. 驱动器或电机损坏。

**处理建议：**

1. 确认电机 UVW 线和编码器接线是否存在问题；
2. 确认电机没有堵转或被外力驱动，确认机械制动器（抱闸）已经打开；
3. 确认多台驱动器和电机没有出现交叉配线，即没有出现一台电机 UVW 线和编码器线连接到不同的驱动器上；
4. 延长加减速时间，重新选择合适的驱动器或电机；
5. 检查电机输出的 UVW 是否接错，是否对地短路；
6. 更换驱动器或者电机。

#### 2.2.1.35 Alarm 1248

**故障描述:** hcfa 错误 48 j%d 电子齿轮设定错误

**故障原因:** 电子齿轮比超过规格范围[编码器分辨率/10000000, 编码器分辨率/2.5]

**处理建议:** 设置正确的齿轮范围

#### 2.2.1.36 Alarm 1249

**故障描述:** hcfa 错误 49 j%d 散热器过热

**故障原因:**

1. 风扇损坏;
2. 环境温度过高;
3. 过载后通过关闭电源对过载故障复位, 并持续多次;
4. 伺服驱动器的安装方向、与其它伺服驱动器的间隔不合理;
5. 伺服驱动器故障;
6. 驱动器或电机损坏。

**处理建议:**

1. 运行时风扇是否运转, 更换风扇或驱动器;
2. 测量环境温度改善伺服驱动器的冷却条件, 降低环境温度;
3. 查看故障记录, 是否有报过载故障, 变更故障复位方法, 过载后等待 30s 后再复位。驱动器、电机选用功率过小, 提高驱动器、电机容量, 加大加减速时间, 降低负载;
4. 确认伺服驱动器的设置状态, 根据伺服驱动器的安装标准进行安装;
5. 断电 5 分钟后重启是否依然报故障, 重启后如果仍报故障请更换伺服驱动器。

#### 2.2.1.37 Alarm 1250

**故障描述:** hcfa 错误 50 j%d 脉冲输入异常

**故障原因:**

1. 输入频率大于脉冲输入最大频率设定值;
2. 输入脉冲受到干扰。

**处理建议:**

1. 更改最大允许频率, 参数 P06.38;
2. 后台软件查看指令是否异常, 检查线路接地情况, 确保线路可靠接地, 信号采用双绞屏蔽线, 输入线和动力线分开布线。

#### 2.2.1.38 Alarm 1251

**故障描述:** hcfa 错误 51 j%d 全闭环位置偏差过大

**故障原因:**

1. 外部编码器异常;
2. 相关设置过于保守。

**处理建议:**

1. 确认外部编码器线连接是否正确, 更换外部编码器;
2. 全闭环偏差过大, 保护功能设置有误确认相关参数的设置重新设置相关参数。

#### 2.2.1.39 Alarm 1254

**故障描述:** hcfa 错误 54 j%d 用户强制故障

**故障原因:** 通过 DI 功能 32 (FORCE ERR)强制进入故障状态

**处理建议:** 正常的 DI 功能输入, 配置了 DI 功能 32 且输入有效。断开输入即可解除故



障。

#### 2.2.1.40 Alarm 1255

**故障描述:** hcfa 错误 55 j%d 绝对位置复位故障

**故障原因:** 绝对位置编码器绝对位置复位故障

**处理建议:** 联系厂家获取技术支持

#### 2.2.1.41 Alarm 1256

**故障描述:** hcfa 错误 56 j%d 主电源断电

**故障原因:** 停电或主电源线路异常(注:这个故障默认不存储记录,可通过 P07.19 设定是否存储)

**处理建议:** 检查输入主电源是否有瞬间掉电提升电源电压容量

#### 2.2.1.42 Alarm 1260

**故障描述:** hcfa 错误 60 j%d 写入定制版程序之后第一次启动

**故障原因:** 在已经有标准程序的驱动器下载入定制版程序之后第一次启动

**处理建议:** 恢复出厂值,以便载入定制参数。

#### 2.2.1.43 Alarm 1265

**故障描述:** hcfa 错误 65 j%d CAN 总线关闭

**故障原因:** CAN 总线断开或者接收或发送异常

**处理建议:** 检查接线,重新连接。

#### 2.2.1.44 Alarm 1266

**故障描述:** hcfa 错误 66 j%d 异常的 NMT 命令

**故障原因:** 伺服 ON 时收到 NMT 丁停止命令或复位命令

**处理建议:** NMT 下节点复位,不要在伺服 ON 时停止或复位 CAN 节点。

#### 2.2.1.45 Alarm 1267

**故障描述:** hcfa 错误 67 j%d CAN 总线故障

**故障原因:** CAN 总线断开或者接收或发送异常

**处理建议:** 检查接线,重新连接。

#### 2.2.1.46 Alarm 1271

**故障描述:** hcfa 错误 71 j%d 节点保护或者心跳超时

**故障原因:** 节点保护和心跳监控到达设定的时间没有收到相应的应答

**处理建议:** 检查节点是否在线, NMT 下节点复位。

#### 2.2.1.47 Alarm 1272

**故障描述:** hcfa 错误 72 j%d 同步失效

**故障原因:** CANOpen IP 模式下与上位机同步失效

**处理建议:** NMT 下节点复位,或者 6040 发送故障复位命令。

#### 2.2.1.48 Alarm 1273

**故障描述:** hcfa 错误 73 j%d CANOpen 轨迹缓冲区下溢

**故障原因:** CANOpen IP 或 CSP 模式时,同步时钟丢失 2 次以上。

**处理建议:** 检查通信线路是否有干扰,确认上位机正常运行。NMT 下节点复位,或者 6040 发送故障复位命令。

#### 2.2.1.49 Alarm 1274

**故障描述:** hcfa 错误 74 j%d CANOpen 轨迹缓冲区上溢

**故障原因:** CANOpen IP 或 CSP 模式时,同步时钟过快,或者实际的时钟频率与配置值不一致。

**处理建议:** 检查通信线路是否有干扰,确认上位机正常运行,确认时钟频率与配置值一

致。NMT 下节点复位，或者 6040 发送故障复位命令。

#### **2.2.1.50 Alarm 1275**

**故障描述：**hcfa 错误 75 j%d 从站初始化失败

**故障原因：**EtherCAT 从站初始化失败

**处理建议：**请检查从站配置参数

#### **2.2.1.51 Alarm 1276**

**故障描述：**hcfa 错误 76 j%d 同步失败

**故障原因：**EtherCAT 同步失败

**处理建议：**NMT 节点复位，或者 6040 发送故障复位命令。

#### **2.2.1.52 Alarm 1277**

**故障描述：**hcfa 错误 77 j%d EtherCAT 通讯中断

**故障原因：**通讯连续丢失最大次数超过设定值

**处理建议：**6040 发送故障复位命令

#### **2.2.1.53 Alarm 1278**

**故障描述：**hcfa 错误 78 j%d 指令给定异常

**故障原因：**指令速度值超过 6080h 设置值

**处理建议：**NMT 节点复位，或者 6040 发送故障复位命令。

#### **2.2.1.54 Alarm 1279**

**故障描述：**hcfa 错误 79 j%d 使能时无控制模式

**故障原因：**伺服使能，6060h 为不支持的控制模式。

**处理建议：**NMT 节点复位，或者 6040 发送故障复位命令。

### **2.2.2 警告信息**

#### **2.2.2.1 Warning 4180**

**故障描述：**欠电压警告

**故障原因：**母线电压较低时输出的警告状态

**处理建议：**

1. 检查输入主电源是否正常；
2. 调低欠压检测点参数 P06.36。

#### **2.2.2.2 Warning 4181**

**故障描述：**驱动器过载警告

**故障原因：**带载运行超过驱动器反时限曲线，原因如下：

1. 电机 UVW 线或编码器线不良或者连接松动；
2. 电机堵转或者被外力驱动，如机械卡死、碰撞，重力或别的外力拖动，或者机械制动器(抱闸)没有打开就运行；
3. 多台驱动器配线时，误将别的同一台电机 UVW 线和编码器线连接到不同的驱动器上；
4. 负载过大，驱动器或电机选型偏小；
5. 可能缺相或相序接错；
6. 驱动器或电机损坏。

**处理建议：**

1. 确认电机 UVW 线和编码器接线是否存在问题；
2. 确认电机没有堵转或被外力驱动，确认机械制动器（抱闸）已经打开；
3. 确认多台驱动器和电机没有出现交叉配线，即没有出现一台电机 UVW 线

和编码器线连接到不同的驱动器上；

4. 延长加减速时间，重新选择合适的驱动器或电机；
5. 检查电机输出的 UVW 是否接错，是否对地短路；
6. 更换驱动器或者电机。

#### 2.2.2.3 Warning 4182

**故障描述：**电机过载警告

**故障原因：**带载运行超过驱动器反时限曲线，原因如下：

1. 电机 UVW 线或编码器线不良或者连接松动；
2. 电机堵转或者被外力驱动，如机械卡死、碰撞，重力或别的外力拖动，或者机械制动器(抱闸)没有打开就运行；
3. 多台驱动器配线时，误将别的同一台电机 UVW 线和编码器线连接到不同的驱动器上；
4. 负载过大，驱动器或电机选型偏小；
5. 可能缺相或相序接错；
6. 驱动器或电机损坏。

**处理建议：**

1. 确认电机 UVW 线和编码器接线是否存在问题；
2. 确认电机没有堵转或被外力驱动，确认机械制动器（抱闸）已经打开；
3. 确认多台驱动器和电机没有出现交叉配线，即没有出现一台电机 UVW 线和编码器线连接到不同的驱动器上；
4. 延长加减速时间，重新选择合适的驱动器或电机；
5. 检查电机输出的 UVW 是否接错，是否对地短路；
6. 更换驱动器或者电机。

#### 2.2.2.4 Warning 4183

**故障描述：**需要重新接通电源的参数变更

**故障原因：**变更了需要重新接通电源方可生效的参数

**处理建议：**重新上电

#### 2.2.2.5 Warning 4184

**故障描述：**伺服未准备好

**故障原因：**伺服未准备好时伺服 ON

**处理建议：**检测到伺服 READY 时再给使能

#### 2.2.2.6 Warning 4185

**故障描述：**写 E2PROM 频繁操作警告

**故障原因：**程序非正常频繁操作 E2PROM

**处理建议：**减少 EEPROM 写入操作频率，可以改用不存储 EEPROM 的通信写指令。

#### 2.2.2.7 Warning 4186

**故障描述：**正向超程警告提示

**故障原因：**

1. Pot 和 Not 同时有效,一般在工作台上不会同时出现的；
2. 伺服轴在某方向上出现超程状态，可自动解除。

**处理建议：**正向限位开关被触发，检查运行模式，给负向指令离开正向限位，会自动清除警告(安全防范，超程时禁止人工转动电机)。

#### 2.2.2.8 Warning 4187

**故障描述：**负向超程警告提示

**故障原因:**

1. Pot 和 Not 同时有效,一般在工作台上不会同时出现的;
2. 伺服轴在某方向上出现超程状态,可自动解除。

**处理建议:** 负向限位开关被触发,检查运行 模式,给正向指令离开负向限 位,会自动清除警告(安全防范,超程时禁止人工转动电机)。

**2.2.2.9 Warning 4188**

**故障描述:** 位置指令过速

**故障原因:**

1. 电子齿轮比设置过大;
2. 脉冲频率过高。

**处理建议:**

1. 减少设定的电子齿轮比;
2. 减少输入脉冲频率。

**2.2.2.10 Warning 4190**

**故障描述:** 绝对值编码器角度初始化警告

**故障原因:** 编码器角度重新初始化时偏离过大(大于 7.2 度电角度)警告

**处理建议:** 更换电机

**2.2.2.11 Warning 4193**

**故障描述:** 能耗制动过载

**故障原因:** 能耗制动功率过载

1. 制动电阻接线错误或接触不良;
2. 使用内置电阻的情况有可能出现默认短接线脱落情况;
3. 制动电阻容量不足;
4. 制动电阻阻值过大导致长时间制动;
5. 输入电压超过规定;
6. 制动电阻阻值、容量、或发热时间常数设置错误;
7. 伺服驱动器故障。

**处理建议:**

1. 检查制动电阻接线是否正常;
2. 检查内置电阻接线是否正常;
3. 增大制动电阻容量;
4. 减少制动电阻阻值;
5. 减少输入的电压值;
6. 按规格设定合适的参数;
7. 更换伺服驱动器。

**2.2.2.12 Warning 4194**

**故障描述:** 外接再生泄放电阻过小

**故障原因:**

1. 外接再生泄放电阻小于驱动器要求的最小值;
2. 参数设置错误。

**处理建议:**

1. 按规格配置外接再生泄放电阻的功率;
2. 查看参数 P00.21~P00.24 参数是否正确。

#### **2.2.2.13 Warning 4195**

**故障描述：**紧急停止

**故障原因：**触发了紧急停止

**处理建议：**正常的 DI 功能输入，配置了 DI 功能 30 且输入有效。断开输入即可解除警告。

#### **2.2.2.14 Warning 4196**

**故障描述：**原点回归错误

**故障原因：**

1. 搜索原点的时间超过了 P08\_95 的设定值；
2. P08.90 参数设置为 3、4 或 5，且碰到限位；
3. 不以限位为原点时，两次碰到限位。

**处理建议：**

1. 加大 P08.95 设定值；
2. 回原点搜索速度过快导致，减小回原点搜索的速度 P08.92，P08.93。

#### **2.2.2.15 Warning 4197**

**故障描述：**编码器电池欠压

**故障原因：**编码器电池电压低于 P06.48 设定的阈值

**处理建议：**检查更换编码器电池

#### **2.2.2.16 Warning 4199**

**故障描述：**无记录报警

**故障原因：**没有报警的记录

**处理建议：**

## 附录 3 编程指令说明

### 3.1 数据类型

#### 3.1.1 变量声明的数据类型

##### 3.1.1.1 BOOL 布尔

此类数据用于表示逻辑值。BOOL 值可以是 true 或 false。初始化后的默认值为 false。

示例:

```
BOOL firstRun  
  
...  
  
IF firstRun = false THEN  
  
    firstRun:= true ;  
  
...  
  
END_IF ;
```

当 firstRun 为 false 时，执行后，被置为 true。

##### 3.1.1.2 DINT 双精度整数

此类数据用于整数值，可以是正数或负数；整数值用 32 位值表示。

DINT 值可以在-2147483648 和 2147483647 之间。

初始化后的默认值为 0。

示例:

```
DINT counter  
  
DINT diff  
  
...  
  
counter := counter + 1 ;  
  
...
```

##### 3.1.1.3 UDINT 无符号双精度整数

此类数据用于仅为正数的整数值。整数值用 32 位值表示。

UDINT 值可以在 0 到 4294967295 之间。

初始化后的默认值为 0。

示例:

```
DINT counter  
  
...  
  
counter := counter + 1 ;
```

### 3.1.1.4 LREAL 长实数

此类数据用于具有双精度的十进制数。该值是 64 位有符号值。

LREAL 值可以在  $-1.7976931348623158e + 308$  和  $1.7976931348623158e + 308$  之间。

初始化后的默认值为 0.0。

示例:

```

LREAL width
...
width := 88.506 ;
...

```

### 3.1.1.5 VECT3 三维实向量

这种类型的数据用于表示三维向量。

数据由(x, y, z) 3 个 LREAL 类型值组成。

初始化后的默认值是一个向量，其中所有分量 x, y, z 都设置为 0.0。

示例:

```

VECT3 pose
...
pose := VECT3( 100, 200, 300) ;

```

### 3.1.1.6 POINTC 笛卡尔空间位姿

这种类型的数据用于表示一个笛卡尔点。数据具有 LREAL 类型的 x, y, z, a, b, c 分量。分量 x, y, z 表示位置，分量 a, b, c 表示姿态。分量 a 指向 z 轴方向，b 指向 y 轴方向，c 是指向 x 轴。需使用由 6 个 LREAL 值组合的数据才可以使用 POINTC 函数。POINTC 可用于笛卡尔运动和关节运动。初始化后的默认值是无效点（在移动指令中直接使用会发出错误），且所有分量 x, y, z, a, b, c 都设置为 0.0。

示例:

```

POINTC target
...
target := POINTC( 100, 200, 300, 10, 20, 30) ;
MLIN (target, v250, fine, tool0, wobj0) ;

```

### 3.1.1.7 ROBOT 机器人

此类数据用于与系统中定义的轴组进行交互。例如，可以设置轴组的参考系。要设置此类型的数据，必须使用函数 ROBOT，并使用字符串型轴组名作为其参数。

初始化后的默认值是无效的 ROBOT。

示例:

```

ROBOT conveyor
REFSYS cvywobj
POINTC cvyOrigin

```



...

```
conveyor := ROBOT("conveyor");
```

```
cvywobj:= SETROBOTWOBJ(conveyor, "", cvyOrigin);
```

...

在这个例子中，设置了 conveyor 的参考系。进行此设置是为了在程序中指定 conveyor 的参考系，并在例如跟踪应用中使用。

### 3.1.1.8 REFSYS 参考坐标系

这种类型的数据用于定义笛卡尔空间运动的参考坐标系。如果在运动指令中使用，则位置将是基于特定的坐标系。参考系可以是固定的或可移动的。使用 REFSYS 函数需要父参考系和六个 LREAL 型数值。初始化后的默认值是一个所有值都为 0.0 的 REFSYS，与世界参考系相同。

示例:

```
REFSYS wobj
```

```
POINTC p0
```

...

```
wobj:= REFSYS( wobj0,100, 200, 50, 0, 0, 0);
```

```
p0 := POINTC(0, 0, 0, 0, 0, 0);
```

```
MLIN (p0, v500, fine, tool0, wobj);
```

在此示例中，机器人将移动到参考系统 wobj 的原点。

### 3.1.1.9 POINTJ 关节位置类型

这种类型的数据用于确定机器人关节的位置。数据具有 LREAL 类型的 j1, j2, j3, j4, j5, j6 组件。要设置此类数据，可以使用 6 个 LREAL 值的 POINTJ 函数。POINTJ 用于 MJOINT 指令，将机器人移动到关节位置定义的特定位置。POINTJ 不能用作笛卡尔运动的目标。

初始化后的默认值是无效点（因此，如果在移动指令中使用则发出错误），所有组件 j1, j2, j3, j4, j5, j6 都设置为 0.0。

示例:

```
POINTJ startpos
```

...

```
startpos:= POINTJ( 0, 0, 0, 0, -90, 0);
```

```
MJOINT(startpos, v500, fine, tool0);
```

### 3.1.1.10 TRIGGER 触发类型

TRIGGER 数据类型用于存储与移动指令相关的事件中涉及的数据。通过指令，TRIGSET 可以将数据存储在 TRIGGER 变量中，指令 TRIGON 可以在执行运动指令之前激活触发器。初始化后的默认值是无效触发器。

示例:

```
TRIGGER trig
```

```

...
trig := TRIGSET when Distance is 20 do (io.output[5] := true) ;
...
TRIGON (trig) ;
MLIN (target, v500, fine, tool1, wobj1) ;

```

在此示例中，当机器人在目标之前 20 mm 时，io.output [5] 设置为 true。

### 3.1.1.11 STRING 字符串

此类数据用于存储字符串。STRING 最多可包含 128 个字符。初始化后的默认值为空字符串。

示例:

```

STRING str
...
str := "Hello world" ;
MESSAGE ("%1", str) ;

```

在用户日志中包含内容为 “Hello world” 的字符串 str。

### 3.1.1.12 SPEED 速度类型

SPEED 数据类型用于指定移动指令中的目标速度。它包含以 mm / s 表示的切向速度和以度 / s 表示的定向速度。要将数据存储在 SPEED 类型的变量中，可以使用 SSPEED 函数。

初始化后的默认值为 SPEED，所有参数均设置为 0.0。

示例:

```

SPEED vel
...
vel := SSPEED( 250, 5) ;
MLIN (target, vel, fine, tool0) ;

```

在此示例中，机器人将以 250 mm / s 和 5 度 / s 的目标速度移动。

示例:

```

SPEED vel
...
vel := v250 ;
...
MLIN (target1, vel, fine, tool0) ;
MLIN (target2, vel, fine, tool0) ;
MLIN (target3, vel, fine, tool0) ;

```

此示例显示如何使用变量 vel 中定义的预定义速度设置为一组运动定义目标速度。

### 3.1.1.13 ZONE 过渡混成类型

ZONE 数据类型用于指定两个连续移动指令之间的混合参数。它包含以 mm 为单位的线性距离和以度为单位的重定向角距离。要设置此类型的数据，可以使用 SZONE 功能。初始化后的默认值为 ZONE，所有参数均设置为 0.0。

示例:

```
ZONE blend
...
blend := SZONE(100, 5);
...
MLIN (target1, v250, blend, tool0);
MLIN (target2, v250, fine, tool0);
```

在此示例中，target2 的移动在机器人到达目标 1 之前从 100 mm 开始。

### 3.1.1.14 TOOL 工具类型

此类数据用于描述工具的参数。TOOL 数据类型用于移动指令。要设置此类数据，可以使用 STOOL 函数。初始化后的默认值是 TOOL，所有参数都设置为 0.0。

示例:

```
TOOL gun
...
gun := STOOL(0, 0, 100, 0, 0, 0);
...
MLIN (target, v250, fine, tool0);
MLIN (target, v250, fine, gun);
```

此示例可用于使用相同目标和两个不同工具检查机器人位置的不同。

### 3.1.1.15 INTR 中断处理类型

这种类型的数据用于中断处理。要将此类型的变量与特定中断例程绑定，必须使用 INTRSET 指令。可以使用指令 INTRCOND 或 INTRERRNO 指定导致中断的条件。请注意，此类数据必须在程序执行时只设置一次，否则将发出错误。有关其他信息，请参阅以 INTR 开头的指令并指导“如何使用中断”。初始化后的默认值是无效的 INTR。

示例:

```
INTR intr1
BOOL firstRun
...
(* set interrupt only once *)
IF NOT firstRun THEN
firstRun := true;
INTRSET (intr1, intHnd());
```

```
INTRCOND (intr1, io.input[8]);
END_IF;
...
```

此示例显示如何绑定中断以及如何设置触发该中断的条件。

### 3.1.1.16 CLOCK 时间测量时钟类型

CLOCK 数据类型用于时间测量。时间测量以秒表示。无法直接设置或读取此类数据。

可以使用 CLOCKRESET 指令重置时间测量。要开始测量必须使用指令 CLOCKSTART 和 CLOCKSTOP 来停止测量。对于读取必须使用 CLOCKREAD 函数返回 LREAL 值。初始化后的默认值是 0.0 秒的测量值。

**示例:**

```
CLOCK clk1
...
CLOCKRESET (clk1);
CLOCKSTART (clk1);
...
CLOCKSTOP (clk1);
MESSAGE ("Time elapsed %1", CLOCKREAD(clk1));
```

此示例显示如何测量执行指令期间所经过的时间。

### 3.1.1.17 TRACKING

TRACKING 数据类型用于存储跟踪应用程序的数据。要设置此类数据必须使用函数 TRACKING。有关参数的说明，请参阅跟踪应用说明文档。初始化后的默认值是无效的跟踪。

**示例:**

```
TRACKING cvy
REFSYS wobj
REFSYS rsPhoto
...
cvy := TRACKING(1000, 700, 100, 1000, Linear, 0.1);
...
wobj := GETTRKWOBJ(rsPhoto, cvy);
...
MLIN (target, v500, fine, tool1, wobj);
...
```

此示例显示如何为跟踪应用程序设置跟踪参数。

### 3.1.1.18 EPOINTC (笛卡尔空间位姿,附加轴关节位置点)

这种类型的数据用于表示笛卡尔点和附加轴关节位置。它包含与 POINTC 类型相同的数据以及与附加轴关节位置相关的值 ea1, ea2, ea3, ea4, ea5, ea6。EPOINTC 可用于笛卡尔空间和关节空间运动。可通过不同的函数设置这种类型的数据，其中一个函数是 EPOINTC。初始化后的默认值是无效点（如果在运动指令中直接使用则发出错误）并且所有值都设置为 0.0。

示例:

```
EPOINTC ep0
...
ep0 := EPOINTC( 100, 200, 300, 10, 20, 30, 100, 0, 0, 0, 0, 0);
...
MLIN (ep0, v500, fine, tool0);
```

### 3.1.1.19 EPOINTJ (关节位置,附加轴关节位置点)

这种类型的数据用于定义参考包含附加轴关节位置的机器人关节的位置。它包含与 POINTJ 类型相同的数据以及与附加轴关节位置相关的 ea1, ea2, ea3, ea4, ea5, ea6。EPOINTJ 用于 MJOINT 指令中，将机器人移动到关节位置定义的指定位置。EPOINTJ 不能用作笛卡尔运动的目标。可通过不同的函数设置此类数据，其中一个是函数 EPOINTJ。初始化后的默认值是无效点（如果在运动指令中直接使用则发出错误）并且所有值都设置为 0.0。

示例:

```
EPOINTJ ep0
...
ep0 := EPOINTJ( 0, 0, 0, 0, -90, 0, 10, 0, 0, 0, 0, 0);
...
MJOINT (ep0, v500, fine, tool0);
```

## 3.1.2 来源于机器人控制环境中可供使用的变量数据类型

### 3.1.2.1 POINT\_L 库点

此类数据用于访问系统中加载的库点。数据可用于移动指令。

示例:

```
POINT_L p0
...
MLIN (p0, v500, fine, tool0);
```

在此示例中，机器人将移动到系统中加载的库中定义的点 p0。

### 3.1.2.2 PATH\_L 库路径

此类数据用于访问系统中加载的库路径。数据可与指令 EPATH 一起使用。

示例:

```
PATH_L path0
```

...

```
EPATH (path0, v500, fine, tool0);
```

在此示例中，机器人将执行在系统中加载的库中定义的轨迹 path0。

## 3.2 变量

### 3.2.1 变量的行为

#### 3.2.1.1 VAR

这是变量的默认行为。可以在程序中设置变量，并在重新启动程序时丢失其值。

#### 3.2.1.2 CONST

这种类型变量的值无法在程序中更改，必须使用 Init 值进行设置。

#### 3.2.1.3 RETAIN

当程序重启时变量值被保留下来，当程序从内存下卸载时，此值被保存；对于 LOCAL 和 TASK 变量，此值将会保存在程序中。变量的此种行为只在 Module 域中使用。

### 3.2.2 变量的可见域

#### 3.2.2.1 Routine's Local

此类型的变量只能在其定义的程序和子程序中可见和使用，不能被其他程序和子程序可见和使用。可以在多个子程序中定义同一个变量名的变量，子程序中定义的变量只能被自己使用。

#### 3.2.2.2 Routine's Input

输入变量用于定义子程序的输入参数。输入变量的使用类似局部变量但是其初始值来源于调用的程序。输入变量定义顺序与调用指令传递参数顺序一致。主程序中不能够使用此类变量。

#### 3.2.2.3 Routine's Output

输出变量用于定义子程序的输出参数。输入变量的使用类似局部变量但是其初始值来源于调用的程序。输出变量定义顺序应与调用指令设置的参数顺序一致。主程序中不能够使用此类变量。

#### 3.2.2.4 Module's Local

此类变量可以被所有程序和子程序使用。Module 局部变量可以在一个子程序中设置，然后通过另外一个子程序读取。不能使用相同的名字定义多个 Module 局部变量。这些变量对于其他 Module 不可见。

#### 3.2.2.5 Module's Public

同 Module 局部相似，但是这个变量可以从其他 Module 中看到。在其他模块中，可以在模块名称前面使用这种变量（例如 moduleName.variableName）。

```
localVar: = Utility.moduleVar
```

LocalVar 变量通过 Utility Module 中变量 moduleVar 进行设置。

#### 3.2.2.6 Task

类似 Module 公共变量，在其他 Module 中，不需要使用 Module 名字即可直接访问。

---

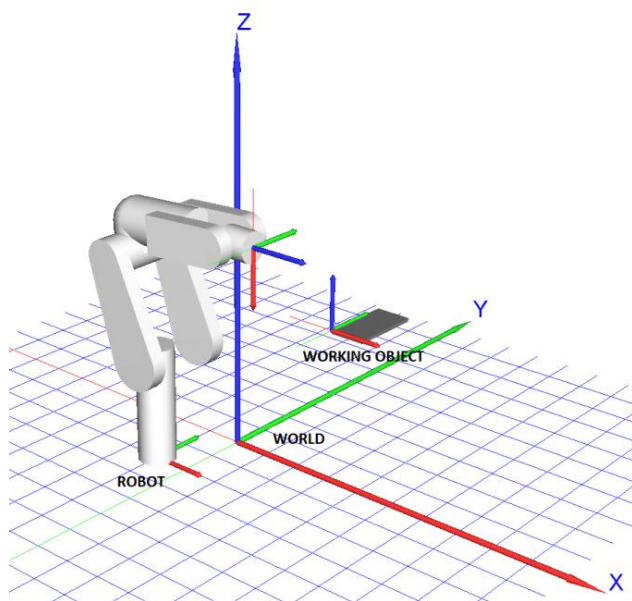
```
localVar := moduleVar
```

使用 moduleVar 设置 localVar，其中 moduleVar 的 module 没有指定。

### 3.2.2.7 Global

这种变量对于所有系统中的 TASK 都是通用的。在不同的 TASK 之间共享数据很有用。如果对同一 GLOBAL 有不同的定义，则会报告错误。

## 3.2.3 参考坐标系



参考坐标系用于简化程序位移。如果改变机器人的位置和/或工件的位置，则可以仅改变参考坐标系的值来重复使用程序。

### 3.2.3.1 世界坐标系

世界参考坐标系是一个固定坐标系，被系统中使用的所有其他坐标系来引用。在程序中，可以使用变量来 wobj0 引用它。

### 3.2.3.2 机器人坐标系

机器人坐标系确定机器人在系统中的位置。通常，在仅使用单个机器人的应用中，机器人坐标系设置为与世界坐标系相同。这意味着机器人位于世界坐标系 wobj0 的原点。

在程序中，可以使用函数 RWOBJ 引用机器人坐标系，将返回机器人的 REFSYS。可以在系统配置期间或使用函数 SETROBOTWOBJ 在 RPL 程序中设置机器人的位置。

### 3.2.3.3 工作对象坐标系

工作对象坐标系可用于确定工件相对于参考框架的位置。在程序中，可以使用数据类型 REFSYS 的变量对其进行定义。

### 3.2.3.4 坐标系的追溯层级链

每个 REFSYS 都可以称为父 REFSYS。使用父 REFSYS 可以获得一个 REFSYS 链，该链可用于简化对象在机器人单元中的移动。

示例：

```
REFSYS wobjPiece
```

```
REFSYS wobjTray
```



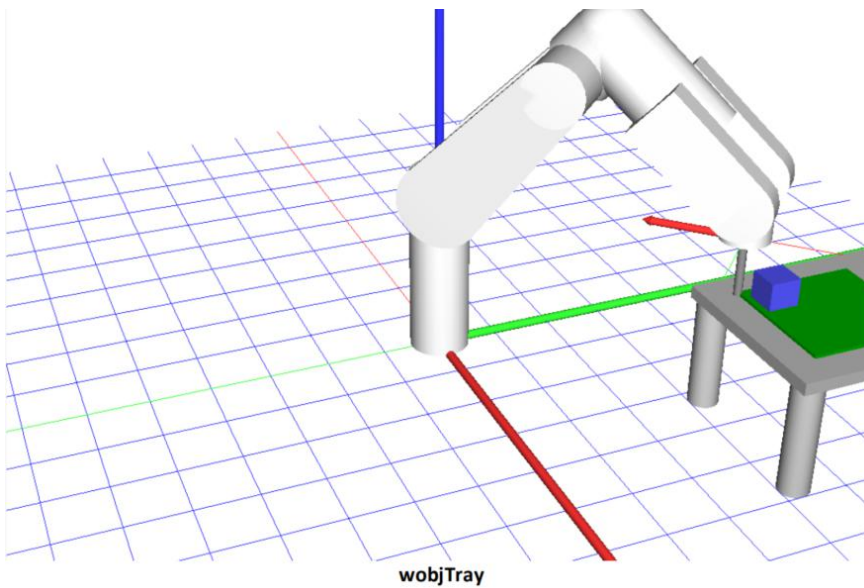
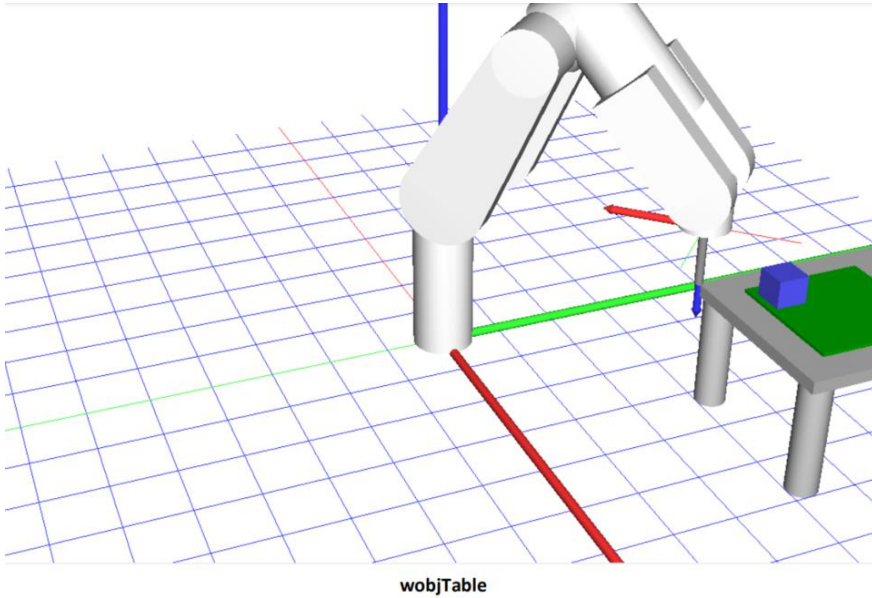
REFSYS wobjTable

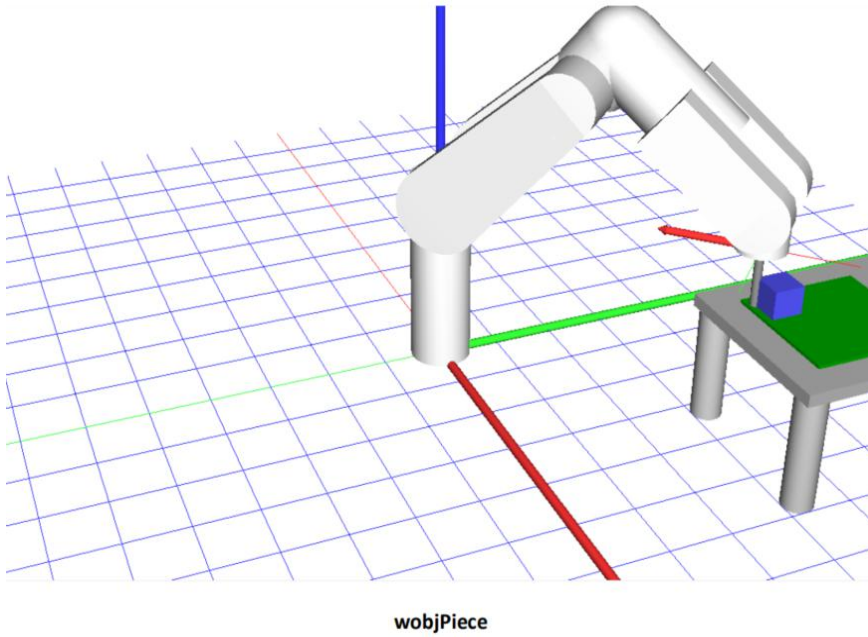
...

```
wobjTable = REFSYS(wobj0, 300, 300, 200, 0, 0, 0);
```

```
wobjTray = REFSYS(wobjTable, 50, 50, 0, 0, 0, 0);
```

```
wobjPiece = REFSYS(wobjTray, 20, 10, 0, 0, 0, 0);
```





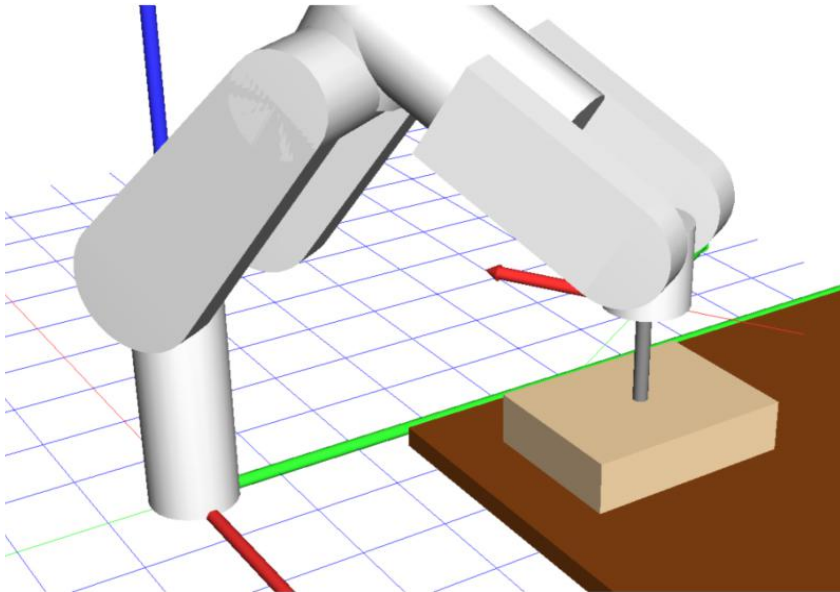
### 3.2.3.5 实例

机器人必须将一个盒子放入托盘中。

我们可以添加变量 `wobjpallet`，然后确定盒子相对于此工作对象的位置。如果我们更改了托盘位置，我们可以通过仅更改 `wobjpallet` 的值来重复使用同一运动指令。

示例：

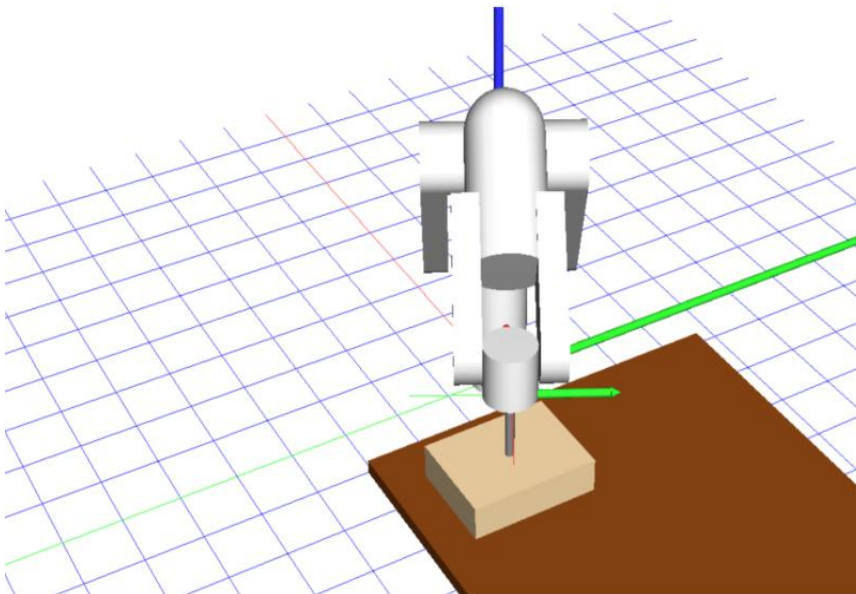
```
REFSYS wobjBox
REFSYS wobjPallet
...
wobjPallet = REFSYS (wobj0, 300, 100, 200, 0, 0, 0);
wobjBox = REFSYS(wobjPallet, 70, 60, 0, 0, 0, 0);
MLIN(ppick, v500, fine, tool, wobjBox);
...
```



...

```
wobjPallet = REFSYS (wobj0, 300, -400, 200, 0, 0, 0) ;
```

```
MLIN(ppick, v500, fine, tool, wobjBox)
```



### 3.2.4 预定义变量

通常，您可以找到一些预定义的系统配置模块（Module）。

#### 3.2.4.1 Module Base\_shared

在此 Module 中定义的是：

- 1)REFSYS 类型的 wobj0，可被引用为世界坐标系系统.
- 2)TOOL 类型的 tool0，如果机器人上未安装任何工具，则可以使用此 tool。

- 3) 不同的预定义 SPEED 设置，例如 v250，v500。
- 4) ZONE 类型的 fine。如果必须在准确的点处终止运动，避免运动之间的混合，则可以使用此设置。
- 5) 不同的预定义 ZONE 设置，例如 z50，z100。

#### **3.2.4.2 Module tool**

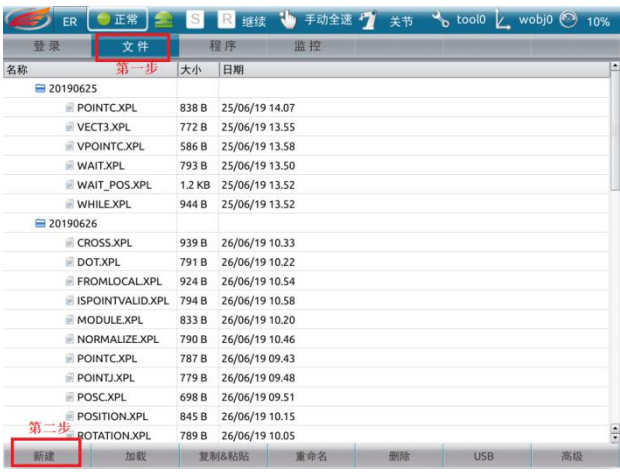
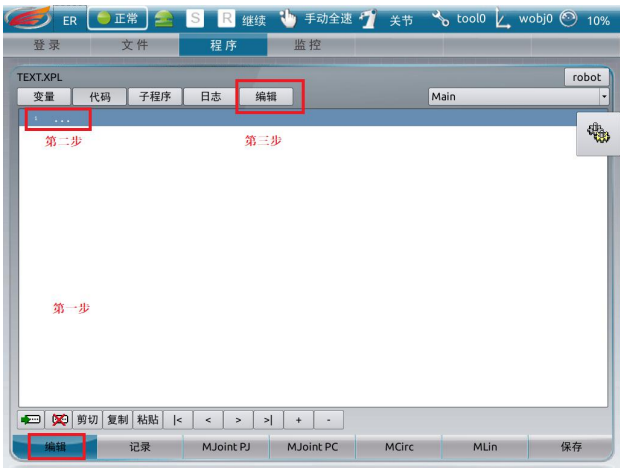
该 Module 用于存储 TOOL 设置。

#### **3.2.4.3 Module userframe**

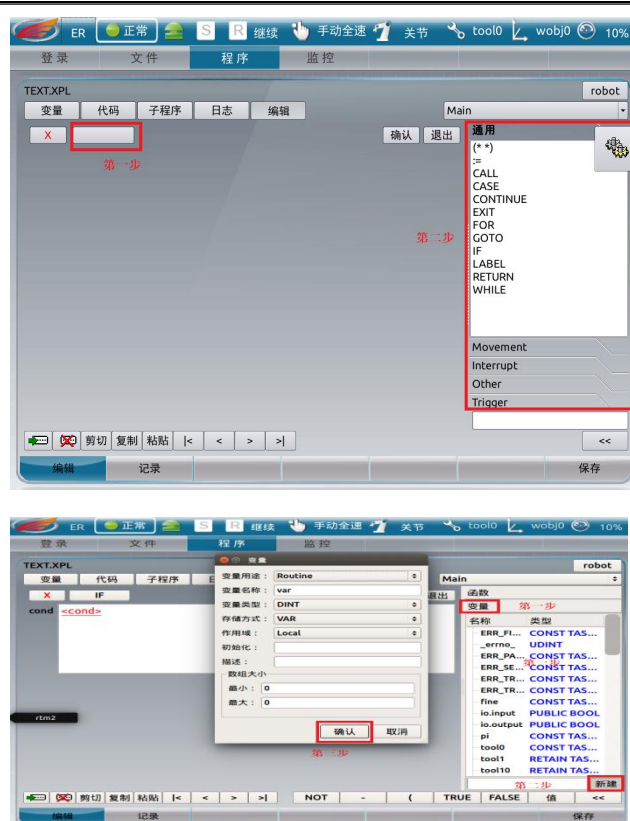
该 Module 用于存储 REFSYS 设置。

3.3 RPL 指令

3.3.1 添加指令操作

| 步骤          | 图片                                                                                   | 描述                                                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.登录。       |    | <p>点击标题栏“登录”后输入密码(999999)。</p> <p>点击“登录”。</p>                                             |
| 2.创建文件夹或文件。 |   | <p>在界面中选择文件选项。</p> <p>点击新建，新建文件夹或文件。</p> <p>确定文件夹或文件名称。</p> <p>如需加载文件，选中文件后，点击下方加载即可。</p> |
| 3. 编写程序准备。  |  | <p>点击“编辑”进入编辑功能。</p> <p>选中需要编辑的行。</p> <p>点击上方编辑。</p>                                      |

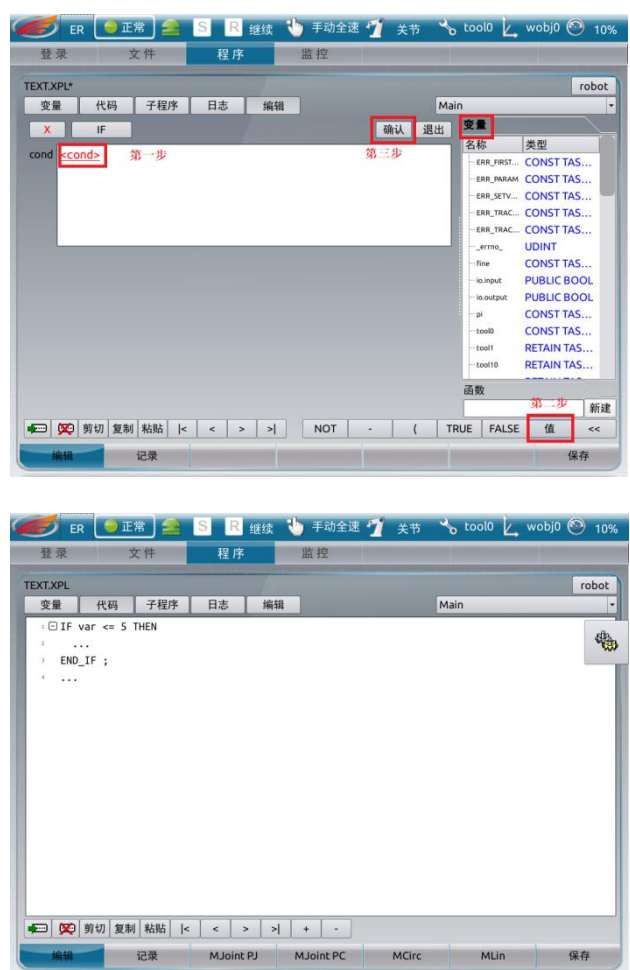
## 4. 选择函数或方法以及创建变量。



选择白框后即可在右侧选择函数或方法。

选中变量点击“新建”即可创建各个类型的变量，最后点击“确认”即可。

## 5. 程序确认。



选中需要填写的参数（这里的函数选择为 IF）。

在变量范围内选择刚刚创建的变量。

对变量进行相应的设置和应用。

点击“确认”，创建出完整代码。（下图）。

### 3.3.2 指令详解

#### 3.3.2.1 (\* \*) 注释指令

表示在示教器界面的注释。使用此指令，可以在代码中输入一个注释。

示例:

```
(* This is a comment *)

Started := true;

...

(* wait door's input *)

WAIT(door_opened);
```

#### 3.3.2.2 := 赋值指令

通过此指令，可以为变量赋值。

格式: 变量 := 表达式;

示例:

```
i := 123 ;

temp := SIN(0.392) ;
```

在这个例子中，变量 i 被设置为 123，temp 的值为 sin(0.392)。

注意：此指令不能用于将一个数组直接赋值给另外一个数组。如果想要把一个数组的值复制到另外一个数组，必须针对数组中的每个元素使用此指令。

#### 3.3.2.3 ALIAS 变量别名

将一个变量绑定另一个变量。

格式: ALIAS (变量, 参考变量)

示例:

```
BOOL grimper

BOOL out_1

...

ALIAS (grimper, out_1);

...

grimper := true;
```

在此条指令后，可以将 grimper 变量当作 out\_1 使用。该例中 out\_1 和 grimper 都会是 true。

#### 3.3.2.4 CALL 调用

用于执行用户定义的子程序

格式: CALL [指定的变量列表]:= 子程序名称 (输入参数) ;

示例:

```
CALL ExecuteSquare(A, B, C, D);
```



调用 ExecuteSquare 子程序,并赋值给四个输入变量。将程序中常出现的一些指令集中到一起并以子程序的形式实现,并让主程序调用,这样可以简化主程序。

#### 子程序栏

ExecuteSquare (POINTC A, POINTC B, POINTC C, POINTC D);

#### 变量栏

Input

POINTC A

POINTC B

POINTC C

POINTC D

#### 代码栏

MJOINT (A, v100, fine, tool1);

MLIN (B, v100, fine, tool1);

MLIN (C, v100, fine, tool1);

MLIN (D, v100, fine, tool1);

MLIN (A, v100, fine, tool1);

#### 示例:

CALL val, inRange := acquireValue(val, min, max);

该例调用子程序 acquireValue 传递三个变量,在执行调用子程序后设置两个变量值。

#### 子程序栏

acquireValue(LEARL val,LEARL min,LEARL max) => (LEARL outval, BOOL inRange)

#### 变量栏

Input

LREAL val

LEARL min

LEARL max

Output

LREAL outval

BOOL inRange

#### 代码栏

Outval := LIMIT(val, min, max);

IF outval<>val THEN

inRange := false;

---

```
ELSE
```

```
InRange := true;
```

```
END_IF
```

**注意：**不能够使用数组进行参数传递和赋值传递。

### 3.3.2.5 CLEARMOVE 中止待处理运动

使用此指令将中止所有待处理的移动。在调用此指令之前，机器人必须处于保持或静止状态。如果在执行 CLEARMOVE 时机器人处于运动状态，则会发生错误。如果从中断或触发器调用的子程序中执行该指令并且程序返回一个移动未完成的指令，程序将因错误而停止。该指令通常在中断程序中使用。在运动指令后直接使用该指令是无效的。

**示例：**

```
(* Hold pending movements *)
```

```
STOPMOVE ();
```

```
(* Abort pending movements *)
```

```
CLEARMOVE;
```

暂停目前实际的运动过程，然后终止所有待处理的运动。

### 3.3.2.6 CLOCKRESET 重置时间测量

重置用于计时的 CLOCK 数据类型的变量。

**格式：**CLOCKRESET(变量名);

**示例：**

```
CLOCK clk1
```

```
...
```

```
CLOCKSTART (clk1);
```

```
...
```

```
CLOCKSTOP (clk1);
```

```
MESSAGE("Time elapsed %1 for phase 1", CLOCKREAD(clk1));
```

```
...
```

```
CLOCKRESET (clk1);
```

```
CLOCKSTART (clk1);
```

```
...
```

```
CLOCKSTOP (clk1);
```

```
MESSAGE("Time elapsed %1 for phase 2", CLOCKREAD(clk1));
```

```
...
```

上例中展示了如何只使用一个变量进行两次测量。

### 3.3.2.7 CLOCKSTART 开启时间测量

通过 CLOCK 类型变量开始计时。

**格式:** CLOCKSTART(变量名)

**示例:**

```
LREAL partial
LREAL total
...
CLOCKRESET (clk1);
CLOCKSTART (clk1);
...
CLOCKSTOP (clk1);
partial := CLOCKREAD (clk1);
CLOCKSTART (clk1);
...
CLOCKSTOP (clk1);
total := CLOCKREAD(clk1);
```

此例子展示了如何测量部分时间和总时间。

### 3.3.2.8 CLOCKSTOP 停止时间测量

停止时间测量:

**格式:** CLOCKSTOP (变量);

**示例:**

```
LEARL time
...
CLOCKRESET(c1k1);
CLOCKSTART(c1k1);
...
CLOCKSTOP(c1k1);
time :=CLOCKREAD(c1k1);
```

此例中，展示了计算运动执行时间。

### 3.3.2.9 CONTINUE 继续

中断目前的 WHILE 或者 FOR 循环，并强制重新评估目前的循环条件。

**示例:**

```
WHILE (i <= 10) DO
    i := i + 1 ;
    IF (MOD(i, 2) = 1) THEN
        CONTINUE ;
```

```

END_IF;

MLIN(POINTC(200, -500, 200, 0, 180,0), v100, fine, tool1);

MLIN(POINTC(200, -900, 200, 0, 180,0), v100, fine, tool1);

END_WHILE;

```

此例中如果变量 *i* 是奇数，后面的两条 MLIN 指令将会被跳过，循环条件重新评估。

### 3.3.2.10 DWELL 时间等待

在执行后面的指令前等待指定的参数时间（单位为秒）。

**格式:** DWELL(值)

**示例:**

```

MJOINT (POINTC(500, 500, 0, 0, 0, 0), v100, fine, tool1);

DWELL (1.5);

MJOINT (POINTC(800, 800, 200, 0, 0, 0), v100, fine, tool1);

```

执行第一条运动指令后，机器人将会在执行第二条指令前等待 1.5 秒。

### 3.3.2.11 ENDPROG 中止程序

终止当前程序的执行。等待移动将在终止当前程序之前完成。只有重启请求或设置程序指针的请求才能恢复程序执行。

**格式:** ENDPROG;

**示例:**

```

IF unexpected=TRUE

ENDPROG ;

END_IF

```

如果变量 *unexpected* 为 true，则程序执行终止。

### 3.3.2.12 EPATH 路径执行

用于启动一条路径的执行。

EPATH (PATH\_L 变量,速度, 区域, 工具);

如果想要执行路径指令，必须在键入此指令前在 *plib* 文件下导入期望的.pth 路径文件，并将 *path* 路径作为外部变量。

**示例:**

首先在 Vars 标签页中添加此变量：

```

External

PATH_L robot

```

然后可以在 code 标签页中插入此指令：

```

EPATH (robot, v100,fine,tool1);

```

此例中名称为 *robot* 的路径将会被执行。

### 3.3.2.13 ERROR 错误代码

设置 `expr` 值为系统变量 `_error_` 的错误代码。然后错误消息将会在系统中的 用户日志文件输出显示，程序的执行将会被中断，错误处理代码将会执行。默认的错误处理是停止目前程序的执行。

**格式：** `ERROR(expr,[expr1],[expr2]);`

**示例：**

```
DINT Value
...
IF Value < 10 THEN
  ERROR(1, "Value is less than", 10)
END_IF;
```

此例中执行的程序将会被停止，并且在系统的用户日志文件中将会显示“ERROR CODE 1: Value is less than 10”。

### 3.3.2.14 EXEC 子程序执行

执行在加载指令 `LOAD` 的模块中定义的子程序。子程序仅在运行时进行评估。在编译期间，不检查子程序名称，因为它驻留在运行时加载的模块中。

**格式：** `EXEC [结果=] subroutine ([参数]);`

**示例：**

```
LOAD "parprog.xpl";
...
EXEC "parprog.work";
...
EXEC value = "parprog.calc" (a, b);
在此示例中，将执行子程序 work 和子程序 calc。
```

**示例：**

```
LOAD "sub_p01.xpl";
...
EXEC "sub_p01.Main";
```

此示例显示如何从另一个程序运行完整的程序。

要从另一个程序运行一个完整的程序，需要运行其 `Main` 子程序。

### 3.3.2.15 EXIT 结束循环

终止 `WHILE` 或者 `FOR` 循环，也可以用于主程序的停止执行。

**示例：**

```
WHILE i <= 10 DO
  i := i + 1;
```

```

IF (i = 4) THEN
EXIT;
END_IF;

MLIN (POINTC(200, -500, 200, 0, 180, 0), v100, fine, tool1);

MLIN (POINTC(200, -900, 200, 0, 180, 0), v100, fine, tool1);

END_WHILE;

```

在此例中如果 i 值等于 4 时，正在执行的 while 循环将会被中断。

### 3.3.2.16 FOR 循环体

循环执行某个代码块几次。首先需要设置使用初始值表达式来初始化变量 **variable**，在代码块执行每次执行后，变量 **variable** 将会以增量表达式的值更新；如果更新后的变量 **variable** 值在初始值和终止值之间指定范围内，代码块将会再次执行，否则执行 FOR 循环体外的后续指令。若增量表达式不进行任何指定，默认变量 **variable** 的增量为 1。FOR 循环体可以使用 EXIT 和 CONTINUE 指令。

**格式：**FOR **variable** := 初始值表达式 TO 终止值表达式 BY [ 增量表达式 ] DO

```

...
END_FOR;

```

**示例：**

```

FOR i := 1 TO 4 BY 1 DO

MLIN(POINTC(200, -500, 200, 0, 180, 0), v100, fine, tool1);

MLIN(POINTC(200, -900, 200, 0, 180, 0), v100, fine, tool1);

END_FOR;

```

使用变量 i 执行四次循环，第一次变量 i 的值为 1，每执行一次循环，i 的值加 1。最后一次执行循环时，i 值为 4。执行此次循环后，i 值为 5。当在程序中键入 FOR 指令时，END\_FOR 将会自动添加。

### 3.3.2.17 GOTO 跳转指令

跳到某一个特定的标签，并执行标签后的程序指令。

**格式：**GOTO(标签名称)

**示例：**

```

LABEL Start

MJOINT (POINTC(500, 500, 0, 0, 180, 0), v100, fine, tool1);

MJOINT (POINTC(800, 800, 200, 0, 180, 0), v100, fine, tool1);

GOTO Start;

```

此例中，在 GOTO (Start)后，程序跳到指令 LABEL (Start)处继续执行。

### 3.3.2.18 IF THEN ELSE 条件语句

IF 条件为真，则执行 IF 后的指令语句；否则执行 ELSE 后的指令语句。

当键入一个 IF 指令时，同时将会自动添加 END\_IF。如果你想要插入 ELSE 语句，必须点击 END\_IF 语句，然后在示教器显示的编辑栏添加 ELSE。

**格式：**IF 条件 THEN

```
...
ELSE
...
END_IF ;
```

**示例：**

```
IF j := 1 THEN
    sum := sum + 1 ;
ELSE
    sum := sum + 2 ;
END_IF ;
```

此例中如果变量 j 等于 1，变量 sum 加 1，否则 sum 加 2。

### 3.3.2.19 INTRCOND 中断触发条件

用于设置关联中断 INTR 变量的触发中断的条件，变量表达式必须是布尔类型。在设置与中断相关的条件后，中断被使能，即当中断触发条件从假转化为真时，中断被触发。

在使用该指令前，必须使用 INTRSET 指令设置此指令 INTR 变量，否则报告错误。

**格式：**INTRCOND (INTR 变量, 布尔型表达式);

**示例：**

```
INTR trap
...
INTRSET(trap, trapRoutine());
INTRCOND(trap, io.input[8]<>false);
...
```

在此例中当 io.input[8]为 true 时，中断程序 trapRoutine 将会被执行。

### 3.3.2.20 INTRALLOW 中断允许

启用先前被 INTRDENY 指令禁用的特定中断指令。在使用该指令前，INTR 变量必须与一个中断关联，否则报告错误。

**格式：**INTRALLOW(INTR 变量);

**示例：**

```
INTR trap
...
INTRSET(trap, trapRoutine());
INTRCOND(trap, io.input[8]<>false);
```



```

...
INTRDENY(trap);
(*Interrupt trap must be avoid in following code*)
...
(*Now is possible to enable interrupt trap*)
INTRALLOW(trap);
...

```

此例展示了如何在一个指定的程序段中屏蔽一个中断。

### 3.3.2.21 INTRDENY 中断否决

用于禁用特定中断触发的指令。此指令之后该指定的任何触发条件都将失效。在使用该指令前，INTR 变量必须要与一个中断关联，否则报告错误。

**格式：**INTRDENY(INTR 变量);

**示例：**

```

INTR trap
INTR trap2
...
INTRSET(trap,trapRoutine());
INTRSET(trap2,trap2Routine());
INTRCOND(trap,io.input[8]<>false);
INTRCOND(trap2,io.input[9]<>false);
...
INTRDENY(trap);
(*Interrupt trap will be avoid in following code*)
...

```

此例展示了如何在屏蔽一个 trap 中断并且中断 trap2 还是有效的。

### 3.3.2.22 INTRDIS 中断禁用

禁用所有中断或某个中断的指令。如果省略了指令后的可选参数，所有中断将会被禁用。当中断被禁用了，中断条件仍会被检测；如果满足了中断条件，则一旦中断被重新启用，就会调用该中断。

如果没用省略指令后的可选参数，则 INTR 变量必须要与一个中断关联，否则报告错误。

**格式：**INTRDIS([ INTR 变量]);

**示例：**

```

INTR trap
...
INTRSET(trap,trapRoutine());

```

---

```
INTRCOND(trap,io.input[8]<>false);

...

INTRDIS();

(*Interrupt will be disabled in following code*)

...

INTRENA();

(*Interrupt will be reenabled in following code*)

...
```

上例展示了如何禁用中断然后重新启用中断。

### 3.3.2.23 INTRENA 中断触发

启用所有中断或某个中断的指令。如果省略了指令后的可选参数，所有中断将会被启用。

如果没用省略指令后的可选参数，则 INTR 变量必须要与一个中断关联，否则报告错误。

**格式：**INTRENA( [ INTR 变量 ] );

**示例：**

```
INTR trap

...

INTRSET(trap,trapRoutine());

INTRCOND(trap,io.input[8]<>false);

...

INTRDIS();

(*Interrupt will be disabled in following code*)

...

INTRENA();

(*Interrupt will be reenabled in following code*)

...
```

上例展示了如何禁用中断然后重新启用中断。

### 3.3.2.24 INTRERRNO 错误编号触发中断

当系统变量\_errno\_被设置为特定值（如果未省略可选整型变量）或设置为不等于零的值时，该指令用于设置触发与 INTR 变量连接的中断的条件。变量\_errno\_被赋值时可触发中断。可以通过指令 ERROR 或发生执行错误来设置变量\_errno\_。

在使用该指令前，INTR 变量必须要与一个中断关联，否则报告错误。

**格式：**INTRERRNO (INTR 变量, [整型值]);

**示例：**

```
INTR trapErr
```

```
...
INTRSET (trapErr,errnoHnd());
INTRERRNO(trapErr);
...
```

该例中当系统变量\_errno\_被赋值时，子程序 errnoHnd()将被调用。

### 3.3.2.25 INTRSET 中断设置

将一个 INTR 变量与子程序连接的指令。无法设置已由先前的 INTRSET 指令设置的 INTR 变量，否则将会报错。请注意，不要循环且重复定义一个中断（参见 INTR 变量类型）。

**格式：**INTRSET(INTR 变量,子程序);

**示例：**

```
INTR trapInput
INTR trapErr
...
INTRSET(trapInput,inputHnd());
INTRSET(trapErr,ErrnoHnd());
...
INTRCOND(trapInput, io.input[5]);
INTRERRNO(trapErr);
...
```

上面的示例展示了如何设置两个中断。

### 3.3.2.26 JOIN 等待线程执行结束

等待线程的执行结束。如果设置了[超时]，则在线程结束或者超时发生时中断等待。如果线程在超时之前未结束或线程终止时可选参数 [结果] 不等于零，则可选参数的 [结果] 将被设为 0。[超时] 及 [结果] 参数是可选的。

**格式：**JOIN(pid\_thread, [超时], [结果]);

**示例：**

```
UDINT pid
...
(**)
THREAD pid, activateGlue();
(**)
MLIN(pstart,v500,fine,tool1,wobj1);
...
(**)
JOIN(pid);
```

(\*\*)

MLIN(pstart,v500,fine,tool1,wobj1);

...

此示例展示了 JOIN 的可能用途。Glue 系统的激活开始于指令 THREAD 调用子程序 activateGlue，并且在完成 Glue 激活前执行一些其它指令。

### 3.3.2.27 KMAXJ 关节运动最大参数设置

设置关节运动参数的最大值。此指令是一个模态设置。

**格式：**KMAXJ([速度],[加速度],[减速度],[加加速度]);

关节空间的运动参数以百分比的形式设置，参考机器人配置的最大关节速度 MAX\_SPE\_J，最大关节加速度 MAX\_ACC\_J 和最大关节加加速度 MAX\_JER\_J。所有参数是可选的。

示例：

KMAXJ(10);

MJOINT(POINTC(-400,0,0,0,180,0),V1000,fine, tool1);

经过上面的设置，所有后续关节移动的最大速度被改变为的最大速度的 10%。如果 TAN\_SPE 为 2000 mm/s，则关节速度为 10%，即 10%至 50%间的最小值。

KMAXJ(10);

MJOINT(POINTC(-400,0,0,0,180,0),V100,fine, tool1);

经过上面的设置，所有后续关节移动的最大速度被改变为的最大速度的 10%。如果 TANY\_SPE 为 2000 mm/s，则关节速度为 5%即 5%至 10%间的最小值。

**注意：**例子中，“\*”代表坐标。以下同义。

### 3.3.2.28 KMAXT 笛卡尔空间运动最大参数

用于设置笛卡尔空间运动参数的最大值。此指令是一个模态设置。

**格式：**KMAXT([速度],[加速度],[减速度],[加加速度]);

每个参数的单位与机器人内部的配置一致，正常情况下为 mm/s。所有参数都是可选的。其中速度参数是所有笛卡尔空间运动的限制条件。如果在运动指令中设置的运动值大于 KMAXT，则实际的运动值将会降低至 KMAXT 中设置值。

**注意：**每个参数不能超过为机器中的轴组配置的参数。如果设置了过大的值，则该值将被设置为机器中配置的最大值。切向速度 TAN\_SPE，切向加速度 TAN\_ACC 和切向加加速度 TAN\_JER 的值默认将会通过 RPE 进行计算，其值为机器人主轴笛卡尔运动参数的最小值 (MAX\_SPE\_C [1...3], MAX\_ACC\_C [1...3], MAX\_JER\_C [1...3])。

示例：

KMAXT(50,15);

MLIN(POINTC(600,600,0,0,0,0),V100,fine, tool1);

此例中，通过 KMAXT 指令设置后续笛卡尔空间运动速度为 50mm/s，加速度为 15mm/s<sup>2</sup>，减速度和加加速度数值与机器人设置一致。

### 3.3.2.29 KMAXW 笛卡尔腕部运动最大参数

用于设置腕部轴在笛卡尔空间运动的最大参数。这是一个模态设置。

**格式:** KMAXW([速度],[加速度],[减速度],[加加速度]);

参数是依赖于机器人的配置，正常速度单位为 degree/s。所有参数都是可选的。其中速度参数是所有笛卡尔空间运动的限制条件。如果在运动指令中设置的运动值大于 KMAXW，则实际的运动值将会降低至 KMAXW 中设置值。

**注意:** 每个参数都不允许超过机器人配置轴组设置参数。切向速度 W\_SPE，切向加速度 W\_ACC 和切向加加速度 W\_JER 的值默认将会通过 RPE 进行计算，其值为机器人腕部轴笛卡尔运动参数的最小值（MAX\_SPE\_C [4...6]，MAX\_ACC\_C[4...6]，MAX\_JER\_C[4...6]）。

**示例:**

```
KMAXT(50,15);
```

```
MLIN(POINTC(600,600,0,0,0,0),V100,fine, tool1);
```

此例中，通过 KMAXW 指令设置后续笛卡尔空间运动速度为 50 degree/s，加速度为 15 degree/s<sup>2</sup>；减速度和加加速度数值与机器人设置一致。

如果在 v100 重整定速度低于 50 度/s 时，结果速度是 v100 重整定的值。

### 3.3.2.30 LABEL 标签指令

在程序代码中输入一个标签名称，用于 GOTO 指令跳转到代码的特殊部分。

**格式:** LABEL(标签名称)

**示例:**

```
LABEL loop;
```

```
MLIN(pstart,v500,fine, tool1,wobj1);
```

```
...
```

```
GOTO loop;
```

该例是一个无限循环。

### 3.3.2.31 LOAD 程序加载

将程序从文件加载到内存中作为当前程序的模块。加载后可以执行子程序并访问模块中定义的数据。

**格式:** LOAD (文件名);

**示例:**

```
LOAD ("parprog.xpl");
```

```
EXEC "parprog.work";
```

在此示例文件中，“parprog.xpl”作为模块加载。而后模块中定义的子程序 work 将被执行。

### 3.3.2.32 MCIRC 圆弧运动

开始执行 TCP 从圆弧指令开始前的最后一个位置到目标位置的圆弧（笛卡尔）移动，经过一个中间点。

如果需要改变姿态，方向轴（A、B 和 C）将被插补并且与位置点保持同时插补（开始移动并同时到达目标位置）。

**注意：**如果圆弧运动的起始点和目标点是同一个点，圆弧运动将是不可知的。

**警告：**因为实际位置是用来描述从这个指令开始执行圆周运动，如果开始时 TCP 远离了程序中的位置，可能会有危险。如果机器人的 TCP 位置在中间点和目标点之间，并且启用了 MCIRC 指令，则机器人执行的圆周运动方向与编程方向相反。

**警告：**只有在前一个动作结束且第二个动作开始之前，才有可能在两个连续动作之间更改工具。否则将发生错误。有关的更多细节，请参见 MLIN 指令中的示例。

如果需要改变姿态，姿态轴(a、b 和 c)将被插补(开始移动并同时到达目标位置)到主轴(x、y 和 z)。

如果省略 refsys 参数，则使用世界坐标系进行移动。

**格式：**MCIRC(中间点,目标点,速度,区域,工具,[参考系])

**示例：**

```
MLIN (a, v100, fine, tool1);
```

```
MCIRC (b, c, v100, fine, tool1);
```

该例中圆弧运动起始于点 a，中间经过 b 点，最后到达 c 点。

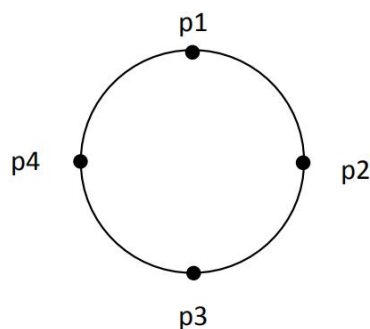
**示例：**

```
MLIN (p1, v100, fine, tool1);
```

```
MCIRC (p2,p3, v100, fine, tool1);
```

```
MCIRC (p4, p1, v100, fine, tool1);
```

此例是走一个完整的圆圈，从 p1 点的开始经过 p2, p3, p4。



### 3.3.2.33 MCIRCA 圆周运动

以确定的移动角度执行 TCP 的圆周(笛卡尔)运动。圆周由三个点定义:圆周运动前的最终位置、目标位置、中间点。

当机器人走完期望角时，运动结束。

正角度是指运动方向为从中间点到目标点的圆周运动。负角度是指运动方向为从目标点到中间点的圆周运动。

**注意：**如果圆周运动的起始点和目标点是同一个点，圆周运动将是不可知的。

**警告：**因为实际位置是用来描述从这个指令开始执行圆周运动，如果开始时 TCP 远离了程序中的位置，可能会有危险。

**警告：**只有在前一个动作结束且第二个动作开始之前，才有可能在两个连续动作之间更改工具。否则将发生错误。有关的更多细节，请参见 MLIN 指令中的示例。

在运动过程中，相对于圆弧的方向一直保持为初始设置的方向。此操作模式与 MCRIC 指令中使用的方向不同，如果角度参数较大，则有可能到达一个或多个机器人轴的行程终点。

如果省略 refsys 参数，则使用世界坐标系进行移动。

**格式：**MCIRCA(中间点,目标点,期望角,速度,区域,工具,[参考系])

**示例：**

```
MLIN (a, v100, fine, tool1);
```

```
MCIRCA (b, c, angle, v100, fine, tool1);
```

该例中的圆弧运动开始于点 a。运动弧长对应的角度是 angle。

### 3.3.2.34 MESSAGE 消息指令

在系统和用户的日志文件中打印显示消息。在文本表达式中使用%1 和%2 作为表达式 1 和表达式 2 的形式参数。

**格式：**MESSAGE(文本表达式, 表达式 1, 表达式 2);

**示例：**

```
MESSAGE ("First value %1 second value %2", 10, 20);
```

此例中在日志文件中显示的字符串为“第一个数值为 10 第二个数值为 20”。

### 3.3.2.35 MJOINT 关节运动

开始关节运动，从上个点到达此目标点。目标点的位置可以是 POINTC 或者 POINTJ。所有轴开始运动并同时到达目标点。TCP 运动是机器人运动各轴的组合。如果参考坐标系未指定，默认在世界坐标系下运动。

**警告：**只有在前一个动作结束且第二个动作开始之前，才有可能在两个连续动作之间更改工具。否则将发生错误。有关的更多细节，请参见 MLIN 指令中的示例。

**格式：**MJOINT(目标点,速度,区域,工具,[参考坐标系]);

**示例：**

```
MJOINT (HomePos, v100, fine, tool1);
```

[速度]参数是用笛卡尔单位表示的，但是在此运动中，此参数用于计算关节速度的百分比。

百分比的计算如下：关节速度的百分比 = 设定切向速度/[TAN\_SPE]。

**示例：**

设定切向速度 = 100mm/s

TAN\_SPE = 2000mm/s

关节速度的百分比=5%



默认情况下，参数 TAN\_SPE 的值是由 RPE 计算的主轴笛卡尔速度参数最小值 (MAX\_SPE\_C [1 ... 3])。

### 3.3.2.36 MLIN 直线运动

从上一个位姿点直线运动到目标位姿点。如果在运动过程中要求改变姿态，姿态轴 A, B, C 将会被插补，并且与位置点保持同时插补。如果参考坐标系未指定，默认在世界坐标系下运动。

**警告：**只有在前一个动作结束且第二个动作开始之前，才有可能在两个连续动作之间更改工具。否则将发生错误。

**格式：**MLIN(目标点,速度,区域,工具,[参考坐标系]);

**示例：**

```
MLIN (target1, v100, fine, tool1);
```

```
MLIN (target2, v200, fine, tool2);
```

在这种情况下，没有错误报告，因为第一个运动在第二个运动开始之前已经结束了。

**示例：**

```
MLIN (target1, v100, z100, tool1);
```

```
MLIN (target2, v200, z200, tool2);
```

在这种情况下，会有一个错误报告，因为第一个运动在第二个运动开始之前还没结束。

### 3.3.2.37 PULSE 脉冲函数

为一个布尔型变量设置一个预先定义的时间量的特定值。时间用秒表示。经过一段时间后，布尔变量设置为相反的值。通过将可选参数 [前进] 设置为 true，可以不等待地运行下一条指令。

**格式：**PULSE(布尔型变量,设定值,时间,[前进]);

**示例：**

```
BOOL gun
```

```
...
```

```
PULSE (gun, true, 2, true);
```

```
MLIN (p1, v500, z20, tool1);
```

变量 gun 将会维持 2 秒的 true 状态。此变量设置为 true 后，因为 [前进] 参数为 true，后续指令可以连续地执行。

### 3.3.2.38 RESTART 程序从头开始执行

从主子程序的第一条指令重新开始执行程序指令。在执行该指令后，变量的值不会进行初始化。

**格式：**RESTART;

**示例：**

```
BOOL firstRun
```

```
...
```

```

IF NOT firstRun THEN

FirstRun := true;

MJOINT(p0,v500,fine,tool0);

...

END_IF

...

MLIN(p1,v500,z20,tool1);

...

IF pieceLost THEN

RESTART;

END_IF;

...

```

此示例显示如果在工作期间丢失片段，如何跳过部分代码。如果 `pieceLost` 的状态是 `true`，程序是重新运行而不重新初始化变量，所以只有在第一次代码运行时执行 `MJOINT` 指令。

### 3.3.2.39 RETURN 返回

中断 `RETURN` 所在的程序或子程序的执行。

示例:

```

_IF input < 0 THEN

RETURN ;

output := input + 1 ;

```

此例中如果变量 `input` 小于 0，`RETRUN` 所在的程序段将会被中断。

### 3.3.2.40 CASE 分支判断

根据表达式的值，运行多个语句序列中的一个。

格式:

依赖于表达式的值而后执行 `CASE` 语句中一个 `case` 程序块。

```

CASE 变量表达式 OF

表达式_1

... 语句序列...

表达式 n ..

... 语句序列 ...

ELSE

... 语句序列 ...

END_CASE ;

```

与 CASE 表达式匹配的 CASE 指令将会被执行；ELSE 指令必须在放置在 CASE 块中的最后，如果 CASE 中没有匹配的值，ELSE 段将会被执行。

**示例：**

```
CASE i OF
1:
    MLIN (P1, v100, fine, tool1) ;
2 .. NumPoints - 1:
    CALL MoveToPoint (i) ;
99, var, var + 1:
    MJOINT (HomePos, v100, fine, tool1) ;
i := 0 ;
ELSE
    i := 99 ;
END_CASE ;
```

#### 3.3.2.41 STARTMOVE 恢复已暂停运动

恢复之前被暂停的运动，恢复运动时间参数以秒为单位。如果没有设置恢复时间，会使用系统设置的时间（通常为 0.5 秒）。该指令通常在中断程序中使用。在运动指令后直接使用该指令是无效的。

**格式：**STARTMOVE( 恢复时间 );

**示例：**

```
STARTMOVE (0.5);
```

在 0.5 秒内恢复运动。

#### 3.3.2.42 STOPPROG 停止程序

所有待处理的运动完成后停止程序执行。程序执行可以恢复。执行该指令后，程序指针处于下一条指令。

**格式：**STOPPROG;

**示例：**

```
STOPPROG ;
MLIN (target1, v100, fine, tool1) ;
```

STOPPROG 程序指针将在 MLIN 指令处，当有一个新的开始请求后，该运动将被执行。

#### 3.3.2.43 STOPMOVE 暂停运动

暂停机器人正在执行的运动，参数以秒为单位设置暂停时间。如果没有设置保持时间，会使用系统设置的时间（通常为 0.5 秒）。暂停的运动可以通过 STARTMOVE 指令恢复或者 CLEARMOVE 指令取消。

**格式：**STOPMOVE( 保持时间 );

**示例：**

---

STOPMOVE (0.75);

此例中暂停运动时间为 0.75 秒。

#### 3.3.2.44 THREAD 加载并行执行子程序

加载一个与主程序并行执行的子程序，指令中的第一个参数必须是数字的，在 THREAD 指令执行之后包含子程序执行的数字索引。数字索引能够通过 JOIN 指令检测子程序执行状态。

**格式：**THREAD pid, 子程序();

**示例：**

```
UDINT pid
...
(* *)
THREAD pid, OpenGrimper();
(* *)
MLIN (target1, v100, fine, tool1);
...
```

通过上述指令，子程序 OpenGrimper 将会开始执行且主程序继续执行（并不会等待子程序执行完毕）。指令 THREAD 对于子程序指令是有用的，这样子程序和主程序可以并行执行。使用 THREAD 执行的子程序不能包含以下内容：

-运动指令；

-修改机器人参数的指令。

#### 3.3.2.45 TRIGCALL 设定触发

设置触发器类型的变量。当达到触发条件时，调用特定的程序。子程序不能有输入或输出参数。

**格式：**TRIGCALL 触发器名,类型, 参考值, 子程序（）；

触发的类型可以是：

Distance 距离：与目标点之间的距离。

TimeToEnd 时间：到达目标点的时间。

触发变量的数值可以是（与触发变量类型有关）

如果是距离触发，单位为毫米。

如果是时间触发，单位为秒。

**示例：**

```
TRIGCALL trig2, Distance, 150, OpenGrimper(1);
...
TRIGON(trig2);
MLIN(p84,v500,fine,tool1,wobj4);
```

上述指令含义是当 trig2 变量被触发时子程序 OpenGrimper 将会被执行，触发器 trig2 将在距离 p84 目标点 150mm 时被触发，所以当机器人在距离目标点 150mm 时，子程序 OpenGrimper 将会被执行。

#### 3.3.2.46 TRIGON 激活触发

在下一个运动中激活触发变量。使用 TRIGON 指令最多可以设置 4 个事件。如果多次调用 TRIGON，所有的触发变量将会在运动前的最后一个 TRIGON 指令激活。调用运动指令后，将没有触发变量被设置，因此必须使用多个 TRIGON 指令在下一个运动中来激活触发变量。

**注意：**激活变量只能为 MLIN 和 MCIRC 运动指令使用。其他运动指令 MJOINT 或者 EPATH 不能用于处理事件。

**格式：**TRIGON (触发器 1, [触发器 2], [触发器 3], [触发器 4]) ;

**示例：**

```
trig1 := TRIGSET when Distance is 50 do (grimper = 1) ;
TRIGON (trig1);
MLIN(pa) ;
trig2 := TRIGSET when TimeToEnd is 1 do (airgun = 1) ;
TRIGON (trig2);
MLIN(pb) ;
```

此例中，变量 grimper 在距离 pa 点 50mm 处被设置为 1。然后在到达 pb 点 1 秒前，变量 airgun 将会被设置为 1。

对于运动到 点 pa 处，只能使用触发事件 trig1。对于到达 pb 点，只能激活事件 trig2。

#### 3.3.2.47 TRIGSET 设置触发

设置触发器类型的变量。当触发触发器的条件时，将使用表达式的值设置指定的变量。执行 TRIGSET 指令时计算表达式的值。

**格式：**trigger\_var := TRIGSET when type isref\_value do (var\_to\_set := expr\_to\_set)

触发的类型可以是：

Distance 距离：与目标点之间的距离。

TimeToEnd 时间：到达目标点的时间。

触发变量的数值可以是（与触发变量类型有关）

如果是距离触发，单位为毫米。

如果是时间触发，单位为秒。

var\_to\_set:必须是数值变量。

expr\_to\_set:当事件被触发时，表达式的值将会被设定。

**示例：**

```
TRIGGER trig1
```

```
...
```

---

```
trig1 := TRIGSET when Distance is 100 do (glue := 1);
```

```
...
```

```
    TRIGON(trig1)
```

```
    MLIN(p12,v100,fine,tool1,wobj0);
```

上例中机器人在距离目标点 P12 100mm 时，触发变量 trig1 被触发，变量 glue 的值将会被设置为 1。

### 3.3.2.48 WAIT 事件等待

等待条件的执行，如果设置了超时，则可以选择中断等待。如果等待正确终止，则可选参数的结果将为 0；如果超时，则不等于 0。[超时] 和 [结果] 参数是可选的。

**格式：**WAIT (条件, [超时], [结果]);

**示例：**

```
    BOOL boxtokeep
```

```
...
```

```
    WAIT (boxtokeep);
```

```
    MLIN (pick,v100,fine,tool1);
```

此例中在 boxtokeep 为 true，MLIN 运动将会被执行。

### 3.3.2.49 UNLOAD 卸载

从先前加载指令 LOAD 的存储器中卸载模块。如果是可选参数 [保存] 被定义为 true，加载模块后模块被更改将被保存在卸载之前。

**格式：**UNLOAD (文件名, 保存);

**示例：**

```
    LOAD ("parprog.xpl");
```

```
...
```

```
    UNLOAD ("parprog.xpl", true);
```

在此示例中，从“parprog.xpl”加载的模块将从内存中卸载。如果是模块加载后更改模块将被保存。

### 3.3.2.50 WAIT\_POS 等待位置

等待运动执行的结束，并且如果设置了超时，则可选择停止等待。如果 WAIT\_POS 被正确终止或者在发生超时的情况下不等于 0，则可选参数 [结果] 将被设置为 0。所有参数都是可选的。

**格式：**WAIT\_POS ([超时], [结果]);

**示例：**

```
    KMAXT (50, 15);
```

```
    MJOINT (POINTC(400, 0, 0, 0, 180, 0), v100, z200, tool1);
```

```
    MLIN (POINTC(600, 600, 0, 0, 180, 0), v100, z200, tool1);
```

```
    WAIT_POS ();
```

---

```
MLIN (POINTC(800, 400, 0, 0, 180, 0), v100, z200, tool1) ;
```

```
MLIN (POINTC(800, 600, 0, 0, 180, 0), v100, z200, tool1) ;
```

```
MLIN (POINTC(600, 800, 0, 0, 180, 0), v100, z200, tool1) ;
```

在该示例中，第一个线性移动不与下一个移动重叠，其他移动将在 200mm 的距离处重叠。

### 3.3.2.51 WHILE 循环

如果 while 条件为真，执行一个代码块。

**格式：** WHILE condition DO

```
...
```

```
END_WHILE ;
```

**示例：**

```
WHILE i <= 10 DO
```

```
  i := i + 1 ;
```

```
  MLIN (POINTC(200, -500, 200, 0, 180, 0), v100, fine, tool1) ;
```

```
  MLIN (POINTC(200, -900, 200, 0, 180, 0), v100, fine, tool1) ;
```

```
END_WHILE;
```

本例中，当变量 i 的值大于 10 时，while 循环将停止。当键入 WHILE 指令时，END\_WHILE 会自动添加。

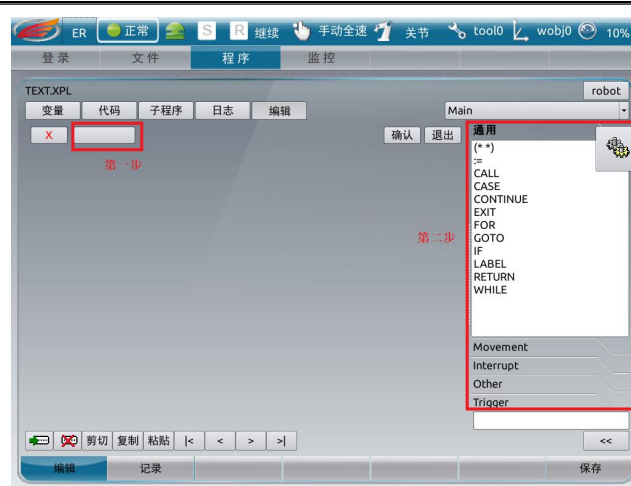


### 3.4 函数

#### 3.4.1 函数添加步骤

| 步骤          | 图片 | 描述                                                                                        |
|-------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.登录。       |    | <p>点击标题栏“登录”后输入密码(999999)。</p> <p>点击“登录”。</p>                                             |
| 2.创建文件夹或文件。 |    | <p>在界面中选择文件选项。</p> <p>点击新建，新建文件夹或文件。</p> <p>确定文件夹或文件名称。</p> <p>如需加载文件，选中文件后，点击下方加载即可。</p> |
| 3. 编写程序准备。  |    | <p>点击“编辑”进入编辑功能。</p> <p>选中需要编辑的行。</p> <p>点击上方编辑。</p>                                      |

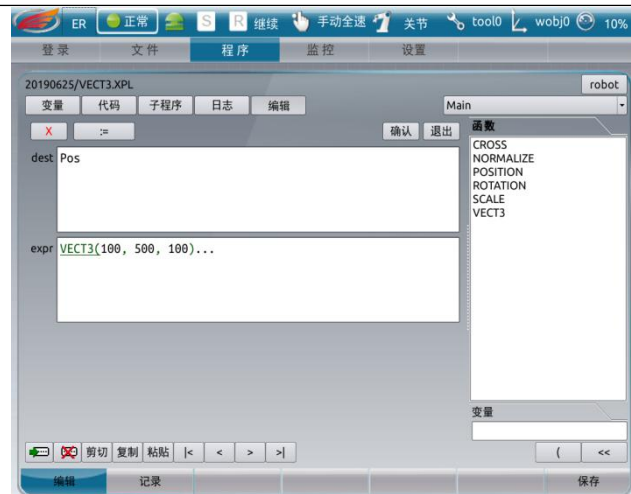
#### 4. 选择赋值函数 :=



选择赋值函数  
后添加一个变量和  
其对应的值

选中变量点击  
“新建”即可创建  
各个类型的变量，  
最后点击“确认”  
即可。

#### 5. 程序确认。

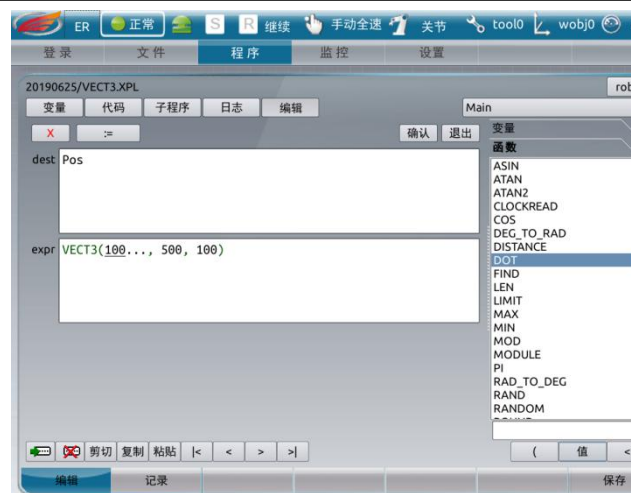


选中需要填写  
的参数。

在变量范围内  
选择刚刚创建的变  
量。

对变量进行相  
应的设置和应用。

点击“确认”，  
创建出坐标系。（下  
图）。



在该函数中可  
继续添加子函数，  
如 DOT 函数，继续  
设置他对应的参数  
和值即可完成设  
置。

说明：其他函数添加方法与该表类似，具体方法根据指令的不同而稍有不同。

### 3.4.2 表达式函数

#### 3.4.2.1 ABS (值)

返回值的绝对值。

示例：

---

```
i := ABS(-20);
```

在该示例中，值 20 被分配给变量 i。

#### 3.4.2.2 ASIN (值)

Arcsin 三角函数，结果以弧度表示。

示例：

```
val := ASIN(1) / pi;
```

变量 val 值将为 0.5。

#### 3.4.2.3 ACOS (值)

Arccos 三角函数，结果以弧度表示。

示例：

```
val := ACOS(-1) / pi;
```

变量 val 值将为 1

#### 3.4.2.4 ATAN2 (值 1, 值 2)

Arctan 三角函数，结果以弧度表示。

示例：

```
val := ATAN2(SQRT(2), SQRT(2)) / pi;
```

```
valB := ATAN2(SQRT(3), 1) / pi * 180;
```

变量 val 值将为 0.25，变量 valB 将为 60。

#### 3.4.2.5 COS (弧度)

余弦三角函数。

示例：

```
val := COS(pi);
```

变量 val 将为-1。

#### 3.4.2.6 LIMIT (值, 最小值, 最大值)

限制指定范围内的值。

示例：

```
valueA := LIMIT(45, 10, 100);
```

```
valueB := LIMIT(800, 10, 100);
```

```
valueC := LIMIT(-20, 10, 100);
```

变量 valueA 将为 45，valueB 将为 100，valueC 将为 10。

#### 3.4.2.7 MAX (值 a, 值 b)

返回 a, b 之间的最大值。

示例：

```
valueA := MAX(3, 7);
```

```
valueB := MAX(10, 2);
```

变量 valueA 将为 7，valueB 将为 10。

#### 3.4.2.8 MIN (值 a, 值 b)

返回 a, b 之间的最小值。

示例：

```
valueA := MIN(3, 7);
```

```
valueB := MIN(10, 2);
```

变量 valueA 将为 3，valueB 将为 2。

#### 3.4.2.9 MOD (值, 除数)

给出除法的余数。

示例：

```
i := MOD(10, 3);
```

此例中变量 i 为 1。

#### 3.4.2.10 PI ()

返回圆周率 (3.1415 · · ·)。

示例：

```
len := 2 * PI() * r;
```

变量 len 为半径为 r 的圆的周长。

#### 3.4.2.11 RAND (最小值, 最大值)

返回最小值和最大值之间的随机数。

示例：

```
val := RAND(10, 100);
```

变量 val 将被赋值为 10~100 之间的随机数，例如 20.25。

#### 3.4.2.12 RANGE (值, 最小值, 最大值)

用于检验值是否在最小值最大值之间，如果在该范围内，将返回 true。

示例：

```
testA := RANGE(45, 10, 100);
```

```
testB := RANGE(800, 10, 100);
```

变量 testA 将为 true，testB 将为 false。

#### 3.4.2.13 ROUND (值)

返回最接近值的整数。

示例：

```
temp := 4.29;
```

```
i := ROUND(temp);
```

```
temp := 5.5;
```

```
a := ROUND(temp);
```

变量 i 将为 4，a 为 6。

#### **3.4.2.14 SIGN (值)**

如果值为负，则返回-1，否则返回+1。

示例：

```
absValue := SIGN(-24.5) * (-24.5);
```

变量 absValue 将为 24.5。

#### **3.4.2.15 SIN (radian)**

正弦三角函数。

示例：

```
val := SIN(pi / 2);
```

变量 val 将为 1。

#### **3.4.2.16 SQRT (值)**

平方根。

示例：

```
val := SQRT(16);
```

变量 val 将为 4。

#### **3.4.2.17 TAN (弧度)**

正切三角函数。

示例：

```
val := TAN(pi / 4);
```

变量 val 将为 1。

#### **3.4.2.18 TFB ()**

返回从引导开始经过的时间（以秒为单位）。也可用于时间测量。

示例：

```
timeA := TFB();
```

```
...
```

```
timeB := TFB();
```

```
elapsed := timeB - timeA;
```

#### **3.4.2.19 TRUNC (值)**

返回值的整数部分。

示例：

```
integerValue := TRUNC(3.75);
```

变量 integerValue 将为 3。

### 3.4.3 位姿向量和空间点变量函数

#### 3.4.3.1 VECT3 (x, y, z) 三维向量

返回一个由三个实数（浮点数）组成的向量变量。

```
Pos := VECT3(400, 300, 100);
```

#### 3.4.3.2 VPOINTC (位置向量,旋转向量) 六维向量

返回一个两个向量组成的笛卡尔空间点：位置 (x, y, z) 和旋转 (a, b, c)，其中 a 是关于 z 轴的旋转，b 是关于 y 轴的旋转，c 是关于 x 轴的旋转。

```
Point := VPOINTC (VECT3 (400,300,100), VECT3 (90, 180, 0));
```

即 Point 将是 (400,300,100,0,180,90)。

#### 3.4.3.3 VEPOINTC (位置向量,旋转向量,附加轴关节位置) 多维向量

返回由两个矢量位置 (x, y, z)，旋转 (rotX, rotY, rotZ) 和存储外部附加轴关节位置组成的点。

示例:

```
pos := VECT3(400, 300, 100);
```

```
rot := VECT3(0, 180, 90);
```

```
eaux := POINTJ(1, 2, 3, 4, 5, 6);
```

```
Point := VEPOINTC(pos, rot, eaux);
```

#### 3.4.3.4 POINTC (x, y, z, a, b, c, cfg) 笛卡尔空间位姿点

返回一个六个实数组成的笛卡尔空间点。a 是关于 z 轴的旋转，b 是关于 y 轴的旋转，c 是关于 x 轴的旋转。可选参数 cfg 用于定义特定的轴配置。cfg 的有效值为 CFG0、CFG1、CFG2、CFG3、CFG4、CFG5、CFG6、CFG7、CFG8。CFG0 等效于省略 cfg 参数。有关其它值的含义，请参见机器人手册。

```
Point := POINTC(400, 300, 100, 0, 180, 0);
```

```
PointA := POINTC(200, 400, 200, 0, 0, 0, CFG1);
```

#### 3.4.3.5 POINTJ (j1, j2, j3, j4, j5, j6) 关节位置点

返回具有 6 个实数值的点。j1, j2, j3, j4, j5, j6 是关节位置。

```
Point := POINTJ(0, 90, 0, 0, 0, 0);
```

#### 3.4.3.6 EPOINTC (笛卡尔空间位姿,附加轴关节位置点)

返回由 12 个实数值组成的扩展点。a 是绕轴 z 的旋转，围绕轴 y，c 绕轴 x 旋转。值 ea1, ea2, ea3, ea4, ea5, ea6 是外部附加轴关节位置。可选参数 cfg 用于定义特定的轴配置。cfg 的有效值为 CFG0、CFG1、CFG2、CFG3、CFG4、CFG5、CFG6、CFG7、CFG8。CFG0 等效于省略 cfg 参数。有关其它值的含义，请参见机器人手册。

示例:

```
Point := EPOINTC(40, 300, 100, 0, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6);
```

```
PointA := EPOINTC(40, 300, 100, 0, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, CFG2);
```

#### 3.4.3.7 EPOINTJ (关节位置,附加轴关节位置点)

返回由 12 个实数值组成的扩展点。值 j1, j2, j3, j4, j5, j6 是关节位置，值 ea1, ea2,

ea3, ea4, ea5, ea6 是外部附加轴关节位置。

示例:

```
Point := EPOINTJ(0, 90, 0, 0, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6);
```

#### 3.4.3.8 AJEPOINTC (笛卡尔空间位姿,附加轴关节位置点)

返回由笛卡尔点和存储外部附加轴关节位置的点组成的扩展点。

示例:

```
pos_cart := POINTC(100, 200, 300, 0, 180, 0);
```

```
eaux := POINTJ(1, 2, 3, 4, 5, 6);
```

```
Point := AJEPOINTC(pos_cart, eaux);
```

#### 3.4.3.9 AJEPOINTJ (关节位置,附加轴关节位置点)

返回由关节点和存储外部辅助轴关节位置的点组成的扩展点。

示例:

```
pos_joint := POINTJ(10, 20, 30, 1, 2, 3);
```

```
eaux := POINTJ(4, 5, 6, 7, 8, 9);
```

```
Point := AJEPOINTJ(pos_joint, eaux);
```

#### 3.4.3.10 POSC (参考坐标系) 相对参考坐标系的 TCP 位姿

将工具实际中心位置 (TCP) 返回为 POINTC (相对于参考系)。

示例:

```
lostPiecePosition := POSC(wobj);
```

...

```
MLIN (servicePosition, v100, fine, tool, wobj0);
```

...

```
MLIN (lostPiecePosition, v100, fine, tool, wobj);
```

在上面的例子中，实际的笛卡尔位置存储在变量 lostPiecePosition 中，然后经过一些其他指令后机器人将移回到这一点。

#### 3.4.3.11 POSJ () 获取关节位置

返回实际的关节位置作为 POINTJ。

示例:

```
retryPosition := POSJ();
```

...

```
MJOINT (retryPosition, v100, fine, tool);
```

#### 3.4.3.12 POSITION (笛卡尔空间位姿点) 提取笛卡尔空间点位置

从笛卡尔点提取位置向量 (x, y, z)。

示例:

```
Point := POINTC(400, 300, 100, 0, 180, 90);
```



---

Pos := POSITION(Point);

Pos 的值为 (400,300,100)。

#### 3.4.3.13 ROTATION (笛卡尔空间位姿点) 提取笛卡尔空间点姿态

从笛卡尔点提取旋转矢量 (rotX, rotY, rotZ)。

示例:

Point := POINTC(400, 300, 100, 0, 180, 90);

Rot := ROTATION(Point);

Rot 的值为 (90,180,0)。

#### 3.4.3.14 MODULE (向量) 向量求模

返回向量的大小 (长度)。

示例:

vect := VECT3(SQRT(3), SQRT(3), SQRT(3));

len := MODULE(vect);

len 的值为 3。

#### 3.4.3.15 DOT (向量 a, 向量 b) 向量点乘

返回两个向量的标量积。

示例:

a := VECT3(100, 0, 0);

b := VECT3(-100, 0, 0);

cosang := DOT(a, b) / (MODULE(a) \* MODULE(b));

变量 cosang 将为-1。

#### 3.4.3.16 CROSS (向量 a, 向量 b) 向量叉乘

返回两个向量的矢量积。

示例:

a := VECT3(100, 0, 0);

b := VECT3(0, 100, 0);

c := NORMALIZE(CROSS(a, b));

变量 c 将为(0,0,1)。

#### 3.4.3.17 NORMALIZE (向量) 向量归一化

返回规范化的向量。 归一化向量是模块为 1 的向量。

示例:

a := VECT3(100, 0, 0);

Versor := NORMALIZE(a);

变量 versor 的值将为 (1, 0, 0)。

**3.4.3.18 TOPOS (点, 参考坐标系) 将局部坐标系下点转化至世界坐标系**

返回从 refsys 坐标系的一个点转化至世界坐标系的位姿信息。

示例:

```
wobj := REFSYS(wobj0, 100, 200, 50, 0, 0, 0);
```

```
pointA := POINTC(200, 300, 100, 0, 0, 0);
```

```
pointB := TOPOS(pointA, wobj);
```

变量 pointB 的值将为(300, 500, 150, 0, 0, 0).

**3.4.3.19 TOLOCALPOS (点, 参考坐标系) 将世界坐标系下点转化至局部坐标系**

返回从世界坐标系的一个点转化至局部坐标系的位姿信息。

示例:

```
wobj := REFSYS(wobj0, 100, 200, 50, 0, 0, 0);
```

```
pointA := POINTC(300, 500, 150, 0, 0, 0);
```

```
pointB := TOLOCALPOS(pointA, wobj);
```

变量 pointB 的值将为 (200, 300, 100, 0, 0, 0).

**3.4.3.20 CALCPOSJ (点, 参考坐标系) 局部坐标系下点转化至关节空间**

将机器人实际位置相对于 refsys 坐标系下的一个笛卡尔坐标点进行转化, 返回点是 POINTJ, 如果可以转换并且在关节限制内, 则该 POINTJ 有效。

示例:

```
jointP := CALCPOSJ(pointFromCamera, refsysCamera);
```

```
IF ISPOINTVALID(jointP) THEN
```

```
  MJOINT(jointP, v100, fine, tool0);
```

```
ELSE
```

```
  MESSAGE("Piece not reachable");
```

```
END_IF;
```

在上面的示例中, 仅当 pointFromCamera 可达时, 机器人才会进行关节运动。

**3.4.3.21 ISPOINTVALID (点) 点是否有效判断函数**

返回一个布尔值, 指示某个点是否有效。

**3.4.3.22 OFFSET(笛卡尔空间点, x, y, z) XYZ 偏置函数**

用于设置笛卡尔空间的点分别沿 X/Y/Z 方向偏移的函数。

示例:

```
point_low := POINTC(100,200,0,0,0,0);
```

```
point_high := OFFSET(point_low, 10, 20, 30);
```

上例中 point\_high 的值为 (110,220,30,0,0,0)

**3.4.3.23 DISTANCE (笛卡尔空间点, 笛卡尔空间点) 距离**

用于计算两个笛卡尔点之间的线性距离的函数。该值始终为正值。

示例:

```
p1 := POINTC(0,0,0,0,0,0);
p2 := POINTC(100,100,100,0,0,0);
dist := DISTANCE(p1, p2);
```

在上例中, dist 的值为 173.205。

**3.4.4 参考坐标系的函数****3.4.4.1 REFSYS (父参考系, x, y, z, a, b, c) 六点建立新坐标系**

通过一个父参考系和 6 个实数构建一个新的参考坐标系。

示例:

```
wobj := REFSYS(wobj0,100,200,300,0,0,0);
```

**3.4.4.2 VREFSYS (父参考系, 位置向量, 旋转向量) 向量建立新坐标系**

通过一个父参考系和两个向量设置一个新参考系, 其中第一个向量为位置向量, 第二个向量为旋转向量。

示例:

```
pos := VECT3(100,200,300);
rot := VECT3(0,0,0);
wobj := VREFSYS(wobj0,pos,rot);
```

**3.4.4.3 REFSYS3P (父参考系, 起始点, x 方向点, y 方向点) 三点建立新坐标系**

从父系统创建参考系统和 3 个点, 第一个点为起始点, 第二个点为 x 方向点, 第三个为 y 方向点。

示例:

```
p0 := POINTC(100,200,300,0,0,0);
p1 := POINTC(200,200,300,0,0,0);
p2 := POINTC(100,300,300,0,0,0);
wobj := REFSYS3P(wobj0,p0,p1,p2);
```

**3.4.4.4 CWOBJ () 当前坐标系**

返回当前激活参考坐标系。

```
wobj := CWOBJ();
```

**3.4.4.5 RWOBJ () 机器人坐标系**

返回激活的机器人坐标系。

```
wobj := RWOBJ();
```

**3.4.4.6 GETWOBJ (基/夹具标志, 机器人) 获取机器人标识坐标系**

返回特定机器人的基/夹具参考系。如果标志为 FALSE 则返回机器人参考系, 否则返回

夹具参考系。基参考系是固定参考系。夹具参考系可以是移动的参考系。例如，传送机具有固定的参考系描述传送机在系统中的具体位置。

传送机的夹具参考系则是描述与输送带一起移动的参考系。

示例:

```
wobj := GETWOBJ(false, cvy);
p0 := POINTC(0,0,0,0,0,0);
MLIN(p0,spe,ovl,tool,wobj);
```

该例中机器人将会从 cvy 的原点移动。

```
wobjM := GETWOBJ(true, cvy);
rsPhoto := REFSYS(wobjM, x, y, z, a, b, c);
wobj := GETTRKWOBJ(rsPhoto, cvyTrackData);
```

在这个例子中，我们设置了一个可移动的参考系来跟踪传送带上的物体。

#### 3.4.4.7 GETTRKWOBJ (参考系统, 跟踪数据) 返回跟踪坐标系

设置特定参考系的跟踪参数并返回可移动参考系。

格式: wobj := GETTRKWOBJ(wobjcvy, cvyTrackdata);

#### 3.4.4.8 SETROBOTWOBJ (robot,父参考系,参照点) 设置机器人基坐标系

设置并返回特定机器人的基础 refsyst。

示例:

```
cvy := ROBOT("conveyor");
p0 := POINTC(200,-400,200,0,0,0);
wobj := SETROBOTWOBJ(cvy,wobj0,p0);
```

### 3.4.5 设置复杂数据的函数

#### 3.4.5.1 ROBOT (axesgroup name) 机器人数据

返回从具有指定轴组名称的系统检索的 ROBOT 数据。

当需要在跟踪应用程序中访问不同的应用程序时，通常会使用此功能。

示例:

```
conveyor := ROBOT("conveyor_belt");
```

在此例中，我们将 conveyor 变量与轴组 conveyor\_belt 连接起来。

#### 3.4.5.2 TRACKING(maxspace,startspace,maxspe,maxacc,type,par1) 跟踪参数设置

参数 maxspace 定义启用跟踪的总空间，startspace 定义必须启用跟踪的空间；maxspe 定义耦合斜坡期间的跟踪最大速度，maxacc 定义耦合斜坡期间的跟踪最大加速度，type 定义跟踪是线性还是旋转。最后一个参数 par1 用于在传送带位置上进行滤波，值为 0 表示没有滤波器。如果外部编码器读取传送带位置，则此参数可能很有用。起始值可以是 0.1。正确值的选取需要在读数稳定性和对输送机速度变化响应之间进行权衡。

示例:

```
cvyTrackData := TRACKING(1000, 300, 200, 2000, Linear, 0.1);
```

在这个例子中，我们用一些参数来设置 cvyTrackData。

### 3.4.5.3 SSPEED (切向速度, 定向速度) 速度设置函数

此功能可用于设置 SPEED 数据类型。

切向速度以 mm / s 表示，姿态速度以 degree / s 表示。

示例:

```
spe := SSPEED(500, 5);
```

在这个例子中，我们将 spe 设定为切向速度为 500 mm / s，姿态速度为 5 degree / s。

### 3.4.5.4 SZONE (线性距离, 重整定姿态角距离) ZONE 设置函数

此功能可用于设置 ZONE 数据类型。

线性距离以 mm 表示，重整定姿态角距离以 degree 表示。

示例:

```
ovl := SZONE(100, 3);
```

在这个例子中，我们将 ovl 设置为 100 mm 作为线性距离，3 度作为姿态角距离。

### 3.4.5.5 STOOL (x, y, z, a, b, c) 工具坐标系设置函数

此函数可用于设置 TOOL 数据类型。

示例:

```
tool := STOOL(0, 0, 150, 0, 180, 0);
```

在此示例中，我们使用一些参数设置 tool。

## 3.4.6 字符串相关函数

### 3.4.6.1 BOOL\_TO\_STRING (BOOL val) 布尔类型转字符串

转换 BOOL 为字符串。

示例:

```
BOOL bool_val
```

```
STRING strTrue
```

```
STRING strFalse
```

```
...
```

```
bool_val := true;
```

```
strTrue := BOOL_TO_STRING(bool_val);
```

```
bool_val := false;
```

```
strFalse := BOOL_TO_STRING(bool_val);
```

执行后 strTrue 将为“true”，strFalse 将为“false”。

### 3.4.6.2 DINT\_TO\_STRING (DINT val) 双精度整型转字符串

转换 DINT 为字符串。

示例:

```
DINT dint_val  
...  
dint_val := -120 ;  
strVal := DINT_TO_STRING(dint_val) ;  
执行后 strVal 为"-120"。
```

### 3.4.6.3 LREAL\_TO\_STRING (LREAL val) 长实数型转字符串

转换 LREAL 为字符串。

示例:

```
LREAL lreal_val  
...  
lreal_val := 3.14 ;  
strVal := LREAL_TO_STRING(lreal_val) ;  
执行后 strVal 为"3.140000"。
```

### 3.4.6.4 UDINT\_TO\_STRING (UDINT val) 无符号双精度整型转字符串

转换 UDINT 为字符串。

示例:

```
UDINT udint_val  
...  
udint_val := 456 ;  
strVal := UDINT_TO_STRING(udint_val) ;  
执行后 strVal 为"456"。
```

### 3.4.6.5 LEN (STRING str) 返回字符长度

返回字符串的长度。

示例:

```
strA := "value" ;  
n := LEN(strA) ;
```

执行后 n 赋值为 5。

### 3.4.6.6 LEFT (STRING str, pos) 返回左侧位字符串

返回字符串 str 最左边 pos 位的字符组成的字符串。

示例:

```
strA := "Hello world" ;  
strB := LEFT(strA, 5) ;
```

执行后的字符串 strB 将为“Hello”。

#### 3.4.6.7 RIGHT (STRING str, pos) 返回右侧位字符串

返回字符串 str 最右边 pos 位的字符组成的字符串。

示例:

```
strA := "Hello world" ;  
strB := RIGHT(strA, 5) ;
```

执行后的字符串 strB 将为“world”。

#### 3.4.6.8 MID (STRING str, len, pos) 选取字符串

返回字符串 str 第 len 位到 pos 位的字符组成的字符串。

示例:

```
strA := "Time is over" ;  
strB := MID(strA, 2, 6) ;
```

执行后的字符串 strB 将为“is”。

#### 3.4.6.9 CONCAT (STRING str1, STRING str2) 组合字符串

返回一个由字符串 str1 和字符串 str2 组成的字符串。

示例:

```
strA := "air" ;  
strB := "plane" ;  
strC := CONCAT(strA, strB) ;
```

执行后的字符串 strC 将是“airplane”。

#### 3.4.6.10 INSERT (STRING str1, STRING str2, pos) 插入字符串

返回在字符串 str1 第 pos 位插入字符串 str2 组成的字符串。

示例:

```
strA := "I go to office" ;  
strB := "post" ;  
strC := INSERT(strA, strB, 8) ;
```

执行后的字符串 strC 将是“I go to post office”。

#### 3.4.6.11 FIND (STRING str1, STRING str2) 字符串位置

返回字符串 str2 在字符串 str1 出现的位置。

示例:

```
strA := "policeman" ;  
strB := "man" ;  
n := FIND(strA, strB) ;
```

执行后 n 将是 7。



**3.4.6.12 DELETE (STRING str, len, pos) 删除字符串**

返回通过从位置 pos 开始从字符串 str 中删除 len 个字符而获得的字符串。

示例:

```
strA := "policeman" ;  
strB := DELETE(strA, 3, 7) ;
```

执行后字符串 strB 的值将会是 "police".

**3.4.6.13 REPLACE (STRING str1, STRING str2, len, pos) 替换字符串**

返回一个字符串, 该字符串是将字符串 str1 的位置 pos 处的 len 个字符替换为字符串 str2 的结果。

示例:

```
strA := "grandmother" ;  
strB := "fa" ;  
strC := REPLACE(strA, strB, 2, 6) ;
```

执行后的字符串 strC 将是 "granfather".

**3.4.6.14 STRING\_TO\_LREAL (STRING str) 字符串型转长实数型**

转换 string 为 LREAL。

示例:

```
STRING strVal  
LREAL lreal_val  
...  
strVal := "1.5" ;  
lreal_val := STRING_TO_LREAL(strVal) ;
```

执行后 lreal\_val 为 1.5。

**3.4.6.15 STRING\_TO\_UDINT (STRING str) 字符串型转无符号双精度整型**

转换 string 为 UDINT。

示例:

```
STRING strVal  
UDINT uint_val  
...  
strVal := "124" ;  
uint_val := STRING_TO_UDINT(strVal) ;
```

执行后 uint\_val 为 124。

**3.4.6.16 STRING\_TO\_DINT (STRING str) 字符串型转双精度整型**

转换 string 为 DINT。

示例:

---

```
STRING strVal
```

```
DINT dint_val
```

```
...
```

```
strVal := "-78";
```

```
dint_val := STRING_TO_DINT(strVal);
```

执行后 dint\_val 为-78。

### 3.4.6.17 STRING\_TO\_BOOL (STRING str) 字符串型转布尔型

转换 string 为 BOOL。

示例:

```
STRING strVal
```

```
BOOL bool_val
```

```
...
```

```
strVal := "true";
```

```
bool_val := STRING_TO_BOOL(strVal);
```

执行后 bool\_val 为 true。

## 3.4.7 其他函数

### 3.4.7.1 RANDOM () 返回随机正整数

返回 0 到 32767 之间的随机正整数值。

示例:

```
val := RANDOM();
```

变量 val 可以具有 0 到 32767 之间的值，例如 val 是 27236。

### 3.4.7.2 R\_AND (UDINT a, UDINT b) 二进制与

返回两个值的二进制与。

示例:

```
binA := 7;
```

```
binB := 5;
```

```
binC := R_AND(binA, binB);
```

变量 binC 为 5。

### 3.4.7.3 R\_OR (UDINT a, UDINT b) 二进制或

返回两个值的二进制的或。

示例:

```
binA := 7;
```

```
binB := 5;
```

```
binC := R_OR(binA, binB);
```

变量 binC 为 7。

#### 3.4.7.4 R\_XOR (UDINT a, UDINT b) 二进制异或

返回两个整数值二进制异或。

示例:

```
binA := 7 ;  
binB := 5 ;  
binC := R_XOR(binA, binB) ;
```

变量 binC 为 2。

#### 3.4.7.5 R\_NOT (UDINT) 二进制反转

返回整数值二进制反转。

示例:

```
binA := 13 ;  
binB := 255 ;  
binC := R_AND(R_NOT(binA), binB) ;
```

变量 binC 为 242。

#### 3.4.7.6 ABS\_MOD (值, 除数) 取正余数

返回值为被除数除以除数后的余数，如果值为负，则将除数添加到结果中使其为正。

示例:

```
valA := ABS_MOD(42, 5) ;  
valB := ABS_MOD(-42, 5) ;
```

变量 valA 为 2，valB 为 3。

#### 3.4.7.7 CLOCKREAD (时间变量) 时间读取

返回 CLOCK 变量中包含的已用时间。时间以秒表示。

示例:

```
CLOCKRESET(clk) ;  
CLOCKSTART(clk) ;  
...  
CLOCKSTOP(clk) ;  
MESSAGE ("Cycle time is %1", CLOCKREAD(clk)) ;
```

在上面的示例中，显示的消息可能为“Cycle time is 3.234”。

## 3.5 限制

- 1) 变量名最多可以有 32 个字符。
- 2) 变量的注释最多 64 个字符。
- 3) 子函数的名称最多可以有 32 个字符。

- 4) 子函数最多可以有 99 个变量。
- 5) Module 名称最多可以有 32 个字符。
- 6) 一个 Module 最多可以有 99 个变量。
- 7) 一个 Module 最多可以有 99 外部变量声明。
- 8) Task 最多可以有 8 个 Module。
- 9) Task 最多可以处理 8 个等待脉冲。
- 10) Task 最多可以处理 16 中断。