GR 系列喷涂机器人

操作手册

版本：V3.5.0.7-3

本手册版权归希美埃（芜湖）机器人技术
有限公司所有
仅供客户使用，未经授权禁止其他用途使用

希美埃（芜湖）机器人技术有限公司
中国（安徽）自由贸易试验区芜湖片区万春东路 96 号
电话：400-052-8877

CMA

希美埃（芜湖）机器人技术有限公司

智能化喷涂装备提供商

声 明

感谢您购买埃夫特机器人产品，为确保已对产品进行正确的设置，请您在使用本产品之前，务必仔细阅读本操作手册。本声明及手册所提及的内容涉及您的人身及财产安全，若不遵循或不按照手册的说明与警告而擅自操作，可能会给您和周围的人带来人身伤害或给埃夫特机器人或周围的其他物品造成财产损失。本声明及手册为截至本批次产品出厂前的最新版本，后续请通过访问 www.efort.com.cn 官方网站以获取更新的信息。

本手册仅作为对产品进行正常操作的指导，在产品使用过程中，埃夫特公司并不对除产品缺陷外的其他原因引发的人身伤害、财产损失承担责任。埃夫特公司郑重建议：参与机器人操作、示教、维护、维修、点检等相关活动的人员，在学习完毕埃夫特公司准备的培训课程前，请勿赋予其对机器人的操作使用权限。

版本号：V 3.5.0.7 - 3

目 录

声 明 1

概 述 10

1 关于本手册 10

2 手册使用 10

3 本手册的阅读对象 10

4 操作前提 10

第 1 章 安全 11

1.1 安全须知 11

1.2 安全准则 11

1.3 各工作过程中的安全注意事项 12

第 2 章 欢迎使用埃夫特机器人 20

2.1 本章简介 20

2.2 示教器 20

2.3 更新系统 23

2.4 启动系统 27

第 3 章 操作界面 28

3.1 本章简介 28

3.2 界面布局 28

3.3 控制权限 30

3.4 登录 33

3.5 修改用户密码 34

3.6 忘记密码操作 36

3.7 超时退出登录 37

第 4 章 机器人设置 39

4.1 设置软件概述 39

4.2 运行环境 39

4.3 专业术语定义 39
4.4 用户自定义报警功能指令 39
4.5 使用示例 40
第 5 章 点动操作 74
5.1 本章简介 74
5.2 什么是点动操作 74
5.3 坐标系统介绍 74
5.4 点动操作注意事项 76
5.5 开始点动操作 76
第 6 章 文件管理与编程 81
6.1 本章简介 81
6.2 文件管理 81
6.3 软 PLC 程序 82
6.4 变量页记录 87
6.5 代码页记录 89
6.6 代码编辑页记录 91
6.7 调试程序 95
第 7 章 编辑器 101
7.1 编辑器软件概述 101
7.2 变量 101
7.3 子程序 104
7.4 代码 105
7.5 日志 108
7.6 监视 109
7.7 编辑 111
7.8 记录 152
第 8 章 坐标系管理 158
8.1 本章简介 158

8.2 工具坐标系标定 158
8.3 用户坐标系标定 169
8.4 机器人 jog 时对工具和用户坐标系的检测 174
第 9 章 零点恢复 175
9.1 本章简介 175
9.2 零点恢复简介 175
9.3 零点恢复操作步骤 175
第 10 章 零点标定 182
10.1 本章简介 182
10.2 零点标定说明 182
10.3 标定点记录 182
10.4 文件导出 183
10.5 零点计算及零点程序生成 184
10.6 记录新零点 185
第 11 章 安全监控 188
11.1 本章简介 188
11.2 功能简介 188
11.3 区域监控 188
11.4 安全位置 199
11.5 安全监控编程操作 201
第 12 章 IO 设置 203
12.1 本章简介 203
12.2 更新 IO 模块 203
12.3 远程 IO 配置 204
12.4 功能 IO 配置 206
12.5 可编程按键 224
12.6 模拟量 IO 配置 227
12.7 组 IO 配置 229

第 13 章 通用码垛 2 237
13.1 系统组成及功能说明 237
13.2 用户坐标系的声明和标定 237
13.3 功能界面 237
13.4 工艺设置参数 246
13.5 生产监控 248
13.6 导入导出操作 250
13.7 程序说明 251
第 14 章 监控 257
14.1 位置 257
14.2 IO 监控 258
14.3 驱动器 264
14.4 现场总线 267
14.5 时间复位 299
第 15 章 固定视觉 301
15.1 本章简介 301
15.2 固定视觉功能介绍 301
15.3 固定视觉 APP 界面介绍 302
15.4 固定视觉的标定及用例 306
第 16 章 冲压 313
16.1 功能简介 313
16.2 冲压主界面 313
16.3 文件管理 314
16.4 设置界面 317
16.5 生产界面 365
16.6 冲压预定义信号 367
16.7 冲压工艺应用案例 368
第 17 章 负载辨识 376

17.1 功能概述 376
17.2 运行环境 377
17.3 制约 377
17.4 专业术语定义 377
17.5 功能界面介绍 378
17.6 功能指令 387
17.7 编程/使用示例 388
17.8 激活负载程序使用示例 388
17.9 注意事项 390
第 18 章 变位机 391
18.1 本章简介 391
18.2 变位机标定 391
18.3 变位机编程使用 396
第 19 章 附加轴配置 400
19.1 本章简介 400
19.2 附加轴功能简介 400
19.3 附加轴配置 400
19.4 附加轴位置监控及清零 405
19.5 附加轴标定 406
19.6 附加轴指令 408
第 20 章 快速标定 412
20.1 本章简介 412
20.2 准备工作 412
20.3 机器人工具标定与工具快速修正 412
20.4 机器人参数标定 415
20.5 操作步骤 416
20.6 快速标定 Module 指令 417
第 21 章 程序预约 419

21.1 本章简介 419
21.2 程序预约配置及状态查看 419
21.3 程序预约的信号配置及使用 423
第 22 章 工具对齐 430
第 23 章 TCP/IP 通讯 433
23.1 TCP/IP 客户端通讯设置 433
23.2 TCP/IP 服务器通讯设置 436
23.3 通讯指令说明 439
23.4 字符串指令说明 441
23.5 TCP/IP 客户端程序 444
23.6 TCP/IP 服务器程序 447
23.7 TPU 网络调试助手 451
第 24 章 ALias 455
第 25 章 总线设置 458
25.1 本章简介 458
25.2 总线设置 459
25.3 Mes 监控配置 462
25.4 Pfn 从站设置 467
25.5 Ecat 从站设置 468
25.6 Eip 从站设置 469
25.7 Ecat 主站设置 471
25.8 Dn 从站设置 472
25.9 Mtcp 主站设置 473
25.10 心跳检测设置 475
25.11 总线 JOG 点动功能 476
25.12 系统总线自由配置 477
第 26 章 版本备份、升级 485
26.1 备份升级概述 485

26.2 使用示例 485
第 27 章 虚拟示教器急停 手压 热插拔功能介绍 513
27.1 急停功能 513
27.2 手压功能 513
27.3 热插拔功能 514
第 28 章 ESR 机型相关指令说明 517
28.1 Jump 指令 517
6. 6 轴机器人不可使用 Jump 运动。 518
28.2 Jump3/Jump 3 CP 指令 520
28.3 Pallet 料盘管理指令 523
第 29 章 Mot 程序管理 528
29.1 本章简介 528
29.2 Mot 程序管理 528
29.3 Mot 程序编辑和运行 537
29.4 Mot 程序使用 543
第 30 章 RS232 串口操作说明 545
30.1 章节简介 545
30.2 通信设置 545
30.3 指令说明 547
30.4 示例程序 549
第 31 章 软伺服 551
31.1 功能简介 551
31.2 操作界面 551
31.3 操作指令 554
31.4 操作建议 555
第 32 章 抑振功能 557
32.1 功能概述 557
32.2 功能使用设定 558

32.3 功能指令 559
32.4 编程/使用示例 570
32.5 注意事项 589
32.6 异常处理 590
第 33 章 图片预览 592
33.1 概述 592
33.2 编程/使用示例 592
33.3 注意事项 597
第 34 章 关于 598
34.1 关于软件概述 598
34.2 功能的优点 598
34.3 运行环境 598
34.4 关于功能介绍 598
34.5 注意事项 600
第 35 章 故障处理 601
35.1 本章简介 601
35.2 控制器故障处理 601
35.3 驱动器故障处理 604
35.4 程序运行故障处理 605
附录 1 OBS 变量掉电保存 606
1.1 简介 606
1.2 操作流程 606
1.3 注意事项 608
附录 2 编程限制说明 609
附录 3 虚拟示教器注意事项 610
附录 4 其他功能及使用操作说明书列表 611

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。

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）《ER 系列机器人安全手册》

2）《ER 系列机器人操作手册》

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。

1.2　安全准则

禁止行为

1. 不要随意改动或拆除工业机器人防护装置和安全装置。

2. 如果发生积涝情况，不要触碰机器人，应先切断所有电源、对场地进行排水。

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。

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。

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。

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。

7. 以下情况时不得使用机器人：

- **机器人元件暴露。**
- **安全装置被禁用。**
- **保险丝和/或机械设备的全部或者部分被禁用时。**
- **加工材料不符合要求。**
- **同一时间不允许超过一人使用机器。**

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。

	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。 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。
	强制性措施 1. 在启动机器前务必确认没有人在危险区域内。 2. 所有操作人员必须接受专门的工业机器使用和维修培训。 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。 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。 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。 6. 除了这些说明，工作人员还必须遵守现行的健康和安全规范。 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。 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。 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。 10. 在通电模式下操作时，工作人员不得进入安全防护区域。 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。
	警告 1. 重力和制动装置的释放可能会导致坠落危险。 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。

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

	危险 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。 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. 运输机器人时，应避免超过指定的高度： ● 只允许具备叉车和起重机操作资格的人，来移动/运输机器人本体、控制柜等等。 ● 在搬运中，决不可靠近或走到提起的机器人本体、控制柜下方。

	● 切勿在搬运中呆在机器人本体、控制柜上面,也决不可触碰或人工支撑它们。 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。 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。 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。 6. 如果用叉车搬运，请对控制柜进行固定，防止控制柜倾倒。 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。 8. 当安装地的总电源开启时，切不可连接控制柜的电源电缆。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。 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。 10. 请将连接机器人的电机/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。控制柜与机器人本体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。

1.3.2 机器人启动前的安全

	危险 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。 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. 务必把机器人的控制柜、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。 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。 4. 消除固定设备和移动设备之间任何可能夹人的区域。 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。 6. 确保控制柜和周边设备的正确接地。机器人控制柜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柜的电源进线上，安装电源滤波器或相当装置。 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。 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。 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。

	10. 如果在机器人工作过程中会产生大最的废料、金属尘粒、细小粒子等，请在机器人本体、机器人控制柜、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，首先连接好电源线，然后将电源开关由 OFF 旋转至 ON。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，在开启控制柜电源后，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。
- 确认机器人控制柜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

危险

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。

试车过程中需要注意以下几点：

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。

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。

1.3.5 示教过程中的安全

危险

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。

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。

示教工作前，请确认紧急停止开关功能正常。

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. 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。

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。

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。

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。

6. 请清楚地标示示教工作正在进行中，以免有人通过控制柜、操作面板、示教器等误操作任何机器人系统装置。

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。

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。

	9. 示教过程中，请确认机器人的运动范围，禁止接近器人手臂的下方。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。 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。 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。 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。

1.3.6 自动运行时的安全

	危险 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。 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。 在自动操作前，请确认所有的开关功能正常。 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。 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。 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。 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。 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。 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。

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电机前，请用合适的提升装置支撑好机器人手臂。拆除电机，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，如果按控制柜上的任何轴抱闸释放开关，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. 当进行联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。

7. 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、联锁线路等安全装置的工作正常。

8. 除操作者持存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。

9. 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。

10. 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、挤压等等。同时，请确认操作员的安全通道，以供紧急撤离之用。

11. 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。

12. 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。

13. 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。 14. 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。 15. 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。 16. 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。 17. 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。 18. 检修/维护后，请确认全部的安全防护装宜功能正常. 19. 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。 20. 在机器人手臂和控制柜中，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、倾倒到地面的垃圾中。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。 21. 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。 22. 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，分别为：自动（Auto）、手动慢速（T1）、手动全速（T2），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 EFORT 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	液晶显示屏	用于人机交互，操作机器人
3	薄膜面板 2	含有 10 颗按键
4	急停开关	双回路急停开关
5	模式旋钮	三段式模式旋钮
6	薄膜面板 1	含有 18 颗按键和 1 颗红黄绿三色 LED
7	USB 接口	USB2.0，用于导入与导出文件及更新示教器
8	三段手压开关	手动模式下，按下手压开关伺服

示教器功能按键说明如表 2-3 和表 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：慢速开关

9	轴 3 运动+	19	热键 2：步进长度开关
10	轴 4 运动-		

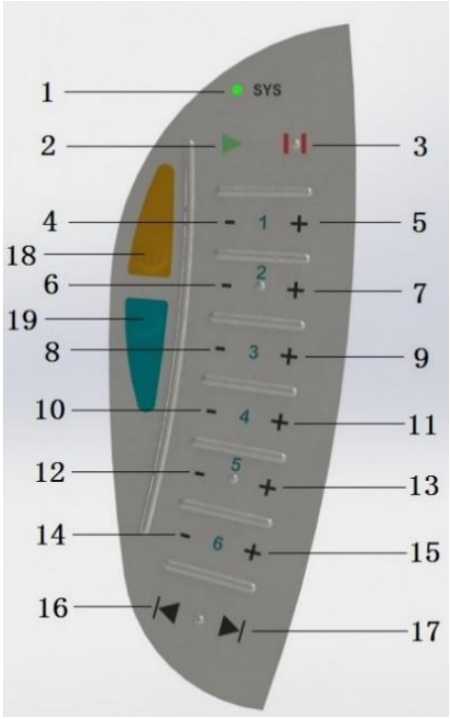


图 2-3 右侧按键

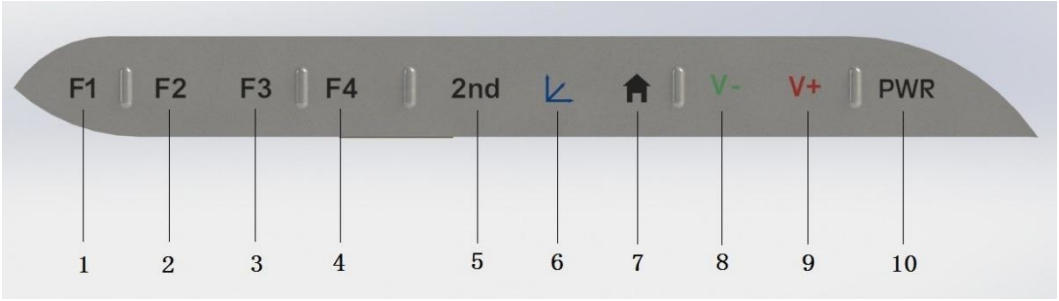


图 2-4 下侧按键

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， 调出/隐藏当前报警内容	6	坐标系切换
2	多功能键 F2， 双击截图	7	回主页
3	多功能键 F3， 程序运行方式（连续、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 更新系统

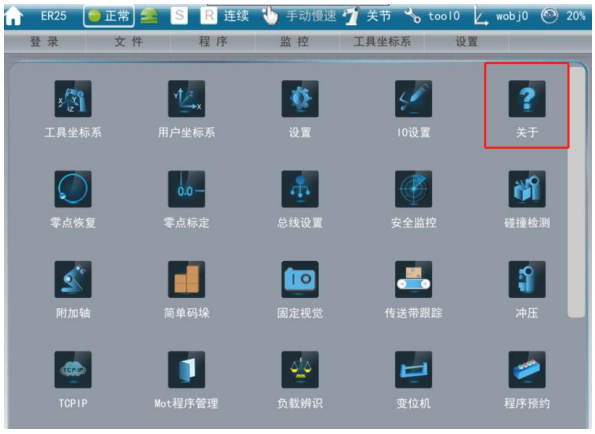
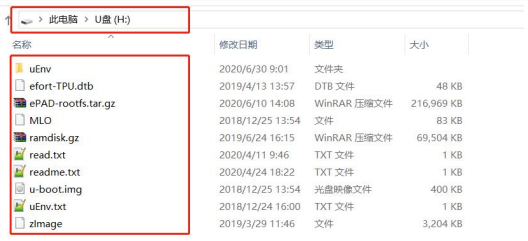
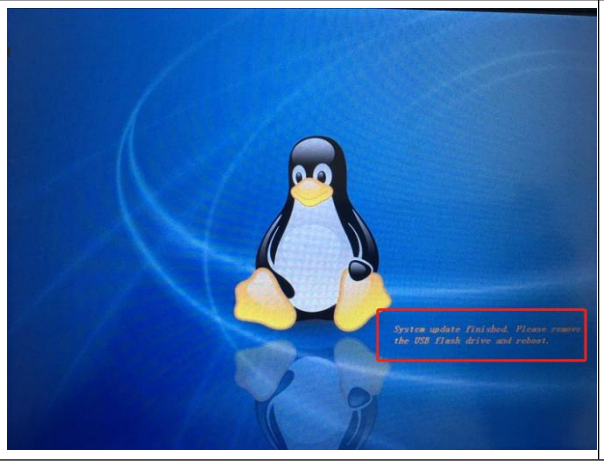
EFORT 工业机器人示教器系统的更新包括两个部分，第一个部分为固件系统升级，第二个部分为示教器 C30 软件系统升级，两个部分的升级相互独立。

2.3.1 固件升级

查看当前示教器的固件版本号并与售后技术人员联系，如果版本号不是已发布的最新版本号，建议升级到最新版固件。

表 2-5 固件升级操作

步骤	图示	说明

1.进入左上角 logo 图进入桌面，点击“**关于**”上方的图标进入 APP 中。	 	查看软件版本信息。其中 R*表示当前机器人控制器硬件版本，R1 表示使用 RP1 控制器，R2 表示使用 RP2 控制器； T1 表示当前示教器为 EFORT 示教器，T2 表示华图示教器； E*表示当前示教器的固件系统版本。 R*T*E*_右侧剩余部分为当前机型的软件系统版本。 示例图片解释：当前 EFORT 示教器使用 RP1 版本的控制器，当前固件系统的版本信息为 E2，当前软件系统的版本信息为 R2T1E_V2.1.0_20210927（编号 1），可以在自定义用户机型名（编号 2），修改好机型名后点击保存重启控制器即可生效（编号 3）。
2.如果发现当前示教器内固件系统不是最新的，且需要更新固件，则按如下步骤操作。		准备一个空的 U 盘，其文件系统格式为 FAT32，将售后技术人员提供的最新版固件文件复制到 U 盘根目录下，固件中包含左图中 10 个文件。
3.升级固件。		将包含固件文件的 U 盘插入 EFORT 示教器上，重启电柜上电源开关等待示教器自动升级固件。 请注意：升级时间较长，请耐心等待，切记不要在升级过程中拔下 U 盘，直到示教器上显示如左图片中的提示，此时示教器系统固件升级完成，

		请拔出 U 盘，再次重启电柜上电源开关等待示教器重新启动进行屏幕校准。

2.3.2 屏幕校准

屏幕校准功能用于如下几种情形下：

1）示教器固件升级完成并重启后需要进行屏幕校准。
2）进行精确校准，但是校准功能显示失败，需再次进行一轮屏幕校准。
3）在示教器界面点击时有偏差或错位，或校准有明显误差显示校准成功，需手动进入屏幕校准功能进行校准。

表 2-6 屏幕校准操作

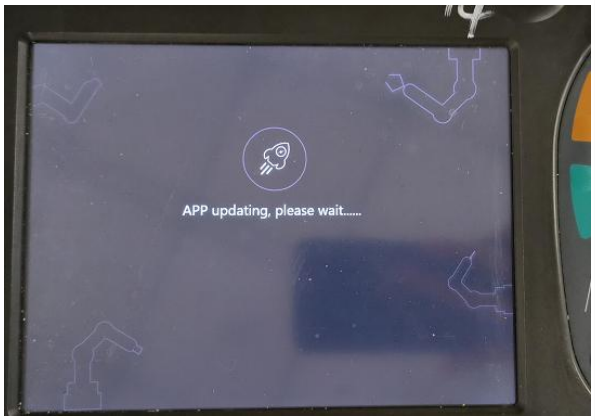
步骤	图示	说明
1. 进入屏幕校准界面。		如果是升级完固件后示教器重启，则自动进入屏幕校准功能界面。 如果是需要手动进入屏幕校准界面，则按如下步骤操作：首先重启示教器，待示教器界面出现滚动条，且滚动条进度（绿色部分）过半时，多次按下示教器底部最左侧**“F1”**按键，可以进入屏幕校准功能界面。
2. 进行屏幕校准。		出现屏幕校准界面后，请用示教器自带的触屏笔尽可能点击左图中红圈备注的图标中央位置，总共需校准五个点，每个点点击一次。直至界面上显示“Calibration OK!”表示屏幕校准完成。

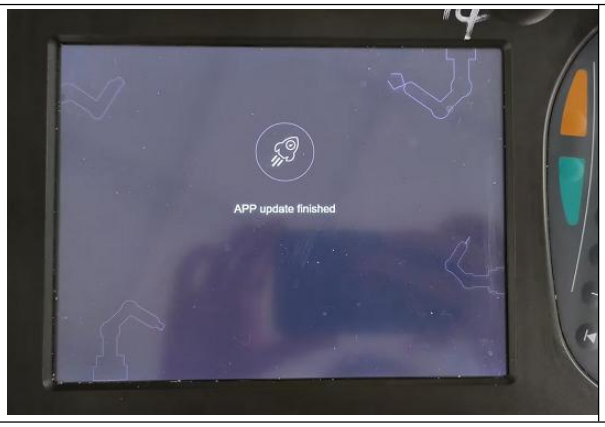
3. 屏幕校准完成。		完成屏幕校准后，示教器自动重启进入示教器 C30 软件系统。若校准失败或校准效果不理想，则自动从最开始的位置重新进行校准。 请注意：如果升级完固件后自动进入的平面校准界面，则还需要进行示教器 C30 软件系统更新。

2.3.3 C30 软件系统升级

示教器的 C30 软件系统会不定期更新版本，如果您需要更新该系统版本，请联系售后技术人员提供软件版本更新文件，同时需要准备一个空 U 盘，其文件系统格式为 FAT32，将更新文件拷入到 U 盘的根目录中。示教器固件升级文件和示教器软件系统升级文件不能放在一个 U 盘内，如果同时升级建议准备两个空 U 盘。

表 2-7 C30 软件系统升级

步骤	图示	说明
1. 准备升级工具。		将售后技术人员提供的软件系统升级文件夹（rtm_update）复制到 U 盘根目录下，文件夹内包含左图中 3 个文件。
2. 升级软件系统。		将包含更新文件的 U 盘插入到 EFORT 示教器上，重启电柜上电源开关，出现左图后等待示教器自动升级软件系统。 请注意：要求系统固件版本为 E1 及以上。系统版本请查看示教器关于 APP 界面，如果更新后软件系统不能启动或更新失败，请联系售后技术人员。
3. 升级软件系统。		直至示教器界面显示“App update finished”示教器 C30 软件系统更新完成，示教器进入系统，拔出 U 盘，更新完成。



2.4 启动系统

2.4.1 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。

2.4.2 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）连接本体到控制柜抱闸型电缆。

4）连接示教器到控制柜上。

5）连接控制柜电源到外部电源。

6）接通控制装置的电源之前，将地线连接至机构部和控制部。

2.4.3 系统上电

完成上述操作后，使用控制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，其中程序循环方式、机器人运动坐标系、机器人运行速度可以手动点击图标进行选择。

图 3-2 状态栏

表 3-1 状态栏图标介绍

序号	描述
1	桌面按键，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	状态显示按键，点击进入报警日志界面。状态分为：

	正常，图标绿色，机器人正常状态； 错误，图标红色，机器人存在报警； 未连接，图标红色，示教器和控制器未连接。
4	急停信号状态，图标绿色正常；图标红色表示急停被按下。
5	伺服状态，图标白色伺服关；图标绿色伺服开。
6	程序运行模式，图标白色表示 RPL 未运行；图标绿色表示 RPL 运行中。
7	程序循环方式，有以下方式： 连续：程序连续运行； 单步跳过：单步执行一条指令，如果当前指令为调用子程序，子程序直接执行完成； 单步进入：单步执行一条指令，如果当前指令为调用子程序，进入子程序，单步执行子程序的指令； 运动跳过：单步执行运动指令，遇到非运动指令直接执行完成，到下一条运动指令暂停，如果指令为调用子程序，则子程序直接执行完毕，到下一条运动指令暂停； 运动进入：单步执行运动指令，遇到非运动指令直接执行完成，到下一条运动指令暂停，如果指令为调用子程序，进入子程序，子程序中运动指令单步执行。
8	机器人运行模式，分为：自动（Auto）；手动慢速（T1）；手动全速（T2）。
9	机器人运动坐标系，分为：关节；机器人；工具；用户。
10	当前工具坐标系。
11	当前用户坐标系。
12	机器人运行速度。

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，其余显示的是在桌面中打开的各 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（因不同型号的机器人功能不同，开放的桌面 App 不同，故界面 App 存在差异，使用方法相同）。

图 3-4 桌面

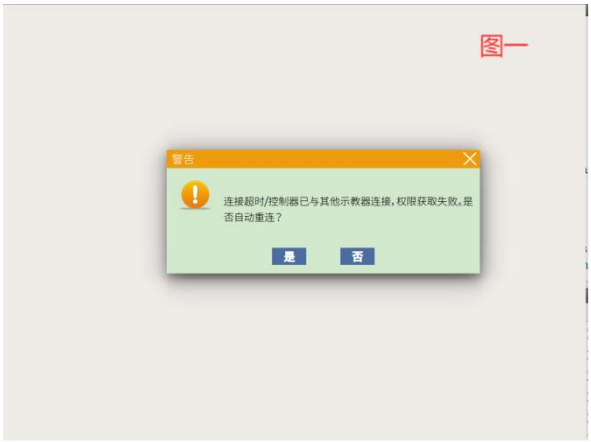
3.3 控制权限

3.3.1 界面说明

首次更新带有控制权限限制与设置的界面首次开机会自动获取控制权限；不是首次开机的界面视上次是否获取了权限未手动释放而定，若上次获取了权限未手动释放则再次开机会自动去获取权限，若手动释放权限则再次开机不会自动获取权限，需要手动获取权限。权限的有无决定了界面是否能够对控制器进行写操作。（带有控制权限功能的示教器必须与带有控制权限功能的控制器一起使用）

表 3-2 权限控制界面说明

步骤	图片	描述
首次开机自动获取权限成功（其他时候获取权限成功）。		此时权限连接状态灯呈现绿灯状态，此状态灯实时显示示教器是否获取权限，若未获取权限，灯呈现黄灯状态。绿灯状态下示教器可以向控制器进行写操作。

首次开机自动权限获取失败（其他时候获取权限失败）。	 	首次开机会自动获取权限，此时若获取权限失败则如图一所示出现警告弹框告知控制器可能已经被其他示教器获取了权限或者在获取权限时超过了设置的超时时间无法连上，是否再次自动获取权限。若点是则会再次自动获取权限，若点否则会进入图二（**建议**：若未获取权限直接点否，排查原因后手动获取）。 未获取权限时权限连接状态灯呈现黄灯状态，此时可以登录进入界面但无法进行相应的与控制器的写操作。（手动获取权限需要点击权限设置按钮进入权限设置页）
权限设置。		图一：进入权限管理设置页的状态（若此时示教器是已经获取权限的状态，则该页的权限连接按钮显示的是释放权限的按钮） 权限连接按钮：点击获取权限按钮，若获取了权限则提示获取权限成功，若失败，也会出现警告弹框（此时大概率是控制器的权限也被其他示教器获得）； 超时时间：可显示和设置获取权限的超时时间（该时间有限制

	 	在 1200ms 到 15000ms 内，单位：ms）； 注释：可对该台示教器添加别称注释，在获取权限时以便其他示教器知道控制器的权限被哪台示教器获得； 编辑：此按钮只针对超时时间和注释输入框，当点击编辑时，按钮变为保存按钮，超时时间和注释输入框可编辑如图二所示，可设置想要的超时时间和注释，点击保存至文件，下次点击获取权限时可发送给控制器（注意：示教器已经获取权限不可编辑，需释放权限后编辑）； 展开详细信息：点击此按钮如图三所示，显示此时获取了控制器权限的示教器的 IP，端口，以及注释信息，此时该按钮成收起详细信息按钮，点击收起按钮，则文本框隐藏。

权限获取成功，可对控制器进行写操作；权限获取失败，排查原因，进入权限管理设置页重新获取权限。

注意：当 2 个以上 PC 端打开虚拟示教器时，按照控制权限，只允许在同一时间下，只有 1 个 HMI 界面获取权限后控制机器人。其他虚拟示教器想要获取控制权限，需要已获取控制权限的虚拟示教器退出界面，同时需要断开 PC 端的通讯。

当 IP 设置为 200 时权限功能失效，无论有无权限均可控制控制器。

3.3.2 使用 RDE 软件时（或虚拟示教器时）PC 上 IP 设置

1. RDE 软件：首先确定控制器的工程是否带控制权的功能，可查看卡文件 fa 文件夹下是否包

含 oow.cfg 文件；若包含，则打开 oow.cfg 文件，如图 3-5 所示，将电脑 IP 设置该 IP 地址；若不设置，则通过 RDE 软件无法对控制器的变量进行赋值。

图 3-5 设置为 PC 的 IP

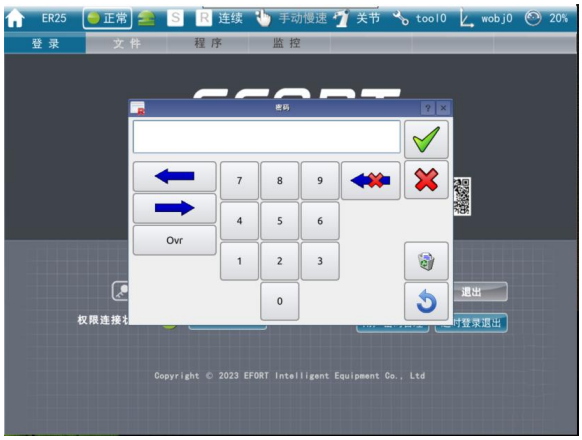
2.虚拟示教器：首先确定控制器的工程是否带控制权的功能，可查看登录界面是否有权限设置按钮及状态灯；若包含，则此时虚拟示教器具备权限功能，将电脑 IP 设置该 IP（192.168.1.200）地址，此时无论示教器是否获取权限均可对控制器进行写操作，此时权限功能失效；若不设置为该 IP，则示教器需要获取权限才可对控制器进行写操作。

3.4 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 3-3 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。 版权信息：版权为埃夫特智能装备股份有限公司所有。

操作权限划分：（开机即为操作员权限，操作员无需登录）

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

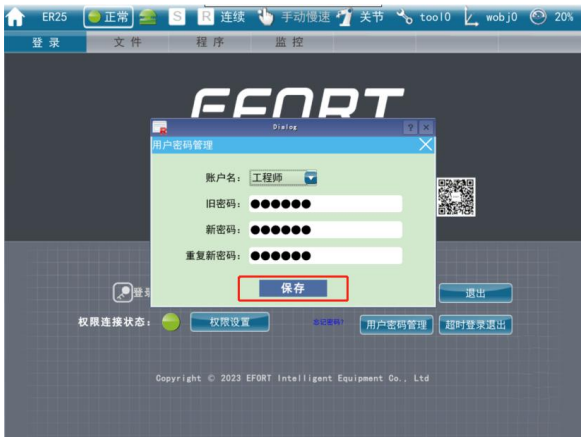
3.5 修改用户密码

Efort 示教器账户的登录的方式为：输入账户密码自动登录对应的账户！因此不允许账户的密码出现重复！Efort 示教器的账户密码要求是：4-6 位的数字。

表 3-4 修改账户密码操作

步骤	图示	说明

1. 进入登录页面，点击显示区的“**用户密码管理**”按钮。		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. 点击账户名下拉框，选择要修改密码的账户。		
3. 点击“旧密码”输入框，在弹出键盘中输入旧密码。		

4. 点击“新密码”输入框，通过弹出键盘输入新的密码；然后，在“重复新密码”输入框中重复输入新密码。		
5. 点击“保存”按钮完成密码修改。		

3.6 忘记密码操作

Efort 示教器允许用户输入统一口令对示教器中的账号密码进行统一的重置。

表 3-5 重置所有账号密码操作

步骤	图示	说明
1. 进入登录页面，点击显示区蓝色字体的“忘记密码”字样。		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. 点击重置密码输入框，输入统一重置口令：688165		
3. 点击“保存”按钮，完成对当前所用账户密码的重置操作。		

3.7 超时退出登录

超时退出登录允许用户设定一段时间，当用户在这段时间没有点击示教器屏幕以及按下示教器按钮（手压、急停、模式转换开关除外）的情况下，会自动退出当前登录用户。

表 3-5 超时登录退出设置操作

步骤	图示	说明
1. 进入登录页面，点击“超时登录退出”按钮，进入超时登录退出设置框。		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. 点击编辑按钮，在对应的时间单位后的输入框输入相应的时间。		
3. 打开开关按钮，然后点击保存。这样就完成该功能的保存。		

第 4 章　机器人设置

4.1　设置软件概述

设置 App 界面用于设置系统、轴参数、笛卡尔参数、DH 参数、零位数据、切换 Logo、应用选择、屏幕设置等。其中系统设置包括语言设置和 IP 设置。不同型号机器人功能不同，开放的设置项目可能不同，实际以示教器显示为准。

系统参数中设置修改后，可能导致机器人不能正常工作，所以在需要修改之前，需要进行解锁操作，否则只能查看相关参数。

解锁操作：点击左上角“**解锁**”按钮，如下图所示，然后输入密码后进行相关操作（默认密码：1975），退出 App 或者离开 App 界面 60s 后自动锁定。

功能的优点

●用户可以更加方便、快捷地管理和调整机器人的各项参数和配置，提高了操作的便捷性和灵活性。

●用户可以通过设置界面快速调整机器人的各项参数，如速度、加速度等，从而适应不同的工作场景和需求。

●图形化界面，操作简便直观，即使是没有专业知识的用户也能轻松上手。

4.2　运行环境

- 带有设置功能的软件版本
- 软件版本大于等于 V3.5.0.7
- 工业机器人；

4.3　专业术语定义

表 4-1 专业术语表

专业术语	定义
WAN 口	路由功能对外接口
ETH3 口	主要用于以太网通信的网口

4.4 用户自定义报警功能指令

本功能提供如下指令：

功能分类	指令	指令作用
功能内报警指令	robot.freeAlarm(id)	用户自定义报警触发指令
	robot.freeWarning(id)	用户自定义警告触发指令

4.4.1 robot.freeAlarm(id)用户自定义报警触发

指令说明

用户自定义报警触发指令，指令适应主程序和后台程序两种运行环境。

输入参数

报警代码：1750-1779，3700-3729;报警类型 1：1750-1779，报警触发后伺服关闭，程序终止，机器人停止运动;报警类型 2：3700-3729，报警触发后伺服不关闭，程序终止，机器人停止运动。

格式

```
robot.freeAlarm(1750);
```

示例

```
...
robot.freeAlarm(1750);
...
```

4.4.2 robot.freeWarning(id)用户自定义警告触发

指令说明

用户自定义警告触发指令，指令适应主程序和后台程序两种运行环境。

输入参数

报警代码：6000-6029;警告：警告触发后，伺服不关闭，程序不终止。

格式

```
robot.freeWarning(6000);
```

示例

```
...
robot.freeWarning(6000);
...
```

注意事项

在软 PLC 环境中运行报警指令，指令触发后软 PLC 程序的执行状态由客户根据需求进行软 PLC 使用配置，软 PLC 配置的相关方法详见说明书中软 PLC 部分

4.5 使用示例

设置内部子功能模块如下：

表 4-1 设置子功能模块预览表

模块序号	模块名称	作用
1	系统	该模块可对机器人的语言，IP 等进行设置
2	轴参数	该模块可对机器人的本体轴的速度类的参数进行设置
3	笛卡尔参数	该模块可对机器人的本体轴笛卡尔速度类的参数进行设置
4	DH 参数	该模块可对机器人的杆长参数进行设置
5	零位数据	该模块可对机器人的零位数据进行设置
6	切换 logo	该模块可对示教器部分 logo 图片进行替换
7	应用选择	该模块可对示教器打开关闭某些应用功能进行设置

8	屏幕设置	该模块可对示教器的屏幕亮度等进行设置
9	权限/通讯设置	该模块可对示教器操作控制器的写权限进行设置
10	高级设置	该模块可对机器人的一些高级功能进行参数设置
11	VNC	该模块可在电脑端操作示教器
12	用户自定义报警	该模块可设置自定义报警内容
13	安全设置	该模块可设置安全门停机方式
14	安装方式	该模块可设置机器人安装方式

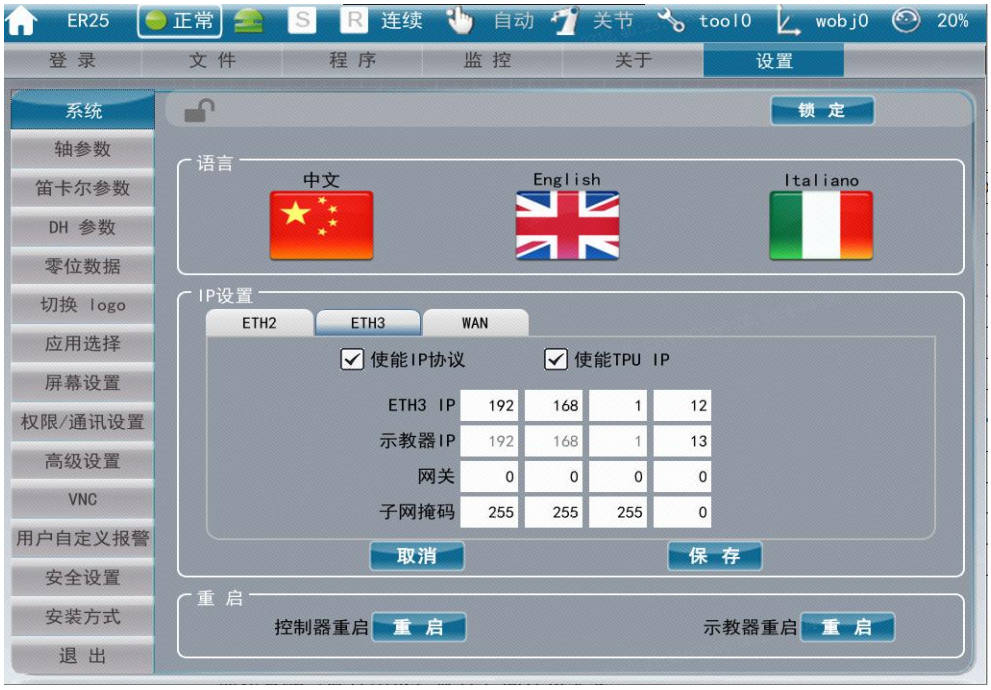


图 4.5-1 设置 App 预览图

4.5.1 系统

4.5.1.1 语言设置

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。

注：意大利语设置功能暂未开放。

1、以切换英语为示例：

1）点击“English”国旗图标，弹出如下图提示框，切换语言需重启机器人才可生效。

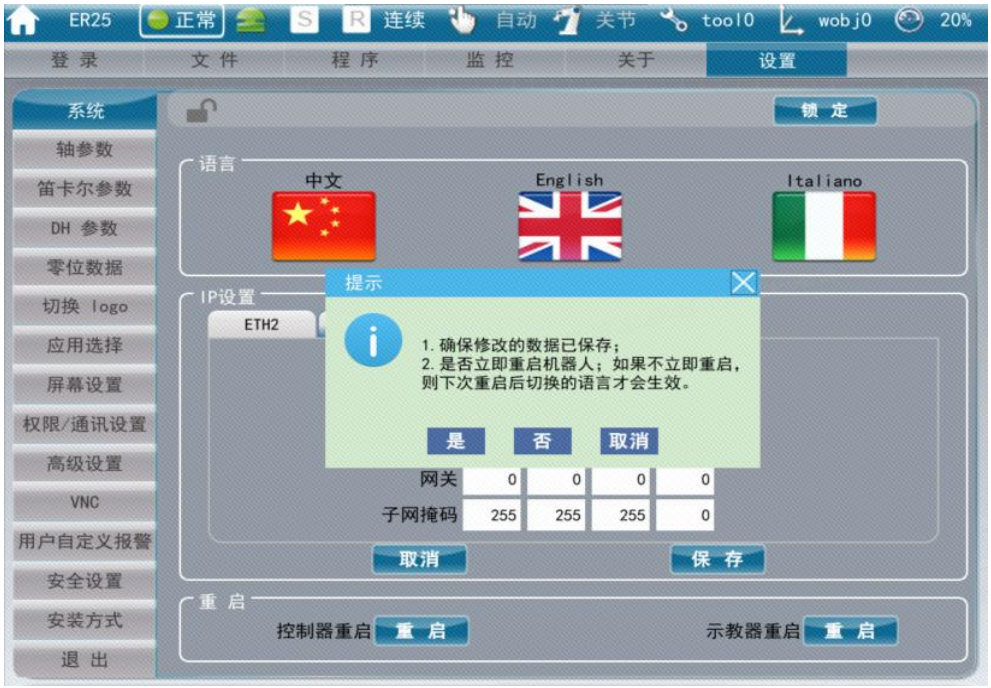


图 4.5.1.1-1 切换语言提示图

2）点击上图的“是”，则会立即重启机器人；点击“否”则在下次重启机器人时生效；点击“取消”或者“X”则取消切换语言。

4.5.2 IP 设置

控制器上有多个网口，主要功能如下：

ETH1：主要用于 Ethercat 通信

ETH2：用于 Ethercat 通信（当已经使用 ETH1 时，该方式为环网）；也可做以太网通信，比如 ModbusTcp，Ethernet/IP，Tcp/IP， BCC 通信等等

ETH3(A, B)：主要用于以太网通信，比如 ModbusTcp，Ethernet/IP，Tcp/IP， BCC 通信等等

ETH4，ETH5：用于 Profinet 通信。

WAN：路由功能对外接口，可用于配置局域网，广域网等等。

IP 设置分为两个部分，分别为 ETH 网口的设置和 WAN 功能的设置，其他功能暂不支持修改。

4.5.2.1 ETH 网口设置

IP 设置界面用于设置控制器 ETH 网口的 IP 地址、示教器的 IP 地址、子网掩码和网关，对应 ETH3。

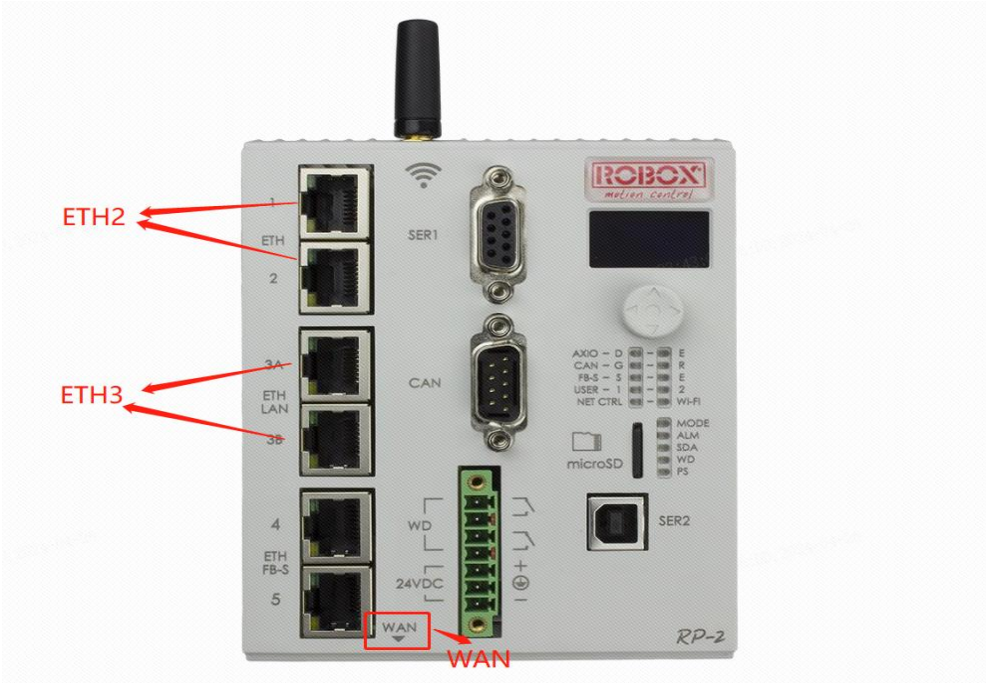


图 4.5.2.1-1 实体示教器网口示意图

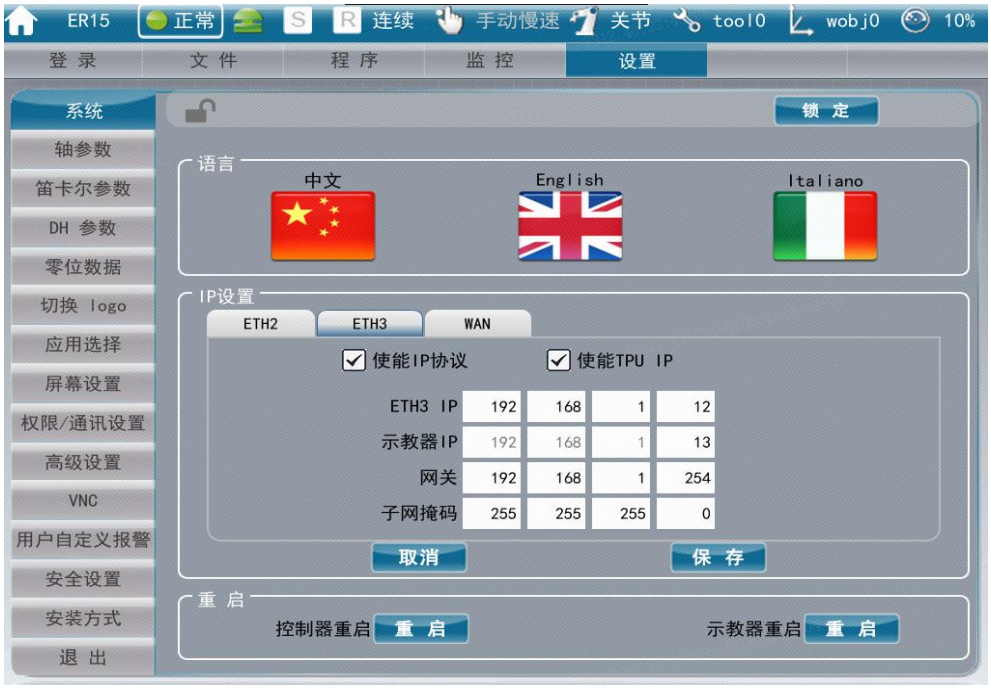


图 4.5.2.1-2 ETH3 界面设置示意图

注：ETH2 目前不能进行 IP 设置，请使用 ETH3 进行 IP 设置；目前 ETH3IP 设置页已有默认配置，若需修改请按下述流程修改。

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“系统”按钮，进入系统设置界面，选择 IP 设置内的 ETH3 按钮，进入“ETH3”设置页，（示教器需连接上 ETH3 网口）；

2、输入 ETH3 自己想输入的 IP，注意示教器 IP 的前三个输入框不可编辑，且随 ETH3 输入的网段变化而变化，ETH3 的网段和示教器 IP 的网段保持一致；最后的 IP 地址二者不一致即可；

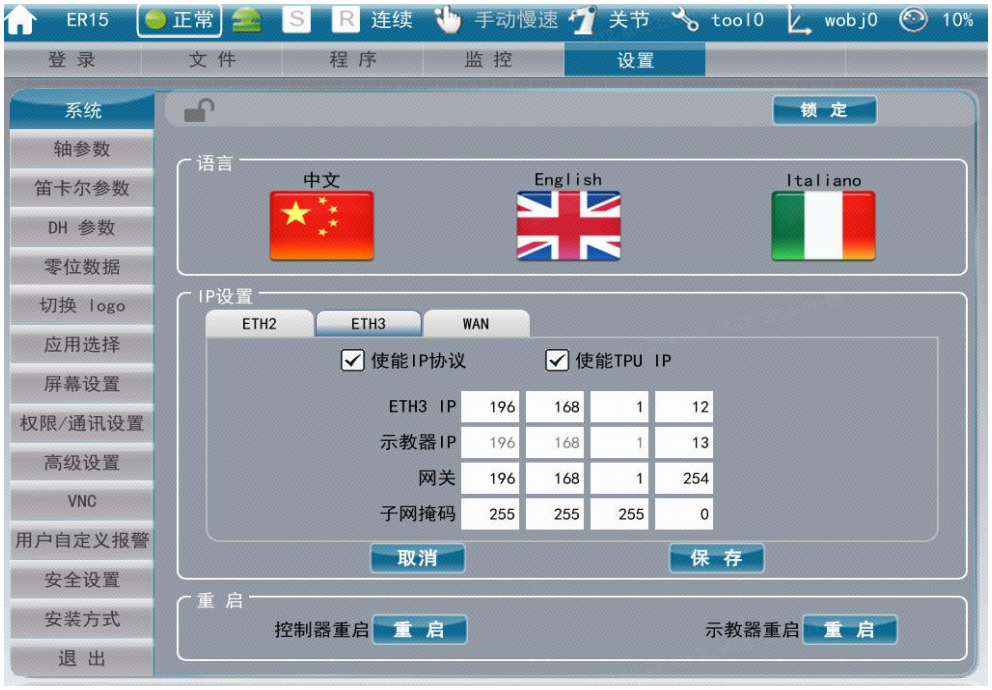


图　4.5.2.1-3 ETH3 设置示意图

3、网关和子网掩码可随意设置，但不可超出输入框的可设范围；

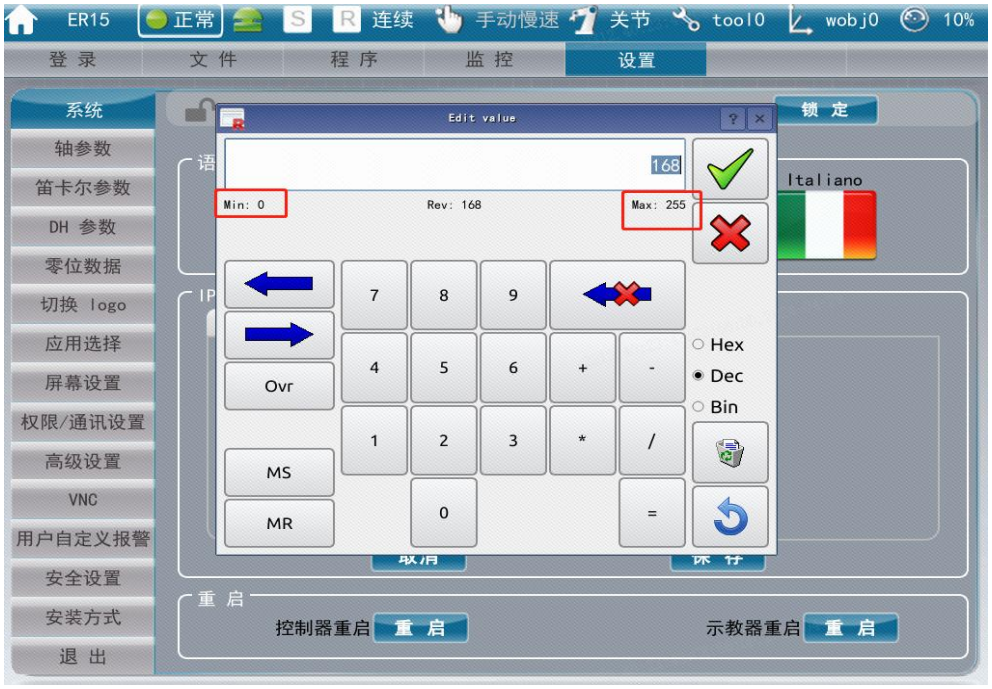


图　4.5.2.1-4 网关设置输入框键盘图

4、设置完成后，需要点击“保存”按钮；保存成功后需要重启机器人才可生效。

图　4.5.2.1-5 保存示意图 1

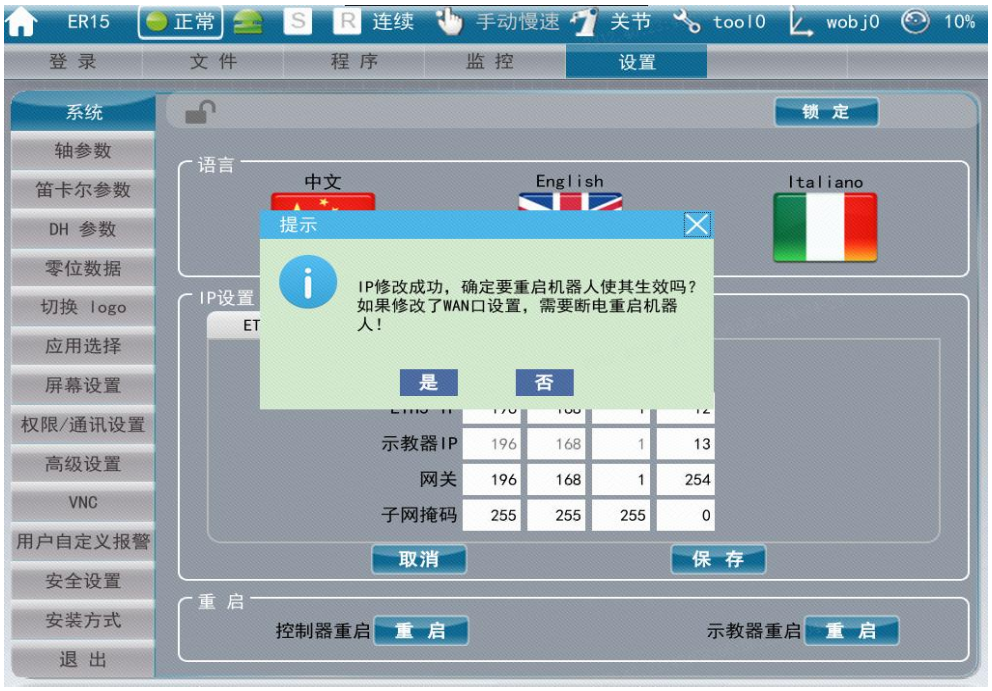


图　4.5.2.1-6 保存示意图 2

4.5.2.2 WAN 口设置

控制器使用 ETH3 口通信时，在一些复杂组网情况下，会出现网络阻塞情况，从而引起控制器与示教器失联或者其他通信报警。在此情况下，需要使用路由器进行网络隔离，机器人控制器自带路由功能，对外端口为 WAN 口。

图　4.5.2.2-1 WAN 口设置界面图

使用 WAN 口功能，与外部设备通信时，需要通过 LAN 口进行数据转发，可以与 ETH3 口通信，即选择其映射关系，现在默认“映射网口”为“ETH3”，不可修改。

1. LAN 口：LAN 口 IP 以及默认网关必须与 ETH3 口的网关一致；LAN 口网关配置根据实际需求配置，不配置可以为 0.0.0.0；若配置网关，网关参数需要根据子网掩码范围确定。
2. WAN 口：不和 LAN 口同一个网段即可；

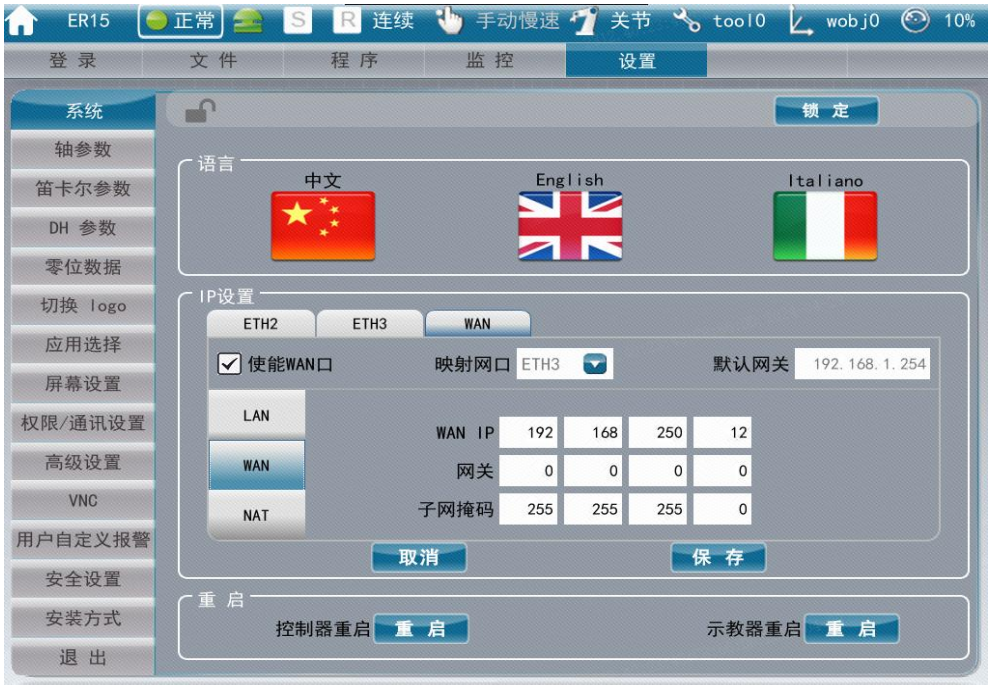


图 4.5.2.2-2　WAN 口设置示意图

3. NAT 口：设置 NAT 时，需要先选择协议，然后可以填写名称和端口号，未选择协议则不可以设置

（可选协议：tcp、udp、tcpudp）；

图 4.5.2.2-3 NAT 设置示意图

4. IP 设置全部完成后确定无误点击“**保存**”（注：在 WAN 的相关设置发生修改后，需要断电重启才能生效）。

图 4.5.2.2-4 保存提示框图 1

图 4.5.2.2-5 保存提示框图 2

如下图所示，为 WAN 口通讯示意图，其映射网口为 ETH3。其 NAT 路由表如表 4-2 所示。

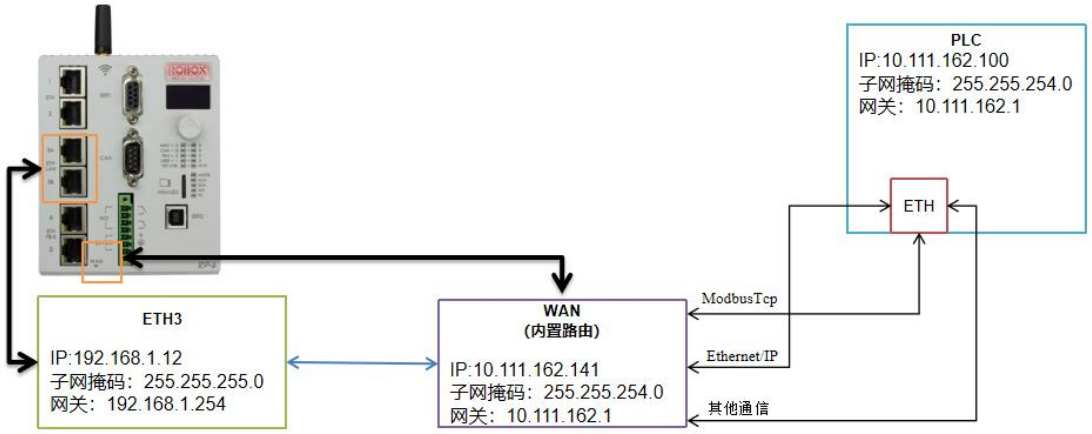


图 4.5.2.2-6 WAN 口通讯示意图

表 4-2 NAT 地址映射示例

ETH3 IP	ETH3 端口	WAN IP	WAN 端口	传输协议	说明
192.168.1.12	8100	10.111.162.141	8100	tcp	BCC
192.168.1.12	502	10.111.162.141	502	tcp	ModbusTcp
192.168.1.12	2222	10.111.162.141	2222	tcpudp	Ethernet/IP 实时通信

192.168.1.12	44818	10.111.162.141	44818	tcpudp	Ethernet/IP 非实时通信

4.5.2.3 重启设置介绍

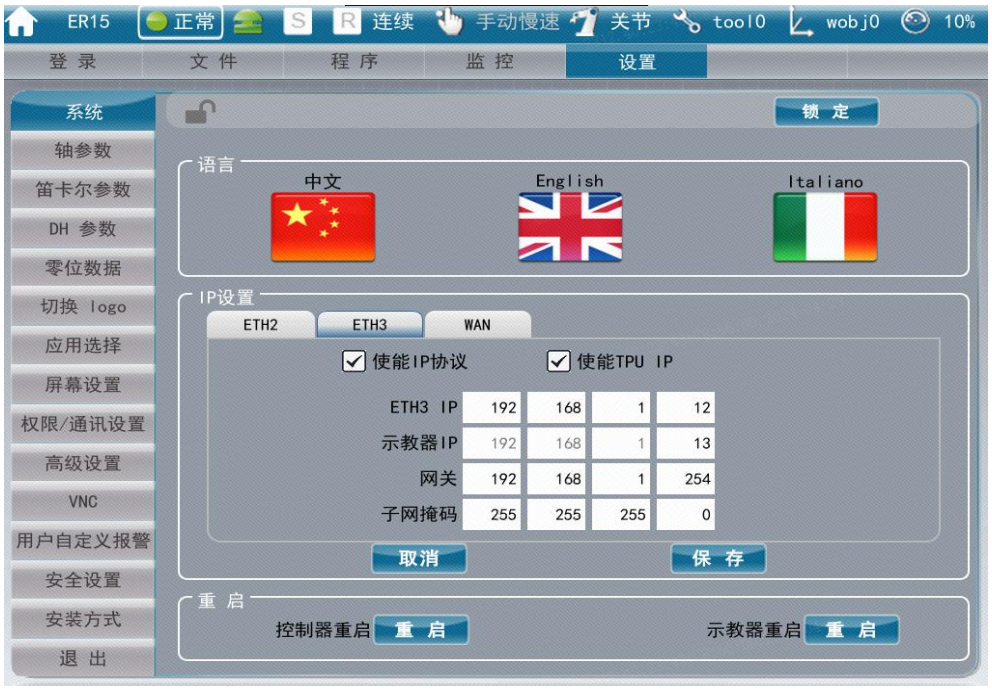


图 4.5.2.3-1 重启示意图

1、示教器重启：点击重启模块的示教器重启按钮，示教器将进行软重启；

2、控制器重启：点击重启模块的控制器重启按钮，控制器将进行软重启。

4.5.3 零位数据

零点文件记录的是机器人出厂时标准的零点位置，只有两种情况允许使用：

（1）机器人出厂时，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，机器人零点标定中 20 点法）之后，执行零点记录操作，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：

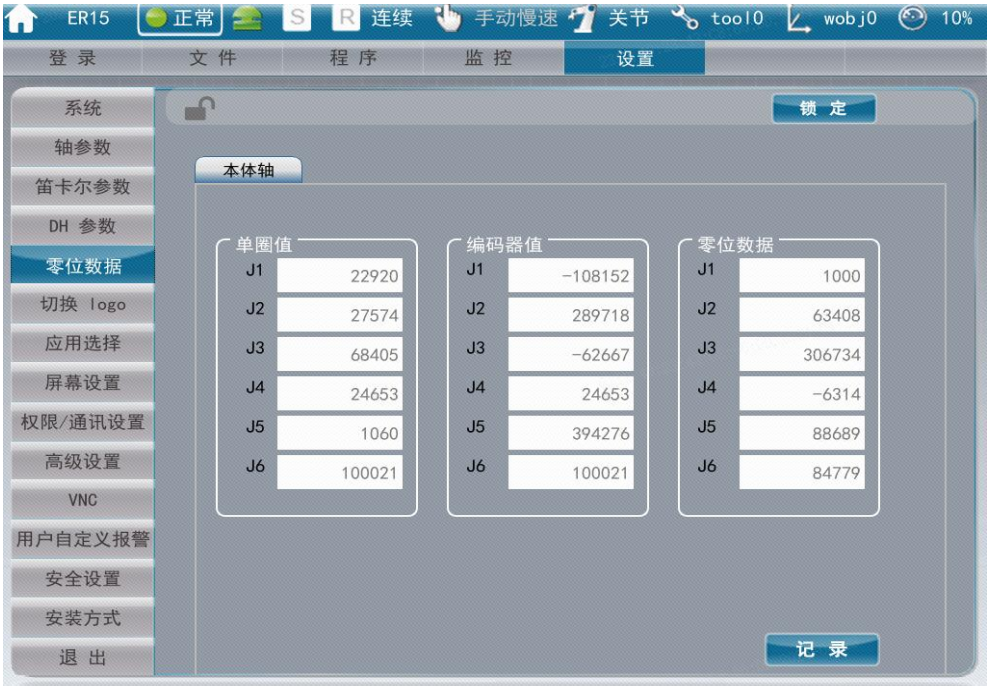


图 4.5.6-1 零位数据界面示意图（未配置附加轴时）

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“零位数据”按钮，进入零位数据设置界面；

2、点击右下角“记录”按钮，机器人当前位置将被设置为零点，需要重新校对。零点记录成功后，会提示相应弹窗。零点找回时，可根据零点恢复章节操作。

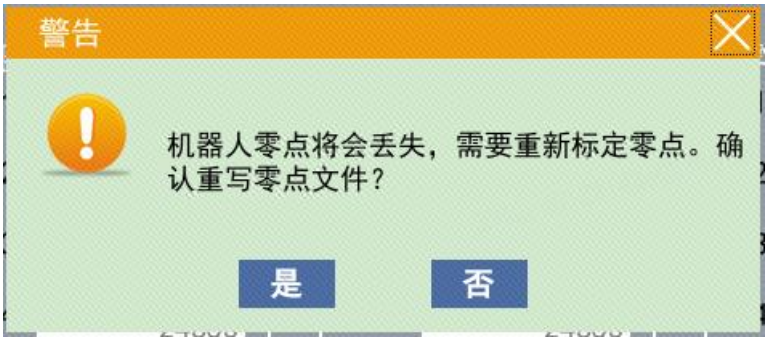


图 4.5.6-2 记录零位数据提示框图

图 4.5.6-3 零位数据写入成功提示框图

3、当配置了附加轴时，零位数据设置页如下图所示：

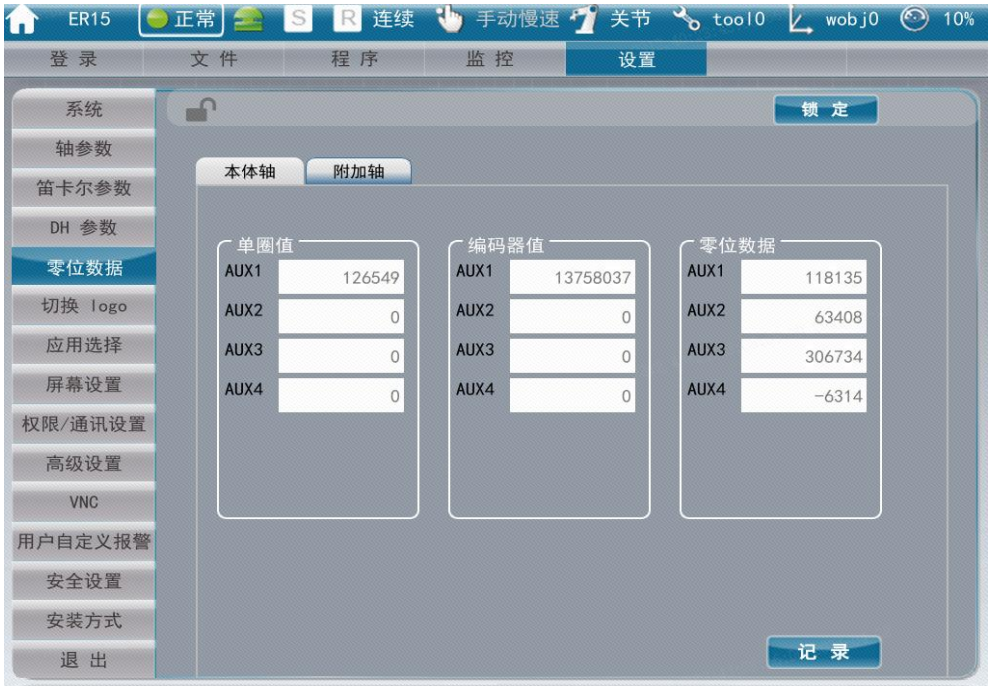


图 4.5.6-4　零位数据界面示意图（配置了附加轴时）

4、点击附加轴零位数据设置页的“记录”按钮，机器人当前附加轴位置将被设置为附加轴零点，零点记录成功后，会提示相应弹窗（弹框示图如图 4-13 和图 4-14）。

4.5.4 切换 logo

4.5.4.1 切换 logo 界面介绍

切换 logo 界面包含四个功能，分别是对开机界面 logo 的切换、状态栏 logo 的切换、登录界面 logo 的切换以及关于 app 界面的切换。切换 logo 界面如下图所示。

图 4.5.7.1-1 切换 logo 界面

这四个功能是一样的，解释其中一种即可，其余功能同理。如更改“开机界面”的 logo，需要点击“替换”按钮，如果示教器已经插入外部设备（U 盘），则会弹出“USB 导入”对话框显示外部设备的存储内容，如下图所示。

图 4.5.7.1-2 外部设备存储内容

如果示教器没有插入外部设备，则弹出失败提示框对用户提示，如下图所示。

图 4.5.7.1-3 失败提示框

在图 4-2 中，可以看到有 7 个按钮，分别是上一级、下一级、新建文件夹、重命名、删除、导入、取消。

1）上一级：点击此按钮可返回当前目录的上一层级。
2）下一级：点击此按钮可返回当前目录的下一层级。
3）新建文件夹：点击此按钮可在当前目录下新建一个文件夹。
4）重命名：点击此按钮可对选中的文件进行命名。
5）删除：点击此按钮可对选中的文件进行删除。
6）导入：点击此按钮可将选中的文件导入到界面中，以此达成替换效果。
7）取消：点击此按钮取消“替换”操作。

4.5.5 应用选择

可以通过应用选择设置界面选择应用功能的开启与关闭，包括零点恢复、零点标定、冲压、弧焊等功能和工艺包。其操作流程如下：

图 4.5.8-1 应用选择设置界面示意图

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“应用选择”按钮，进入应用选择设置界面；

2、选择需要开启或关闭的应用（在“应用显示”列，“☑”代表开启，“☐”代表关闭）；选择结束后，点击右下角的“保存”按钮，需要注意，确定保存之后，机器人会重启。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。

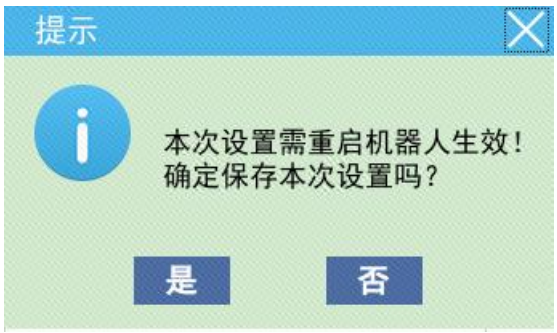


图 4.5.8-2 点击保存提示框图

4.5.6 屏幕设置

4.5.6.1 屏幕设置界面介绍

屏幕设置功能界面比较简单，包括三个功能，分别是亮度控制、是否自动息屏和报警时是否亮屏。屏幕设置功能界面如下图所示。

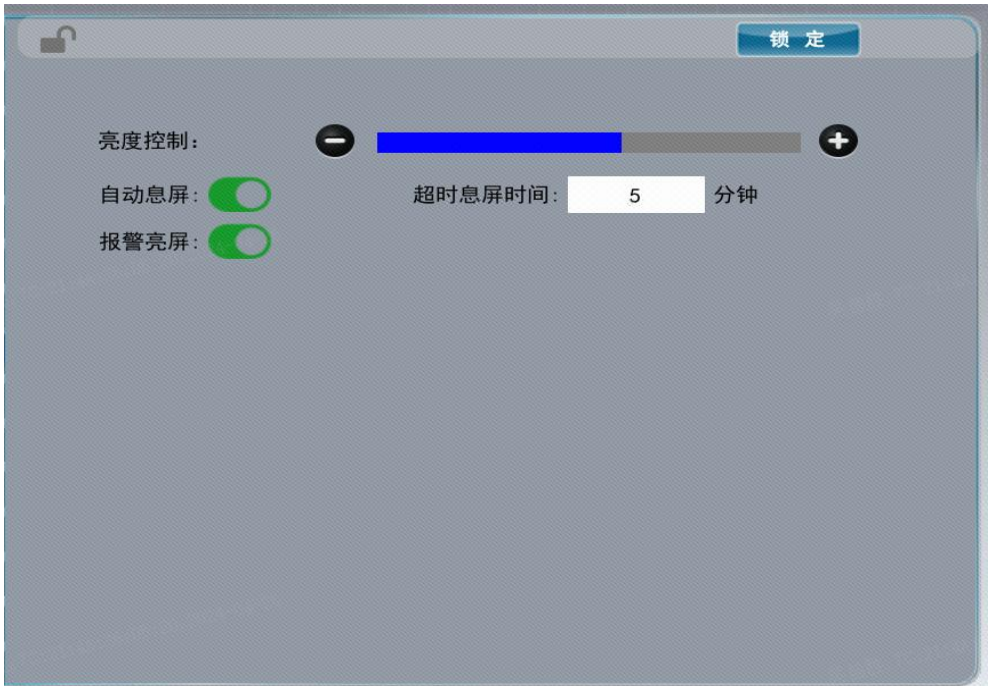


图 4.5.9-1 屏幕设置界面

1）亮度控制：可点击“+”或“-”按钮对亮度的大小进行调整。

2）自动息屏：开启“自动息屏”功能，才可以对“超时息屏时间”和“报警亮屏”功能进行设置。通过点击“超时息屏时间”后的文本框弹出编辑框，在编辑框中输入时间后，点击√完成设置，如下图所示。

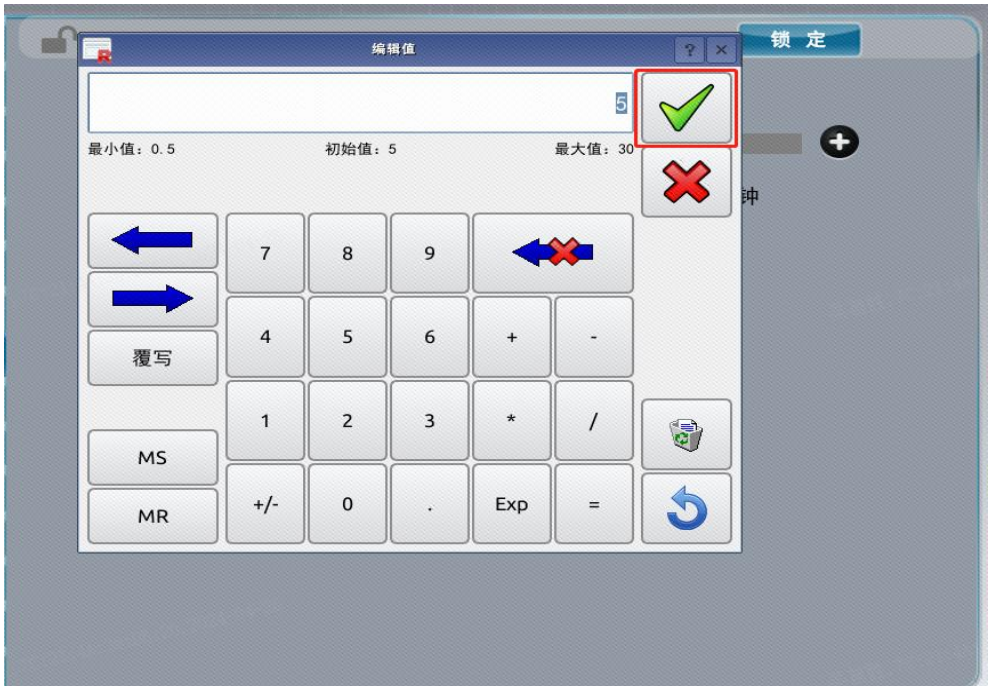


图 4.5.9-2 超时息屏时间设置

3）报警亮屏：点击按钮可开启或关闭该报警亮屏功能。

4.5.7 权限/通讯设置

权限/通讯设置页面放置可开启和关闭对控制器的写权限功能的开关，以及示教器未连接不报警的配置。

4.5.7.1 权限开关

图 4.5.10.1-1 权限/通讯设置界面示意图

5、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“权限/通讯设置”按钮，进入权限/通讯设置设

置界面；

6、点击如上图内的“权限功能开关”按钮，开启对控制器的写权限功能，弹框提示需要重启才能生效；

图 4.5.10.1-2 开启权限功能提示框图

7、点击“是”示教器和控制器会自动重启，点击“否”部分生效，但控制器权限功能文件已删除，此时建议手动重启示教器与控制器；

8、打开权限功能开关可在登录页看到相关权限设置；（登录界面的详细介绍请查看登录界面所在章节）；

图 4.5.10.1-3 登录界面示意图

9、权限功能开关开启时，点击“权限功能开关”按钮，关闭对控制器的写权限功能，弹框提示需要重启才能生效，重启后登录页的相关权限设置将隐藏。

4.5.7.2 控制器中 bcc 客户端通讯连接状态检测开关

该功能是针对报警“3909：示教器未连接”是否在通讯断连重连后弹出做的限制开关。

图 4.5.10.2-1 权限/通讯设置界面示意图

➢ 控制器中 bcc 客户端通讯连接状态检测开关：此开关为是否检测通讯是否断开的总开关（注：此开关为可掉电保持变量，且受权限控制；同台控制器连接多台示教器，只要一台关闭，则所有连

接的示教器均关闭)；此开关关闭时，通讯断开再重连不会弹“3909：示教器未连接”报警；

- 超时时间：设置超时时间保存后，当开启“bcc 客户端通讯管理开关”时会将该时间通过 bcc 指令发送给控制器，在超时时间内断开通讯并重连上不会报“示教器未连接报警”(注：超时时间需大于等于 22 秒)；
- 描述信息：该为本示教器注释信息，可设可不设置。
- bcc 客户端通讯管理开关：此开关为是否将本台示教器加入检测通讯是否断开重连的队列中（注：所有连接同台控制器的示教器其中只要有一台开启此开关则进行通讯断连重连检测)。在“控制器中 bcc 客户端通讯连接状态检测开关”开启的状态下：此开关开启时，在断连时间超过设置超时时间后重连后需弹 3909 报警；所有连接同台控制器的此开关关闭时，在断连时间超过设置超时时间后重连后不弹 3909 报警；超时时间内断连重连不弹报警。
- 注：在权限开关开启时，释放权限**不会**弹示教器未连接报警。

1、在超时时间之外断连重连后希望有 3909 报警弹出，操作流程如下：

1) 点击“控制器中 bcc 客户端通讯连接状态检测开关”，开启该开关；

图 4.5.10.2-2 控制器中 bcc 客户端通讯连接状态检测开关打开

2) 点击“编辑”按钮，设置“超时时间”和“描述信息”(描述信息可以不填)；

图 4.5.10.2-3 编辑相关信息

3）点击“保存”按钮，保存成功后，打开“bcc 客户端通讯管理开关”开关；

图 4.5.10.2-4 bcc 客户端通讯管理开关打开

4）此时，在断连后超过超时时间重连后会有 3909 报警弹出。

2、断连重连后不希望有 3909 报警弹出，操作流程如下：

1）关闭“控制器中 bcc 客户端通讯连接状态检测开关”。

2）“控制器中 bcc 客户端通讯连接状态检测开关”如果处在开启状态，所有连接同台控制器的“bcc

客户端通讯管理开关”均关闭则不会有 3909 报警弹出。

4.5.8 高级设置

此章节不做高级设置介绍，详细信息可在基础手册相应章节查询。

4.5.9 VNC

可通过此功能在电脑上操作实体示教器界面。

图 4.5.12-1 VNC 界面示意图

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“VNC”按钮，进入 VNC 设置界面；

2、点击“打开”按钮，亮起如上图所示蓝灯，表示此功能已开启（端口号固定不可修改）；

3、打开电脑上安装的 VNC 软件，电脑连上控制器；

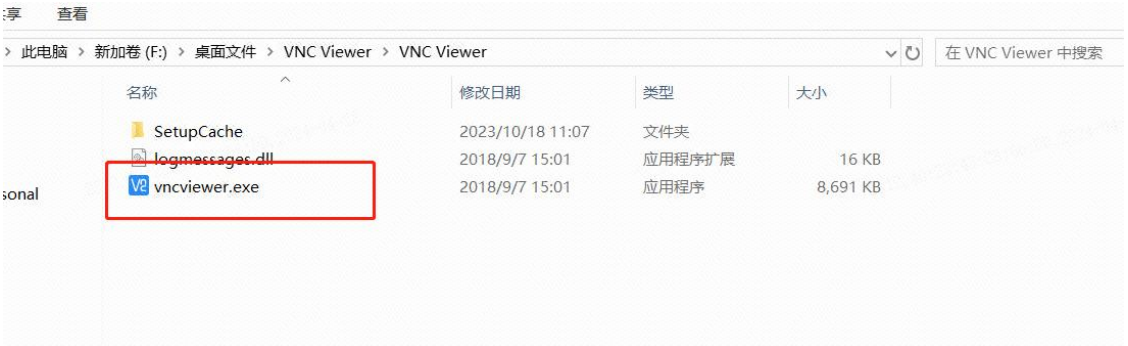


图 4.5.12-2 桌面 VNC 软件示意图

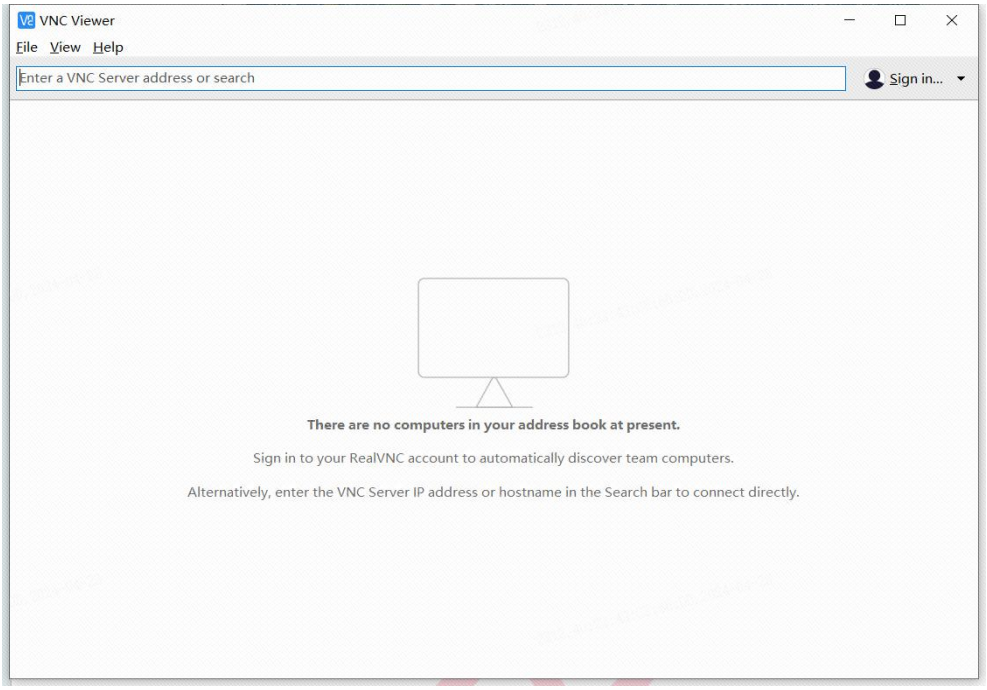


图 4.5.12-3 VNC 软件打开后示意图

4、点击“File”内的“New connection”，在如下红框内输入示教器 IP 地址（默认为：192.168.1.13）；

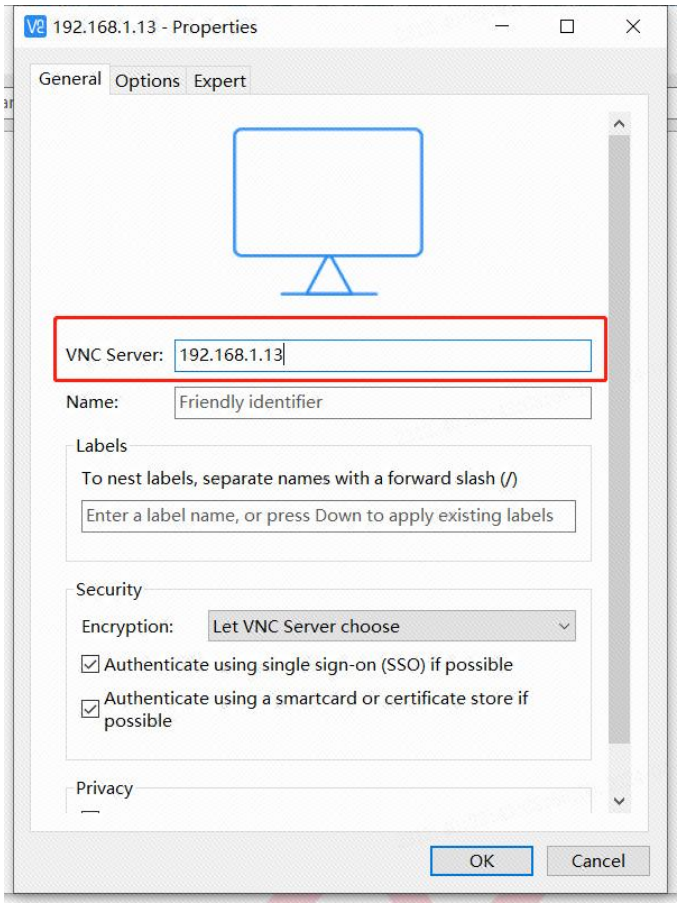


图 4.5.12-4 输入示教器地址

5、点击“OK”按钮，如下图所示，双击新建的连接，点击“continue”按钮；

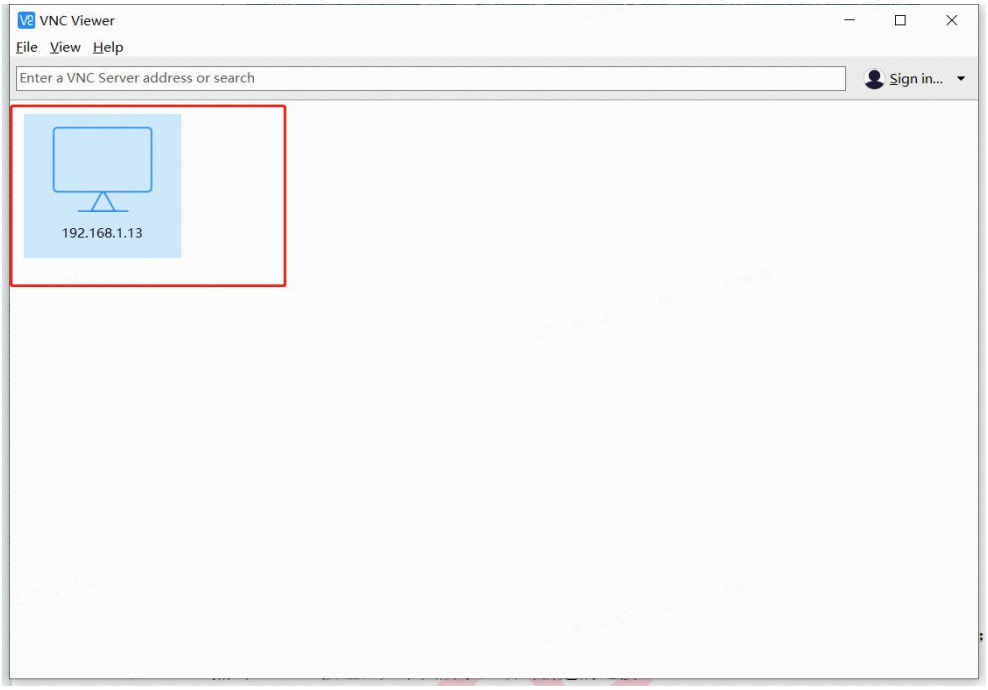


图 4.5.12-5 输入地址后示意图

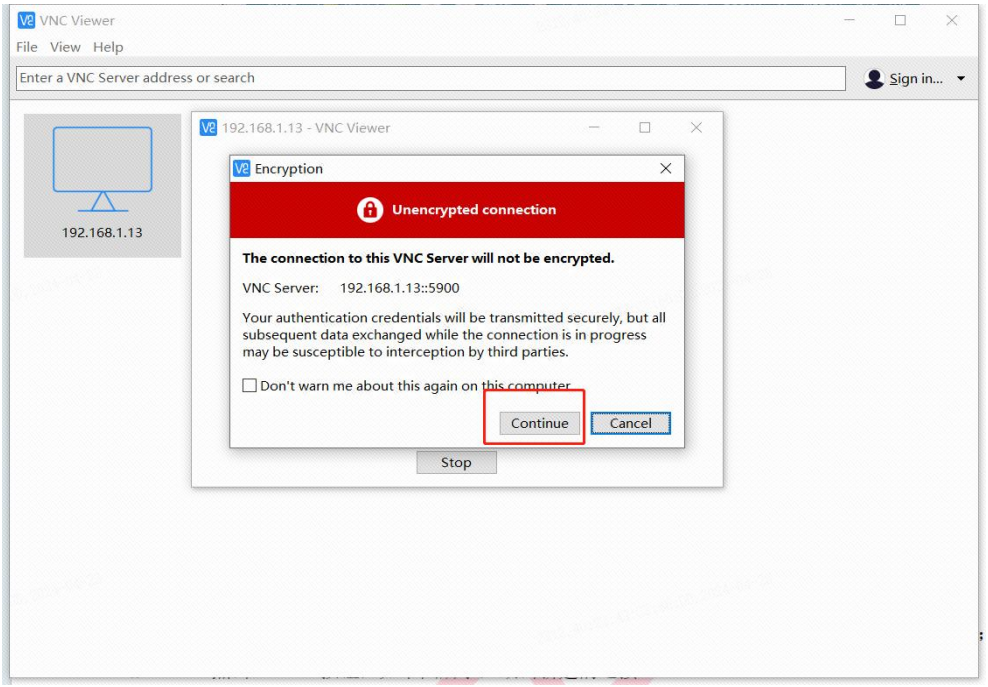


图 4.5.12-6 双击连接按钮后示意图

6、此时可通过该界面操作示教器。

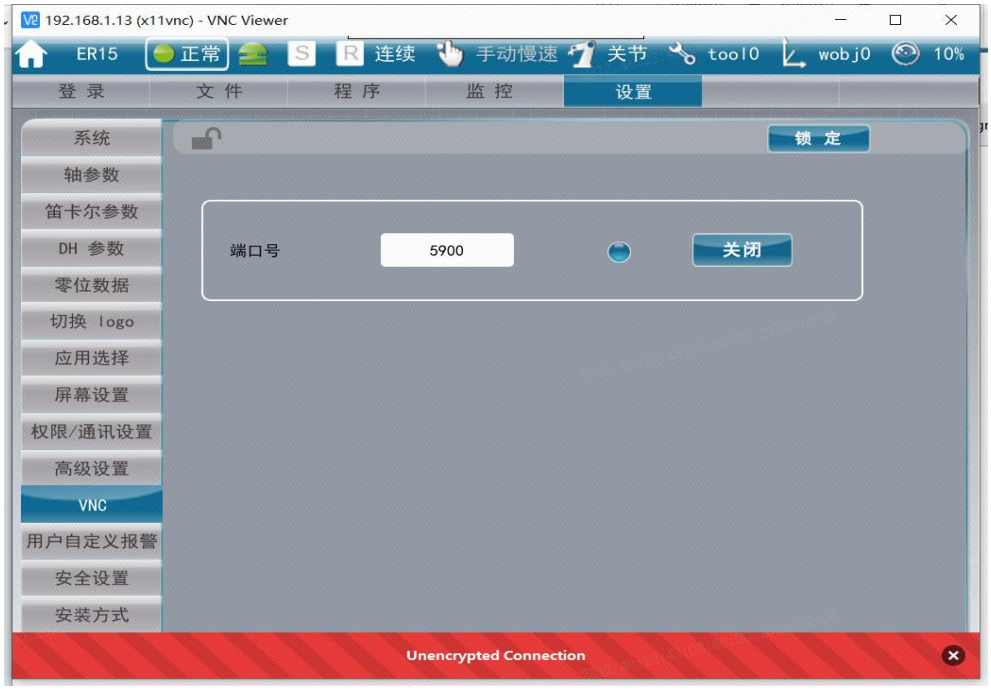


图 4.5.12-7 连接上示教器后示意图

4.5.10 用户自定义报警

4.5.10.1 用户自定义报警界面介绍

图 4.5.13.1-1 用户自定义报警示意图

- 一级报警：机器人停止运动，程序终止，且伺服关闭（报警号范围“1750~1779”，共 30 个，表格分 3 页）。
- 二级报警：机器人停止运动，程序终止，伺服不关闭（报警号范围“3700~3729”，共 30 个，表格分 3 页）。

➢ 警告：机器人不停止运动，程序不终止，伺服不关闭（报警号范围“6000~6029”，共 30 个，表格分 3 页）。

4.5.10.2 用户自定义报警文件导入导出

图 4.5.13.2-1 用户自定义报警示意图

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“用户自定义报警”按钮，进入用户自定义报警设置界面；

2、将 U 盘插入示教器手持侧的 U 盘口，点击上图所示的“导入”按钮（未插入 U 盘会弹出弹框提示未检测到设备）；选择 U 盘中需要导入的文件导入，已过滤后缀不是.TXT 的文件，若导入的文件名不对会有弹框提示，若存在同名文件会替换覆盖（中文信息文件名：ALUSR_CN.TXT；**英文信息文件名：**ALUSR_US.TXT）；

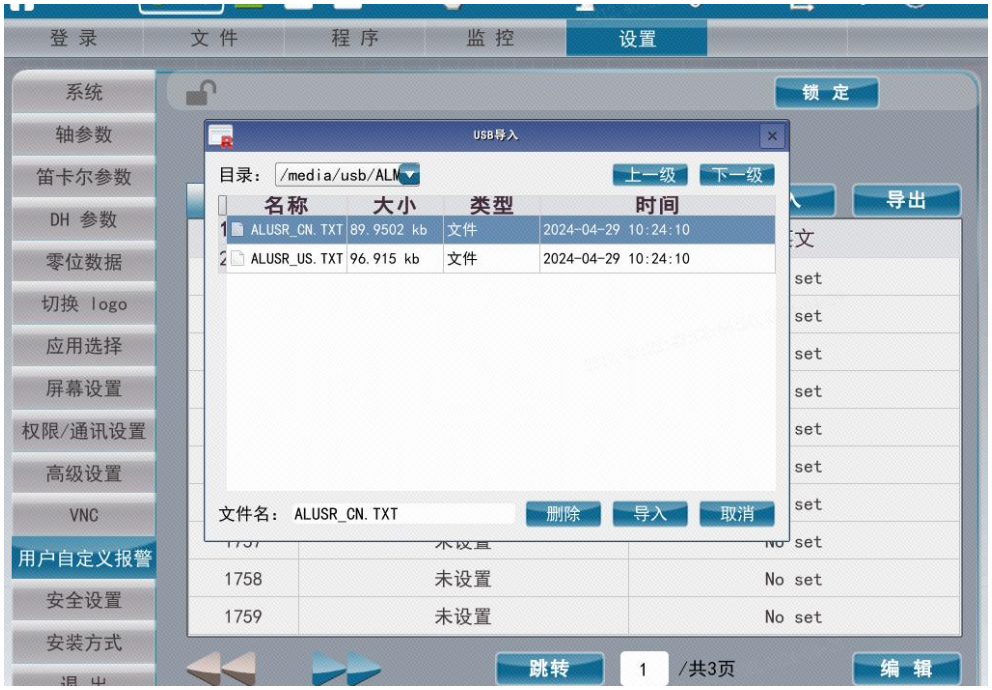


图 4.5.13.2-2 导入操作示意图 1

图 4.5.13.2-3 导入操作示意图 2

3、若选中文件夹，点击“导入”按钮，会有提示弹框弹出（注：不可导入文件夹）；

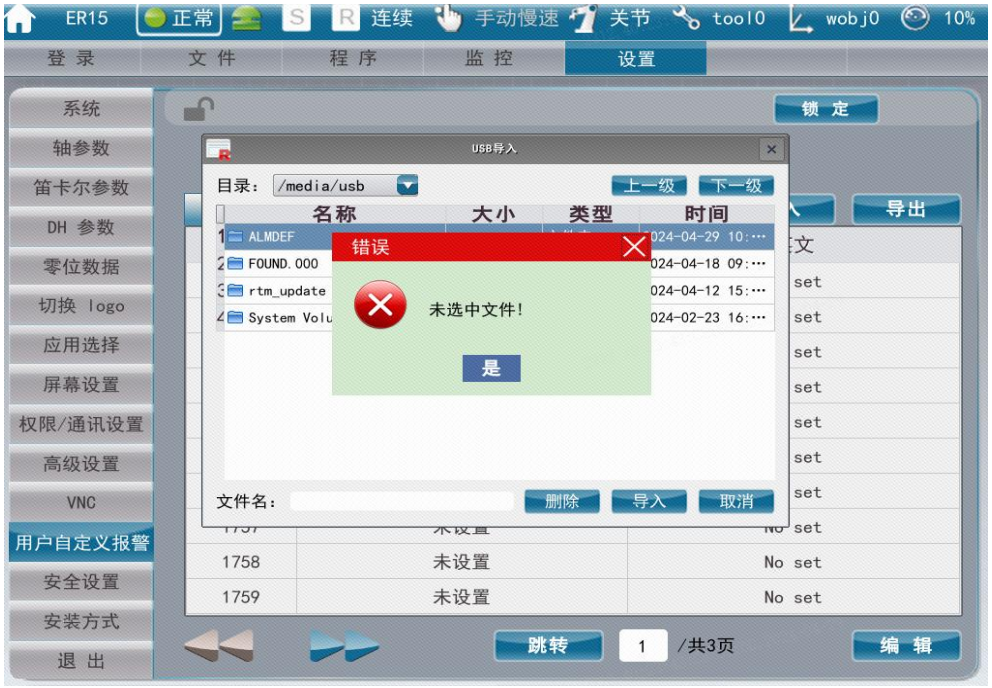


图 4.5.13.2-4 导入操作示意图 3

4、导入成功需要重启示教器才可生效。

图 4.5.13.2-5 导入操作示意图 4

5、将 U 盘插入示教器手持侧的 U 盘口，点击上图所示的“导出”按钮（未插入 U 盘会弹出弹框提示未检测到设备）；导出前需要确认修改是否保存；导出成功会在 U 盘根目录下创建文件夹“ALMDEF”，将中英文报警信息两个文件导入到该文件夹下，若存在同名文件会替换覆盖。

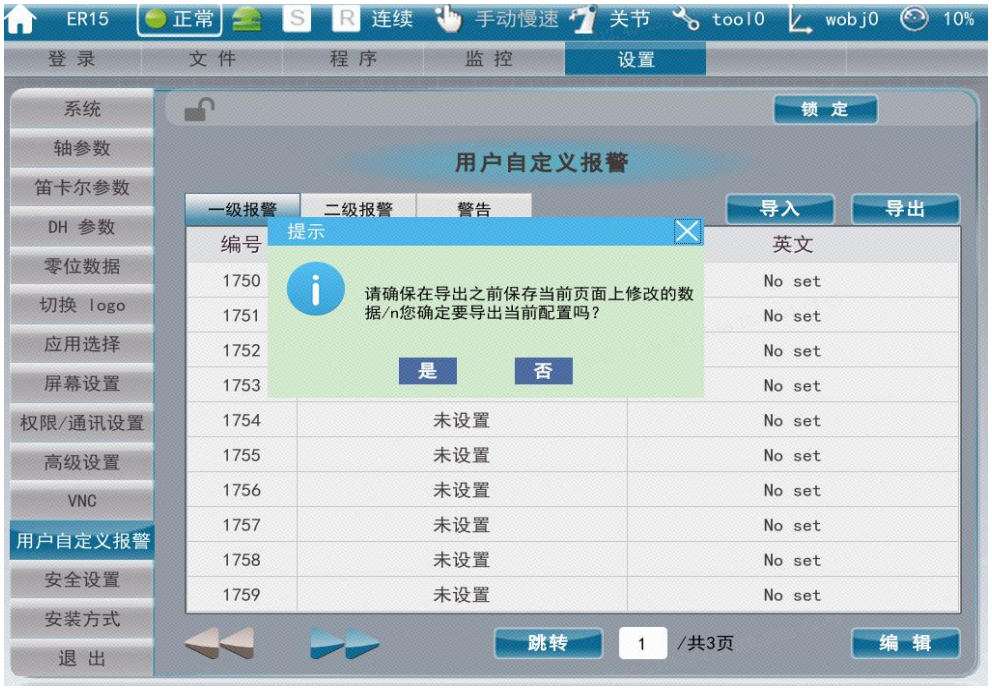


图 4.5.13.2-6 导出操作示意图 1

4.5.10.3 用户自定义报警操作流程

以编辑一级报警为示例，二级报警与警告类似：

图 4.5.13.3-1 用户自定义报警示意图

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“用户自定义报警”按钮，进入用户自定义报警设置界面；

2、点击“编辑”按钮，编辑表格报警信息（未点“编辑”按钮，表格仅可查看，不可编辑）；

3、可通过“ ”，“ ”按钮，切换当前类型下的页数，也可通过输入页数，点击“跳转”按钮跳转到对应页；

4、编辑设置完报警信息后，点击“**保存**”按钮；

5、点击重启示教器弹框的“**是**”按钮，等待示教器重启。重启完成后可通过运行设置了弹报警的指令的程序，查看弹出报警框相关信息；

6、若点击“**否**”按钮，报警信息已保存到文件，但不生效，弹出的报警仍是上一次重启示教器保存的报警信息，直到下次重启示教器才生效。

4.5.11 安全设置

该功能可设置安全门的停机方式。

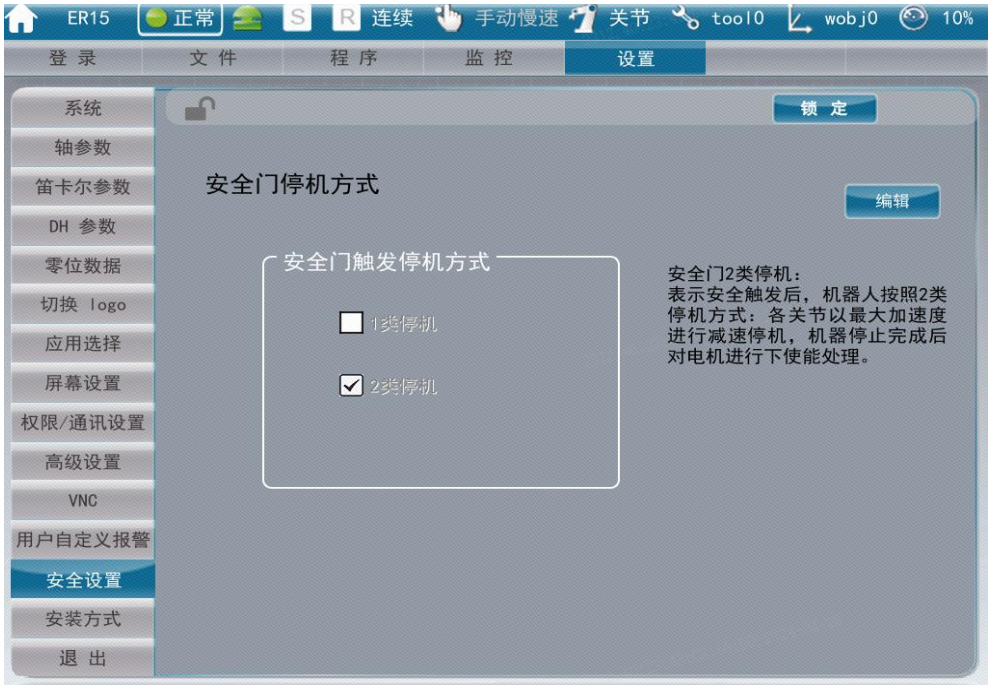


图 4.5.14-1 安全设置界面示意图

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“安全设置”按钮，进入安全设置设置界面；

2、点击“编辑”按钮，可设置安全门触发停机方式为哪种，设置完成后点击“保存”按钮，若设置完后点击“取消”按钮，则继续沿用之前设的停机方式。

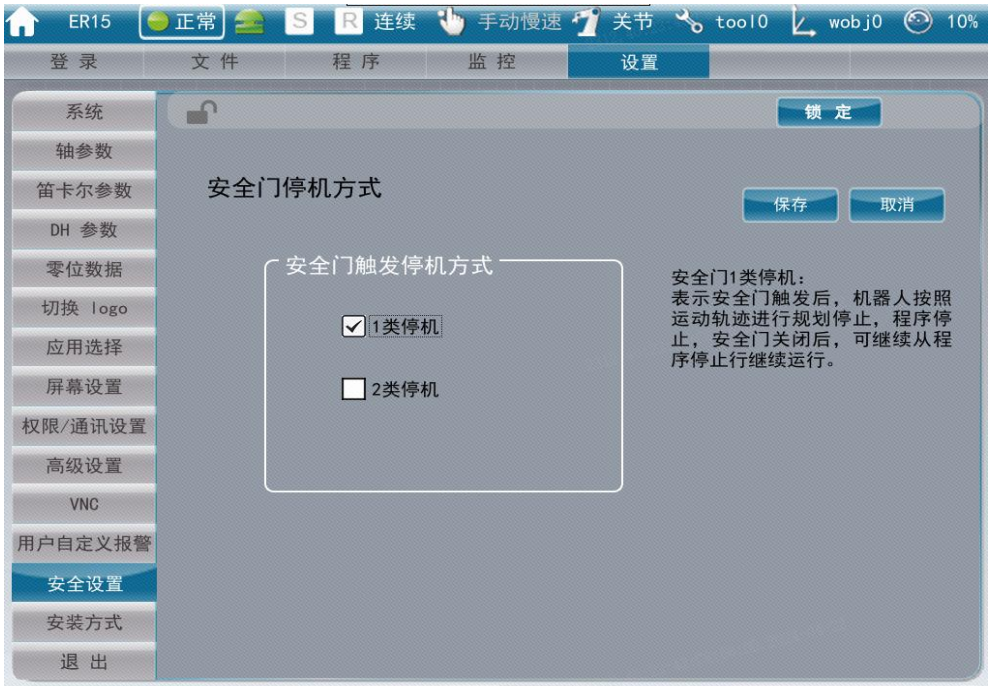


图 4.5.14-2 1 类停机示意图

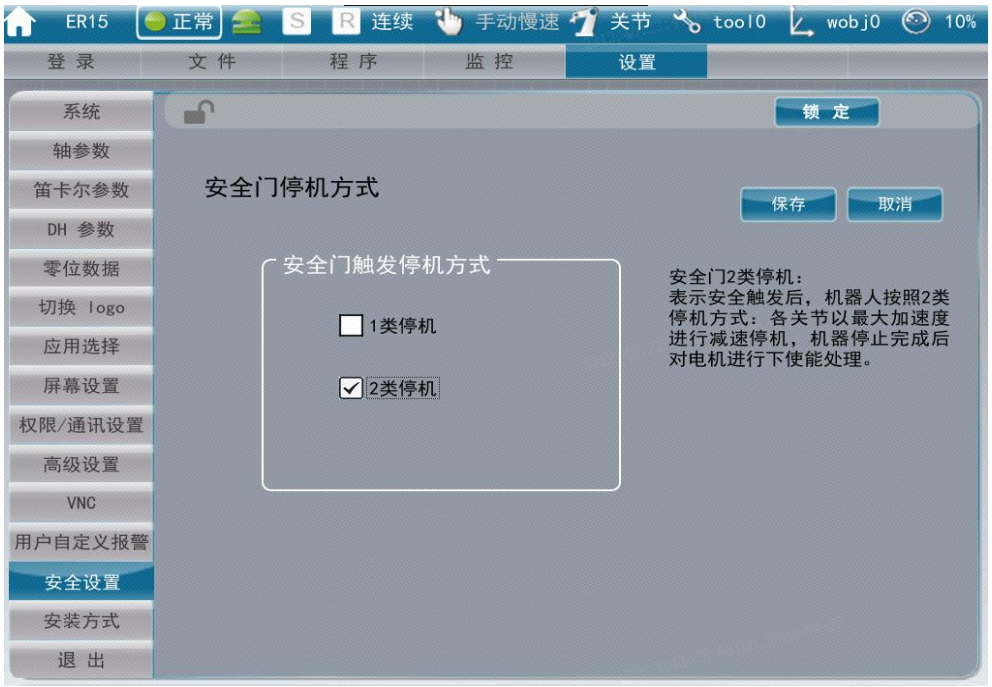


图 4.5.14-3 2 类停机示意图

3、如上图所示，可在图中查看 1 类停机和 2 类停机的含义。

4.5.12 安装方式

4.5.12.1 安装方式界面介绍

图 4.5.15.1-1 安装方式界面示意图

- 正装：机器人安装在地面上；
- 侧装：机器人在垂直面上安装，安装面和水平面成 90 度；当安装面和水平面不成 90 度时则为倾斜装，归到侧装内；
- 倾角：安装面和水平面间的角度（可设范围：1~179°）；
- 旋转角：安装面和水平面成 90 度时，机器人 X 轴与垂直线的角度（可设范围：0~359°）；
- 倒装：机器人倒挂安装。

4.5.12.2 安装方式操作流程

1、如上图所示，点击设置 App 界面的左侧导航栏的“安装方式”按钮，进入安装方式设置界面；

2、正装设置：点击如图 4-49 的“编辑”按钮，勾选如下图的“正装”单选按钮，点击“保存”按钮，保存成功需重启才能生效，重启后则设置成功；

图　4.5.15.2-1 正装示意图

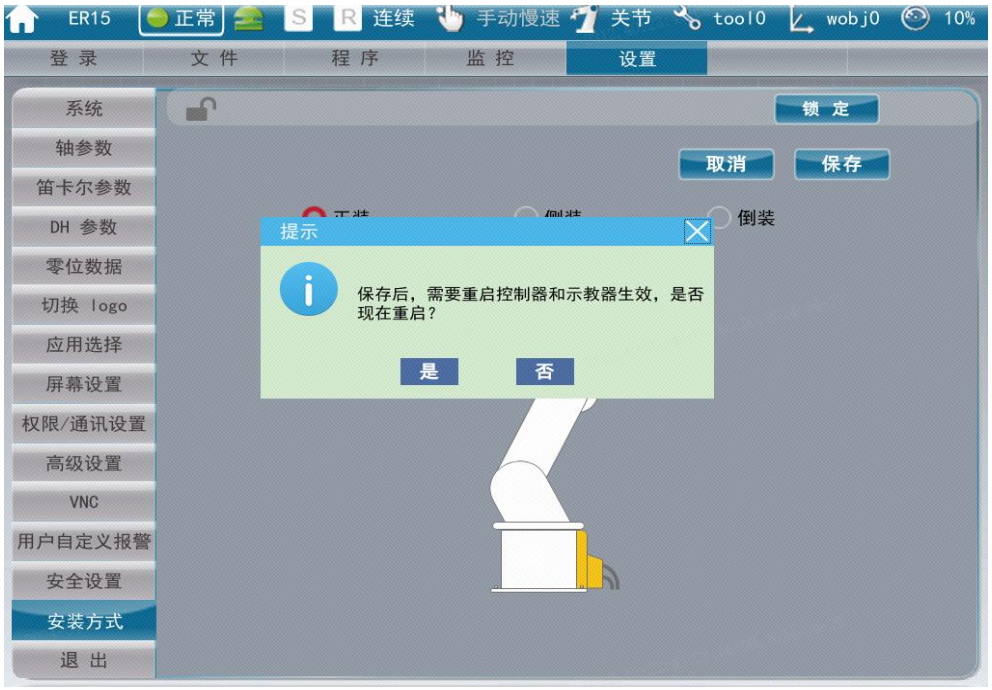


图　4.5.15.2-2 保存后提示框图

3、侧装设置：点击如图 4-49 的“编辑”按钮，勾选如下图的“侧装”单选按钮，设置“倾角”和“旋转角”，点击“保存”按钮，保存成功需重启才能生效，重启后则设置成功。

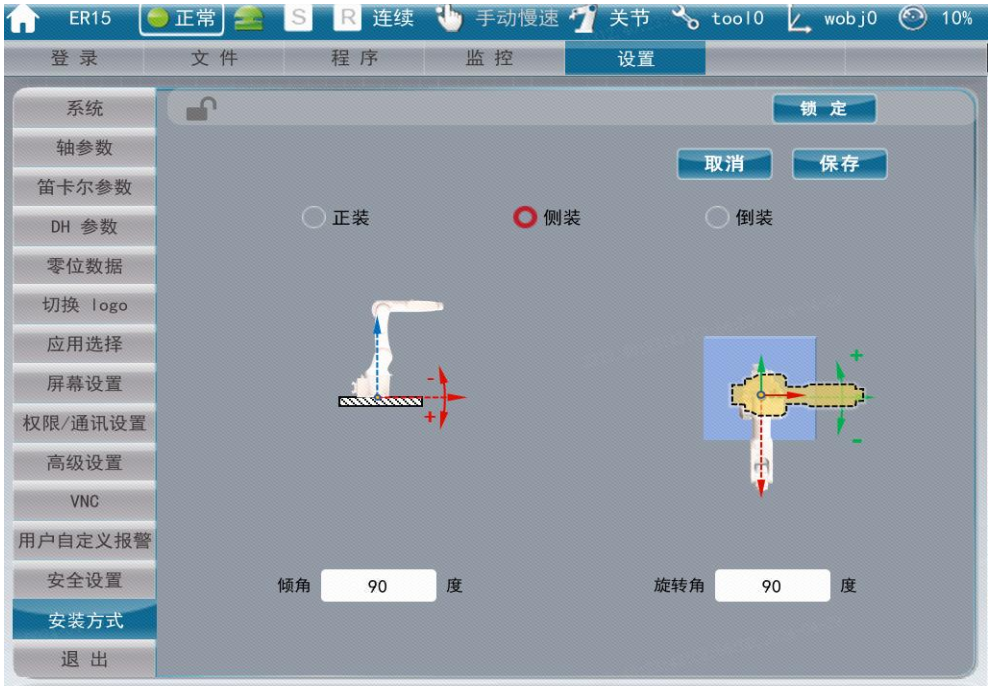


图 4.5.15.2-3 侧装示意图

4、倒装设置：点击如图 4-49 的“编辑”按钮，勾选如下图的“倒装”单选按钮，点击“保存”按钮，保存成功需重启才能生效，重启后则设置成功。

图 4.5.15.2-4 倒装示意图

图 4.5.15.2-5 保存后提示框图

4.5.13 异常处理

4.5.13.1 自定义报警功能告警及处理方式

报警号：1886；

告警原因：报警代码超出可定义范围；警告代码超出可定义范围；

处理方式：

1.修改输入的报警，报警定义范围：报警类型 1：1750-1779，报警类型 2：3700-3729；

2.修改输入的警告，警告定义范围：6000-6029。

第 5 章　点动操作

5.1　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。

5.2　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。

5.3　坐标系统介绍

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。

图 5-1 关节坐标系各关节轴运动角度图示

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 和绕着空间上直角坐标系的 Z 轴、Y 轴、X 轴方向旋转的角度 A、B、C 予以定义。

图 5-2 机器人坐标系图示

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。

图 5-3 工具坐标系图示

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。

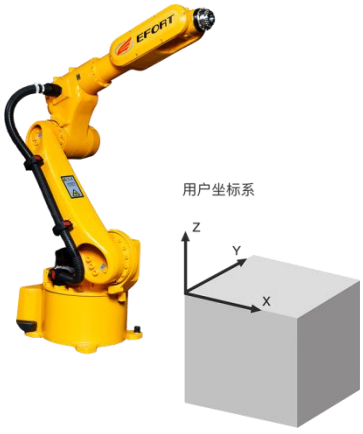


图 5-4 用户坐标系图示

5.4 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。

5.5 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 5-5 所示。

图 5-5 关节坐标系下位置监控界面

点击示教器面板上的坐标系切换按键可进行坐标系类型切换，如图 5-6 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 5-6 坐标系切换和不同坐标系图标

5.5.1 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键，直到示教器状态栏中显示**“关节”**状态；或手动点击状态栏按钮，出现下拉框后选择“关节”。

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 5-7 所示，即可调节工业机器人相应关节轴的运动角度。

图 5-7 手压开关和点动按钮位置

5.5.2 机器人坐标系-点动操作

图 5-8 机器人坐标系下位置监控界面

如图 5-8 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。其中 X、Y、Z 表示与机器人坐标系 X、Y、Z 方向平行的正负方向，A、B、C 表示绕着机器人坐标系 Z、Y、X 方向正负转动方向。

5.5.3 工具坐标系-点动操作

图 5-9 工具坐标系下位置监控界面

如图 5-9 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。

5.5.4 用户坐标系-点动操作

A

图 5-10 用户坐标系下位置监控界面

如图 5-10 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。

5.5.5 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 5-11 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 5-11 未勾选慢速复选框

5.5.6 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 5-12 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 5-12 勾选慢速复选框

5.5.7 点动-步进运动

图 5-13 选择步进运动

点击步进长度设置单步运动的步长，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，机器人首先运动到相应方向距离最近的步进长度值整数倍位置，然后再按键机器人每次运动一个步进长度距离。比如一轴关节角度目前为 11.96 度，选择步进运动设置步进长度为 15，按一轴“+”按键一次，此时机器人运动至距离 11.96 最近的 15 度，其中 15 度是此时步进长度最近的正整数倍位置，而后每次按一轴“+”按键一次，一轴关节角度增加 15 度。

第 6 章　文件管理与编程

6.1　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。

6.2　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。

GLOBAL.var 保存所有全局变量的信息，其中变量可以被所有程序所访问到。

程序保存为文件有两种格式：1）将程序保存为单个 RPL 程序文件，其后缀为.XPL，单个文件即代表一个完整的程序。2）将程序保存为工程，其后缀为.PJ，整个程序显示为一个文件夹的形式，其中.POU 代表程序当中的子程序，对.POU 文件的操作即等价于对子程序的操作。其中，.POU 文件必须位于.PJ 目录下，且一个.PJ 工程程序必须保留一个 Main.POU 文件。对于一个程序而言，.XPL 与.PJ 是等价的格式。

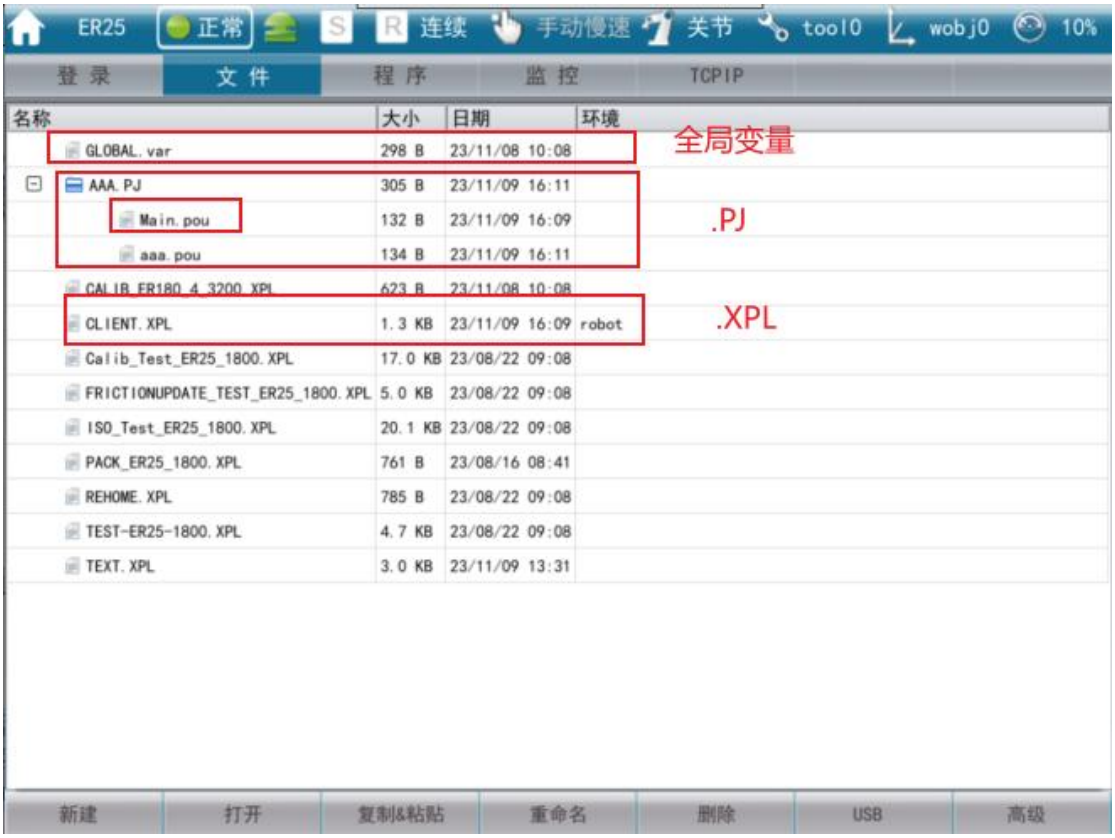


图 6-1 文件管理界面

6.2.1 新建

“新建”包括新建工程、程序、xpl 程序。点击界面底部**“新建”**按钮，在菜单中选择**“程序”**或者“**工程**”。“**程序**”代表新建工程中的子程序.POU，“**工程**”代表新建整个工程.PJ。然后用弹出的键盘输入文件或者文件夹的名称。如果需要在指定工程.PJ 下新建.POU，需选中该工程，然后在点击新建**“程序”**。

6.2.2 打开

“打开”是将当前选中的文件，从存储卡中加载到控制器内存中。选择.XPL 或.PJ 将程序加载进入内存。

6.2.3 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。

6.2.4 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。

6.2.5 删除

“删除”操作需谨慎，该操作不可逆。

6.2.6 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”**。

6.2.7 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。

6.3 软 PLC 程序

6.3.1 软 PLC 功能简介

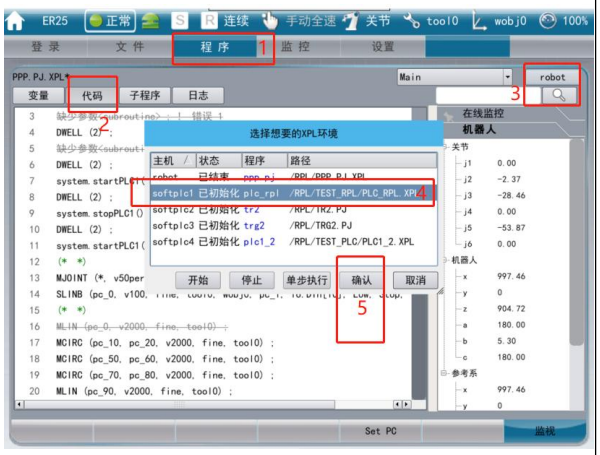
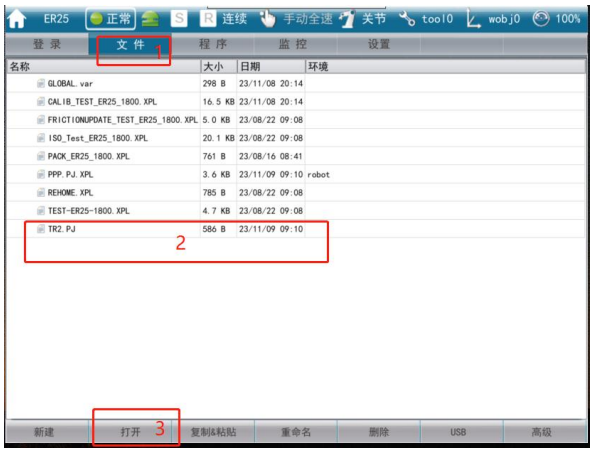
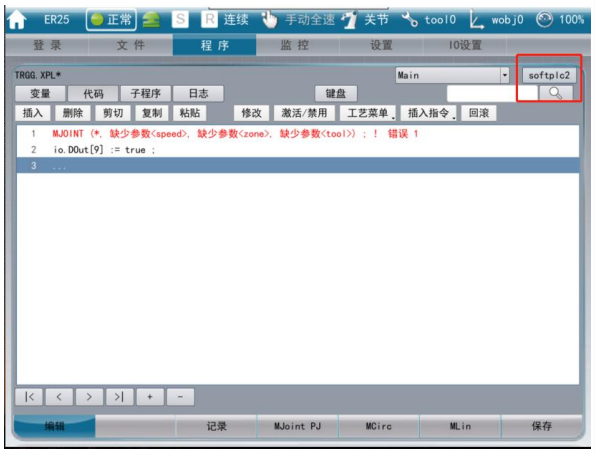
软 PLC 功能是内置于控制器的一个虚拟 PLC。可以采用 RPL 指令进行逻辑指令的编写，但是不能处理机器人运动指令。ROBOX 系统一共内置 2 至 4 个软 PLC，软 PLC 程序可以与主程序并行运行，

二者可以进行 IO 信号、总线数据、自定义数据的交互。

使用 3.1.1 及以后的版本请注意：**示教器控制面板上的开始和停止按钮只能用来控制 ROBOT 任务中加载程序的启动与停止，软 PLC 的开始、暂停及单步，必须在任务管理页进行。**

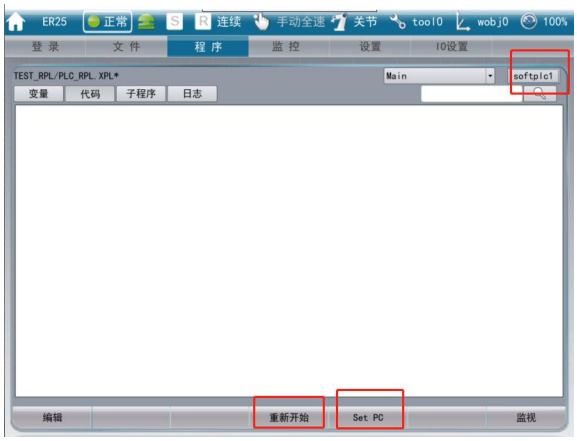
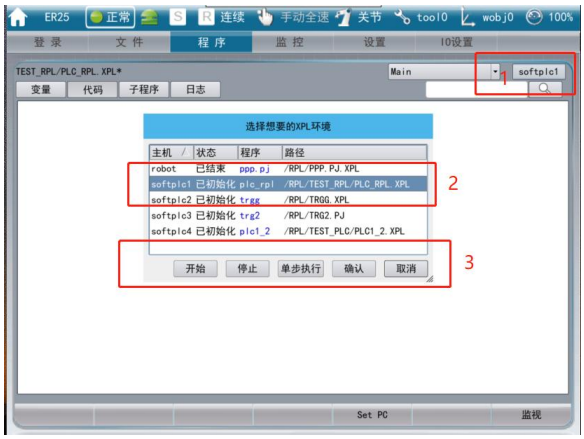
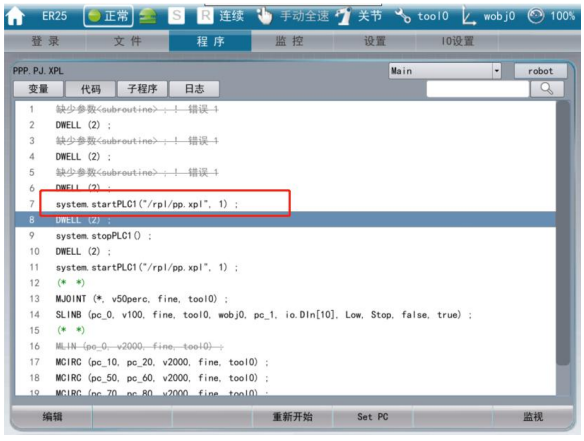
6.3.2 编辑软 PLC 程序

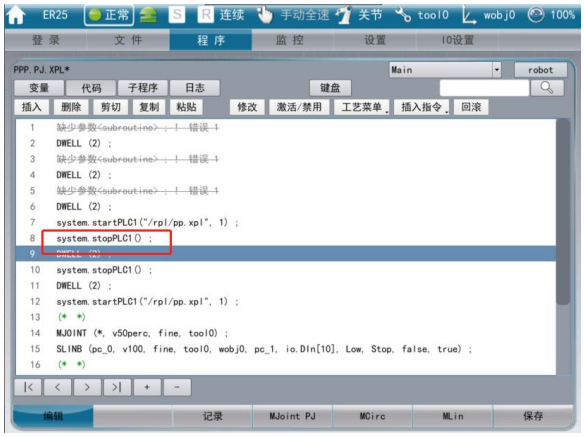
表 6-2 编辑及运行软 PLC 程序步骤

步骤	图示	说明
1. 查看当前在使用的软 PLC 程序。		开机登录权限后，进入程序界面，点击界面右上角的按钮，可以查看当前设定的主程序和软 PLC 程 11。 如果需要编辑软 PLC 程序，则需要选中相应的 XPL 环境，再点击“确认”按钮。
2. 加载程序。		选择好 XPL 环境后，点击进入文件界面，选择加载已存在的 XPL 格式程序文件，或新建一个空白的 XPL 格式程序文件。**请注意**：如果选择的 XPL 环境是“robot”，则加载的程序将作为主程序 2 行使用，如果选择的环境是“softplc1/2/3/4”，则加载的程序将作为软 PLC 程序使用。
3. 编辑程序。		

6.3.3 使用软 PLC 程序

表 6-3 调试软 PLC 及指令调用程序步骤

步骤	图示	说明
1.打开软 PLC 程序。		打开软 P3C 程序，并设置运行光标。 6 打开程序：如左示意图，选择 XPL 环 4 为“softplc1/2/3/4”，点击确认，打开一个编辑好的软 PLC 程序文件，在 7 代码”界面中通过“Set PC”设置程序当前行运行或者“重新 8”从首行运行。
2.调试软 PLC 程序。		再次点击选择 XPL 环境，选择当前已经打开的 PLC 程序，在选择界面中点击“开始”按钮启动程序，也可以点击“单步执行”按钮实现程序的单步运行。 **注意：若要停止软 PLC 运行，需要单击该界面上的停止按钮。示教器控制面板上的开始和停止按钮只能用来控制 ROBOT 任务中加载程序的启动与停止。**
3. 机器人主程序调用软 PLC 程序。		程序调用：选择 XPL 环境为“robot”：并在文件界面打开一个主程序文件，在主程序的编辑状态下，插入 CALL 指令，参数为 system.startPLC() 系列指令，编辑完成后启动主程序可实现软 PLC 程序文件的调用。 如左图所示，系统也提供了终止软 PLC 的函数：插入 CALL 指令，参数为 system.stopPLC() 系

		列指令，编辑完成后启动主程序可实现软 PLC 程序文件的终止。
4.示例程序说明		通过指令启动与终止软 PLC 程序，指令调用格式见表格最后详细说明。 **示例主程序说明：** 当主程序运行至第 4 行时等待输入端口信号，继续运行至第 6 行等待信号，结合上步的软 PLC 程序，给 4 号输入端口信号，此时程序继续运行。

主程序中调用软 PLC 程序指令格式：

Call system.startPLC1(“string”, type)

Call system.startPLC2(“string”, type)

Call system.startPLC3(“string”, type)

Call system.startPLC4(“string”, type)

上述四条指令可分别对应指定启动 PLC1~PLC4 任务；

string：PLC 程序的完整路径,可点击程序界面右上角按钮，在弹出界面中进行查看 PLC 程序存储路径，例：/RPL/PLC1.XPL。

type：PLC 运行方式，0 表示主程序运行时 PLC 程序运行，主程序暂停时，PLC 暂停；1 表示无论主程序是否运行或暂停，PLC 程序一直在后台运行。

主程序中终止软 PLC 程序指令格式：

Call system.stopPLC1()

Call system.stopPLC2()

Call system.stopPLC3()

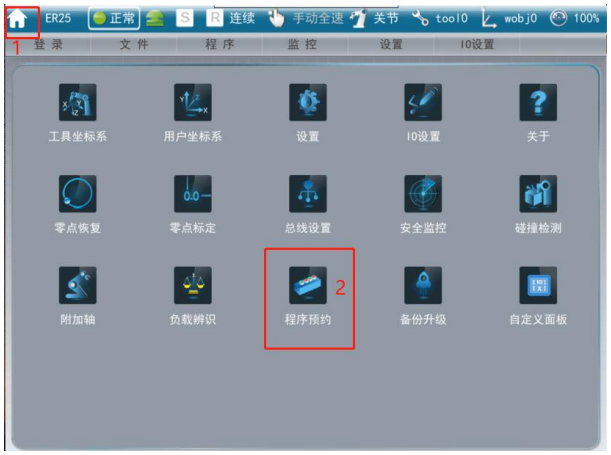
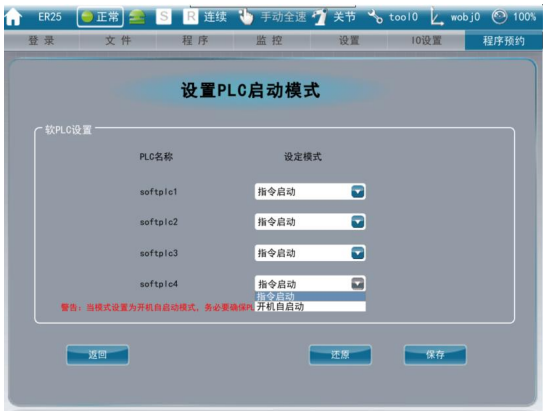
Call system.stopPLC4()

上述四条指令可分别对应指定终止 PLC1~PLC4 任务。

6.3.4　设置软 PLC 自启动

通过界面设置软 PLC 开机自启动后，下次断电重启后，软 PLC 程序可以自动运行。

表 6-4 设置软 PLC 自启动操作步骤

步骤	图示	说明
1．按图示标记编号，依次打开示教器桌面，点击**“程序预约”**图标进入主界面。		
2.进入界面后，根据图示，点击**“软PLC”**按钮进入设置界面。	 	备注： 指令启动：表示对应的软 PLC 需要通过程序编辑器调用 system.startPLC 函数来启动； 开机自启动：表示设置完成后，程序编辑界面配置的对应的软 PLC 程序，会在下次开机后自行启动，无需通过调用函数来启动。

3. 界面支持四个软 PLC，分别是 softplc1，softplc2，softplc3 和 softplc4 设置模式有指令启动和开机自启动两种模式		备注； 对应的程序设置需要参考 6.4.2 节的**编辑 PLC 程序**内容，
4. 例如：将 softplc1 设置为开机自启动，点击**“保存”**成功后生效。		备注： 设置为开机自启动时，务必需要保存 PLC 程序没有任何问题，否则存在危险。
6. 完成设置后，点击**“返回”**按钮返回主界面，设置完毕。		

6.4 变量页记录

1、在程序-变量页选中一个点位变量（1 处），点击记录按钮（2 处），弹出变量记录提示窗（3 处），点击提示窗的是按钮（4 处）确定记录到选中点位的初始值。

勾选不再询问按钮（5 处），此弹窗在下一次代码页更新操作（切换任务，切换子程序，重新加载等操作）发生前，将不再弹出此对比窗。

图 6.4-1 变量页记录

2、记录完成可以看到，所选择的点位变量的初始值已经更新为当前点位数据（1 处）。

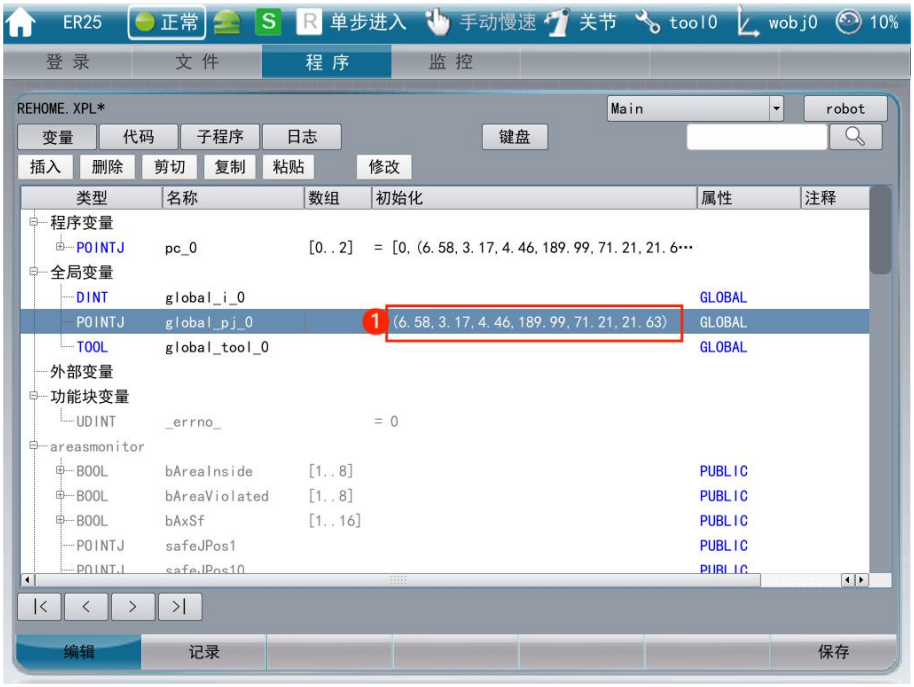


图 6.4-2 变量页记录结果

3、对于点位数组变量点击记录时，会要求填入要记录的元素索引（1 处），输入索引点击是完成对数组指定元素的记录。

图 6.4-3 变量页记录结果

4、点位变量记录成功后会有提示窗。

图 6.4-4 记录成功提示窗

6.5 代码页记录

1、选中某行运动指令（1 处），点击记录按钮（2 处）。若选中非运动指令或者双点位运动指令，比如 mcirc，则弹出响应提示框（3 处）。

图 6.5-1 非运动指令，单击记录按钮后的响应

2、选中可以示教的指令（1 处），点击“记录”按钮（2 处），弹出快速更新框（3 处），左侧为指令中点位信息，右侧为当前修改后的点位信息。点击确认按钮（4 处），将当前位置设置为所选指令的点位数据，点取消按钮（5 处）取消操作。

勾选不再询问按钮（6 处），此弹窗在下一次代码页更新操作（切换任务，切换子程序，重新加载等操作）发生前，将不再弹出此对比窗。

图 6.5-2 点位更新框

3、针对用户坐标系和工具坐标系有不一致时候，点击记录按钮会有弹窗提示。

图 6.5-3 坐标系不一致提示窗

6.6 代码编辑页记录

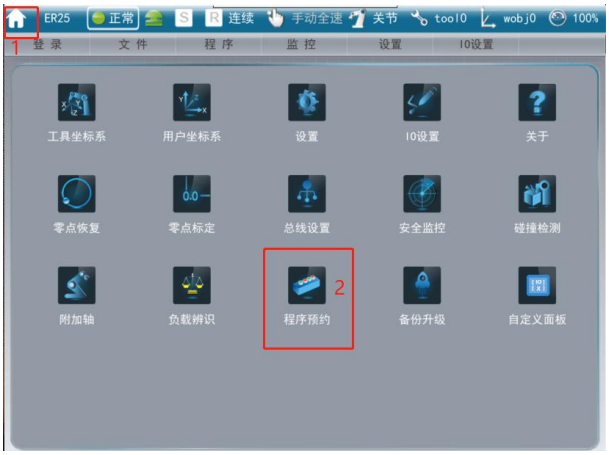
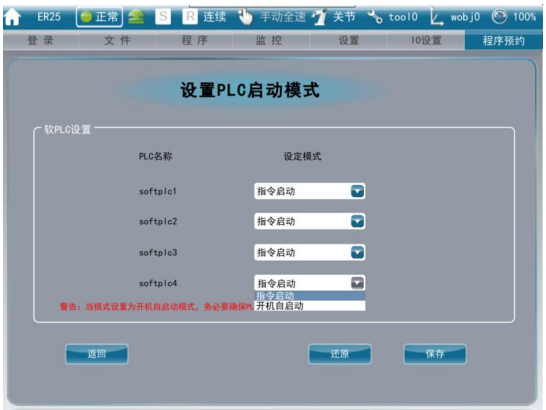
选中一行指令进入指令编辑页，选中点位参数（1 处，函数或者变量），点击记录按钮（2 处）弹出记录问询窗（3 处），点击问询窗的是按钮（4 处）确定对点位参数进行数据更新。

勾选不再询问按钮（5 处），此弹窗在下一次代码页更新操作（切换任务，切换子程序，重新加载等操作）发生前，将不再弹出此对比窗。

图 6.6-1 指令编辑页点位参数记录

面设置软 PLC 开机自启动后，下次断电重启后，软 PLC 程序可以自动运行。

表 6-4 设置软 PLC 自启动操作步骤

步骤	图示	说明
1．按图示标记编号，依次打开示教器桌面，点击**“程序预约”**图标进入主界面。		
2.进入界面后，根据图示，点击**“软 PLC”**按钮进入设置界面。	 	备注： 指令启动：表示对应的软 PLC 需要通过程序编辑器调用 system.startPLC 函数来启动； 开机自启动：表示设置完成后，程序编辑界面配置的对应的软 PLC 程序，会在下次开机后自行启动，无需通过调用函数来启动。

3.界面支持四个软PLC，分别是softplc1，softplc2，softplc3 和softplc4 设置模式有指令启动和开机自启动两种模式		备注； 对应的程序设置需要参考6.4.2 节的**编辑 PLC 程序**内容，
4. 例如：将softplc1 设置为开机自启动，点击**“保存”**成功后生效。		备注： 设置为开机自启动时，务必需要保存 PLC 程序没有任何问题，否则存在危险。
6.完成设置后，点击**“返回”**按钮返回主界面，设置完毕。		

6.6.1 软 PLC 调用字符串

6.6.1.1 字符串指令说明

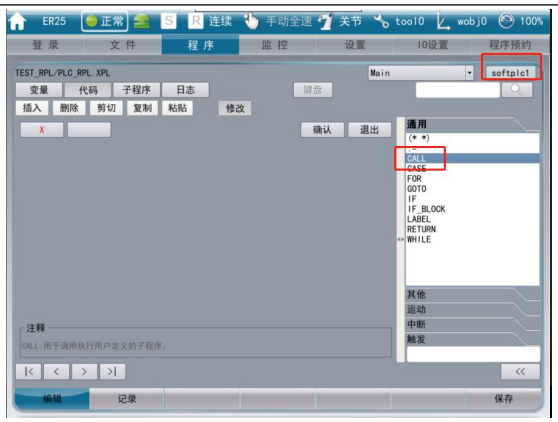
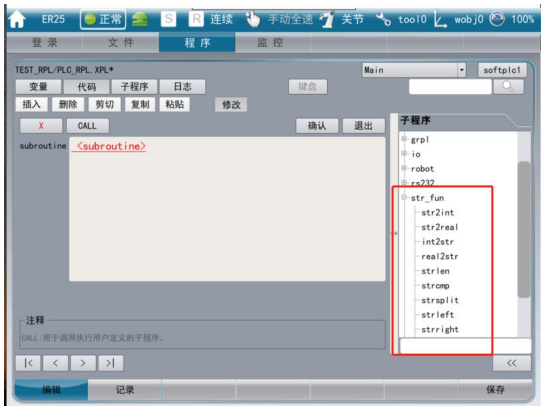
表 6-3 字符串指令说明

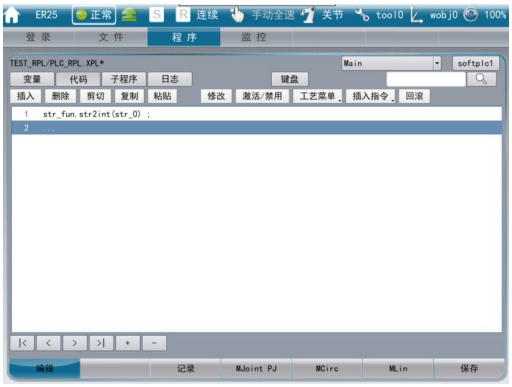
指令	名称	功能
str_fun.str2int()	字符串转整型	将字符串转换成整型。
str_fun.str2real()	字符串转实数	将字符串转换成实数。
str_fun.int2str()	整型转字符串	将整型数转换成字符串。
str_fun.real2str()	实数转字符串	将实数转换成字符串。
str_fun.strlen()	字符串长度	得到字符串长度。
str_fun.strcmp(str1，str2)	字符串对比	str1=str2 返回值=0，str1>str2 返回值>0，str1<str2 返回值<0。
str_fun.strsplit(str1 ，	字符串分割提取	把 str1 按照 delim 分隔符进行拆分，输出拆分开后的第 N 个字符串，N 从 1

delim, N)		开始。
str_fun.strleft(str1, N)	字符串取左	在字符串 str1 中从最左边开始数 N 个字符的字符串进行输出，N 从 1 开始。
str_fun.strright(str1, N)	字符串取右	在字符串 str1 中从最右边开始数 N 个字符的字符串进行输出，N 从 1 开始。
str_fun.strmid(str1, pos, N)	字符串取中	在字符串 str1 中取出从第 pos 个字符起始的长度为 N 的字符串。pos 从 1 开始。
str_fun.getbit(int, N)	整型取位	取整型 int 的第 N 位进行输出。
str_fun.strconcat(str1 , str2, delim)	字符串拼接	输出拼接后的字符 str1+delim+str2。

6.6.1.2 功能界面基础设置参数

表 6-4 产品设置参数

步骤	图示	说明
1.在软 PLC 程序中通过 CALL 语句进行调用对应的字符串函数即可，如右图所示		
2.在对应的子程序中找到 str_fun，并根据实际情况选择对应的函数。		

3、以求字符串长度函数为例，如右图所示。		**备注：系统中存在两种不同的字符串功能，一种是系统自带函数，采用赋值调用，一种是子程序模式，采用 Call 调用模式**

6.6.2 获取各环境程序的运行状态

接口变量表示机器人当前加载主程序或软 plc 程序的运动状态，数据类型为 DINT，变量 7 个不同的结果值代表不同的状态（具体结果值代表的状态如下）。

1，初始化状态；

2，运行状态

3，暂停状态

4，预留接口值，无实际含义

5，程序执行丢弃状态

6，程序正常终止状态

7，错误导致程序终止状态

使用格式：robot.taskstatus[t]

其中 t 是程序环境：robot 程序为 0，软 plc1 程序为 1，软 plc2 程序为 2，后续软 plc 程序以此类推。

6.7 调试程序

1）运行程序前需要退出编辑模式

图 6.7-1 运行程序前请退出编辑模式

在编辑模式下，无法运行程序。若需要运行指令，需要退出编辑模式，再上伺服，并点击开始按钮。在编辑模式下点击开始按钮无效，且会有弹出提示用户在运行程序前退出编辑模式。

2) 程序指针

程序指针用于显示当前程序运行位置及状态。

表 6-5 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 6-6 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。

3）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。

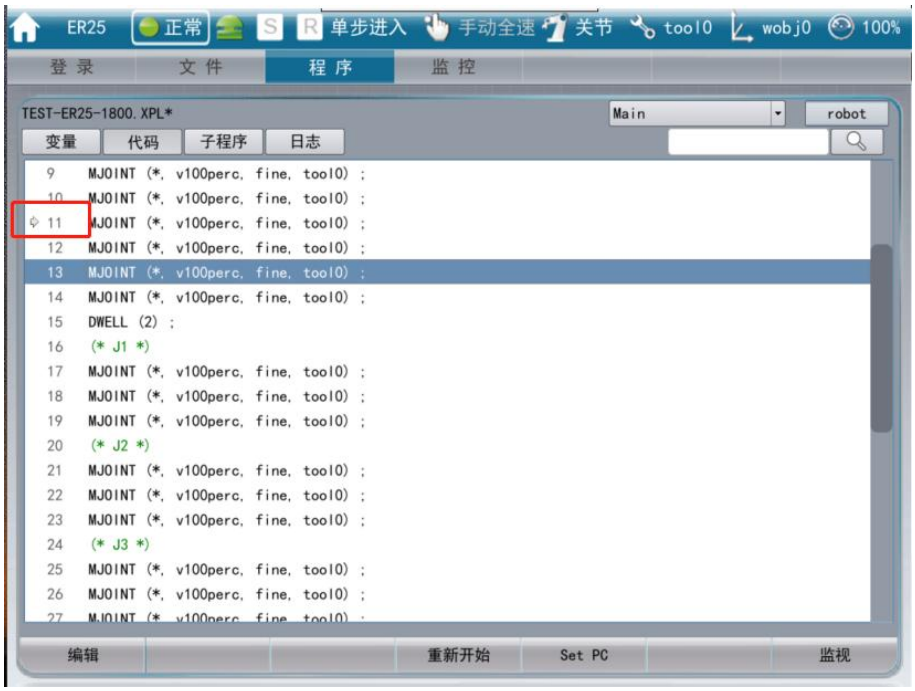


图 6.7-2 单步运行界面

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。

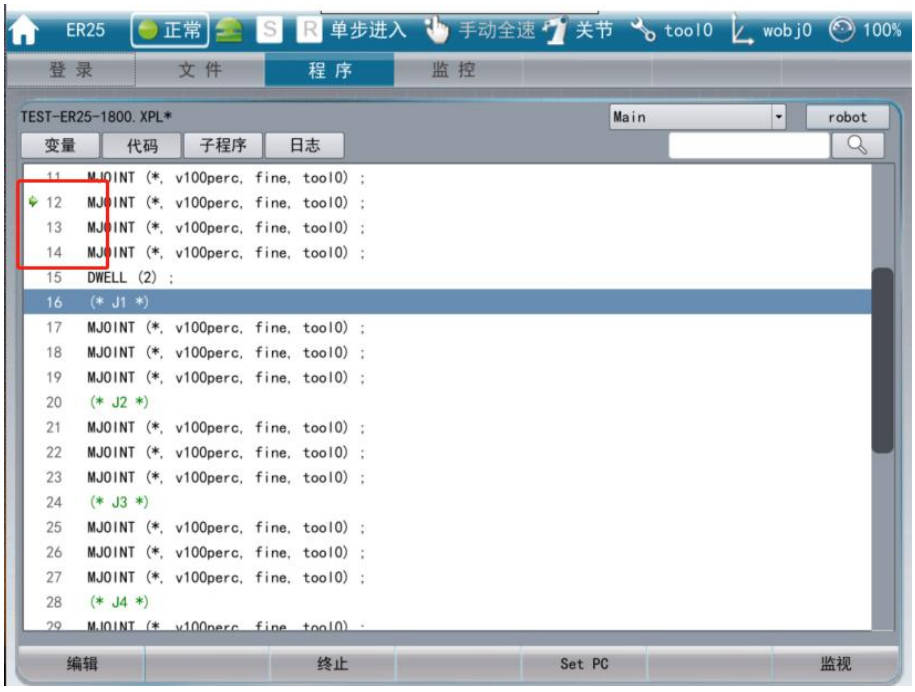


图 6.7-3 单步进入模式

若选择其他行，再点击“Set PC”，指针可以切换到该行。

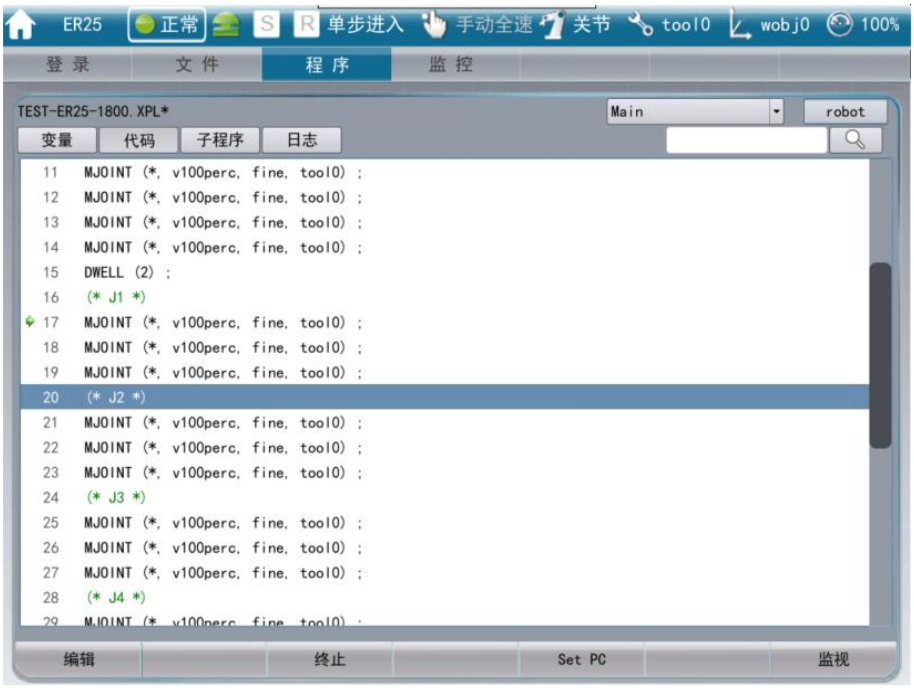


图 6.7-4 设置 PC 操作

若点击**“终止”**按钮，行首的程序指针由绿色 15 态变成灰色状态，当前程序被终止。

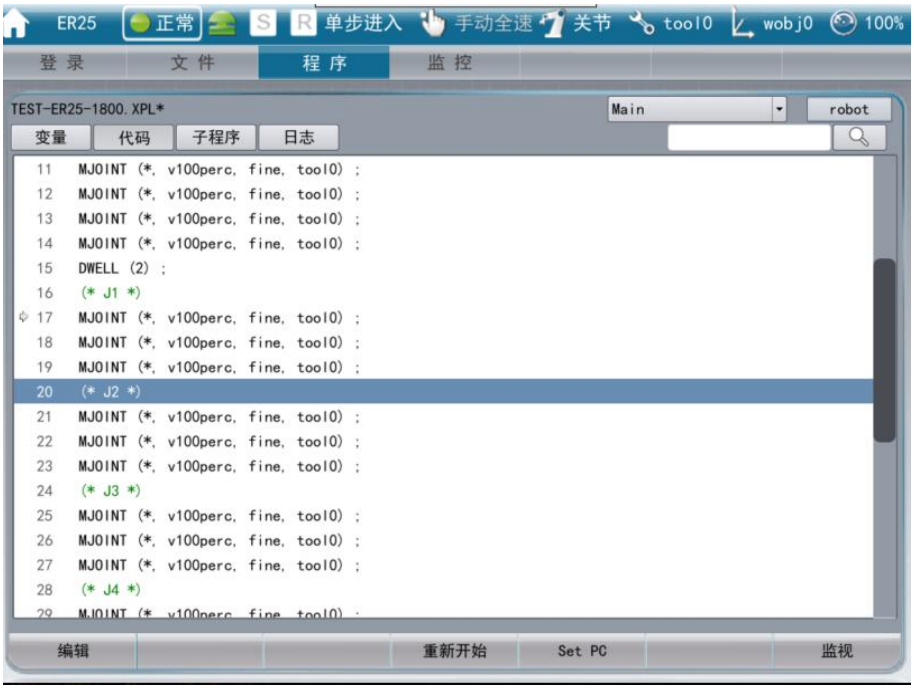


图 6.7-5 终止程序操作

点击**“重新开始”**按钮，程序指针会返回至第一行。

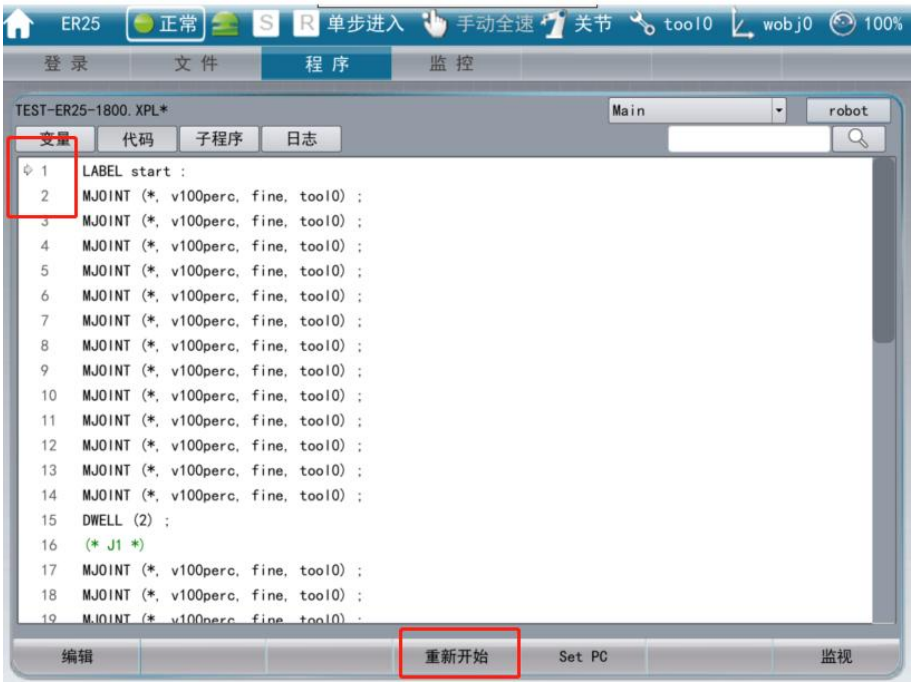


图 6.7-6 重新开始操作

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。

4）连续

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。

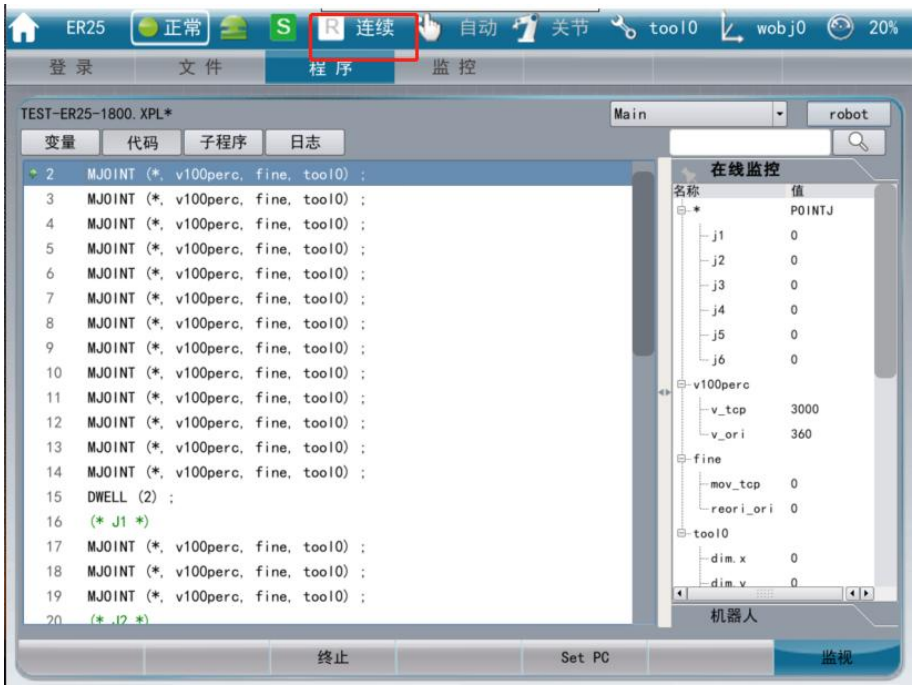


图 6.7-7 连续模式下运行程序

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。

5）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。

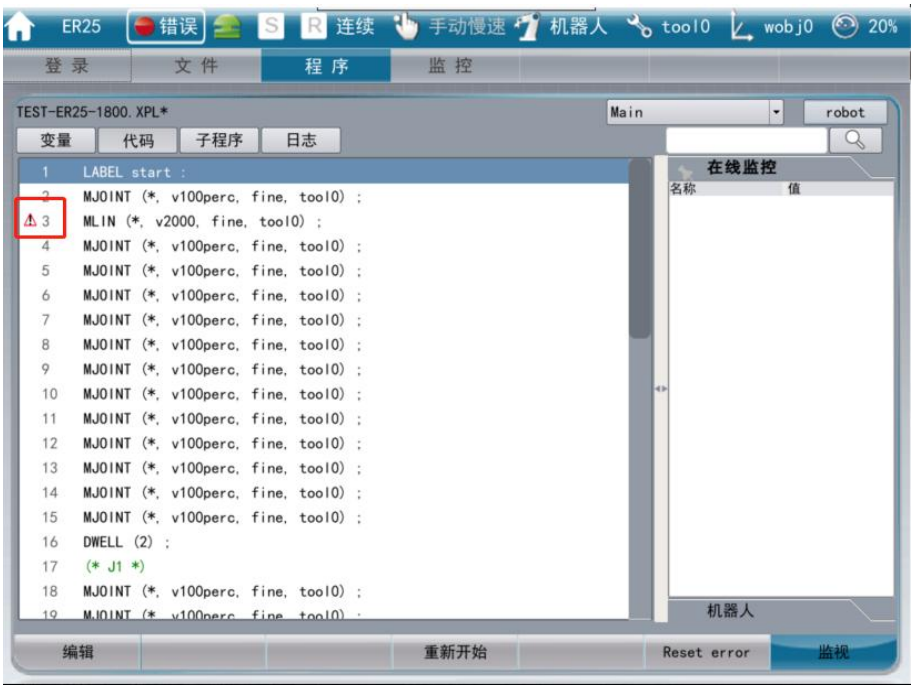


图 6.7-8 程序运行出错

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。

第 7 章　编辑器

7.1 编辑器软件概述

机器人执行一整套流水线完成一整套动作，离不开机器人程序。示教器的编辑器就是用来编辑机器人程序的。

在机器人程序编辑器中，用户可以根据需要创建、修改和删除机器人程序的各种指令和逻辑。编辑器通常提供丰富的编程接口和函数库，以帮助用户快速构建复杂的机器人程序。

机器人程序编辑器是机器人开发过程中不可或缺的工具，它使得机器人程序的编写和调试变得更加简单、高效和可靠。随着机器人技术的不断发展，机器人程序编辑器的功能和性能也将不断提升，以满足更加复杂和多样化的应用需求。

7.1.1 运行环境

- 工业机器人
- 机器人示教器
- Arm Linux
- Qt 4.8.7

7.1.2 制约

1. **技术限制：**技术上限制功能的完整性，比如主任务和软 PLC 日志不可以同时显示。
2. **操作复杂性：**编辑器的操作界面和逻辑可能相对复杂，需要用户具备一定的编程经验和技能。对于初学者或新手来说，可能需要花费大量时间来熟悉和掌握编辑器的使用方法。
3. **系统限制：**受机器人控制器和示教器性能限制，某些操作可能会显得不太流畅，例如加载一个大文件程序耗时比较长。

7.1.3 专业术语定义

专业术语	定义
RPL	Robot Programming Language，机器人程序语言。
XPL	程序文件后缀，保存机器人指令集的文件。
Soft PLC	内置于控制器的一个虚拟 PLC。
程序	这里指 XPL 程序，机器人运行的指令集构成。
指令	控制机器人执行特定任务或操作的一系列命令或代码。
笛卡尔坐标	描述平面或空间中点的位置。

7.2 变量

变量的概念，简单的说就是一个具有名称，可以供程序员操作的一个存储空间。

程序变量属性很多，例如，变量的数据类型、变量的存储类型、变量的作用域等。

7.2.1 变量类型

变量的数据类型有以下种类（按字母排序）：

变量类型	说明
BOOL	布尔，布尔类型数值，值可以是 true 或 false。初始化后的默认值为 false。
CLOCK	时间测量时钟，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。
DINT	双精度整数，用于整数值，可以是正数或负数；整数值用 32 位值表示。
EPOINTC	笛卡尔空间位姿（附加轴关节位置点），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 分量。
EPOINTJ	关节位置（附加轴关节位置点），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 分量。
INTR	中断处理，用于中断处理。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。
LREAL	长实数，用于具有双精度的十进制数。该值是 64 位有符号值。
POINTC	笛卡尔空间位姿，用于表示一个笛卡尔点。数据有 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。
POINTJ	关节位置，用于确定机器人关节的位置。数据有 LREAL 类型的 j1，j2，j3，j4，j5，j6 分量。
REFSYS	参考坐标系，用于定义笛卡尔空间运动的参考坐标系。
ROBOT	机器人轴组名，用于程序中运动指令指定轴组。
SPEED	速度，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。
STRING	字符串，用于存储字符串，最多可包含 128 个字符。
TIMER	用于倒计时。计时器的时间单位是秒。该类型变量不可直接赋值或者读取。需要配合 TIMER 类型相关指令和函数来进行操作。
TOOL	工具，运动指令中使用的工具参数，用于移动指令。
TRACKING	跟踪，用于存储跟踪应用程序的数据。
TRIGGER	触发，在运动指令中用于触发事件的数据类型。
UDINT	无符号双精度整数，用于仅为正数的整数值。整数值用 32 位值表示。
VECT3	三维实向量，用于表示三维向量。数据由(x，y，z) 3 个 LREAL 类型值组成。
ZONE	圆弧过渡，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。

7.2.2 变量储存类型

变量的存储类型包括**变量、常量、保持、掉电保持**四种。

变量：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。

常量：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。
保持：持续性变量，当 RPL 程序从内存中卸载时，变量的值将被保留。
掉电保持：该存储方式的变量，即使程序在运行过程中突然断电，在重启之后仍能够保持断电前运行的数值。不会因为断电而丢失数据。

7.2.3 变量的作用域

变量作用域和变量的用途有关，变量用途分为程序变量和功能块变量，当变量用途为程序变量，变量的作用域只能是本地，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。

当变量用途为功能块时，变量的作用域包括**本地、公共、任务和全局**，分别如下：

本地：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。使用本地变量，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。

公共：它就像本地变量，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)。

任务：这就像公共变量。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)。

全局：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。

7.2.4 排版

打开编辑器，进入变量页，可以看到变量的排版如下图：

图 7.2.4-1 程序变量页

程序变量：在其定义的工程的程序中可见和使用，不能被其他工程和子程序可见和使用。

全局变量：“全局”作用域的变量，可以被整个机器人上的所有环境（包括主线程 ROBOT 和次线程 SOFTPLC），所有工程（任意 PJ/XPL 格式的工程）中的程序所可见与使用。

外部变量：和 OB 模块变量关联的外部变量，变量定义的名称格式有特殊要求。

功能块变量：可在一个工程的所有程序中使用。可以在一个子程序中创建，然后通过另外一个子程序使用。

模块变量：Module 模块中定义的变量（比如：areamonitor 模块、fidbus 模块等）。

7.2.5 查找

变量预览界面可以通过右上角的搜索组件进行名称匹配搜索，步骤如下：

图 7.2.5-1 变量搜索

在 1 处的编辑框中输入变量名称，然后点击 1 处的搜索按钮，就可以按名称依次搜索匹配的变量。

7.3 子程序

把可以多次调用，能够完成特定操作功能的程序段编写成独立的程序模块称为子程序。

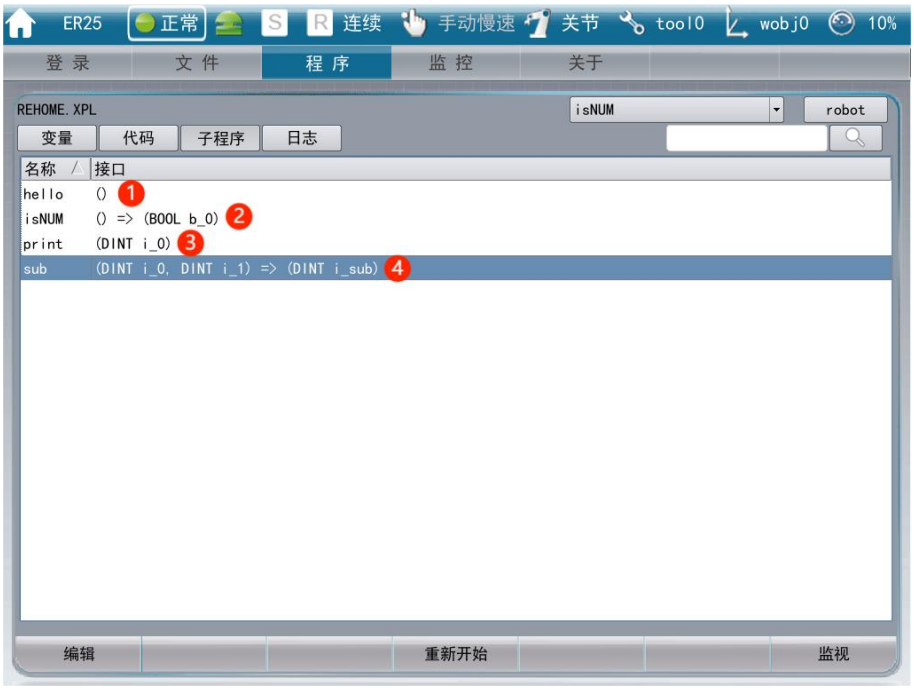


图 7.3-1 子程序

子程序大致可以分为四种：

1、没有输入也没有输出的子程序

2、有输出没有输入参数的子程序

3、有输入参数没有输出的子程序

4、有输入也有输出参数的子程序

7.4 代码

程序代码是程序的功能部分，每一行代码是整个功能的一小步。

7.4.1 Robot 和软 PLC

Robot 任务是机器人的主程序任务，是可以控制机器人完成一整套动作的主程序。

软 PLC 功能是内置于控制器的一个虚拟 PLC。可以采用 RPL 指令进行逻辑指令的编写，但是不能处理机器人运动指令。ROBOX 系统一共内置 2 至 4 个软 PLC，软 PLC 程序可以与主程序并行运行，二者可以进行 IO 信号、总线数据、自定义数据的交互，软 PLC 支持调用 SDK 定义的全局变量和函数。

使用 3.1.1 及以后的版本请注意：示教器控制面板上的开始和停止按钮只能用来控制 ROBOT 任务中加载程序的启动与停止，软 PLC 的开始、暂停及单步，必须在任务管理页进行。

7.4.2 代码行

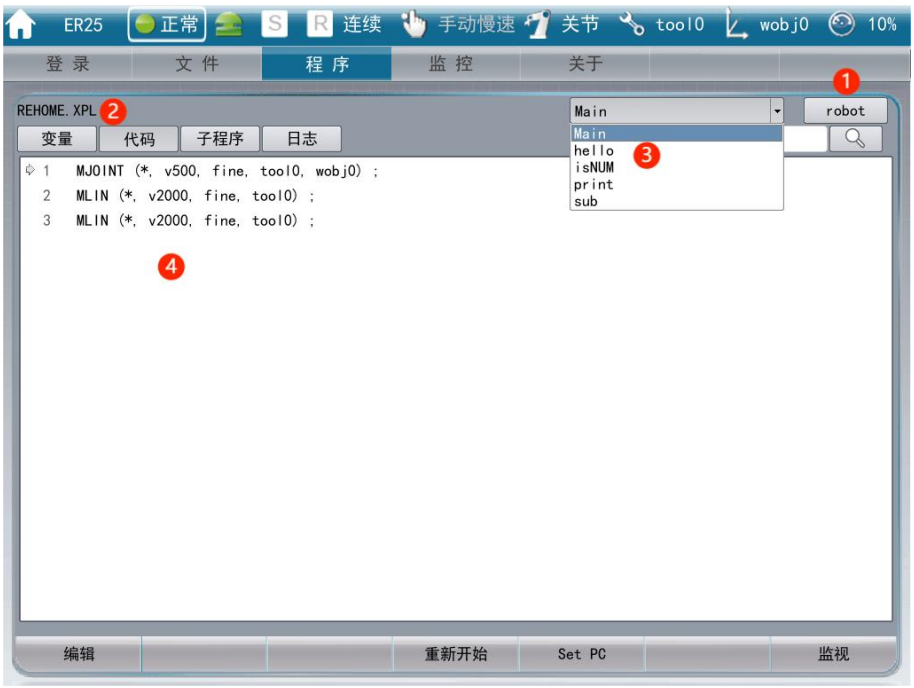


图 7.4.2-1 Robot 主程序

1、当前示教器关联上的任务名

2、当前任务中打开的程序文件名

3、当前程序中的子程序列表

4、选中程序的代码内容

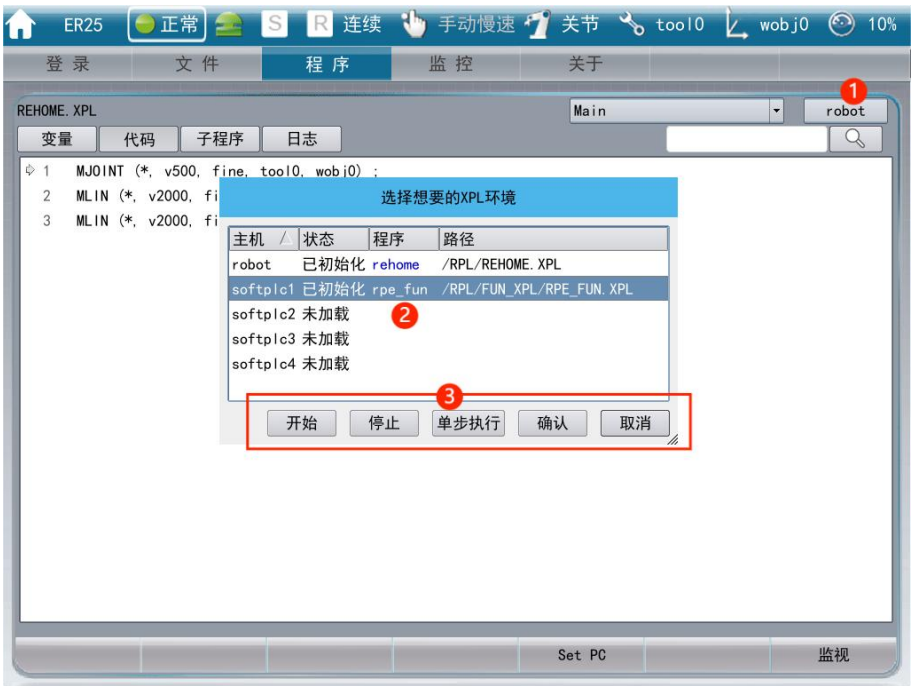


图 7.4.2-2 切换任务

1、任务名按钮，点击可以显示所有任务（Robot 和软 PLC）状态

2、任务列表

3、对选中任务的操作

开始：开始运行选中的任务（图中 2 处的 softplc1）

停止：终止运行选中的任务

单步执行：单步执行选中的任务

确认：让示教器关联选中的任务（点击后将进入软 PLC1 的加载，加载完成如下图）

取消：无操作，关闭弹窗

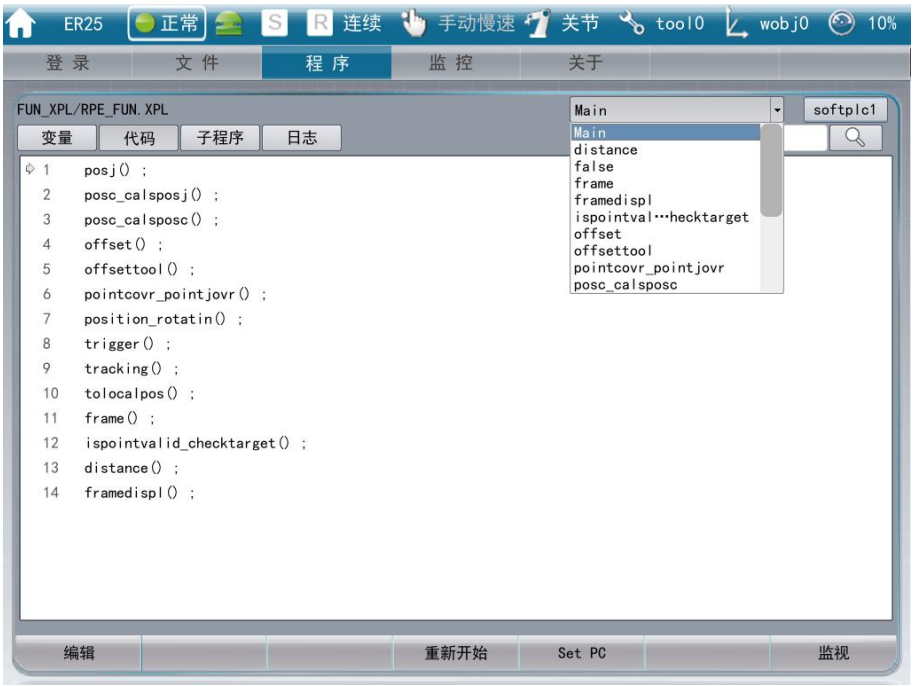


图 7.4.2-3 软 PLC 任务程序

7.4.3 查找

程序代码页可以使用右上角的搜索组件进行名称匹配搜索，步骤如下：

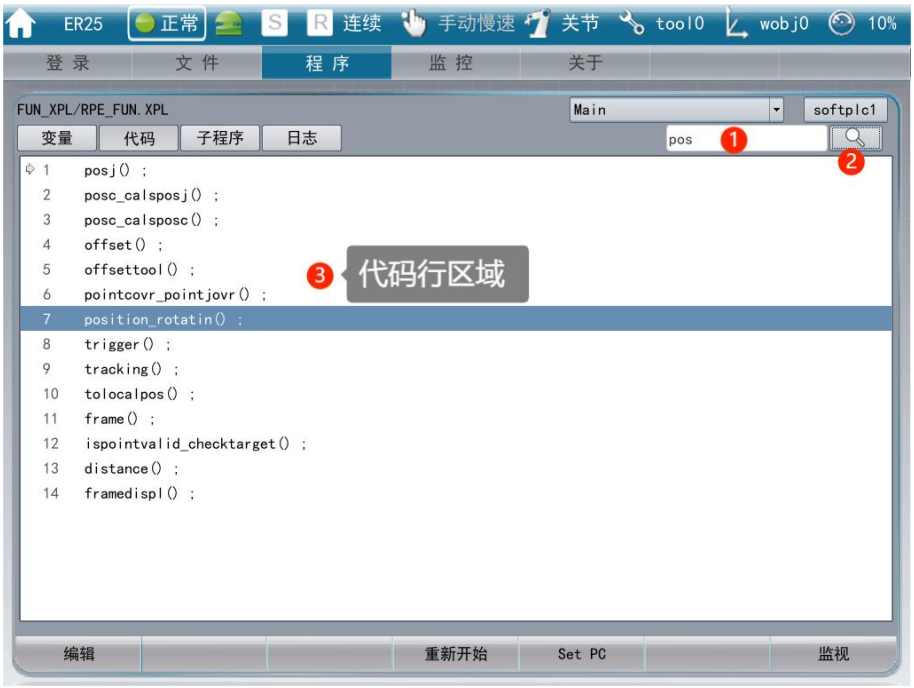


图 7.4.3-1 代码行搜索

1、在 1 处输入需要搜索的字段

2、点击 2 处的按钮

3、3 处的代码选中行，将依次跳选字段匹配的行

7.5 日志

程序日记录程序加载、运行时的各种信息，方便在程序出现异常时对问题的追溯。日志类容包含日期、时间和日志描述。

注意：日志内容只显示当前示教器关联的任务下的日志。

图 7.5-1 程序日志

7.6 监视

编辑器提供了程序变量的监视功能，方便对一些变量或者参数值的实时监控。

7.6.1 变量页监视

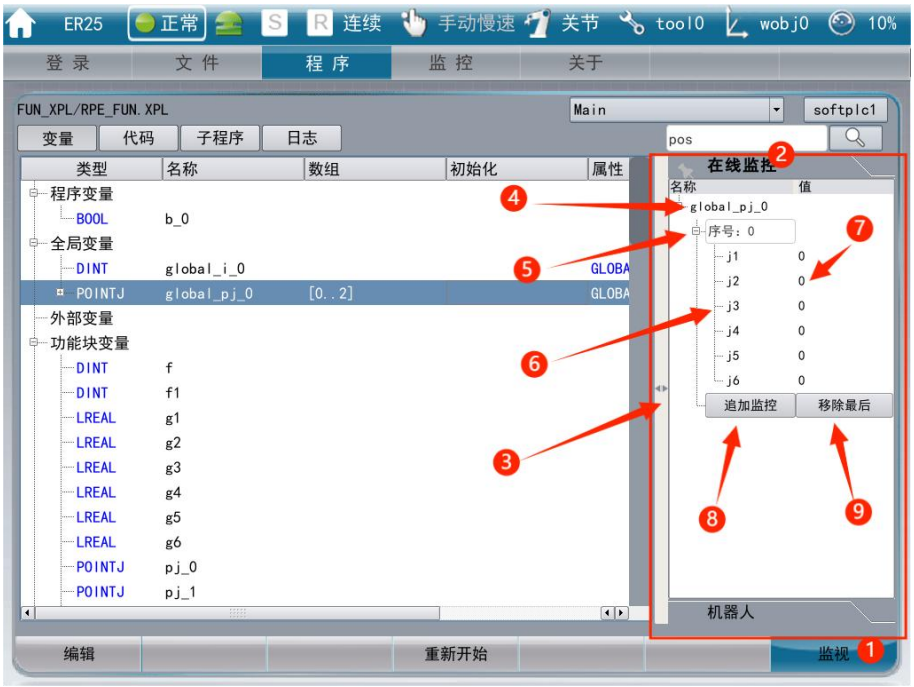


图 7.6.1-1 变量页在线监视

1、在变量页点击监视按钮（1 处）可以打开变量在线监视窗（2 处）。

2、变量在线监视窗的左边（3 处）可以左右拉伸控制变量在线监视窗的宽度。

3、变量监视窗显示变量的名称（4 处）；如果是数组变量，可以手动输入要监视变量的索引（5 处）；对于结构体变量，会展开显示每个结构体成员的名称（6 处）已经对应的值（7 处）。

4、对于数组变量，如果要监视同一个数组变量的多个成员，可以点击追加监视按钮（8 处）；移除不在需要监视的数组成员可以点击移除最后（9 处）去删除最后一个数组成员。

7.6.2 代码页监视

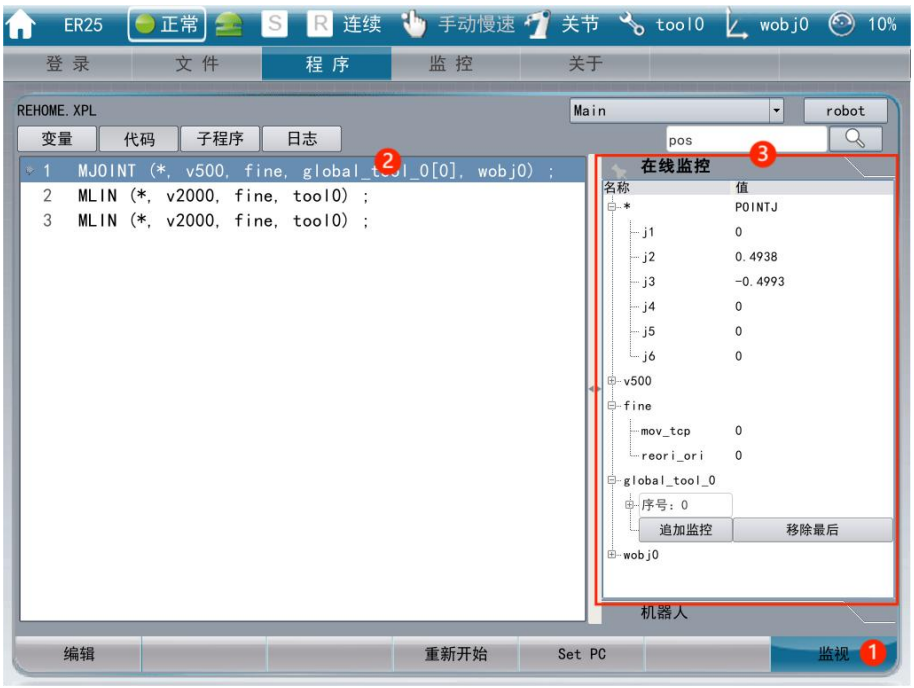


图 7.6.2-1 代码页在线监视

1、在代码页点击监视按钮（1 处）打开监视窗口。

2、在代码区域选中一行代码（2 处）可以监视这行指令的所有参数（3 处）。

注意：对于指令中的点位参数，如果填的是变量，即监视这个变量的值；但当填的是函数，则会显示这个函数中每个参数的值，且参数名称以*号表示。

7.6.3 监视机器人

图 7.6.3-1 机器人监视

1、打开监视窗口，选择机器人（1 处）可以查看机器人相关数据。

2、监视关节数据（2 处）；监视机器人笛卡尔数据（3 处）；监视机器人参考坐标系数据（4 处）；监视机器人附加轴数据（5 处）。

7.6.4 监视固定

注意：监视窗口在点开编辑的时候会隐藏，所以如果你需要在编辑模式下监视变量值，可以点击监视窗口的固定按钮。

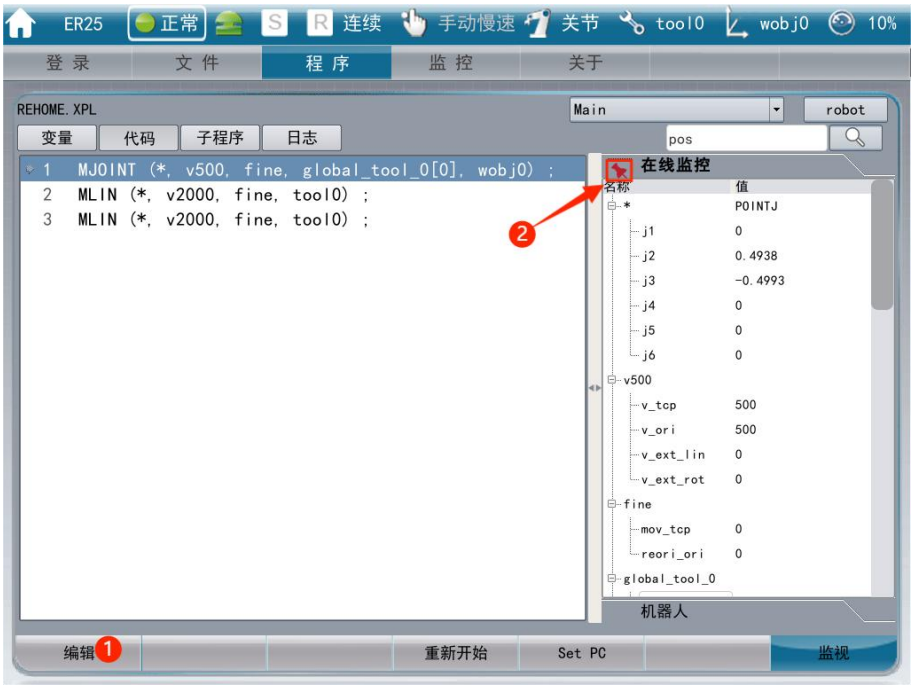


图 7.6.4-1 固定监视

当没点击固定按钮（2 处），点击编辑按钮（1 处）监视窗口会隐藏；点了固定按钮（2 处），再点击编辑按钮，可以在编辑模式下显示监视窗口。

7.7 编辑

7.7.1 编辑变量

7.7.1.1 新建变量

1、点击变量（1 处）进入程序变量页，点击编辑（2 处）进入编辑模式，点击插入（3 处）弹出新建变量窗。

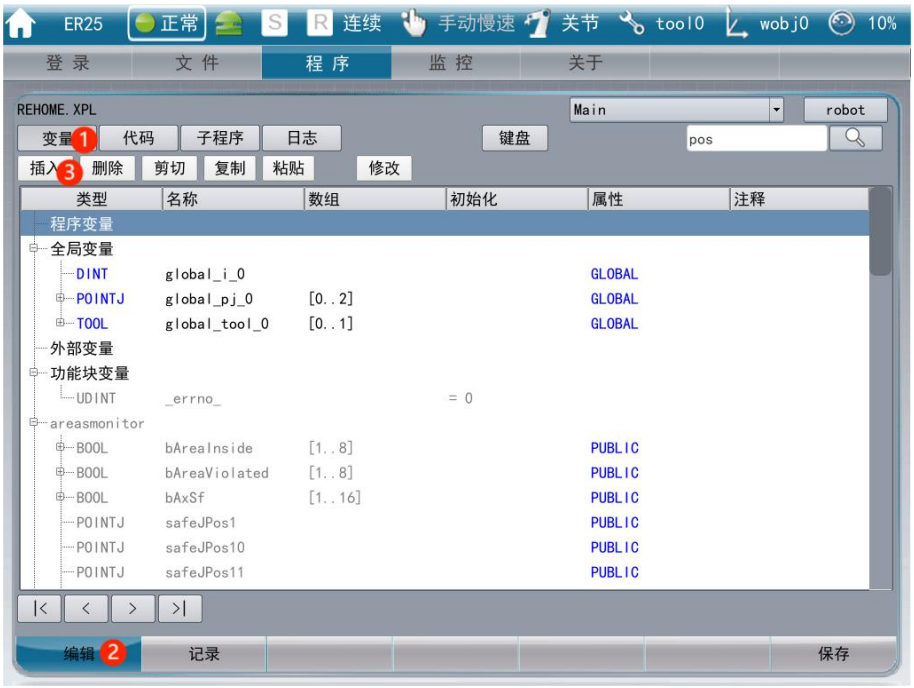


图 7.7.1.1-1 新建变量（一）

2、选择好变量用途、作用域、存储方式、变量类型；变量名称输入要定义的变量名；初始化值（2 处）输入程序初始化时给变量的默认值，点位变量的初始化值可以使用示教方式设置初始值；描述（3 处）输入变量的注释信息。

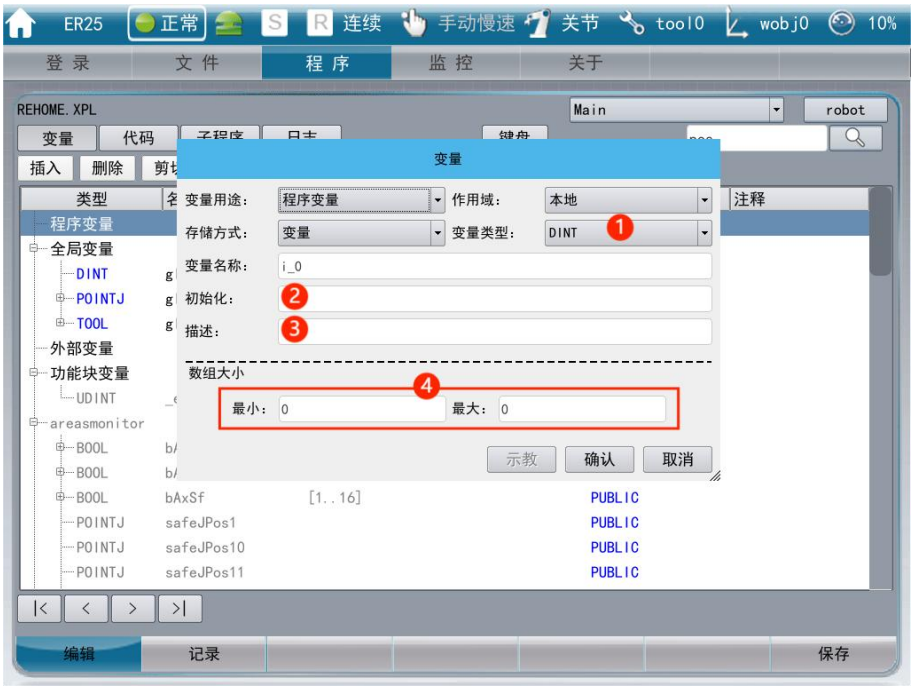


图 7.7.1.1-2 新建变量（二）

3、变量类型（1 处）选择点位类型时，示教按钮（2 处）被激活。点击示教按钮会按点位的初始化格式生成好初始化值（3 处）。

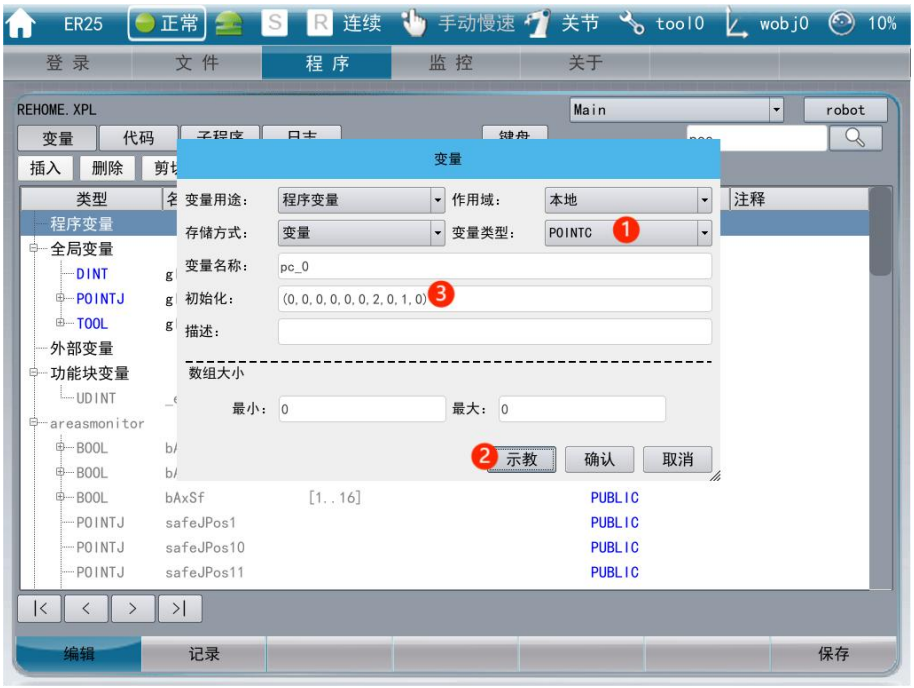


图 7.7.1.1-3 新建变量（三）

4、当设置了数组大小时（1 处），初始化值（2 处）会出现数组索引选择下拉。数组元素的初始化值根据索引值一个个。

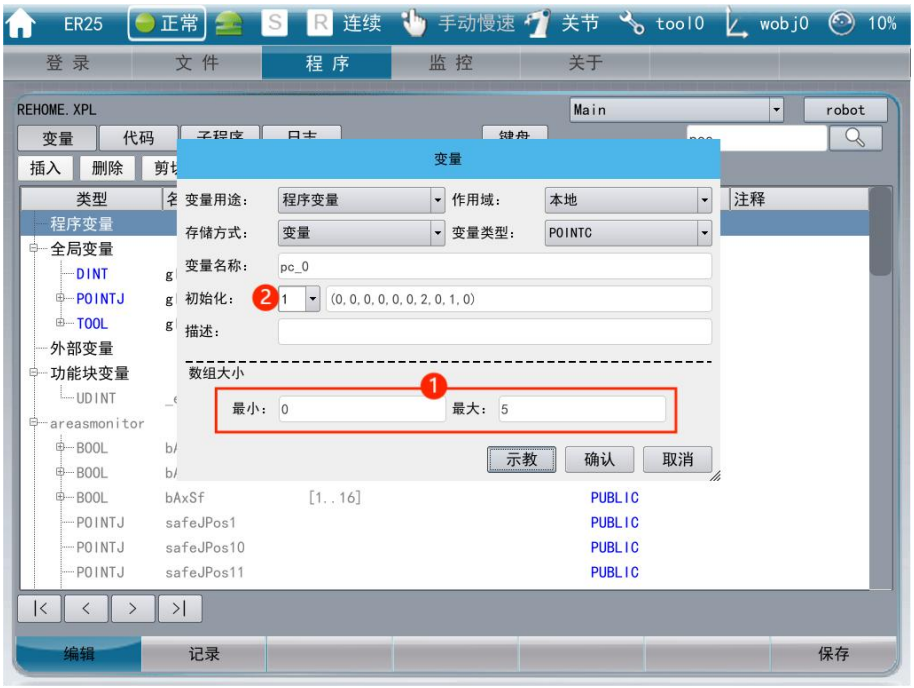


图 7.7.1.1-4 新建变量（四）

5、图 4.1.1-4 设置完成点击确认按钮后，新建了一个含有 6 个 POINTC 点位元素的程序变量，他的索引为 1 的元素被赋了初始化值。

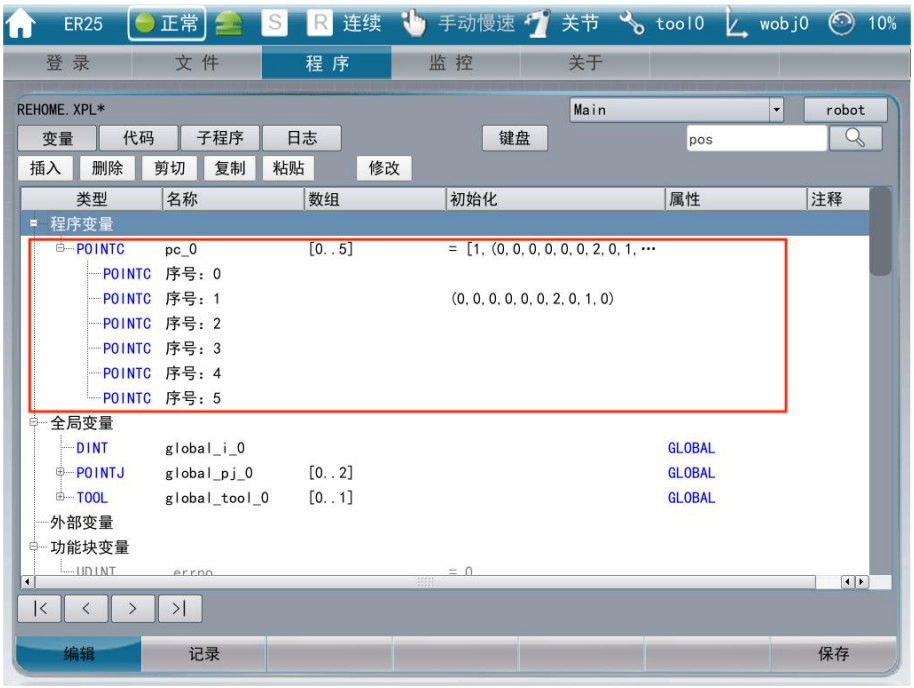


图 7.7.1.1-5 新建变量（五）

7.7.1.2 复制/粘贴变量

1、进入变量页，选中一个变量（1 处），点击复制按钮（2 处），即可将选中的变量复制到粘贴板。

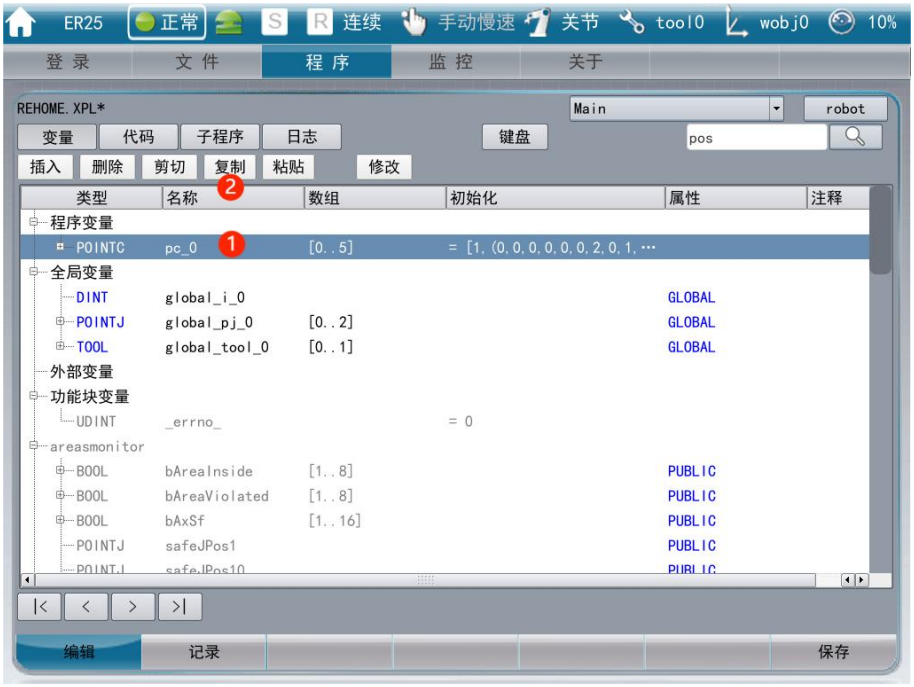


图 7.7.1.2-1 复制变量

2、点击粘贴按钮，将会新建一个 pc_1 的变量，其属性和 pc_0 一致。命名规则是原名称+序号的形式，当新名称存在时则序号+1。

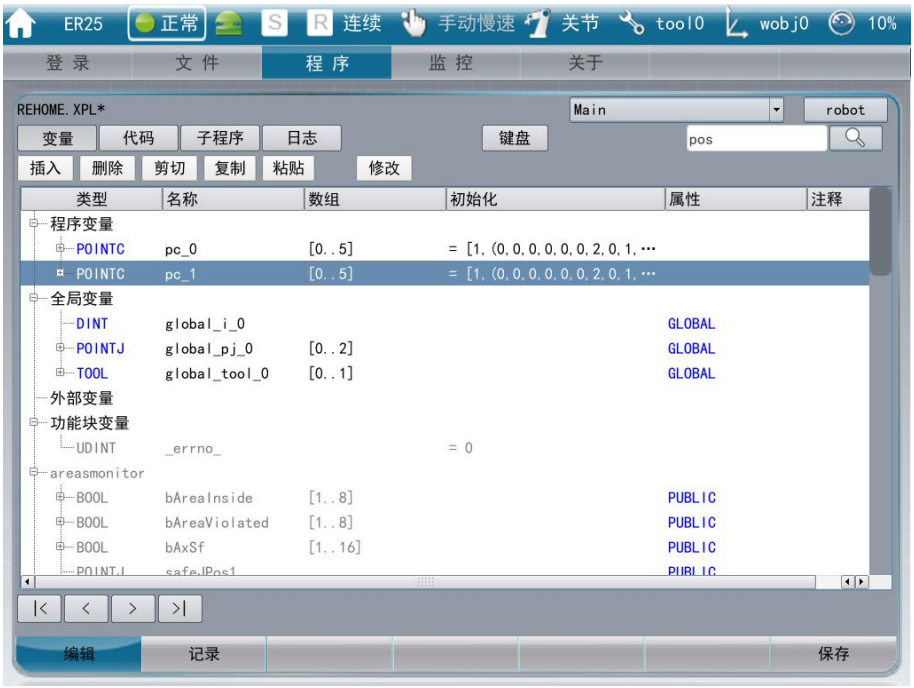


图 7.7.1.2-2 粘贴变量

7.7.1.3 剪切/粘贴变量

1、进入变量页，选中一个变量（1 处），点击剪切按钮（2 处）会弹出剪切提示窗（3 处）。点击是按钮会将选中的变量复制到粘贴板，并删除选中的变量。

图 7.7.1.3-1 剪切变量

2、点击粘贴按钮，会新建一个粘贴板中的变量。

7.7.1.4 删除变量

1、变量列表中选中一个变量（1 处），点击删除按钮（2 处）会弹出变量删除确认窗（3 处）。点击弹窗的是即可删除选中的变量。

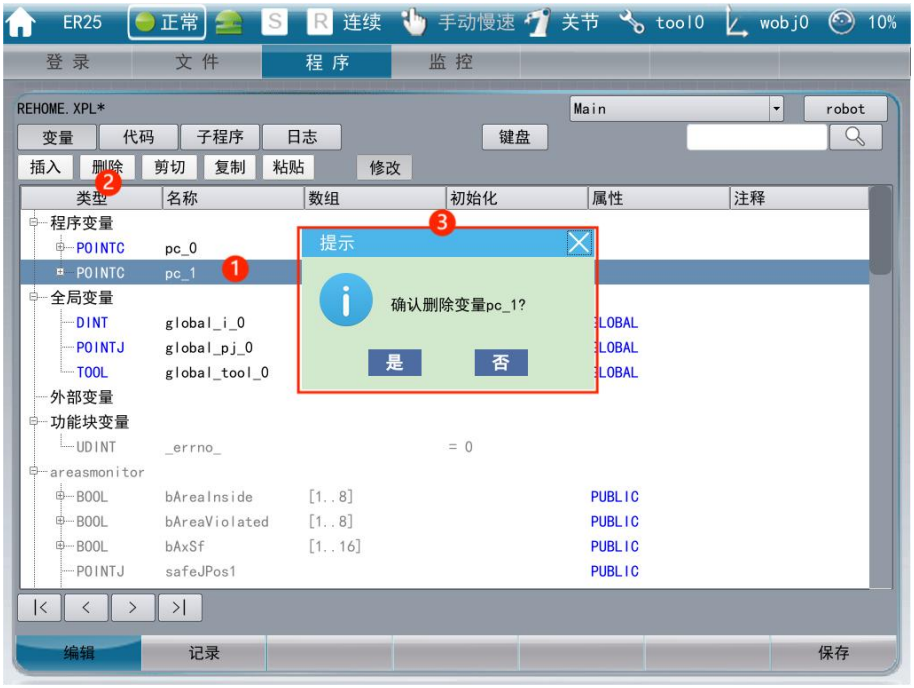


图 7.7.1.4-1 删除变量

7.7.1.5 修改变量

1、变量列表中选中一个变量（1 处），点击修改按钮（2 处），弹出变量修改窗口。

图 7.7.1.5-1 变量修改

2、在变量修改弹窗中可以修改变量的各个属性。其展示内容和新建变量的布局一直，不再重述。

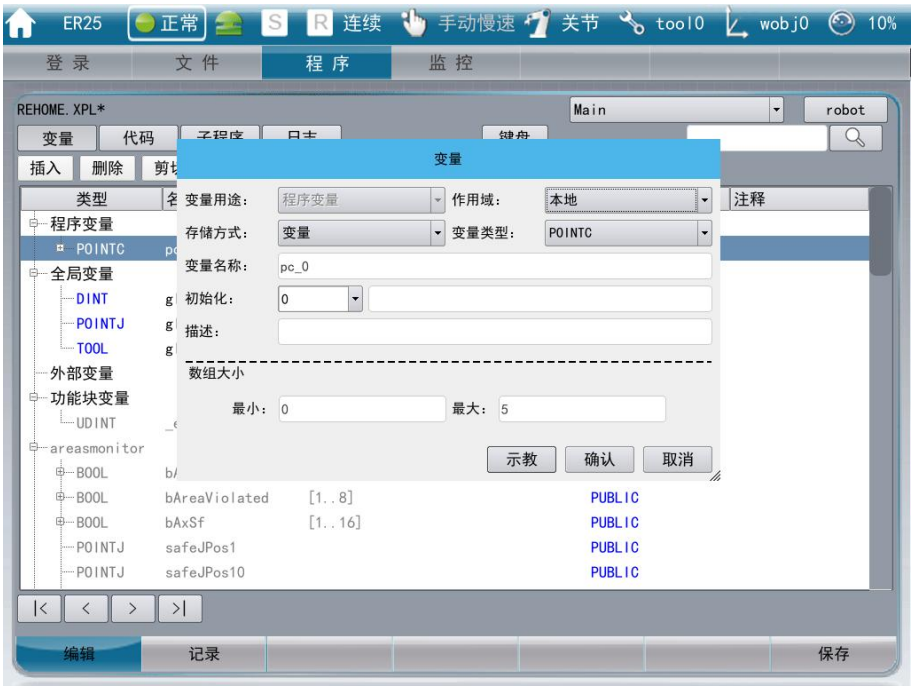


图 7.7.1.5-2 变量修改弹窗

3、例如将前面定义的含有 5 个 POINTC 点位元素的数组变量改为含有 3 个数组 POINTJ 点位原色的数组变量，且每个元素都设置初始化值。操作如下：

图 7.7.1.5-3 变量修改弹窗

4、第三步操作完成点击确定按钮，原来的 PC_0 变量改变为如下图。

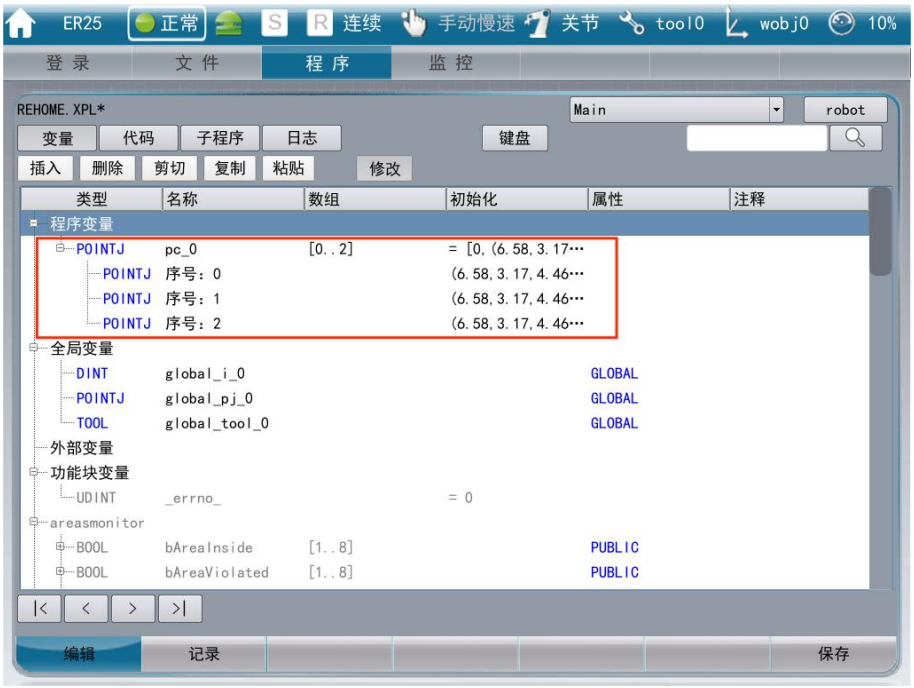


图 7.7.1.5-4 变量修改结果

7.7.1.6 切换选中

1、变量的选中项除了通过点击切换之外，还可以通过左下角的四个按钮控制。控制效果如下：
置顶：选中变量列表的头节点；
上一个：选中当前选中项的上一个节点；
下一个：选中当前选中项的下一个节点；
置底：选中变量列表的尾节点。

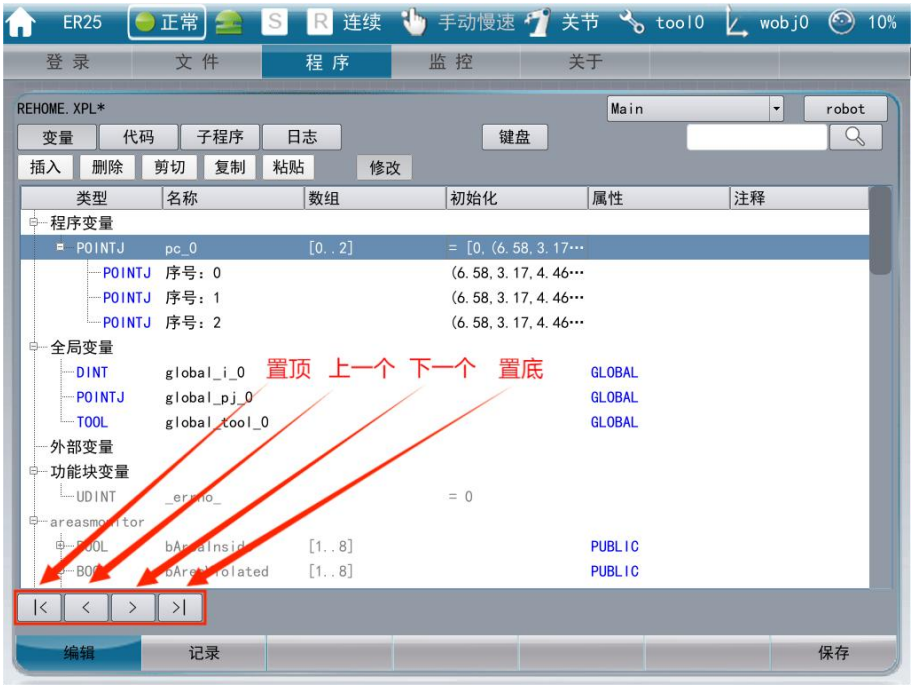


图 7.7.1.6-1 切换选中变量

7.7.2 编辑子程序

7.7.2.1 新增

7.7.2.1.1 新增一个子程序

1、进入程序-子程序页（1 处），点击编辑（2 处），点击插入按钮（3 处），弹出程序名输入框。

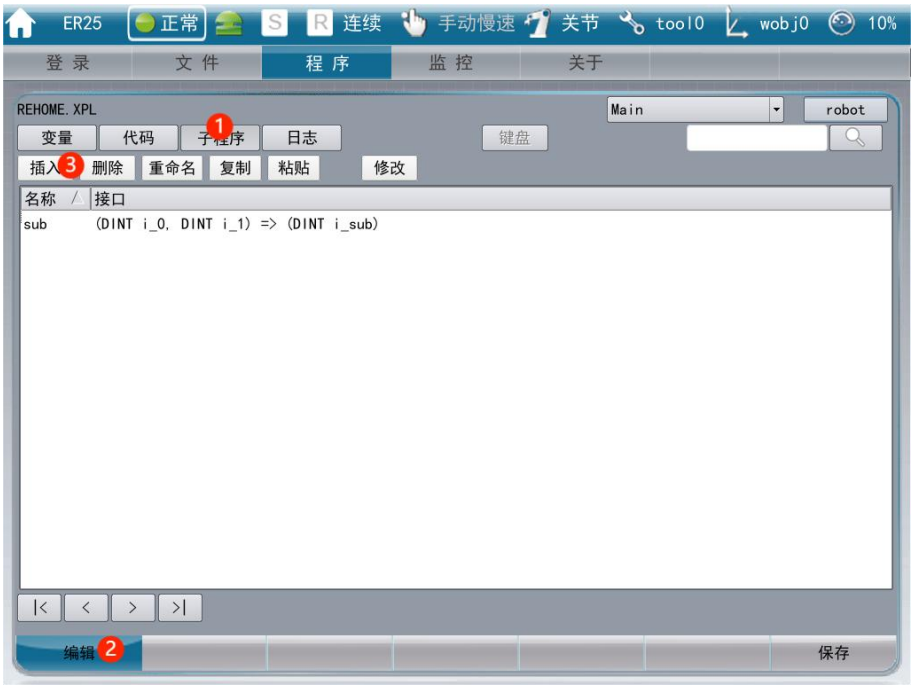


图 7.7.2.1.1-1 新建子程序（一）

2、按要求输入新增的程序名称（1 处，不符合要求会弹出错误框），点击 √ 按钮（2 处）即可新增一个子程序。

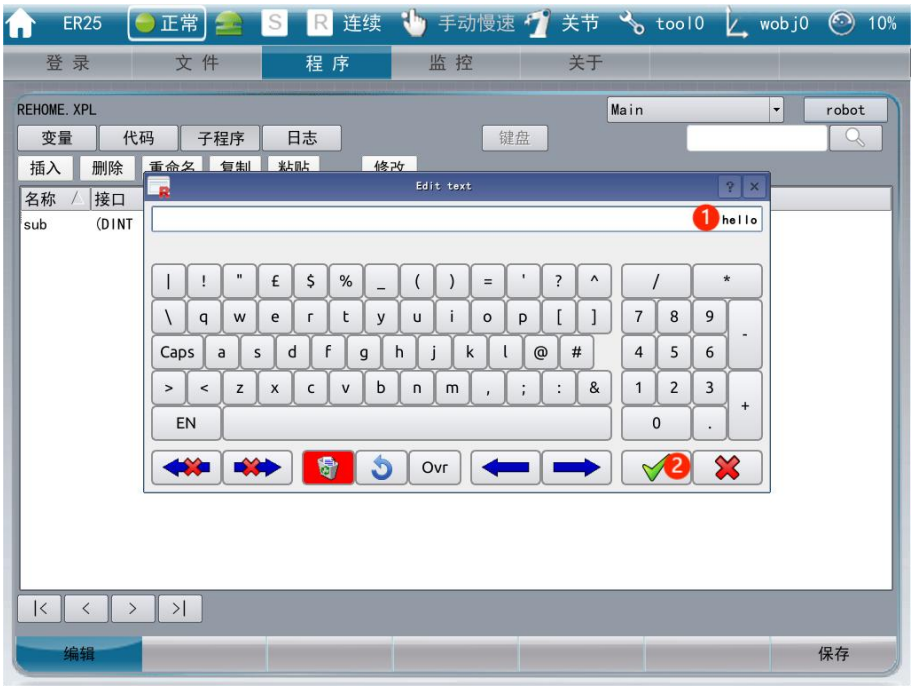


图 7.7.2.1.1-2 新建子程序（二）

3、新建完成后，在程序列表中会显示新建的子程序（1 处）。

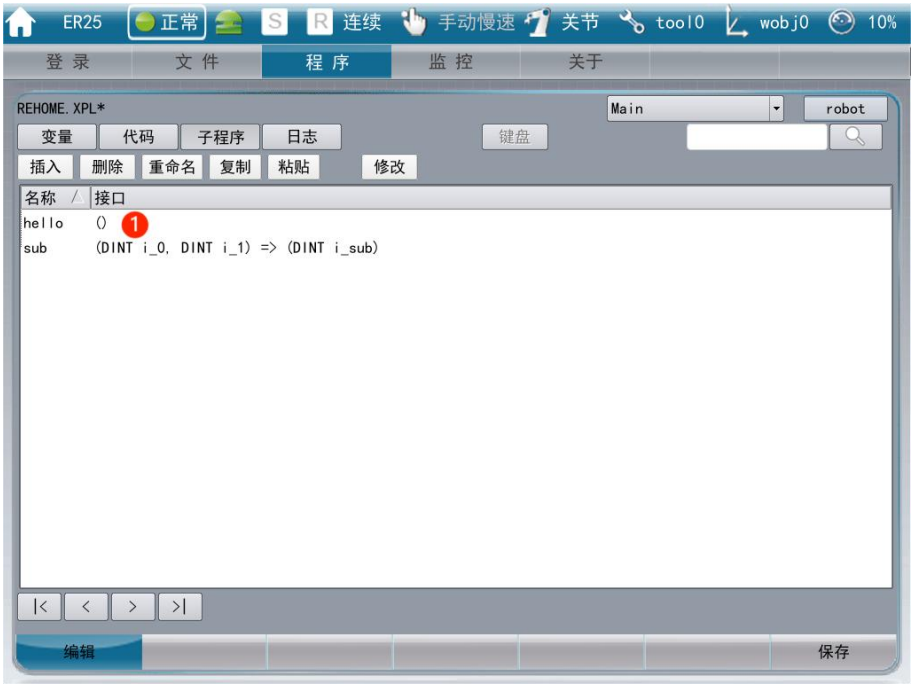


图 7.7.2.1.1-3 新建子程序（三）

7.7.2.1.2 子程序的输入变量

在创建一个子程序的时候，需要传入参数，带有输入参数的子程序新建过程如下：

1、新建一个子程序 print（1 处），切换当前程序到该子程序（2 处）。

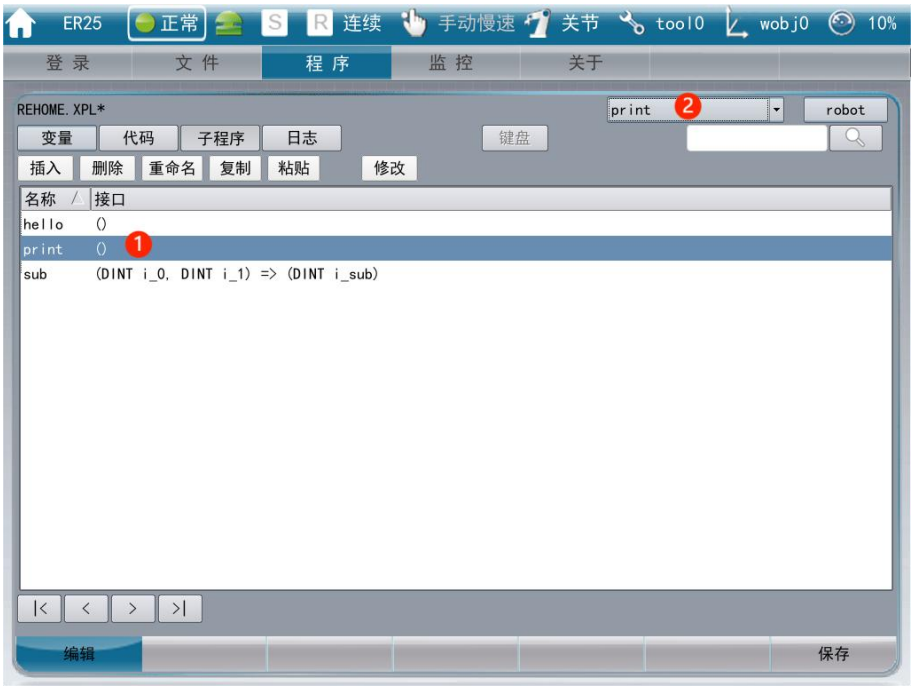


图 7.7.2.1.2-1 新建带有输入变量的子程序

2、进入到程序-变量页（1 处），在输入栏下新建一个 DINT 类型（以该类型为例，并不限制为该类型）的变量 i_0（2 处）。

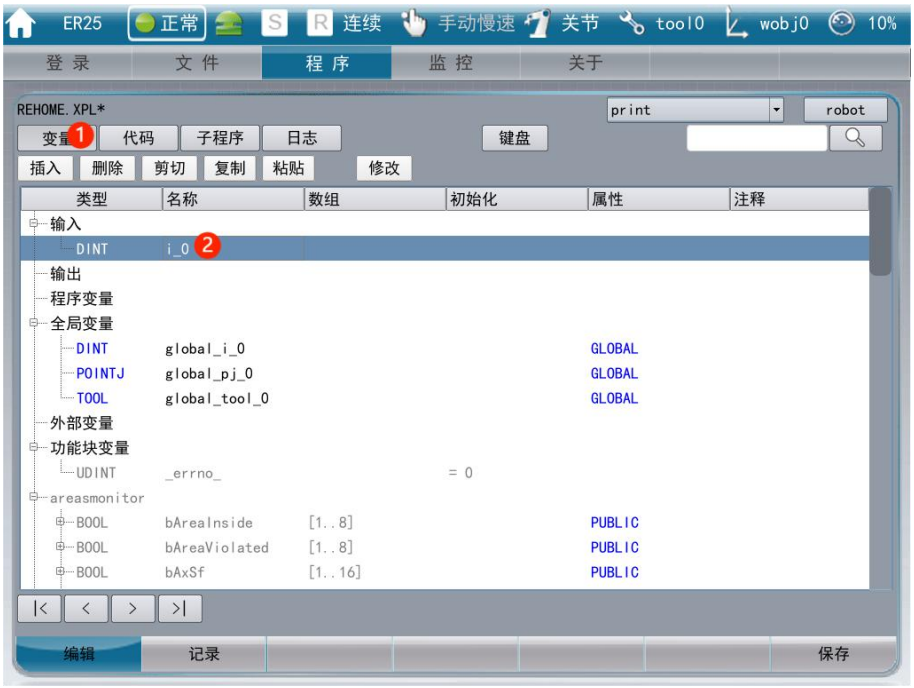


图 7.7.2.1.2-2 程序的输入变量

3、新建完程序的输入变量之后，再回到子程序页（1 处），可以看到 print 子程序的列表中的接口多了输入的变量 i_0（2 处）。

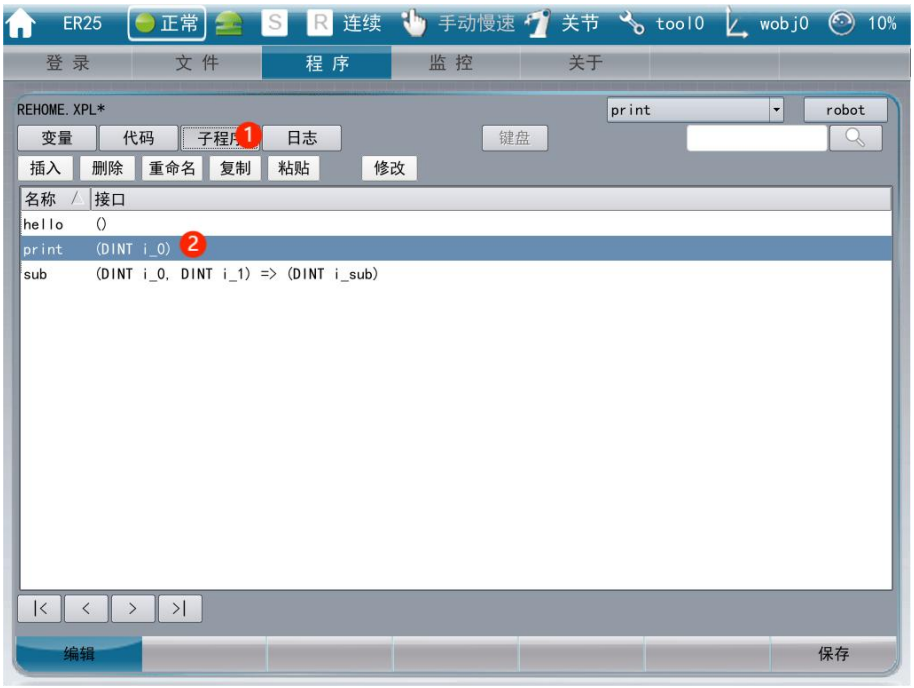


图 7.7.2.1.2-3 程序的接口

7.7.2.1.3 子程序的输出变量

在创建一个子程序的时候，需要获取子程序的返回值，就需要新建带有输出参数的子程序新建过程如下：

1、新建一个子程序 inNum（1 处），切换当前程序到该子程序（2 处）。

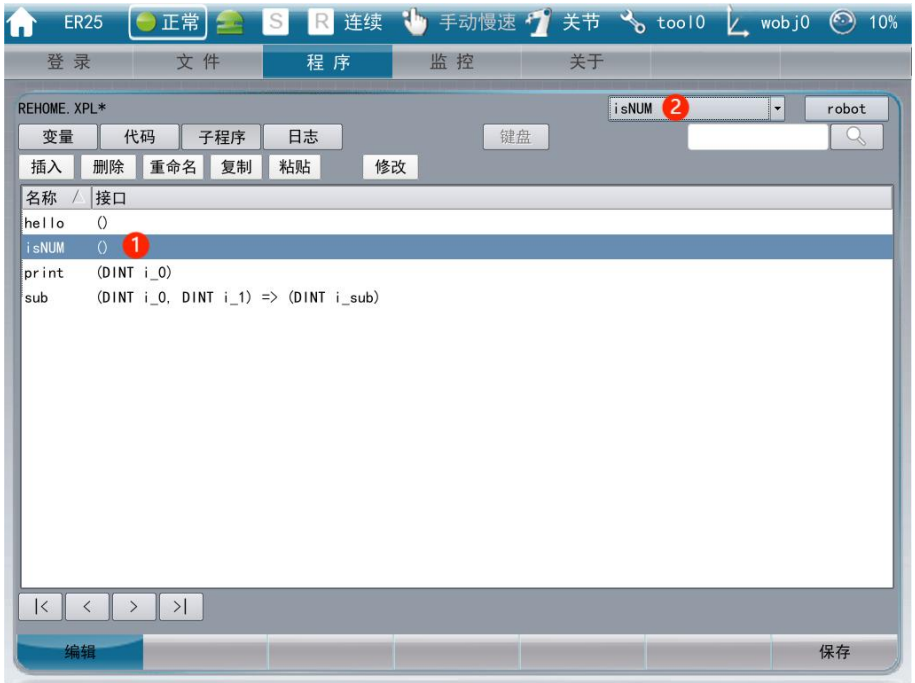


图 7.7.2.1.3-1 新建带有输出变量的子程序

2、进入到程序-变量页（1 处），在输入栏下新建一个 BOOL 类型（以该类型为例，并不限制为该类型）的变量 b_0（2 处）。

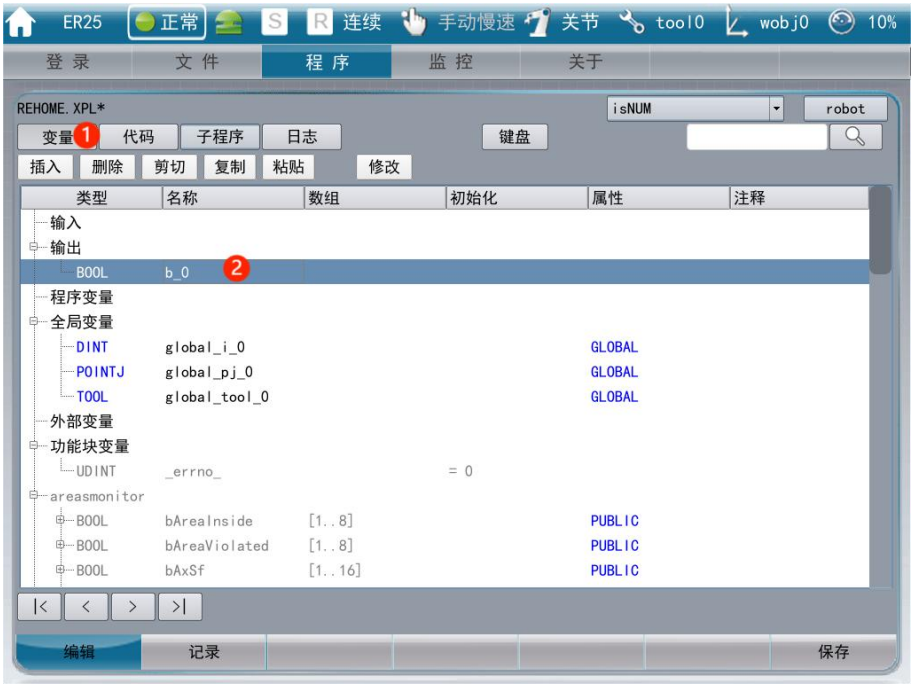


图 7.7.2.1.3-2 程序的输出变量

3、新建完程序的输入变量之后，再回到子程序页（1 处），可以看到 isNum 子程序的列表中的接口多了输入的变量 b_0（2 处）。

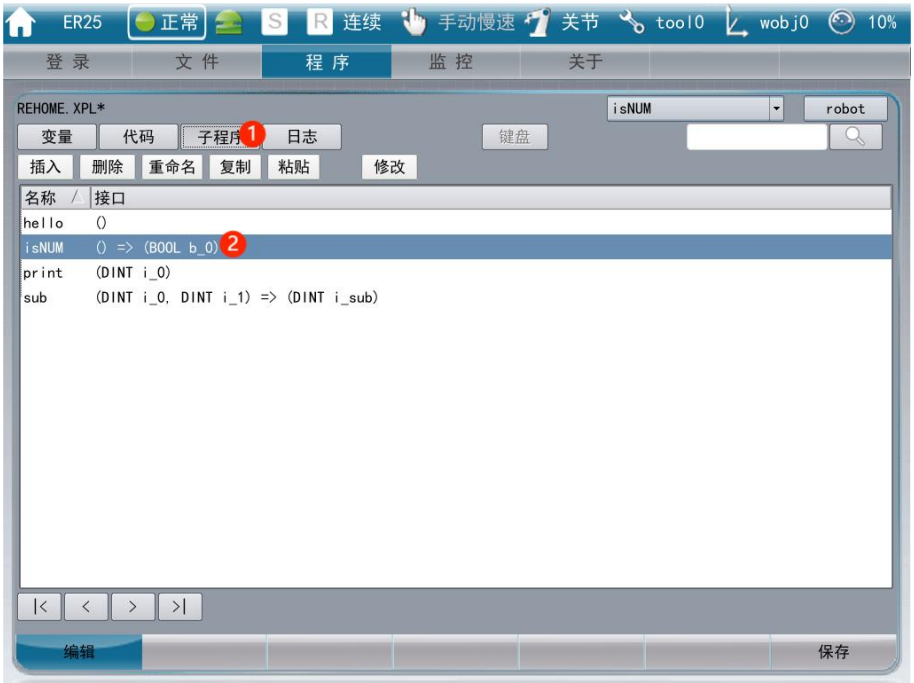


图 7.7.2.1.3-3 程序的接口-输出

7.7.2.1.4 新增一个有输入和输出参数的子程序

1、程序切换到 sub（1 处），点击变量（2 处）可以看到，sub 有两个输入变量 i_0 和 i_1（3 处），一个输出变量 i_sub（4 处）。

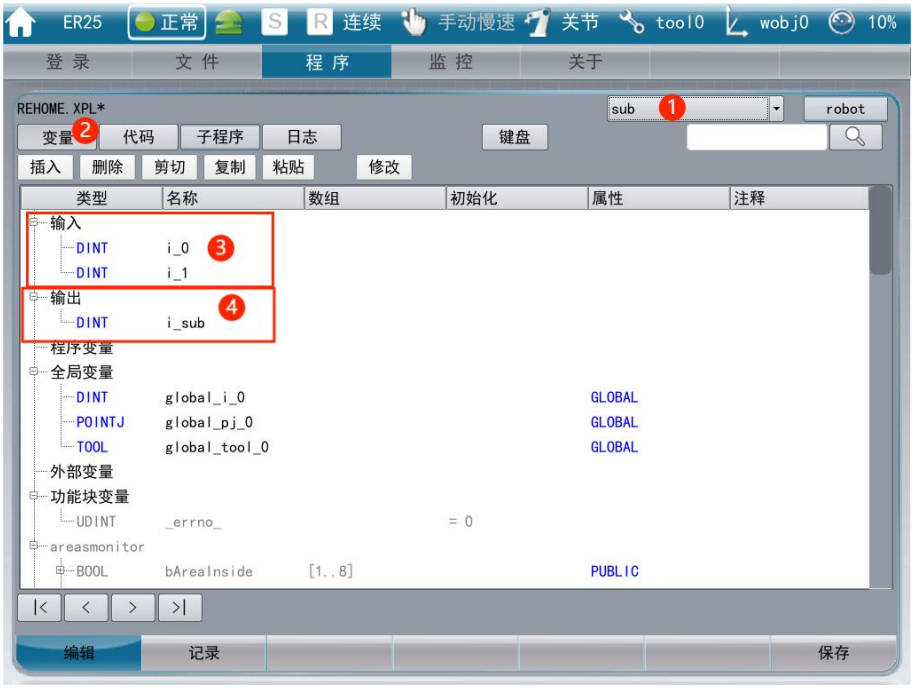


图 7.7.2.1.4-1 子程序的输入输出变量

2、再看子程序界面，子程序 sub 对应的输入（1 处）、输出（2 处）接口即为变量页定义的输入、输出变量。

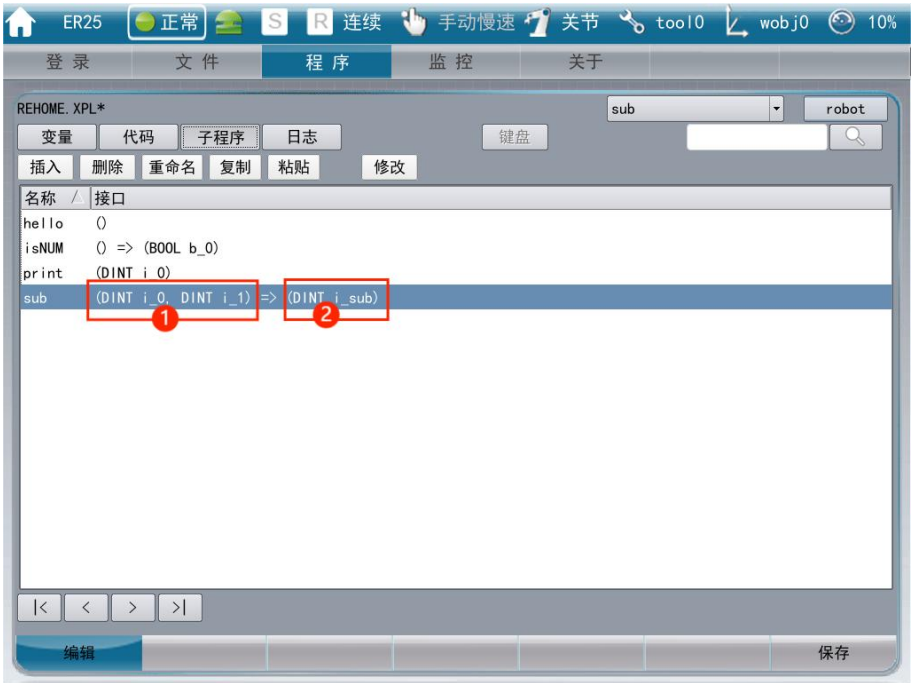


图 7.7.2.1.4-2 子程序的传入传出接口

7.7.2.2 删除

1、进入程序-子程序页（1 处），点击编辑按钮（2 处）进入编辑模式，子程序列表中选中需要删除的子程序（3 处），点击删除按钮（4 处）弹出子程序删除提示窗。

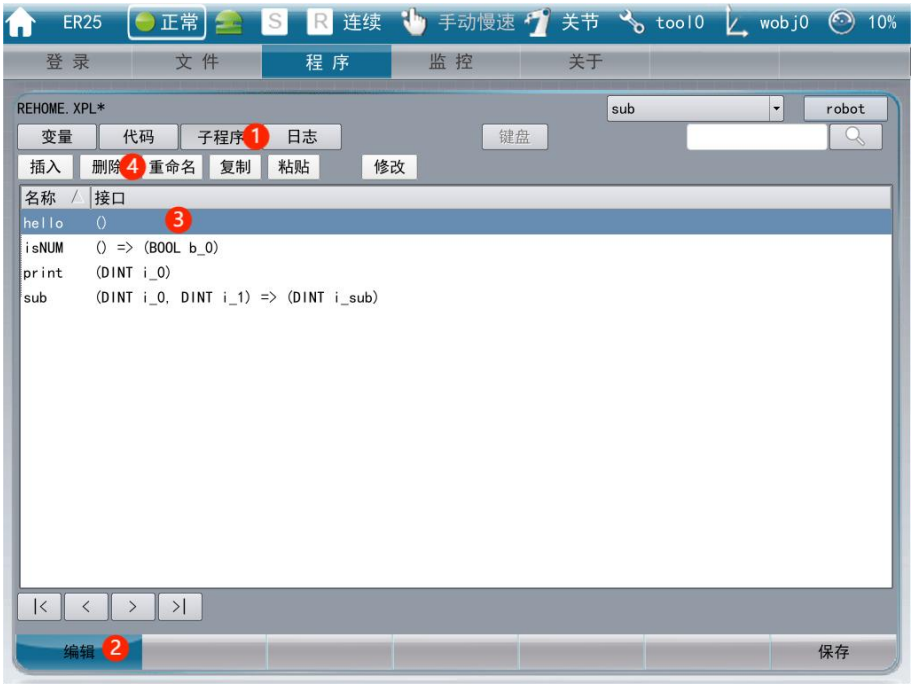


图 7.7.2.2-1 删除子程序（一）

2、点击提示窗的是（1 处），将删除选中的子程序 hello。

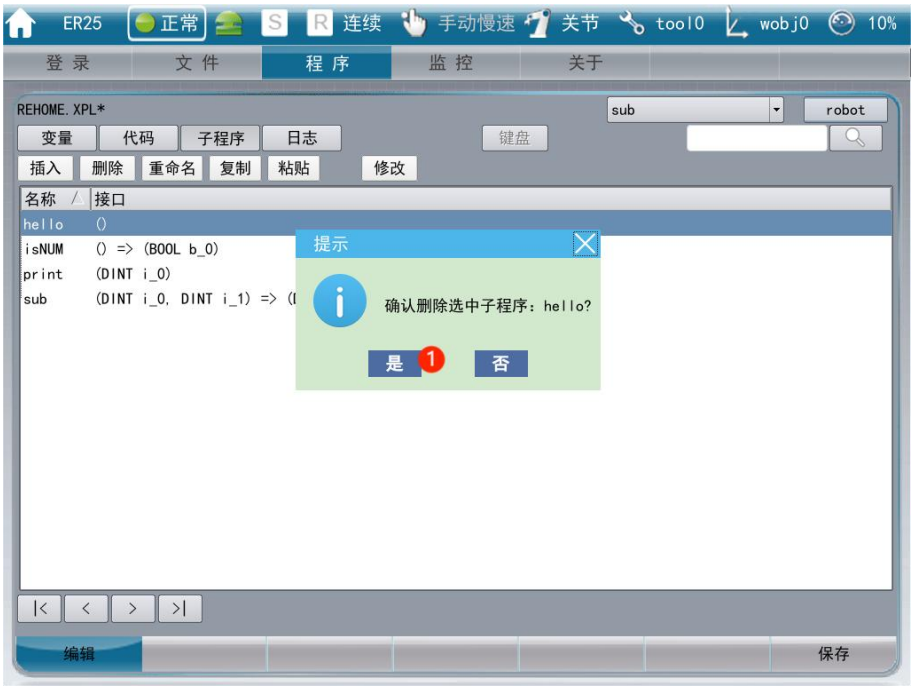


图 7.7.2.2-2 删除子程序（二）

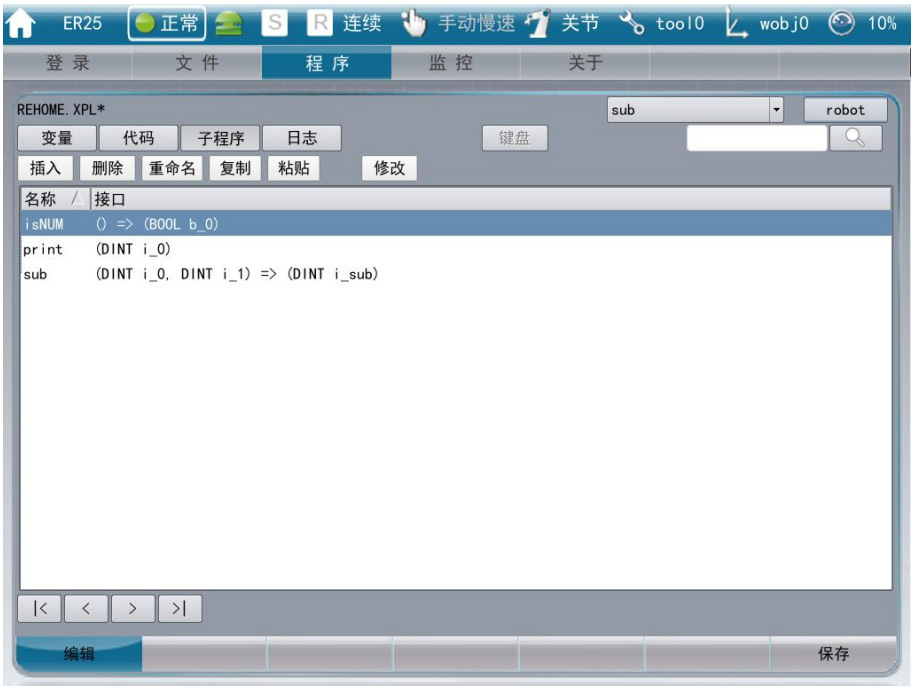


图 7.7.2.2-3 删除子程序（三）

7.7.2.3 重命名

1、进入程序-子程序页（1 处），点击编辑按钮（2 处）进入编辑模式，子程序列表中选中需要重命名的子程序（3 处），点击重命名按钮（4 处）弹出子程序名称输入框（5 处）。

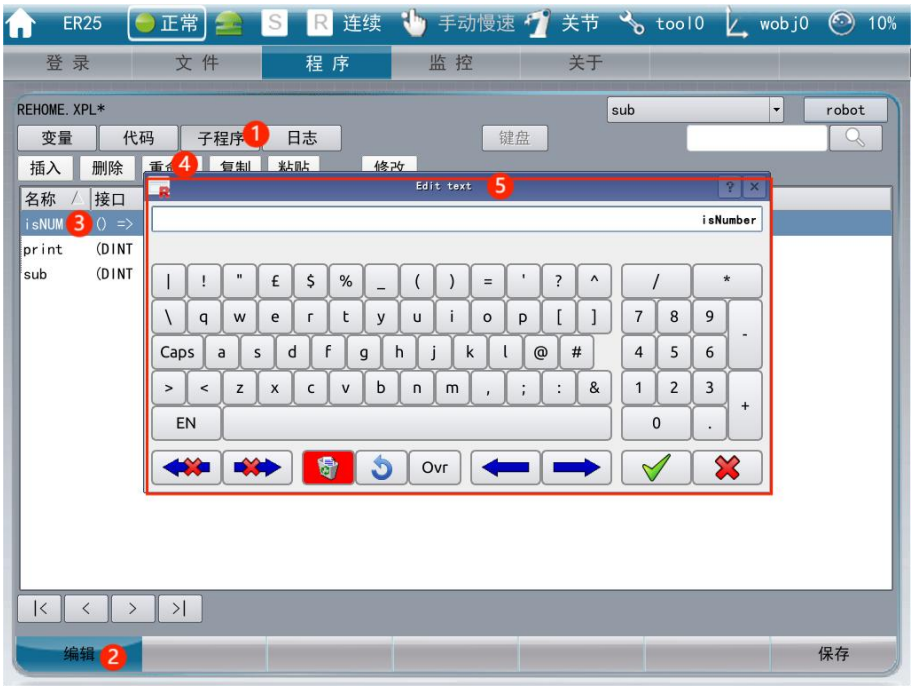


图 7.7.2.3-1 子程序重命名（一）

2、输入重名名后的名称后点击 √ 按钮，即可将原子程序重命名为新的名称。

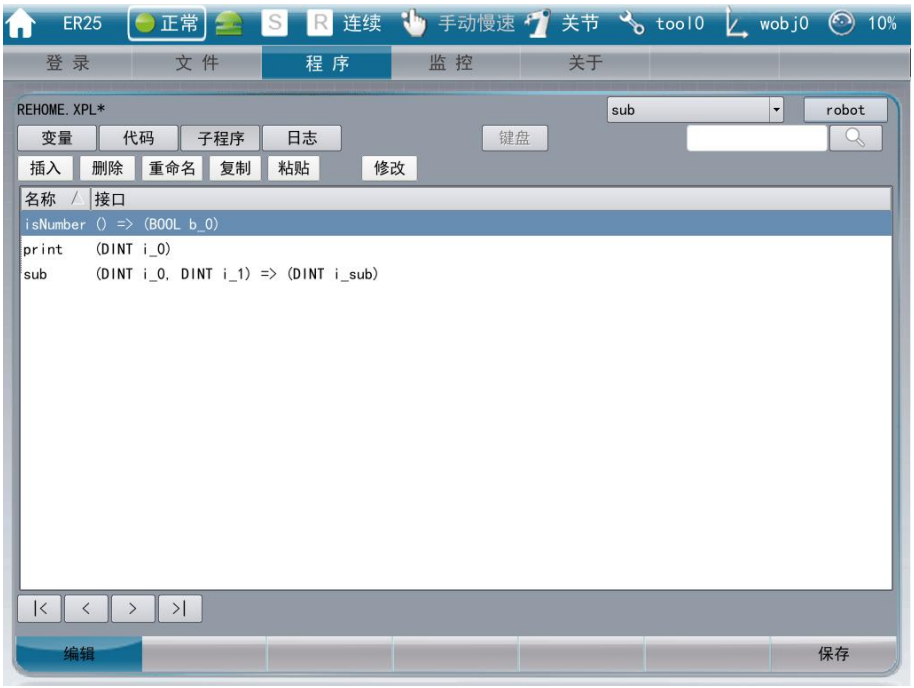


图 7.7.2.3-2 子程序重命名（二）

7.7.2.4 复制粘贴

1、进入程序-子程序页（1 处），点击编辑按钮（2 处）进入编辑模式，子程序列表中选中需要复制的子程序（3 处），点击复制按钮（4 处）将选中的子程序复制到粘贴板。

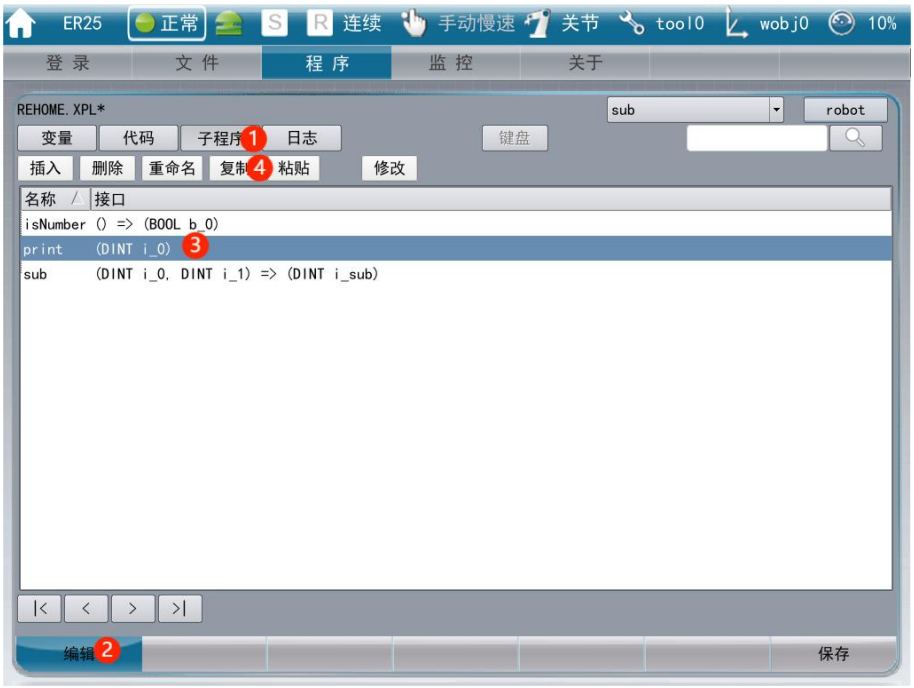


图 7.7.2.4-1 复制子程序

2、将要复制的子程序复制到粘贴板之后，点击粘贴按钮（1 处），弹出粘贴后的程序名输入框（2 处），输入粘贴的程序名称点击 √ 按钮（3 处）即可粘贴出一个新的子程序。

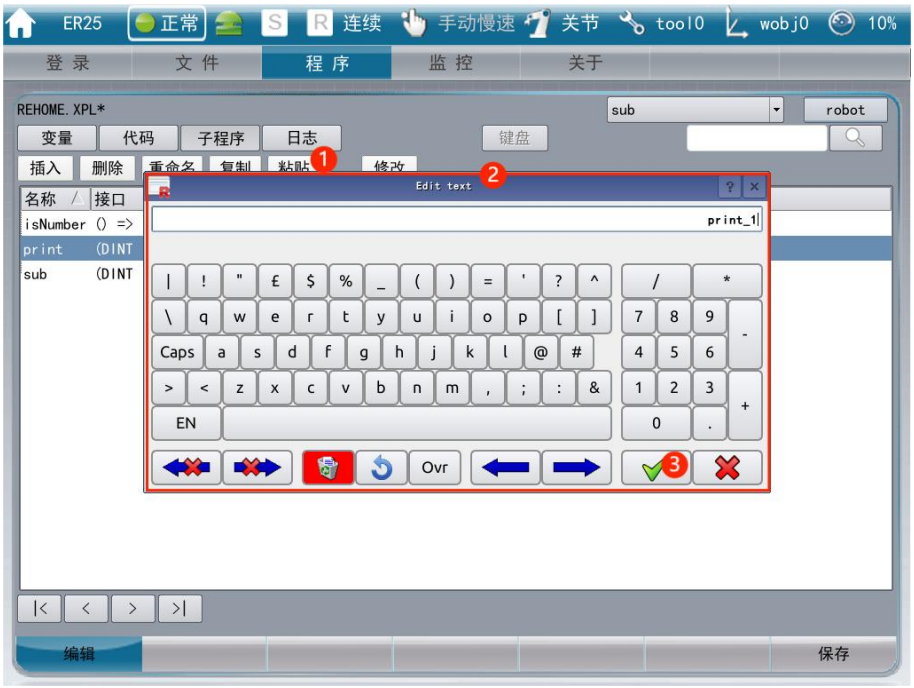


图 7.7.2.4-2 粘贴子程序

3、粘贴成功可以看到在子程序列表中多了一个 print_1 程序。其内容（变量和代码）与子程序 print 完全一致。

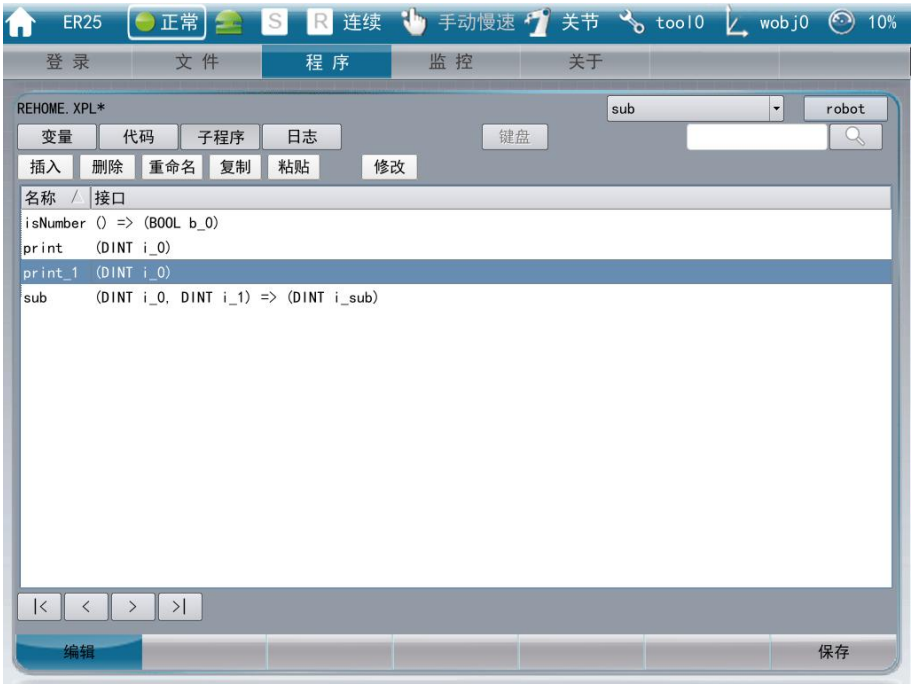


图 7.7.2.4-3 粘贴子程序成功

7.7.2.5 切换

1、子程序的选中项除了通过点击切换之外，还可以通过左下角的四个按钮控制。控制效果如下：

置顶：选中子程序列表的头行；

上一个：选中当前选中项的上一行；
下一个：选中当前选中项的下一行；
置底：选中子程序列表的尾行。

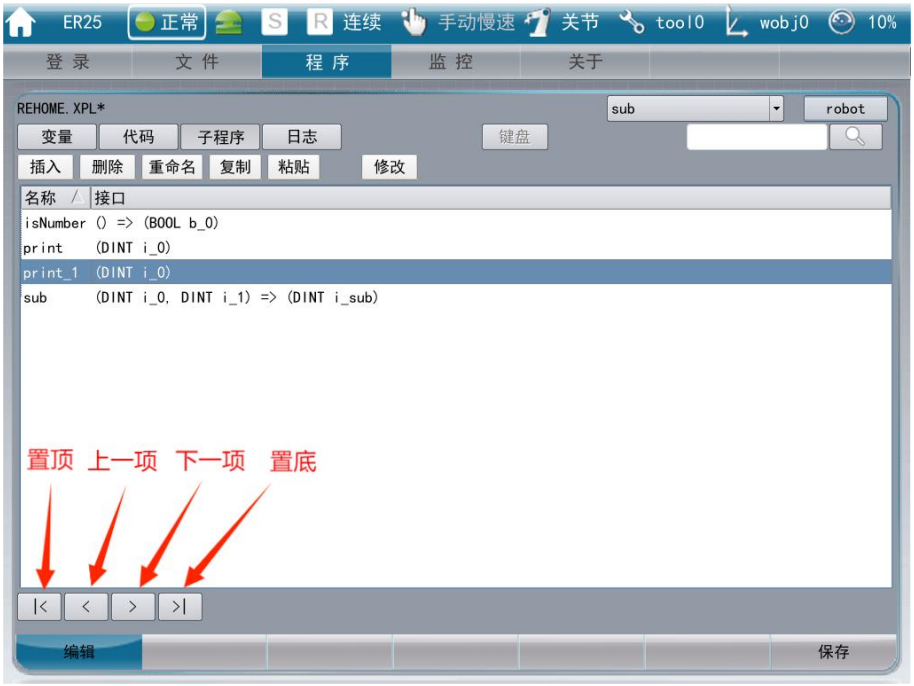


图 7.7.2.5-1 切换子程序

7.7.3 编辑代码

7.7.3.1 插入

在代码页的指令中插入一行指令，需要先插入一个空行，然后通过修改空行指令为其它指令的方式去实现新增代码的指令行。

7.7.3.1.1 指令插入

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中一行指令（3 处），点击插入按钮（4 处），即可在选中代码行的上一行插入一个空行。

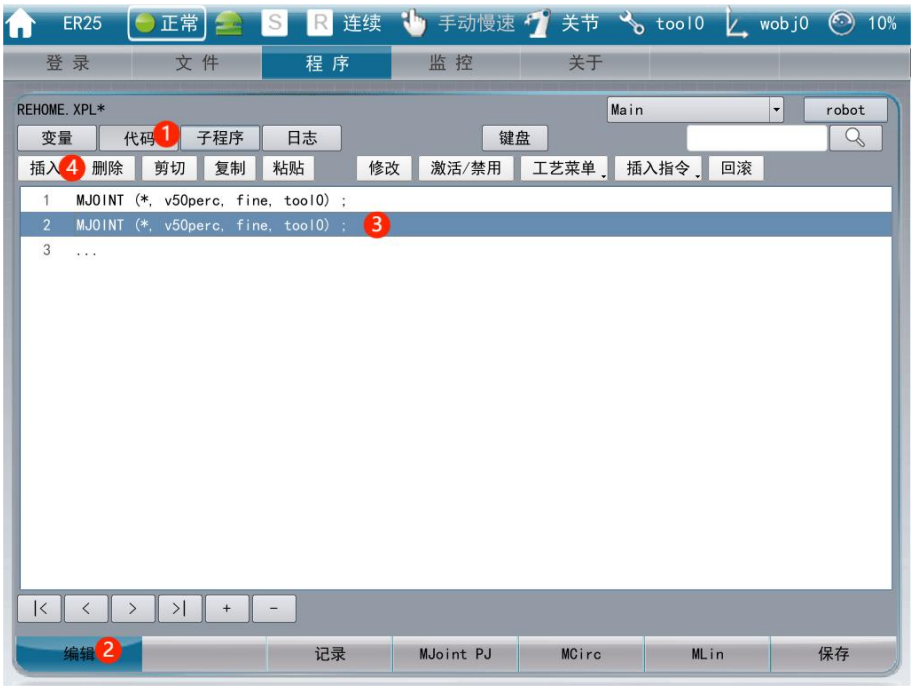


图 7.7.3.1.1-1 插入空行

2、选中刚插入的空行（1 处），点击修改按钮（2 处）进入指令编辑界面。

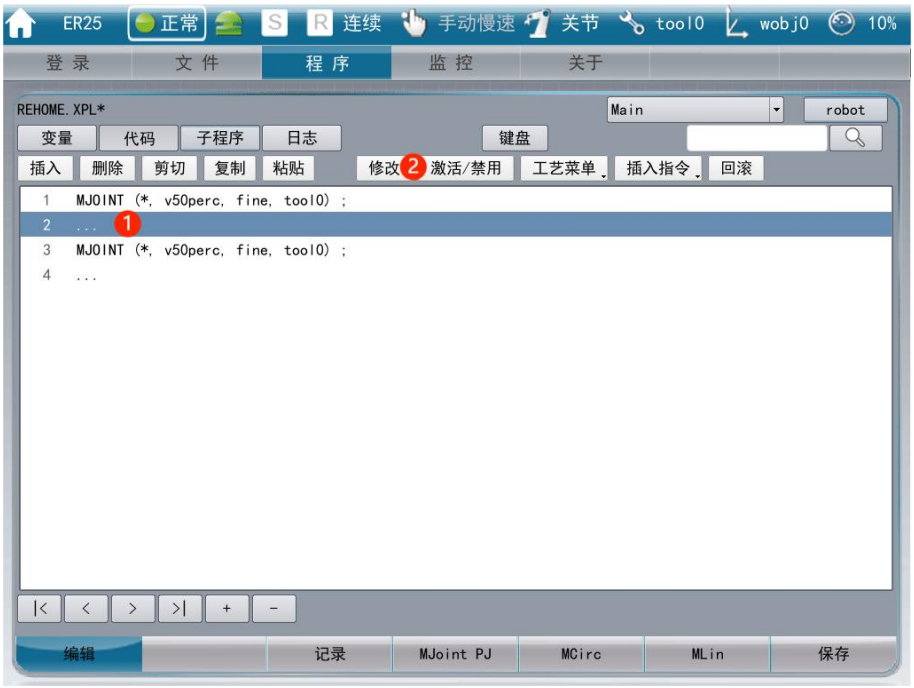


图 7.7.3.1.1-2 修改空行

3、在指令编辑页右侧的指令列表（1 处）选中一条指令（2 处），点击<<按钮（3 处）导入选中的指令。如果知道指令名称，可以直接在指令列表下的输入框（4 处）输入名称快速定位到指令。

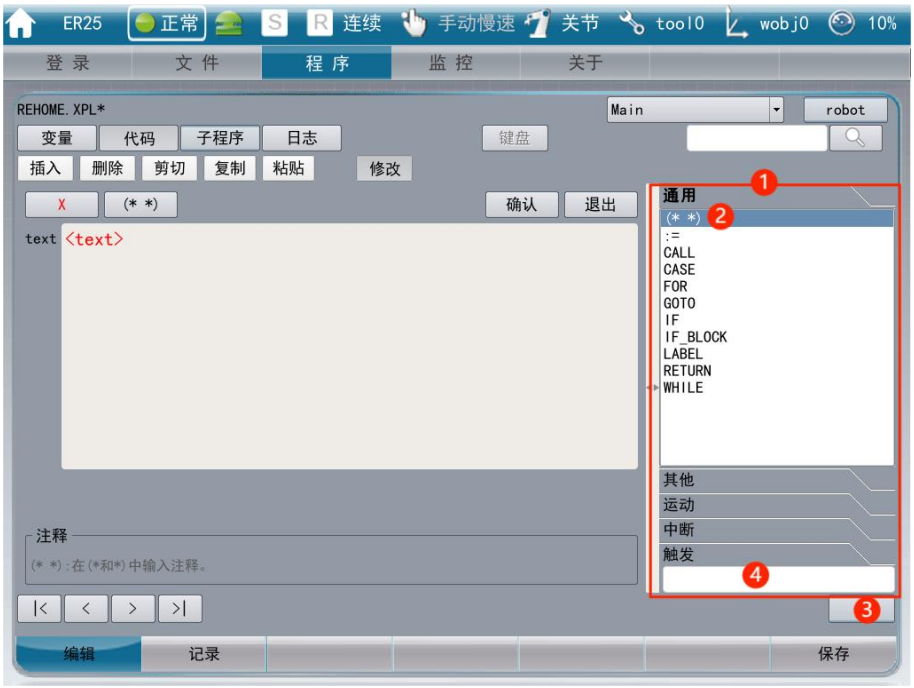


图 7.7.3.1.1-3 选中指令

4、导入指令后需要填入指令的参数。选中指令参数（1 处），点击值按钮（2 处）弹出参数输入窗，输入要填入参数的内容后点击 √ 按钮（3 处）即可将值填入参数中。

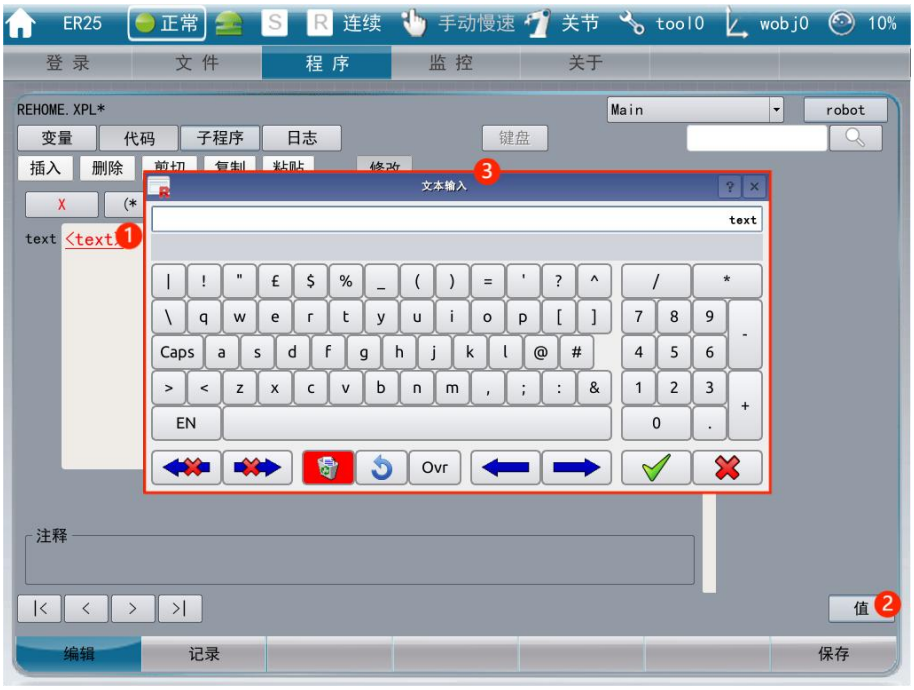


图 7.7.3.1.1-4 填充参数

5、填充好参数后点击确认按钮（1 处）将编辑的指令更新到代码页中。点击退出按钮（2 处）则取消修改。

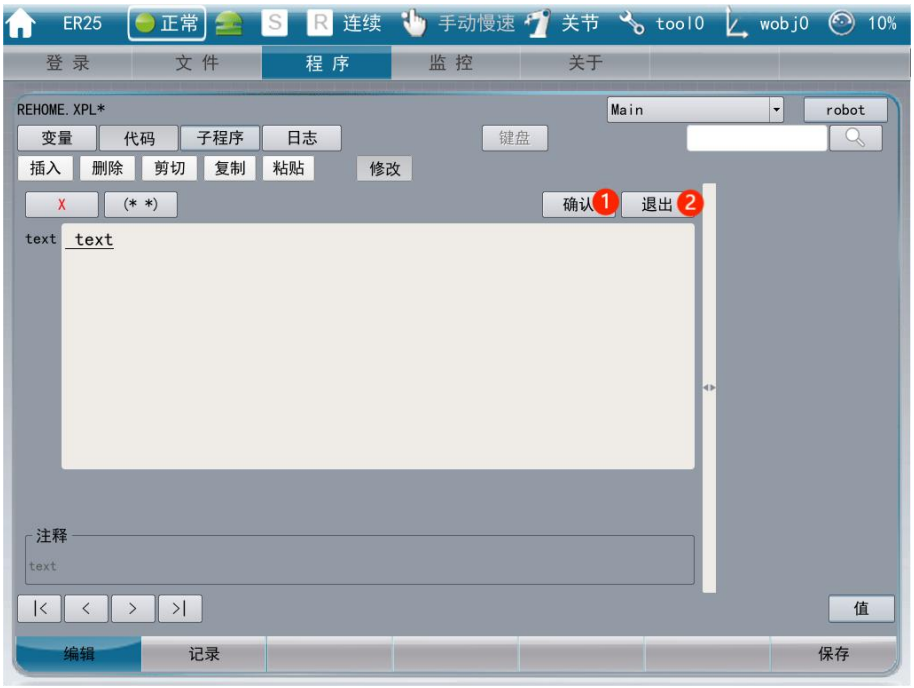


图 7.7.3.1.1-5 确定修改

6、指令修改确认后，回到程序-代码页可以看到新插入的指令（1 处）。

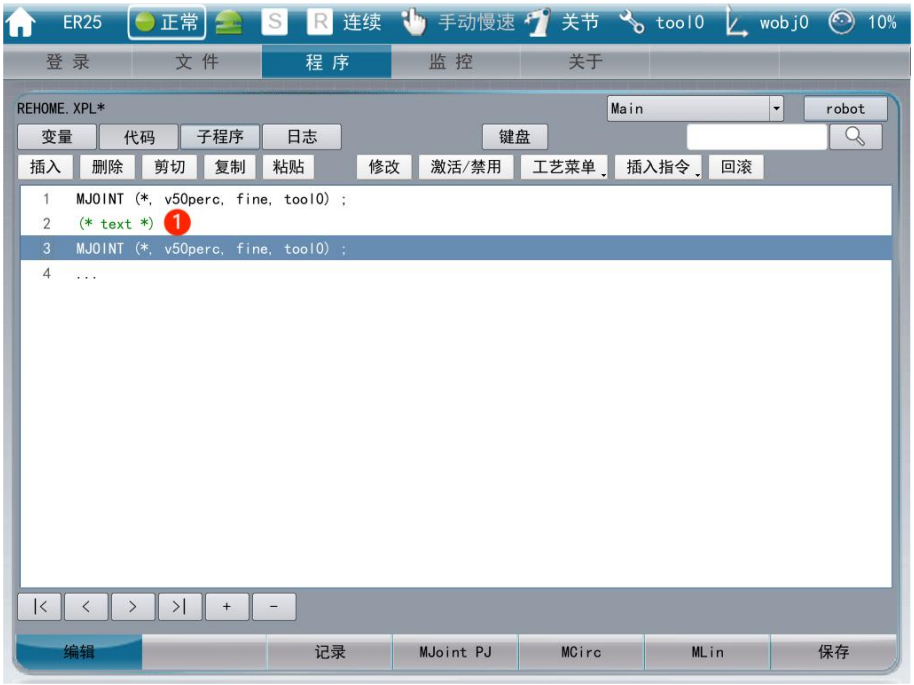


图 7.7.3.1.1-6 插入完成

7、目前 RPL 程序语言包括 Common（通用）、Movement（运动）、Interrupt（中断）、Other（其他）、Trigger（触发）五种指令集。如下图所示：

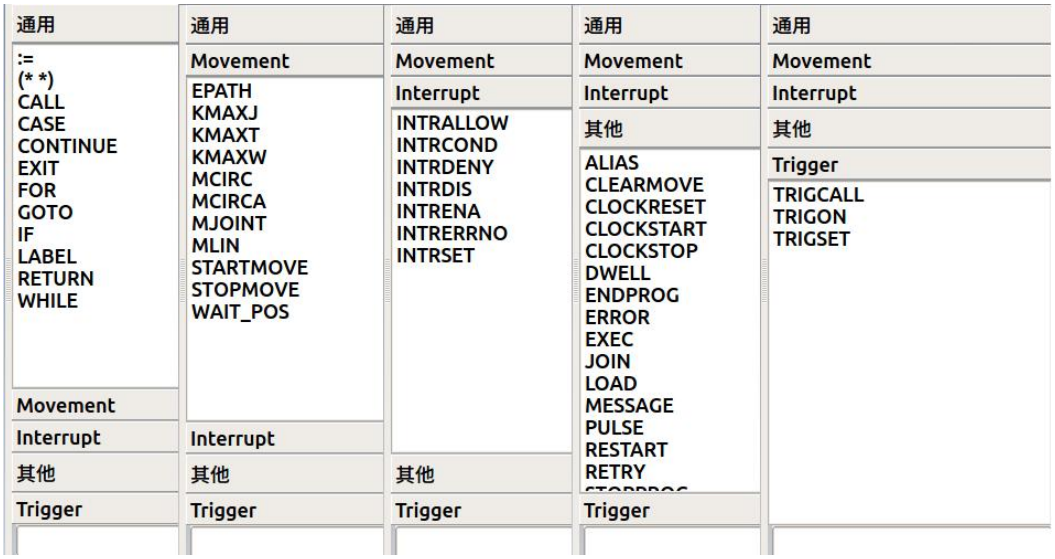


图 7.7.3.1.1-7 RPL 指令种类

7.7.3.1.2 调用子程序

子程序的调用，其实也就是插入一条 CALL 指令。

1、按上一小节所述，插入一条 CALL 指令。子程序参数选择自定义的 sub 子程序（1 处）后点击<<按钮（2 处）导入到参数中（3 处）。

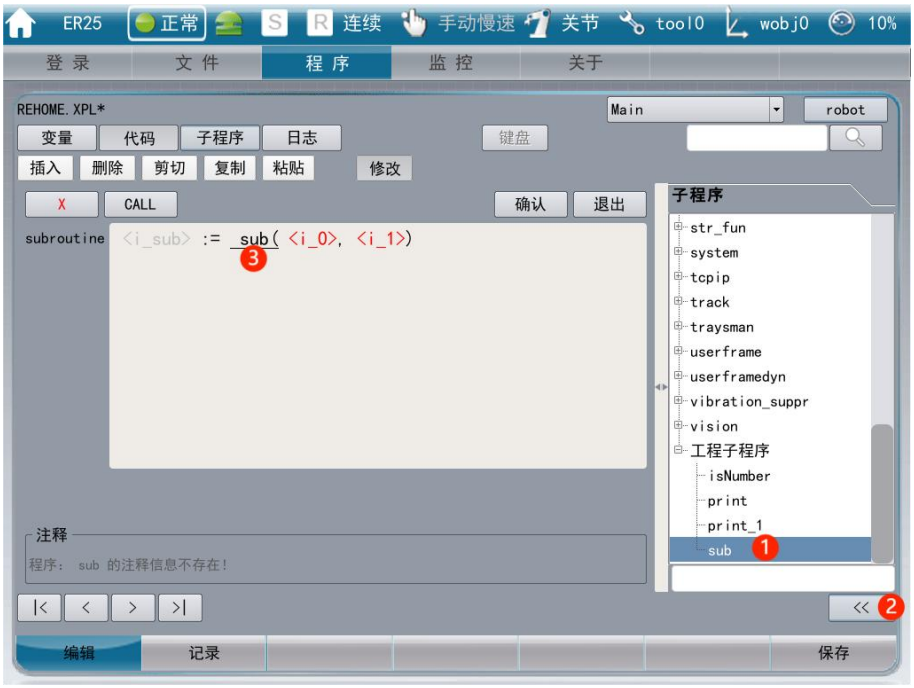


图 7.7.3.1.2-1 插入 CALL 指令

2、俩个输入参数分别以值得方式填入 0 和 1（1 处）；输出参数填入工程变量中得 global_i_0（2 处），点击<<按钮（3 处）导入；然后点击确定按钮（4 处）。

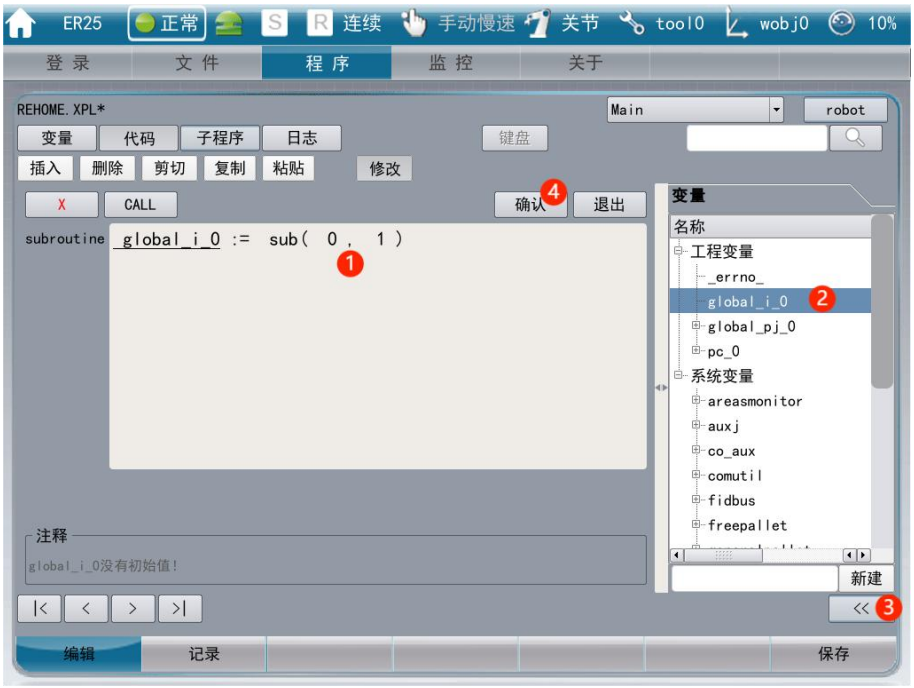


图 7.7.3.1.2-2 填充 CALL 指令参数

3、CALL 指令插入完成后可以在代码页中看到子程序 sub 得调用（1 处）。

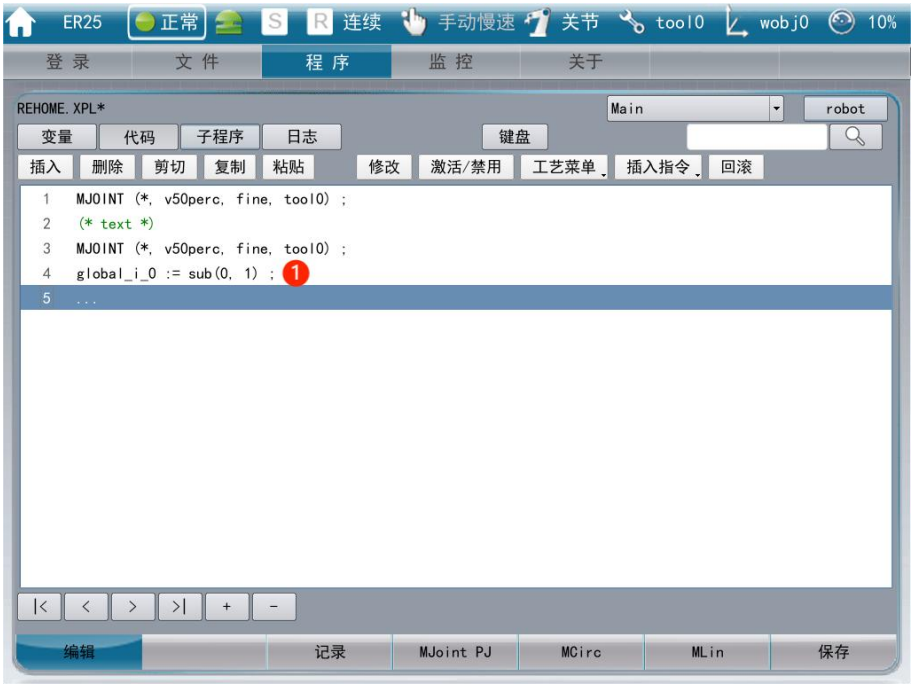


图 7.7.3.1.2-3CALL 插入完成

7.7.3.2 删除

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中要删除的指令（3 处），点击删除按钮（4 处）即可删除一条指令。

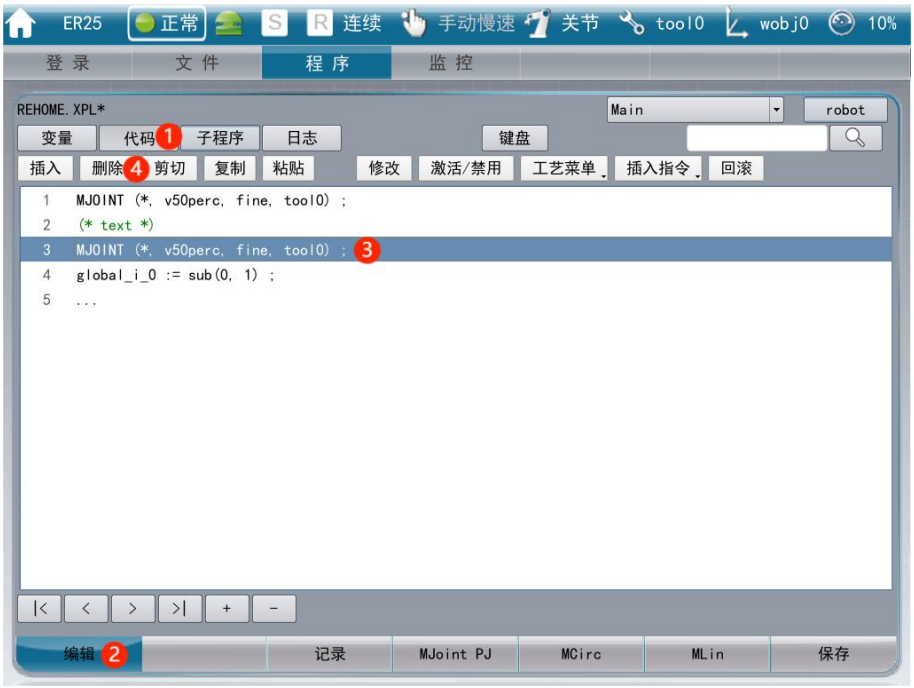


图 7.7.3.2-1 选中指令行删除

2、删除成功后，代码行界面更新为最新状态。注意此操作不可逆

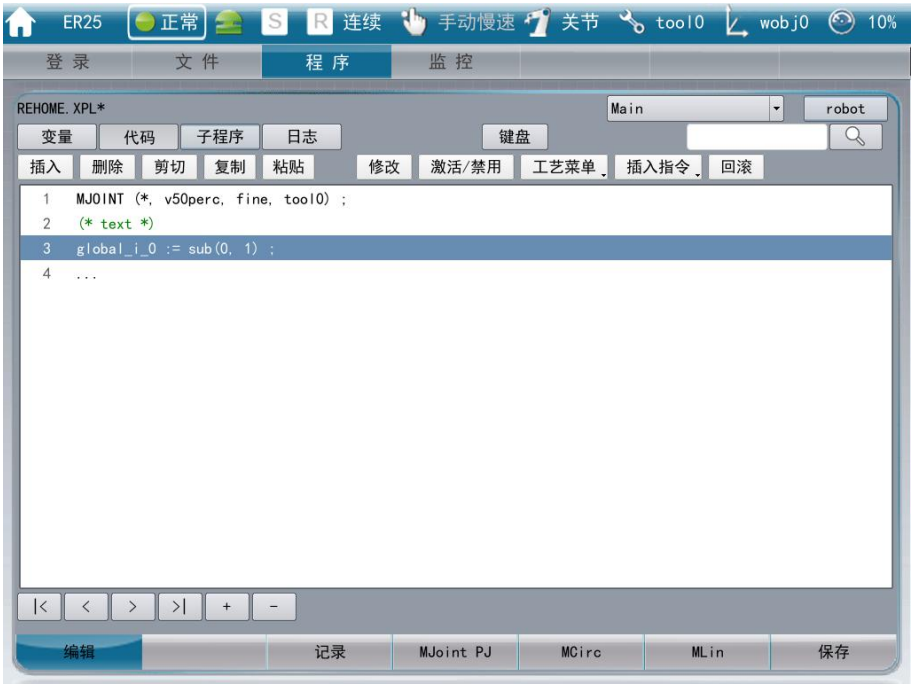


图 7.7.3.2-2 删除完成

3、代码页界面支持多行选中，选中连续多行指令点击删除按钮，可以多行一起删。

7.7.3.3 剪切/粘贴

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中一行指令（3 处），点击剪切按钮（4 处）将删除选中的指令，并将指令内容复制到粘贴板。

图 7.7.3.3-1 剪切指令

2、剪切完成后，选中需要粘贴指令的位置（1 处），点击粘贴按钮（2 处）将弹出粘贴确认提示窗（3 处）。

图 7.7.3.3-2 粘贴指令

3、在粘贴提示窗中点击时是按钮，将粘贴板中的指令复制到指定位置。

图 7.7.3.3-3 粘贴指令完成

7.7.3.4 复制/粘贴

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中一行指令（3 处），点击复制按钮（4 处）将指令内容复制到粘贴板。

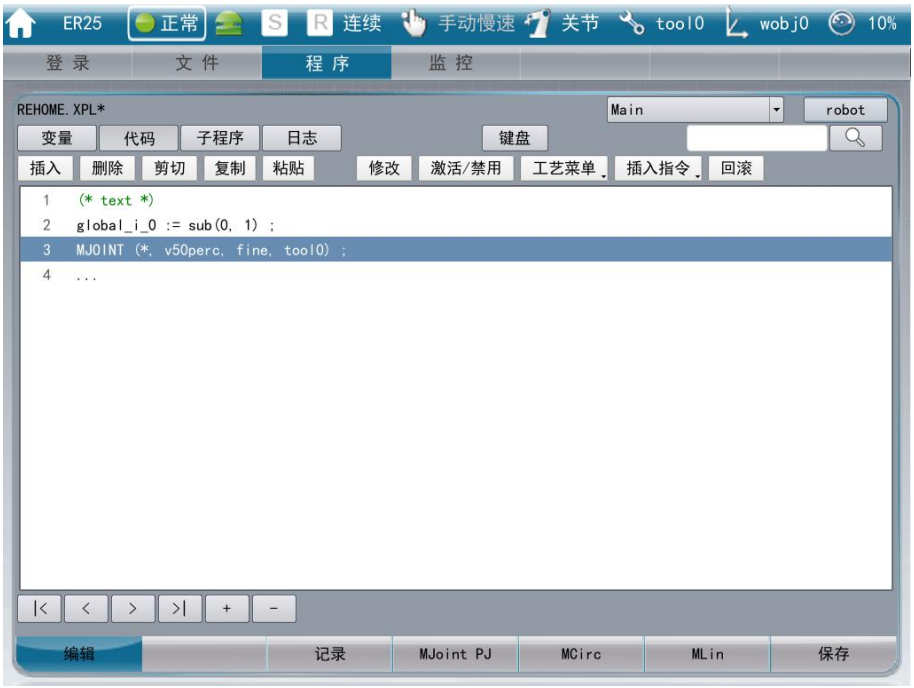


图 7.7.3.4-1 复制指令

2、粘贴步骤和上一小节一致，成功粘贴将可以看到粘贴板的指令被复制了一行。

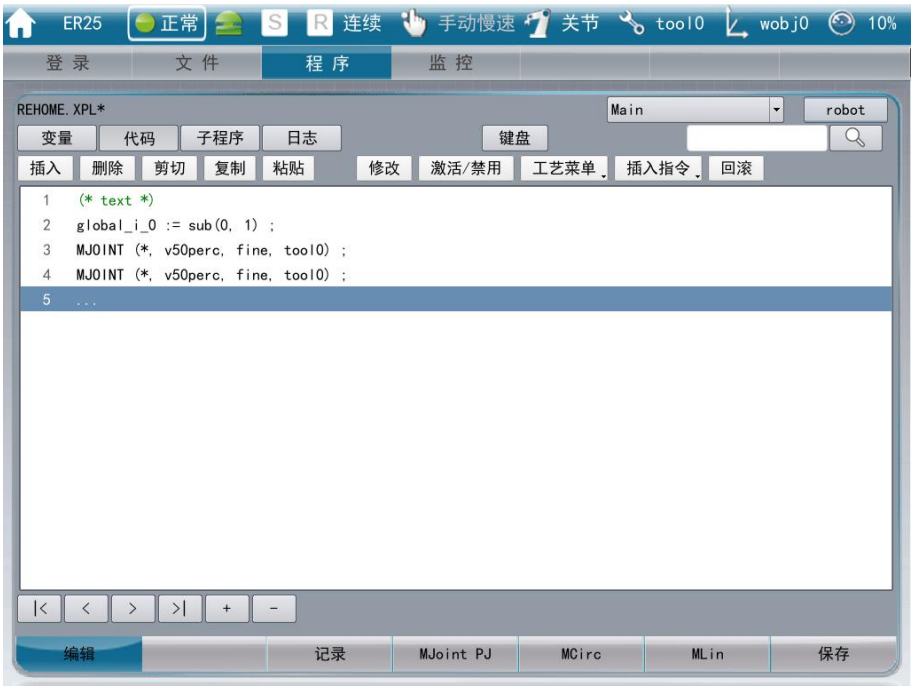


图 7.7.3.4-2 复制/粘贴完成

3、代码页界面支持多行选中，选中连续多行指令点击复制/剪切，可以多行一起复制/剪切，然后多行粘贴。

7.7.3.5 跨程序粘贴

粘贴板中的指令数据支持跨程序粘贴。操作如下：

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中一行指令（3 处），点击复制按钮（4 处）将指令内容复制到粘贴板。

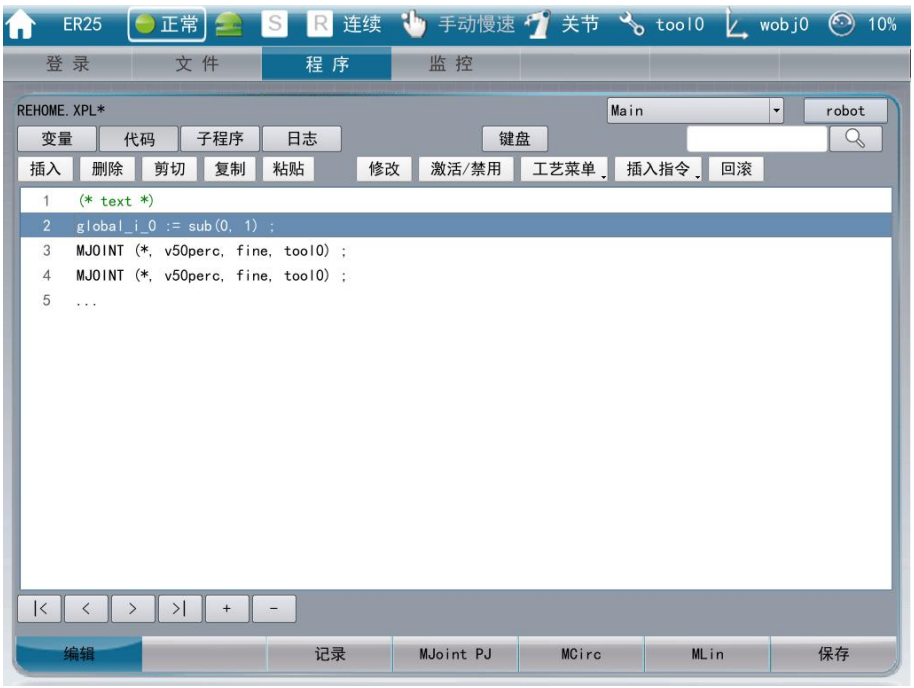


图 7.7.3.5-1 复制一条指令

2、切换当前程序到 print_1（1 处，以此为例，并不限制于此）。

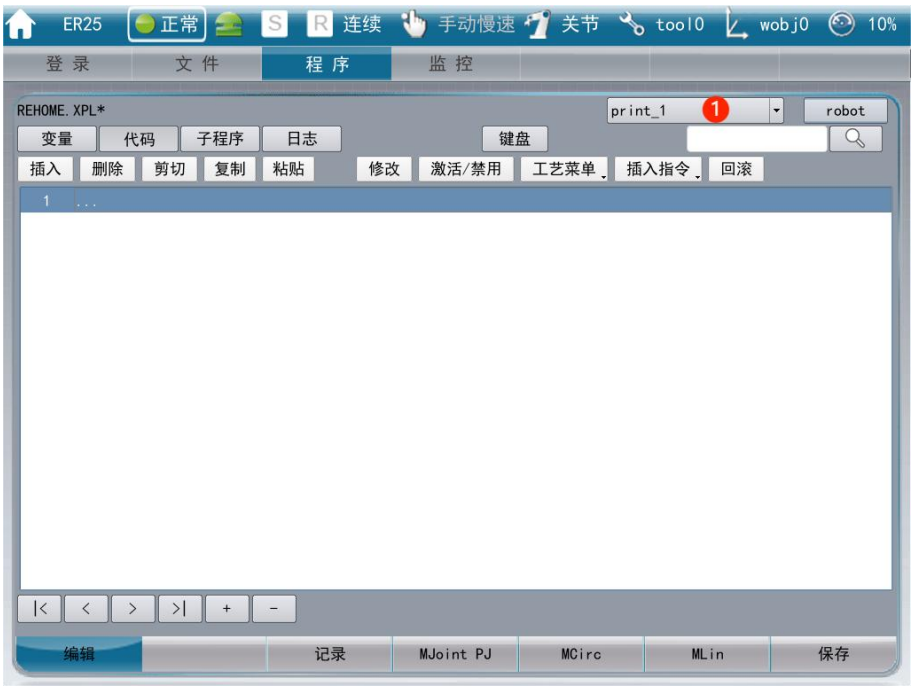


图 7.7.3.5-2 切换程序

3、选中一行指令（1 处）为粘贴的位置，点击粘贴按钮（2 处），弹出粘贴提示窗（3 处），点击窗口的是按钮（4 处）执行粘贴。

图 7.7.3.5-3 粘贴指令

4、成功粘贴后，将会把主程序 Main 中的代码行复制到子程序 print_1 中。

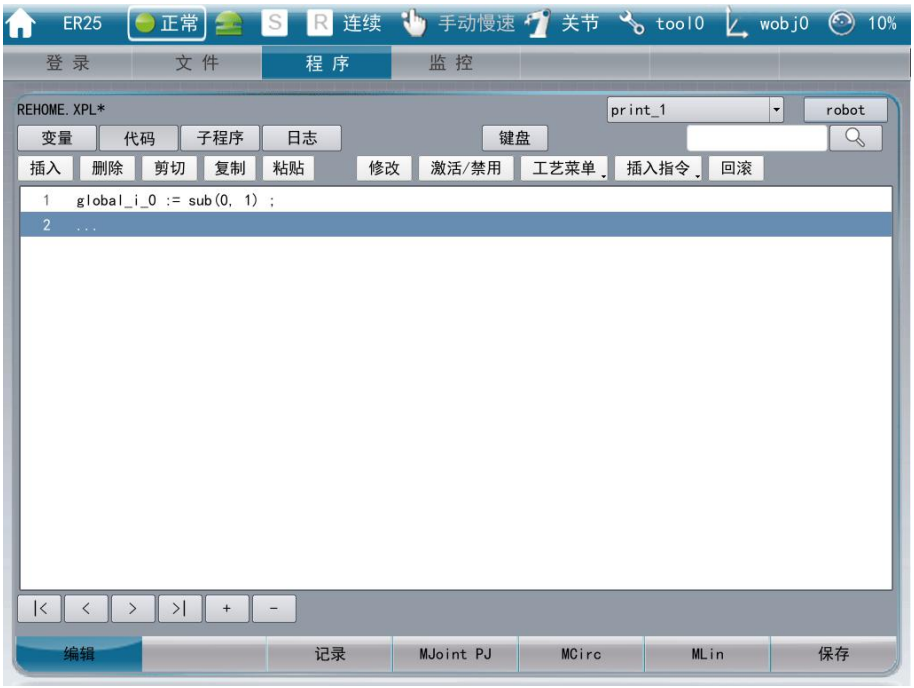


图 7.7.3.5-4 粘贴完成

5、此过程同样支持多行操作。

7.7.3.6 修改

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中一行指令（3 处），点击修改按钮（4 处）将进入指令编辑界面。

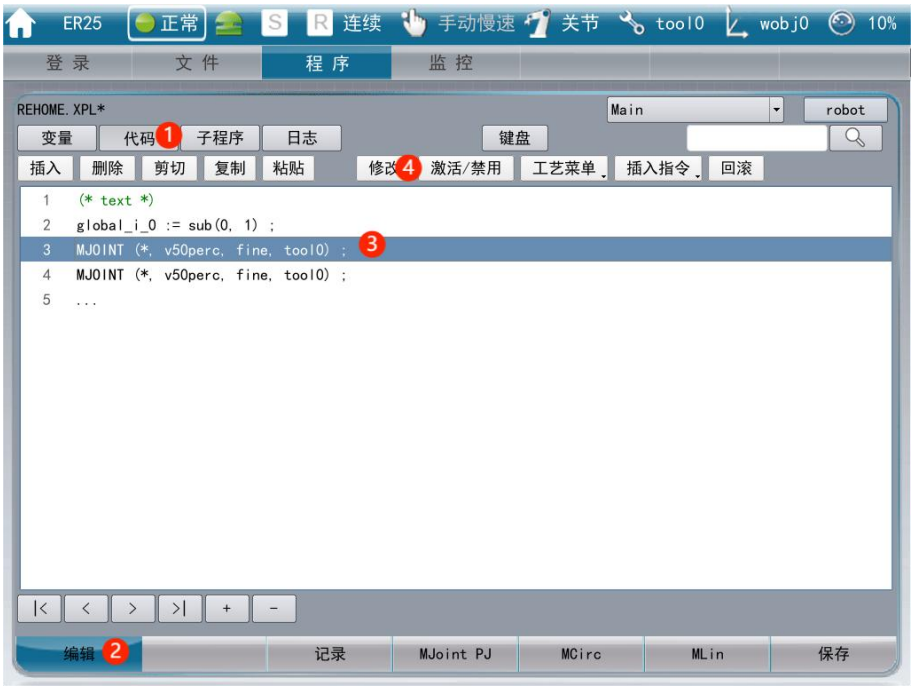


图 7.7.3.6-1 选中要修改的指令

2、指令修改页的内容如下：

图 7.7.3.6-2 指令修改界面

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。

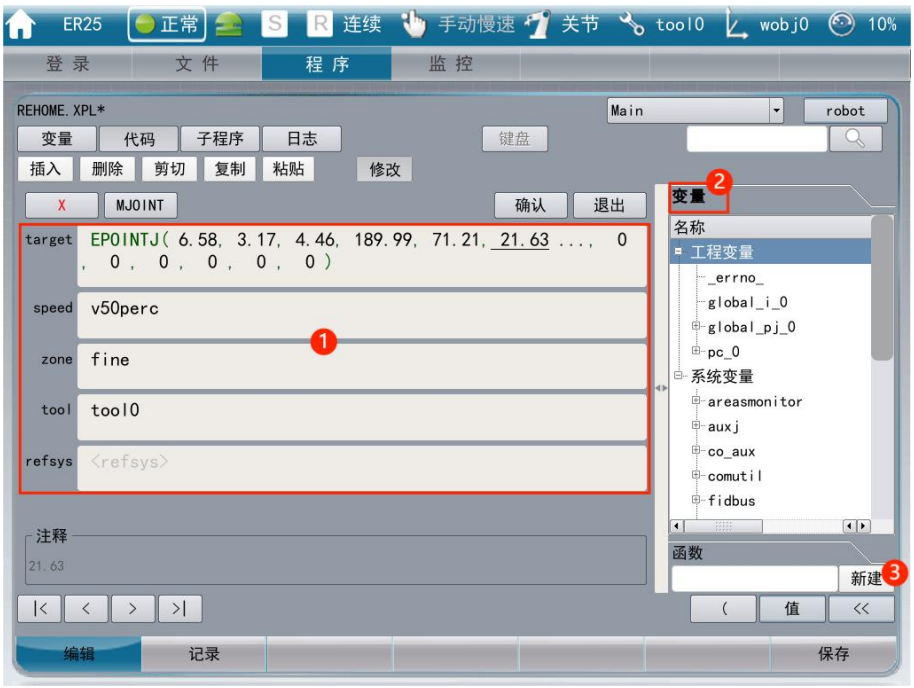


图 7.7.3.6-3 指令参数修改界面

标记 1 显示当前指令所需要的参数，点击现有参数，并点击标记 2“变量”，可以选择已有的变量作为指令的参数。如果需要新建变量，可以直接在编辑界面点击标记 3“新建”，快速地创建变量。

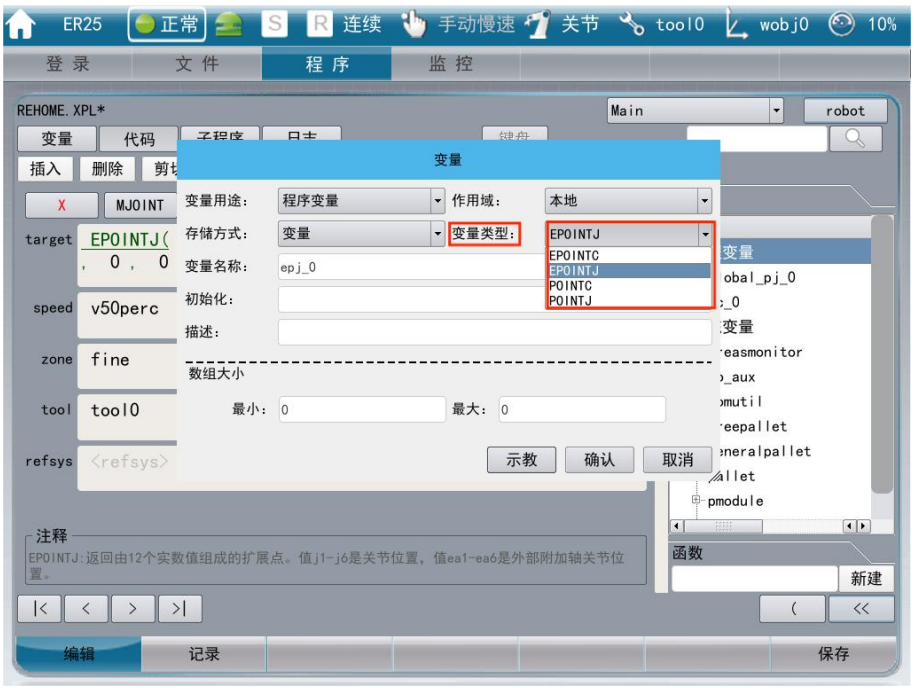


图 7.7.3.6-4 指令参数修改界面（新建变量）

在编辑界面点击新建变量可以快速建立指令当前参数所需要类型的变量。创建时，变量类型会自动限制为当前参数所需的类型。

7.7.3.7 禁用/激活

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中一行指令（3 处），点击激活/禁用按钮（4 处）将弹出指令禁用提示窗。

图 7.7.3.7-1 禁用指令（一）

2、点击指令禁用提示窗的是按钮（1 处），将禁用选中的指令（可以选中多行禁用）。禁用的指令行程序运行时会直接跳过，不执行。

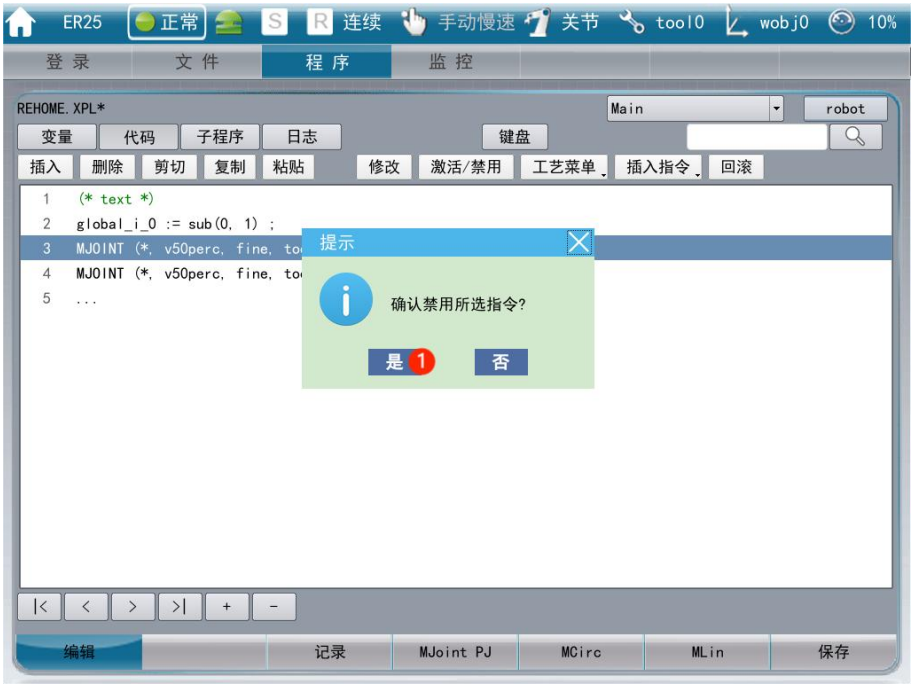


图 7.7.3.7-2 禁用指令（二）

3、当指令被禁用时，指令会一横线的形式显示（1 处）。当选中注释的指令，再次点击激活/禁用按钮（2 处）时，可以激活所禁用的行。

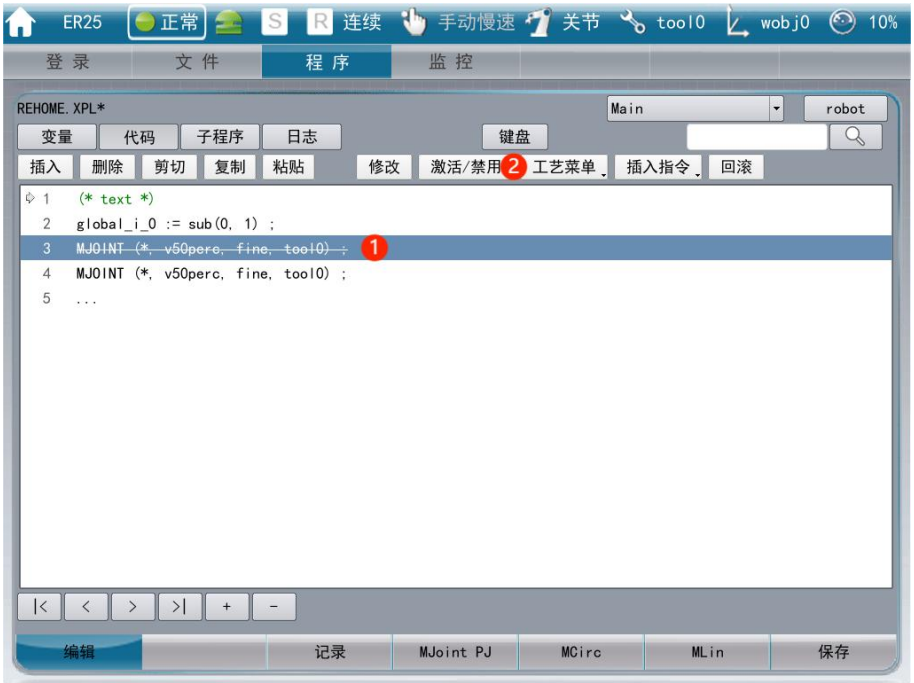


图 7.7.3.7-3 激活指令

4、激活/禁用功能可以选中多行一起操作。当选中的行全为激活状态，则禁用所有选中的行；

当选中的行全为禁用状态，则激活所有选中的行；当选中的行即有禁用的行也有激活的行，则禁用所有的行。

7.7.3.8 工艺菜单/指令收藏

收藏指令，使用 CALL 指令调用部分模块的子程序时，可以对模块的子程序进行收藏，点击收藏之后，子程序被保存至工艺菜单，可以程序界面通过工艺菜单的下拉框快速插入对应程序。目前支持收藏最多 14 条指令。

1、执行修改指令的操作，选中 CALL 指令（1 处），点击<<按钮（2 处）进入 call 指令的编辑界面。

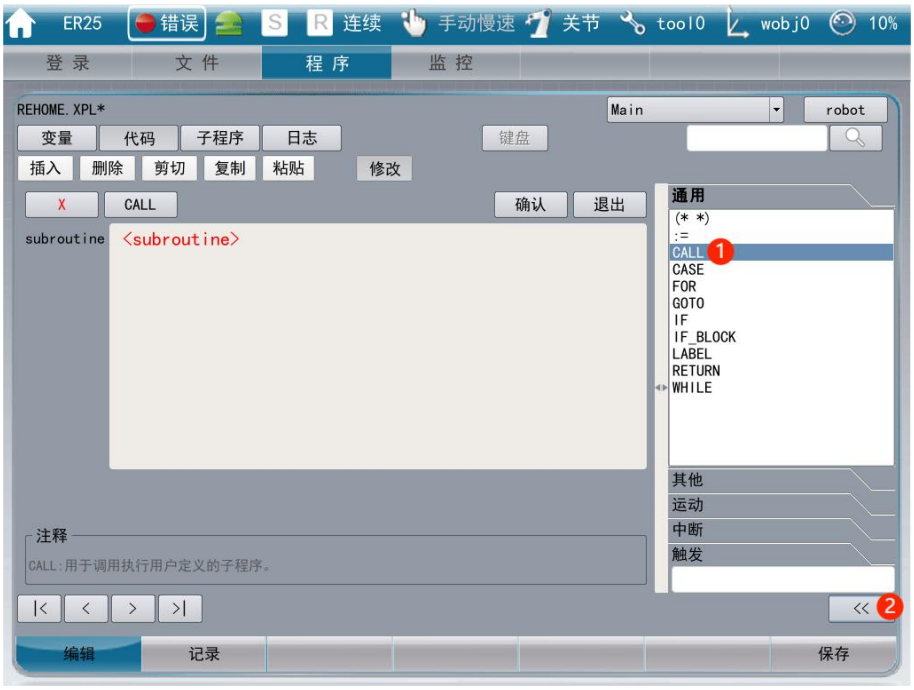


图 7.7.3.8-1 修改指令选中 CALL

2、选中 CALL 指令的子程序参数，选择工艺 traysman 的 PalletClr 指令（1 处），点击<<按钮（2 处）。出现收藏至工艺菜单按钮（3 处），点击此按钮可以将工艺指令 traysman.PalletClr 收藏至工艺菜单。

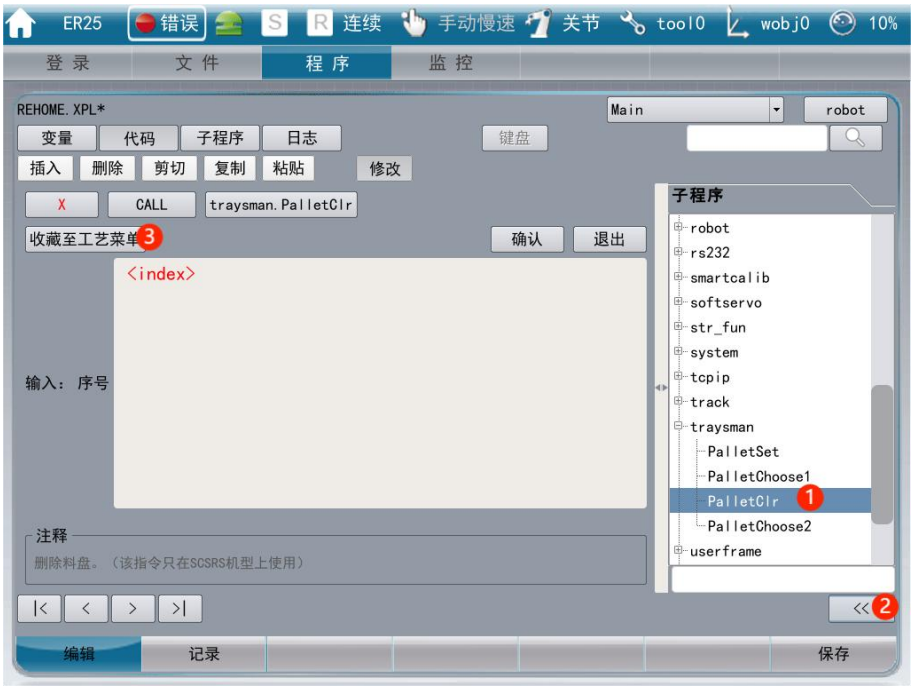


图 7.7.3.8-2 CALL 指令参数选择工艺指令

3、对于已经收藏到工艺的指令，收藏按钮文字会变成“已收藏”（1 处），再次点击此按钮，可以取消该指令的收藏。

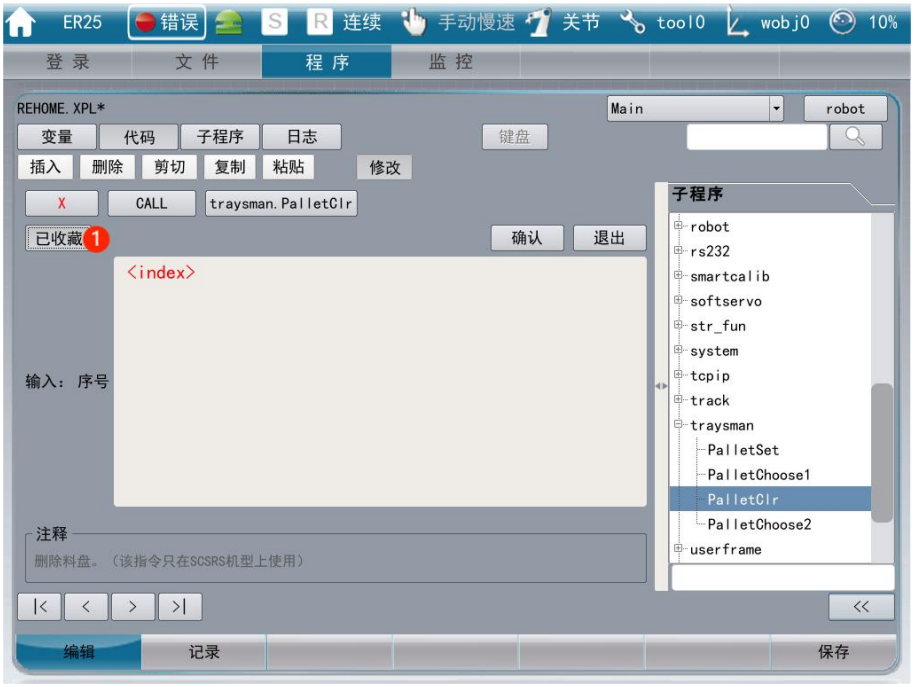


图 7.7.3.8-3 取消已经收藏的工艺指令

4、点击代码行界面的工艺按钮（1 处），会以下拉框的显示已经收藏的指令（2 处），点击下拉框里的指令，可以快速插入相关指令。（快速插入的工艺指令是不带参数的，插入成功后需要点击修

改按钮去设置参数。）

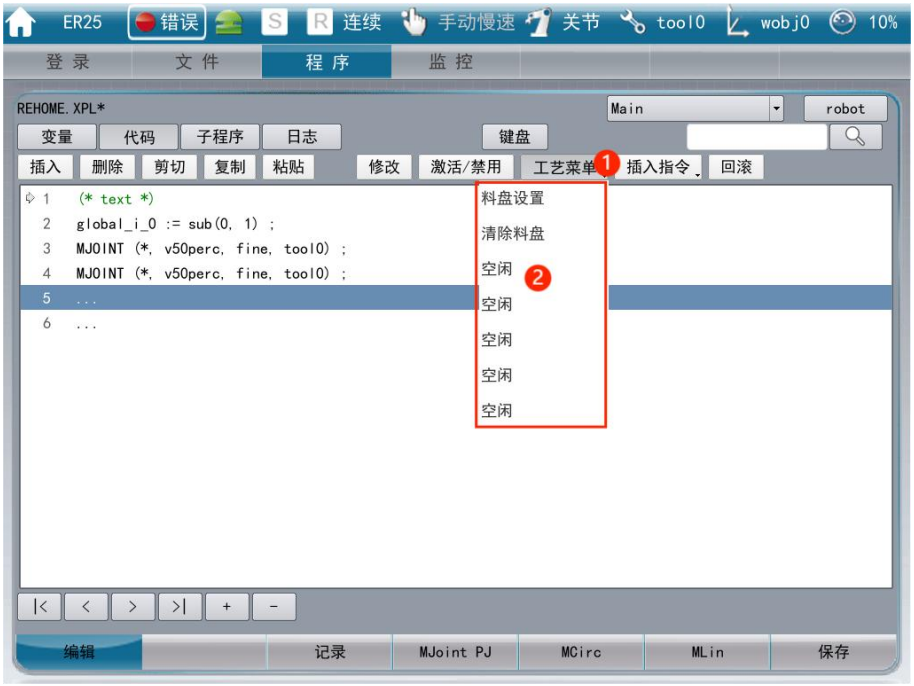


图 7.7.3.8-4 快速插入收藏的指令

7.7.3.9 插入指令（快捷）

1、进入程序-代码页（1 处），点击编辑按钮（2 处），选中一行指令（3 处），点击插入指令按钮（4 处）弹出指令下拉框（5 处），点击下拉框中的指令将直接进入所选指令的编辑界面（图 7.7.3.9-2）。

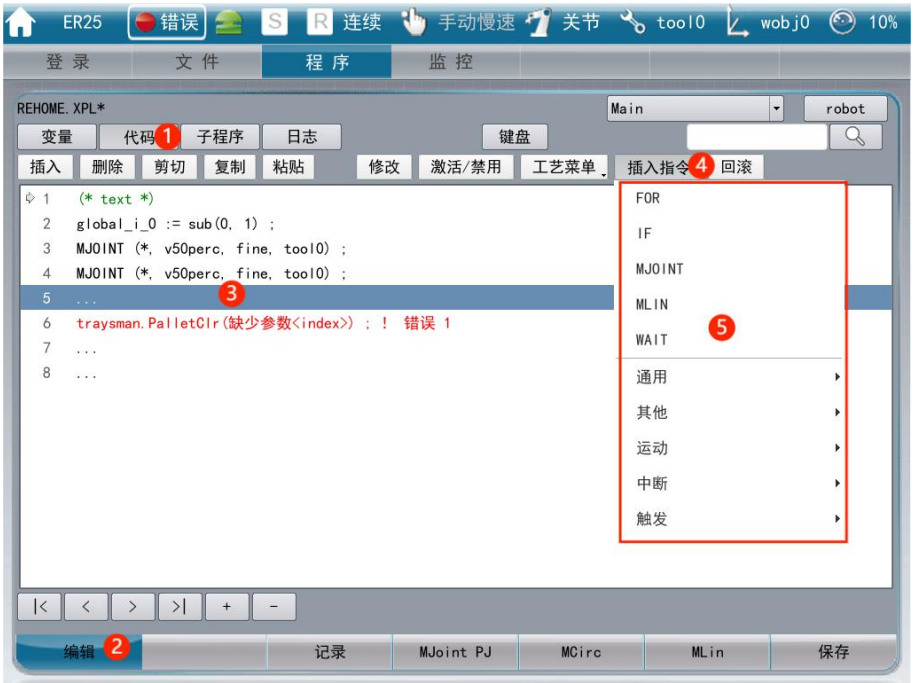


图 7.7.3.9-1 快捷插入指令

图 7.7.3.9-2 快捷插入指令进入指令编辑界面

7.7.3.10 回滚

1、当选中的任务程序有改动时，任务文件名的显示会带*号（1 处），此时点击回滚按钮（2 处）可以撤销当前文件的所有修改，回到文件最后一次保存的状态。

图 7.7.3.10-1 回滚操作

2、点击回滚操作的提示窗上的是按钮（1 处），确定执行回滚操作。

图 7.7.3.10-2 回滚提示

3、回滚完成后，任务文件名*号将小时，程序回归到最后一次保存状态。

图 7.7.3.10-3 回滚完成

7.7.3.11 键盘编辑

1、在编辑模式下，点击程序界面的键盘按钮（1 处），可以直接输入文本完成对指令的编辑。键盘支持英文/中文模式（2 处），点击“汉语”按钮可切换至英文模式，上方文字选择栏（3 处）可

支持拖拽对文字的翻页选择。

图 7.7.3.11-1 指令的文本输入（一）

2、进入键盘编辑模式，选中一行指令（1 处）进行编辑，键盘输入一行指令文本（2 处）。

图 7.7.3.11-2 指令的文本输入（二）

3、文本输入完成，切换行或者取消键盘模式会将文本内容转化为指令（1 处）。注意：如果指令输入格式错误，将会转化为注释指令。

图 7.7.3.11-3 指令的文本输入（三）

7.7.3.12 切换和放大

1、代码行的选中项除了通过点击切换之外，还可以通过左下角的四个按钮控制。控制效果如下：

置顶：选中代码行列表的头行；

上一个：选中当前选中项的上一行；

下一个：选中当前选中项的下一行；

置底：选中代码行列表的尾行。

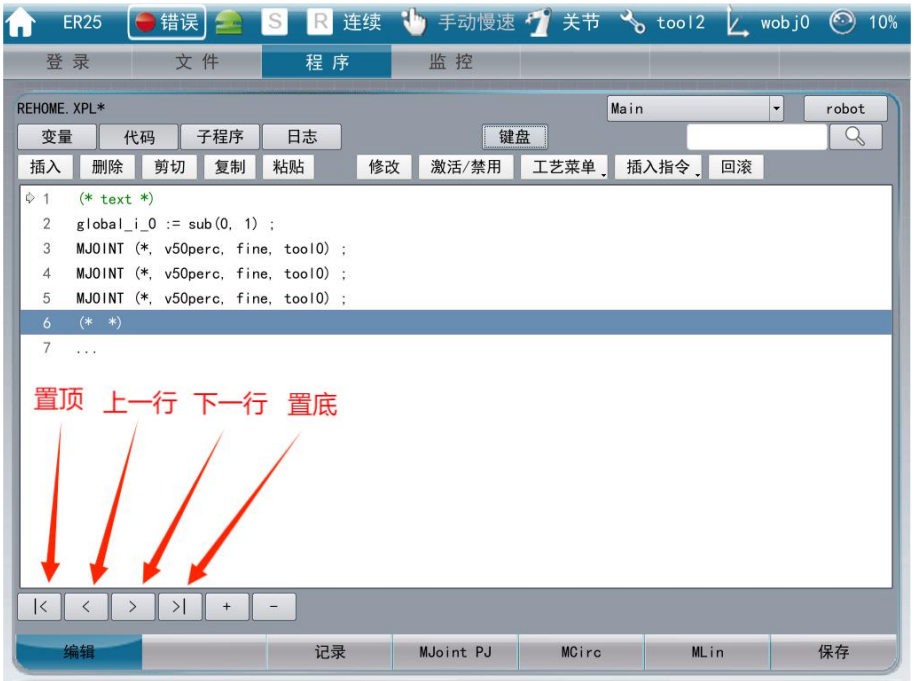


图 7.7.3.12-1 代码行切换

2、代码显示的文字大小可以通过放大缩小按钮（1 处）进行调整。

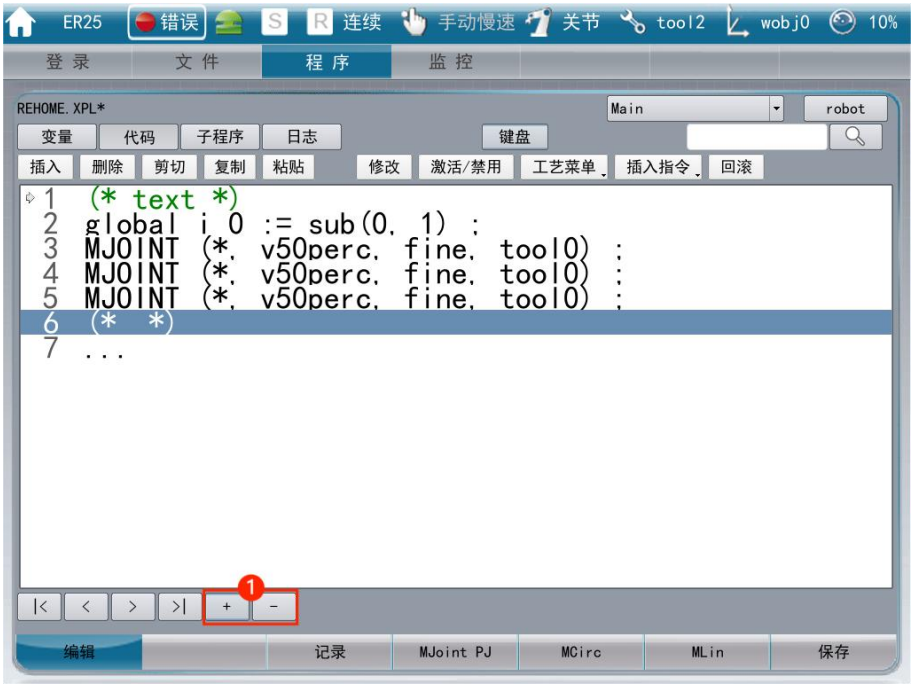


图 7.7.3.12-2 代码行放大

7.7.4 日志查看和清除

日志的选中项可以通过左下角四个操作按钮控制（1 处。置顶，上一行，下一行，置底）；点击右下角的清除按钮（2 处）可以清除所有日志。

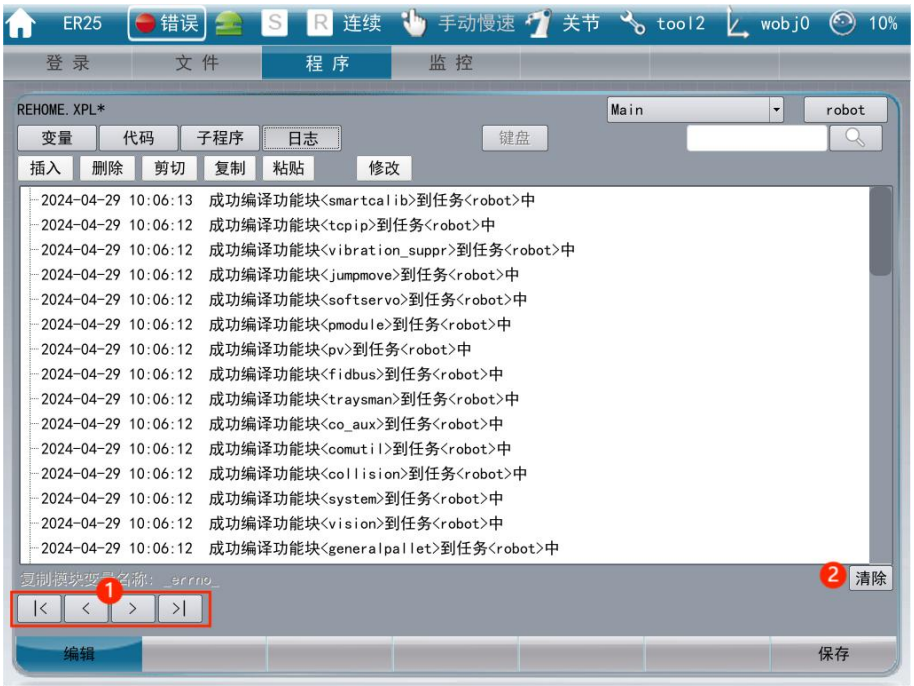


图 7.7.4-1 代码行放大

7.7.5 保存

1、程序编辑完成点击保存按钮（1 处）将编辑内容保存到程序文件。

注意：编辑的内容保存在控制器内存中，如果不保存到程序文件，重启控制器后，未保存的编辑内容会被重置。

图 7.7.5-1 程序保存

2、除了保存按钮，在退出编辑模式时，会提示是否保存编辑内容。

7.8 记录

在程序界面，“记录”按钮可以快速对点位数据进行修改值。其本质是将机器人当前位置的数据设置为所选点位类型变量或函数的数据。

7.8.1 变量页记录

1、在程序-变量页选中一个点位变量（1 处），点击记录按钮（2 处），弹出变量记录提示窗（3 处），点击提示窗的是按钮（4 处）确定记录到选中点位的初始值。

勾选不再询问按钮（5 处），此弹窗在下一次代码页更新操作（切换任务，切换子程序，重新加载等操作）发生前，将不再弹出此对比窗。

图 7.8.1-1 变量页记录

2、记录完成可以看到，所选择的点位变量的初始值已经更新为当前点位数据（1 处）。

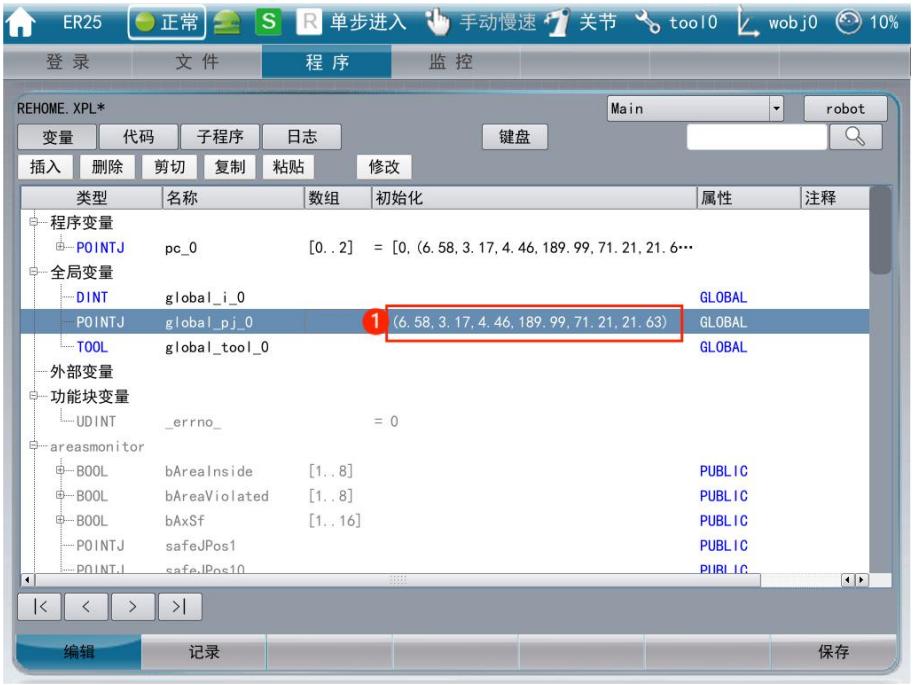


图 7.8.1-2 变量页记录结果

3、对于点位数组变量点击记录时，会要求填入要记录的元素索引（1 处），输入索引点击是完成对数组指定元素的记录。

图 7.8.1-3 变量页记录结果

4、点位变量记录成功后会有提示窗。

图 7.8.1-4 记录成功提示窗

7.8.2 代码页记录

1、选中某行运动指令（1 处），点击记录按钮（2 处）。若选中非运动指令或者双点位运动指令，比如 mcirc，则弹出响应提示框（3 处）。

图 7.8.2-1 非运动指令，单击记录按钮后的响应

2、选中可以示教的指令（1 处），点击“记录”按钮（2 处），弹出快速更新框（3 处），左侧为指令中点位信息，右侧为当前修改后的点位信息。点击确认按钮（4 处），将当前位置设置为所选指令的点位数据，点取消按钮（5 处）取消操作。

勾选不再询问按钮（6 处），此弹窗在下一次代码页更新操作（切换任务，切换子程序，重新加载等操作）发生前，将不再弹出此对比窗。

图 7.8.2-2 点位更新框

3、针对用户坐标系和工具坐标系有不一致时候，点击记录按钮会有弹窗提示。

图 7.8.2-3 坐标系不一致提示窗

7.8.3 代码编辑页记录

选中一行指令进入指令编辑页，选中点位参数（1 处，函数或者变量），点击记录按钮（2 处）弹出记录问询窗（3 处），点击问询窗的是按钮（4 处）确定对点位参数进行数据更新。

勾选不再询问按钮（5 处），此弹窗在下一次代码页更新操作（切换任务，切换子程序，重新加载等操作）发生前，将不再弹出此对比窗。

图 7.8.3 指令编辑页点位参数记录

第 8 章　坐标系管理

8.1　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。

8.2　工具坐标系标定

工具坐标系分为两类，一类是工具装夹在机器人法兰末端，工具坐标随着机器人移动，这种也是我们通常所说的工具坐标系。另一类是操作过程中，移动工件，而工具不动，这种工具叫做外部工具，又叫固定工具。两种坐标系标定方法相同，分为：TCP&默认方向、TCP&Z 和 TCP&Z，X。

表 8-1 工具坐标系标定方法说明

	方法说明
标定方法	TCP&默认方向：普通工具时的方向与法兰末端一致，外部工具时，和基坐标系一致。 TCP&Z：工具的 Z 方向需要标定确定。 TCP&Z，X：工具的 Z，X 方向需要标定确定。

8.2.1　工具标定

通用工具标定和外部工具标定方法类似。下面以 TCP&默认方向标定为例，说明标定的操作步骤。

表 8-2 TCP&默认方法工具标定操作流程

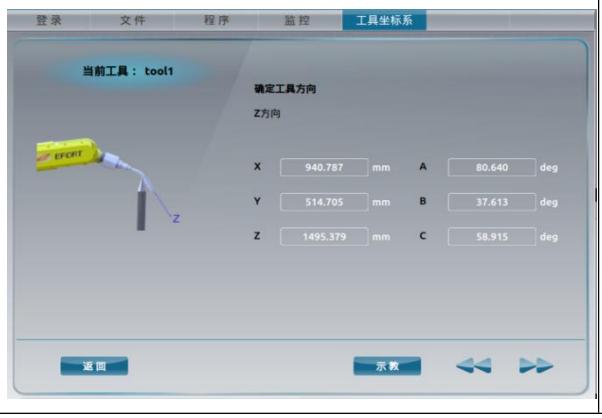
步骤	图示	描述
1.在桌面点击**“工具坐标系”**的图标，计入工具标定设置界面。		所有已定义的工具坐标系名称列表。 手动标定的方法，包括 TCP(默认)，TCP&Z 以及 TCP&Z，X 三种方法。 右上角显示为当前坐标系类型，分为正常和外部两种工具。 标定类型有正常和外部两种模式，标定时注意修改标定类型，标定时当前工具类型不改变，只有当标定完成后，保存计算结果时才会保存标定类型。 记录点位和计算，正常和外部工具的操作方式相同。

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。		移动机器人将工具末端对准参考尖点。 点击**“示教”**按钮，将当前机器人位置记录。 示教完成后，点击右箭头图标标定下一个点。 **注：标定点是机器人以不同的姿态去对准同一个尖点。** 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。
3. 标定第二点界面。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。 点击**“示教”**按钮，将当前机器人位置记录。 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，并返回主界面。 点击**“返回”**按钮，可不保存标定结果，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 8-3 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。 点击“**示教**”按钮，将当前机器人位置记录。 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。 点击“**示教**”按钮，将当前机器人位置记录。 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，并返回主界面。 点击“**返回**”按钮，可不保存标定结果，返回设置界面。

8.2.2 修改工具

表 8-4 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。		这里工具类型修改正常和外部两种工具类型。修改完保存即可生效。 在白色的编辑框中输入工具坐标系的数值。 点击“**保存**”按钮，将当前计算结果保存到指定的工具中。 点击“**返回**”按钮，结束编辑，返回设置界面。
		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。

8.2.3 工具负载设定使用说明

8.2.3.1 设置工具负载信息

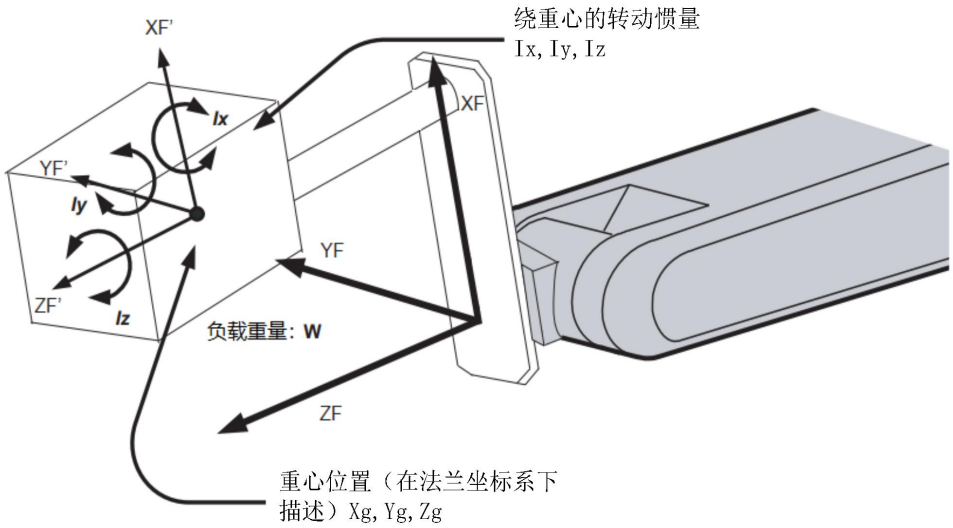
注意：

设置工具正确负载信息的必要性

- 当负载被安装后，在操作机器人作业或示教前请先设定好负载信息；
- 加载负载的参数修改后可能会影响相同路径下的机器人运行速度；
- 当负载信息设置错误时可能会降低减速机等传动部件使用寿命或触发系统报警；
- 为避免工具与外部设备碰撞造成机械损伤，在执行作业前一定要检查作业路径。

8.2.3.1.1 工具负载信息

工具负载信息包括重量、重心位置和安装在法兰上的工具重心处的转动惯量



相应机型的法兰坐标系方向可以通过将工具 tool0 激活后 jog 点动工具坐标系的各坐标方向确定。

8.2.3.1.2 计算工具负载信息

● 重量：W（单位 kg）

设置所安装工具端的总重量，如工具正带有负载，则设置工具与负载的总质量。

不要求设置完全正确的值，但是建议设置一个比实际负载稍大的值。将数值四舍五入，分数部分保留为 0.5 或 1 公斤。

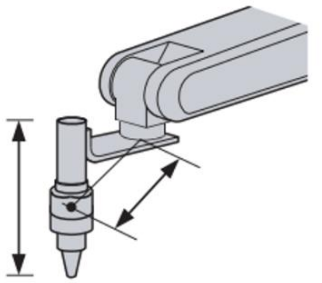
● 重心位置：X_g Y_g Z_g（单位：mm）

将所安装工具重心的位置设置为其在法兰坐标系中的位置。

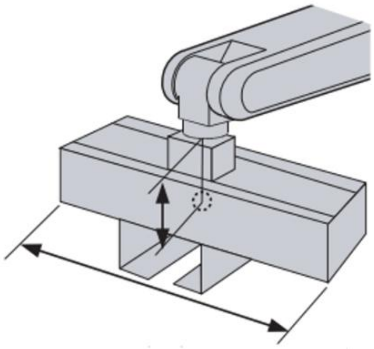
由于通常很难得到一个严格的重心位置，所以可以用一个粗略的值来设置。大致从工具的轮廓，假定并设置一个重心的位置。

● 绕重心坐标系的转动惯量：I_x I_y I_z（单位： kg.m^2）

它是工具在重心位置的转动惯量,该值是围绕质心坐标的每个轴计算的，质心坐标系的姿态由质心姿态定义坐标系欧拉角参数（A,B,C）定义，默认情况下该姿态欧拉角参数均为 0，即质心坐标系各坐标轴与法兰坐标系各坐标轴平行。质心坐标系的坐标原点位置在上述定义的重心位置（X_g，Y_g，Z_g）处。转动惯量参数不要求设置完全正确的值，但是建议设置一个比实际值稍大的值。该设置用于计算加载到机械臂各轴上的转动惯量。然而，当该数据非常小时，则不需要设置重心转动惯量。但是，当工具的转动惯量较大时(初步考虑，当工具尺寸约为法兰与重心距离的 2 倍以上时，认为工具较大)，则需要进行设定。



工具的尺寸不是特别大时。没有必要设置重心处的转动惯量。



工具的尺寸很大时。设置重心处的转动惯量是有必要的。

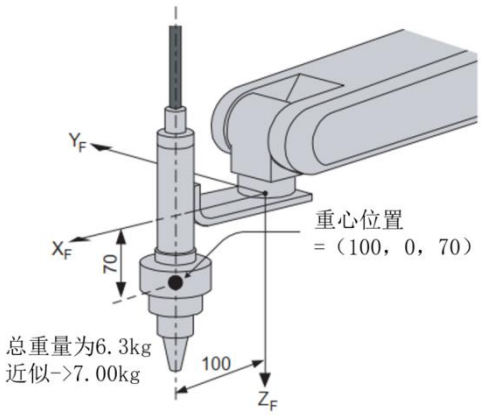
重心转动惯量的粗略值可以用以下方法计算：

- 通过将整个负载近似为立方体或者圆柱体进行估计计算
- 通过多个近似几何体的质量和质心位置进行复合计算

详细信息请参考下面的设置示例：

① **例 1：**

对于下面显示的示例，重心设置在法兰坐标系内表示，假设重心的位置位于中心略微倾斜到头部处：

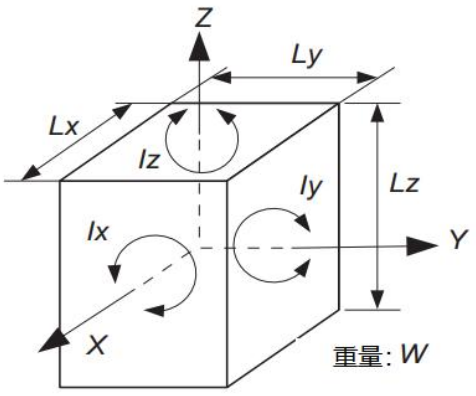


由于工具尺寸不是很大，所以不需要设置重心的转动惯量，具体设置如下：

参数	数值	单位
W	7.000	Kg
X_g	100.000	mm
Y_g	0.000	mm
Z_g	70.000	mm
I_x	0.000	kg.m2
I_y	0.000	kg.m2
I_z	0.000	kg.m2

长方体和圆柱的自身转动惯量计算

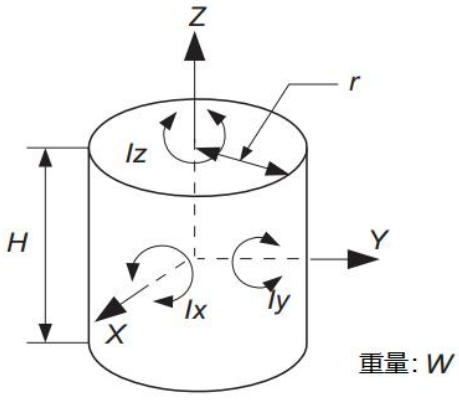
当重心在中心时，长方体和圆柱体的自身转动惯量可由以下表达式计算：
计算重心转动惯量时可供参考



$$Ix = \frac{Ly^2 + Lz^2}{12} * W$$

$$Iy = \frac{Lx^2 + Lz^2}{12} * W$$

$$Iz = \frac{Lx^2 + Ly^2}{12} * W$$



$$Ix = Iy = \frac{3r^2 + H^2}{12} * W$$

$$Iz = \frac{r^2}{2} * W$$

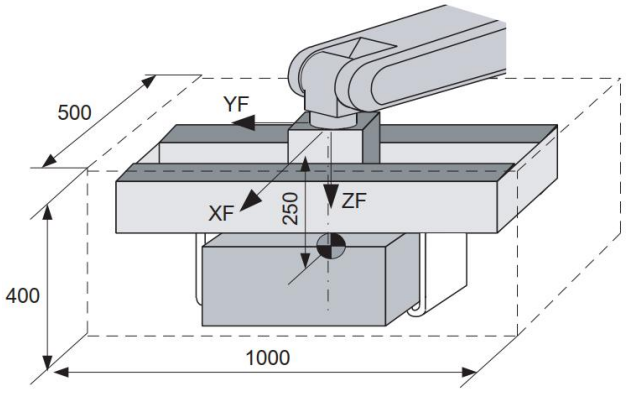
* 重量单位 ：[kg]
* 长度单位 ：[m]
* 惯量单位 ：[kg·m^2]

② **例 2：**

当工具和工件的整体尺寸相对于从法兰到重心位置的距离较大时，有必要设置重心处的转动惯量。

通过将整个工具近似为长方体或圆柱体的形状，从上述表达式(参见前文补充:**长方体和圆柱的自身转动惯量计算**)大致计算重心处的惯性矩。

如果被夹持工件的重量差异较大，则更有效的办法是设置夹持每个工件时的总工具载荷信息，并根据每步运动执行时被夹持工件的不同进行各步上工具的切换。如果不进行工具切换，建议将工具负载信息设置为工具夹持最重工件状态下的负载参数。



其中工具重量近似为：55kg，工件重量近似为：40kg，则总重量：

$$W = 55+40 = 95 \approx 100\ [kg]$$

重心： 位置在法兰下 250 毫米左右，即重心坐标设置为：

$$(X_g,\ Y_g,\ Z_g) = (0,\ 0,250)\ [\text{mm}]$$

重心转动惯量求解如下，假设包含整个工具+工件的长方体为 0.500 × 0.400 × 1.000[m]。

由公式来计算长方体自身的转动惯量：

$$I_x = \frac{Ly^2+Lz^2}{12} * W = ((0.400^2+1.000^2)/12) * 100 = 9.667 \approx 10.000$$

$$I_y = \frac{Lx^2+Lz^2}{12} * W = ((0.500^2+0.400^2)/12) * 100 = 3.417 \approx 3.500$$

$$I_z = \frac{Lx^2+Ly^2}{12} * W = ((0.500^2+1.000^2)/12) * 100 = 10.417 \approx 10.500$$

负载各个参数设置如下表：

参数	数值	单位
W	100.000	Kg
X_g	0.000	mm
Y_g	0.000	mm
Z_g	250.000	mm
I_x	10.000	kg.m2
I_y	3.500	kg.m2
I_z	10.500	kg.m2

如何计算多个质量组合的“重心位置”和“重心转动惯量”

当整个工具可以认为是由两个或两个以上的大质量组成时，通过每个质量的重量和重心位置可以计算出整个工具重心的重心位置和转动惯量。

1. 将工具分成若干部分，是被分解后的各部分大致可以推测出其各自的重量和重心的位置。没有必要对工具进行十分详细的划分，只需对工具进行粗略的按零件的近似构造进行划分。
2. 计算各部件在法兰坐标上的重量和重心位置。不需要进行精确设定，粗略的数值即可。计算大零件自身的转动惯量。(如果零件很小，就不需要计算自身的转动惯量。关于自身转动惯量的计算参见上述补充：**“长方体和圆柱的自身转动惯量计算”**。)

W_i: 第 i 部分的重量 [kg]

(X_i, Y_i, Z_i): 第 i 部分的重心位置（在法兰坐标系下描述）[mm]

$(I_{CXi}, I_{CYi}, I_{CZi})$: 第 i 部分的自身转动惯量 [kg*m^2]

3. 整个工具的重心位置由以下表达式计算：

$$X_g = \{W_1 * X_1 + W_2 * X_2 + \ldots + W_i * X_i\}/(W_1 + W_2 + \ldots + W_i)$$
$$Y_g = \{W_1 * Y_1 + W_2 * Y_2 + \ldots + W_i * Y_i\}/(W_1 + W_2 + \ldots + W_i)$$
$$Z_g = \{W_1 * Z_1 + W_2 * Z_2 + \ldots + W_i * Z_i\}/(W_1 + W_2 + \ldots + W_i)$$

4. 整个工具重心位置的转动惯量由以下表达式计算：

$$I_x = \left\{W_1 * \left((Y_1 - Y_g)^2 + (Z_1 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CX1}\right\}$$
$$+ \left\{W_2 * \left((Y_2 - Y_g)^2 + (Z_2 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CX2}\right\} + \ldots$$
$$+ \left\{W_i * \left((Y_i - Y_g)^2 + (Z_i - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CXi}\right\}$$

$$I_y = \left\{W_1 * \left((X_1 - X_g)^2 + (Z_1 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CY1}\right\}$$
$$+ \left\{W_2 * \left((X_2 - X_g)^2 + (Z_2 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CY2}\right\} + \ldots$$
$$+ \left\{W_i * \left((X_i - X_g)^2 + (Z_i - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CYi}\right\}$$

$$I_z = \left\{W_1 * \left((X_1 - X_g)^2 + (Y_1 - Y_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CZ1}\right\}$$
$$+ \left\{W_2 * \left((X_2 - X_g)^2 + (Y_2 - Y_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CZ2}\right\} + \ldots$$
$$+ \left\{W_i * \left((X_i - X_g)^2 + (Y_i - Y_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CZi}\right\}$$

③ **例 3：**

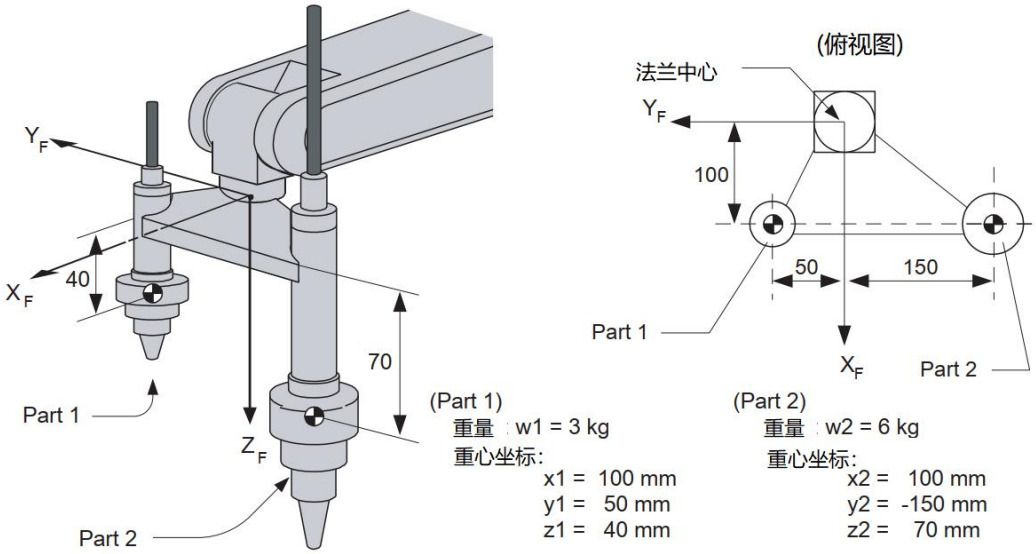
当有两个或两个以上的大质量，如下图所示，按以下方法估算：

1. 当对整个工具的重心位置有大致的了解时，设置重心位置。通过将整个工具近似为长方体或圆柱体的形状，设置重心处的转动惯量。（通常在这种情况下就足够了）

或者

2. 当了解每个构成部分质量中的重量和重心位置时，可以计算出整个工具的重心位置和重心处的转动惯量。（参阅上述补充栏目：**如何计算多个质量组合的“重心位置”和“重心转动惯量”**）

下面举例说明方法 2 的计算过程：



重量： $W = W_1 + W_2$= 3 + 6 = 9 ≈ 10 [kg]

重心： $X_g = (W_1 * X_1 + W_2 * X_2)/(W_1 + W_2)$ = (3*100+6*100) / (3+6) =100 [mm]

$Y_g = (W_1 * Y_1 + W_2 * Y_2)/(W_1 + W_2)$ = (3*50+6*(−150))/ (3+6) =−83.333 [mm]

$Z_g = (W_1 * Z_1 + W_2 * Z_2)/(W_1 + W_2)$ = (3*40+6*70)/ (3+6) =60 [mm]

重心位置处的转动惯量：

$$I_x = \left\{W_1 * \left((Y_1 - Y_g)^2 + (Z_1 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CX1}\right\} + \left\{W_2 * \left((Y_2 - Y_g)^2 + (Z_2 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CX2}\right\}$$

$$=3 * ((50 - (-83))^2 + (40 - 60)^2) * 10^{-6} + 6 * (((-150) - (-83))^2 + (70 - 60)^2) * 10^{-6}$$

$$= 0.082 \approx 0.100$$

$$I_y = \left\{W_1 * \left((X_1 - X_g)^2 + (Z_1 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CY1}\right\} + \left\{W_2 * \left((X_2 - X_g)^2 + (Z_2 - Z_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CY2}\right\}$$

$$=3 * ((100 - 100)^2 + (40 - 60)^2) * 10^{-6} + 6 * ((100 - 100)^2 + (70 - 60)^2) * 10^{-6}$$

$$= 0.002 \approx 0.010$$

$$I_z = \left\{W_1 * \left((X_1 - X_g)^2 + (Y_1 - Y_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CZ1}\right\} + \left\{W_2 * \left((X_2 - X_g)^2 + (Y_2 - Y_g)^2\right) * 10^{-6} + I_{CZ2}\right\}$$

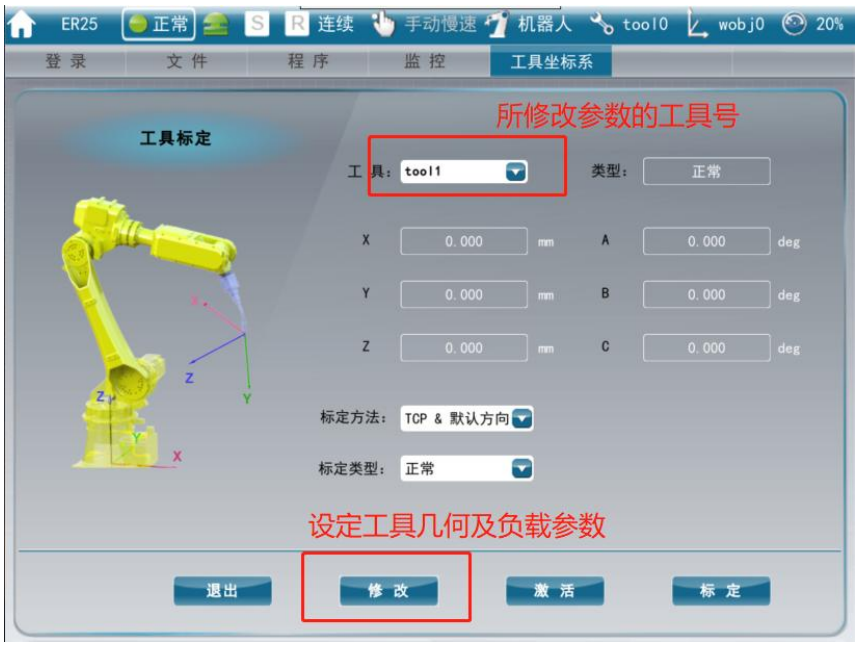
$$=3 * ((100 - 100)^2 + (50 - (-83))^2) * 10^{-6} + 6 * ((100 - 100)^2 + ((-150) - (-83))^2) * 10^{-6}$$

$$= 0.080 \approx 0.100$$

*因为每个拆分零件的转动惯量都比整个工具的要小，在本例中忽略拆分零件本身的转动惯量($I_{CXi}, I_{CYi}, I_{CZi}$)，本例中工具负载参数具体设置如下：

参数	数值	单位
W	10.000	Kg
X_g	100.000	mm
Y_g	-83.333	mm
Z_g	60.000	mm
I_x	0.100	kg.m2
I_y	0.010	kg.m2
I_z	0.100	kg.m2

8.2.3.1.3 TPU 界面设置工具负载参数

1.在工具坐标系窗口中点击下方修改按钮，进入工具负载参数编辑界面	

2. 在工具负载参数编辑界面，输入负载参数，点击保存	

8.3 用户坐标系标定

表 8-5 用户坐标系下标定方法说明

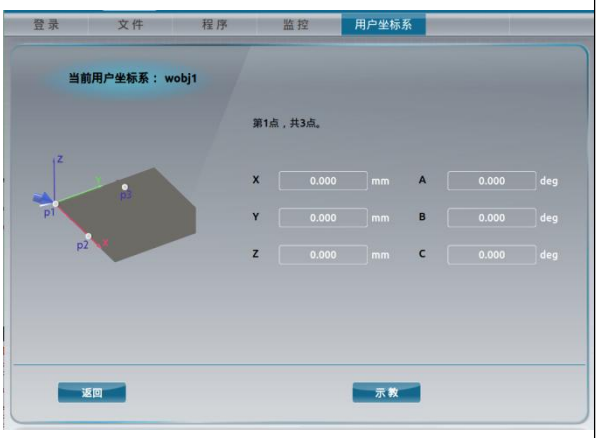
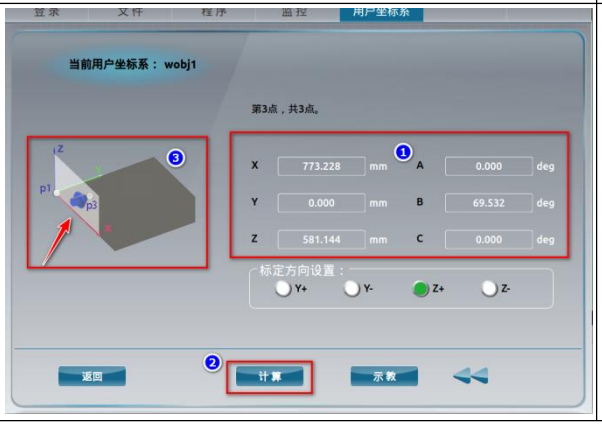
	方法说明
标定方法	用户坐标系只需要三点法进行标定，只是在点的选取上有略微不同。 1）有原点：标定原点已知。记录三个点位如下： 第一点：坐标系原点； 第二点：X 轴正方向上一点； 第三点：在 Y 轴正方向的 XY 平面内任意一点。 2）无原点：标定原点未知，通过标定计算可以得到。 第一点：X 轴上任意一点； 第二点：相对第一点，指向 X 轴正方向上一点； 第三点：Y 轴正方向上一点。

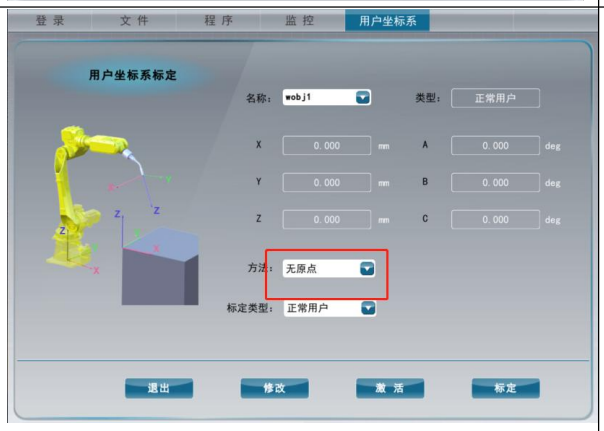
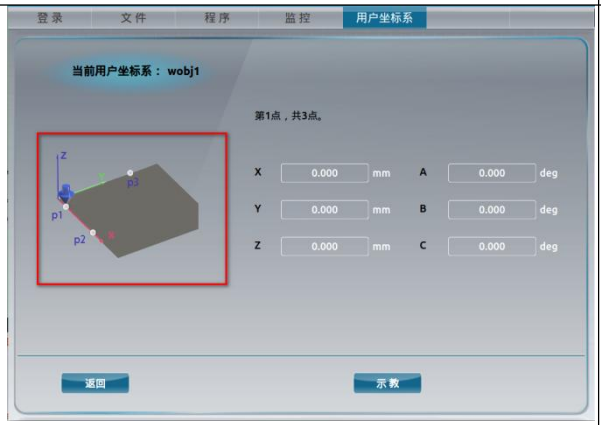
8.3.1 用户坐标系标定

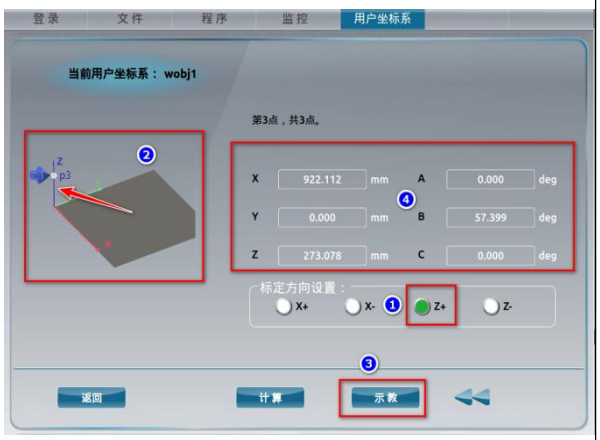
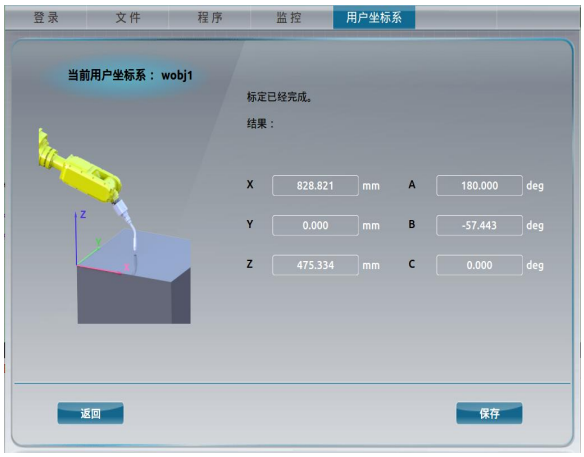
这里分别对“有原点”和“无原点”的标定方法为例。

表 8-6 用户坐标系标定操作流程

步骤	图示	描述

1. 有原点的标定方法：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。		所有已定义的用户坐标系名称列表。 手动标定的方法，包括已知原点和未知原点两种方法。此处选择**有原点**的标定方法。 点击**“标定”**按钮，开始进行标定。
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。		移动机器人至所需用户坐标系的原点位置。 点击**“示教”**按钮，将当前机器人位置记录。 示教完当前位置，示教正确完成后直接就会跳到下一点的示教界面。 若未标定完成，需要结束标定过程，点击**“返回”**按钮。
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。		有原点的第二个点可以选择设置 6 个标定方向，图中为 X+方向，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。”		此处为第 3 个点的页面，这里选择，Z+方向，结合上一点 X+，显示对应的 X+Z+面的图片，点击**“示教”**后再**“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。 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。 点击**“返回”**按钮，可返回设置界面。
6. 无原点的标定方法介绍		无原点的操作界面和有原点操作类似，只是标定方向的选择所有应的图片有所差别，这里展示相应操作界面，
7. 无原点第 1 个点的界面		第 1 个点的选择是随着第 2 个点的选择而确定，与第 2 个点在同一轴线上

8. 无原点的第 2 个点		通过第 2 个点的选择来确定所成直线的方向，其他操作与有原点相似
9. 无原点的第 3 个点		第 3 个点所成效果如图所示，之后操作与有原点相似，点击示教，计算，然后保存结果。
10. 无原点的标定结果界面		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。 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。 点击**“返回”**按钮，可返回设置界面。

8.3.2 修改用户坐标系

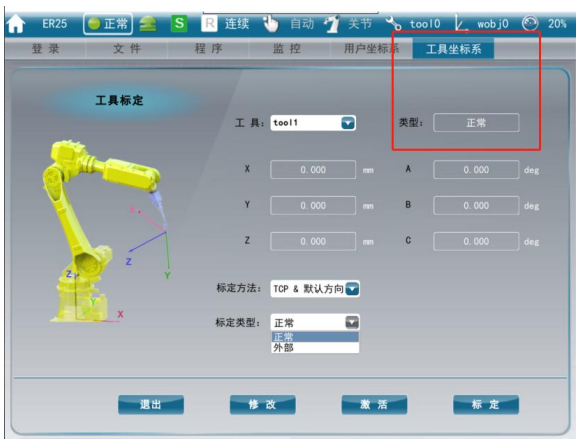
表 8-7 修改用户坐标系操作流程

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。		选择需要输入的用户坐标系名称。 点击**“修改”**按钮进入修改界面。
2. 在用户坐标系编辑界面输入参数并保存。		在白色的编辑框中输入工具坐标系的数值。 点击**“保存”**按钮，将当前计算结果保存到指定的工具中。 点击**“返回”**按钮，结束编辑，返回设置界面。
		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。

8.4 机器人 jog 时对工具和用户坐标系的检测

如果当前工具为外部工具坐标系，用户坐标系为正常坐标系。或者工具为正常坐标系，用户坐标系为夹持坐标系。钥匙模式为手动模式，运动模式切换为非关节模式；按下手压后，再按下任何 Jog 按键，示教器会弹出 1877 报警弹框。

1. 分别点击工具坐标系和用户坐标系按钮进入对应的应用界面	 	编号 1：工具坐标系标定类型 **查看是否是外部工具坐标系** 编号 2：用户坐标系标定类型 **查看是否是夹持用户坐标系**

第 9 章　零点恢复

9.1　本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人零点恢复功能和零点恢复的操作步骤。

9.2　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的相关内容。

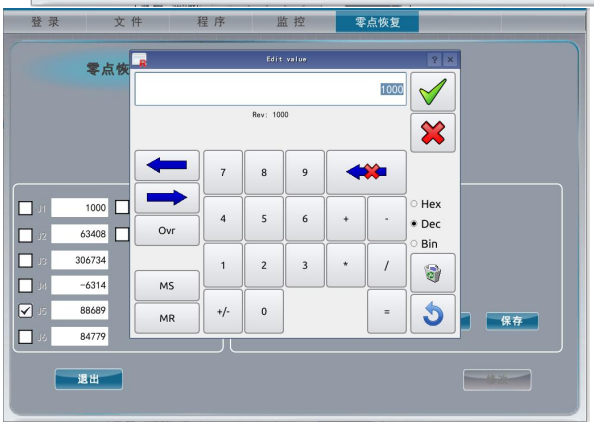
注：在使用该功能之前，需要先手动大致对齐机械零刻线，本功能是对手动对零刻线的一个修正功能，并不能直接在任意角度恢复零点。

9.3　零点恢复操作步骤

表 9-1 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，本体轴会被全部勾选，用户自动勾选相应轴进行零点恢复	 	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。 点击**“修改”**按钮，可以进入零点文件的编码器单圈值修改界面，操作方式同第 3 步。 回零轴的勾选需要在点击**“开始”**按钮之前，进行选择。一旦点击**“开始”**按钮后，不能再变动勾选清零的轴。
2. 点击**“开始”**按钮，启用零点恢复功能，确认零点		部分机型的机械结构存在耦合，点“**开始**”按钮后，会给出弹窗提

数据。由于部分机器人本体轴之间会有耦合比，所以带有耦合比的轴选中后，界面上会自动勾选相应与其产生耦合的轴，并给用户提示。		示，自动勾选自动勾选具有耦合比的相关轴。 注：当带有耦合轴被自动勾选后，用户需要将被勾选的耦合轴进行回零。建议用户在 检测各轴的编码器单圈值是否与标准文件记录数据相同（标准文件数据出厂自带）。 如果需要修改，可以点击**“修改”**按钮进行修改。 不修改，直接跳过第 3 步。
3．当附加轴被配置后，恢复功能主页面会显示配置的附加轴，用户可选中附加轴，与本体轴同时零点恢复。	 	在编辑框中直接输入修改后的数据。然后点击**“保存”**按钮。 注意保存编码器单圈值后，零点文件中的编码器多圈值数据会清除掉。但这不影响零点恢复功能使用。

4．修改编码器单圈值。	  	在编辑框中直接输入修改后的数据。然后点击**“保存”**按钮。 注意保存编码器单圈值后，零点文件中的编码器多圈值数据会清除掉。但这不影响零点恢复功能使用。

5. 点击**“下一步”**按钮，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。

6.**“计算”**按钮按下后，出现重新标定轴提示。		如果机器人刚好移动至编码器特殊位置，无法计算回零距离时，按下**“计算”**按钮后，会提示重新标定机器人相应轴。需将提示轴在机械零标附近，人为重新对准，重新点击**“计算”**按钮。
7. 点击**“下一步”**按钮，进入恢复页面。	 	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。 操作此步骤需要将运行模式打到自动模式，且机器人处于上伺服的状态。

8. 观察机械零标刻度线。		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 1、2、3、5、7 项步骤，直到所有轴的机械刻线均对齐为止。
点击**“下一步”**按钮，进入重置页面。	 	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。

点击**“确认”**按钮，返回零点恢复页面。进入**“监控-位置”**界面，查看选中轴是否被清零成功。	 	

第 10 章　零点标定

10.1　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。

10.2　零点标定说明

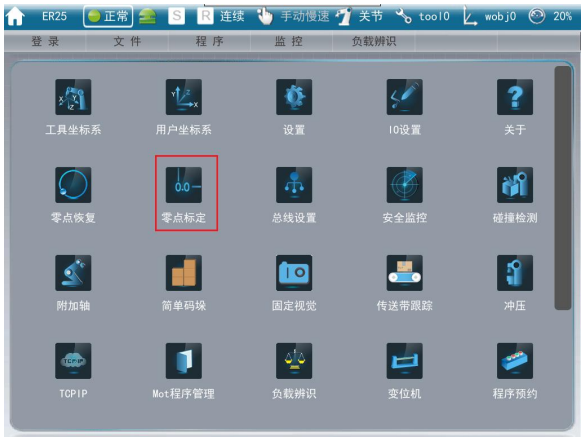
机器人在出厂时，会有一个唯一的零点位置，并存在机器人控制器中。如果机器人在使用过程中，出现零点丢失，通过该功能可重新标定机器人零点位置。

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。

10.3　标定点记录

表 10-1 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。	 	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。 “**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。 点击“**点位信息**”按钮可以切换到表格模式查看所有的点位信息，再次点击，则正常切换回去。 **注意：相邻尖点之间距离应大于 300 毫米。**
4. 保存 20 个点位数据，生成零点标定文件。		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，系统会自动将点位数据写入到标定文件 CalibData.xml 中。

10.4 文件导出

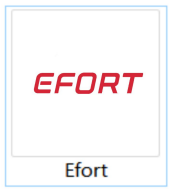
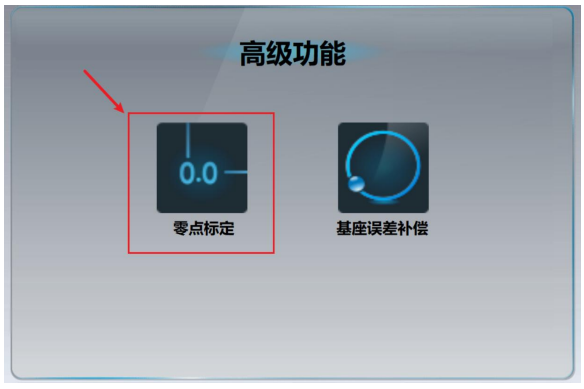
表 10-2 标定文件导出步骤

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。

10.5 零点计算及零点程序生成

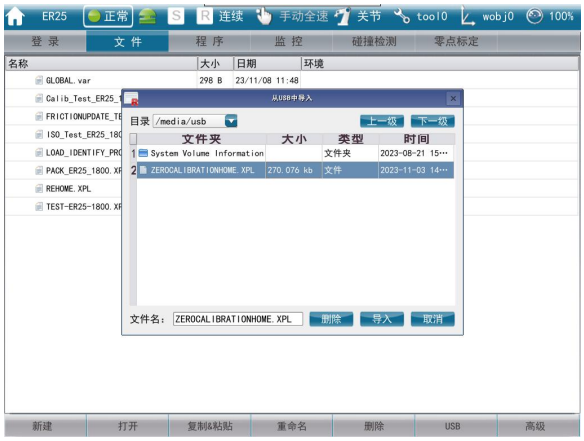
表 10-3 零点计算操作步骤

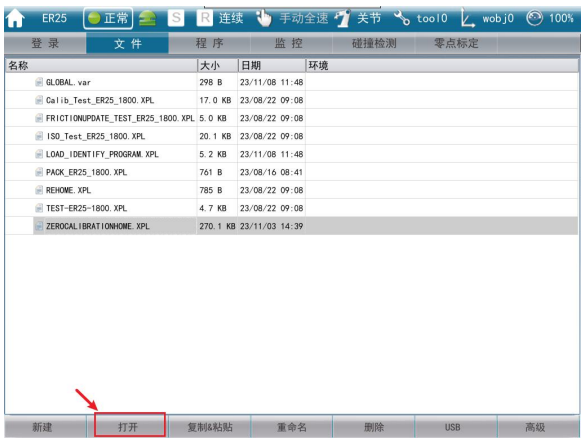
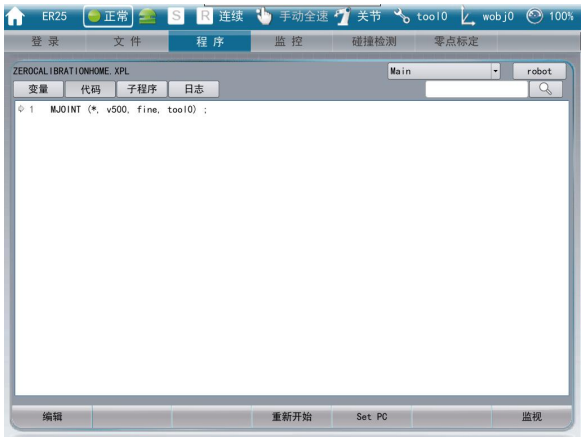
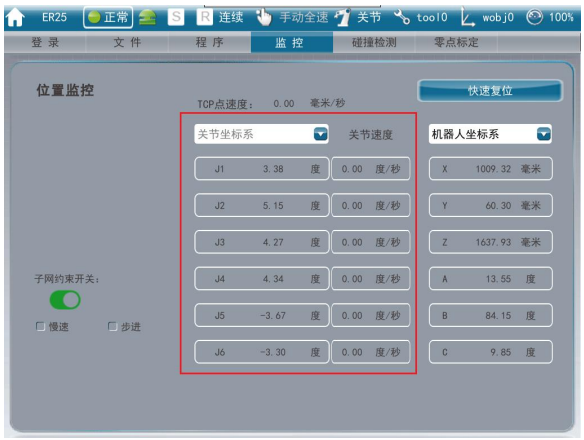
步骤	图片	描述
1. 打开零点标定应用程序。		在电脑中双击打开零点计算应用程序
2. 选择零点标定。		

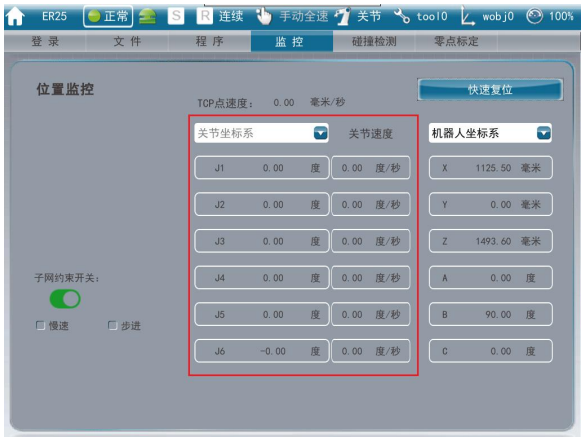
3. 零点标定计算。	 	点击“**导入**”按钮，选择 8.4 章节中导出到 U 盘的零点标定文件。 点击“**选择**”按钮，选择计算生成的回零程序文件存放路径。 点击“**计算**”按钮，计算生成标定结果和回零程序文件。 **注意：标定误差大于 3 时，不建议使用零点。**

10.6 记录新零点

表 10-4 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”。 选择零点计算生成的回零程序，点击“**导入**”。

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 11 章　安全监控

11.1　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。

11.2　功能简介

区域监控可以限制监控对象在指定区域内工作或者禁止进入指定区域，也可以设置共享区域和多台机器人对同一区域分时操作。此功能可以有效的保护机器人或者现场设备。当被监控对象将要离开允许工作区域或进入禁止区域时，给出报警，停止机器人运动。

11.3　区域监控

11.3.1　区域监控设置

表 11-1 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。		打开示教器桌面，点击安全监控功能图标。 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。 进入区域监控主界面。

主界面功能介绍

IO 控制选择框:勾选后，通过 IO 信号控制区域的监视和控制功能，在使用 IO 控制的时候，程

序中指令不起作用，App 禁止修改区域监视和控制。

区域名称：目前支持设置八个区域，八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：监控对象只能在区域内运动；
禁止区：监控对象不能进入此区域；
共享区：监控对象在区域内发出信号，区域外取消信号。

状态：显示机器人监控对象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：进行监控区域和监控对象设置界面。

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监控对象与机器人的状态，但是机器人违反后不报警，不停止。

动态坐标系是否有效：当后续步骤 3 中的“区域关联坐标系”设置为“动态坐标系（光电跟踪）”，则该区域对应的动态坐标系是否有效的指示灯会存在灰色、绿色、红色三种状态。当监控开关按钮未打开时，此时该指示灯为灰色；当指示灯为红色时，说明该动态坐标系无效；当指示灯为绿色时，说明该动态坐标系处于生效状态。若“区域关联坐标系”设置为“机器人坐标系”，则不存在指示灯。

控制：包括控制开关按钮。按钮绿色表示控制功能打开。当步骤 3 中的“区域关联坐标系”设置为“机器人坐标系”，控制功能打开，则机器人违反后会立即报警且停止运动；当步骤 3 中的“区域关联坐标系”设置为“动态坐标系（光电跟踪）”，只有当控制功能打开且动态坐标系处于生效状态，机器人违反后会立即报警且停止运动。如果需要打开控制功能，必须先打开监控功能。

当区域为共享区时，控制开关决定是否被允许进入被占用的共享区域。（当共享区被占用，打开控制开关，若机器人仍然向共享区运动则报警停止）。共享区域的推荐使用方法在 10.3.5 节中进行详细讲述。

区域违反指示灯：绿色表示不违反，红色表示违反；

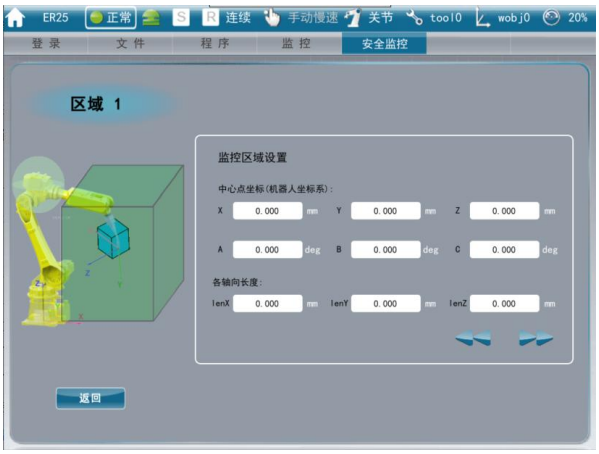
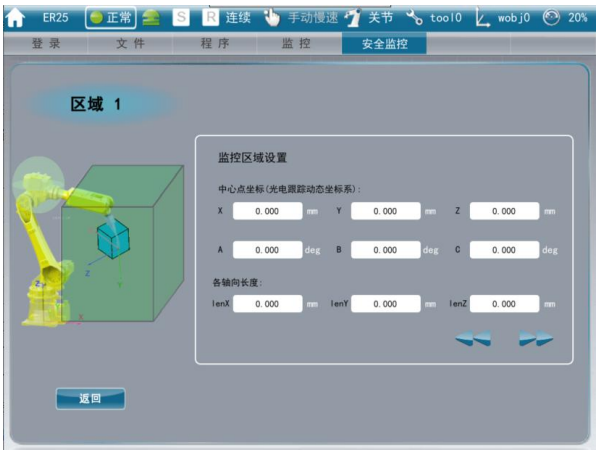
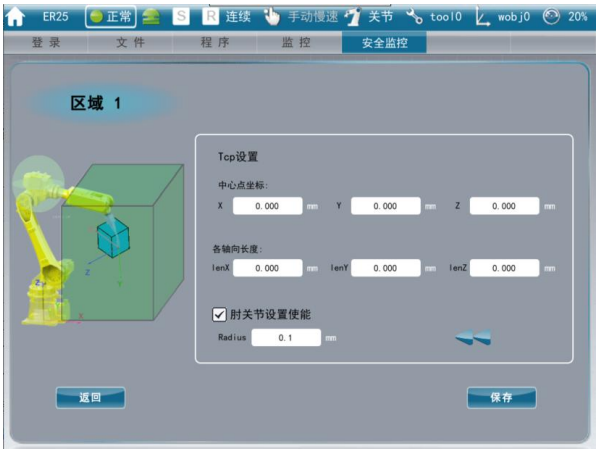
多个工作区时候，不在任何一个工作区，指示灯为红色；

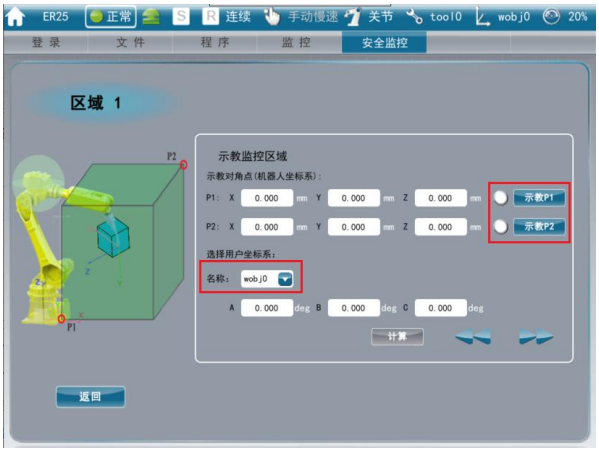
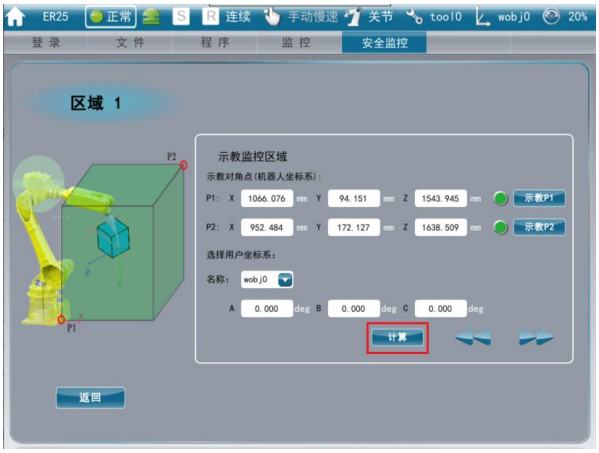
多个禁止区，只要单个区域违反，指示灯为红色；

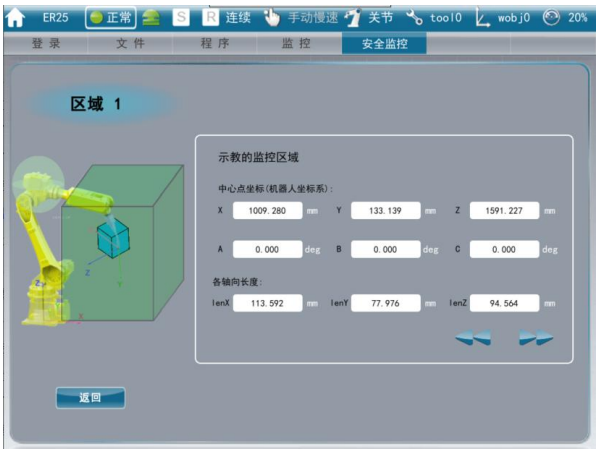
禁止区和工作区同时存在，进入了某一个禁止区，指示灯为红色，不在任何一个工作区，指示灯为红色。

注意：动态干涉区在光电跟踪中只适用队列中存在一个工件。

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。 关联坐标系可以选择机器人坐标系和动态坐标系（光电跟踪）。当区域类型为“工作区”时，只能选择“机器人坐标系”。 **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->功能 IO 配置中完成。**

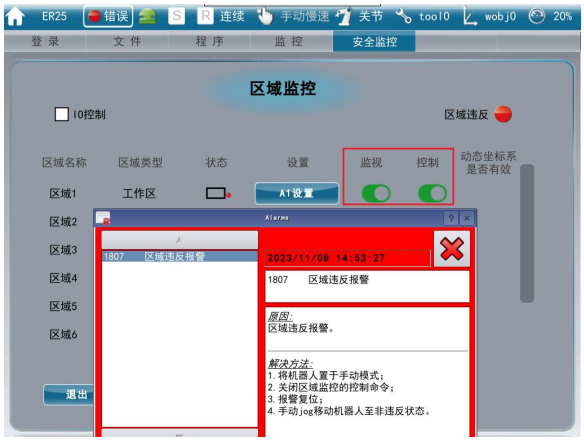
4.监控区域设置（机器人坐标系）。 步骤 3 中的关联坐标系不同时，此步骤的界面有所区别，两者监控区域中心点坐标分别在各自所关联的坐标系下进行描述。 （动态坐标系（光电跟踪））	 	设置监控区域的**中心点**位置及区域姿态。 设置长方体边长。 设置完点击**“向右箭头”**图标进入下一页。 **注：监控区域中心点坐标是相对于机器人基坐标系进行设置的。** 与步骤 4 中的区别于，监控区域中心点坐标是相对于光电跟踪动态坐标系描述的。
5.监控对象设置		监控对象包括 TCP 设置和肘关节设置。 设置 TCP 区域的**中心点**位置及 TCP 区域姿态。 TCP 形状为长方体设置边长，球体则设置半径。 肘关节设置使能进行勾选，则对肘关节处的球体进行检测，通过编辑 Radius 的值，编辑该球体的半径；该球的具体位置，在 10.3.4 节进行详述。若肘关节设置使能不进行勾选，则不对肘关节处的监控对象进行监控。 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蓝色区域。TCP 中心点坐标是相对于机器人法兰末端进行设置的。**
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，将机器人当前激活工具的工具坐标系原点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。 注：当关联坐标系选择机器人坐标系和动态

		坐标系（光电跟踪）时，此两项在此页面相同。当选择为动态坐标系（光电跟踪）时，示教点时，需要保证动态坐标系处于有效状态，且在示教时，动态坐标系应保持静止状态。动态坐标系（光电跟踪）的状态描述，参考 17.1 节光电跟踪相关描述。
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。 当关联的坐标系不同时，所描述点的含义，与编辑方法中的描述相同。 点击右下角**“向右箭头”**按钮可切换到监控对象设置界面，此界面设置与编辑方法相同。

11.3.2 区域违反报警后恢复

表 11-2 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，打开控制使能后，此时上伺服将会弹出抱紧弹框，可清除弹框，再次上伺服仍会弹出。

2. 取消控制功能，清除报警。		1. 关闭控制使能。 2. 清除报警弹框，此时再上伺服不会弹出报警。 **3. 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，才能使区域违反状态等变为绿色。**

11.3.3 IO 控制激活使用

表 11-3 IO 控制激活使用操作步骤

步骤	图示	说明
1. 激活 IO 控制功能。		勾选后，通过 IO 信号控制区域的监视和控制功能，在使用 IO 控制的时候，程序中指令不起作用，App 禁止修改区域监视和控制。 IO 口的配置与使用见 IO 设置中功能 IO 相关内容。
2. 激活 IO 控制功能后，通过 IO 设置中配置的相关 IO 口控制区域监控监视与控制按钮的开关，并通过区域监控界面观察该区域机器人的状态。		通过 IO 口给予监视和控制输入信号，可以打开相应的监视和控制开关。 监视打开后可以看见该区域机器人的状态。 当该区域为共享区时，若该区域已经被另一台机器人占用，则我们会在相应的占用输入 IO 口收到另一台机器人占用输出的信号，当前机器人不可进入共享区，等待占用输入信号关闭才可进入。 若当前共享区无其他

		机器人，则当前机器人可进入该共享区，机器人进入该共享区后，会在相应的占用输出 IO 口输出信号，告知其他机器人该区域已被占用，不可进入。（**注意：该占用输出信号不可强制，此强制权限已禁用**）。 **机器人进出共享区与外界有信号交互，机器人进出工作区与禁止区无信号交互。且当监视未使能而给予控制信号使其使能时，此时该功能不生效，会出现提示语告知。**

11.3.4 肘关节监控对象说明

肘关节处监控对象的设置，支持正交腕六轴机器人、偏置腕六轴机器人、斜交腕六轴机器人，暂不支持其它构型的机器人。肘关节处的监控对象的几何形状为球体，其描述参数为球心和半径。半径参数在 10.3.1 节中的步骤 10 已经完成了叙述，在此主要进行其球心位置的描述。

如图 11.3.4.1 所示，正交腕六轴机器人的球心，在 3 轴轴线和 4 轴线的公垂线段的交点。其示意图如图 10.1 所示，其中标示 1 为 3 轴轴线；标示 3 为 2 轴轴线；标示 2 即为 3 轴轴线和 4 轴轴线的公垂线段，球心即在其中心位置。

图 11.3.4..2 和图 11.3.4..3 依次为斜交腕机器人和偏置腕机器人的肘部球心的描述。虽然此两种构型机器人的腕部的构型不一致，但是两种机器人采用相同的肘部球心的描述形式，其中图 10.2 和图 10.3 的标示的含义也完全一致。此两种机器人的肘部球心为：1 轴轴线和 3 轴轴线的公垂线，与 3 轴轴线的交点处。在图示中，标示 1 为 1 轴轴线；标示 3 为 3 轴轴线；标示 2 为 1 轴轴线和 3 轴轴线的公垂线；标示 2 和标示 3 的交点为标示 4，即为肘部的球心位置。

图 11.3.4..1 正交腕机器人肘部圆球描述

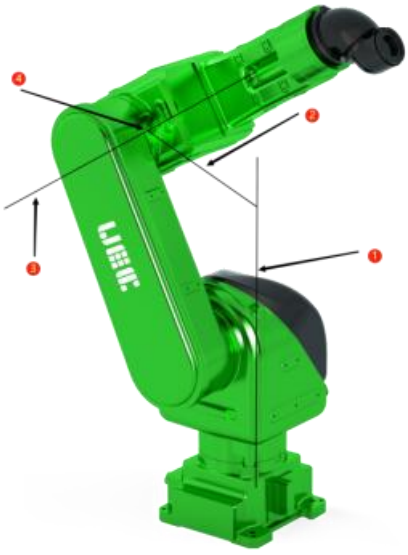


图 11.3.4..2 斜交腕机器人肘部球心描述

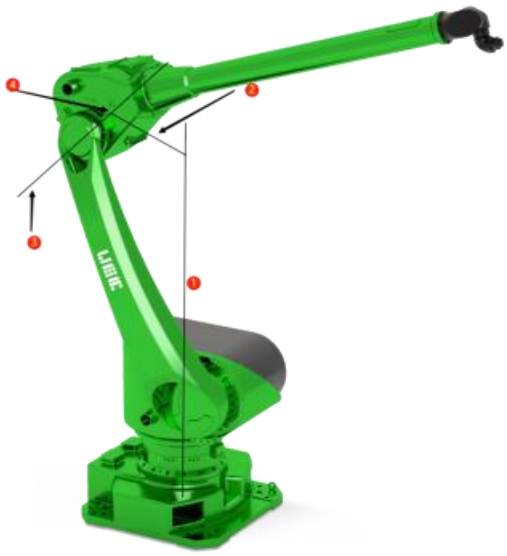


图 11.3.4..3 偏置腕机器人肘部球心描述

11.3.5 共享区域使用说明

共享区域，可以保证多个机器人对同一操作空间的分时复用。当多个机器人对于同一共享区域进行操作时，在此给出用户的推荐操作方案。

对于进入共享区的优先级的操作，通过PLC来进行调度，当共享区域被占用时，PLC不准任何机器人进入共享区域；当共享区域内不被占用时，PLC来决定哪个机器人进入共享区域。

当前的区域监控，每个共享区域存在一个输入和输出的交互状态（可以为总线形式或者IO形式），在此处以IO形式进行具体详细说明。当该共享区域被占用后，PLC将机器人对应的DI信号置为true；当机器人进入对应的共享区域后，将该区域对应的DO置为true，告知PLC此共享区域被占用。在此基础上，对于每一个共享区域，用户需要额外再定义一个对应的输入和输出的交互状态（可以为总线形式或者IO形式），此处同样以IO信号的形式为例进行说明。当机器人到达指定的位置将该DI信号置为true；等待DO信号置为true后，执行进入共享区域的程序。

图 11.3.5.4-1 为PLC处控制以及机器人进行编程时的参考流程图。流程图中涉及到的通讯方式以IO形式为例进行描述。

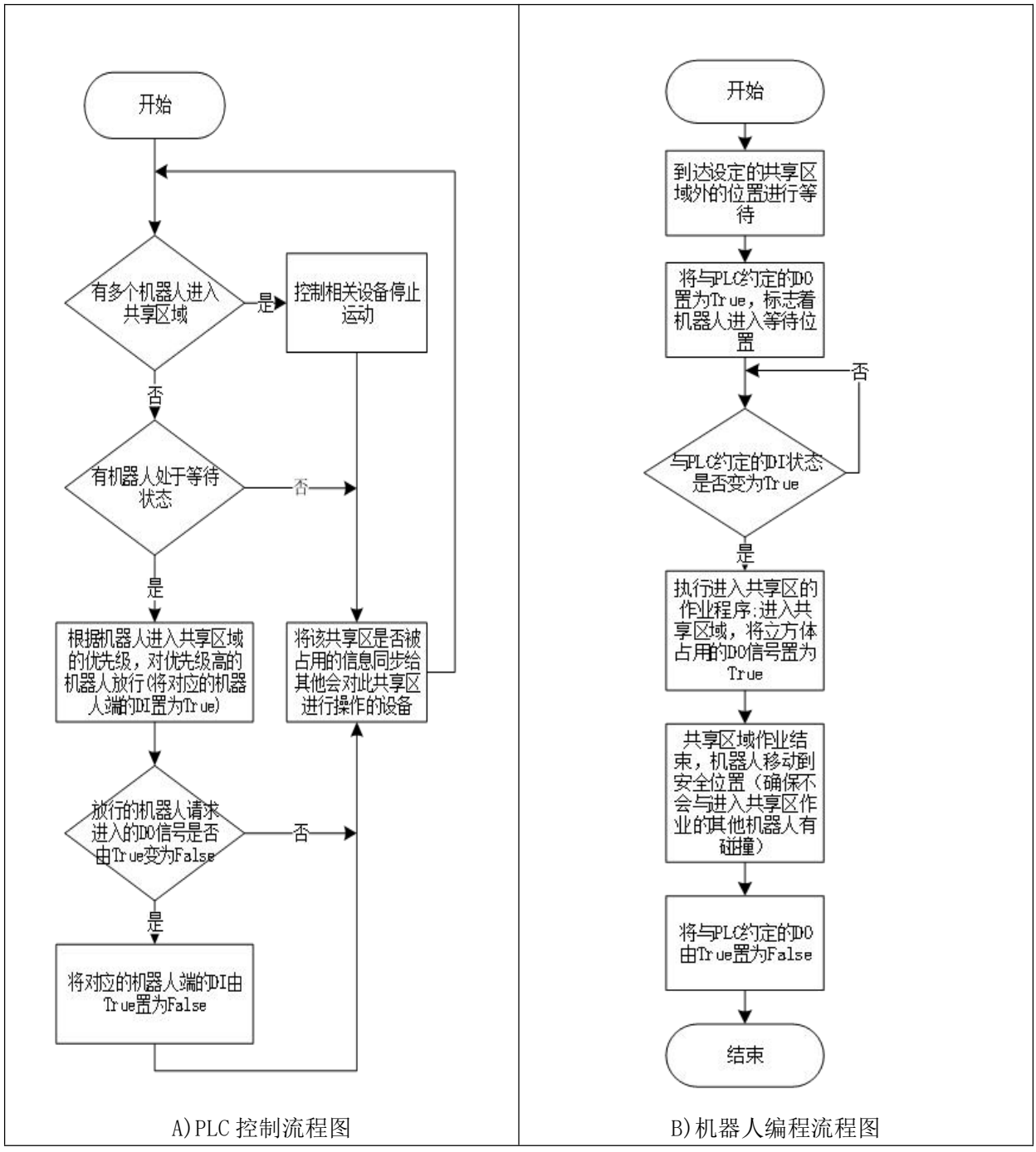


图 11.3.5-1 控制流程图

图 10.5 为机器人端程序的示例。此处以机器人进入共享区域 1 为例，此例中，与 PLC 约定的 DO 为 DO10，DI 为 DI10。第一行指令，机器人移动至安全位置，准备进入共享区域 1；移动至安全位置，执行第 2 行指令，将与 PLC 约定的 DO10 置为 true，请求进入共享区域；接下来机器人等待 DI10 变为 true，即 PLC 给出允许进入共享区域 1 的信号；PLC 给出允许进入共享区域 1 的信号后，执行第四行指令，进入共享区域；在共享区域作业完成后，执行第 5 行指令移动至安全位置；到达安全位置后，将请求进入共享区的 DO10 复位置为 false。至此完成机器人进入共享区的整个流程。需要注意的是，在选用运动指令进行编程时，需要保证机器人运动至安全位置后，再将请求进入共享区的 DO 信号复位。

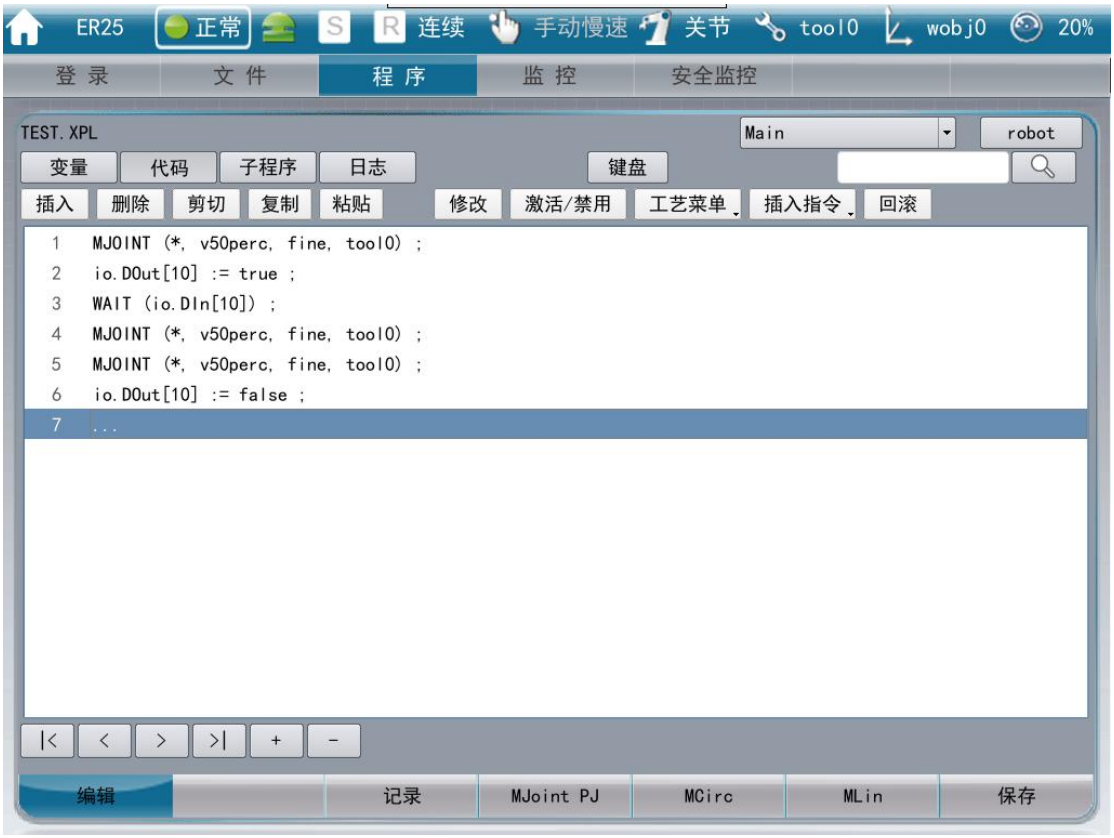


图 11.3.5-2 共享区域机器人端编程示例

11.4 安全位置

11.4.1 安全位置激活使用

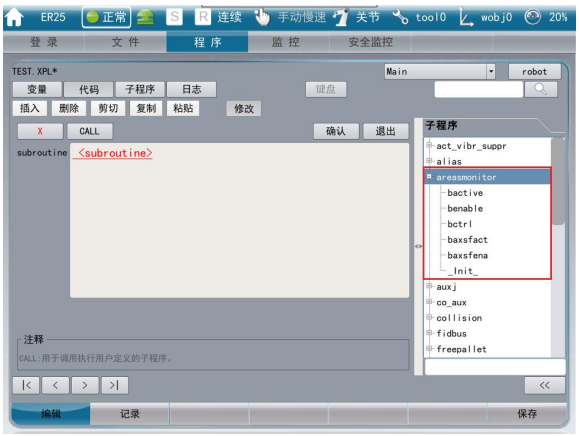
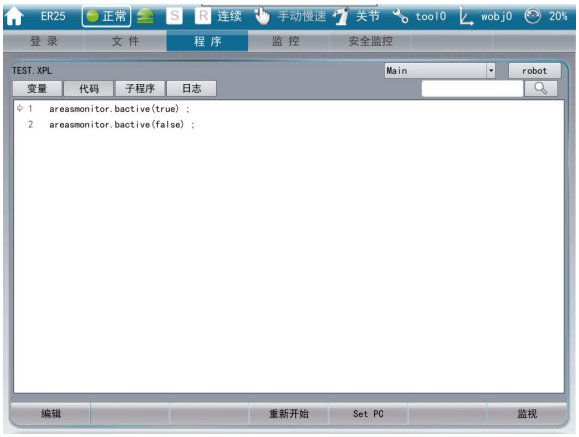
表 11-4 安全位置激活使用操作步骤

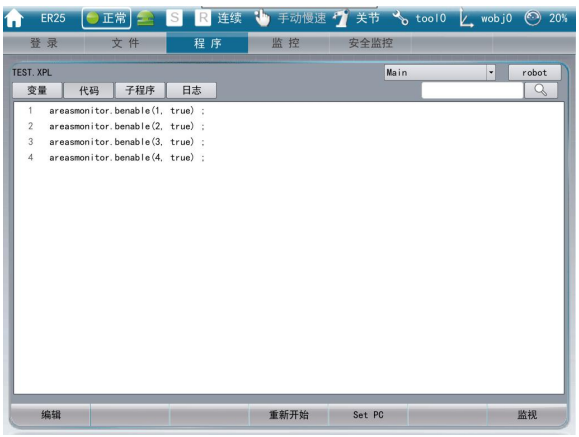
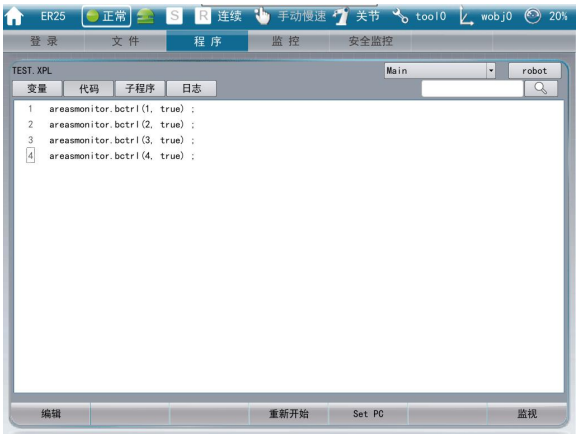
步骤	图示	说明
1.激活安全位置功能，进入安全位置界面。		打开示教器桌面，点击安全监控功能图标。 进入安全监控界面，勾选安全位置上方**“激活”**复选框，点击安全位置图标。 进入安全位置界面。

2. 配置安全位置信息。	 	进入 IO 配置 APP 内选择 IO 自由配置，在输出界面找到十六个安全位置，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。（**注意：十六个安全位置的输出信号不可被强制，此强制权限已被禁用**）

11.5 安全监控编程操作

表 11-5 编程实现安全监控功能操作步骤

步骤	图示	说明
1. 添加安全监控指令。		五条不同指令代码完成不同功能的打开和关闭。 注：areasmonitor_Init_是系统自带初始化函数，编程中无需使用。
2. 通过编程添加不同指令实现不同使能开关功能。		“areasmonitor.bactive()”功能是区域监控功能使能开关，参数为“true”打开，“false”时关闭。 “areasmonitor.benable()”和areasmonitor.bctrl()可以控制区域监控中监视和控制的开关，其中第一个参数为 1-8，选择八个区域中的某个区域，第二个参数为“true”时打开，为“false”时关闭。 “areasmonitor.baxsfact()”功能是安全位置

	 	功能使能开关，参数为“true”打开，“false”时关闭。 “areasmonitor.baxsfena()”可以控制安全位置的监视开关，其中第一个参数为1-16，选择十六个安全位置中的一个，第二个参数为“true”时打开，为“false”时关闭。

第 12 章　IO 设置

12.1　本章简介

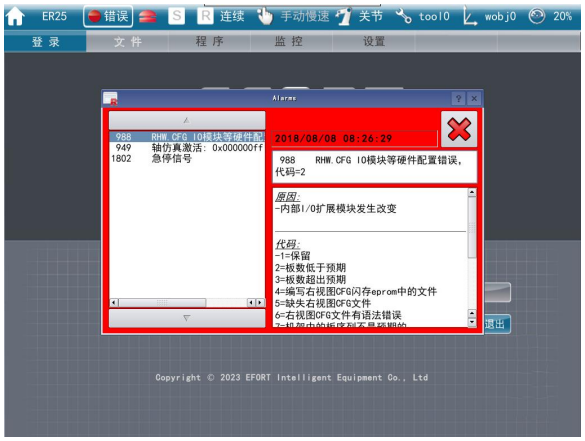
本章主要介绍 IO 设置相关功能，主要分为以下模块：

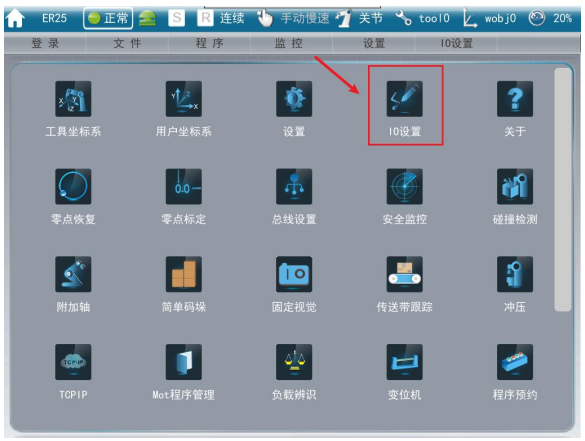
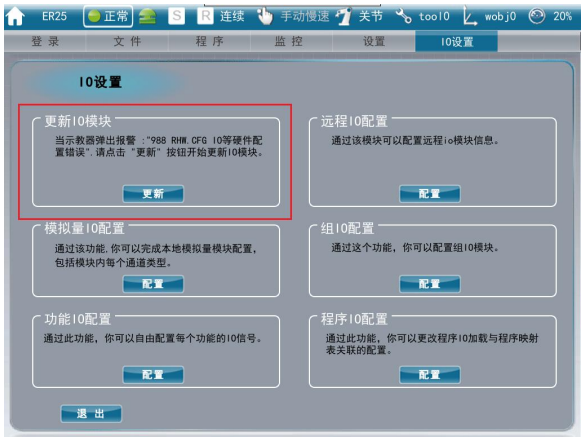
- 更新 IO 模块：首次更新系统或 IO 模块变更时，系统需要重新识别 IO 硬件模块，通过该功能系统可以重新适配新硬件 IO。
- 远程 IO 组态适配：当系统添加远程 IO（基于 Ethercat 总线）模块时，可在该模块做远程 IO 的地址，IO 属性配置。（常规情况下，出厂时会预配置完成。）
- 模拟量 IO 配置：本地 IO 增加模拟量模块时，可通过该模块设置模拟量通道以及模拟量的属性。
- 组 IO 配置：根据已提供的 IO 地址，可将连续的 IO 地址组合成组信号在 RPL 程序中进行读取和赋值，主要用于数字量 IO 的组合。
- 功能 IO 配置：将指定端口 IO 信号做功能映射，包括通用，安全监控，附加轴，程序预约等预定义功能的映射。
- 程序 IO 配置：通过 IO 可以对映射好的程序进行程序加载操作，该功能与程序预约->程序映射功能关联。

相关 IO 的监控功能说明需要到 14 章节监控-IO 部分查看。

12.2　更新 IO 模块

表 12-1 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。		"988　RHW.CFG IO 模块等硬件配置错误"出现该报警，将报警框隐藏，然后通过更新 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。

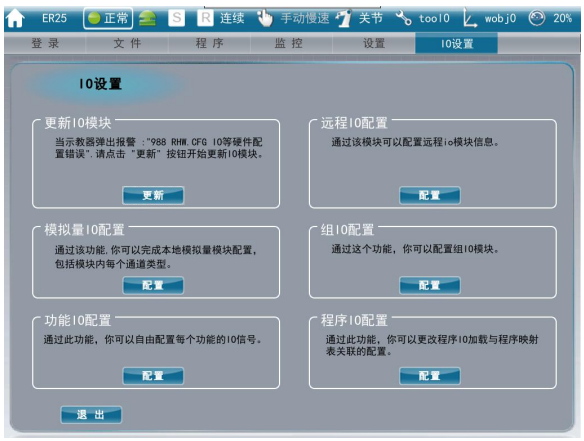
12.3 远程 IO 配置

目前埃夫特支持埃夫特自主 IO 模块和汇川的远程 IO 模块。

12.3.1 埃夫特远程 IO 模块

表 12-2 埃夫特远程 IO 配置操作步骤

步骤	图示	说明

1.打开远程 IO 配置界面。		打开示教器桌面，点击**“IO 设置”**图标。 选择“远程 IO 组态适配”，点击**“配置”**按钮进入配置界面。
2.选择埃夫特 IO 界面。		选择埃夫特选项，进入埃夫特远程 IO 设置的界面。 注意：应用埃夫特远程 IO 需要先到总线设置的 EtherCat 设置中将对应的远程 IO 模块开启，方可正常使用。
3.进行远程 IO 模块配置。		总线设置的 EtherCat 设置中可以看到 IO 模块信息，在此地方设置模块数量不能超过总线中配置的模块。 使能：模块的使能信号，不使能则不可以使用。 地址：总线设置的 EtherCat 设置保存一致。 DI/DO/AI/AO 数量：根据总线设置的 EtherCat 设置的模块对应设置通道数量。 注：目前埃夫特 IO 有两种：数字量和模拟量。数字量 16DI 16DO，模拟量 4AI 4AO。

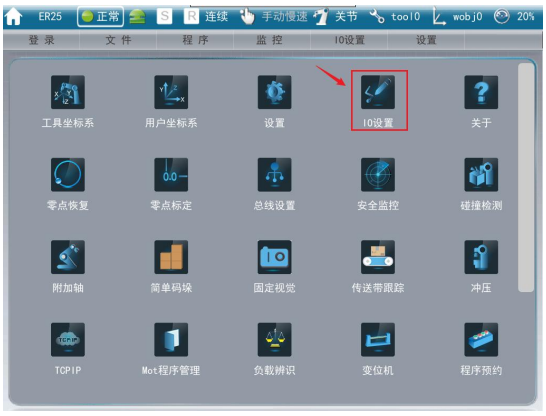
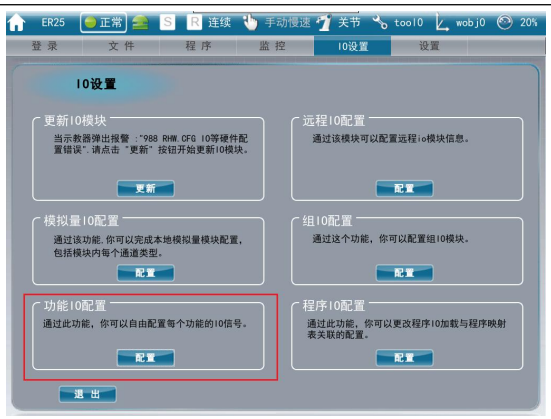
4. 设置模拟量通道类型。		当模拟量输入或者输出大于 0 时，可以点击“**通道设置**”按钮，配置输入和输出的通道类型和分辨率，（**分辨率值建议使用默认，如果满足不了再修改**）点击确定后，点击保存按钮。

12.4 功能 IO 配置

功能 IO 配置模块包括六个功能：通用功能、安全监控、附加轴、冲压、程序预约、可编程按键；每个功能目前包括输入 IO 和输出 IO。通过选择具体的功能，用户可以自由配置信号的地址，有效值等信息。

12.4.1 数字输入输出设置

表 12-4 功能 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. 进入功能 IO 配置界面。		选择“IO 自由配置”功能。 点击“**配置**”按钮进入配置界面。

3. 功能 IO 界面。		目前包括通用、安全监控、附加轴、冲压、弧焊、程序预约六个功能选项。 点击功能按钮即可进入相应功能的 IO 自由配置界面。 此处以通用功能为例进行说明。
4. 进入通用功能的 IO 配置界面。	 	点击“**通用功能**”按钮进入通用功能的 IO 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，包括信号地址，信号有效值类型，输入信号的滤波时间，输入输出信号的当前状态。

5. 进行 IO 配置。

点击“**编辑**”按钮，将启用编辑功能，编辑模式下不能实时刷新显示 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。

IO 自由配置说明：

数字量输入界面：

1、描述-输入：

通用功能

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
1	伺服	控制机器人伺服使能以及伺服关闭，每触发一次切换使能和关闭操作	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	急停信号 1/2	控制机器人紧急停止开关	高低电平	自动/手动有效
6	外部报警信号	外部设备发送的报警信号	高低电平	自动/手动有效
7	全局速度+/-5	控制机器人速度加减 5	脉冲信号	自动有效
8	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
9	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
10	程序设置二进制位 1/2/3/4	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	高低电平	自动模式有效

		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；		
11	远程伺服确认	通过给信号代替手动按伺服确认按钮的作用。	脉冲信号	自动模式有效
12	伺服开	通过给信号代替手动按伺服确认按钮开伺服的作用。	脉冲信号	自动模式有效
13	伺服关	通过给信号代替手动按伺服确认按钮关伺服的作用。	脉冲信号	自动模式有效
14	手动确认	模式确认功能开启后，通过此信号开启手动确认状态（及将示教器三段旋钮旋至手动模式需要再给个该信号确认一下才能生效）。	脉冲信号	自动模式有效
15	自动确认	模式确认功能开启后，通过此信号开启自动确认状态。（及将示教器三段旋钮旋至自动模式需要再给个该信号确认一下才能生效）。	脉冲信号	自动模式有效

安全监控

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
1	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
2	A1 监视激活 A2 监视激活 A3 监视激活 A4 监视激活 A5 监视激活 A6 监视激活 A7 监视激活 A8 监视激活	控制区域 1 到 8 的监视开关	高低电平	自动/手动有效
3	A1 控制使能 A2 控制使能 A3 控制使能 A4 控制使能 A5 控制使能 A6 控制使能 A7 控制使能 A8 控制使能	控制区域 1 到 8 的控制开关	高低电平	自动/手动有效
4	A1 占用输入 A2 占用输入 A3 占用输入	区域 1 到 8 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	高低电平	自动/手动有效

	A4 占用输入 A5 占用输入 A6 占用输入 A7 占用输入 A8 占用输入	待，直至占用输入信号消失，机器人继续运动。		

附加轴

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
1	附加轴 1/2/3/4 步进信号 1（+）	发送给机器人的运动方向信号，附加轴 1/2/3/4 按正方向运行。例如给附加轴 1 步进信号 1(+)，则附加轴 1 按正方向运动。	高低电平	手动有效
2	附加轴 1/2/3/4 步进信号 2（-）	发送给机器人的运动方向信号，附加轴 1/2/3/4 按负方向运行。例如给附加轴 1 步进信号 2(-)，则附加轴 1 按负方向运动。	高低电平	手动有效

程序预约

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
1-4	程序序号设置位 1-4	当程序预约的模式为单独，四个信号分别对应程序 1/2/3/4。此时当前程序为非预约且不在运行中，接收到此脉冲信号，程序会预约上，无需确认。 当程序预约的模式为二进制，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，则预约 5 号程序；	单独时候脉冲信号；二进制时候高低电平	自动模式有效
5	确认程序预约	当程序预约的模式为二进制时有效，先用程序号确定预约程序号，然后输入此信号，用以确定预约。	脉冲信号	自动模式有效
6	取消程序预约	当程序状态为预约中，先选择程序号，单独时候，需要输入单独的 IO 并保持。然后输入此信号，用以取消当前已经预约的信号。	脉冲信号	自动模式有效
7	启动/停止程序预约	当程序预约处于停止状态，输入此信号，可以开始程序预约运行；当程序预约处于启动状态，	脉冲信号	自动模式有效

		输入此信号，可以停止程序预约运行。注意，停止程序预约，机器人依旧会将当前正在运行的程序运行完成。之后已经预约的不再执行。		

2、地址值：信号需要配置的实际 io 端口号，若未配置则显示-1，其中系统占用的 IO 需要参考电气手册且不可进行配置。远程模块地址值是跟随本地实际最大地址值之后的。比如本地一共 16 输入口，则远程模块第一个端口地址为 17。

3、有效值：0 或 1，如果检测脉冲信号，则 0 表示检测到下降沿有信号，1 表示检测到上升沿有信号；如果检测高低电平，则 0 表示检测到低电平有信号，1 表示检测到高电平有信号。

4、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。

数字量输出界面：

1、描述-输出：

通用功能

序号	描述	说明	输出方式	有效模式
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	程序加载完成状态	程序加载完成，发出此信号；程序开始运行，信号复位。	高低电平	自动/手动有效
9	暂停状态	当机器人无报警，且程序不在运行状态，输出此信号。	高低电平	自动/手动有效

安全监控

序号	描述	说明	输出方式	有效模式
1	A1 占用输出 A2 占用输出 A3 占用输出 A4 占用输出 A5 占用输出 A6 占用输出 A7 占用输出 A8 占用输出	区域 1 到 8 的占用输出信号，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。	高低电平	自动/手动有效
2	安全位置 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16	安全监控功能中定义的十六个位置状态信号，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

程序预约

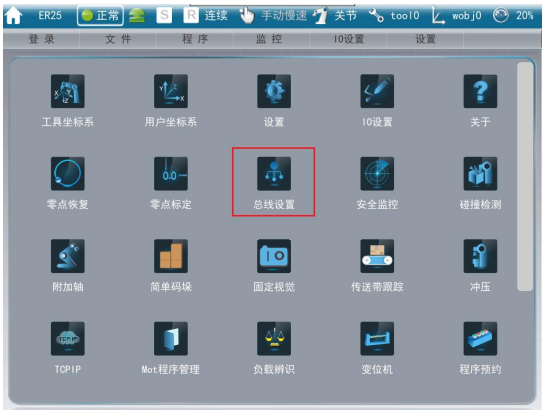
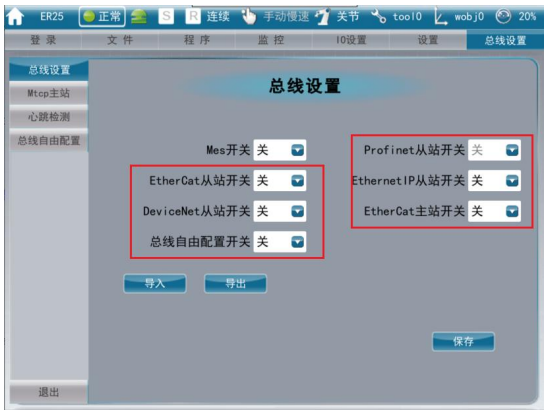
序号	描述	说明	输出方式	有效模式
1	程序预约启动状态	启动程序预约，发出此信号；停止程序预约，信号复位。	高低电平	自动模式有效
2-16	程序状态 1-15	反馈程序预约的状态，当程序未预约，则无信号；当程序预约中，则输出常量信号；当程序运行中，则输出方波信号。	/	自动模式有效

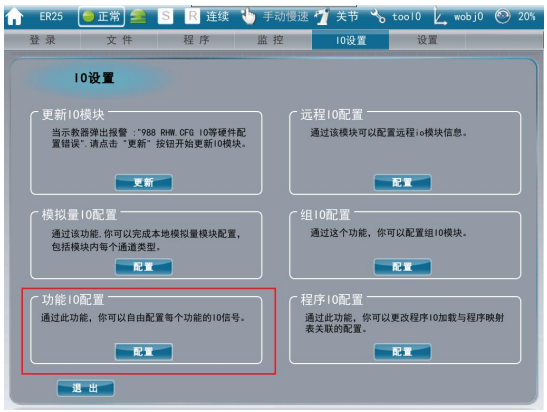
2、地址：信号需要配置的实际 io 端口号，若未配置则显示-1，其中系统占用的 IO 需要参考电气手册且不可配置。远程模块地址值是跟随本地实际最大地址值之后的。比如本地一共 16 输入口，则远程模块第一个端口地址为 17。

3、有效值：0 或 1，如果检测脉冲信号，则 0 表示检测到下降沿有信号，1 表示检测到上升沿有信号；如果检测高低电平，则 0 表示检测到低电平有信号，1 表示检测到高电平有信号。

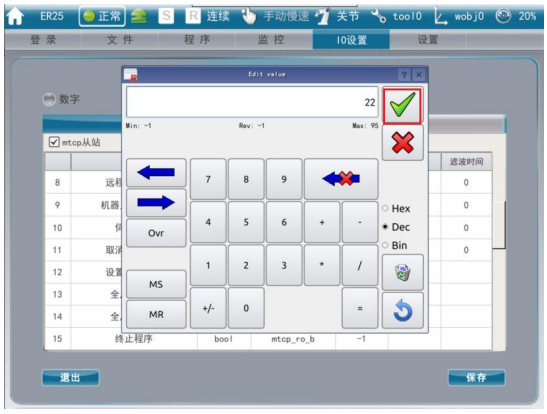
12.4.2 总线输入输出设置

表 12-5 总线 IO 配置操作步骤

步骤	图示	说明
1.进入总线设置界面。		打开示教器桌面，点击“**总线设置**”。
2.打开总线自由配置开关和协议开关。		“**总线自由配置开关**”下拉框选择开，其他协议开关根据使用情况选择开启，Profinet 从站开关在控制器为 RP2 pro 型号才可开启。 点击“**保存**”按钮，等待配置保存，直至弹窗提示重启生效。

3. 进入功能 IO 配置界面。		选择“IO 自由配置”功能。 点击“**配置**”按钮进入配置界面。
4. 功能 IO 界面。	 	目前包括通用、安全监控、附加轴、程序预约等功能选项。 点击功能按钮即可进入相应功能的 IO 自由配置界面。 此处以通用功能为例进行说明。 进入通用功能配置界面，点击“**总线**”，进入总线配置界面

5. 进入通用功能配置界面，点击“**总线**”，进入总线配置界面 6. 进行总线信号配置。



以“mtcp 从站”为例（此处可配置的协议由总线设置协议开关开启），点击“**编辑**”按钮，将启用编辑功能。

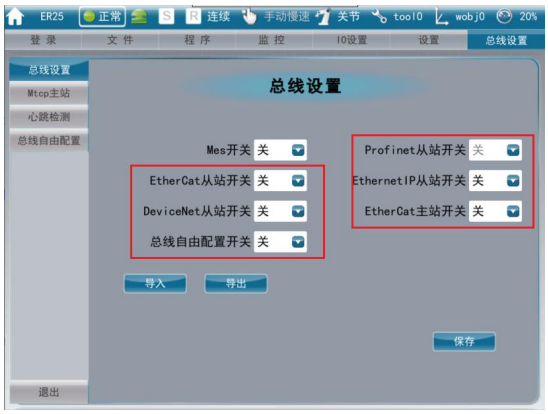
点击需配置功能对应地址的单元格，在弹出键盘上输入地址，点击键盘“ √ ”。

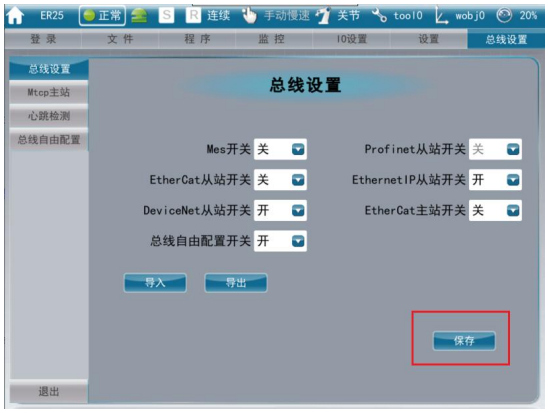
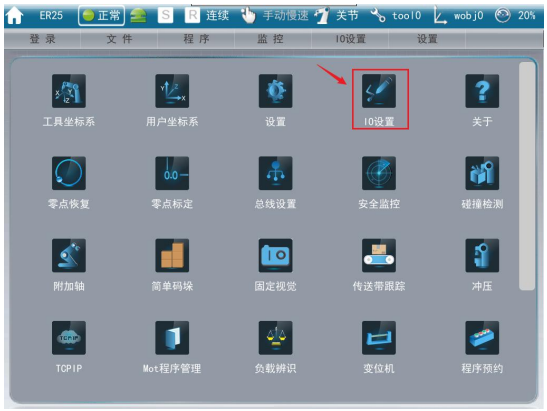
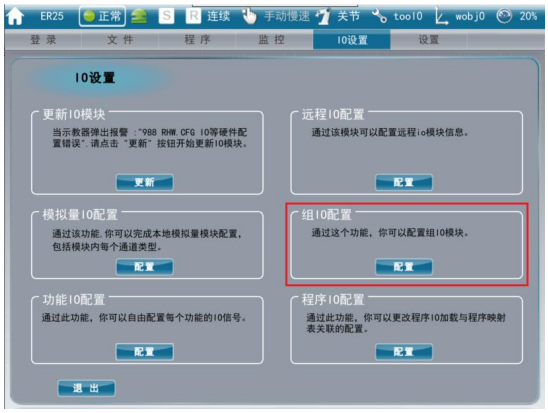
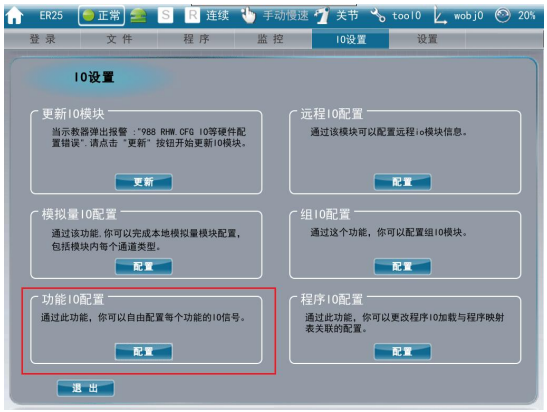
编辑完成后点击“**保存**”按钮，等待弹窗提示保存是否成功。

点击“**退出**”按钮，返回配置主页面。

注：在未打开“**总线自由配置**”情况下总线输入-输出只显示不可编辑配置。

表 12-6 组总线 IO 配置操作步骤

步骤	图示	说明
1. 进入总线设置界面。		打开示教器桌面，点击“**总线设置**”。
2. 打开总线自由配置开关和协议开关。		“**总线自由配置开关**”下拉框选择开，其他协议开关根据使用情况选择开启，Profinet 从站开关在控制器为 RP2 pro 型号才可开启。 点击“**保存**”按钮，等待配置保存，直至弹窗提示重启生效。

		
3. 进入 IO 设置界面。		打开示教器桌面，点击“**IO 设置**”。
4. 进入组 IO 配置界面。		点击组 IO 配置下“**配置**”按钮，进行组总线相关配置，具体操作步骤请见下一小节组 IO 配置内容。
5. 进入功能 IO 配置界面。		选择“IO 自由配置”功能。 点击“**配置**”按钮进入配置界面。

6. 功能 IO 界面。	 	目前包括通用、安全监控、附加轴、程序预约等功能选项。 点击功能按钮即可进入相应功能的 IO 自由配置界面。 此处以通用功能为例进行说明。 进入通用功能配置界面，点击“**总线**”，进入总线配置界面
7. 进入 IO 配置。	 	以“Mtcp 从站”为例，点击“**编辑**”按钮，将启用编辑功能。 选择可配置组总线的功能，在对应总线变量列下拉框选择组选项。 在对应起始地址单元格，在弹出键盘上输入“组 IO 配置”功能以配置的组编号，点击键盘“√”。 编辑完成后点击“**保存**”按钮，等待弹窗提示保存是否成功。 点击“**退出**”按钮，返回配置主页面。 **注**：在未打开“**系统**

	 	总线自由配置”情况下无法配置组总线。

IO 自由配置说明：

总线输入界面：

1、描述-输入：

通用功能

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
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	高低电平	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	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
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	外部报警信号	外部设备发送的报警信号	高低电平	自动/手动有效
8	远程伺服确认	通过给信号代替手动按伺服确认按钮的作用。	脉冲信号	自动模式有效
9	机器人位置类型	通过给信号高低电平显示机器人位置坐标是关节或机器人坐标系显示	高低电平	自动模式有效

10	伺服使能	通过给信号代替手动按伺服确认按钮开伺服的作用。	脉冲信号	自动模式有效
11	取消伺服使能	通过给信号代替手动按伺服确认按钮关伺服的作用。	脉冲信号	自动模式有效
12	设置速度使能	通过给信号之后，设置的有效速度会直接生效	高低电平	自动模式有效
13	全局速度+/-5	控制机器人速度加减 5	脉冲信号	自动模式有效
14	终止程序	终止正在运行的程序	脉冲信号	自动模式有效
15	1 轴/X 正方向点动	机器人关节坐标系下 1 轴或其他坐标系下 X 轴往正方向运动	高低电平	手动慢速有效
16	1 轴/X 负方向点动	机器人关节坐标系下 1 轴或其他坐标系下 X 轴往负方向运动	高低电平	手动慢速有效
17	2 轴/Y 正方向点动	机器人关节坐标系下 2 轴或其他坐标系下 Y 轴往正方向运动	高低电平	手动慢速有效
18	2 轴/Y 负方向点动	机器人关节坐标系下 2 轴或其他坐标系下 Y 轴往负方向运动	高低电平	手动慢速有效
19	3 轴/Z 正方向点动	机器人关节坐标系下 3 轴或其他坐标系下 Z 轴往正方向运动	高低电平	手动慢速有效
20	3 轴/Z 负方向点动	机器人关节坐标系下 3 轴或其他坐标系下 Z 轴往负方向运动	高低电平	手动慢速有效
21	4 轴/A 正方向点动	机器人关节坐标系下 4 轴或其他坐标系下 A 轴往正方向运动	高低电平	手动慢速有效
22	4 轴/A 负方向点动	机器人关节坐标系下 4 轴或其他坐标系下 A 轴往负方向运动	高低电平	手动慢速有效
23	5 轴/B 正方向点动	机器人关节坐标系下 5 轴或其他坐标系下 B 轴往正方向运动	高低电平	手动慢速有效
24	5 轴/B 负方向点动	机器人关节坐标系下 5 轴或其他坐标系下 B 轴往负方向运动	高低电平	手动慢速有效
25	6 轴/C 正方向点动	机器人关节坐标系下 6 轴或其他坐标系下 C 轴往正方向运动	高低电平	手动慢速有效
26	6 轴/C 负方向点动	机器人关节坐标系下 6 轴或其他坐标系下 C 轴往负方向运动	高低电平	手动慢速有效
27	程序号	可通过 int 型的程序名，去运行程序	整型信号	自动/手动有效
28	心跳检测数据	心跳检测功能开启后，通过此信号确认机器人和 PLC 是否连接	整型信号	自动/手动有效
29	设置机器人运行速度	可通过设置 int 型速度，去运行程序	整型信号	自动/手动有效
30	获取权限	通过该信号，外部总线可以获取机器人点动权限	高低电平	自动/手动有效
31	设置机器人坐标系	通过该信号，外部总线可以设置机器人坐标系为关节/机器人坐标系	整型信号	自动/手动有效

32	设置机器人模式状态	通过该信号，外部总线可以设置机器人模式开关状态	整型信号	自动/手动有效
33	JOG 权限保护	通过该信号，外部总线才可以获取机器人权限、设置机器人坐标系、设置机器人模式状态、点动机器人	高低电平	自动/手动有效

安全监控

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
1	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
2	A1 监视激活 A2 监视激活 A3 监视激活 A4 监视激活 A5 监视激活 A6 监视激活 A7 监视激活 A8 监视激活	控制区域 1 到 8 的监视开关	高低电平	自动/手动有效
3	A1 控制使能 A2 控制使能 A3 控制使能 A4 控制使能 A5 控制使能 A6 控制使能 A7 控制使能 A8 控制使能	控制区域 1 到 8 的控制开关	高低电平	自动/手动有效
4	A1 占用输入 A2 占用输入 A3 占用输入 A4 占用输入 A5 占用输入 A6 占用输入 A7 占用输入 A8 占用输入	区域 1 到 8 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

附加轴

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
1	附加轴 1/2/3/4 步进信号 1（+）	发送给机器人的运动方向信号，附加轴 1/2/3/4 按正方向运行。例如给附加轴 1 步进信号 1（+），则附加轴 1 按正方向运动。	高低电平	手动有效

2	附加轴 1/2/3/4 步进信号 2（-）	发送给机器人的运动方向信号，附加轴 1/2/3/4 按负方向运行。例如给附加轴 1 步进信号 2（-），则附加轴 1 按负方向运动。	高低电平	手动有效
3	附加轴号选择	显示附加轴号	/	手动有效
4	附加轴速度设定	设置附加轴速度	/	手动有效

程序预约

序号	描述	说明	触发方式	有效模式
1-4	预约程序号	输入 int 型数据，表示需要预约的程序号	整型信号	自动/手动有效
5	确认程序预约	当程序预约的模式为二进制时有效，先用程序号确定预约程序号，然后输入此信号，用以确定预约。	脉冲信号	自动模式有效
6	取消程序预约	当程序状态为预约中，先选择程序号，单独时候，需要输入单独的 IO 并保持。然后输入此信号，用以取消当前已经预约的信号。	脉冲信号	自动模式有效
7	程序预约启停	当程序预约处于停止状态，输入此信号，可以开始程序预约运行；当程序预约处于启动状态，输入此信号，可以停止程序预约运行。注意，停止程序预约，机器人依旧会将当前正在运行的程序运行完成。之后已经预约的不再执行。	脉冲信号	自动模式有效
8	加载映射程序	加载映射程序	高低电平	自动模式有效
9	映射程序号	输入 int 型数据，表示需要预约的程序号	整型信号	自动/手动有效

总线输出界面：

1、描述-输出：

通用功能

序号	描述	说明	输出方式	有效模式
1	手动低速	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人是手动低速，0 则反之	高低电平	/
2	自动	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人是自动模式，0 则反之	高低电平	/
3	手动全速	配置总线地址后，监控界面查看 1	高低电平	/

		表示此时机器人是手动全速，0 则反之		
4	伺服状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人是伺服开，0 则反之	高低电平	/
5	报警状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人有报警，0 则反之	高低电平	/
6	急停状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人急停状态，0 则反之	高低电平	/
7	程序运行状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人程序正在运行，0 则反之	高低电平	/
8	程序加载完成状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人程序加载完成，0 则反之	高低电平	/
9	伺服确认状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人伺服已确认，0 则反之	高低电平	/
10	程序复位状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时程序已复位，0 则反之	高低电平	/
11	设置速度保护	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时已设置速度保护，0 则反之	高低电平	/
12	布尔心跳检测	配置总线地址后，给对应地址 1 和 0 两种状态，PLC 通过状态判断机器人是否连接	高低电平	/
13	程序激活	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时当前程序已激活，0 则反之	高低电平	/
14	零点丢失	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时零点丢失，0 则反之	高低电平	/
15	安全门打开	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时安全门已打开，0 则反之	高低电平	/
16	无报警	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人无报价，0 则反之	高低电平	/
17	非急停状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人是非急停状态，0 则反之	高低电平	/
18	暂停状态	配置总线地址后，监控界面查看 1 表示此时机器人是暂停状态，0 则反之	高低电平	/

19	机器人运行速度	配置总线地址后，监控界面查看可显示当前机器人速度	整型信号	/
20	报警代码 1/2	配置总线地址后，监控界面查看可显示当前机器人报警代码 1/2	整型信号	/
21	程序号	配置总线地址后，监控界面查看可显示当前机器人程序号	整型信号	/
22	整型心跳检测	配置总线地址后，给 int 型数据不断变化，PLC 通过数据变化判断机器人是否连接	整型信号	/
23	1 轴关节角/X 位置	可显示当前机器人 1 轴关节角/X 位置	浮点信号	/
24	2 轴关节角/Y 位置	可显示当前机器人 2 轴关节角/Y 位置	浮点信号	/
25	3 轴关节角/Z 位置	可显示当前机器人 3 轴关节角/Z 位置	浮点信号	/
26	4 轴关节角/A 姿态	可显示当前机器人 4 轴关节角/A 姿态	浮点信号	/
27	5 轴关节角/B 姿态	可显示当前机器人 5 轴关节角/B 姿态	浮点信号	/
28	6 轴关节角/C 姿态	可显示当前机器人 6 轴关节角/C 姿态	浮点信号	/
29	1\2\3\4\5\6 轴关节速度	可显示当前机器人 1\2\3\4\5\6 轴关节速度	浮点信号	/
30	TCP 速度	可显示当前机器人 TCP 速度	浮点信号	/
31	1/2/3/4/5/6 轴力矩	可显示当前机器人 1/2/3/4/5/6 轴力矩	浮点信号	/
32	1/2/3/4/5/6 轴电流	可显示当前机器人 1/2/3/4/5/6 轴电流	浮点信号	/
33	1/2/3/4/5/6 轴电压	可显示当前机器人 1/2/3/4/5/6 轴电压	浮点信号	/
34	当前机器人坐标系	可显示当前机器人坐标系状态	整型信号	/
35	获取权限状态	可显示当前外部总线获取机器人点动权限状态	高低电平	/

安全监控

序号	描述	说明	输出信号	操作模式

1	A1 占用输出 A2 占用输出 A3 占用输出 A4 占用输出 A5 占用输出 A6 占用输出 A7 占用输出 A8 占用输出	区域 1 到 8 的占用输出信号，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。	高/低电平	/
2	安全位置 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16	安全监控功能中定义的八个位置状态信号，当机器人到达位置则输出对应信号。	高/低电平	/

附加轴

序号	描述	说明	输出方式	有效模式
1	附加轴 1/2/3/4 关节角	显示附加轴 1/2/3/4 关节角度	浮点信号	/

程序预约

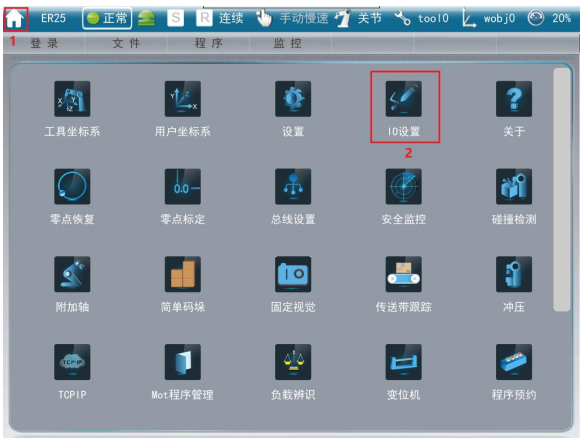
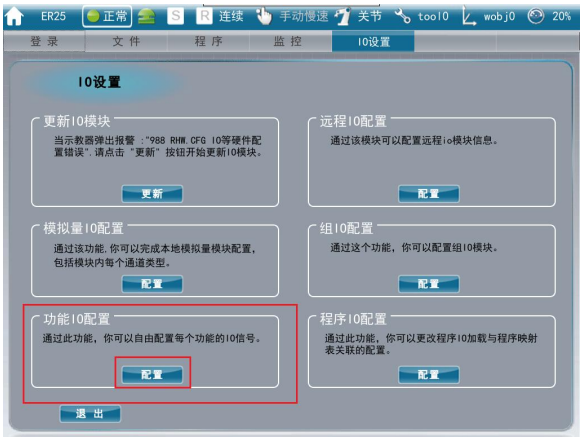
序号	描述	说明	检测信号	操作模式
1	程序预约启动状态	显示当前是否启动程序预约	高/低电平	/
2	预约程序预约状态	显示当前是否预约程序预约	高/低电平	/
3	预约程序运行状态	显示当前是否预约程序运行	高/低电平	/

12.5 可编程按键

通过可编程按键功能，可以绑定对应的 IO 口进行控制，一般应用于手动模式下快速控制外围气缸和气爪之类的工具，目前支持 4 个按键配置。

表 12-4 设置 F 键对应的 IO 控制信号

步骤	图示	说明

1．按图示标记编号，依次打开示教器桌面，点击“**IO设置**”图标进入主界面。		
2. 根据图示，选择功能 IO 配置，点击“**配置**”进入界面。		
3. 根据图示，点击“**可编程按键**”进入界面。		功能说明： 可编程按键最多可支持 4 个按键配置，每个按键最多支持两路 IO。

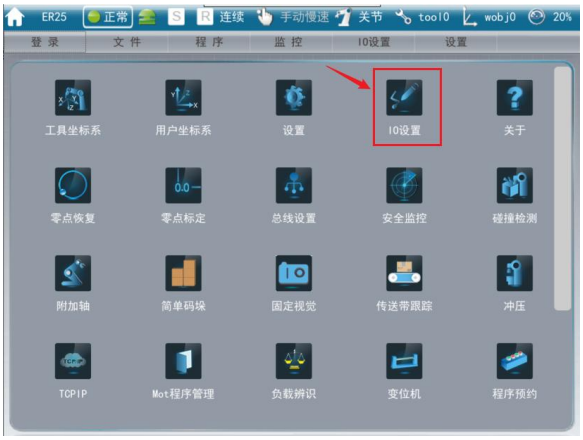
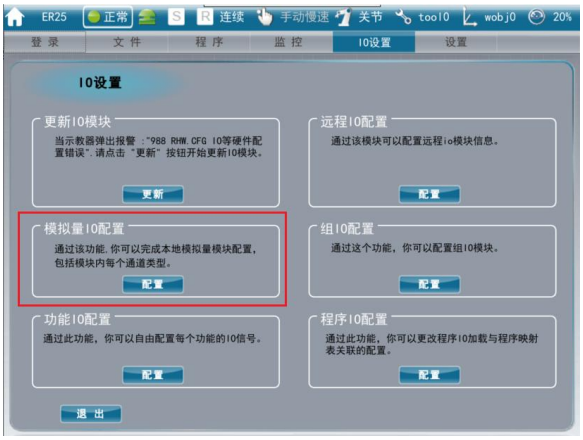
4. 进入主界面后，点击**“编辑”**，可以对参数进行设置，如选择**“输出”**类型。设置完成后点击保存即可。		说明： 1、类型：可选无、输入、输出类型，如图选择输出，表示所配置的按键对应是 IO 输出功能； 2、按键按下：支持切换、置为 1、置为 0、长按/松开四种模式，如图选择切换，则表示每按一次按键 2，信号在 TRUE 和 FALSE 之间进行切换控制； 3、允许自动模式：不支持修改，仅手动模式有效； 4、IO 地址：此功能一个按键能控制两路 IO，即表示按键 2 对应控制类型绑定的的 IO 地址，如图表示按键 2 可以控制输出 IO 地址为 9 和 10 的信号； 5、按键名：可以对配置的按键进行命名，如图所示此按键默认命名为按键 2，对其进行重新命名为 key2； 6、当配置完成后点击保存，保存当前配置。 7、当保存成功后点击退出，则退出配置界面； 8、当 IO 地址配置相同地

		址时，类型为切换，点击配置按钮，信号无变化，当类型为置为 1、置为 0 或长按/松开与配置单路信号相同。
5. 如果是选择输入类型，界面如图，修改 IO 地址后点击**“保存”**，即可完成 F 键对应输入地址的强制控制。		说明： 1、与配置输出类似，选择输入类型时，按键向下只支持一种类型“长按/松开”，一个按键最多可以配置两路输入，如图所示配置按键 1 为输入类型，IO 地址为 8，另外一路 IO 地址未配置，IO 地址填“-1”，重新命名按键名为“物料到位信号”； 2. 当两路 IO 都配置相同地址时跟配置一路 IO 地址相同；
6. 完成设置后，点击**“退出”**按钮返回，设置完毕。		
7. 配置完成时点击示教器界面下的 F4 按键在主界面中弹出可移动的弹框，退出时再按一次 F4 或点击弹框右上角“×”退出移动弹框。		说明： 1、弹框中还提供了“重置强制”按钮，可重置所有的强制信号， 2、当配置完成时可以调出弹框按钮进行调试。

12.6 模拟量 IO 配置

表 12-5 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**”图标。
2. 进入模拟量 IO 配置界面。	 	选择**“模拟量 IO 配置”**功能。 点击**“配置”**按钮进入配置界面。 若没有配置模拟量 IO 硬件模块，则有弹窗提示且无法进入模拟量配置功能。 存在模拟量 IO 硬件模块时，则可以进入模拟量 IO 界面，显示 IO 模块类型和上次配置的通道类型。

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

12.7 组 IO 配置

组 IO 可以将数字量 IO 信号或总线的布尔信号进行组合，组合后的新号可在 RPL 程序中进行编程使用，方便进行逻辑运算，状态判断等等。

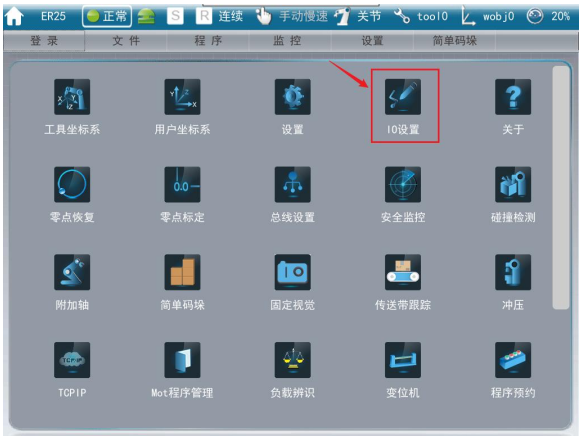
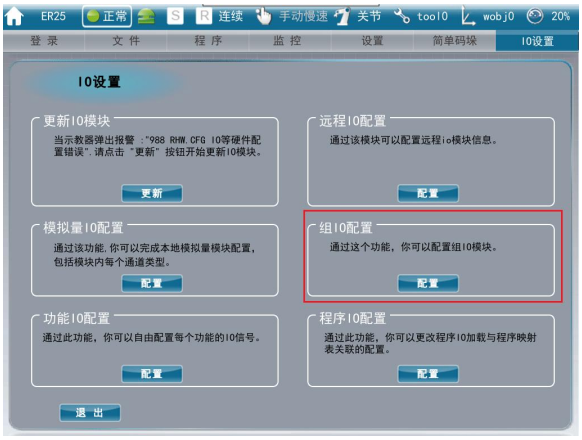
12.7.1 组数字输入输出配置

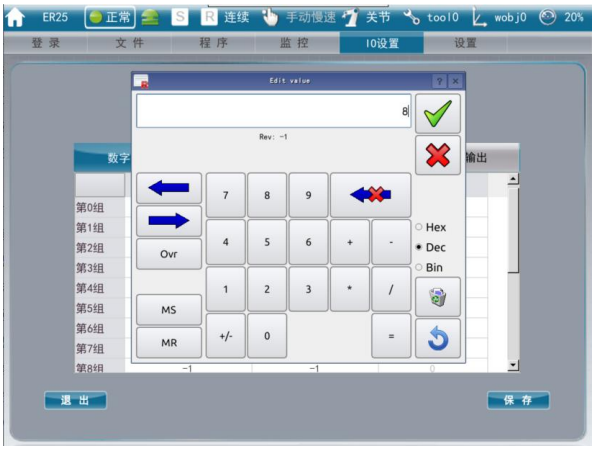
针对数字量 IO 进行组合配置，需根据实际支持的硬件 IO 数量和地址配置操作。当前最多支持 16 个组整型输入/输出信号，每个组整型输入/输出信号最多支持 16 个信号的组合，组合使用的 IO 信号地址连续。

在 RPL 程序中,可使用组 IO 整型数据为 io.GroupIn[0]~io.GroupIn[15], io.GroupOut[0]~io.GroupOut[15]。

表 12-6 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**“IO 设置”**。
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**“配置”**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 显示组编号，最多支持配置 16 组。 红色框 2 确定连续地址的起始地址。 红色框 3 确定连续地址的终止地址。 红色框 4 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显示十进制数，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可设置输出值，在弹出键盘上设置一个十进制值，转换为二进制值控制相应的组 IO 输出。

12.7.2 组总线输入输出设置

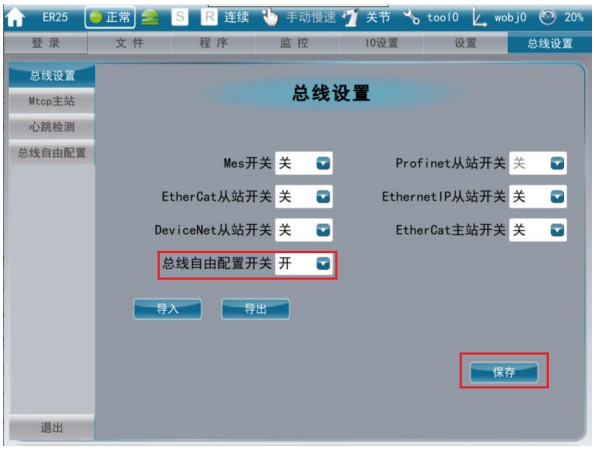
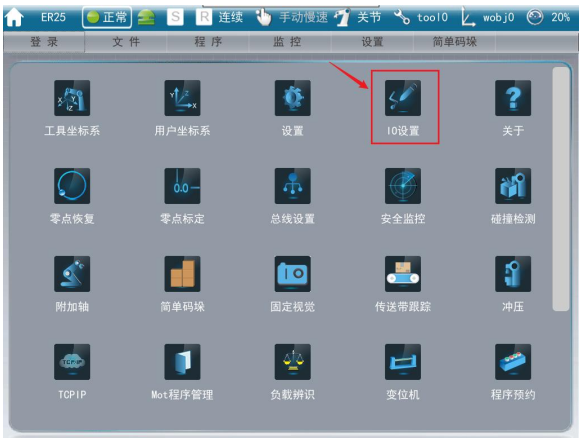
针对总线组信号配置，需根据实际总线配置的布尔信号数量和地址配置进行操作，且只支持在“总线自由配置”开关开启状态下使用。

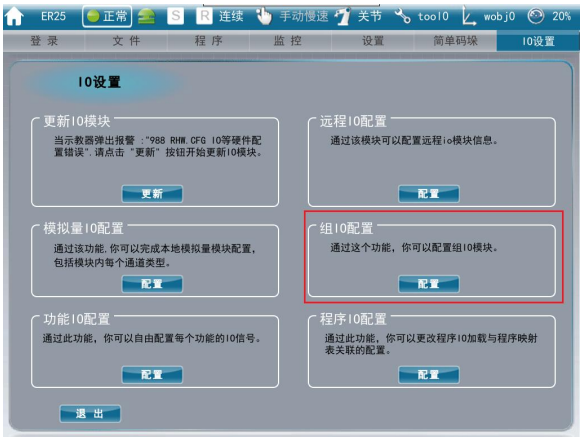
当前最多支持 256 个组整型输入/输出信号，每个组整型输入/输出信号最多支持 16 个信号的组合，组合使用的布尔信号地址必须连续。

当前最多支持 128 个组浮点输入/输出信号，每个组整型输入/输出信号必须使用连续 32 个布尔信号进行组合，组合使用的布尔信号地址必须连续。

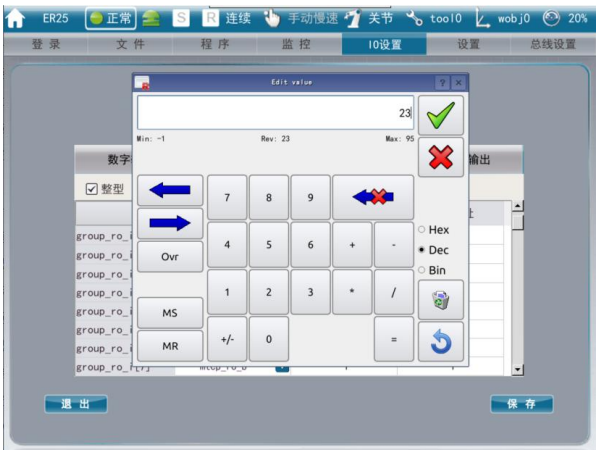
表 12-7 总线组信号配置操作步骤

步骤	图示	说明

1. 进入总线设置界面。		打开示教器桌面，点击“**总线设置**”。
2. 开启系统总线自由配置开关。		“**系统总线自由配置开关**”下拉框选择开。 点击“**保存**”按钮，等待配置保存，直至弹窗提示重启生效。
3. 进入 IO 设置界面。		打开示教器桌面，点击“**IO 设置**”。

4. 进入组 IO 配置界面。	 	选择组 IO 配置功能。 点击**“配置”**按钮进入配置界面。 点击**“总线输入”**或**“总线输出”**，点击后默认选择整型。 左图红色框 1 显示组编号，整型最多支持配置 256 组，浮点型最多支持配置 128 组。 红色框 2 选择配置协议，共 7 种选择。 红色框 3 确定连续地址的开始地址。

		红色框 4 确定连续地址的结束地址。
5. 进行组总线配置。	 	点击**“编辑”**按钮后，按钮变为保存，表格变为可编辑状态。 用户可选择关联总线类型并对整型每组的开始、结束地址进行编辑，浮点型字节固定只允许设置开始地址。 此处以“**总线输入**”“**整型**”为例，选择关联总线类型，点击所需

	 	要配置组的开始和结束地址单元格，输入地址。 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。

	ER25 正常 连续 手动慢速 关节 tool0 wobj0 20% 登 录 文 件 程 序 监 控 IO设置 设置 总线设置 组IO配置 数字输入 总线输出 整型 浮 提示 配置文件保存成功。 是 结束地址 group_ro_i[0] group_ro_i[1] group_ro_i[2] group_ro_i[3] group_ro_i[4] group_ro_i[5] group_ro_i[6] group_ro_i[7] mtcp_ro_b 退 出 编 辑	

第 13 章　通用码垛 2

本章主要介绍通用码垛 V2 系统组成及功能、界面说明及操作说明。

13.1　系统组成及功能说明

本码垛功能为客户自定义垛型和层级关系的码垛工艺，分别设置码垛工艺的几个部分再进行简单组合即可使用。通用码垛主要三部分，分别是基础设置、工艺设置以及生产监控，目前通用码垛功能仅最多支持四抓、100 个垛型配方（每个配方仅支持一种垛型模式，即拖拽模式或自定义模式）、50 个码垛工艺及每个工艺最多支持 10 个工作站。

基础设置。主要包括公用信息/工具抓手/垛盘参数/隔板参数/垛型配方几个部分，**特别需要注意的是垛型配方在垛盘设置基础上完成，应优先设置垛盘参数。另外，在基础设置中，垛盘和垛型配方是必须要设置参数的两个部分，其他部分可以根据实际项目工艺需要进行配置使用。**

工艺设置。该部分主要设置每个工艺中 10 个工作站中对应的垛型配方以及微调设置。操作人员对每个工位的码垛号进行设置并保存进行多工位配置。

生产监控。该部分主要是监控码垛过程中的一些信息。包括当前使用的工艺配方号，当前正在码放的垛位，各垛位的已码放工件数，最大工件数，当前层，当前层正在码放的工件序号以及抓手强制打开和关闭等操作。

13.2　用户坐标系的声明和标定

实际使用中使用几个垛盘就需标定几个用户坐标系，且工艺模板程序中通过调用对应的 update 函数更新对应的垛盘坐标系数据，统一使用 generalpallet.PalletCoordinate 变量来调用对应的垛盘坐标系。因此在工艺程序编写时，**特别需要注意要先调用 update 函数才能使用对应的垛盘用户坐标系数据。**

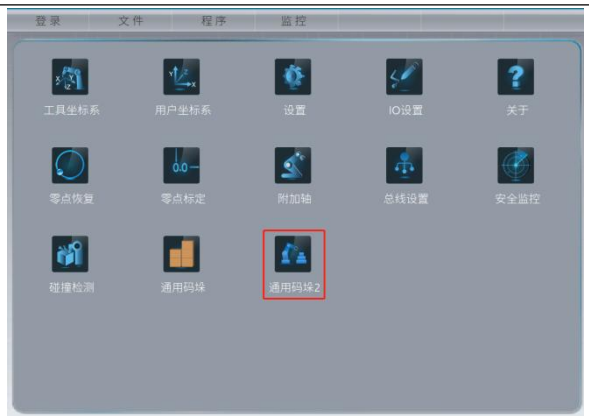
如：先调用 generalpallet.update(currentStation),currentStation 为当前垛盘号，1 表示第一个垛盘，依次类推；然后才能通过变量 generalpallet.PalletCoordinate 正确获得对应的用户坐标系的数据。

另外，针对多抓手的工具修正值通过 module 变量 generalpallet.GripperTool_X 来获取，其中 X 对应 1-4，分别表示抓手 1-抓手 4 的坐标系数据。

13.3　功能界面

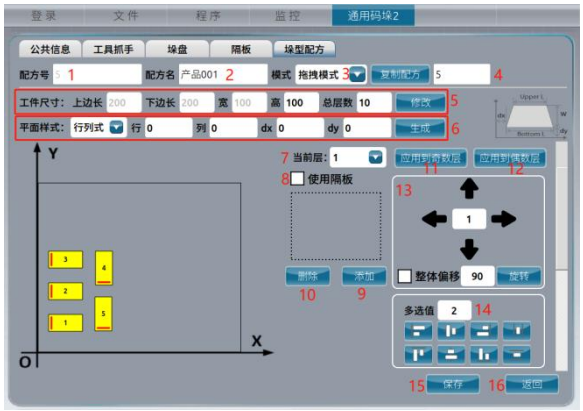
13.3.1　基础设置参数

表 13-1 产品设置参数

步骤	图示	说明
1. 打开示教器桌面，点击**“通用码垛 2”**图标进入主界面。		
2. 进入界面后，选择**基础设置**，点击**基础设置图标**进入界面。		
3. 进入产品设置界面后如右图所示，主要分为公用信息、工具抓手、垛盘、隔板、垛型配方等参数设置项。		

4. 基础设置之一：公用信息。待机位是码垛工艺开始的点位。将机器人移动至自定义的安全位置点击右侧蓝色**“示教”**按钮，这是一个关节坐标系下的点位。如果工艺不需要待机点位则可不设置。	 参数含义： 1、点击**“示教”**可完成对待机位置的记录； 2、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 3、点击**“返回”**，回到上一层界面。	
5. 产品设置之二：工具抓手设置。	 参数含义： 1、选择对应的抓手，共支持 4 个抓手； 2、示教参考位置：抓住产品，不需要放开，移动到托盘上的顶点位置，尽量水平对齐顶点后点击记录； 3、示教旋转 180° 后的位置：将机器人末端旋转 180° 后，确保抓取的产品处于相同位置并记录。 4、点击**“计算”**，得到抓手工具的偏心值；	IO 地址与有效值为夹/吸取工件时的 IO 状态，高电平有效。

	5、当需要编程使用对应封装好的抓手信号控制指令时，需要设置抓手对应的 IO 信号以及夹爪打开对应的信号值。否则，可不做设置。 6、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 7、点击**“返回”**，回到上一层界面。	
6.产品设置之三：垛盘信息。	 参数含义： 1、当前垛盘序号参数，每个垛盘表示一个配方，最多支持 100 个码垛配方； 2、设置垛盘信息，包括垛盘名、长度，宽度以及高度，长度对应垛盘用户坐标系的 X 方向、宽度对应垛盘坐标系的 Y 方向； 3、根据示意图，记录垛盘坐标系原点位置； 4、根据示意图，记录垛盘坐标系 X 方向位置； 5、根据示意图，记录垛盘坐标系 Y 方向位置； 6、点击**“计算”**得到当前垛盘号标定后对应的用户坐标系结果，该结果可通过系统变量 generalpallet.PalletCoordinate 进行调用。 7、进入当前垛盘码放时的过渡点，用于避障或者调整姿态。码垛过程中过渡点高度会随着码放层高的递增而递增，每次递增的值为当前选择产品的高度值； 8、点击**“删除”**按钮，删除选择的垛盘数据库中对应垛盘名下的垛盘信息值以及垛盘用户坐标系值； 9、点击**“添加”**按钮，将当前码垛号对应的垛盘信息以及垛盘坐标系添加到数据库中，直	备注： 1、标定用户坐标系时要确保标定的坐标系的 Z 方向向上。 2、垛盘数据库主要包含垛盘名、长宽高数据及垛盘坐标系数据。

	接生效，不需要点击**“保存”**按钮； 10、点击**“激活”**按钮，将选择的数据库数据激活到当前选择的码垛号下。 11、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 12、点击**“返回”**，回到上一层界面。	
7. 产品设置之四：隔板信息。	 参数含义： 1、关联的码垛号，表示当前隔板参数应用于关联的码垛号，不可修改； 2、隔板厚度参数，单位是 mm； 3、示教隔板抓取位置，支持手动输入； 4、示教隔板抓取过渡点位置，支持手动输入； 5、示教隔板放置过渡点位置，支持手动输入； 6、示教隔板码放点位置，支持手动输入； 7、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 8、点击**“返回”**，回到上一层界面。	备注： 当实际工艺中没有用到隔板，可以不做设置。仅码放点随层高增加，抓取位置、过渡位置固定不变，应结合实际应用场景酌情使用。
8. 产品设置之五：垛型配方之拖拽模式。	 参数含义：	备注： 1、拖动摆放好的工件码放是基于对应垛盘用户坐标系下的位置进行码放。 2、每一个垛型配方仅支持设置唯一的模式，即拖拽或自定义模式中的一种。当设置为自定义模式后并保存数据后，切换到拖拽模式后会对垛盘数

	1、产品配方号，不可修改，同垛盘中的码垛号一致； 2、配方名，支持中英文备注，默认可不填写； 3、配方垛型模式，支持拖拽和自定义两种模式，默认为拖拽模式，自定义模式为纯点位设置的垛型。 4、复制产品配方，默认为上一次保存的产品配方号，点击**“复制配方”**，会将对应设置的配方号下的数据复制给当前的配方号。 5、设置工件信息，支持长方形和梯形参数设置，点击**“修改”**后才能对工件的上边长、下边长、宽进行设置。设置高和总层数可直接修改； 6、平面样式设置，支持自定义以及行列式模式，下拉选择行列式，即可对行列以及 X\Y 方向偏移值进行设置，拖放第一个基准工件后，点击**“生成”**即可自动生成垛型布局； 7、当前层设置，切换选择队医层后即可查看或设置对应层垛型数据； 8、设置当前层上方是否需要放置隔板，**“勾选”**表示使能放置功能； 9、点击**“添加”**可以上面的虚线框中生成一个带有编号的方框，可对其进行拖放到左侧的坐标系方框区域内进行摆放； 10、点击**“删除”**可以依次删除新添加的对象； 11、点击**“应用到奇数层”**，可以将当前层设置的垛型应用于所有奇数层； 12、点击**“应用到偶数层”**，可以将当前层设置的垛型应用于所有偶数层； 13、可以对选中的对象进行微调以及角度旋转，移动量默认是对应垛盘和产品的 1 个分辨率的移动量；如果需要旋转则设置旋转角度值（默认绝对旋转 90 度），点击**“旋转”**按钮可进行姿态连续调整，**“勾选”**整体偏移，通过微调方向按钮可以进行整体偏移。 14、对选中的工件进行对齐方式设置，使用对齐功能前，需要确认需要对齐的工件数，填写	据进行清空处理。 3、多选值取值对象为连续点击选择的对象中从末尾逆向取值。 4、行列式平面样式仅支持 X 和 Y 正方向上垛型设置，第一个工件需位于垛型的最左下方，X 对应行方向，Y 对应列方向。

	到多选值中，然后再进行对齐，否则按照多选值中的个数进行对齐，选择个数小于多选值会进行提示报警； 15、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 16、点击**“返回”**，回到上一层界面。	
9.产品设置之五：垛型配方之对齐功能	 参数含义： 1、 左对齐，以最左端工件为基准； 2、 水平居中对齐，以最后选择的工件为基准； 3、 右对齐，以最右侧工件为基准； 4、 X 方向横向分布，至少 3 个工件以上； 5、 Y 方向垂直分布，至少 3 个工件以上； 6、 顶端对齐，以最上方的工件为基准； 7、 垂直居中对齐，以最后选择的工件为基准； 8、 底端对齐，以最下方的工件为基准；	

10.产品设置之五：垛型配方之垛型数字型	 参数含义： 1、示教对应的基准点，机器人抓取当前设置的产品至垛盘平面上，在默认 Wobj0 坐标系下点击**“示教”**按钮，记录用户坐标系下自定义 0 度方向和第一层码放时松开吸盘(打开夹爪)的高度； 2、列表中每个编号行对应每一个工件的坐标信息，主要显示 X/Y/A 的值以及其他设置按钮； 3、在列表中手动修改对应的工件的位置后，点击**“更新布局”**即可重新生成新的垛型布局； 4、过渡参数设置，点击**“设置”**按钮显示对应的参数设置窗口； 5、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 6、点击**“返回”**，回到上一层界面。	备注： 参考点主要为了获取自定义 0 度方向的位置姿态和第一个码放件的码放高度基准值。
	 参数含义： 点击对应行的过渡参数列下面的**“设置”**按钮，即可显示对应工件上方过渡点参数设置窗	

	口，具体参数含义可以参考示意图。 1、工件上方设置值，默认为 0mm 2、码放前点，即进入码放点时基于当前码放点的偏移量； 3、码放后点，即码放完成后基于当前码放点的偏移量， 4、点击**“全部应用”**按钮，即表示当前过渡参数应用于整个垛型的工件； 5、点击**“确认”**按钮，设置的过渡参数仅对当前工件有效； 6、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 7、点击**“返回”**，回到上一层界面。	
11.产品设置之五：垛型配方之自定义模式	 参数含义： 自定义垛型模式，适用于整个垛型的点位通过示教、或基于第一个参考点或上一点位置进行偏移设置。该模式不对抓手使能控制进行设置，仅支持过渡参数的设置。 1、设置垛型总工件数，点击**“生成点位表”**生成数据表格； 2、设置产品尺寸大小，单位 mm； 3、选择当前工件编号，支持通过左右方向控件快速切换选择当前工件； 4、如需运动到当前工件码放位置，点击**“运动至码放位置”**，在具备点动条件下，机器人将会进行运动，仅手动模式有效； 5、工件位置设置的参考位置支持三种模式，即示教、基于第一个工件、基于上一个工件	备注： 1、基于第一个工件模式表示当前工件点位是基于第一个工件进行设置参数的偏移。 2、基于上一个模式表示当前工件点位是基于上一个工件进行的设置参数的偏移。 3、参考位置的数据都是基于 Wobj0 下的当前工具坐标系下的数据。

	三种模式； 6、列表的行表示对应的工件号，对应行的 X/Y/Z/A/B/C 值支持手动修改； 7、点击对应行的**“设置”**，显示对应工件的过渡参数设置界面； 8、工件上方设置值，默认为 0mm 9、码放前点，即进入码放点时基于当前码放点的偏移量； 10、码放后点，即码放完成后基于当前码放点的偏移量， 11、点击**“全部应用”**按钮，即表示当前过渡参数应用于整个垛型的工件； 12、点击**“确认”**按钮，设置的过渡参数仅对当前工件有效； 13、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 14、点击**“返回”**，回到上一层界面。	

13.4 工艺设置参数

表 13-2 工艺设置参数

步骤	图示	说明
1.进入界面后，选择**工艺设置**，点击**工艺设置图标**进入界面。		

2. 工艺设置	 参数含义： 1、工艺序号共支持 1-50； 2、每个工艺下的对应工位设置的码垛号，即码垛配方号，设置为-1 表示不启用对应工位参数设置； 3、设置完码垛号，显示之前对应设置的垛盘名，不可修改； 4、设置完码垛号，显示之前对应设置的配方名，不可修改； 5、设置微调参数，点击**“微调”**按钮后进入微调参数界面； 6、点击**“保存”**，界面设置参数才能生效； 7、点击**“返回”**，回到上一层界面。	
3. 微调参数设置，点击每个垛盘项的微调按钮即可进入微调界面	 参数含义： 1、选择需要微调的当前层； 2、选择需要微调的当前层中对应的产品序号； 3、X 方向的偏移值； 4、Y 方向的偏移值；	备注： 1、修改完成后，点击**“确认”**后，回到工艺设置界面还需点击**“保存”**，才能保存当前微调参数。 2、如果微调参数没有点击保存，那么在选择切换产品配方时，会对上一次微调界面显示的数据全部清零。

	5、Z 方向的偏移值； 6、A 姿态的偏移值； 7、点击**“应用到当前件”**后，设置的偏移量仅作用于当前选择的层中的当前件； 8、点击**“应用到当前层”**后，设置的偏移量仅作用于当前选择的层； 9、点击**“应用到奇数层”**后，设置的偏移量仅作用于所有奇数层产品； 10、点击**“应用到偶数层”**后，设置的偏移量仅作用于所有偶数层产品； 11、点击**“应用到整垛”**后，设置的偏移量仅作用于整个垛盘产品； 12、点击**“确认”**后，退出当前微调界面。	

13.5 生产监控

表 13-3 产品设置参数

步骤	图示	说明
1.进入界面后，选择**生产**，点击**生产监控图标**进入界面。		
2.生产监控		备注： 手动修改对应垛位的当前层和当前层工件号后，机器人下个循环就会直接去码放该工件。因此需要特别引起重视。不能随意修改，防止碰撞。

	参数含义： 1、显示当前实时运行的工艺号； 2、工位号，每个工艺最多支持 10 个工位，当需要对对应工位进行清垛和满垛设置时，需要勾选后才能设置才生效； 3、显示对应工艺下配置号的码垛号即码垛配方，不可修改； 4、显示对应工位下的码垛号下设置的垛盘名，不可修改； 5、显示对应工位下最大工件数 6、显示对应工位已码放的工件数； 7、显示当前正在码放的工件所处的层数； 8、显示当前正在码放的工件所处当前层中的具体工件号； 9、勾选对应工位后，点击**“满垛”**按钮，重新设置已码工件数为最大工件数以及对应的当前层、当前层工件数，一般用于拆垛； 10、勾选对应工位后，点击**“清垛”**按钮，重新设置已码工件数为 0 以及对应的当前层、当前层工件数都为 1，机器人下一次码放将从第一个工件开始码放，一般用于码垛； 11、点击**“返回”**，回到上一层界面。	
生产监控之抓手设置	 参数含义： 1、抓手工具编号，共 4 个，切换选择后，界面显示对应抓手配置的 IO 信号地址以及状态； 2、点击**“打开强制”**，对当前抓手配置的所	备注： 强制 IO 操作后，一定要重置所有的强制 IO。

	有 IO 信号的强制操作； 3、点击**“取消强制”**，对当前抓手配置的所有 IO 信号的关闭强制操作； 4、点击**“重置所有强制 IO”**，重置系统中所有被强制的 IO； 5、显示当前 IO 对应的状态； 6、点击**“返回”**，回到上一层界面。	

13.6 导入导出操作

步骤	图示	说明
1. 进入 app 主界面后		
2. 导出操作，点击**“导出”**按钮弹出系统配置文件窗口，选择需要导出的配置文件，点击窗口中标记 3 处的**“导出”**即可，导出成功会进行相应的提示。	 配置文件名说明： 1、generalpalletconfig.xml 文件：产品设置文件，保存设置的所有产品信息； 2、generalpalletcraft.xml 文件：工艺设置配置文件； 3、traylibconfig.xml 文件：垛盘数据配置文件；	备注： 请先在示教器 USB 接口上插入 U 盘。

3.导入操作，点击**“导入”**按钮弹出系统配置文件窗口，选择需要导入的配置文件，点击窗口中标记 3 处的**“导入”**即可，导入成功会进行相应的提示。		备注： 请先将存有配置文件的 U 盘插入示教器 USB 接口处。

13.7 程序说明

13.7.1 指令说明

函数名	备注
generalpallet.loadConfigFiles()	加载工艺配置文件，用来更新码垛参数设置
generalpallet.updateFixPos()	更新待机点位
generalpallet.update(stationID)	更新码放点、过渡点、夹爪配置等数据，stationID:工位号，范围 1-10
generalpallet.setCraftID(craftID)	设置工艺号，craftID:工艺号，范围 1-50
generalpallet.setPieceID(stationID, pieceID)	设置当前计数值
pieceID = generalpallet. getPieceID(stationID)	返回指定工位的已码放完成工件计数值
generapallet.gripperPick(gripper1_en, gripper2_en,gripper3_en, gripper4_en)	根据当前码放点配置的抓手使能进行夹/吸取工件
generapallet.gripperPut(gripper1_en, gripper2_en, gripper3_en, gripper4_en)	根据当前码放点配置的抓手使能进行放置工件
generapallet.setTransPosStopLayer(stationID, stopLayer)	设置层进入过渡点高度不增加的层号，若不调用，则默认随层号增加。

参数说明：
craftID：工艺号，范围 1-50；
stationID：工位号，范围 1-10；

pieceID：计数值，从 0 开始；
stopLayer：层进入过渡点高度停止上升的层号；
gripper1_en：夹爪 1 使能，1 为启用，0 为不启用；
gripper2_en：夹爪 2 使能，1 为启用，0 为不启用；
gripper3_en：夹爪 3 使能，1 为启用，0 为不启用；
gripper4_en：夹爪 4 使能，1 为启用，0 为不启用；

13.7.2 变量使用

变量名	变量类型	备注
generalpallet.standbyPos	POINTJ	待机点
generalpallet.placeTransitionPos	POINTC	层进入过渡点
generalpallet.placePrePos	POINTC	码放前点
generalpallet.overPiecePos	POINTC	码放上方点
generalpallet.placePos	POINTC	码放点
generalpallet.placePostPos	POINTC	码放后点
generalpallet.maxPiece	INT	工位满垛工件计数值，索引号 1-10
generalpallet.GripperTool_1	TOOL	夹爪 1 坐标系
generalpallet.GripperTool_2	TOOL	夹爪 2 坐标系
generalpallet.GripperTool_3	TOOL	夹爪 3 坐标系
generalpallet.GripperTool_4	TOOL	夹爪 4 坐标系
generalpallet.PalletCoordinate	REFSYS	垛盘坐标系
generalpallet.partition_pickpos	POINTC	取隔板点
generalpallet.partition_placepos	POINTC	放隔板点
generalpallet.partition_transpos1	POINTC	放隔板过渡点 1
generalpallet.partition_transpos2	POINTC	放隔板过渡点 2

13.7.3 简单例程

说明：本例子仅对相关变量和函数进行说明使用，不针对特定工艺现场要求，客户需要根据实际现场工艺进行编程使用。

a:单抓单放

```
(* generalpallet demo program_singleGripper *)
generalpallet.loadConfigFiles() ;
(* 加载配置文件 *)
currentCraft := 1 ;
currentStation := 1 ;
generalpallet.updateFixPos() ;
(* 更新固定点位数据 *)
generalpallet.setCraftID(currentCraft) ;
(* 设置工艺号 *)
generalpallet.update(currentStation) ;
(* 更新数据 *)
tool1 := generalpallet.GripperTool_1 ;
LABEL start :
currentPiece := generalpallet.getPieceID(currentStation) ;
(* 获取计数值 *)
IF currentPiece >= generalpallet.maxPiece[currentStation] THEN
  GOTO start ;
END_IF ;
MLIN (OFFSET(pick, 0, 0, 200), v500, fine, tool0) ;


(* 直线插补运动到抓取点上方 *)
MLIN (pick, v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到抓取点 *)
generalpallet.gripperPick(1, 0, 0, 0) ;
(* 夹取工件，使用夹爪1 *)
DWELL (1) ;
MLIN (OFFSET(pick, 0, 0, 400), v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到抓取点上方 *)
generalpallet.update(currentStation) ;
(* 更新码放数据 *)
MLIN (generalpallet.placeTransitionPos, v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到层进入过渡点 *)
MLIN (generalpallet.placePrePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放前点 *)
MLIN (generalpallet.overPiecePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放上方点 *)
MLIN (generalpallet.placePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放点 *)
generalpallet.gripperPut(1, 0, 0, 0) ;
```

```
(* 直线插补运动到码放点 *)
generalpallet.gripperPut(1, 0, 0, 0) ;
(* 放置工件，使用夹爪1 *)
currentPiece := currentPiece + 1 ;
(* 计数值自加1 *)
generalpallet.setPieceID(currentStation, currentPiece) ;
(* 下发计数值到控制器 *)
MLIN (generalpallet.overPiecePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放上方点 *)
MLIN (generalpallet.placePostPos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放后点 *)
MLIN (generalpallet.placeTransitionPos, v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到层进入过渡点 *)
IF currentPiece >= generalpallet.maxPiece[currentStation] THEN
  MJOINT (generalpallet.standbyPos, v500, fine, tool0) ;
  (* 码放完成，回到待机位置 *)
END_IF ;
GOTO start ;
```

b:单抓多放（以双爪为例）

<Main>

```
(* generalpallet demo program_doubleGripper *)
Init() ;
(* 初始化 *)
LABEL start :
currentPiece := generalpallet.getPieceID(currentStation) ;
(* 获取当前计数值 *)
IF currentPiece >= generalpallet.maxPiece[currentStation] THEN
  GOTO start ;
END_IF ;
Pick() ;
(* 抓取工件 *)
Put_1() ;
(* 放置工件1 *)
Put_2() ;
(* 放置工件2 *)
IF currentPiece >= generalpallet.maxPiece[currentStation] THEN
  MJOINT (generalpallet.standbyPos, v500, fine, tool0, generalpallet.PalletCoordinate) ;
  (* 码放完成，回到待机位置 *)

END_IF ;
GOTO start ;
```

<init>

```
generalpallet.loadConfigFiles() ;
(* 加载配置文件 *)
currentCraft := 1 ;
currentStation := 1 ;
generalpallet.updateFixPos() ;
(* 更新固定点位数据 *)
generalpallet.setCraftID(currentCraft) ;
(* 设置工艺号 *)
generalpallet.update(currentStation) ;
(* 更新数据 *)
tool1 := generalpallet.GripperTool_1 ;
tool2 := generalpallet.GripperTool_2 ;
```

<pick>

```
MLIN (OFFSET(pick_2, 0, 0, 200), v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到夹取点上方位置 *)
MLIN (pick_2, v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到夹取位置 *)
generalpallet.gripperPick(1, 1, 0, 0) ;
(* 夹取工件，使用夹爪1&2 *)
DWELL (1) ;
MLIN (OFFSET(pick_2, 0, 0, 400), v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到夹取点上方位置 *)
MLIN (generalpallet.placeTransitionPos, v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到层进入过渡点 *)
```

<put_1>

```
MLIN (generalpallet.placePrePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放前点 *)
MLIN (generalpallet.overPiecePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放上方点 *)
MLIN (generalpallet.placePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放点 *)
generalpallet.gripperPut(1, 0, 0, 0) ;
(* 放置工件，使用夹爪1 *)
currentPiece := currentPiece + 1 ;
(* 计数值自加1 *)
generalpallet.setPieceID(currentStation, currentPiece) ;
(* 下发计数值到控制器 *)
MLIN (generalpallet.overPiecePos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放上方点 *)
MLIN (generalpallet.placePostPos, v500, fine, tool1, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放前点 *)
generalpallet.update(currentStation) ;
(* 更新数据 *)
```

<put_2>

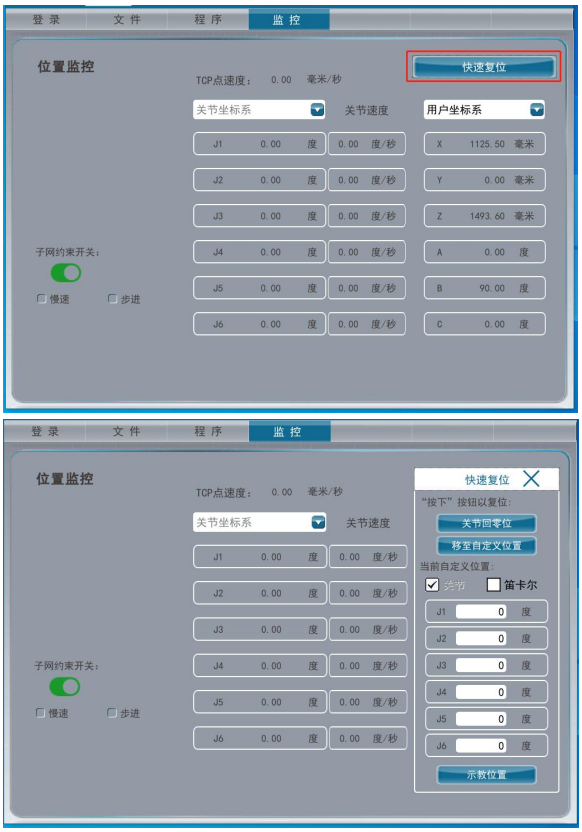
```
MLIN (generalpallet.placePrePos, v500, fine, tool2, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放前点 *)
MLIN (generalpallet.overPiecePos, v500, fine, tool2, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放上方点 *)
MLIN (generalpallet.placePos, v500, fine, tool2, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放点 *)
generalpallet.gripperPut(0, 1, 0, 0) ;
(* 放置工件，使用夹爪2 *)
currentPiece := currentPiece + 1 ;
(* 计数值自加1 *)
generalpallet.setPieceID(currentStation, currentPiece) ;
(* 下发计数值到控制器 *)
MLIN (generalpallet.overPiecePos, v500, fine, tool2, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放上方点 *)
MLIN (generalpallet.placePostPos, v500, fine, tool2, generalpallet.PalletCoordinate) ;
(* 直线插补运动到码放前点 *)
MLIN (generalpallet.placeTransitionPos, v500, fine, tool0) ;
(* 直线插补运动到层进入过渡点 *)
generalpallet.update(currentStation) ;
(* 更新数据 *)
```

第 14 章　监控

14.1　位置

表 14-1 位置数据查看步骤

步骤	图片	描述
1. 打开位置监控界面。		点击状态栏下“**监控**”按钮。 点击下拉菜单中**“位置”**。
2. 查看各坐标系下的机器人位置。	 	界面根据当前设置的坐标系，显示两组机器人坐标。左边一列可以选择关节坐标系或者附加轴（当机器人没有附加轴时，附加轴选项不可选择），右边一列可以选择机器人坐标系或者用户坐标系，中间一列显示的是各轴关节运动时的实时轴速度，上面显示的是 TCP 点的实时合速度。 同时，坐标系显示会根据当前机器人运行坐标系自动切换。比如机器人切换当前坐标系为用户，则监控坐标系自动变成用户坐标系；如果此时需要查看机器人坐标系，通过选择框可以选择机器人坐标系，查看机器人坐标系下的值。

3. 快速复位	 	点击“快速复位”按钮展开快速复位界面。 回零位：按下“回零位”按钮使机器人自动移至零位，移动过程中松开按钮机器人将停止移动（自动模式下需上伺服使用，手动模式下需按下手压使用） 移至自定义位置：按下“移至自定义位置”按钮使机器人自动移至自定义的位置。操作同“回零位”按钮。 示教位置：将机器人移至自定义的安全位置，点击“示教位置”按钮，此时当前自定义位置将显示当前记录的位置。**（也可以手动输入自定义位置各个关节的值）** 点击快速复位标题栏区域关闭快速复位界面。

注：位置监控中慢速、步进功能见点动操作章节。

14.2 IO 监控

0 监控界面可查看对数字量 IO 和模拟量 IO 的状态值。

在机器人手动模式下，可对 IO 信号做强制操作配合信号控制以及 RPL 程序测试。同时，在该模式下可对具体的 IO 端口进行信号描述编辑，自动模式下无法编辑也无法做信号强制。

IO 端口可用于功能映射，指定端口会被定义用于系统，通用，工艺等功能。当 IO 端口被映射相关功能后，系统将根据功能名称自动添加对应功能描述，该信号将无法编辑描述。根据 IO 使用情况将 IO 分为以下几类：

- 系统 IO：系统预定义功能端口，在监控界面 IO 描述为“系统：XX”。此类信号无法被强制，无法修改描述。
- 功能 IO：根据功能映射中设置，在监控界面显示 IO 描述，如映射通用功能中的启动程序功能，则 IO 描述为“通用：启动”，此类信号无法修改描述。（安全监控相关功能信号无法被强制。）
- 用户 IO：未做功能映射的预留 IO。用户可根据需要添加 IO 描述，可在 RPL 程序对输出信号做读取和写入操作，输入信号可以进行读取，且信号可以被强制。

14.2.1 数字 IO 监控

该界面可查看当前数字量 IO 的状态，已被占用 IO 的信息，以及对未被系统、功能占用的 IO 进行自由描述。对非系统占用的 IO 在手动模式下进行强制操作，切换到自动模式会取消强制状态，恢复成强制前状态值。

表 14-2 数字量 IO 监控

步骤	图片	描述
1. 打开 IO 监控界面。		1）点击“监控”。 2）点击“IO”。
2. 查看数字量 IO 信号的输入输出状态。		红色框 1 中， 表示状态为 true；红色框 2 中， 表示状态为 false。
3. 可以对非系统占用的数字量 IO 进行强制操作。		红色框 1 中，进行强制操作，单击 变为 ，表示当前状态由 true，强制变为 false。 红色框 2 中，进行强制操作，单击 变为 ，表示当前的状态由 false 强制变为 true。

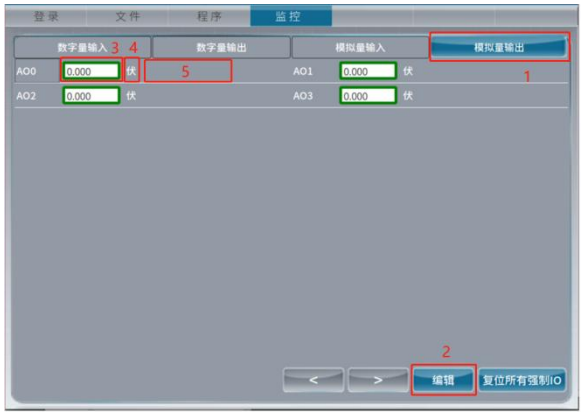
4. 系统占用的数字量 IO 无法进行强制操作。		
5. 查看系统占用的数字量 IO 信息。		被系统占用的数字量 IO 地址是固定的，不能被自由配置，将会在描述栏显示：“系统：xxx”信息。
6. 功能 IO 信息显示。		在“IO 设置”APP 的“功能 IO 配置”中能够对“通用功能”、“安全监控”、“附加轴”、“冲压”和“高级码垛”等信号进行自由配置，详细步骤见第 12 章 12.4 节功能 IO 配置，保存成功后，即可在 IO 监控中查看配置信息。
7. 用户 IO 查看、编辑及修改注释信息。		1）点击“编辑”按钮。 2）点击要编辑的描述栏，系统和功能 IO 信息不能被修改，只能修改、编辑用户 IO 信息。 3）点击“保存”按钮。

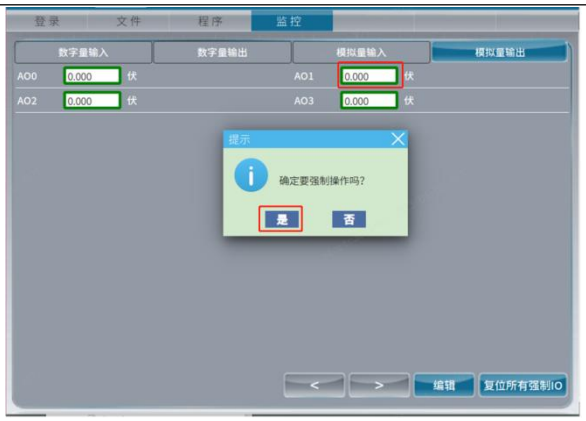
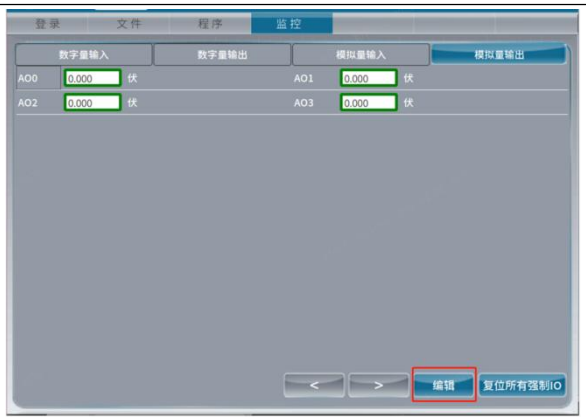
8.用户一键释放 IO 强制状态的功能。	a. 复位前，DI8 被强制为 true，DI6 被强制 false b. 复位后，DI8 恢复为 false，DI6 恢复为 true，且红圈强制状态取消。	点击“复位所有强制 IO”可以将强制操作的状态恢复到操作之前，如左图所示。

14.2.2 模拟量 IO 监控

在模拟量 IO 监控界面能够查看模拟量模块的类型（本地或远程）、模块的数量、通道数量、通道类型（电流或电压）及通道数值；在手动模式下可对输出通道的数值进行强制操作，切换到自动模式时，会自动复位；能对通道进行注释信息。

表 14-3 模拟量 IO 监控

步骤	图片	描述
1. 打开 IO 监控界面。		1）点击“监控”。 2）点击“IO”。
2. 查看模拟量 IO 按钮，进入模拟量监控界面。		编号 1：进入模拟量监控界面的按钮； 编号 2：编辑和保存通道注释的按钮； 编号 3：显示或强制通道数值 编号 4：单位：电流通道为毫安，电压通道为伏；具体通道类型可在“IO 设置”的“远程 IO 配置”中进行设置； 编号 5：显示和设置通道

		注释。
3. 输出通道值强制和恢复	 	步骤 1：点击要强制的编辑框，会有弹框提示，点击“是”； 步骤 2：在键盘中输入要强制的值，需在限制的范围内；确认后，编辑框由 0.000 变为了 3.000，表示强制成功； 步骤 3：再次点击编辑框，在弹框提示中点击“是”，或直接切换到自动模式，会取消强制值。 （注：**只有手动模式下对输出通道才能强制操作**）
4. 通道注释	 	步骤 1：点击“编辑”按钮； 步骤 2：点击要注释的编辑框； 步骤 3：在键盘中输入要注释的信息； 步骤 4：点击“保存”按钮，会将注释信息保存到控制器中。

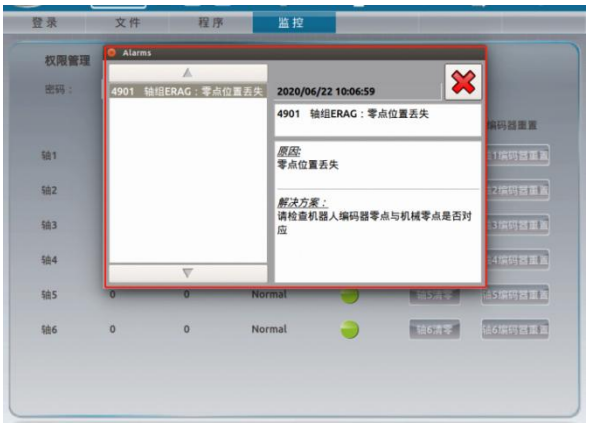
14.3 驱动器

在驱动器监控界面能够查看各轴的状态字、报警代码、描述、零位状态，能够进行重置零位、编码器重置等操作；目前 ER3B-C30 机型，无软抱闸操作。

14.3.1 重置零位

表 14-4 重置零位

步骤	图片	描述
1. 点击任务栏“监控”。		
2. 点击“驱动器”，进入驱动器监控界面。		红色框 1 内为权限管理，如果要操作驱动器监控界面，则需输入“1975”密码，进入后才能进行操作。 红色框 2、3、4、5 为各轴的状态、报警代码及描述。 红框 6 为各轴重置零

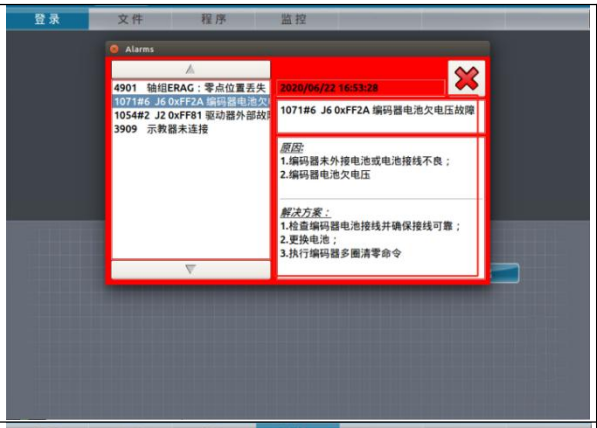
		点操作。
3.当报零点位置丢失警告，需要进行零点重置操作。		零位丢失除了报警告外，零点丢失的轴“零位状态”为 。
4.将零点丢失的某轴移动到机械零位，然后输入权限密码，点击“轴X清零”		
5.零点重置成功		零点重置成功后，零点状态由 变为 。

14.3.2 编码器重置

当遇到编码器电池欠电压报警或警告时需要进行编码器重置操作。

表 14-5 编码器重置

步骤	图片	描述

1.界面上有编码器电池欠电压报告或警告		在驱动器界面，输入权限密码，进入操作界面。
2.排查完故障后进行编码器重置操作		编码器重置成功后，会导致零位丢失，故还需将机器人移动到机械零位，进行零位重置。

14.3.3 软抱闸操作

表 14-6 软抱闸操作

步骤	图片	描述
1.抱闸操作		在权限管理中“进入”才能进行抱闸操作；红框 1 表示激活抱闸，才能对各轴的抱闸进行操作；红框 2 表示各轴的抱闸操作及状态，

		表示打开抱闸， 表示打开抱闸成功。

14.4 现场总线

14.4.1 现场总线数据监控

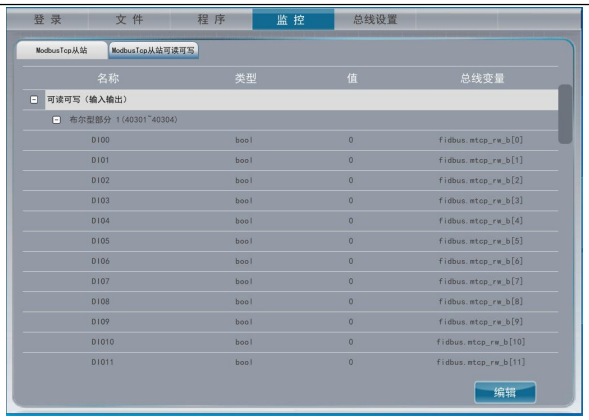
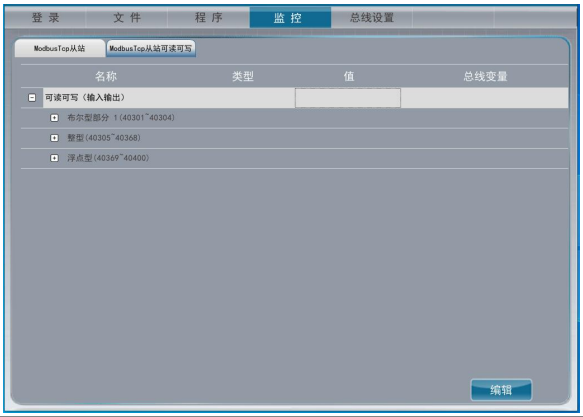
现场总线监控主要是用来查看总线通讯中的数据，同时可以设置数据的输出值。

目前主要包括 ModbusTCP 从站、ModbusTCP 主站、DeviceNet、Profinet(仅支持 Robox RP2 Pro 控制器)、EtherCAT 、EtherneIP 的通讯协议数据监控，其中 EtherCAT、Profinet、EtherneIP 、DeviceNet 依据需求选择是否在界面中显示。系统自由总线打开时，监控界面分为两组（输入、输出，ModbusTCP 可读可写只有一组数据），系统自由总线关闭时，监控界面分为 4 组（用户输入、用户输出、系统输入，系统输出，ModbusTCP 可读可写只有一组数据），另 BOOL 型数据最多支持 512 个，为方便客户查看数据以 128 个为一组分类。

14.4.2 总线数据查看

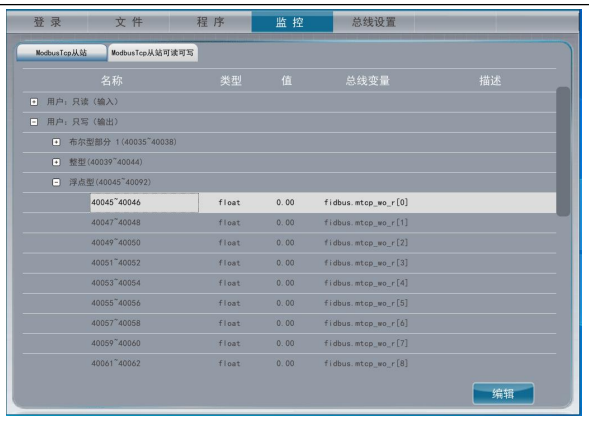
表 14-7 现场总线数据查看步骤

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。 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。 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		展开数据中可以查看以下数据： 第 1 列是数据名称； 第 2 列数据类型； 第 3 列是数据的值； 第 4 列是对应的示教器程序中的变量名称。

14.4.3 设置总线数据输出

表 14-8 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		打开数据监控列表的输出部分。 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。

2. 设置输出数据的值		设置输出的数据。 点击“√”则数据输出；点击“×”取消输出。
3. 输出数据		数据输出如图所示。

14.4.4 输入总线数据描述

表 14-9 设置输入总线数据描述步骤

步骤	图片	描述

1. 打开数据监控列表		打开数据监控列表。 点击编辑按钮
2. 输入总线变量注释		输入总线变量注释。 EN/CN 按钮切换中英文 点击“√”则注释输出；点击“×”取消注释。
3. 保存注释		点击保存按钮，保存变量注释。

14.4.5 组总线数据查看

表 14-10 现场总线组 IO 数据查看步骤

步骤	图片	描述
1. 打开数据监控列表。		点击状态栏下**“监控”**按钮； 点击下来菜单中**“现场总线”**
2. 选中需要查看的协议。		在界面中选择需要查看的通讯协议的数据。这里以 ModbusTcp 从站为例。 **注：**只有在 IO 设置 APP“组 IO”功能中，总线输入或输出表格配置相应协议组地址后，总线监控界面才可对应显示配置组信息。
3. 查看变量数据		展开数据中可以查看以下数据： 第 1 列是数据名称； 第 2 列数据类型； 第 3 列是数据的值； 第 4 列是对应的是示教器程序中的变量名称。 第 5 列是系统功能名或用户自定义名称。 注：组总线读写数据与总线 int，float 类型变量一致

14.4.6 Modbus-tcp 功能（系统总线自由配置关闭情况）

14.4.6.1 综述

Modbus Tcp 的 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收端和发送端。

14.4.6.2 只读只写变量

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 14-10 和表 14-11 所示。

表 14-10 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）
					Bit7：伺服准备确认（脉冲）
					Bit8：机器人位置类型
					Bit9：程序预约添加确认（脉冲）
					Bit10：程序预约删除确认（脉冲）
					Bit11：预约程序启动（脉冲）
					Bit12：伺服使能（脉冲）
					Bit13：取消伺服使能（脉冲）
	40102	I16	2	BOOL	系统预留 BOOL 变量，用户不可用
	40103	I16	2	I16	设置机器人速度
	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	I16	2	I16	附加轴轴号选择（1：七轴 2：八轴 3：九轴 4：十轴）
	40106	I16	2	I16	附加轴速度设定
	40107~40110	I16	2 * 4	I16	系统预留 Int 变量，用户不可用
	40111~40134	FLOAT	4 * 12	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]
	40145-40146	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[0]
	40147-40148	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[1]
	40149-40150	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[2]
	40151-40152	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[3]
	40153-40154	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[4]
	40155-40156	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[5]
	40157-40158	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[6]
	40159-40160	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[7]
	40161-40162	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[8]
	40163-40164	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[9]
	40165-40166	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[10]
	40167-40168	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[11]
	40169-40170	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[12]
	40171-40172	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[13]
	40173-40174	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[14]
	40175-40176	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[15]
	40177-40178	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[16]
	40179-40180	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[17]
	40181-40182	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[18]
	40183-40184	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[19]
	40185-40186	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[20]
	40187-40188	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[21]
	40189-40190	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[22]
	40191-40192	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[23]

表 14-11 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
					Bit11：程序加载状态
					Bit12：伺服准备状态
					Bit13：程序预约激活状态
					Bit14：程序复位状态（程序重新开始）
	40002	I16	2	BOOL	Bit0：安全位置 5 状态
					Bit1：安全位置 6 状态
					Bit2：安全位置 7 状态
					Bit3：安全位置 8 状态
	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	I16	2	I16	预约程序预约状态
	40008	I16	2	I16	预约程序运行状态
	40009~40010	I16	2 * 2	I16	系统预留 Int 变量，用户不可用
	40011~40022	FLOAT	2 * 6	FLOAT	J1~J6 关节角度值
	40023~40030	FLOAT	2 * 4	FLOAT	J7~J10(附加轴 1-4)关节角度值
	40031~40033	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]
	40045-40046	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[0]
	40047-40048	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[1]
	40049-40050	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[2]
	40051-40052	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[3]
	40053-40054	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[4]
	40055-40056	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[5]
	40057-40058	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[6]
	40059-40060	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[7]
	40061-40062	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[8]
	40063-40064	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[9]
	40065-40066	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[10]
	40067-40068	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[11]
	40069-40070	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[12]
	40071-40072	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[13]
	40073-40074	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[14]
	40075-40076	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[15]
	40077-40078	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[16]
	40079-40080	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[17]
	40081-40082	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[18]
	40083-40084	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[19]
	40085-40086	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[20]
	40087-40088	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[21]
	40089-40090	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[22]
	40091-40092	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_wo_r[23]

14.4.6.3 可读可写变量

具体的地址与变量映射关系如表 14-12 所示。

表 14-12 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	I16	对应 fidbus.mtcp_rw_i[0]
	40306	I16	2	I16	对应 fidbus.mtcp_rw_i[1]
	...	...	...	...	...
	40367	I16	2	I16	对应 fidbus.mtcp_rw_i[62]
	40368	I16	2	I16	对应 fidbus.mtcp_rw_i[63]
	40369 - 40370	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_rw_r[0]
	40371 - 40372	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_rw_r[1]
	...	...	...	...	...
	40397- 40398	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_rw_r[14]
	40399 -40400	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_rw_r[15]

14.4.7 Ethercat 功能（系统总线自由配置关闭情况）

14.4.7.1 综述

目前机器人仅支持 EtherCAT 协议，用户可通过 EtherCAT 协议转为 CCLink 等其他协议，EtherCAT 功能分为数据接收端与发送端，两端各留有 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 14-13 和表 14-14 所示。

注：ANYBUS_ECAT 是通用的网关协议转换功能，硬件需安装 ANYBUS 网关。

14.4.7.2 PLC 到机器人

PLC 到机器人，PLC 作为发送端，机器人作接收端。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 14-13 EtherCAT 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：运行程序（脉冲）
					Bit2：暂停程序（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）
					Bit7：伺服准备确认（脉冲）
					Bit8：机器人位置类型
					Bit9：程序预约添加确认
					Bit10：程序预约删除确认
					Bit11：预约程序启动（脉冲）
					Bit12：伺服使能（脉冲）
					Bit13：取消伺服使能（脉冲）
	Bus_Get[2]-[3]	I16	2	BOOL	系统预留 BOOL 变量，用户不可以使用
	Bus_Get[4]-[5]	I16	2	I16	运行速度（全局）
	Bus_Get[6]-[7]	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 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）。
	Bus_Get[8]-[9]	I16	2	I16	附加轴轴号选择（1：七轴 2：八轴 3：九轴 4：十轴）
	Bus_Get[10]-[11]	I16	2	I16	附加轴速度设定
	Bus_Get[12]-[19]	I16	8	I16	系统预留 I16 类型变量，用户不可以使用
用户变量	Bus_Get[20]-[21]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.ethcat_ro_b[0]-[15]
	Bus_Get[22]-[23]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.ethcat_ro_b[16]-[31]
	Bus_Get[24]-[25]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.ethcat_ro_b[32]-[47]
	Bus_Get[26]-[27]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.ethcat_ro_b[48]-[63]
	Bus_Get[28]-[29]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_ro_i[0]
	Bus_Get[30]-[31]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_ro_i[1]
	Bus_Get[32]-[33]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_ro_i[2]
	Bus_Get[34]-[35]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_ro_i[3]
	Bus_Get[36]-[37]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_ro_i[4]

	Bus_Get[38]-[39]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_ro_i[5]
系统变量	Bus_Get[40]-[87]	FLOAT	4 * 12	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.ethcat_ro_r[0]
	Bus_Get[92]-[95]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[1]
	Bus_Get[96]-[99]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[2]
	Bus_Get[100]-[103]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[3]
	Bus_Get[104]-[107]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[4]
	Bus_Get[108]-[111]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[5]
	Bus_Get[112]-[115]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[6]
	Bus_Get[116]-[119]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[7]
	Bus_Get[120]-[123]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[8]
	Bus_Get[124]-[127]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[9]
	Bus_Get[128]-[131]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[10]
	Bus_Get[132]-[135]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[11]
	Bus_Get[136]-[139]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[12]
	Bus_Get[140]-[143]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[13]
	Bus_Get[144]-[147]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[14]
	Bus_Get[148]-[151]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[15]
	Bus_Get[152]-[155]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[16]
	Bus_Get[156]-[159]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[17]
	Bus_Get[160]-[163]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[18]
	Bus_Get[164]-[167]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[19]
	Bus_Get[168]-[171]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[20]
	Bus_Get[172]-[175]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[21]
	Bus_Get[176]-[179]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[22]
	Bus_Get[180]-[183]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_ro_r[23]
	Bus_Get[184]-[191]	/	/	/	未定义

14.4.7.3 机器人到 PLC

机器人到 PLC，机器人作为发送端，PLC 作为接收端。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 14-14 EtherCAT 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
					Bit11：加载程序状态
					Bit12：伺服确认状态
					Bit13：程序预约激活状态
					Bit14：程序复位状态（程序重新开始）
	Bus_Set[2]-[3]	I16	2	BOOL	Bit0：安全位置 5 状态
					Bit1：安全位置 6 状态
					Bit2：安全位置 7 状态
					Bit3：安全位置 8 状态
	Bus_Set[4]-[5]	I16	2	I16	运行速度（全局）
	Bus_Set[6]-[7]	I16	2	I16	报警代码 1
	Bus_Set[8]-[9]	I16	2	I16	报警代码 2
	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]-[13]	I16	2	I16	预约程序预约状态
	Bus_Set[14]-[15]	I16	2	I16	预约程序运行状态
	Bus_Set[16]-[19]	I16	4	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.ethcat_wo_b[0]-[15]
	Bus_Set[22]-[23]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.ethcat_wo_b[16]-[31]
	Bus_Set[24]-[25]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.ethcat_wo_b[32]-[47]
	Bus_Set[26]-[27]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.ethcat_wo_b[48]-[63]
	Bus_Set[28]-[29]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_wo_i[0]
	Bus_Set[30]-[31]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_wo_i[1]
	Bus_Set[32]-[33]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_wo_i[2]
	Bus_Set[34]-[35]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_wo_i[3]
	Bus_Set[36]-[37]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_wo_i[4]
	Bus_Set[38]-[39]	I16	2	I16	对应 fidbus.ethcat_wo_i[5]
系统变量	Bus_Set[40]-[63]	FLOAT	4 * 6	FLOAT	J1~J6 关节角度值/笛卡尔空间位姿
	Bus_Set[64]-[79]	FLOAT	4 * 4	FLOAT	J7~J10(附加轴 1-4)关节角度值
	Bus_Set[80]-[87]	FLOAT	4 * 2	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.ethcat_wo_r[0]
	Bus_Set[92]-[95]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[1]
	Bus_Set[96]-[99]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[2]
	Bus_Set[100]-[103]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[3]
	Bus_Set[104]-[107]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[4]
	Bus_Set[108]-[111]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[5]
	Bus_Set[112]-[115]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[6]
	Bus_Set[116]-[119]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[7]
	Bus_Set[120]-[123]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[8]
	Bus_Set[124]-[127]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[9]
	Bus_Set[128]-[131]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[10]
	Bus_Set[132]-[135]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[11]
	Bus_Set[136]-[139]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[12]
	Bus_Set[140]-[143]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[13]
	Bus_Set[144]-[147]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[14]
	Bus_Set[148]-[151]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[15]
	Bus_Set[152]-[155]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[16]
	Bus_Set[156]-[159]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[17]
	Bus_Set[160]-[163]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[18]
	Bus_Set[164]-[167]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[19]
	Bus_Set[168]-[171]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[20]
	Bus_Get[172]-[175]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[21]
	Bus_Get[176]-[179]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[22]
	Bus_Get[180]-[183]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.ethcat_wo_r[23]
	Bus_Get[184]-[191]	/	/	/	未定义

14.4.8 Ethernet/IP 功能（系统总线自由配置关闭情况）

14.4.8.1 综述

Ethernet/IP 功能支持机器人做从站（slave），其 IP 地址与控制器一致，控制器默认站号为 0，端口号默认为 2222，数据的存储模式为小端模式 。Ethernet/IP 功能分为数据接收端与发送端，两端各留有 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 14-15 和表 14-16 所示。

14.4.8.2 PLC 到机器人

PLC 到机器人，PLC 作为发送端，机器人作接收端。接收数据主要包括系统变量和 TPU 变量。其中 Bus_Get[0] - Bus_Get[191]为数据接收为 192 BYTE。

表 14-15 Ethernet/IP 接收数据协议

变量分类	物理地址	单位	字数	子单位	备注

系统变量	Bus_Get[0]	I16	1	BOOL	Bit0：上/下伺服（脉冲）
					Bit1：运行程序（脉冲）
					Bit2：暂停程序（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）
					Bit7：伺服准备确认（脉冲）
					Bit8：机器人位置类型
					Bit9：程序预约添加确认
					Bit10：程序预约删除确认
					Bit11：预约程序启动（脉冲）
					Bit12：伺服使能（脉冲）
					Bit13：取消伺服使能（脉冲）
	Bus_Get[1]	I16	1	BOOL	系统预留 BOOL 变量，**用户不可以使用**
	Bus_Get[2]	I16	1	I16	运行速度（全局）
	Bus_Get[3]	I16	1	I16	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]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）。
	Bus_Get[4]	I16	1	I16	附加轴轴号选择（1：七轴 2：八轴 3：九轴 4：十轴）
	Bus_Get[5]	I16	1	I16	附加轴速度设定
	Bus_Get[6]-[9]	I16	1 * 4	I16	系统预留 I16 类型变量，用户不可以使用
	Bus_Get[10]-[33]	FLOAT	2 * 12	FLOAT	系统预留 FLOAT 类型变量，用户不可以使用
用户变量	Bus_Get[34]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[0]-[15]
	Bus_Get[35]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[16]-[31]
	Bus_Get[36]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[32]-[47]
	Bus_Get[37]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[48]-[63]
	Bus_Get[38]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[0]
	Bus_Get[39]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[1]
	Bus_Get[40]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[2]
	Bus_Get[41]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[3]

	Bus_Get[42]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[4]
	Bus_Get[43]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[5]
	Bus_Get[44]-[45]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[0]
	Bus_Get[46]-[47]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[1]
	Bus_Get[48]-[49]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[2]
	Bus_Get[50]-[51]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[3]
	Bus_Get[52]-[53]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[4]
	Bus_Get[54]-[55]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[5]
	Bus_Get[56]-[57]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[6]
	Bus_Get[58]-[59]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[7]
	Bus_Get[60]-[61]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[8]
	Bus_Get[62]-[63]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[9]
	Bus_Get[64]-[65]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[10]
	Bus_Get[66]-[67]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[11]
	Bus_Get[68]-[69]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[12]
	Bus_Get[70]-[71]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[13]
	Bus_Get[72]-[73]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[14]
	Bus_Get[74]-[75]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[15]
	Bus_Get[76]-[77]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[16]
	Bus_Get[78]-[79]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[17]
	Bus_Get[80]-[81]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[18]
	Bus_Get[82]-[83]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[19]
	Bus_Get[84]-[85]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[20]
	Bus_Get[86]-[87]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[21]
	Bus_Get[88]-[89]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[22]
	Bus_Get[90]-[91]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[23]

14.4.8.3 机器人到 PLC

机器人到 PLC，机器人作为发送端，PLC 作为接收端。发送数据主要包括系统变量和 TPU 变量。其中 Bus_Set[0] - Bus_Set[191]为数据发送为 192 BYTE。

表 14-16 Ethernet/IP 发送数据协议

变量分类	物理地址	单位	字数	子单位	备注
系统变量	Bus_Set[0]	I16	1	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
					Bit11: 加载程序状态
					Bit12: 伺服确认状态
					Bit13: 程序预约激活状态
					Bit14: 程序复位状态（程序重新开始）
	Bus_Set[1]	I16	1	BOOL	Bit0: 安全位置 5 状态
					Bit1: 安全位置 6 状态
					Bit2: 安全位置 7 状态
					Bit3: 安全位置 8 状态
	Bus_Set[2]	I16	1	I16	运行速度（全局）
	Bus_Set[3]	I16	1	I16	报警代码
	Bus_Set[4]	I16	1	I16	报警代码
	Bus_Set[5]	I16	1	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[6]	I16	1	I16	预约程序预约状态
	Bus_Set[7]	I16	1	I16	预约程序运行状态
	Bus_Set[8]-Bus_Set[9]	I16	1* 2	I16	系统预留 I16 类型变量，用户不可用
	Bus_Set[10]-[21]	FLOAT	2 * 6	FLOAT	J1~J6 关节角度值/笛卡尔空间位姿
	Bus_Set[23]-[31]	FLOAT	2 * 4	FLOAT	J7~J10(附加轴 1-4)关节角度值
	Bus_Set[32]-[33]	FLOAT	2	FLOAT	系统预留 FLOAT 类型变量,用户不可用
用户变量	Bus_Set[34]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[0]-[15]
	Bus_Set[35]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[16]-[31]
	Bus_Set[36]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[32]-[47]
	Bus_Set[37]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[48]-[63]
	Bus_Set[38]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[0]
	Bus_Set[39]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[1]
	Bus_Set[40]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[2]

	Bus_Set[41]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[3]
	Bus_Set[42]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[4]
	Bus_Set[43]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[5]
用户变量	Bus_Set[44]-[45]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[0]
	Bus_Set[46]-[47]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[1]
	Bus_Set[48]-[49]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[2]
	Bus_Set[50]-[51]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[3]
	Bus_Set[52]-[53]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[4]
	Bus_Set[54]-[55]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[5]
	Bus_Set[56]-[57]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[6]
	Bus_Set[58]-[59]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[7]
	Bus_Set[60]-[61]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[8]
	Bus_Set[62]-[63]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[9]
	Bus_Set[64]-[65]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[10]
	Bus_Set[66]-[67]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[11]
	Bus_Set[68]-[69]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[12]
	Bus_Set[70]-[71]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[13]
	Bus_Set[72]-[73]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[14]
	Bus_Set[74]-[75]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[15]
	Bus_Set[76]-[77]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[16]
	Bus_Set[78]-[79]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[17]
	Bus_Set[80]-[81]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[18]

	Bus_Set[82]-[83]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[19]
	Bus_Set[84]-[85]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[20]
	Bus_Get[86]-[87]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[21]
	Bus_Get[88]-[89]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[22]
	Bus_Get[90]-[91]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[23]

14.4.9 Profibus_DP/Profinet 功能（系统总线自由配置关闭情况）

14.4.9.1 综述

Profibus_DP/Profinet 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 unsigned 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 。

注：Profibus_DP 功能仅支持 Robox RP1 控制器，Profinet 功能仅支持 Robox RP2 Pro 控制器！Robox RP2 Eco 的 TPU 界面中无该显示内容。

14.4.9.2 PLC 到机器人

PLC 到机器人，PLC 作为发送端，机器人作接收端。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 14-17 Profibus/Profinet 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：运行程序（脉冲）
					Bit2：暂停程序（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）
					Bit7：伺服准备确认（脉冲）
					Bit8：机器人位置类型
					Bit9：程序预约添加确认
					Bit10：程序预约删除确认
					Bit11：预约程序启动（脉冲）
					Bit12：伺服使能（脉冲）

					Bit13：取消伺服使能（脉冲）
	Bus_Get[2]-[3]	I16	2	BOOl	系统预留 BOOL 变量，用户不可以使用
	Bus_Get[4]-[5]	I16	2	I16	运行速度（全局）
	Bus_Get[6]-[7]	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 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）。
	Bus_Get[8]-[9]	I16	2	I16	附加轴轴号选择（1：七轴 2：八轴 3：九轴 4：十轴）
	Bus_Get[10]-[11]	I16	2	I16	附加轴速度设定
	Bus_Get[12]-[19]	I16	2 * 4	I16	系统预留 I16 类型变量，用户不可以使用
用户变量	Bus_Get[20]-[21]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[0]-[15]/fidbus.pfn_ro_b[0]-[15]
	Bus_Get[22]-[23]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[16]-[31]/fidbus.pfn_ro_b[16]-[31]
	Bus_Get[24]-[25]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[32]-[47]/fidbus.pfn_ro_b[32]-[47]
	Bus_Get[26]-[27]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_ro_b[48]-[63]/fidbus.pfn_ro_b[48]-[63]
	Bus_Get[28]-[29]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_ro_i[0]/fidbus.pfn_ro_i[0]
	Bus_Get[30]-[31]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_ro_i[1]/fidbus.pfn_ro_i[1]
	Bus_Get[32]-[33]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_ro_i[2]/fidbus.pfn_ro_i[2]
	Bus_Get[34]-[35]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_ro_i[3]/fidbus.pfn_ro_i[3]
	Bus_Get[36]-[37]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_ro_i[4]/fidbus.pfn_ro_i[4]
	Bus_Get[38]-[39]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_ro_i[5]/fidbus.pfn_ro_i[5]

系统变量	Bus_Get[40]-[87]	FLOAT	4 * 12	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]/fidbus.pfn_ro_r[0]
	Bus_Get[92]-[95]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[1]/fidbus.pfn_ro_r[1]
	Bus_Get[96]-[99]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[2]/fidbus.pfn_ro_r[2]
	Bus_Get[100]-[103]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[3]/fidbus.pfn_ro_r[3]
	Bus_Get[104]-[107]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[4]/fidbus.pfn_ro_r[4]
	Bus_Get[108]-[111]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[5]/fidbus.pfn_ro_r[5]
	Bus_Get[112]-[115]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[6]/fidbus.pfn_ro_r[6]
	Bus_Get[116]-[119]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[7]/fidbus.pfn_ro_r[7]
	Bus_Get[120]-[123]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[8]/fidbus.pfn_ro_r[8]
	Bus_Get[124]-[127]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[9]/fidbus.pfn_ro_r[9]
	Bus_Get[128]-[131]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[10]/fidbus.pfn_ro_r[10]
	Bus_Get[132]-[135]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[11]/fidbus.pfn_ro_r[11]
	Bus_Get[136]-[139]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[12]/fidbus.pfn_ro_r[12]

	Bus_Get[140]-[143]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[13]/fidbus.pfn_ro_r[13]
	Bus_Get[144]-[147]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[14]/fidbus.pfn_ro_r[14]
	Bus_Get[148]-[151]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[15]/fidbus.pfn_ro_r[15]
	Bus_Get[152]-[155]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[16]/fidbus.pfn_ro_r[16]
	Bus_Get[156]-[159]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[17]/fidbus.pfn_ro_r[17]
	Bus_Get[160]-[163]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[18]/fidbus.pfn_ro_r[18]
	Bus_Get[164]-[167]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[19]/fidbus.pfn_ro_r[19]
	Bus_Get[168]-[171]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[20]/fidbus.pfn_ro_r[20]
	Bus_Get[172]-[175]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[21]/fidbus.pfn_ro_r[21]
	Bus_Get[176]-[179]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[22]/fidbus.pfn_ro_r[22]
	Bus_Get[180]-[183]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_ro_r[23]/fidbus.pfn_ro_r[23]
	Bus_Get[180]-[183]	/	/	/	未定义

14.4.9.3 机器人到 PLC

机器人到 PLC，机器人作为发送端，PLC 作为接收端。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 14-18 Profibus/Profinet 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
					Bit11：加载程序状态
					Bit12：伺服确认状态
					Bit13：程序预约激活状态
					Bit14：程序复位状态（程序重新开始）
	Bus_Set[2]-[3]	I16	2	BOOL	Bit0：安全位置 5 状态
					Bit1：安全位置 6 状态
					Bit2：安全位置 7 状态
					Bit3：安全位置 8 状态
	Bus_Set[4]-[5]	I16	2	I16	运行速度（全局）
	Bus_Set[6]-[7]	I16	2	I16	报警代码 1
	Bus_Set[8]-[9]	I16	2	I16	报警代码 2
	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]-[13]	I16	2	I16	预约程序预约状态
	Bus_Set[14]-[15]	I16	2	I16	预约程序运行状态
	Bus_Set[16]-[19]	I16	4	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]/fidbus.pfn_wo_b[0]-[15]
	Bus_Set[22]-[23]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_wo_b[16]-[31]/fidbus.pfn_wo_b[16]-[31]
	Bus_Set[24]-[25]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_wo_b[32]-[47]/fidbus.pfn_wo_b[32]-[47]
	Bus_Set[26]-[27]	I16	2	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.pfb_wo_b[48]-[63]/fidbus.pfn_wo_b[48]-[63]
	Bus_Set[28]-[29]	I16	2	I16	对应

					fidbus.pfb_wo_i[0]/fidbus.pfn_wo_i[0]
	Bus_Set[30]-[31]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_wo_i[1]/fidbus.pfn_wo_i[1]
	Bus_Set[32]-[33]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_wo_i[2]/fidbus.pfn_wo_i[2]
	Bus_Set[34]-[35]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_wo_i[3]/fidbus.pfn_wo_i[3]
	Bus_Set[36]-[37]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_wo_i[4]/fidbus.pfn_wo_i[4]
	Bus_Set[38]-[39]	I16	2	I16	对应 fidbus.pfb_wo_i[5]/fidbus.pfn_wo_i[5]
系统变量	Bus_Set[40]-[63]	FLOAT	4 * 6	FLOAT	J1~J6 关节角度值/笛卡尔空间位姿
	Bus_Set[64]-[79]	FLOAT	4 * 4	FLOAT	J7~J10(附加轴 1-4)关节角度值
	Bus_Set[80]-[87]	FLOAT	4 * 2	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]/fidbus.pfn_wo_r[0]
	Bus_Set[92]-[95]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[1]/fidbus.pfn_wo_r[1]
	Bus_Set[96]-[99]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[2]/fidbus.pfn_wo_r[2]
	Bus_Set[100]-[103]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[3]/fidbus.pfn_wo_r[3]
	Bus_Set[104]-[107]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[4]/fidbus.pfn_wo_r[4]
	Bus_Set[108]-[111]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[5]/fidbus.pfn_wo_r[5]
	Bus_Set[112]-[115]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[6]/fidbus.pfn_wo_r[6]
	Bus_Set[116]-[119]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[7]/fidbus.pfn_wo_r[7]
	Bus_Set[120]-[123]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[8]/fidbus.pfn_wo_r[8]
	Bus_Set[124]-[127]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[9]/fidbus.pfn_wo_r[9]
	Bus_Set[128]-[131]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[10]/fidbus.pfn_wo_r[10]
	Bus_Set[132]-[135]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[11]/fidbus.pfn_wo_r[11]
	Bus_Set[136]-[139]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[12]/fidbus.pfn_wo_r[12]
	Bus_Set[140]-[143	FLOAT	4	FLOAT	对应

	]				fidbus.pfb_wo_r[13]/fidbus.pfn_wo_r[13]
	Bus_Set[144]-[147]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[14]/fidbus.pfn_wo_r[14]
	Bus_Set[148]-[151]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[15]/fidbus.pfn_wo_r[15]
	Bus_Set[152]-[155]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[16]/fidbus.pfn_wo_r[16]
	Bus_Set[156]-[159]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[17]/fidbus.pfn_wo_r[17]
	Bus_Set[160]-[163]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[18]/fidbus.pfn_wo_r[18]
	Bus_Set[164]-[167]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[19]/fidbus.pfn_wo_r[19]
	Bus_Set[168]-[171]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[20]/fidbus.pfn_wo_r[20]
	Bus_Get[172]-[175]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[21]/fidbus.pfn_wo_r[21]
	Bus_Get[176]-[179]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[22]/fidbus.pfn_wo_r[22]
	Bus_Get[180]-[183]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.pfb_wo_r[23]/fidbus.pfn_wo_r[23]
	Bus_Get[184]-[191]	/	/	/	未定义

14.4.10 DeviceNet 从站功能（系统总线自由配置关闭情况）

14.4.10.1 综述

DeviceNet 功能支持机器人做从站（slave），其物理地址默认为 2，波特率默认为 500，数据的存储模式为小端模式。DeviceNet 功能分为数据接收端与发送端，两端各留有 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 14-19 和表 14-20 所示。

14.4.10.2 PLC 到机器人

PLC 到机器人，PLC 作为发送端，机器人作接收端。接收数据主要包括系统变量和 TPU 变量。其中 Bus_Get[0] - Bus_Get[191]为数据接收为 192 BYTE。

表 14-19 DeviceNet 接收数据协议

变量分类	物理地址	单位	字数	子单位	备注
系统变量	Bus_Get[0]	I16	1	BOOL	Bit0：上/下伺服（脉冲）
					Bit1：运行程序（脉冲）
					Bit2：暂停程序（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）
					Bit7：伺服准备确认（脉冲）
					Bit8：机器人位置类型
					Bit9：程序预约添加确认
					Bit10：程序预约删除确认
					Bit11：预约程序启动（脉冲）
					Bit12：伺服使能（脉冲）
					Bit13：取消伺服使能（脉冲）
	Bus_Get[1]	I16	1	BOOL	系统预留 BOOL 变量，**用户不可以使用**
	Bus_Get[2]	I16	1	I16	运行速度（全局）
	Bus_Get[3]	I16	1	I16	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]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）。
	Bus_Get[4]	I16	1	I16	附加轴轴号选择（1：七轴 2：八轴 3：九轴 4：十轴）
	Bus_Get[5]	I16	1	I16	附加轴速度设定
	Bus_Get[6]-[9]	I16	1 * 4	I16	系统预留 I16 类型变量，用户不可以使用
	Bus_Get[10]-[33]	FLOAT	2 * 12	FLOAT	系统预留 FLOAT 类型变量，用户不可以使用
用户变量	Bus_Get[34]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[0]-[15]
	Bus_Get[35]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[16]-[31]
	Bus_Get[36]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[32]-[47]
	Bus_Get[37]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_ro_b[48]-[63]
	Bus_Get[38]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[0]
	Bus_Get[39]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[1]
	Bus_Get[40]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[2]
	Bus_Get[41]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[3]
	Bus_Get[42]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[4]
	Bus_Get[43]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_ro_i[5]
	Bus_Get[44]-[45]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[0]

	Bus_Get[46]-[47]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[1]
	Bus_Get[48]-[49]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[2]
	Bus_Get[50]-[51]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[3]
	Bus_Get[52]-[53]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[4]
	Bus_Get[54]-[55]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[5]
	Bus_Get[56]-[57]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[6]
	Bus_Get[58]-[59]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[7]
	Bus_Get[60]-[61]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[8]
	Bus_Get[62]-[63]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[9]
	Bus_Get[64]-[65]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[10]
	Bus_Get[66]-[67]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[11]
	Bus_Get[68]-[69]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[12]
	Bus_Get[70]-[71]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[13]
	Bus_Get[72]-[73]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[14]
	Bus_Get[74]-[75]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[15]
	Bus_Get[76]-[77]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[16]
	Bus_Get[78]-[79]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[17]
	Bus_Get[80]-[81]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[18]
	Bus_Get[82]-[83]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[19]
	Bus_Get[84]-[85]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[20]
	Bus_Get[86]-[87]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[21]
	Bus_Get[88]-[89]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[22]
	Bus_Get[90]-[91]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_ro_r[23]

14.4.10.3 机器人到 PLC

机器人到 PLC，机器人作为发送端，PLC 作为接收端。发送数据主要包括系统变量和 TPU 变量。其中 Bus_Set[0] - Bus_Set[191]为数据发送为 192 BYTE。

表 14-20 Devicenet 发送数据协议

变量分类	物理地址	单位	字数	子单位	备注
系统变量	Bus_Set[0]	I16	1	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
					Bit11: 加载程序状态

					Bit12：伺服确认状态
					Bit13：程序预约激活状态
					Bit14：程序复位状态（程序重新开始）
	Bus_Set[1]	I16	1	BOOL	Bit0：安全位置 5 状态
					Bit1：安全位置 6 状态
					Bit2：安全位置 7 状态
					Bit3：安全位置 8 状态
	Bus_Set[2]	I16	1	I16	运行速度（全局）
	Bus_Set[3]	I16	1	I16	报警代码
	Bus_Set[4]	I16	1	I16	报警代码
	Bus_Set[5]	I16	1	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[6]	I16	1	I16	预约程序预约状态
	Bus_Set[7]	I16	1	I16	预约程序运行状态
	Bus_Set[8]-Bus_Set[9]	I16	1* 2	I16	系统预留 I16 类型变量，用户不可用
	Bus_Set[10]-[21]	FLOAT	2 * 6	FLOAT	J1~J6 关节角度值/笛卡尔空间位姿
	Bus_Set[23]-[31]	FLOAT	2 * 4	FLOAT	J7~J10(附加轴 1-4)关节角度值
	Bus_Set[32]-[33]	FLOAT	2	FLOAT	系统预留 FLOAT 类型变量,用户不可用
用户变量	Bus_Set[34]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[0]-[15]
	Bus_Set[35]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[16]-[31]
	Bus_Set[36]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[32]-[47]
	Bus_Set[37]	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[48]-[63]
	Bus_Set[38]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[0]
	Bus_Set[39]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[1]
	Bus_Set[40]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[2]
	Bus_Set[41]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[3]
	Bus_Set[42]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[4]
	Bus_Set[43]	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[5]
用户变量	Bus_Set[44]-[45]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[0]

	Bus_Set[46]-[47]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[1]
	Bus_Set[48]-[49]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[2]
	Bus_Set[50]-[51]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[3]
	Bus_Set[52]-[53]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[4]
	Bus_Set[54]-[55]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[5]
	Bus_Set[56]-[57]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[6]
	Bus_Set[58]-[59]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[7]
	Bus_Set[60]-[61]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[8]
	Bus_Set[62]-[63]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[9]
	Bus_Set[64]-[65]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[10]
	Bus_Set[66]-[67]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[11]
	Bus_Set[68]-[69]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[12]
	Bus_Set[70]-[71]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[13]
	Bus_Set[72]-[73]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[14]
	Bus_Set[74]-[75]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[15]
	Bus_Set[76]-[77]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[16]
	Bus_Set[78]-[79]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[17]
	Bus_Set[80]-[81]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[18]
	Bus_Set[82]-[83]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[19]
	Bus_Set[84]-[85]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[20]
	Bus_Get[86]-[87	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[21]

	]				
	Bus_Get[88]-[89]	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[22]
	Bus_Get[90]-[91]	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[23]

14.4.11 Modbus Tcp 主站功能（系统总线自由配置开启情况）

14.4.11.1 综述

Modbus Tcp 支持机器人做主站（master），其 IP 地址与控制器一致，控制器默认站号 为 0。Modbus Tcp 主站功能分为数据接收端与发送端，两端各留有 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从站 PLC 的数据。具体的地址与 变量映射关系如表 14-21 和表 14-22 所示。

14.4.11.2 PLC 到机器人

PLC 到机器人，PLC 作为发送端，机器人作接收端。接收数据主要包括系统变量和 TPU 变量。

表 14-21 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）
					Bit7：伺服准备确认（脉冲）
					Bit8：机器人位置类型
					Bit9：程序预约添加确认（脉冲）
					Bit10：程序预约删除确认（脉冲）
					Bit11：预约程序启动（脉冲）
					Bit12：伺服使能（脉冲）
					Bit13：取消伺服使能（脉冲）
	40102	I16	2	BOOL	系统预留 BOOL 变量，用户不可用
	40103	I16	2	I16	设置机器人速度
	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	I16	2	I16	附加轴轴号选择（1：七轴 2：八轴 3：九轴 4：十轴）
	40106	I16	2	I16	附加轴速度设定
	40107~40110	I16	2 * 4	I16	系统预留 Int 变量，用户不可用

	40111~40134	FLOAT	4 * 12	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]
	40145-40146	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[0]
	40147-40148	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[1]
	40149-40150	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[2]
	40151-40152	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[3]
	40153-40154	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[4]
	40155-40156	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[5]
	40157-40158	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[6]
	40159-40160	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[7]
	40161-40162	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[8]
	40163-40164	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[9]
	40165-40166	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[10]
	40167-40168	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[11]
	40169-40170	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[12]
	40171-40172	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[13]
	40173-40174	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[14]
	40175-40176	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[15]
	40177-40178	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[16]
	40179-40180	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[17]
	40181-40182	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[18]
	40183-40184	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[19]
	40185-40186	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[20]
	40187-40188	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[21]
	40189-40190	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[22]
	40191-40192	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.mtcp_ro_r[23]

14.4.11.3 机器人到 PLC

机器人到 PLC，机器人作为发送端，PLC 作为接收端。发送数据主要包括系统变量和 TPU 变量。

表 14-22 ModbusTcp 发送端协议

变量分类	物理地址	单位	字数	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
					Bit11：加载程序状态
					Bit12：伺服确认状态
					Bit13：程序预约激活状态
					Bit14：程序复位状态（程序重新开始）
	40002	I16	1	BOOL	Bit0：安全位置 5 状态
					Bit1：安全位置 6 状态
					Bit2：安全位置 7 状态
					Bit3：安全位置 8 状态
	40003	I16	1	I16	运行速度（全局）
	40004	I16	1	I16	报警代码
	40005	I16	1	I16	报警代码
	40006	I16	1	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	I16	1	I16	预约程序预约状态
	40008	I16	1	I16	预约程序运行状态
	40009~40010	I16	1* 2	I16	系统预留 I16 类型变量，用户不可用
	40011~40022	FLOAT	2 * 6	FLOAT	J1~J6 关节角度值/笛卡尔空间位姿
	40023~40030	FLOAT	2 * 4	FLOAT	J7~J10(附加轴 1-4)关节角度值
	40031~40033	FLOAT	2	FLOAT	系统预留 FLOAT 类型变量,用户不可用
用户变量	40035	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[0]-[15]
	40036	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[16]-[31]

	40037	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[32]-[47]
	40038	I16	1	BOOL	Bit0~Bit15 对应 fidbus.eip_wo_b[48]-[63]
	40039	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[0]
	40040	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[1]
	40041	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[2]
	40042	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[3]
	40043	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[4]
	40044	I16	1	I16	对应 fidbus.eip_wo_i[5]
用户变量	40045~40046	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[0]
	40047~40048	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[1]
	40049~40050	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[2]
	40051~40052	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[3]
	40053~40054	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[4]
	40055~40056	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[5]
	40057~40058	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[6]
	40059~40060	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[7]
	40061~40062	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[8]
	40063~40064	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[9]
	40065~40066	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[10]
	40067~40068	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[11]
	40069~40070	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[12]
	40071~40072	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[13]
	40073~40074	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[14]
	40075~40076	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[15]
	40077~40078	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[16]
	40079~40080	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[17]
	40081~40082	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[18]
	40083~40084	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[19]
	40085~40086	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[20]
	40087~40088	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[21]
	40089~40090	FLOAT	2	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[22]
	40091~40092	FLOAT	4	FLOAT	对应 fidbus.eip_wo_r[23]

14.5 时间复位

在运行监控界面能够查看当前系统时间、总计伺服开时间、总上电时间、总计报警时间。可通过长按时间复位按钮清空总计报警时间、总计伺服开时间、总上电时间，重新计时。

表 时间复位功能

步骤	图片	描述
1：登录管理员权限		
2：打开运行监控界面		若无管理员权限，则复位按钮与提示标签隐藏
3：长按时间复位按钮，在弹出提示窗口后点击”是”，继续清零操作		

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、固定视觉的标定及使用示例。

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：

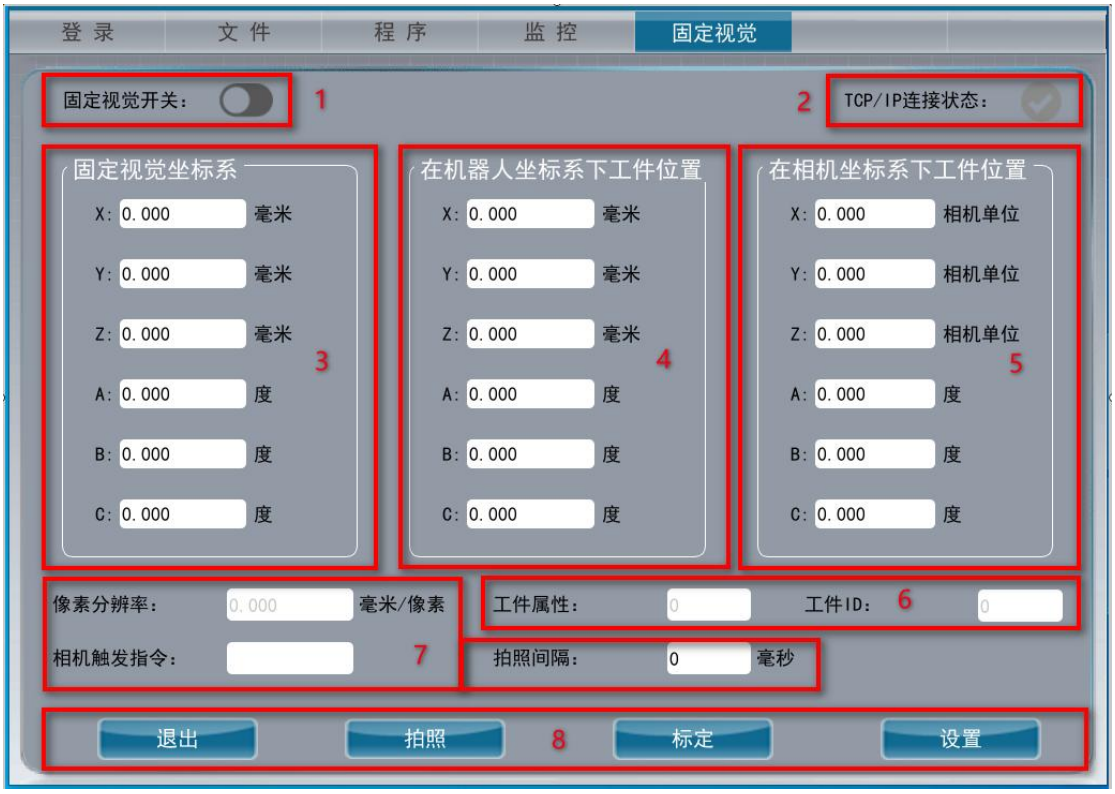


图 15-1 固定视觉 APP 主界面

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、相机触发指令和拍照间隔：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）；

8) 设置、标定、拍照和退出按钮：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；拍照按钮用于触发相机进行拍照；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：此次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，会弹出是否使用像素分辨率标定提示框，点击“**否**”，进入手眼标定界面，如图 15-3 所示：

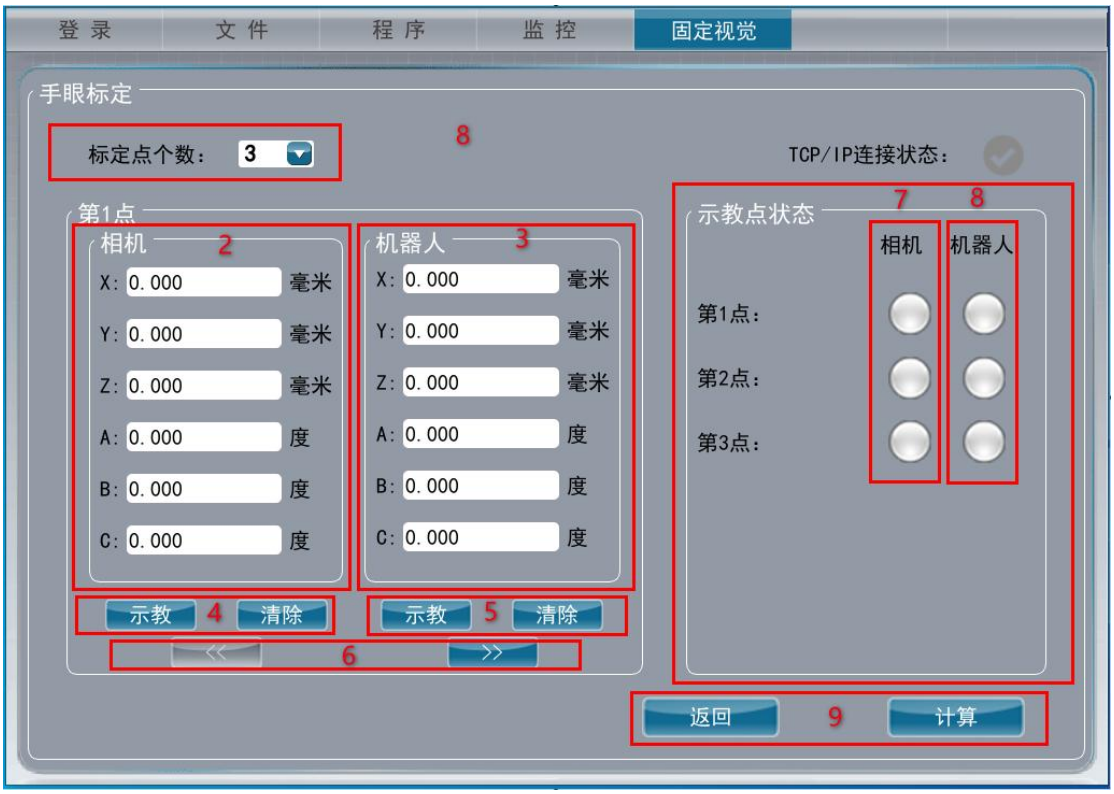


图 15-3 固定视觉标定界面

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 16-4 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

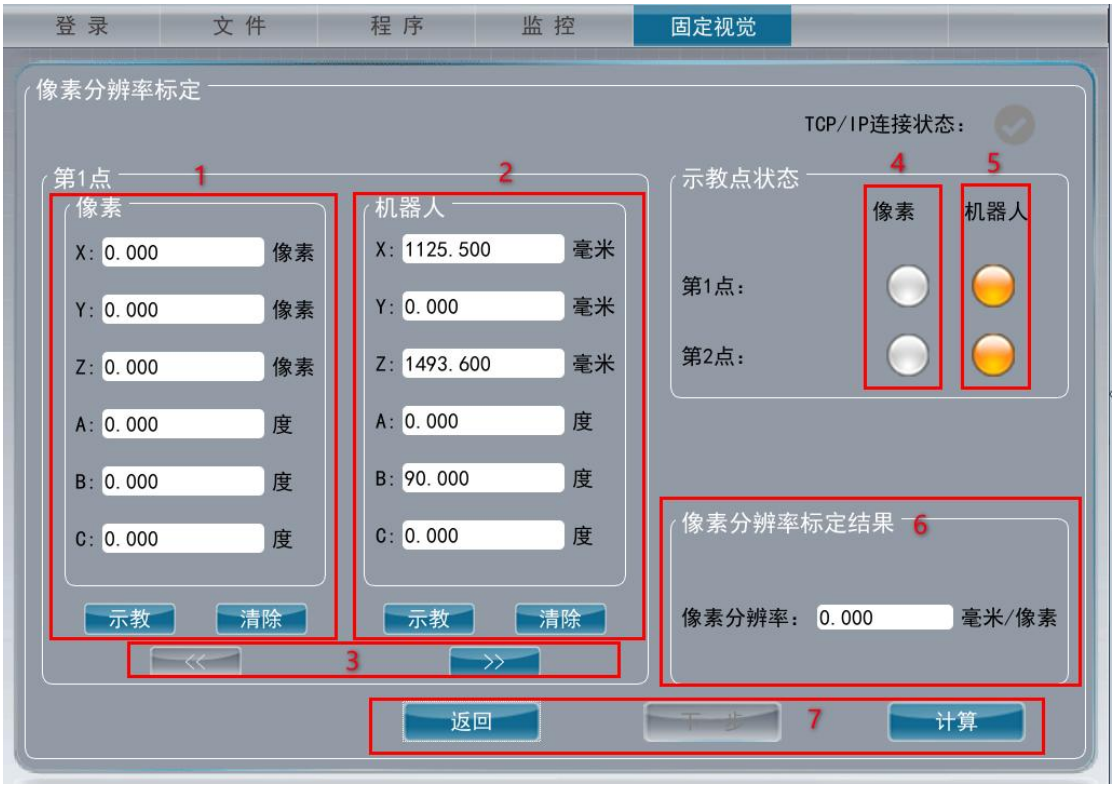


图 15-5 像素分辨率标定界面

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 16-6 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

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.connectCam(int p)	相机通讯连接指令	调用该命令，相机可自动连接服务器通讯。
Vision.closeCam()	相机通讯断开指令	调用该命令，相机可自动断开服务器通讯。
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
Vision.trigCam()	触发相机拍照命令	相机在指令触发的模式下，该命令可触发拍照
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   ret1 := vision.connectCam(5) ;
3   IF ret1 = 1 THEN
4     MJOINT (*, v500, fine, tool0) ;
5     vision.setTrigCmd("1") ;
6     hasObj := vision.getData() ;
7     IF hasObj THEN
8       hight := 400 ;
9       point1pick := POINTC(vision.x, vision.y, hight, vision.a, 180, 0) ;
10      point1 := POINTC(vision.x, vision.y, hight + 50, vision.a, 180, 0) ;
11      MJOINT (point1, v500, fine, tool0) ;
12      MJOINT (point1pick, v500, fine, tool0) ;
13      DWELL (5) ;
14      MJOINT (point1, v500, fine, tool0) ;
15    END_IF ;
16  END_IF ;
17  GOTO a ;
```

Line1:循环开始；

Line2:连接相机通讯；（在固定视觉设置界面手动连接效果与此命令相同，该步骤是在程序运行后自动连接相机，减少手动操作步骤）

Line3:ret1 等于 1 表示相机连接成功，则执行 Line4-15；

Line4:机器人运动到工位 1；

Line5: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）

Line6:触发相机拍照，当成功获取数据时变量 hasObj=true；

Line7:如果成功获取相机数据，则执行 Line8-14；

Line8:定义工件高度位置补偿值 hight；

Line9:定义工位 2（抓取点）；

Line10:定义工位 3（抓取点上方位置）；

Line11:机器人运动到工位 3；

Line12:机器人向下运动到工位 2；

Line13:等待抓取工件；

Line14:机器人向上运动到工位 3；

Line17: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　设置界面参数设定及手眼标定

相机安装要求：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。

表 15-2 手眼标定操作步骤

步骤	图示	说明
1.点击“设置”，进入参数设置界面。		完成参数设置，点击“**保存**”按钮，保存好数据后，点击“连接”，连上相机后返回到主界面。
2. 点击“**标定**”按钮，弹出弹框提示。	 	如果使用像素分辨率标定则点击“**是**”，进入像素分辨率标定界面，若不使用，则选择“**否**”，进入传送带标定界面。

3.若进入了像素分辨率标定界面，则进行像素分辨率标定操作。		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 个点标定，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。 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。
4.点击“计算”按钮。		计算成功后会弹出成功提示框，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**”，进入手眼标定界面。

5.在手眼标定标定界面进行标定操作。		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，将工件放在如左侧图 1 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。根据如左侧图 1 所示的 3 点位置，依次示教完后，如左侧图 2 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，如左侧图所示，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**）。

15.4.2.2 测试标定结果和测试程序

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 15-7 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　冲压

16.1　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。

16.2　冲压主界面

冲压主界面包括：文件管理、设置、生产及操作权限管理。

表 16-1 冲压主界面

步骤	图片	描述
1.在示教器桌面上找到冲压 APP 并打开。		

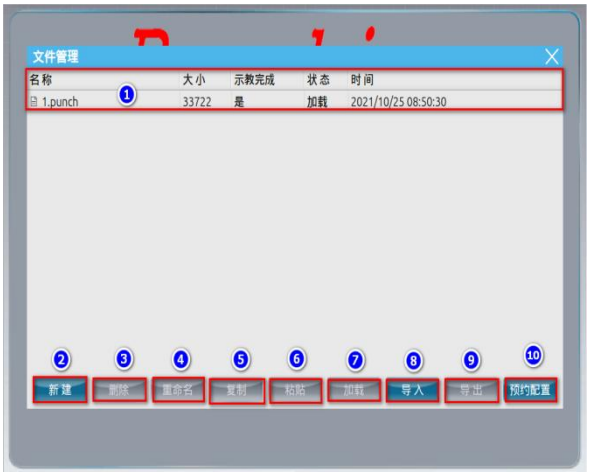
2. 进入子功能界面和退出。		编号 1：文件，实现文件管理； 编号 2：设置，实现冲压程序的设置及运行测试； 编号 3：生产，实现运行点位、生产信息监控等； 编号 4：权限密码，默认为“333333”，该密码客户可自行设置； 编号 5：密码登录状态； 编号 6：忘记密码，通过该按钮可以找回冲压的用户密码； 编号 7：重置密码。 编号 9：退出，退出冲压功能。

16.3 文件管理

文件管理主要实现文件的新建、删除、重命名、复制、粘贴、加载、导入和导出。

表 16-2 冲压主界面

步骤	图片	描述
1. 在冲压主界面点击“文件”。		

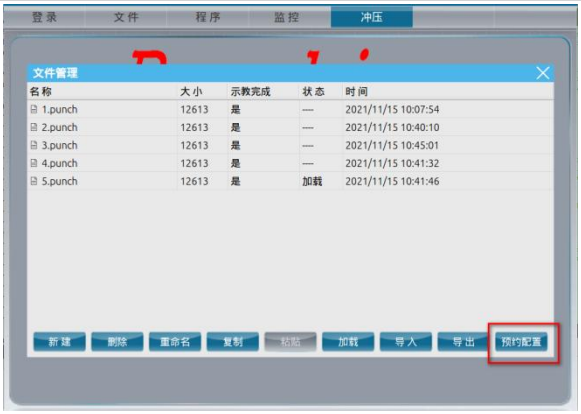
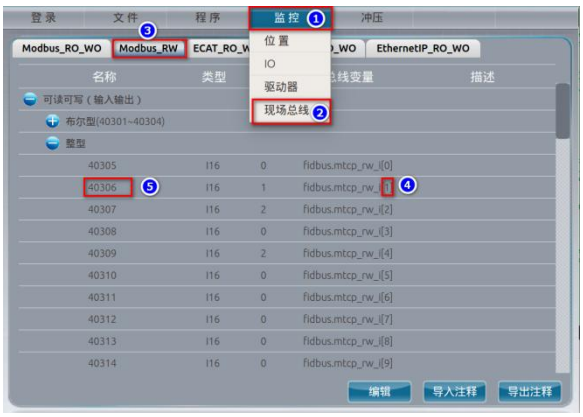
2.进入文件管理界面。		编号 1：“文件目录”，显示所有冲压设置的程序 xxx.punch； 编号 2：“新建”按钮，实现文件的新建； 编号 3：“删除”按钮，实现文件的删除； 编号 4：“重命名”按钮，实现文件的重命名； 编号 5：“复制”按钮，实现文件的复制； 编号 6：“粘贴”按钮，实现文件的粘贴； 编号 7：“加载”按钮，实现选中文件的加载； 编号 8：“导入”按钮，实现从 U 盘导入冲压程序； 编号 9：“导出”按钮，实现选中文件导入 U 盘。 编号 10：“预约配置”按钮，实现中控通过切换产品来切换每台机器人对应的产品程序，切换成功后，机器人会反馈切换完成信号。

16.3.1 冲压预约配置介绍

冲压预约配置设置是主要实现通过 modbus 协议，让外部 PLC 控制冲压内部已经配置冲压程序的切换功能

表 16-3 预约配置界面

步骤	图片	描述

1. 点击文件，进入文件管理页面		点击右下角的“预约配置”，进入预约配置界面
2. 进入“预约配置”，点击右下角“编辑”		点击 1“编辑”后，可以对预约设置进行编辑修改操作，点击 2“返回”，返回到文件管理页面。
3. 预约设置功能介绍	 	编号 1：“预约地址”：对应第二张图中的编号 4 中变量数组中的数组下标，用来与对应的物理地址进行匹配，从而可由外部 PLC 进行相应的程序切换操作。 编号 2：“mtcp_rw_i”：是对应的总线变量的名称，此处的变量为 modbus 协议控制的可读可写的整型变量。 编号 3：“预约结果地址”：与“预约地址”相似，对应第二张图中的编号 4 中变量数组中的数组下标，用来记录程序切换过程的状态，返回的结果有 3 个值，分别是-1，1,2，其中-1 表示切换程序失败；1 表示切换的程序正在进

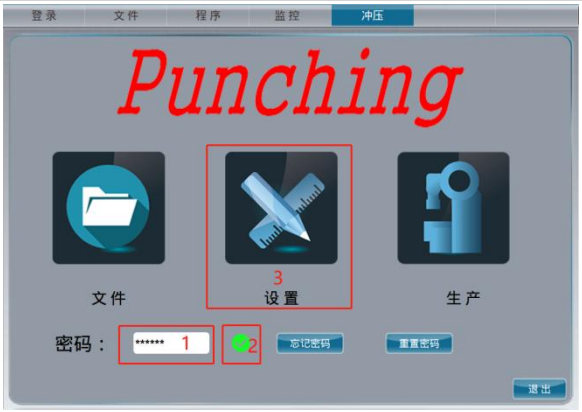
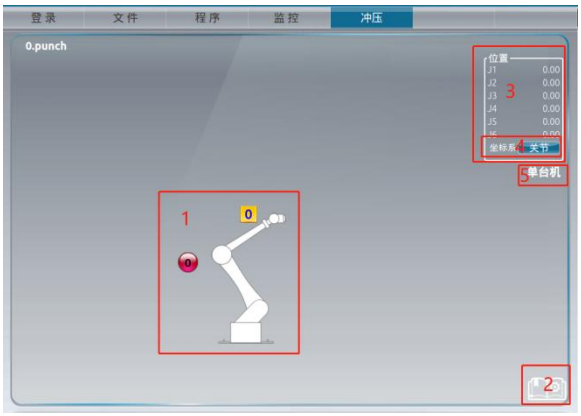
		行；2 表示切换程序成功。 编号 4：“总线预约设置”的开启和关闭选项框，勾选时，表示启用此总线预约设置的功能，取消勾选则关闭此功能。 编号 5：“预约值”：此处一共设置了 1-20，20 个预约值，外部 PLC 通过输入不同的预约值，来切换输入的预约值所对应的冲压程序，如果输入的不是 1-20，则不做出响应。 编号 6：“程序路径”：可以选择文件管理中已经创建并示教的程序名，用来作为预约值所能切换的程序。 编号 7：“启用”：可以用来控制是否启用预约值所对应的程序间的切换功能。 编号 8：“保存”：可以保存修改后的内容。 编号 9：“返回”：如果点击保存后，可以返回到文件管理页面，不点击保存，则会提醒你进行保存。

16.4 设置界面

在设置界面可完成冲压程序的设置。

表 16-4 冲压设置界面

步骤	图片	描述

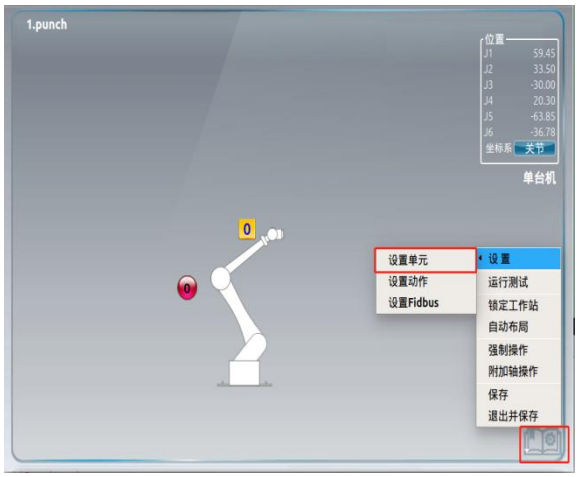
1. 在编号 1 的密码框中输入默认密码“333333”或客户自己设置的密码； 编号 2 状态显示为✅，点击编号 3“设置”按钮。		编号 1：需要输入默认密码“333333”，若客户设置了新密码，则需输入新密码； 编号 2：密码输入正确时显示✅，错误时为❌；
2. 进入设置界面。		编号 1：机器人站； 编号 2:“菜单操作”按钮； 编号 3：显示机器人当前位置； 编号 4：“坐标系模式切换”按钮，可在“关节”和“笛卡尔”间切换； 编号 5：显示当前设备类型：单台机、首台机、中间机、末端机；
3. 点击菜单按钮		编号 1：“设置”按钮； 编号 2:“设置单元”按钮，点击该按钮，可进入单元设置界面； 编号 3:“设置动作”按钮，点击该按钮后可进入动作设置界面； 编号 4:“设置 Fidbus”按钮，点击该按钮后可进入设置 Fidbus 界面； 编号 5:“运行测试”按钮，当冲压程序设置完成后，可以进行点位运行测试； 编号 6:“锁定工作站”按钮，禁止单元站拖动； 编号 7:“自动布局”按钮，可将冲压界面的工作站进行自动布局； 编号 8:“强制操作”按钮，

		可对预定义的工具、强制取料、强制放料等进行强制操作； 编号 9：“附加轴操作”按钮，附加轴定制项目； 编号 10：“保存”按钮，保存设置的信息； 编号 11：“退出并保存”按钮，保存设置信息，并退出冲压设置界面。

16.4.1 设置单元介绍

通过“设置单元”，可完成设置程序中站的增加、删除、移动顺序等。

表 16-5 机器人站属性

步骤	图片	描述
1. 点击设置界面菜单栏中的“设置”->“设置单元”		
2. 进入“设置单元”界面。		编号 1：“工作站类型”，目前有：“逻辑站”、“输入站”、“打磨站”、“传动带站”、“压机 1”、“压机 2”、“码垛站”、“翻转台”、“输出站”和“固定视觉站”； 编号 2：“添加”按钮，可以将左侧“工作站类型”中选中的站通过该按钮添加到右侧的“单元内的工作站”中； 编号 3：“单元内的工作站”，存放从左侧“工作站

		类型”中添加的各类站； 编号 4：“上移”按钮，可以上移“单元内的工作站”中选中的站； 编号 5：“下移”按钮，可以下移“单元内的工作站”中选中的站； 编号 6：“删除”按钮，可以删除“单元内的工作站”中选中的站； 编号 7：“自动逆时针摆放”勾选框，勾选后所有站中点的序号按逆时针排序； 编号 8：“退出”按钮，返回到设置界面。

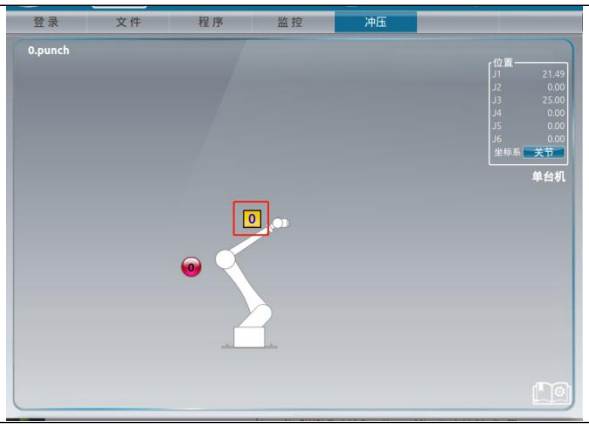
16.4.2 各工作站属性介绍

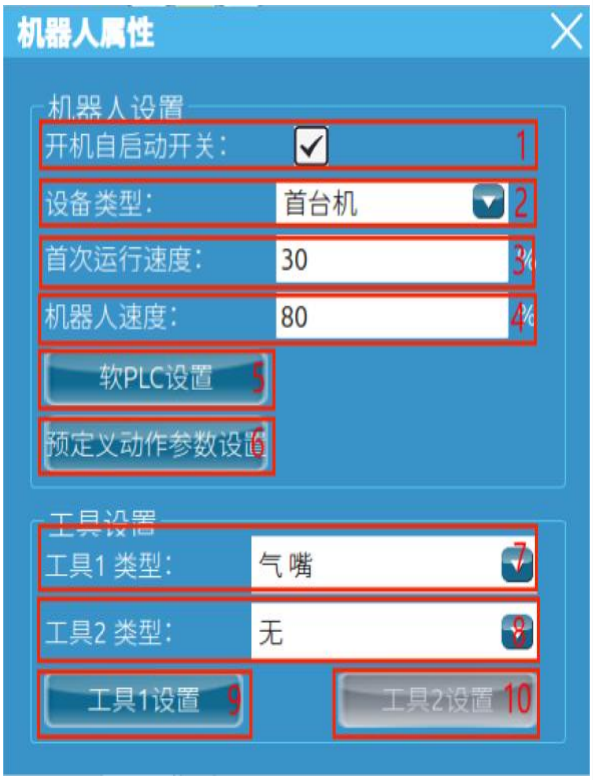
冲压中的工作站有：机器人站、逻辑站、输入站、打磨站、传送带站、压机站 1、压机站 2、码垛站、转接台、输出站和固定视觉站。

16.4.2.1 机器人站

在机器人站可完成机器人设置（设备类型、机器人速度、首次运行速度、软 PLC 设置、预定义动作参数设置）和工具设置（工具 1、工具 2）。

表 16-6 机器人站属性

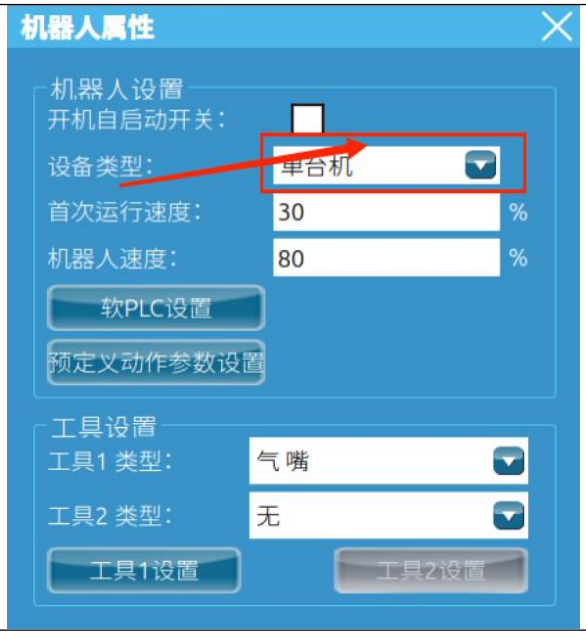
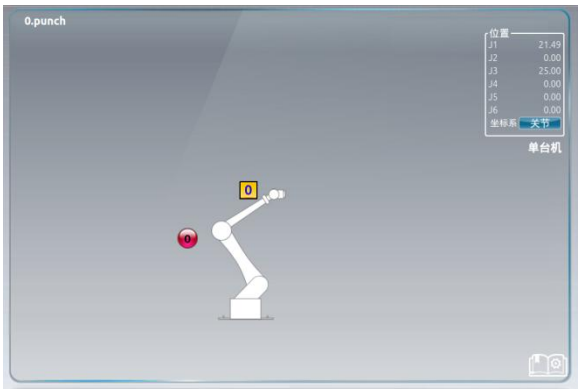
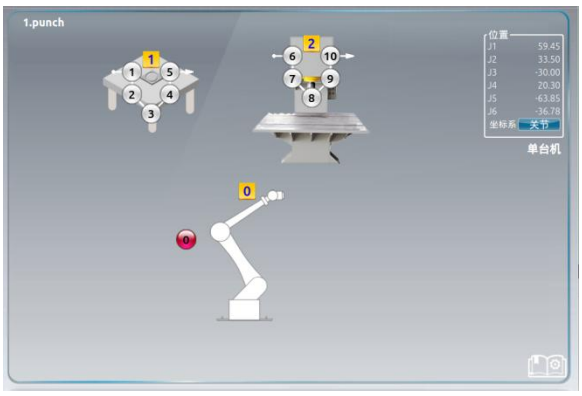
步骤	图片	描述
1. 点击机器人站编号		每个新建的冲压程序，都默认带有机器人站。

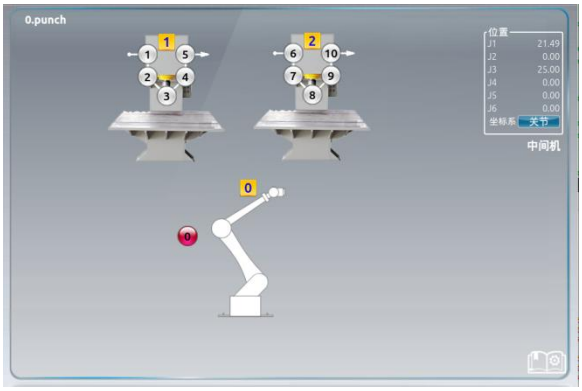
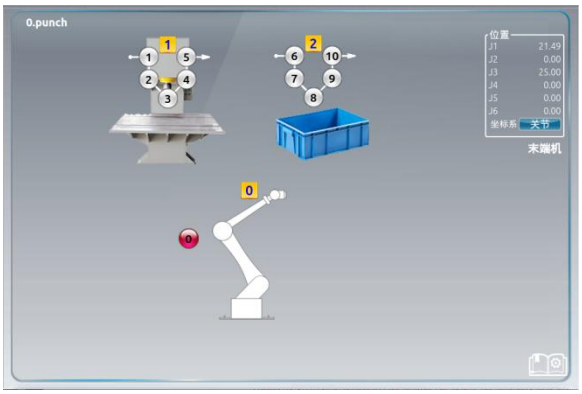
2.进入机器人站属性设置界面。		编号 1：“开机自启动开关”，可设置示教器开机自启动冲压 APP； 编号 2:“设备类型”切换，可设置单台机、首台机、中间机、末端机类型； 编号 3：“首次运行速度”设置，为全局速度； 编号 4：设置首次运行后的“机器人速度”，为全局速度； 编号 5：进入“软 PLC 设置”界面按钮； 编号 6：进入“预定义动作参数设置”界面按钮； 编号 7：工具 1 类型设置，可以设置为：气嘴、磁吸和气缸； 编号 8：工具 2 类型设置，可以设置为：气嘴、磁吸和气缸； 编号 9：进入“工具 1 设置”界面按钮； 编号 10：进入“工具 2 设置”界面按钮。

设备类型设置：

表 16-7 设备类型设置

步骤	图片	描述

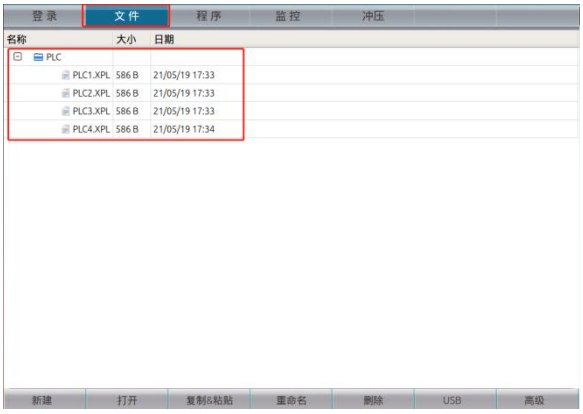
1. 点击机器人属性中的设备类型		**注意：切换模式会重置工作站数据。**
2. 单台机模式		单台机模式默认只有机器人站，可根据实际需要，添加其它所需的工作站；
3. 首台机模式		首台机模式下默认有：机器人站、输入站、压机站1，用于冲床多机连线模式；

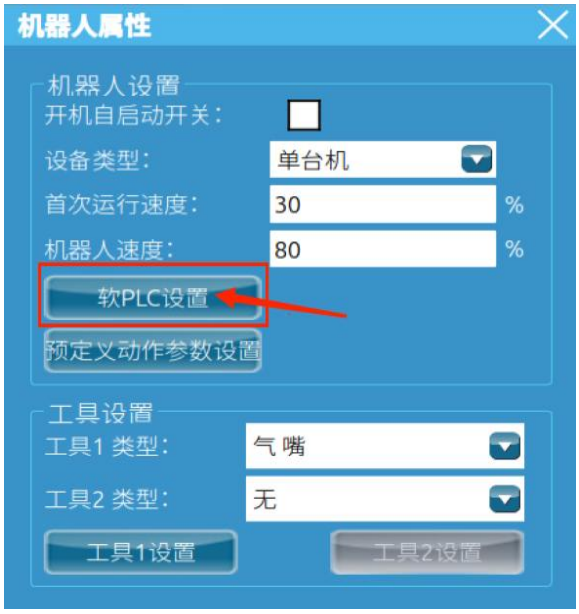
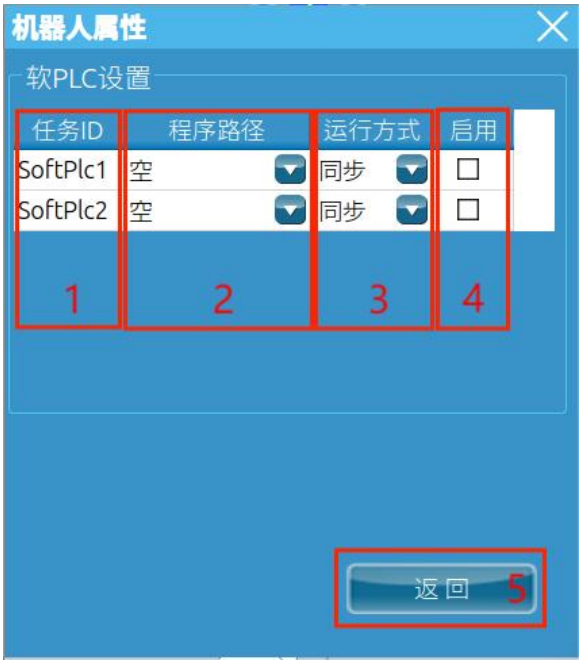
4. 中间机模式		中间机模式下默认有：机器人站、2 个压机站 1，用于冲床多机连线模式；
5. 末端机模式		末端机模式下默认有：机器人站、压机 1、输出站，用于冲床多机连线。

软 PLC 设置：

可在软 PLC 设置界面完成软 PLC 任务设置。

表 16-8 软 PLC 设置

步骤	图片	描述
1. 在任务栏的文件中新建 PLC 文件夹，在 PLC 文件内新建软 PLC 程序，可以新建多个。		新建的文件夹名必须为“PLC”，具体软 PLC 程序名可以自己定义。

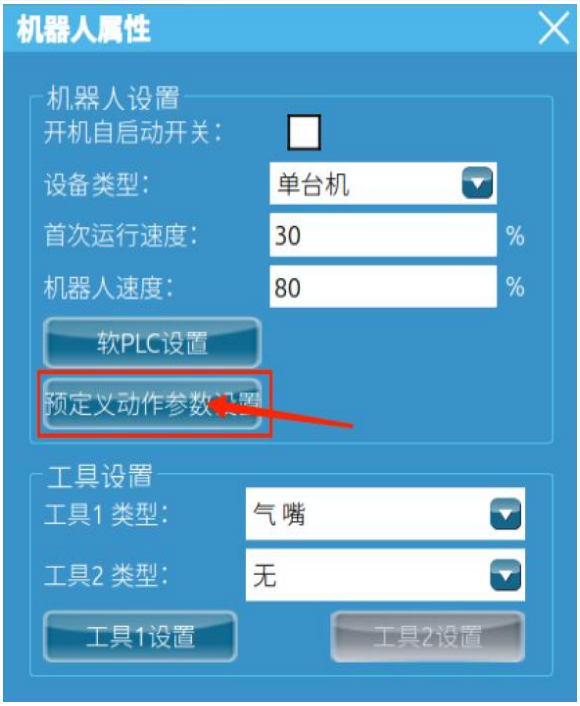
2. 进入机器人站属性，点击“软 PLC 设置”按钮。		
3. 进入软 PLC 设置界面，进行 PLC 设置。		编号 1：“任务 ID”，程序中的软 PLC 任务； 编号 2：“程序路径”，选择软 PLC 程序存放路径； 编号 3：“运行方式”，“同步”为 plc 程序与主程序运行同步，主程序运行，plc 程序运行，主程序暂停，plc 程序暂停；“持续”为只要在主程序运行生成的 plc 指令后，plc 程序会一直运行，不受主程序运行状态的影响； 编号 4：“启用”选择，☑表示启用该任务 ID，在自动生成程序过程中生成 plc 指令；☐表示不启用该任务 ID，在自动生成程序过程中不生成 plc 指令； 编号 5：“返回”按钮，返回机器人站属性设置主界面。

预定义动作参数设置

在预定义动作参数界面可完成等待超时设置、完成脉冲设置和吹气/喷油设置；其中“等待超时”对应多机连线的等待取料信号和等待放料信号超时时间；“完成脉宽设置”对用多机连线的取料完成

和放料完成输出信号；“吹气/喷油设置”对应喷油动作信号设置。

表 16-9 预定义动作参数设置

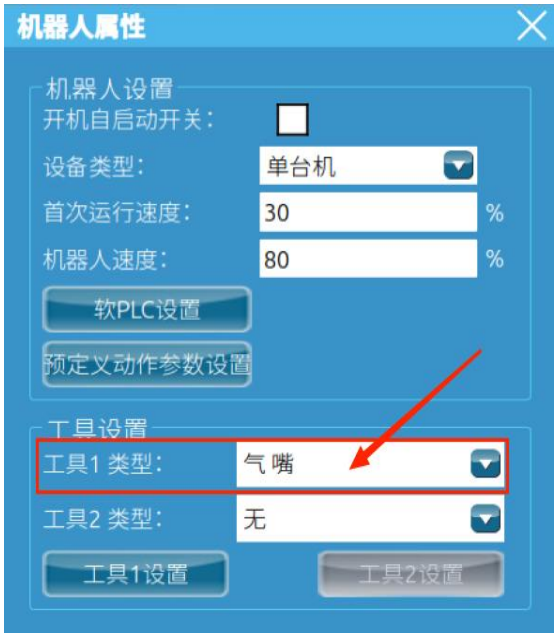
步骤	图片	描述
1. 点击机器人属性中的预定义动作参数设置		
2. 进入预定义动作参数设置界面		编号 1：“等待取料超时”，设置多机连线中等待取料信号等待超时时间； 编号 2：“等待放料超时”，设置多机连线中等待放料信号等待超时时间； 编号 3：“取料结束脉宽”，设置多机连线中取料结束输出信号脉宽； 编号 4：“放料结束脉宽”，设置多机连线中放料结束输出信号脉宽； 编号 5：“次数”，设置一次循环中吹气或喷油的次数； 编号 6：“脉宽”，设置输出 1 次信号的脉宽时间； 编号 7：“占空比”，设置输出多次时，每次输出间的间隔时间；

		编号 8：“循环间隔”，设置冲压程序循环执行多少次后吹气或喷油动作执行 1 次； 编号 9：“返回”按钮，返回机器人站属性设置主界面。

工具设置：

冲压工艺包最多可同时支持 2 个工具；工具类型有：气嘴、磁吸和气缸。

表 16-10 工具设置

步骤	图片	描述
1. 以工具 1 为例，选择工具类型		

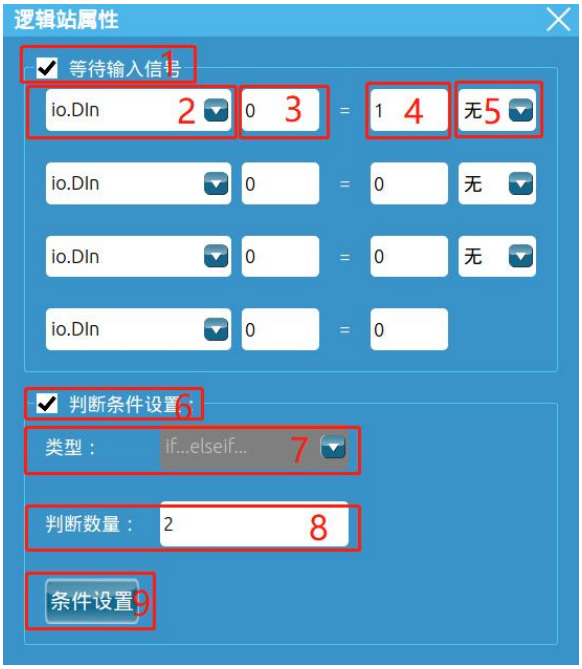
2. 点击“工具 1 设置”按钮		
3. 进入工具 1 设置界面		编号 1：“检测真空信号”，设置是否进行检测真空信号； 编号 2：“检测工具时间超时”，冲压程序中执行“工具 1 检测”动作时，设置检测信号不满足的超时时间，若在设置的时间内信号不满足，将会报警； 编号 3：“破真空信号”，设置是否开启破真空； 编号 4：“破真空保持时间”，设置破真空信号输出的时长； 编号 5：“保持动作”，设置是否开启保持取放料动作时间功能； 编号 6：“保持取料”，执行“打开工具 1”动作时，将会保持设置的时间后再运行至下行； 编号 7：“保持放料”，执行“关闭工具 1”动作时，将会保持设置的时间后再

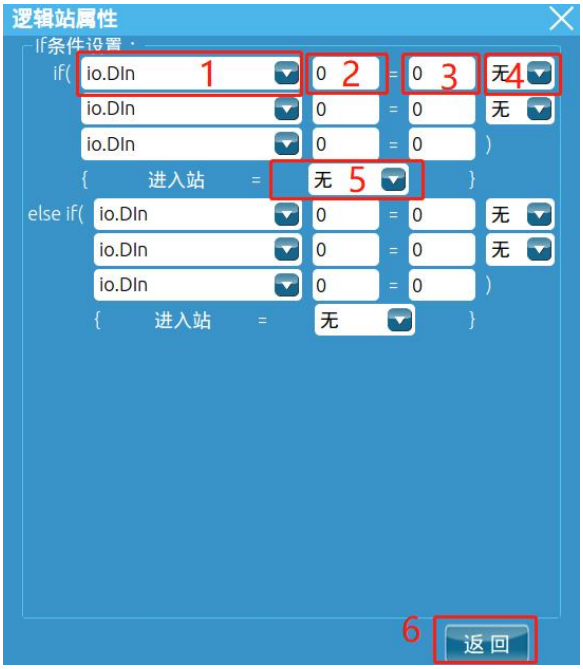
		运行至下行； 编号 8：“返回”按钮，返回机器人站属性设置主界面。

16.4.2.2 逻辑站

通过设置逻辑站上的条件，可实现工作站间的切换。逻辑站信号支持：数字量 IO、程序 grpl、ModbusTCP、Profibus/Profinet、EtherCat 等。

表 16-11 逻辑站操作流程

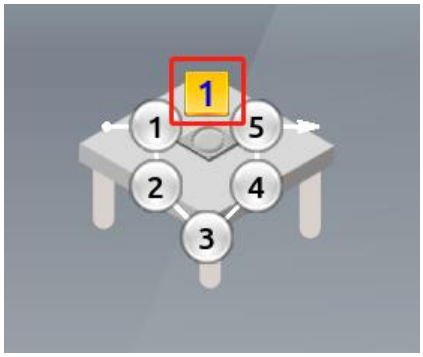
步骤	图片	描述
1.点击“逻辑站”序号		
2.进入逻辑站属性设置界面		编号 1：“等待条件”，设置是否启用“等待条件”，最多支持 4 个条件； 编号 2：“信号类型”，可选择：数字量 IO、程序 grpl、ModbusTCP、Profibus/Profinet、EtherCat 等； 编号 3：“地址”，设置对应信号的地址； 编号 4：“值”，设置对应信号地址的值； 编号 5：“逻辑运算”，可设置为“无”、“与”和“或”； 编号 6：“判断条件设置”，设置是否启用“判断条件”； 编号 7：“类型”，目前默认为“if...elseif...”； 编号 8：“判断数量”，设置切换工作站的数量； 编号 9：“条件设置”按钮，

		点击该按钮，会进入条件设置界面。
3.点击“条件设置”按钮		
4.进入“if 条件设置界面”，以判断 2 个工作站为例，进行条件设置。		编号 1：“信号类型”，可选择：数字量 IO、程序 grpl 、 ModbusTCP 、 Profibus/Profinet 、 EtherCat 等； 编号 2：“地址”，设置对应信号的地址； 编号 3：“值”，设置对应信号地址的值； 编号 4：“逻辑运算”，可设置为“无”、“与”和“或”； 编号 5：“进入站”，设置条件满足后进入的工作站号； 编号 6：“返回”按钮，返回逻辑站属性设置主界面； “if”或“elseif”最多支持 3 个条件，哪个条件满足，则进入对应的工作站。

16.4.2.3 输入站

通过输入站机器人可以完成取料工作；以下将介绍输入站的属性设置。

表 16-12 输入站操作流程

步骤	图片	描述
1.点击“输入站”序号		
2.进入输入站属性设置界面		编号 1：“取料信号”，设置是否启用取料信号； 编号 2：“信号类型”，可设置预定义信号“等待取料允许”信号类型：“高电平”、“低电平”、“上升沿”和“下降沿”； 编号 3：“超时时间”，可设置预定义信号“等待取料允许”等待超时的时间。 备注：输入站中各参数的设置是针对多机连线首台机中“等待取料允许”动作对应的预定义信号

16.4.2.4 打磨站

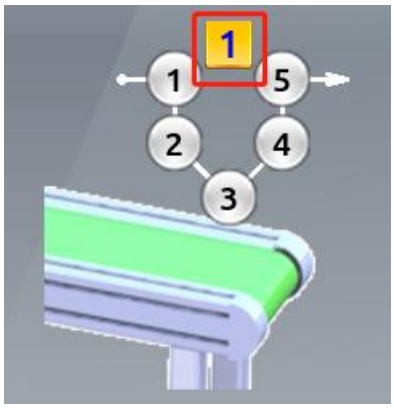
通过打磨站，可完成打磨站的上料及下料。

16.4.2.5 传送带站

通过传送站，可实现从传送带上取料，并控制传送带启停及传送带夹具的打开关闭。

表 16-13 传送带站操作流程

步骤	图片	描述

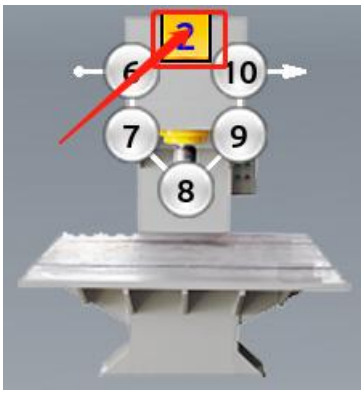
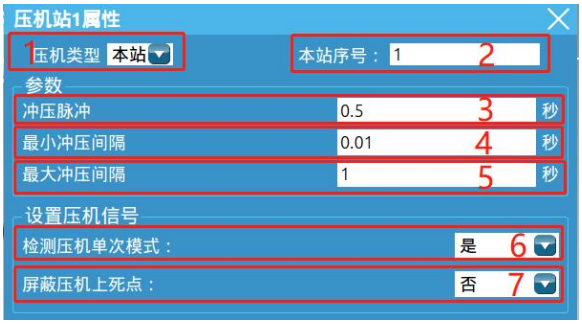
1.点击“传送带站”序号		
2.进入传送带站属性设置界面		编号 1：“激活”，设置是否启用传送带功能； 编号 2：“传送带控制”，可设置是否激活传送带启停控制功能 ； 编号 3：“夹具 1 控制激活”，勾选后启用夹具 1 控制激活； 编号 4：“传感器保持时间变量类型”，有从传送带接收到有料信号，到设置的“传感器保持时间”后，控制传送带夹具闭合，停止传送带的 OBS 变量和可供外部 PLC 控制的 Fiddbus 变量两者之间的切换下拉选框； 编号 5：“传感器保持时间”，设置从控制传送带夹具闭合、传送带停止开始到机器人开始去取料的时间。当在 Fidbus 变量类型下时，此功能关闭。 编号 6：“等待抓取延迟时间”，设置传送带夹具抓取时的信号延迟时间。
3.传送带中的预定义动作及预定义信号		预定义动作： （1）“传送带等待取料”； （2）“传送带取料结

		束”； （3）“启动传送带”； （4）“关闭传送带夹具” 预定义信号： 输入： （1）“传送带夹具有料”； 输出： （1）“传送带动作”； （2）“传送带夹具动作”

16.4.2.6 压机站 1

通过压机站，可完成从压机站中取料或向压机站中放料。

表 16-14 压机站 1 操作流程

步骤	图片	描述
1. 点击“压机站”序号		
2. 进入压机站 1 属性设置界面		编号 1：“压机类型”，可设置压机的类型为：前站或本站； 编号 2：“本站序号”，可以设置本站的序号，最大为 2； 编号 3：“冲压脉宽”，设置“本站压机动作 X”输出脉宽时间； 编号 4：“最小冲压间隔”，设置的“最小冲压间隔”时间需小于实际完成 1 次冲压的间隔，否则会报警；

		编号 5：“最大冲压间隔”，设置的“最大冲压间隔”时间需大于实际完成 1 次冲压的时间间隔，否则会报警； 编号 6：“检测压机单次模式”，选择“是”时，机器人进入压机去放料时会检测压机当前的单次模式，若不满足，则会报警；选择“否”，机器人进入压机，不会检测压机单次模式； 编号 7：“屏蔽压机上死点”，选择“是”时，机器人进入压机时不会检测压机的上死点信号；选择“否”时，机器人检测压机上死点信号，当信号不满足时，会报警；
3.压机站 1 的预定义信号		预定义信号： 设置类型为：前站压机 X 输入： （1）“前站压机 X 上死点”； 设置类型为：本站压机 X 输入： （1）“本站压机 X 上死点”； （2）“本站压机 X 单次模式”。

16.4.2.7　压机站 2

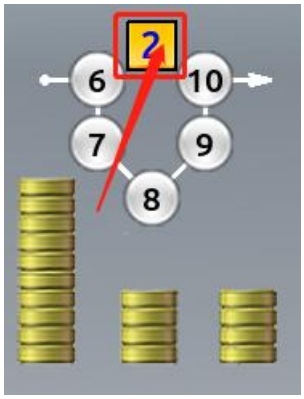
暂不支持压机站 2 类型。

16.4.2.8　码垛站

在码垛站中可选择“码垛模式”或“拆垛模式”，“拆垛模式”根据应用场景可选择“固定层拆垛”或“自动寻料”拆垛。

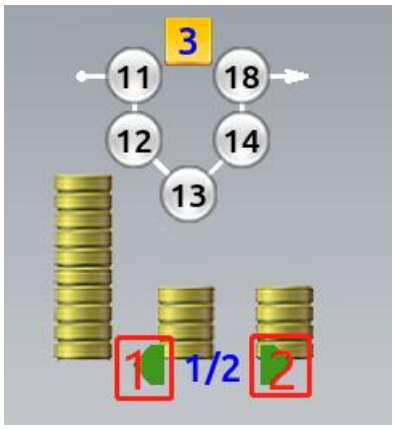
表 16-15 码垛站属性参数介绍

步骤	图片	描述

1. 点击“码垛站”序号		
2. 进入“码垛站”属性设置界面		编号 1：“码垛”按钮，为码垛模式； 编号 2：“拆垛”按钮，为拆垛模式； 编号 3：“自动寻料功能”勾选框，勾选后为拆垛模式下的“自动寻料”拆垛，否则为“固定层”拆垛； 编号 4：“寻料范围”，设置“自动寻料”的寻料范围，正数为沿着机器人坐标系下的 Z 轴向上寻料，负数为沿着机器人坐标系下的 Z 轴向下寻料，设置时注意值得正负，将会影响到寻料的方向； 编号 5：“首次寻料速度”，设置拆垛首次寻料的速度，此速度设置不易过大，推荐 5%； 编号 6：“等待一堆信号”勾选框，勾选后会检测每一堆开始时“等待码垛”或“等待拆垛”预定义信号； 编号 7：“完成一堆信号”勾选框，勾选后，每完成堆会输出“码垛完成”或“拆垛完成”预定义信号； 编号 8：“等待所有堆信

		号”勾选框，勾选后会检测起始堆“等待码垛”或“等待拆垛”预定义信号； 编号 9：“完成所有堆信号”勾选框，勾选后，当完成所有堆后会输出“码垛完成”或“拆垛完成”预定义信号，信号地址可在“IO 设置”APP->“功能 IO 配置”->“冲压”中进行自由配置； 编号 10：“堆数”，码垛模式和固定层拆垛模式可设置“1~10”堆；自动寻料拆垛模式当前支持“1~3”堆； 编号 11：“层数”，设置码垛模式或固定层拆垛模式下的层数； 编号 12：“X 方向偏移”，设置码垛模式或固定层拆垛模式下较上次 X 方向偏移； 编号 13：“Y 方向偏移”，设置码垛模式或固定层拆垛模式下较上次 Y 方向偏移； 编号 14：“Z 方向偏移”，设置码垛模式或固定层拆垛模式下较上次 Z 方向偏移； 编号 15：“完成输出脉宽”,设置“完成一堆信号”或“完成所有堆信号”对应的预定义信号“完成码垛”或“完成拆垛”的输出脉宽时长； 编号 16：“等待时间”，设置“等待一堆信号”或“等待所有堆信号”对应的预

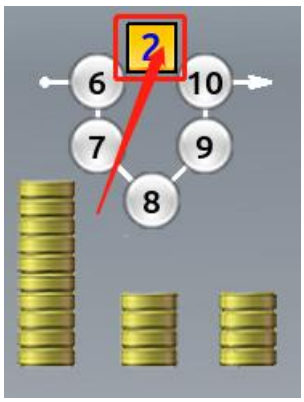
		定义信号“等待码垛”或“等待拆垛”等待超时时间；设置为“0”时，会一直等待，当设置大于 0 的值时，超过设置的时间，信号还未满足会报等待超时报警； 编号 17：“堆号”，设置起始码垛或或拆垛堆号； 编号 18：“起始层”，设置码垛或固定层拆垛的起始层。 （注：等待和完成信号只能选对应的 1 种）
3.码垛站中的预定义动作及预定义信号		码垛模式或固定层拆垛模式： 预定义动作 （1）“等待码垛信号”或“等待拆垛信号”； （2）“码垛完成信号”或“拆垛完成信号”； 预定义信号 （1）“等待码垛”或“等待拆垛”（输入）； （2）“码垛完成”或“拆垛完成”（输出）； 自动寻料拆垛模式： 预定义动作 （1）“等待拆垛寻料” 预定义信号（输入） （1）“垛盘 1 有料”； （2）“垛盘 2 有料”； （3）“垛盘 3 有料”； （4）“寻料确认 1”； （5）“寻料确认 2”； （6）“寻料确认 3”；

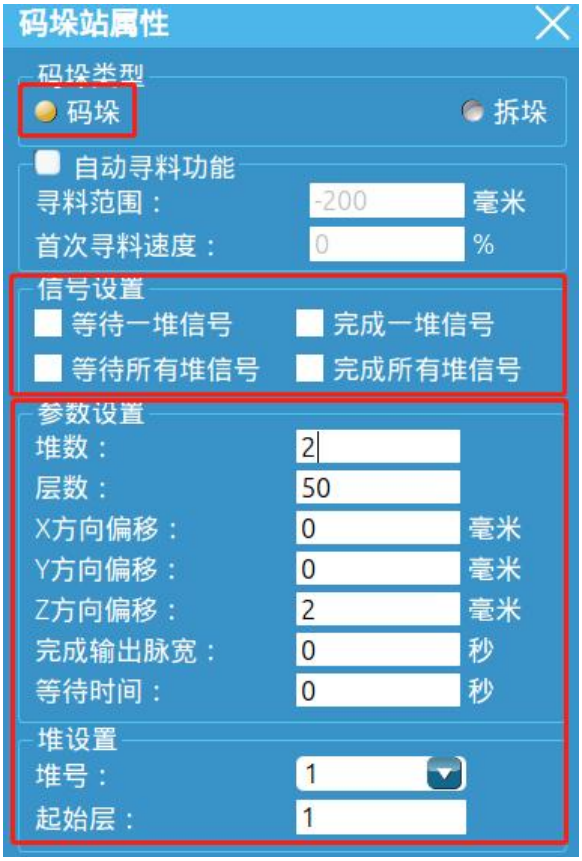
		（7）“寻料有料”； 备注：根据实际设置的堆数，配置对应的信号。
4.切换堆号		编号 1：“向前切换堆号”按钮； 编号 2：“向后切换堆号按钮”；

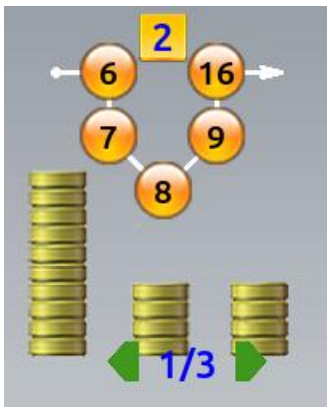
16.4.2.8.1 码垛模式

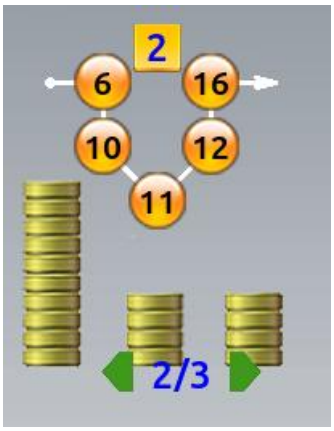
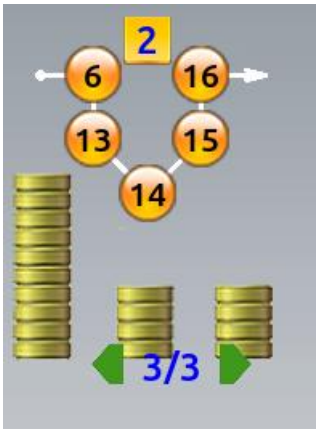
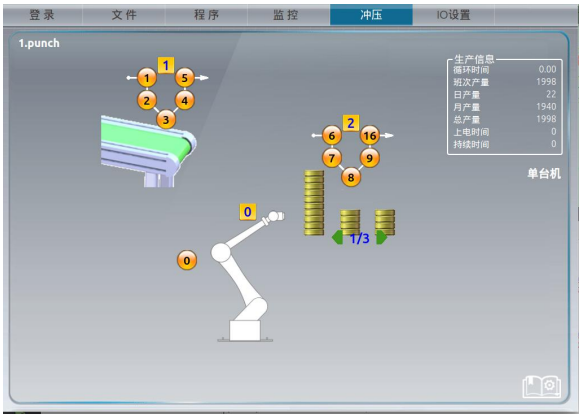
在冲压完成后，本控制系统解决市面上已有工业机器人的界面设计缺陷，将码垛与冲压放在一起，用户可以在完成冲压后，在操作界面上选择将物料放入物料框中或者将物料按一定顺序堆叠起来。

表 16-16 码垛模式设置步骤

步骤	图片	描述
1.点击“码垛站”序号		

2. 进入“码垛站”属性设置界面		步骤 1：按下“码垛”按钮； 步骤 2：根据实际需要进行信号设置； 步骤 3：进行“参数设置”； 步骤 4：进行“堆设置”。
3. 在码垛站的点位中添加预定义动作		在码垛等待点添加“等待码垛信号”； 在码垛完成点添加“码垛完成信号”；

4. 在“IO 设置”->“功能 IO 配置”->“冲压”中设置相关的输入输出预定义信号地址		预定义信号 （1）“等待码垛”（输入）； （2）“完成拆垛”（输出）。
5. 码垛点示教		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。 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。

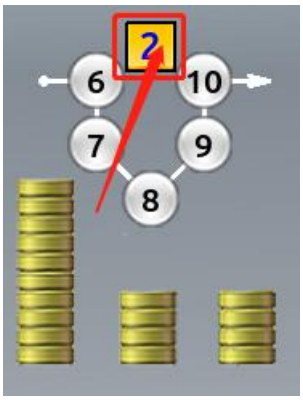
	 	
6. 码垛运动路径		在设置好相关参数后，对每一堆的路径进行示教（方法同冲压点的示教），退出设置界面，进入生产界面。将开关转到自动模式，按下“Mot”键，点击“start”，机器人开始运动。 机器人将物料从压机上拿取，默认从第一层开始码垛（如果希望可以跳过第一层，则可以在“**设置**”中“**堆设置**”中对“**起始层**”进行设置），每完成一层的码垛，下一次码垛将在 z 方向自动向上加 z 轴偏移量（注：若在“**设置**”界面的码垛站属性中对 X、Y 偏移量进行参数调整，则在运行过程中如同

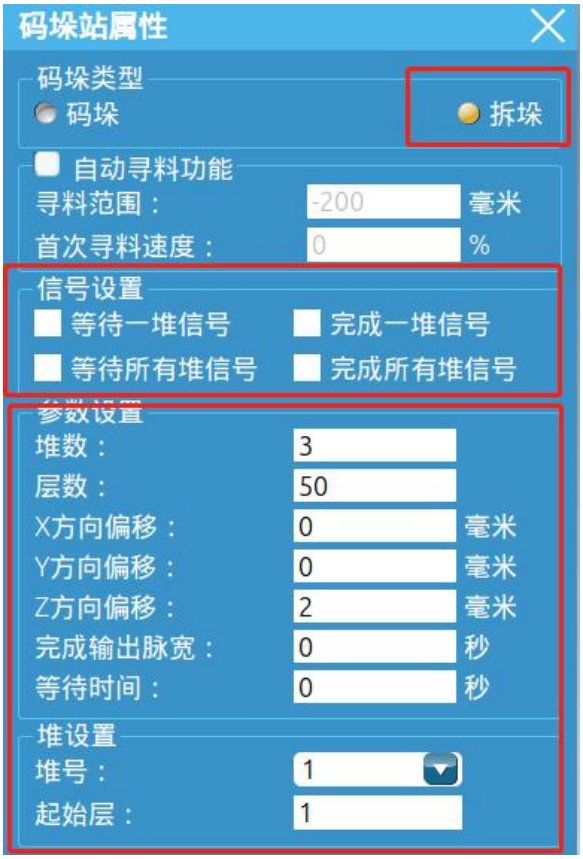
		z 方向偏移一样，在完成一层码垛后，下次码垛时，会在所调整的 X、Y 方向上自动产生偏移量。)。通俗来说，若设置 x=3，y=2，z=1，则码垛时每完成一次动作，执行下一次动作时，机器人抓手会自动在 x 方向偏移 3 个单位、在 y 方向偏移 2 个单位、在 z 方向即垂直于码垛平面的方向偏移 1 个单位，在完成第一堆的码垛后，转到第二堆，在码垛图标下部会显示 2/3 表示已进入第二堆的码垛程序，开始码垛，以此类推，完成整个码垛操作。

16.4.2.8.2 拆垛模式

拆垛与码垛相反，是将垛盘上的一垛垛料（每层只能有一个工件）拆放到冲床或平台上。该功能包含两种工作模式：其一、按照垛盘和垛料设置堆数、层数和层高；其二、在拆垛时通过设置堆数和层高，无需设置层数，使用自动寻料功能来进行拆垛。

表 16-17 固定层拆垛设置步骤

步骤	图片	描述
1. 点击“码垛站”序号		

2. 进入“码垛站”属性设置界面		步骤 1：按下“拆垛”按钮； 步骤 2：根据实际需要进行信号设置； 步骤 3：进行“参数设置”； 步骤 4：进行“堆设置”。
3. 在码垛站的点位中添加预定义动作		在拆垛等待点添加“等待拆垛信号”； 在拆垛完成点添加“拆垛完成信号”；

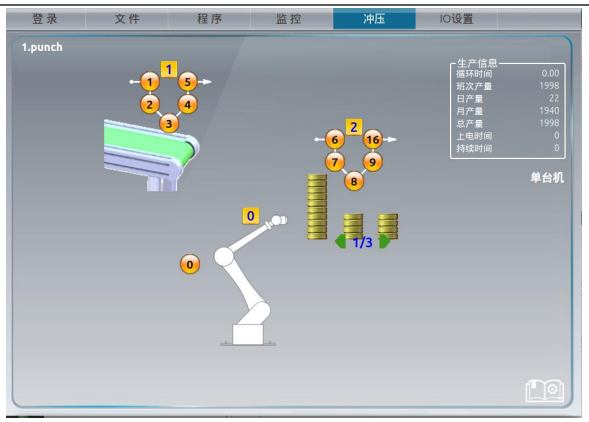
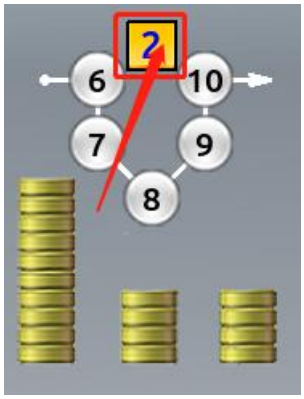
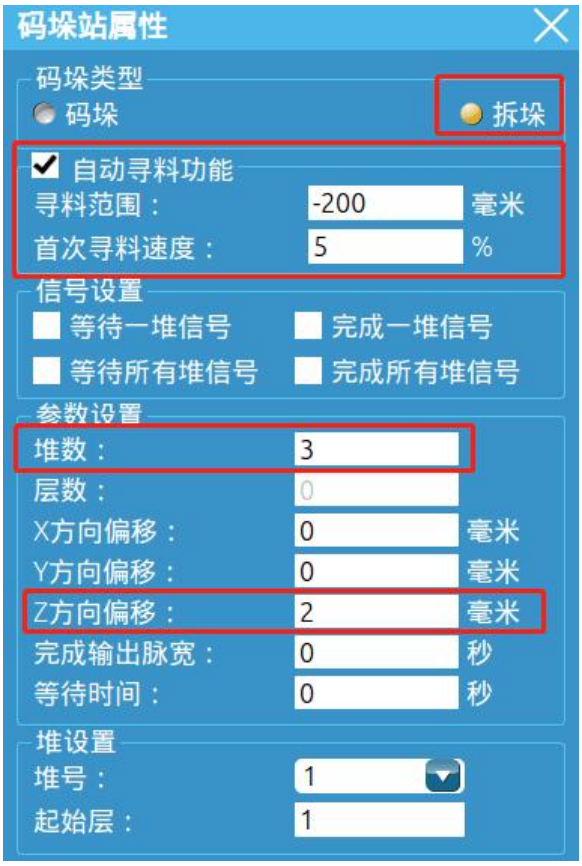
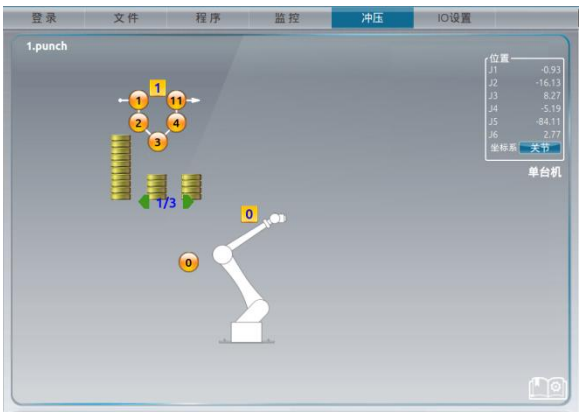
4. 在“IO 设置”->“功能 IO 配置”->“冲压”中设置相关的输入输出预定义信号地址。		预定义信号 （1）“等待拆垛”（输入）； （2）“完成拆垛”（输出）。
5. 拆垛点示教		该示教过程与码垛相似，可参照码垛点的示教过程。
6. 进入生产界面，生成 punch. XPL 程序		所有的设置在设置界面完成后，点击保存，然后进入生产界面，生成程序，并无报错后，即可进行调试生产。

表 16-18 自动寻位拆垛设置步骤

步骤	图片	描述

1. 点击“码垛站”序号		
2. 进入“码垛站”属性设置界面		步骤 1：按下“拆垛”按钮； 步骤 2：勾选“自动寻料功能”； 步骤 3：设置“寻料范围”及“首次寻料速度”； 步骤 4：设置“堆数”及“Z 方向的偏移”（物料厚度）。

3. 在码垛站的点位中添加预定义动作		在拆垛等待点添加“等待拆垛寻料”；
4. 在“IO 设置”->“功能 IO 配置”->“冲压”中设置相关的输入输出预定义信号地址。		预定义信号（输入） （1）“垛盘 1 有料”； （2）“垛盘 2 有料”； （3）“垛盘 3 有料”； （4）“寻料确认 1”； （5）“寻料确认 2”； （6）“寻料确认 3”； （7）“寻料有料”；
5. 拆垛点示教		码垛站的第一点和最后一点为拆垛进入点和退出点，第二点和倒数第二点为拆垛上方点（寻料起始点）和拆垛完成上方点，中间点为拆垛抓取点。如需在拆垛过程中增加过渡点，则需在第一点和第二点之间增加，第二点和中间点不能增加过渡点。以设置 2 堆为例进行说明，在拆垛进入点示教拆垛第 1 点，一般拆垛进入点与退出点是同一个点，则第 8 点可以设置为偏移与第 1 点，如果第 1、8 点位置不同，则根据需要示教相应的点；下一步示教 2、4 点，为拆垛上方点，根据物料高度，示教合适的高

		度即可；下一步示教中间点，由于首次寻料时物料点的位置未知，由控制器中获取寻料点位置，则中间点（当前为第 3 点）设置为偏移于第 2 点即可。此外，在示教完点后设置每点的速度和转弯半径参数。第一堆完成后，点击下一堆按钮，进行相关点的示教，过程与第一堆示教过程类似。
6. 进入生产界面，生成 punch.XPL 程序		所有的设置在设置界面完成后，点击保存，然后进入生产界面，生成程序，并无报错后，即可进行调试生产。

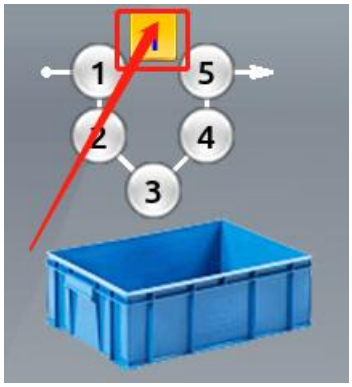
16.4.2.9 翻转台

机器人给翻转台上料后，控制翻转台进行翻转，翻转结束后，机器人进行下料，完成工件翻转任务。由于完成工件翻转的逻辑较简单，可通过自定义动作即可完成，故无需进行属性设置。

16.4.2.10 输出站

当生产线完成其它工艺后，会将加工后的工件放置工件框，冲压工艺包中的“输出站”可完成该操作。

表 16-19 输出站操作流程

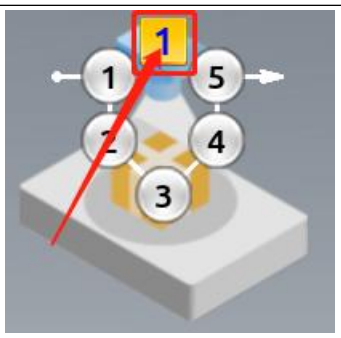
步骤	图片	描述
1. 点击“输出站”序号		

2.进入“输出站”属性设置界面		编号 1：“放料信号”，勾选后可设置预定义动作“等待放料”的相关参数； 编号 2：“信号类型”，可设置预定义信号“等待放料允许”信号类型：“高电平”、“低电平”、“上升沿”和“下降沿”； 编号 3：“超时时间”，可设置预定义信号“等待放料允许”等待超时的时间，默认为“0”，无限等待，等设置大于“0”时，超过设定的时间，信号不满足，会有警告弹框提示。 备注：输出站中各参数是针对多机连线末端机中“等待放料允许”动作设置的；若未使用该预定义动作，则无需设置。

16.4.2.11 固定视觉站

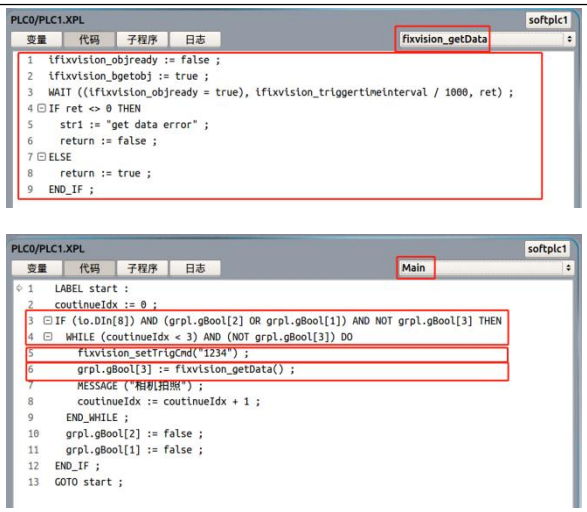
通过冲压工艺包中的固定视觉站和固定视觉 APP，可实现工件的定位抓取，实现上料功能。

表 16-20 固定视觉站操作流程

步骤	图片	描述
1.点击“固定视觉站”序号		

2.进入“固定视觉站”属性设置界面		编号 1：“偏移 X”，设置视觉站对应的“取料上方点”和“取料点”在 X 方向的偏移； 编号 2：“偏移 Y”，设置视觉站对应的“取料上方点”和“取料点”在 Y 方向的偏移； 编号 3：“偏移 Z”，设置视觉站对应的“取料上方点”和“取料点”在 Z 方向的偏移； 编号 4：“偏移 A”，设置视觉站对应的“取料上方点”和“取料点”绕 Z 轴旋转的偏移； 编号 5：“偏移 B”，设置视觉站对应的“取料上方点”和“取料点”绕 Y 轴旋转的偏移； 编号 6：“偏移 C”，设置视觉站对应的“取料上方点”和“取料点”绕 X 旋转的偏移； 编号 7：“基础值”，设置示教“抓取点”时，工件的高度； 编号 8：“当前值”，设置当前生成工件的高度； 备注：现场生成不同高度的工件时，更换生成的工件后，无需重新示教“抓取点”的位置，只需设置“当前值”即可，会自动计算出“偏移 Z”值。

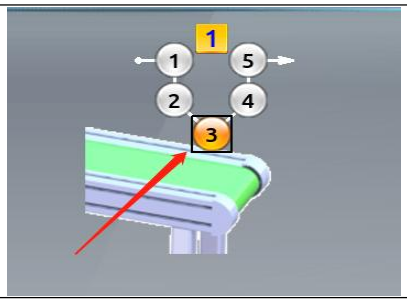
3.示教固定视觉站的点		步骤 1：“等待取料”点和“取料结束”点正常示教即可； 步骤 2：示教“取料点”，将机器人末端工具移动至工件抓取点，点击“示教”按钮，会记录当前点，其中示教点的信息中只会用到 Z、A、B、C 的值，X、Y、和 A 的偏移值从相机端获取； 步骤 3:“取料上方点”基于“取料点”进行偏移即可。
4.固定视觉 APP 的使用		固定视觉 APP 功能的使用及相机的连接，请参照“第 15 章 固定视觉”。
5.编写控制相机拍照的软 PLC 程序	 	步骤 1：在新建的软 PLC 程序中添加与固定视觉相关的 4 个外部变量； 步骤 2：添加子程序 fixvision_setTrigCmd(STRING id)及对应的输入参数：STRING id； 步骤 3：添加 fixvision_getData 及对用的输出参数：BOOL return； 备注：编写该软 PLC 程序后，可以将其作为模板，只需修改触发拍照的条件即可。

16.4.3 点属性介绍

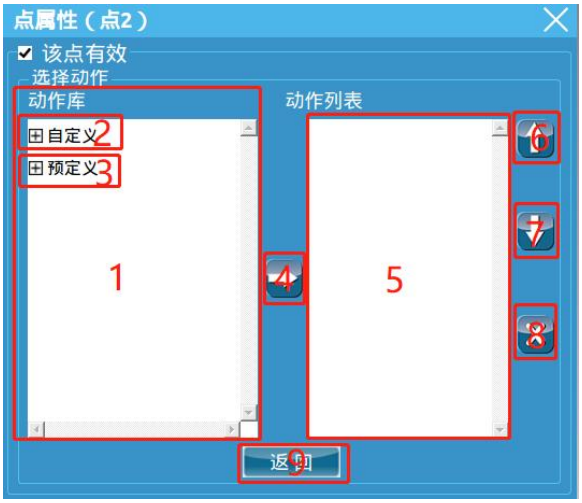
通过点属性设置，可完成点的示教、修改、偏移示教、选择运行类型、速度、圆滑过渡、向前向后添加点、切换前后点、删除点、单步运行点、动作编辑和点的有效性设置等。

表 16-21 固定视觉站操作流程

步骤	图片	描述
1. 点击站上点序号		
2. 进入点属性设置界面		编号 1：“该点有效”，每个站的起始点无此设置，默认是勾选状态，当取消勾选后，此点无效，在生成程序时不会生成运动点位及编辑的动作； 编号 2：“位置”，可显示当前存储的位置信息，可示教，可修改、可以偏移示教； 编号 3：“偏移示教”按钮，点击该按钮，可以进入偏移设置界面，完成偏移参数设置；

		编号 4：“名称”，显示当前点的信息； 编号 5:“直线运动”按钮，按下后该点将会记录笛卡尔值，走直线； 编号 6:“关节运动”按钮，按下后该点将会关节值，走关节模式； 编号 7：“速度”，设置点中的速度值； 编号 8：“转弯半径”，设置点的圆滑过渡值； 编号 9：“动作列表”，显示点中添加的动作； 编号 10：“编辑”按钮，点击该按钮，进入选择动作设置界面，完成动作的添加、移动、删除； 编号 11：“示教”按钮，点击该按钮，会将机器人当前的位置记录在编号 2 中；点的状态由 变为 ； 编号 12：“向前切换”按钮，点击该按钮，会切换到上一个点属性界面； 编号 13：“向后切换”按钮，点击该按钮，会切换到下一个点属性界面； 编号 14：“往前添加”按钮，点击该按钮，会在当前点前面新增 1 个点； 编号 15：“往后添加”按钮，点击该按钮，会在当前点后面新增 1 个点； 编号 16：“删除”按钮，可删除新增的点； 编号 17：“单步”按钮，

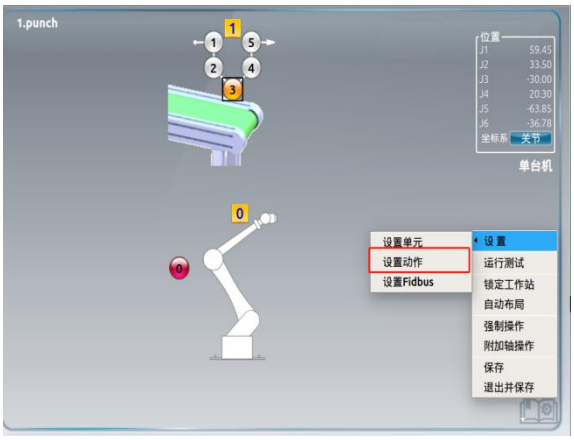
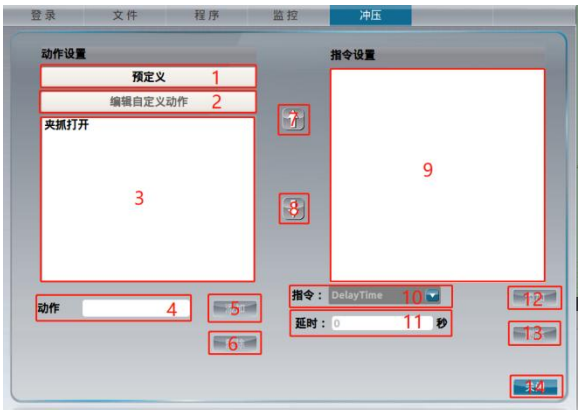
		手动模式按下手压或者自动模式下上伺服，按下“单步”按钮，机器人向该点运行。 编号 18：“Fidbus 偏移”勾选框，当在运动类型为直线运动时，此勾选框可以勾选和不勾选，勾选后将配置好的信息在该点处进行相应的关联配置。 编号 19：“点类型”的复选框，可以选择想关联点的类型。
3. 点击“点属性”界面的“偏移示教”按钮		
4. 进入偏移示教界面		编号 1：“参考点”，选择基于偏移的参考点； 编号 2：“参考点位置”，显示参考点的位置值； 编号 3：“偏移距离”，若基于“参考点”有偏移，可以输入相应的偏移值； 编号 4：“偏移列表”，显示基于该点进行偏移的点； 编号 5：“返回”按钮，点击该按钮，返回“点属性”

		界面。
5. 点击“点属性”界面上的“编辑”按钮		
6. 进入“选择动作”界面		编号 1：“动作库”，显示“自定义”和“预定义”动作列表； 编号 2：“自定义”，显示自定义动作； 编号 3：“预定义”，显示预定义动作； 编号 4：“添加”按钮；将“动作库”中选中的动作添加到“动作列表”中； 编号 5：“动作列表”，显示添加的动作； 编号 6：“上移动作”按钮，将“动作列表”中选中的动作进行上移； 编号 7：“下移动作”按钮，将“动作列表”中选中的动作进行下移； 编号 8：“删除动作”按钮；将“动作列表”中选中的动作删除； 编号 9：“返回”按钮，返回到“点属性”设置界面。

16.4.4 设置动作介绍

通过“设置动作”，可完成预定义动作的查看及自定义动作的编辑、管理。

表 16-22 动作设置操作流程

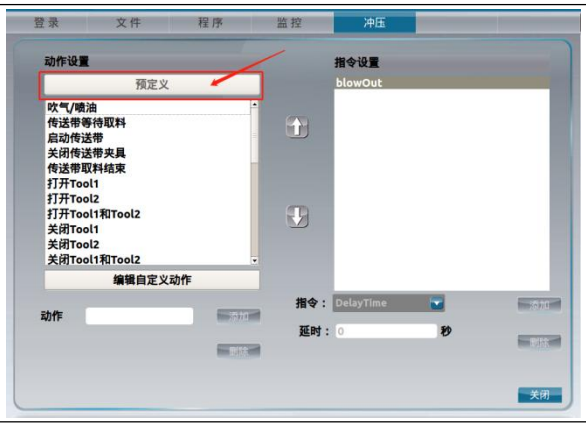
步骤	图片	描述
1.点击冲压设置主界面菜单栏“设置”->“设置动作”		
2.进入“动作设置”界面		编号 1：“预定义”按钮，点击该按钮后，在编号 3 中显示预定义动作； 编号 2：“编辑自定义动作”按钮，点击该按钮，显示自定义动作，并激活自定义的编辑； 编号 3：“动作列表”，显示动作； 编号 4：“动作”，添加动作名； 编号 5：“添加”按钮，可将编号 4 中的动作名添加到“动作列表”中； 编号 6：“删除”按钮，删除“动作列表”中选中的动作； 编号 7：“上移动作”按钮，可将“动作列表”中选中的动作上移； 编号 8：“下移动作”按钮，可将“动作列表”中选中的动作下移；

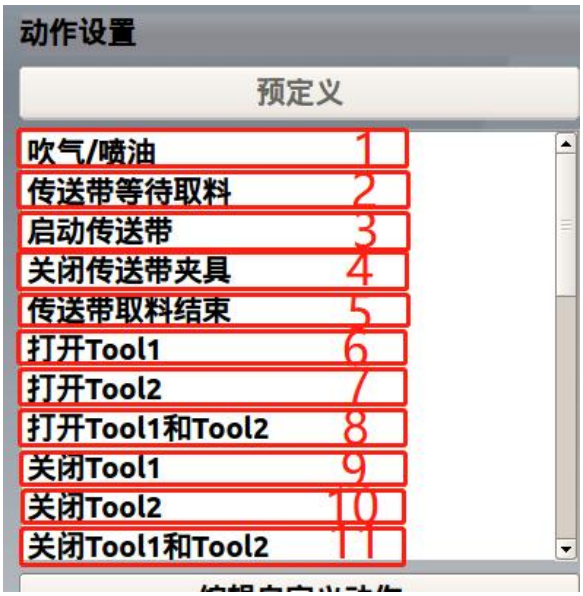
		编号 9：“指令列表”，显示“动作库”中选中的动作包含的指令； 编号 10：“指令”，选择所需的指令； 编号 11：“延时”，设置延时时间； 编号 12：“添加”按钮，向“指令列表”中添加指令； 编号 13：“删除”按钮，删除“指令列表”中选中的指令； 编号 14：“关闭”按钮，点击该按钮，返回到设置主界面。

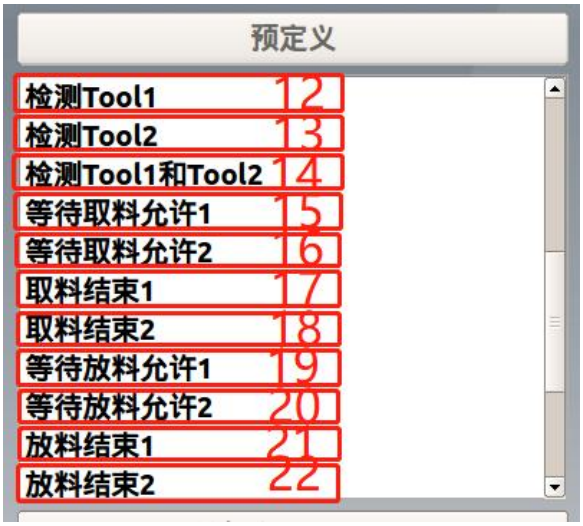
16.4.4.1 预定义动作介绍

介绍预定义动作及预定义信号。

表 16-23 预定义动作介绍

步骤	图片	描述
1. 点击“预定义”		

2.预定义动作说明		编号 1：“吹气/喷油”，在点中添加该动作后，控制运行程序多少次执行 1 次“吹气/喷油”动作，每次喷油喷多少次及每次喷油的时间，具体参数在“机器人站属性”的预定义动作中设置； 编号 2：“传送带等待取料”，用于“传送带站”等待判断条件，当“传送带夹具有料”预定义信号满足时，控制传送带夹具夹紧，停止传送带，机器人去取料； 编号 3：“启动传送带”，控制传送带启动，对应的预定义信号为“传动带动作”； 编号 4：“关闭传动带夹具”，控制传送带夹具的松开，对应的预定义信号为“传送带夹具动作”； 编号 5：“传送带取料结束”，复位传送带取料的状态； 编号 6：“打开 Tool1”，打开工具 1，相关参数在“机器人站属性”中设置，对应的预定义信号为“工具 1 动作”； 编号 7：“打开 Tool2”，打开工具 2，相关参数在“机器人站属性”中设置，对应的预定义信号为“工具 2 动作”； 编号 8：“打开 Tool1 和 Tool2”，打开工具 1 和工具 2，相关参数在“机器人站属性”中设置，对应

<table>
<tr>
<td></td>
<td> 
</td>
<td>的预定义信号有“工具 1 动作”和“工具 2 动作”；

编号 9：“关闭 Tool1”，关闭工具 1，对应的预定义信号为“工具 1 动作”；

编号 10：“关闭 Tool2”，关闭工具 2，对应的预定义信号为“工具 2 动作”；

编号 11：“关闭 Tool1 和 Tool2”，关闭工具 1 和工具 2，相关参数在“机器人站属性”中设置，对应的预定义信号有“工具 1 动作”和“工具 2 动作”；

备注：打开工具和关闭工具必须成对使用。

编号 12：“检测 Tool1”，检测预定义动作工具 1 状态，当工具处于打开状态，检测工具反馈信号是否为“true”，若为“false”，则会报工具检测无反馈警告；当工具处于关闭状态，检测工具反馈信号是否为“false”，若为“true”，则会报警；

编号 13：“检测 Tool2”，检测预定义动作工具 2 状态，当工具处于打开状态，检测工具反馈信号是否为“true”，若为“false”，则会报工具检测无反馈警告；当工具处于关闭状态，检测工具反馈信号是否为“false”，若为“true”，则会报警；

编号 14：“检测 Tool1 和 Tool2”，检测预定义动作工具 1 和 2 状态，当工具处于打开状态，检测工具</td>
</tr>
</table>

		反馈信号是否为“true”，若为“false”，则会报工具检测无反馈警告；当工具处于关闭状态，检测工具反馈信号是否为“false”，若为“true”，则会报警； 编号 15：“等待取料允许 1”，用于多机连线，对应的预定义信号为“等待取料允许 1”； 编号 16：“等待取料允许 2”，用于多机连线，对应的预定义信号为“等待取料允许 2”； 编号 17：“取料结束 1”，用于多级连线，对应预定义信号为“允许放料 1”； 编号 18：“取料结束 2”，用于多级连线，对应预定义信号为“允许放料 2”； 编号 19：“等待放料允许 1”，用于多机连线，对应的预定义信号为“等待放料允许 1”； 编号 20：“等待放料允许 2”，用于多机连线，对应的预定义信号为“等待放料允许 2”； 编号 21：“放料结束 1”，用于多机连线，对应预定义信号为“允许取料 1”， 编号 22：“放料结束 2”，用于多机连线，对应预定义信号为“允许取料 2”； 编号 23：“等待码垛信号”，用于“码垛站”中的码垛模式，判断码垛信号，对应预定义信号为“等待

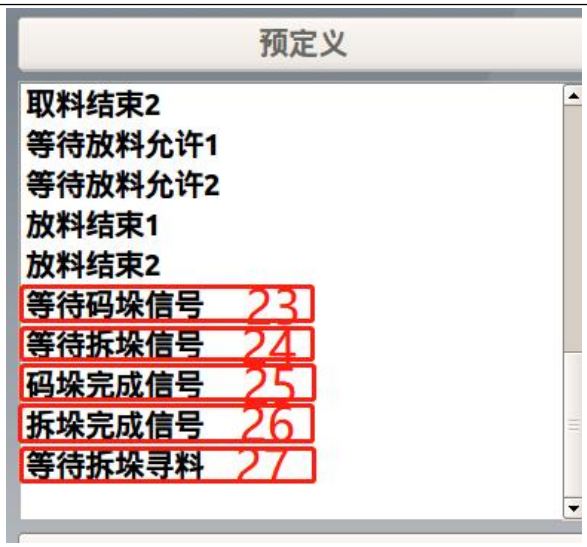
		码垛”； 编号 24：“等待拆垛信号”，用于“码垛站”中的“固定层拆垛”模式，对应预定义“等待拆垛”； 编号 25：“码垛完成信号”，用于“码垛站”中的码垛模式，当完成码垛时输出“码垛完成”预定义信号； 编号 26：“拆垛完成”，用于“码垛站”中的“固定层拆垛”模式，当完成拆垛时输出“拆垛完成”预定义信号； 编号 27：“等待拆垛寻料”，用于“码垛站”中的“自动寻料拆垛”模式，对应的预定义信号为“寻料确认 X”。

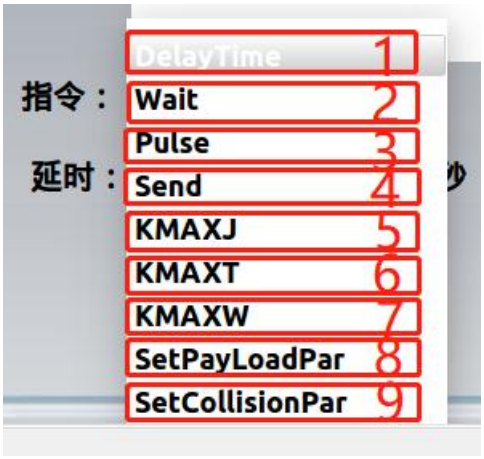
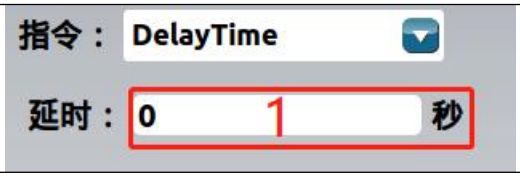
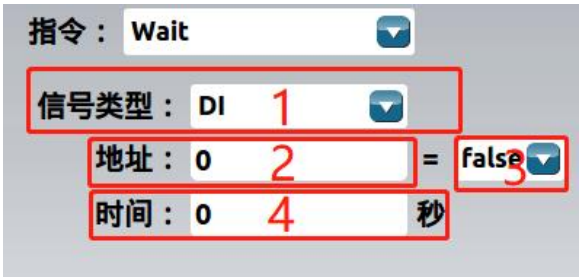
表 16-24 自定义信号

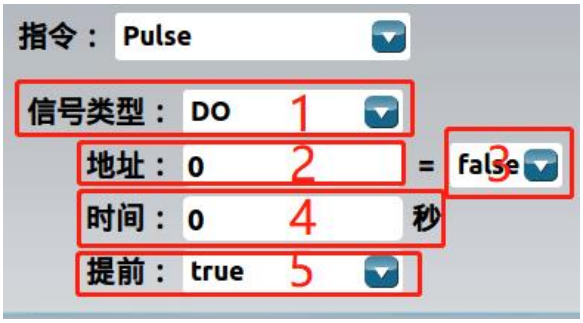
序号	输入信号	所属预定义动作	所属站	备注
1	工具 1 有件或真空检测	检测 Tool1	/	相关参数在机器人站属性中设置
2	工具 2 有件或真空检测	检测 Tool2	/	
3	等待取料允许 1	等待取料允许 1		
4	等待放料允许 1	等待放料允许 1		
5	前站压机 1 上死点			
6	本站压机 1 上死点			
7	前站压机 1 急停			
8	本站压机 1 单次模式			
9	前台机器人 1 放料状态			
10	后台机器人 1 取料状态			
11	前台机器人 1 联机检测			
12	后台机器人 1 联机检测			

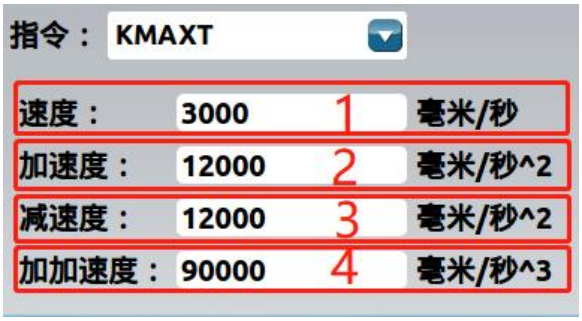
16.4.4.2 自定义动作介绍

表 16-25 自定义动作编辑及指令介绍

步骤	图片	描述
1.点击“编辑自定义动作”		
2.点击“动作”编辑框，输入动作名，并点击“添加”按钮		
3.给自定义动作添加指令		

4.指令介绍		编号 1：“DelayTime”，延时时间设置； 编号 2：“Wait”，等待信号； 编号 3：“Pulse”，输出 1 个脉冲信号； 编号 4：“Send”，输出 1 个信号； 编号 5：“KMAXJ”，设置关节运行参数最大值； 编号 6：“KMAXT”，设置笛卡尔空间运动参数的最大值； 编号 7：“KMAXW”，设置笛卡尔姿态运动的最大参数； 编号 8：“SetPayLoadpar”，设置负载辨识参数； 编号 9：“SetCollisionPar”，设置碰撞检测参数。
5.指令详解		编号 1：设置延时时间。
		编号 1：“信号类型”，支持“DIO”、“grpl”、“profibus-DP”、“Modbus”和“EtherCat”类型； 编号 2：“地址”，设置信号对应的地址，确保该地址未被占用； 编号 3：“值”，设置地址对应的值； 编号 4：“时间”，设置等待信号的时间，从执行生成的该语句开始，若在设

		置的时间内信号还未满足，则会报警告，默认值“0”为无限等待。
		编号 1：“信号类型”，支持“DIO”、“grpl”、“profibus-DP”、“Modbus”和“EtherCat”类型； 编号 2：“地址”，设置信号对应的地址，确保该地址未被占用； 编号 3：“值”，设置地址对应的值； 编号 4：“时间”，设置脉冲输出的脉宽时间； 编号 5：“提前”，设置为“true”时，当执行到该语句，会继续执行后面的程序；设置为“false”时，执行到该语句，需等该语句完全执行完了再执行后面的程序。
		编号 1：“信号类型”，支持“DIO”、“grpl”、“profibus-DP”、“Modbus”和“EtherCat”类型； 编号 2：“地址”，设置信号对应的地址，确保该地址未被占用； 编号 3：“值”，设置地址对应的值。
		编号 1：“速度”，设置关节空间的最大速度，以百分比的形式设置； 编号 2：“加速度”，设置关节空间的最大加速度，以百分比的形式设置； 编号 3：“减速度”，设置

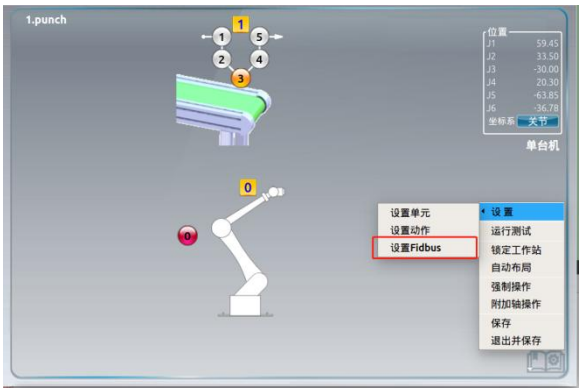
		关节空间的最大减速度，以百分比形式设置； 编号 4：“加加速度”，设置关节空间的最大加加速度，以百分比形式设置。
		编号 1：“速度”，设置笛卡尔空间的最大速度； 编号 2：“加速度”，设置笛卡尔空间的最大加速度； 编号 3：“减速度”，设置笛卡尔空间的最大减速度； 编号 4：“加加速度”，设置笛卡尔空间的最大加加速度。
		编号 1：“速度”，设置笛卡尔腕部的最大速度； 编号 2：“加速度”，设置笛卡尔腕部的最大加速度； 编号 3：“减速度”，设置笛卡尔腕部的最大减速度； 编号 4：“加加速度”，设置笛卡尔腕部的最大加加速度。
		编号 1：“启用负载辨识”，设置为“true”时，启用负载辨识功能，设置为“false”时，未启用负载辨识； 编号 2：“负载辨识号”，设置负载辨识功能的负载号。

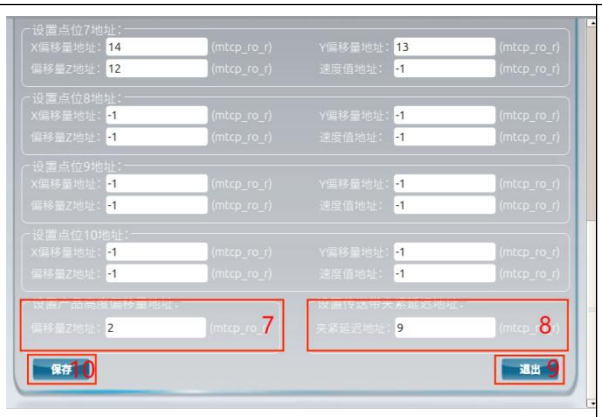
		编号 1：“启用碰撞检测”，设置为“true”时，启用碰撞检测功能，设置为“false”时，未启用碰撞检测； 编号 2：“碰撞灵敏度”，设置碰撞检测的灵敏度值，默认为“100”，值越大，灵敏度越小。

16.4.5 设置 Fidbus 介绍

通过”设置 Fidbus”，可以使用 modbus 协议设置对应点位和速度的偏差值，产品高度差。

表 16-26 动作设置操作流程

步骤	图片	描述
1.点击冲压设置主界面菜单栏“设置”->“设置 Fidbus”		
2. 进入“设置 Fidbus”界面		编号 1：“设置点位 1 的地址”，以此点为例，这里描述了想要配置的点的类型名称； 编号 2：“X 偏移量地址”输入框，可以输入想要配置的对 X 位置点的 Modbud 变量的地址信息； 编号 3：“Y 偏移量地址”输入框，可以输入想要配置的对 Y 位置点的 Modbud 变量的地址信息； 编号 4：“偏移量 Z 地址”输入框，可以输入想要配置的对 Z 位置的 Modbud

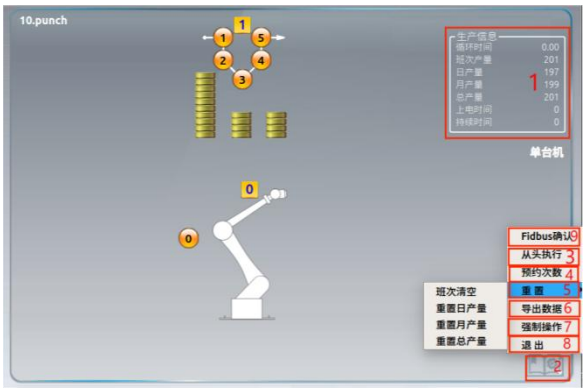
		变量的地址信息； 编号 5：“速度偏移量地址”输入框，可以输入想要配置的对速度的 Modbud 变量的地址信息； 编号 6：此括号内的为对应偏移量的 Modbus 变量的名称，这里都为可读可写的变量，最后的 r 表示浮点型，i 表示整型； 编号 7：“设置产品高度差偏移量地址的 Z 方向上地址”输入框，可以输入想要配置的对 Z 方向点的 Modbud 变量的地址信息； 编号 8：“设置传送带夹紧延迟地址”的输入框，可以输入想要配置的对于传送带站的夹紧延迟时间的 Modbud 变量的地址信息； 编号 9：“退出”，点击此按钮可以退出此界面，返回到设置主页面； 编号 10：“保存”，点击此按钮将当前地址值发送到控制器的 fidbusSetting.xml 文件中；

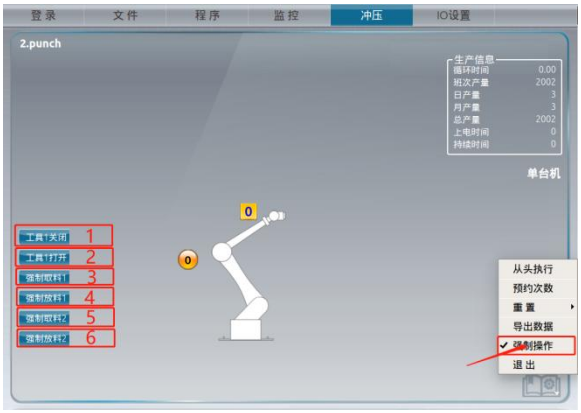
16.5 生产界面

进入生产界面时将 xxx.punch 程序转成 punch.xpl 机器人可运行程序，并完成设置变量的下发。在界面可监视生产信息（循环时间、班次产量、日产量、月产量、总产量、上电时间、持续时间）；可从头执行程序，预约程序执行次数，重置班次、日产量、月产量及总产量，导出生产数据信息，强制操作等。

表 16-27 生产界面介绍

步骤	图片	描述

1.点击“生产”按钮		
2.进入生产界面		编号 1：“生产信息”，包括“循环时间”、“班次产量”、“日产量”、“月产量”、“总产量”、“上电时间”和“持续时间”； 编号 2：“菜单”按钮，显示菜单栏； 编号 3：“从头执行”按钮，复位冲压变量，程序从头执行； 编号 4：“预约次数”按钮，设置“预约次数”，控制程序循环执行次数； 编号 5：“重置”按钮，显示“班次清空”、“重置日产量”、“重置月产量”、“重置总产量”按钮； 编号 6：“导出数据”按钮，可导出生产信息； 编号 7：“强制操作”按钮，显示或隐藏强制按钮； 编号 8：“退出”按钮，退出生产界面，进入冲压主界面。 编号 9：“fidbus 确认”按钮，显示 fidbus 通讯数据和 modbus 当前通讯数据确认界面。

3. fidbus 确认		编号 1：显示 fidbus 通讯数据，可显示 10 个点偏移数据。 编号 2：显示 modbus 当前通讯数据，可显示当前实时的 10 个点偏移数据。 编号 3：“下发”按钮，点击按钮，将左侧的 fidbus 数据赋给右边的 modbus 数据。 编号 4：“退出”按钮，点击按钮退出 fidbus 确认界面，回到生产界面。
4. 强制操作		编号 1：“工具 1 关闭”，当工具处于打开状态时，可通过“工具 1 关闭”强制操作进行关闭； 编号 2：“工具 1 打开”，当工具处于关闭状态时，可通过“工具 1 打开”强制操作进行工具打开； 编号 3：“强制取料 1”，当外部的允许取料信号不满足时，可通过“强制取料 1”进行强制取料； 编号 4：“强制放料 1”，当外部的允许放料信号不满足时，可通过“强制放料 1”进行强制放料； 编号 5：“强制取料 2”，与编号 3 类似； 编号 6：“强制放料 2”，与编号 4 类似。

16.6 冲压预定义信号

16.7　冲压工艺应用案例

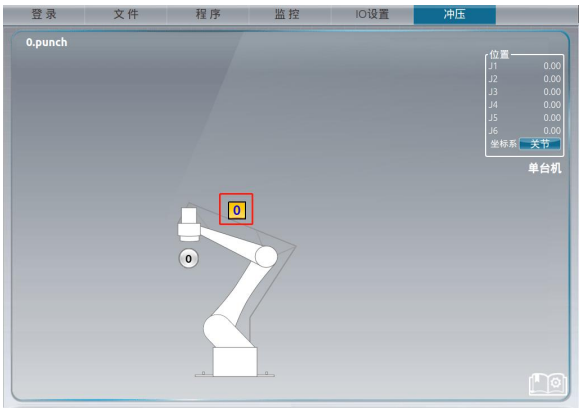
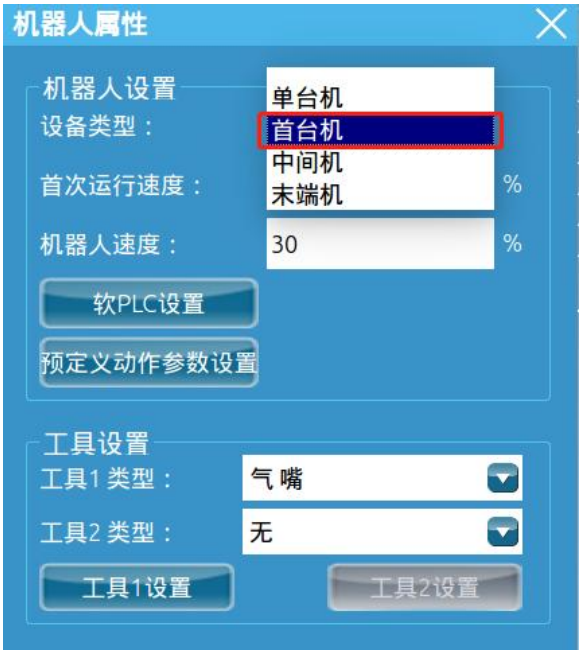
16.7.1　多级连线

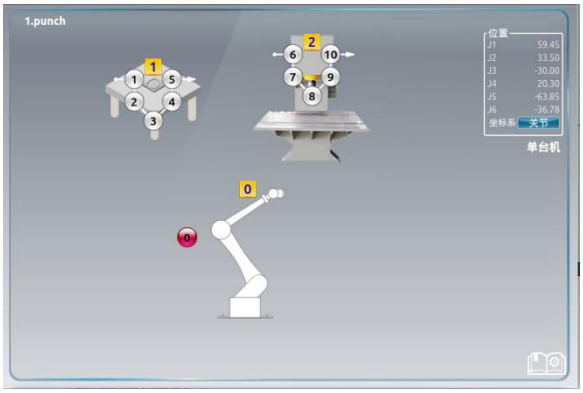
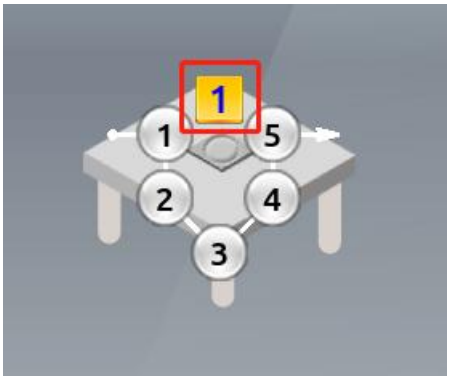
在冲压客户现场，大多数工艺场合需要多台压机、机器人、输送设备等组成生产线，为了解决现场人员 PLC 编程困难问题，此功能包增加了多机连线设置运行功能，无需 PLC 编程，只需客户按以下内容设置连线即可。多机连线根据生产工艺可分为首台机、中间机、末端机。

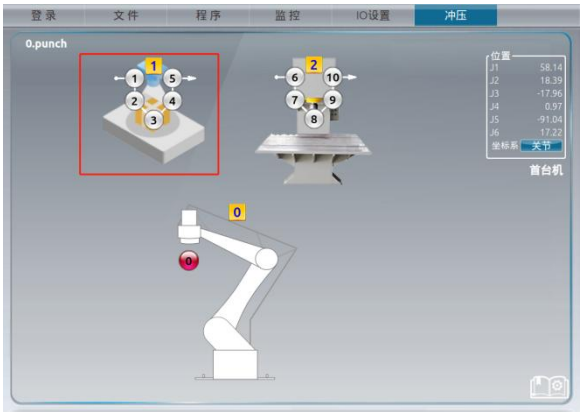
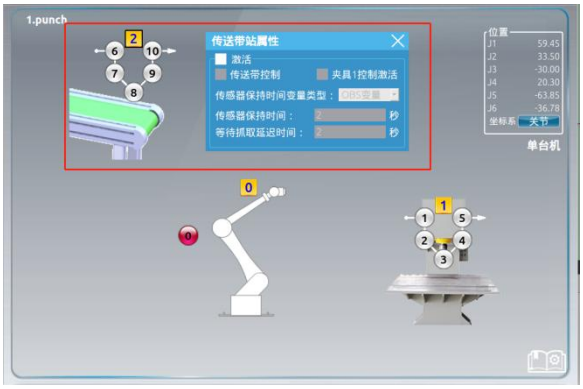
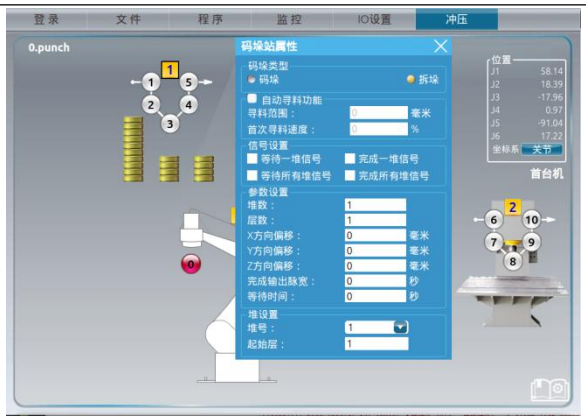
16.7.1.1　首台机模式

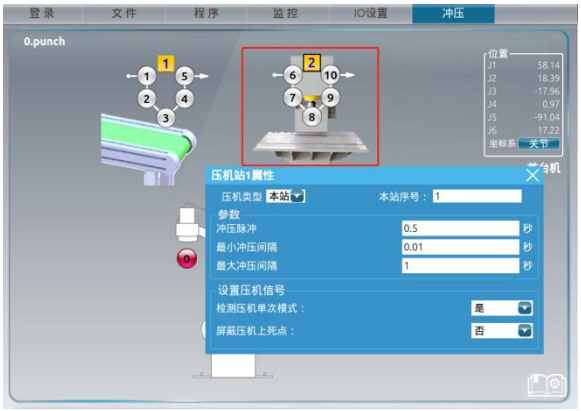
取料装置可为“输入站”、“固定视觉站”、“传送带站”或“码垛站”中的拆垛模式，放料装置为压机。

表 16-28 首台机模式介绍

步骤	图片	描述
1. 点击“机器人站属性”		
2. 进入“机器人站属性”设置界面，选择设备类型为：首台机		

3. 自动生成首台机模式		默认情况下，首台机的取料设置为“输入站”，可根据实际使用情况，将“输入站”替换为“固定视觉站”或“传动带站”。 此外，点属性中已自动设置了对应的预定义动作。
4. 若取料装置为“输入站”	 	步骤 1：完成“输入站”中的参数设置； 步骤 2：查看 1~5 号点中的预定义动作； 点 1：为“等待取料点”，带有“等待取料允许 1”预定义动作，对应的预定义信号为“等待取料允许 1”； 点 2：为“取料上方点”，带有“打开 Tool1”预定义动作，对应的预定义信号为“工具 1 动作”； 点 3：为“取料点”； 点 4：为“取料结束上方点”； 点 5：为“取料结束点”，带有“检测 Tool1”和“放料结束 1”预定义动作，对应的预定义信号为“工具 1 有件或真空检测”和“允许放料 1”； 备注：预定义信号的相关配置请到“IO 设置”->“功能 IO 配置”->“冲压”设置。

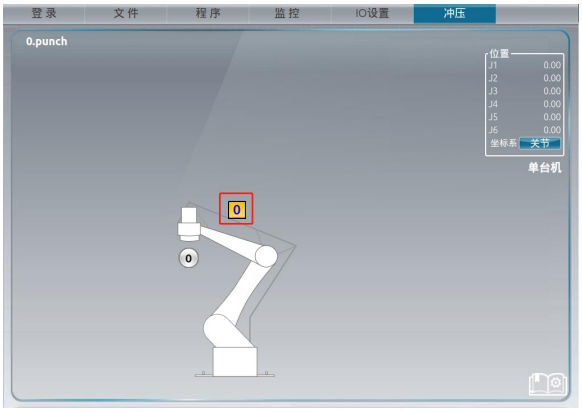
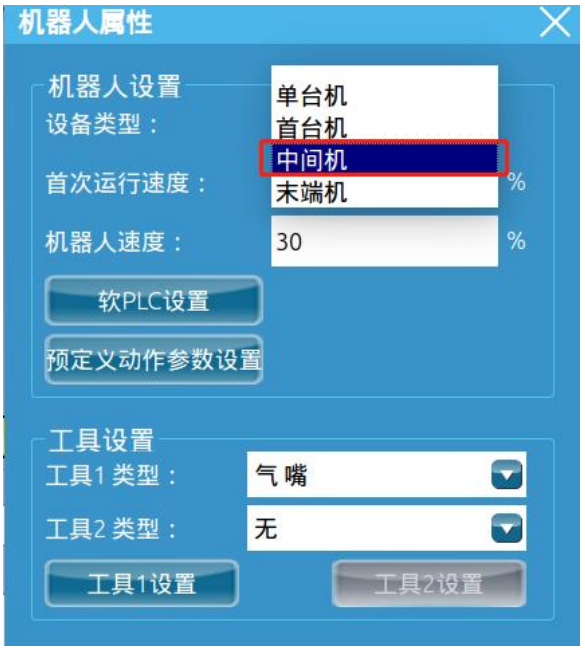
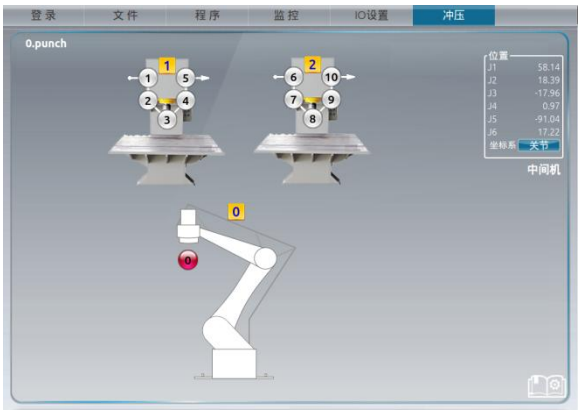
5. 若取料装置为“固定视觉站”		步骤 1：将“将输入站”替换为“固定视觉站”，其余设置不变； 步骤 2：设置“固定视觉站”属性中的参数； 步骤 3：编写控制相机拍照的软 PLC 程序； 步骤 4：设置相关的自定义动作。 备注：详细见“固定视觉站”介绍。
6. 若取料装置为“传送带站”		步骤 1：将“输入站”替换为“传送带站”； 步骤 2：“传送带站”的相关设置参照上节“传送带”站介绍。
7. 若取料装置为“码垛站的拆垛”模式		步骤 1：将“输入站”替换为“码垛站”； 步骤 2：根据现场应用，设置拆垛模式，具体见上节“码垛站”介绍。

8. 放料装置为“压机 1”	 	步骤 1：设置“压机站 1”的属性参数； 步骤 2：查看 6~10 点中的预定义动作； 点 6：为“等待放料点”，带有“等待放料允许 1”预定义动作，对应的预定义信号“等待放料允许 1”； 点 7：为“放料上方点”； 点 8：为“放料点”，带有“关闭 Tool1”预定义动作，对应的预定义信号“工具 1 动作”； 点 9：为“放料结束上方点”； 点 10：为“放料结束点”，带有“检测 tool1”和“放料结束”预定义动作，对应的预定义信号“工具 1 有件或真空检测”和“允许取料 1”； 步骤 3：压机带有的预定义信号有“本站压机 1 上死点”、“本站压机 1 单次模式”、“本站压机 1 动作”； 步骤 4：互锁信号，有“后台机器人 1 取料状态”、“正在向本站压机 1 中放料”； 步骤 5：联机信号，有“后台机器人 1 联机检测”和“联机信号 1”。 备注：预定义信号的相关配置请到“IO 设置”->“功能 IO 配置”->“冲压”设置。

16.7.1.2 中间机模式

取料装置和放料装置均为压机。

表 16-29 中间机模式介绍

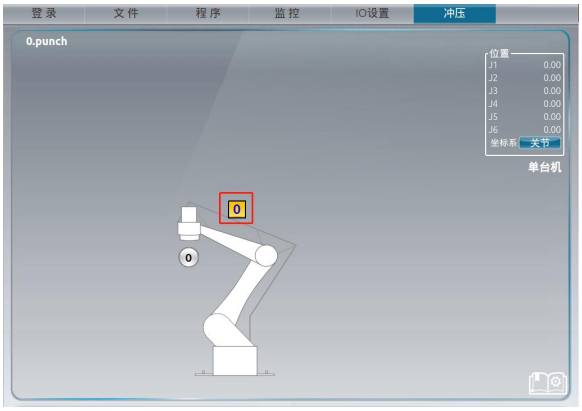
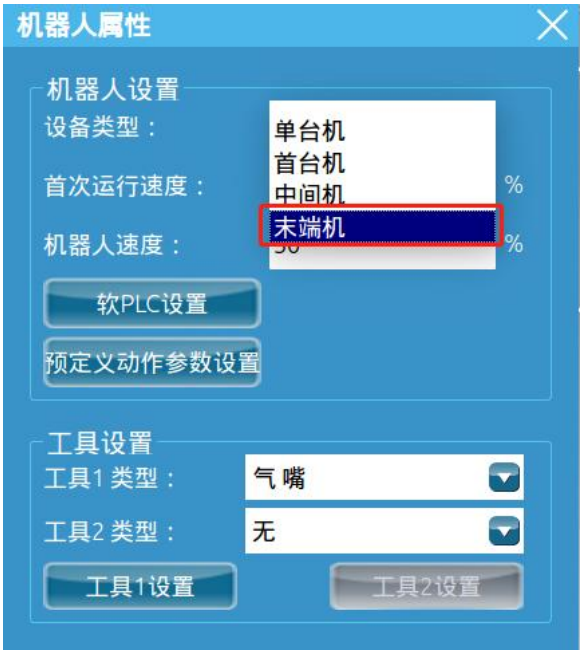
步骤	图片	描述
1.点击“机器人站属性”		
2.进入“机器人站属性”设置界面，选择设备类型为：中间机		
3.自动生成中间机模式		第 1 台压机被称为“前站 1”；第 2 台压机被称为“本站 1”； “前站 1”点中的预定义动作及预定义信号与首台机中的类似；区别是增加了压机信号、互锁信号及联机信号； 前站压机 1 预定义信号：“前站压机 1 上死点”； 互锁信号：“前台机器人 1

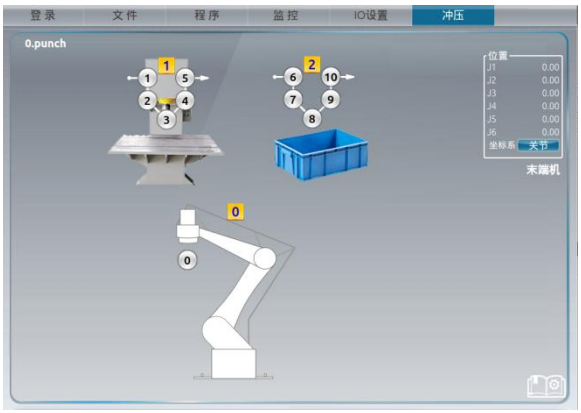
		放料状态”、“正在从前站压机 1 中取料”； 联机信号：“前台机器人 1 联机检测”，“联机信号 1”； “本站 1”与首台机中的“本站 1”类似；

16.7.1.3 末端机模式

取料装置为“压机 1”，放料装置为“输出站”。

表 16-30 末端机模式介绍

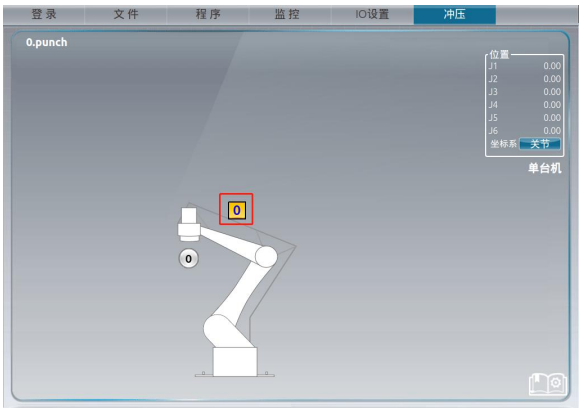
步骤	图片	描述
1. 点击“机器人站属性”		
2. 进入“机器人站属性”设置界面，选择设备类型为：中间机		

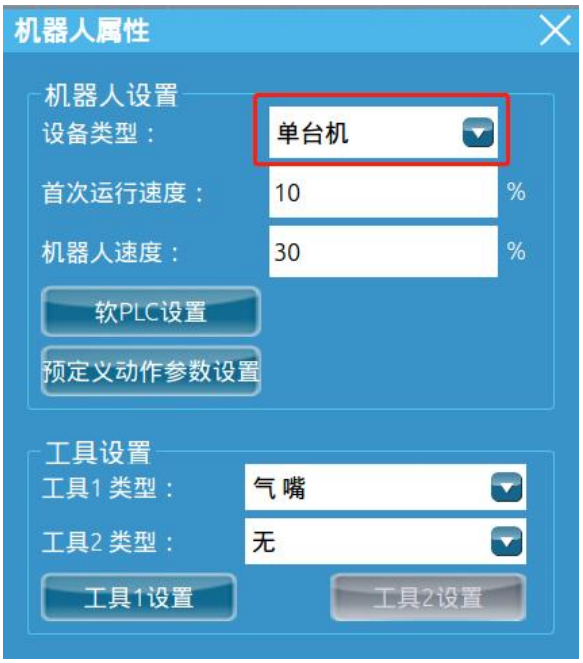
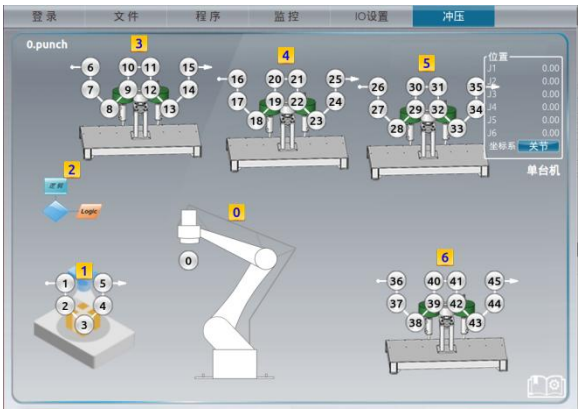
3. 自动生成末端机模式		压机被称为“前站1”； “前站1”压机与中间机“前站1”的预定义动作及预定义信号类似； 放料装置为“输出站”。

16.7.2 打磨/砂光上下料

取料装置可为机械定位台、固定视觉定位台或传送带，通过逻辑站控制打磨/砂光机的上下料。

表 16-31 末端机模式介绍

步骤	图片	描述
1. 点击“机器人站属性”		

2. 选择“单台机”		
3. 添加“固定视觉站”、“逻辑站”、和多个“打磨站”		备注：逻辑站最大支持切换 4 个站；

第 17 章　负载辨识

17.1　功能概述

负载辨识功能是用来推算安装在机器人末端的工具、工件等负载信息的一种功能。标准六轴机器人、码垛机器人以及 SCARA 机器人的**末端负载及其参考坐标系**的示意图如下图所示。通过设定合适的末端负载信息，可以提升机器人动作性能，如减小振动等，同时也可以更加有效发挥动力学相关功能，如碰撞保护功能等。

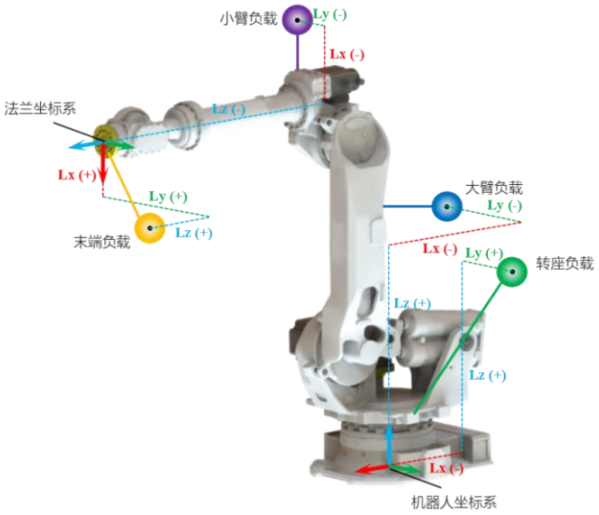


图 17.1- 1 标准 6 轴机器人负载及参考坐标系示意图

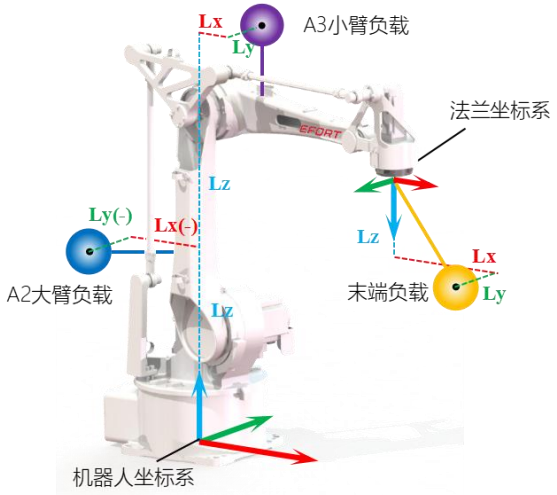


图 17.1- 2 码垛机器人负载及参考坐标系示意图

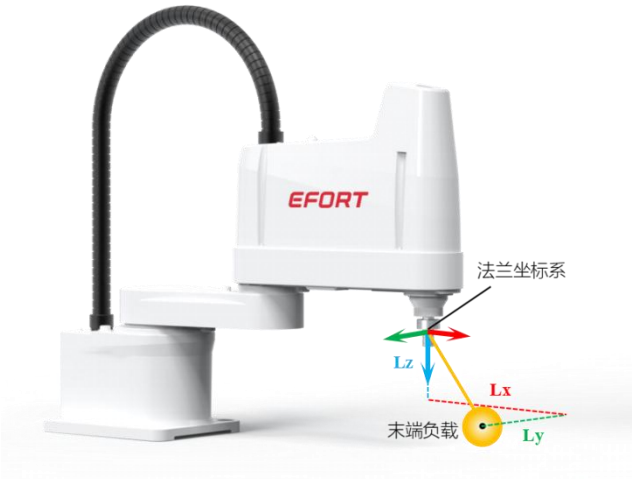


图 17.1- 3 SCARA 机器人负载及参考坐标系示意图

功能的优点

- ●改善机器人运行性能
- ●改善因负载信息不匹配引起的碰撞检测误报警等

17.2 运行环境

- ● 带有负载辨识功能的软件版本

17.3 制约

精确的负载信息辨识需要机器人按照一定的动作运动，若现场空间不满足 2.4.1 节中启用标准负载辨识功能的条件时，可采用 2.4.2 节的方式进行负载辨识，但辨识结果会受到影响，从而影响其他动力学功能的使用效果，如碰撞保护功能的检测灵敏性等。

17.4 专业术语定义

表 17- 1 专业术语表

专业术语	定义
质量	机器人末端的工具&工件负载重量，单位 kg
Lx	机器人末端的工具&工件的质心在法兰坐标系 X 方向的坐标，单位 mm。
Ly	机器人末端的工具&工件的质心在法兰坐标系 Y 方向的距离，单位 mm。
Lz	机器人末端的工具&工件的质心在法兰坐标系 Z 方向的距离，单位 mm。
Ixx	机器人末端的工具&工件绕法兰坐标系 X 方向旋转的惯量矩，单位 $kg{\cdot}mm^2$。
Iyy	机器人末端的工具&工件绕法兰坐标系 Y 方向旋转的惯量矩，单位 $kg{\cdot}mm^2$。
Izz	机器人末端的工具&工件绕法兰坐标系 Z 方向旋转的惯量矩，单位 $kg{\cdot}mm^2$。
Ixy	机器人末端的工具&工件绕法兰坐标系 XY 交叉方向的惯量积，单位 $kg{\cdot}mm^2$。

Ixz	机器人末端的工具&工件绕法兰坐标系 XZ 交叉方向的惯量积，单位 kg·mm^2。
Iyz	机器人末端的工具&工件绕法兰坐标系 YZ 交叉方向的惯量积，单位 kg·mm^2。
法兰坐标系	基于机器人末端法兰盘中心建立的坐标系，**也是末端负载参考的坐标系，如图 17.1-1~17.1-3 所示**。

17.5 功能界面介绍

17.5.1 功能主界面

表 17-1 负载辨识主界面

界面介绍：

编号 1：当前加载的负载信息及状态：显示当前负载、负载名。

编号 2：用来切换负载号（负载 0~负载 9，共 10 组负载），同步更新相应的负载信息。

编号 3：当点击“修改”按钮后，能够修改负载信息；修改完成后，点击“保存”按钮。

编号 4：点击“辨识”按钮后，进入负载辨识界面。

编号 5：显示和编辑负载信息。

编号 6：点击“退出”按钮后，退出负载辨识界面，返回到主界面。

17.5.2 负载辨识操作界面

表 17-2 负载辨识操作界面

界面介绍：

编号 1：辨识出精确负载参数的各关节运动的推荐范围，根据不同的机器人类型，显示不同的推荐范围。

编号 2：设置关节运动范围下限。

编号 3：设置关节运动范围上限，生成辨识轨迹时上下限位的差值最好满足推荐值，以保证辨识结果的准确。

编号 4：设置辨识路径点位数，默认 13。它表示生成的辨识轨迹点位个数，辨识轨迹的上下限位范围越大，点数可以设置更大值，负载辨识结果更精确。

编号 5：负载辨识功能操作按钮。

17.5.3 负载辨识结果界面

界面介绍：

编号 1：负载名称，完成辨识后需自行填写。

编号 2：负载辨识结果，可修改。

编号 3：保存负载辨识结果按钮。

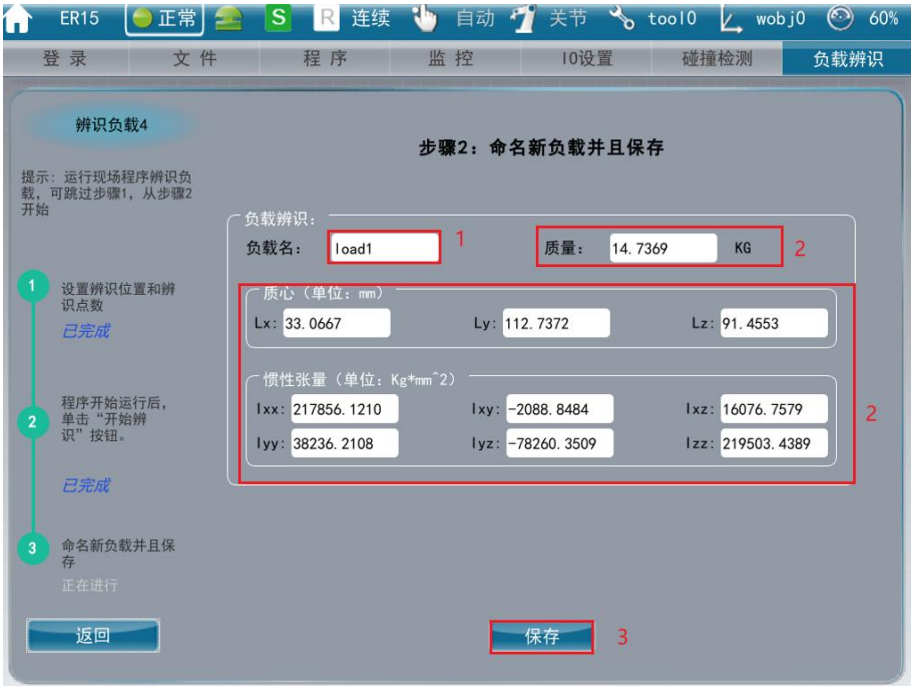


表 17-2 负载辨识结果界面

17.5.4 负载辨识操作步骤

17.5.4.1 标准负载辨识操作步骤

当客户现场机器人可运动的范围较大时，如 6 轴机器人：3/4/5/6 轴运动范围分别>=30°、>=40°、>=90°和>=100°，可以考虑采用标准负载辨识功能。

● 步骤 1：设置辨识生成

1)选取负载序号，该序号表示待辨识的负载的推算结果对应的索引号，且负载激活指令需填写的索引号即是该序号，默认从 0 开始，也可选择其他序号；

2)点击“**辨识**”按钮；

3)根据推荐值设置机器人的运行限位值，或通过示教方式设置机器人上下限。以 6 轴机器人为例，手动低速模式下移动机器人时保持 1、2 轴不动，逐个轴移动，可采用先动大关节，再动小关节方式使得机器人达到能达到的最大的上、下限位，然后分别在上、下限位处点击“**示教**”即可记录机器人上、下限位位置信息。

图 17.5.4.1- 1 开始辨识示意图

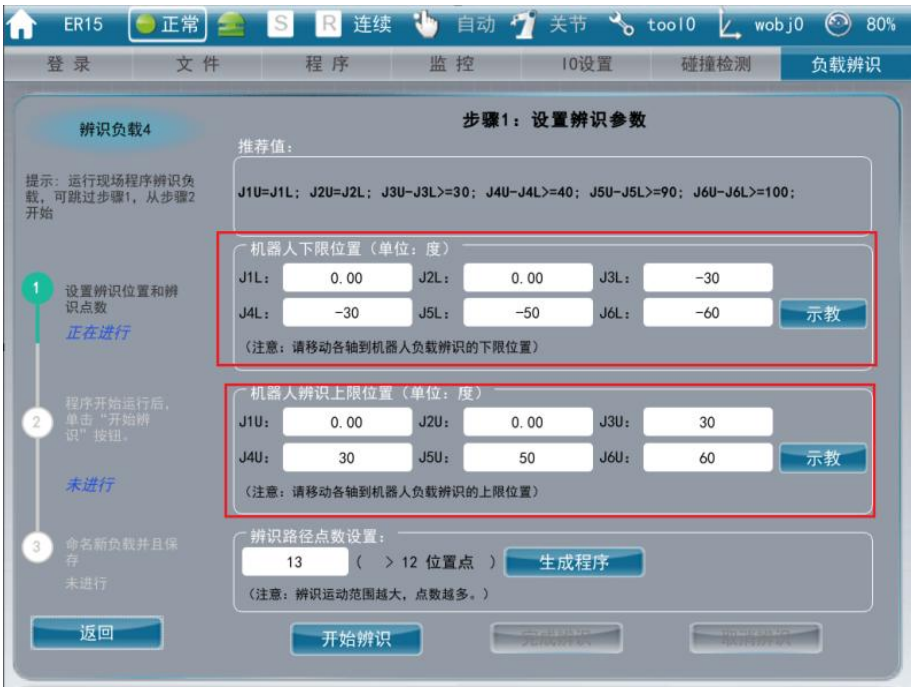


图 17.5.4.1- 2 上下限位设置示意图

- **步骤 2：生成辨识轨迹：**LOAD_IDENTIFY_PROGRAM.XPL

  1）设置辨识路径点数，默认 13，可以不做修改；辨识范围越大，可将该参数设置更大值；

  2）点击“**生成程序**”；

  3）根据弹出提示，在文件界面加载 LOAD_IDENTIFY_PROGRAM.XPL 程序。

图 17.5.4.1- 3 轨迹生成示意图

● **步骤 3：负载推算**

1）手动低速运行程序，确认轨迹与周围环境无干涉；

2）切换到自动模式，将示教器倍率调整到 50%或以上，建议 60%；

3）运行程序，然后切换至负载辨识界面，点击“**开始辨识**”，等待采集数据进行分析；

4）运行 5 个循环周期及以上后点击“**完成辨识**”，界面自动跳转到负载辨识结果界面，获取到辨识结果，并终止程序；如需要取消辨识，点击“**取消辨识**”。

图 17.5.4.1- 4 辨识按钮示意图 1

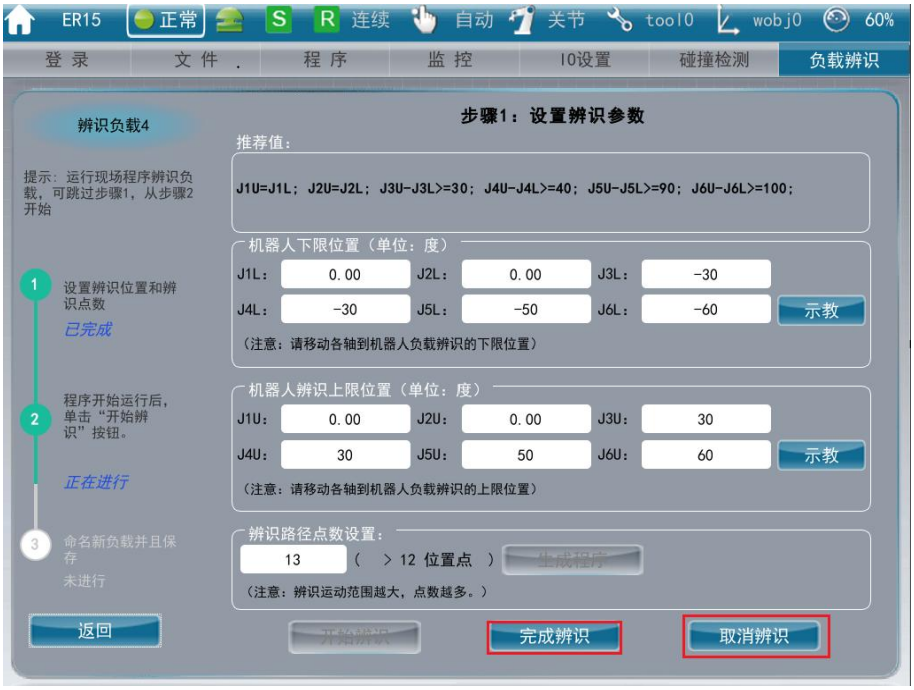


图 17.5.4.1- 5 辨识按钮示意图 2

● **步骤 4：保存负载推算结果**

1）检查辨识结果，检查辨识结果是否与实际负载接近；如质量项偏差超过机器人额定负载的25%以上或质心参数与实际负载参数存在较大偏差时，可参照异常结果处理方法 6.2.1.1 排查问题。

2）命名新负载名称；

3）点击“**保存**”。

图 17.5.4.1-6 辨识结果示意图

17.5.4.2 简易负载辨识操作步骤

该方式适用于客户现场环境狭小，不能使用 2.4.1 节的标准负载推算功能时，可以采用该方式，

该方式不需要设置机器人的上、下限位，直接采用现场轨迹进行负载推算。

限制条件：

1）采用该方式推算负载时，机器人运动速度需与实际工况保持一致。

2）负载推算前，需要预先屏蔽现场程序中 IO 信号执行耗时超过 0.5s 及以上的程序指令，否则会影响运动数据的收集。

3）采用该方式进行负载推算时理论上不允许存在负载切换，存在负载切换时需要将程序拆分多个子程序，每个子程序中仅包含一种负载，然后分别做负载推算。

4）当现场轨迹运动方式单一，推算结果会与实际负载信息存在较大差异，尤其是惯性张量参数，从而影响动力学相关功能的正常使用。为了保证辨识结果的准确性，请尽可能满足运动范围的要求。

5）该方式的负载推算结果仅适用于推算负载时运行的轨迹，切换其他轨迹运行，并激活该方式的负载推算结果可能会导致其他功能产生误报警或性能降低，如碰撞检测功能等。

步骤如下：

- **步骤 1：程序预处理**

1）屏蔽现场程序中存在的 IO 信号交互等点位，并确认；

2）存在多个负载时，将程序拆分为多个子程序，且每个子程序仅包含一种负载。

- **步骤 2：负载推算**

1）选取负载序号，该序号表示待辨识的负载的推算结果对应的索引号，且负载激活指令需填写的索引号即是该序号，默认从 0 开始，也可自定义；

2）点击“辨识”按钮；

3）运行程序，然后点击界面中的“**开始辨识**”，等待采集数据进行分析；

4）运行 5 个循环周期及以上后点击“**完成辨识**”，获取辨识结果，并终止程序；如需要取消辨识，点击“**取消辨识**”。

图 17.5.4.2-1 开始负载辨识示意图

图 17.5.4.2-2 简易负载辨识操作步骤 2 示意图 1

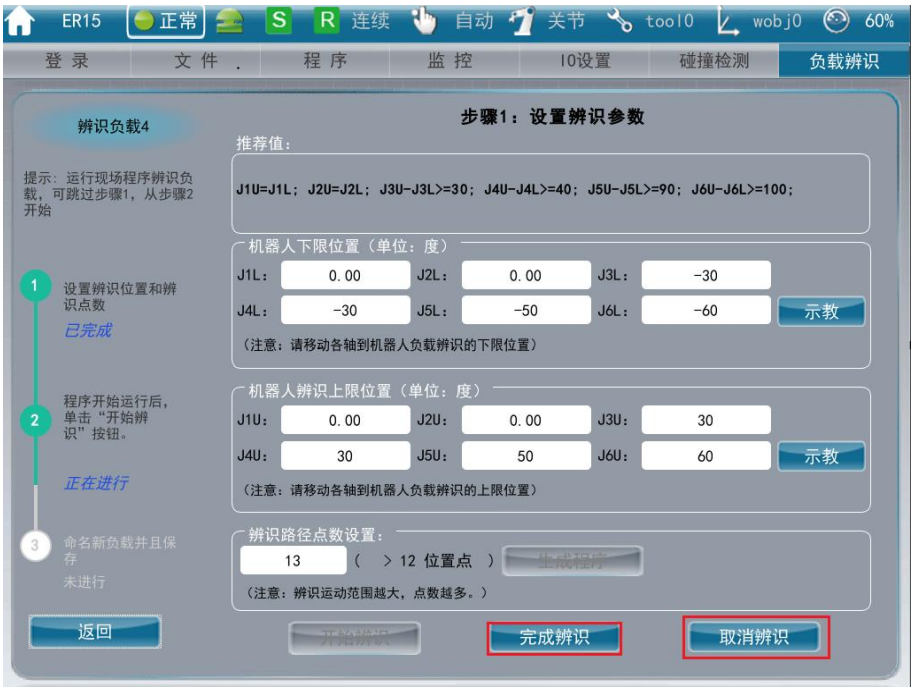


图 17.5.4.2-3 简易负载辨识操作步骤 2 示意图 2

● **步骤 3：保存负载推算结果**

1）检查辨识结果，检查辨识结果是否与实际负载接近；如质量项偏差超过机器人额定负载的25%以上或质心参数与实际负载参数存在较大偏差时，可参照异常结果处理方法 6.2.1.2 排查问题。

2）命名新负载；

3）点击“**保存**”。

图 17.5.4.2-3 简易负载辨识操作步骤 2 示意图

17.5.5 根据负载 CAD 模型，输入负载参数

在已知负载 CAD 模型情况下，可以直接通过三维设计软件，获取负载参数。

● **步骤 1：**

使用三维设计软件打开负载模型，并在机器人法兰处建立与图 2- 14 相同方向的法兰坐标系，获取负载相对于该法兰坐标系的质量和惯量参数（**惯量参数应参考“由重心决定，并且对齐输出坐标系”中列出的参数**），以 SolidWorks 为例，如下图示：

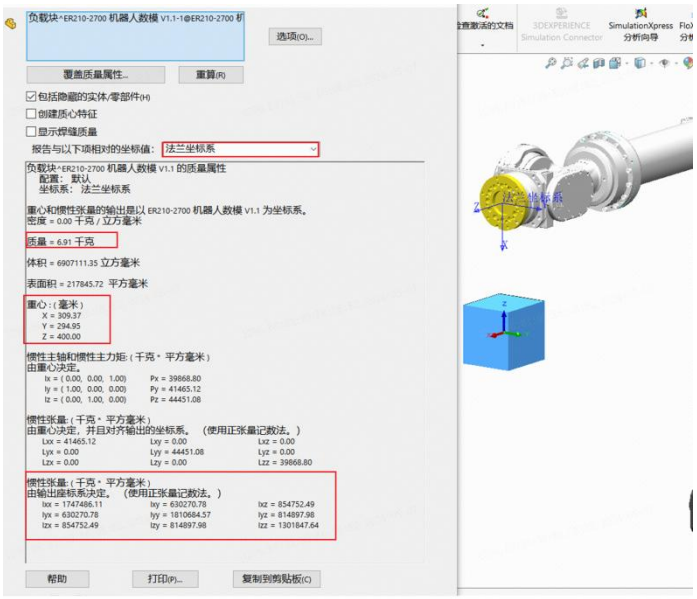


图 17.5.5-1 SolidWorks 软件中法兰坐标系及负载计算结果

● **步骤 2：**输入负载辨识界面，并保存，以输入负载 1 为例

1）点击“**修改**”按钮；

2) 修改负载名，以及将 solidworks 软件计算出的负载结果输入对应栏（**注意惯量参数不用填入 Lyx、Lyz 和 Lzx 三个参数**）；

3) 检查输入无误后，点击“**保存**”按钮；

图 17.5.5-2 输入负载参数示意图

17.6 功能指令

本功能提供如下指令：

表 17- 2 负载激活指令表

功能分类	指令	作用
通用指令	collision.setPayLoadPar(Bool isEnablePayLoad, DINT payLoadIndex)	激活/取消负载

17.6.1 setPayLoadPar 指令

指令说明

激活/取消负载序号为 payLoadIndex 的负载信息。激活或取消的负载信息在机器人重启后仍然保存，且可以在负载辨识界面查看当前激活的负载序号。

参数定义

表 17- 3 负载激活指令详细说明

类型	参数	说明
输入	isEnablePayLoad（是否激活负载）	数据类型：BOOL
		isEnablePayLoad 设置为 true 时，该指令运行后会激活负载；isEnablePayLoad 设置为 false 时，则会取消当前激活的负载。
	payLoadIndex（负载序号）	数据类型：INT，范围 0-9
		payLoadIndex 参数表示要激活的负载对应的序号

示例

1、**激活和切换负载**

```
collision.setPayLoadPar(true, 0);  // 激活负载序号 0，0 可表示为机器人末端爪负载
MJOINT(*, V100perc, fine, tool0); // 中间过渡点位
MLINE(*, V100perc, fine, tool0);  // 中间过渡点位
…
(*抓取工件的 IO 信号*)
IO. setDout(1, true);
collision.setPayLoadPar(true, 1);  //  切换到激活负载序号 1，1 可表示为待工件的负载信息
MJOINT(*, V100perc, fine, tool0); // 中间过渡点位
…
(* 释放工件的 IO 信号*)
IO.setDout(1, false);
collision.setPayLoadPar(true, 0);  // 重新切换到激活负载序号 0
…
```

2、取消激活负载示例

```
collision.setPayLoadPar(false, 1);  // 取消激活负载序号 1 的负载信息
```

图 17.6.1-1 负载激活信息

注意事项：

该指令必须执行后才能激活负载，现场存在多个不同负载切换时需要在切换负载的点位下一行插入该指令以激活新的负载信息，如示例所示的负载 0、1 的激活。

17.7 编程/使用示例

17.8 激活负载程序使用示例

- **步骤 1：**
  1）打开 RPL 程序，在需要激活或切换负载的点位插入指令，如程序开始；
  2）点击“**编辑**”；
  3）点击“**插入指令**”；
  4）点击“**CALL**”。

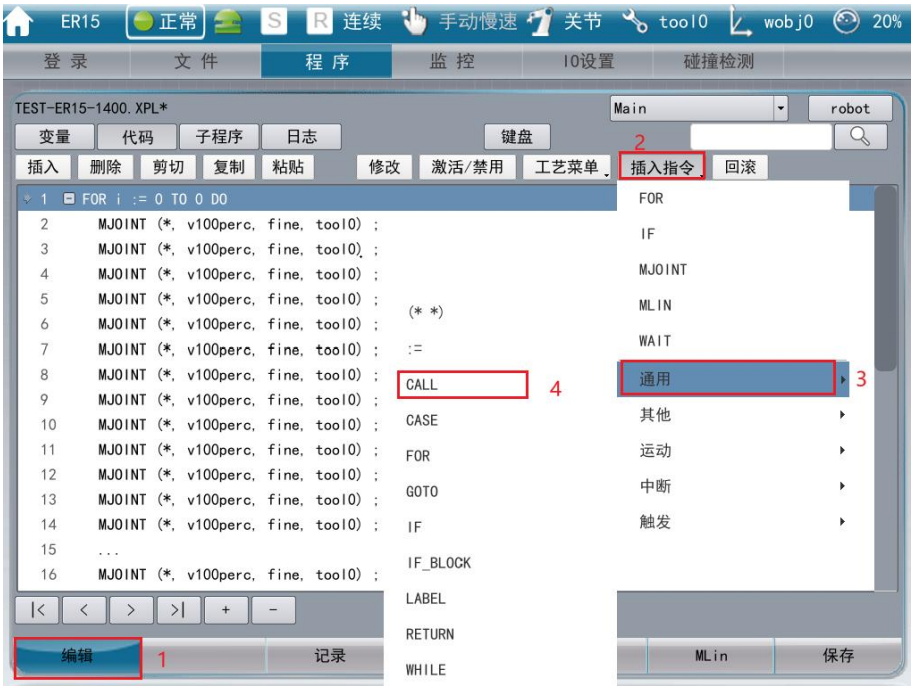


图 17.8-1 插入负载激活指令步骤 1 示意图

● **步骤 2：**

1）找到 collision 子程序；

2）点击“《”或双击 setPayLoadPar 指令；

3）设置参数如：collision.setPayLoadPar(true,0)；

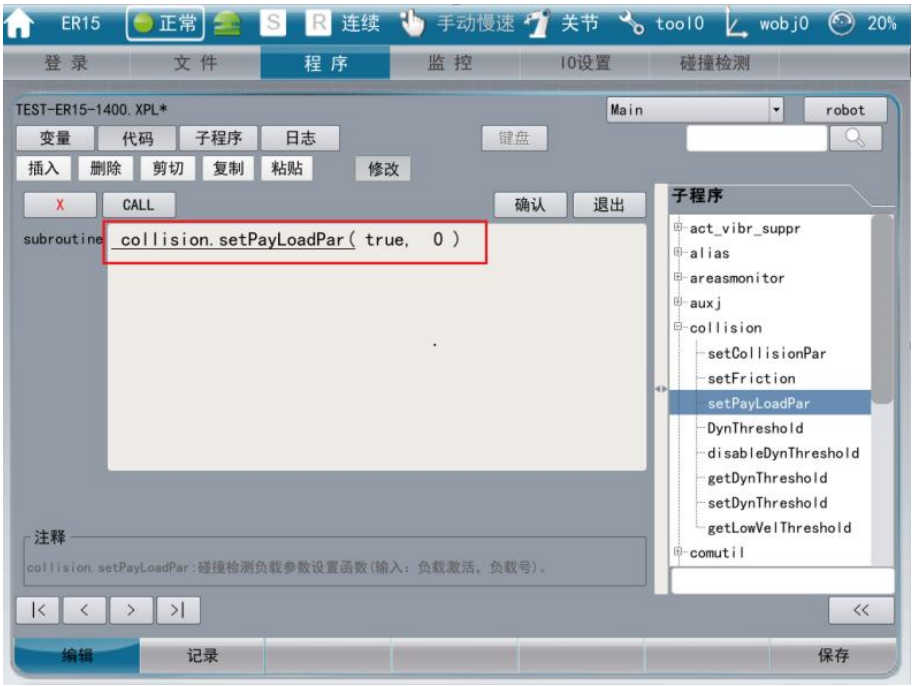


图 17.8-2 插入负载激活指令步骤 2 示意图

● **步骤 3：**

保存程序，测试运行即可。

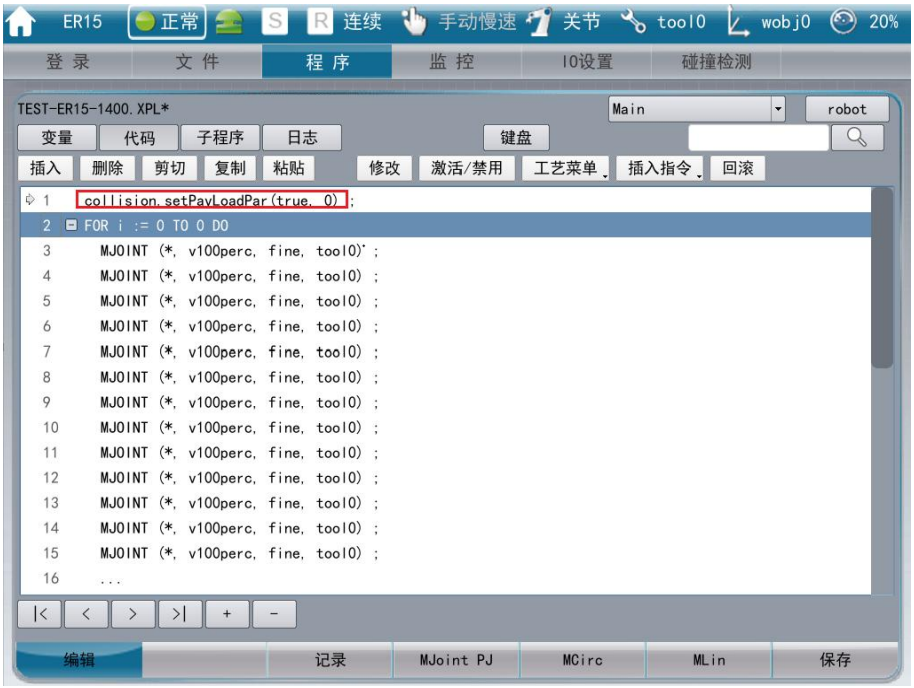


图 17.8-3 插入负载激活指令步骤 3 示意图

17.9 注意事项

1. 采用标准负载辨识功能时，需要保证现场有一定大的空间，并且生成的 LOAD_IDENTIFY_PROGRAM.XPL 程序一定要先低速确认不会与现场环境及自身发生干涉。

2. 当发生干涉时，可以采用修改当前点位来保证 LOAD_IDENTIFY_PROGRAM.XPL 能正常运行，如需要修改的点位超过半数以上，可以考虑让技术人员提供夹具和工件的 3D 模型，然后参考 2.5 的内容填写负载信息，最后再考虑采用客户现场轨迹辨识。总体原则是优先修改点位，后考虑现场人员提供负载信息，最后考虑使用现场客户程序推算负载。

3. 采用客户现场轨迹辨识时，参照 2.4.2 节的操作流程。采用客户现场轨迹辨识的结果精度可能会比标准辨识程序结果差。

第 18 章　变位机

18.1　本章简介

变位机系统是机器人系统插补轴之外的辅助轴所组成的附加插补系统，辅助轴系统在与机器人插补轴进行同步插补运动的同时，还能保证机器人末端在辅助轴坐标系统下的精确轨迹。本章主要介绍附加轴的标定和使用。**在使用变位机功能前，需要先配置附加轴信息，要求附加轴配置为同步非插补轴，**详细配置方法见**“附加轴”**章节。

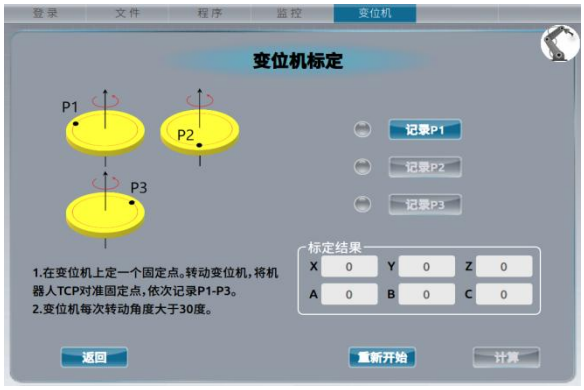
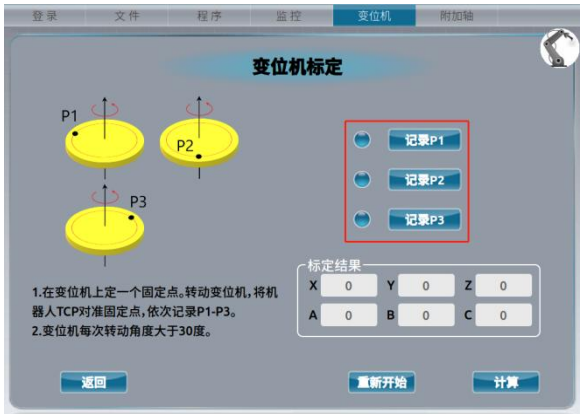
18.2　变位机标定

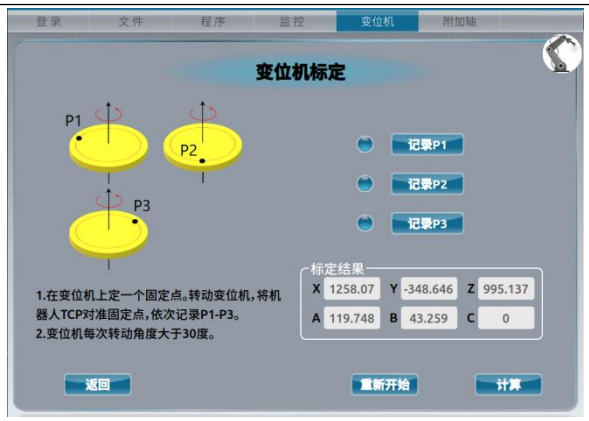
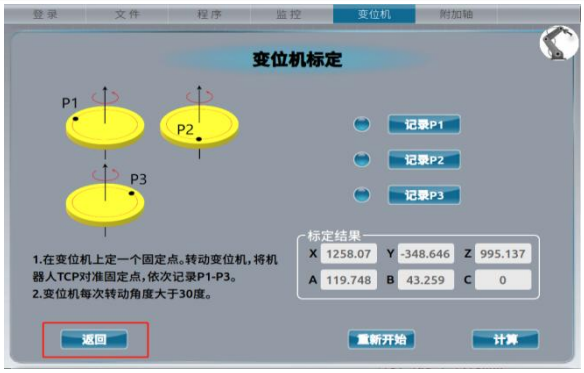
变位机系统在使用前必须先进行标定，标定分为两个部分：一是变位机轴的标定；二是随动的用户坐标系的标定，用户坐标在实际使用过程中也可以不进行标定，但是要保证数据全为 0,则默认用户坐标系在变位机中心位置。

18.2.1　变位机轴的标定

表 18-1 变位机轴标定步骤

步骤	图片	描述
1. 进入变位机的功能包。		打开示教器桌面，点击**“变位机”**功能图标进入主界面。
2. 选择标定的变位机序号和变位机类型。		变位机序号：分为 1-10，最多可以存储 10 组变位机数据。 变位机类型分为：无，即为不使用；旋转轴。 附加轴序号：选择对应的附加轴编号。目前分为附加轴 1 到附加轴 4，选择对应附加轴前，必须在附加轴 app 中配置附加轴参数。

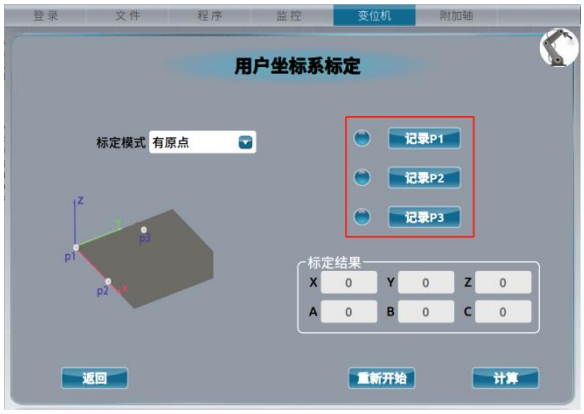
3. 进入标定界面。		点击界面上**“标定”**按钮，即可进入变位机标定界面。
4. 记录点标定点位置。	 	在变位机上选择一个固定点，固定点会随变位机旋转而旋转。 将机器人的工具末端 TCP 点移动到固定点位置，点击**“记录 P1”**按钮，记录为 P1 点。 移开机器人，然后旋转变位机一定的角度，建议旋转角度大于 30 度，使得固定点旋转到 P2 位置，将机器人工具末端 TCP 移动到 P2 点，点击**“记录 P2”**按钮，记录为 P2 点。 同记录 P2 点的方式，记录 P3 点。 如果需要重新记录一个点，则再次点击记录按钮，即可覆盖原来记录的点位。 注意：记录 P1-P3 点过程中，必须同一方向旋转变位机。

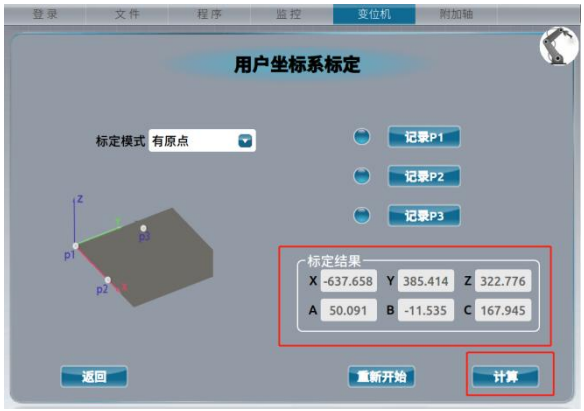
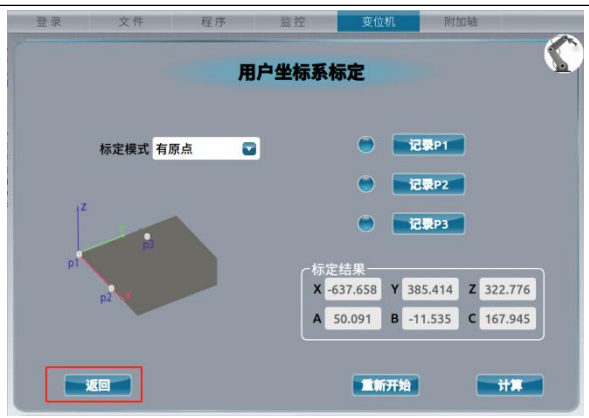
5. 计算结果。		点击**“计算”**按钮，标定结果会显示在标定结果栏。如果不满意，可以点击**“重新开始”**按钮，然后重新开始标定。
6. 返回主界面。	 	点击**“返回”**按钮，返回主界面，标定结果会临时存储，并且在主界面显示。 如果需要保存，点击**“保存”**按钮，也可等用户坐标系标定完成后，一起保存。
7. 双轴变位机标定。		双轴变位机的标定只需要配置好变位机类型和附加轴序号，然后点击对应“**标定**”按钮。 标定方法单轴变位机标定方法相同，注意标定二轴变位机时候，必须先标定变位机轴 1，再标定变位机轴 2，且标定 2 轴时候，变位机轴 1 对应的附加轴不能发生运动。

18.2.2 用户坐标系的标定

变位机上用户坐标系标定和正常的用户坐标系标定方法相同。参考步骤如下：

表 18-2 用户坐标系标定步骤

步骤	图片	描述
1. 在标定完变位机后，再标定用户坐标系。		点击用户坐标系标定栏的**“标定”**按钮，进入用户坐标系标定界面。
2. 选择标定模式。		标定模式分为： 有原点：标定 P1 点为原点，P2 为 x 轴正方向上一点，P3 为 xy 平面上一点，且在 y 轴正向平面上。
3. 依次记录点位信息。		**在示教三个点的过程中，变位机必须保持同一位置。**

4. 计算结果		点击**“计算”**按钮，标定结果会显示在标定结果栏。如果不满意，可以点击**“重新开始”**按钮，然后重新开始标定。
5. 返回主界面。		点击**“返回”**按钮，返回主界面，标定结果会临时存储，并且在主界面显示。
6. 保存数据。		点击**“保存”**按钮，将保存变位机标定数据和用户坐标系数据。 如果不保存数据，可以点击**“还原”**按钮，数据会恢复成上一次保存的数据。

18.2.3 标定数据手动修改

表 18-3 标定数据手动修改步骤

步骤	图片	描述

1. 进入手动编辑模式。		点击**“编辑”**按钮，进入手动修改模式，
2. 修改数据。		编辑情况下，可以修改变位机和用户坐标系的数据。未使用的变位机数据不可以修改。
3. 修改数据后结束编辑并保存。		修改完需要修改的数据后，点击“**结束编辑**”按钮，机器人会提示相应对话框，点击“**是**”，则将修改后的数据进行保存；点击“**否**”，则退出编辑模式，不保存修改数据。

18.3 变位机编程使用

18.3.1 变位机激活

变位机在编程使用之前，需要进行相应的激活操作。其步骤如下：

表 18-4 变位机激活步骤

步骤	图片	描述

1. 在变位机应用中激活。		在变位机主界面中，先选择需要激活的变位机序号，然后点击**“激活”**按钮。
2. 激活确认。	 	在变位机序号旁边可以查看当前已经激活的变位机序号，如果变位机序号为 0，则表示当前无激活的变位机。 变位机激活之后，使用随动功能，对应的用户坐标系为“wobj_dyn0”。当此用户坐标系处于激活状态，运动变位机轴时，机器人会随动，以保证机器人相对变位机上用户坐标系位置不发生变化。如果不需要随动，只需要将用户坐标系切换其他即可。

3. 状态栏快速切换用户坐标系。		点击状态栏上用户坐标系显示名称，会出现相应的用户坐标系，可以点击相应用户坐标系进行切换。需要注意以下几点： 1. 如果提示无激活的变位机，必须到变位机应用中激活，方可用状态栏激活“wobj_dyn0”。 2. 当变位机激活后，切换到其他用户坐标系，比如 wobj1，这时变位机还是处于激活状态，但机器人不会与变位机随动。 3. 状态栏激活变位机的用户坐标系，只能激活当前已激活的变位机上标定的坐标系，不能切换变位机序号。

18.3.2 变位机编程使用

带变位机编程指令和正常运动指令相同，采用 Epointc 变量记录点位信息，如果机器人要执行相对变位机上的精准轨迹，需要先将变位机激活，同时需要激活 wobj_dyn0 的用户坐标系，记录当前坐标系下的位置点。

激活变位机函数指令为：userframedyn.activeWobjDyn（int positionerID），此函数需要用 Call（）指令调用。参数 int positionerID 为变位机 ID。注意输入值超出变位机序号范围（1-10）。在示教带变位机轨迹的程序之前需要加上此指令，用于选择程序中运行的变位机序号，如图 24-1 所示。

如果机器人执行的轨迹与变位机系统无关，即变位机系统与机器人系统各自独立运动，只需要切换当前用户坐标系不为 wobj_dyn0 即可。

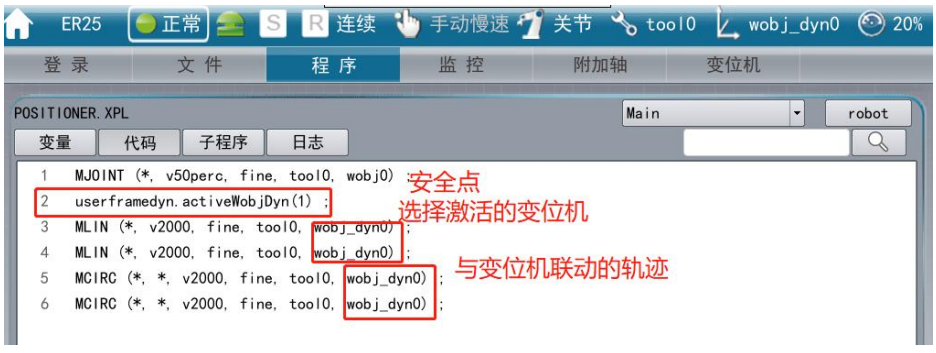


图 18.3.2-1 带变位机插补的精准轨迹运动编程

在程序中可以实现变位机序号的切换，或者两个程序使用不同的变位机。使用变位机激活函数指令切换变位机序号。在示教轨迹之前需要在变位机 app 中激活对应变位机，然后记录相应位置点。如图 18.3.2-1 所示。

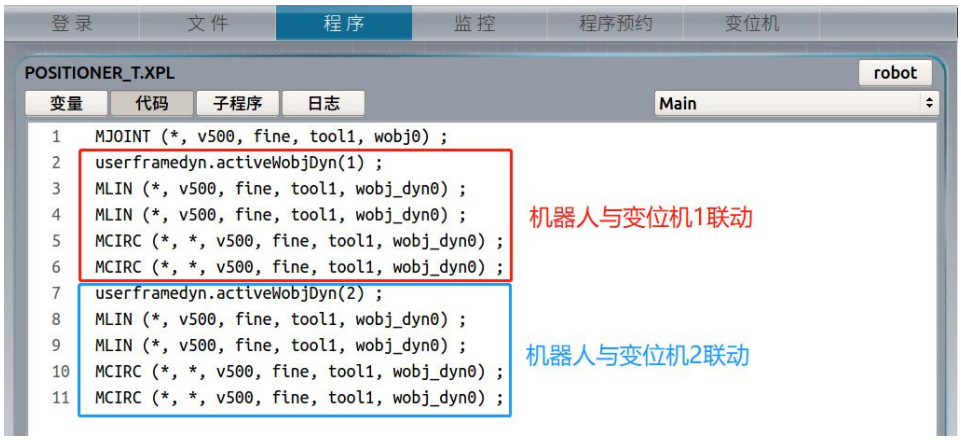


图 18.3.2-2 激活变位机序号切换

第 19 章　附加轴配置

19.1　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、附加轴指令的使用。

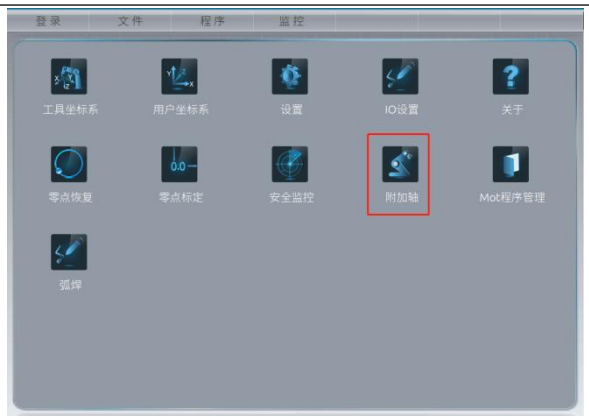
19.2　附加轴功能简介

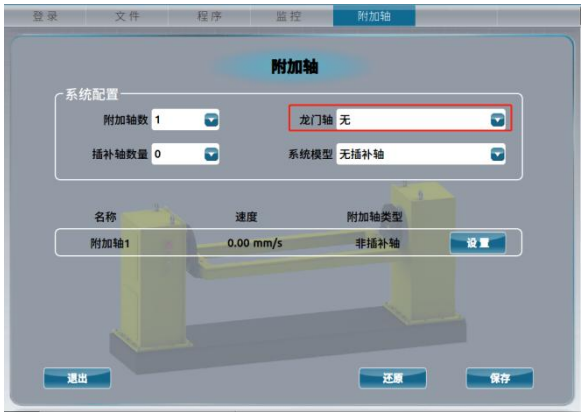
附加轴功能主要是在标准的机器人基础上，增加 1 到 4 个附加轴，来配合机器人完成客户现场复杂工作。机器人如果存在龙门双驱同步附加轴（以下简称龙门轴），则最多支持 3 个附加轴。附加轴可分为插补轴和非插补轴，当所有附加轴都不为插补轴时候，非插补轴又可以分为同步轴和异步轴。

19.3　附加轴配置

19.3.1　附加轴轴数配置

表 19-1 附加轴轴数配置操作步骤

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”**功能图标进入主界面。
2. 配置附加轴轴数。		选择附加轴数后，下方会对应出现需要配置的附加轴个数。 最多支持配置 4 个附加轴。如果需要配置龙门轴，则最多配置 3 个附加轴，因为龙门轴占用两个物理驱动器位置。

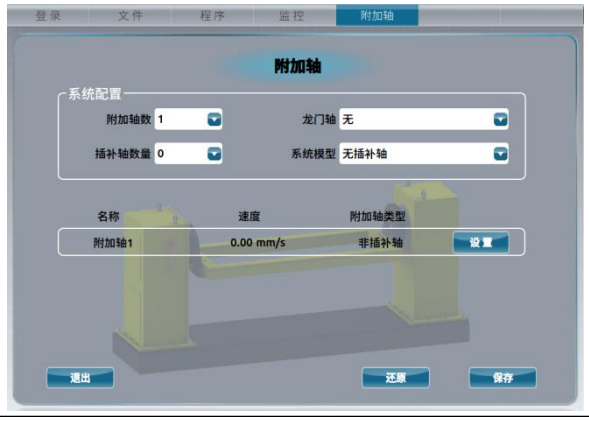
3. 配置是否存在龙门轴。	 	龙门轴在软件中是指两个电机同步运动，控制龙门架移动运行。使用龙门轴需要两个电机型号参数应保持相同。在本系统中龙门轴的设置及运动使用等同一个附加轴，且龙门轴必须为所有附加轴中的最后一个轴。 如果存在龙门轴，注意两个电机的运动方向： 1. 主从轴电机相向运动即为两个电机转动方向相反，一般电机如果安装在导轨相对两侧，或者相对放置选择此选项。 2. 主从轴电机同向运动即为电机转动方向相同，一般电机安装在导轨同一边，或者同向放置选择此选项。 存在龙门轴需要配置主从轴最大误差，范围：0.01-100mm。
4. 配置插补轴数量。		插补轴数量不同，对应的系统模型存在差别，插补轴数量修改，相应出现当前轴数可配置的系统模型。具体看第 5 步。 插补轴数量不超过附加轴总轴数，且不超过 3。

1. 配置插补轴的系统模型。		选择**系统模型**，确定各附加轴类型。 插补轴数量为 1 时，系统模型分为：X、Y、Z 直线插补和 X、Y、Z 旋转插补。 插补轴数量为 2 时，系统模型分为：X-Y、Y-X、X-Z、Z-X、Y-Z、Z-Y 直线插补。 插补轴数量为 3 时，系统模型分为：X-Y-Z、X-Z-Y、Y-X-Z、Y-Z-X、Z-X-Y、Z-Y-X 直线插补。 附加轴作为插补轴，各个轴的运动方向必须和机器人在机器人坐标系下的运动方向相同。
6. 设置单个附加轴参数。		点击**“设置”**按钮进入附加轴设置参数界面。 如果要退出 APP 回到桌面，则点击下方**“退出”**按钮。 若确定配置完成后使其生效则点击下方**“保存”**按钮修改配置文件保存参数，点击按钮后等待控制器和示教器重启完成后生效。若不想要保存此次修改设置则点击**“还原”**按钮恢复到上次保存的数据。

7. 附加轴信息监控。		图中左侧红框是用来表示当前 PLC 信号选定的附加轴。绿色图标即为当前轴（只有不存在插补轴，且异步轴功能打开，选择 PLC 信号控制为**“是”**的时候才有效）。同步轴不受 PLC 信号控制。 图中右侧红框是附加轴运动的实时速度。

19.3.2 附加轴参数设置

表 19-2 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。 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。		在此界面进行附加轴参数设置。（以附加轴 1 为例）。 除了基础参数外，作为非插补轴使用且异步轴功能开关打开后，在底部需要配置异步轴参数。 设置完成后，点击**“返回”**按钮。 设置过程中不想保存当前附加轴设置的参数，可点击**“放弃修改”**按钮将当前轴所有参数还原为上次保存的参数。 异步轴 PLC 信号控制分为否和是：

		否：附加轴作为异步轴的时候，各个附加轴由自己的附加轴信号进行控制。 是：附加轴作为异步轴的时候，各个附加轴由附加轴 1 的两个信号进行控制，由 PLC 信号决定当前控制哪一个附加轴。

附加轴参数说明：

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。若附加轴类型为插补轴，则异步轴使能开关强制为关闭状态，无法打开，无需配置异步轴参数，无需配置轴类型参数，在系统设置主界面已确定。无需配置路径规划，插补轴路径规划参数默认为正常路径，且无法修改。

方向：改变减速机输出转动方向，即改变旋转轴或者直线轴的运动方向。1 表示正方向，-1 表示负方向。

正限位/负限位：可根据实际情况填写附加轴的机械限位值，要求正限位必须大于负限位。

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。

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。

编码器分辨率：电机的编码器分辨率，填写分辨率数值。比如 17 位的编码器分辨率就是 131072。

手动速度：手动情况下，用示教器按键移动附加轴的最大速度。直线轴范围为 0.001-250mm/s，旋转轴范围 0.001-50°/s，需要注意，如果附加轴参数中的最大速度比手动速度小，则手动模式下，示教器按键移动附加轴的速度为最大速度参数中设置的值。

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，最大速度≤（电机最大转速*位置转换）/（60*减速比）。

最大加/减速度：轴运动的加速度和减速度值，一般可按照最大速度参数的 2-4 倍数值设置，一般大型龙门或者行走轴，建议 2 倍即可。

最大加加速度：轴运动的加加速度值，一般可按照最大速度参数的 20-100 倍数值设置，一般大型龙门或者行走轴，建议 20 倍即可。

轴类型：确定附加轴系统模型后轴属于插补轴或非插补轴已确定，非插补轴可自由设置轴作为直线轴还是旋转轴，插补轴不能自由选择，龙门轴必须为直线轴。

路径规划：分为正常路径和最快路径。非插补的旋转轴可以配置附加轴运动路径规划方式为正常路径或最快路径，当选为最快路径时，正负限位自动设为：0-360°。而直线轴只能配置为正常路径，手动配置为最快路径会有弹窗提醒并强制为正常路径。

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° 和 360° 。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。

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 1-100 整数。

异步轴运动方式：异步轴运动方式分为单步和连续。

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收此类信号。

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 设置章节的功能 IO。

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。

PLC 信号控制：是选项表示通过 PLC 信号接收到一个附加轴索引，则该索引对应的附加轴使用附加轴 1 的 IO 信号进行控制；否选项表示不通过 PLC 信号复用 IO 端口，各轴独立使用各自 IO 端口。

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

19.4 附加轴位置监控及清零

表 19-3 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。		在附加轴参数配置完成后。点击任务栏**“监控”**中**“位置”**，进入位置监控界面，按示教器下方的**“2nd”**按键或者点击图标选择**“附加轴”**快捷菜单键，当状态栏坐标系信息显示为**“附加轴”**，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。 如果只是查看附加轴当前位置，在状态栏坐标系信息显示的不是附加轴时可以通过界面中下拉框

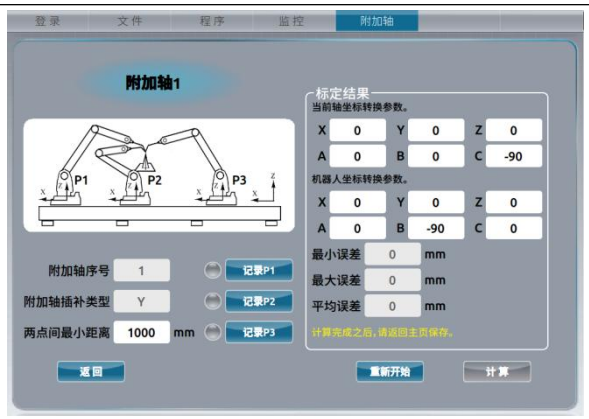
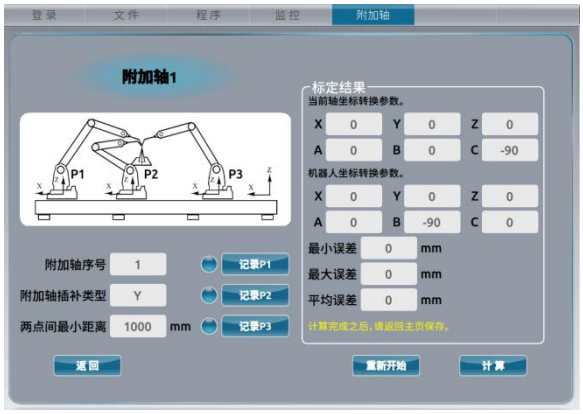
		选择附加轴，但这时轴运动按键对附加轴运动无效。 **注意：自动模式下，按示教器下方的“2nd”键无效。**
2. 附加轴清零。		点击任务栏**“监控”**中**“驱动器”**，按示教器下方的“2nd”按键或者点击图标选择**“附加轴”**快捷菜单键，切换附加轴和本体轴清零界面。当状态栏坐标系信息显示为**“附加轴”**，进行附加轴清零，操作和正常轴相同。 龙门轴显示包括主从轴，清零和编码器重置只需要操作主轴即可，操作和正常轴相同。

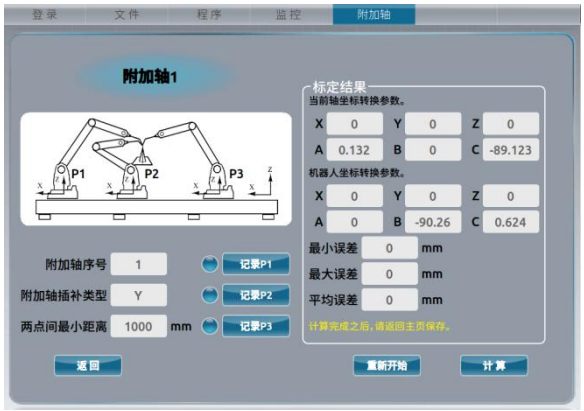
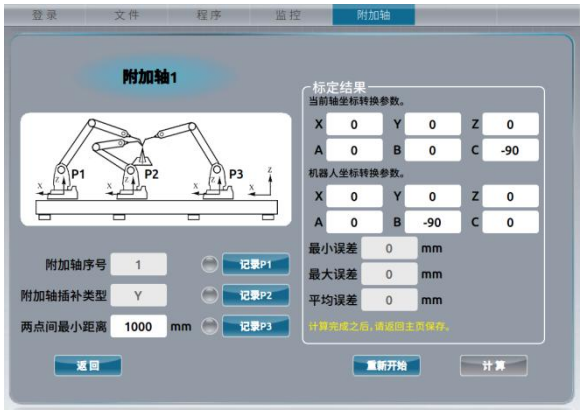
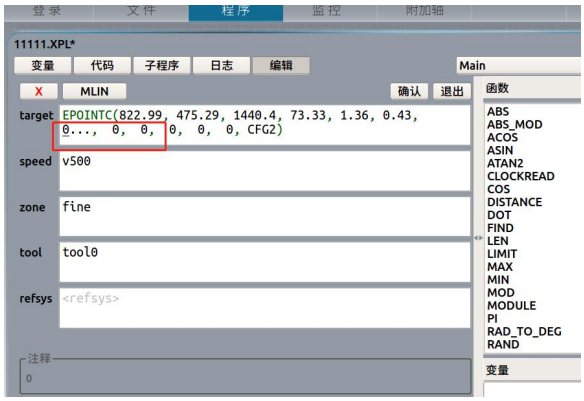
19.5 附加轴标定

当一个附加轴类型为直线插补轴时候，可以对这个附加轴进行标定，主要目的是为了补偿安装的误差，提高附加轴参与插补的精度。附加轴标定的步骤如下所示。

表 19-4 附加轴标定步骤

步骤	图示	说明
1. 配置带插补轴的附加轴。		按附加轴配置章节中说明正确配置附加轴参数后，可以看到带插补的附加轴后面“标定”按钮，点击后可以进入标定界面。 附加轴标定前需要先正确保存附加轴参数。如果参数未保存，要求先保存才能进行附加轴标定。 **附加轴标定必须按照附加轴的轴序号进行标定，即按照附加轴 1、2、3、4 的顺序进行标定。标定一个附加轴时候，其他**

		附加轴不能移动。非插补轴无需标定。 附加轴标定完成之后，如果修改系统模型之后，附加轴标定参数会丢失，需要重新标定。 如果龙门轴的左右边出现误差，导致龙门左右和之前标定的时候存在偏差。那么需要将龙门插补轴重新标定。
2. 设置两点最小距离。		进入到附加轴标定界面，需要先填写两点间最小距离，表示示教三个点的附加轴位置距离，一般越大约准确。 如果实际示教位置时候，两个位置的附加轴位置小于该距离，则计算时候会出现相应报错。
3. 示教标定点。		将附加轴上机器人移动到一端，然后将机器人工具末端对准一个固定点，点击“**记录 P1**”，示教第一点。 移动机器人，使机器人 TCP 在位置 2 和位置 3 对准固定点。分别记录 P2 和 P3 点。 注意：使用附加轴标定，工具坐标系要求准确。否则影响附加轴标定精度。

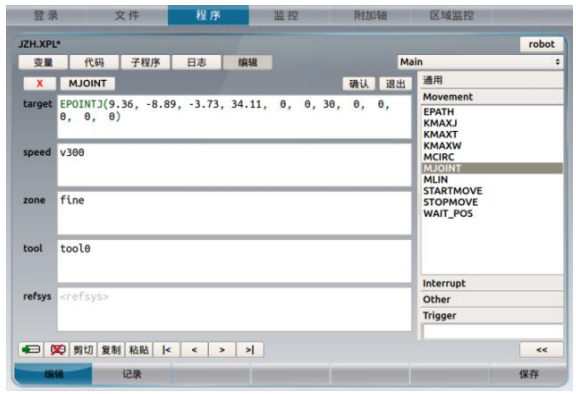
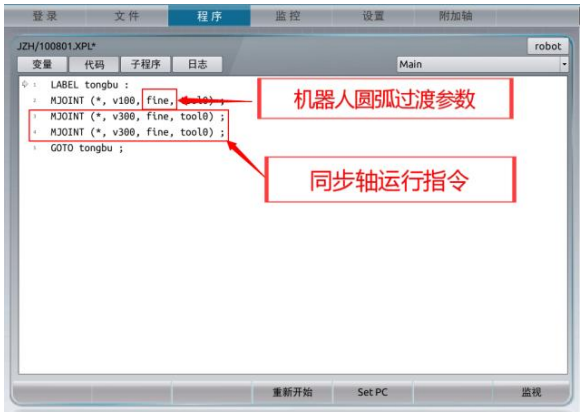
4. 计算结果。		三个点记录完成后，点击右下角“**计算**”按钮，则计算结果会显示在界面上。 计算完成之后，需要返回主页进行数据保存。
5. 标定结果直接填写。		在标定结果中，附加轴转换参数和机器人坐标转换参数是可以直接修改的。修改完可以直接回主页保存即可。
6. 附加轴标定精度验证。		附加轴标定完成后，新建个程序，在程序建立几个相同位置点，机器人 TCP 对准一个固定尖点。 手动修改附加轴的坐标（修改后的位置点，机器人和附加轴能正常到达），注意机器人 xyz 的位置坐标不要修改。 运行程序，程序运行过程中，TCP 点偏离固定点越小，精度越高。

19.6 附加轴指令

19.6.1 同步非插补轴指令

表 19-5 同步非插补轴指令操作步骤

步骤	图示	说明

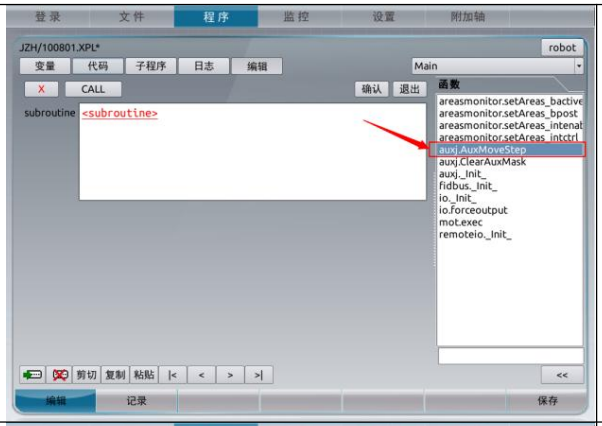
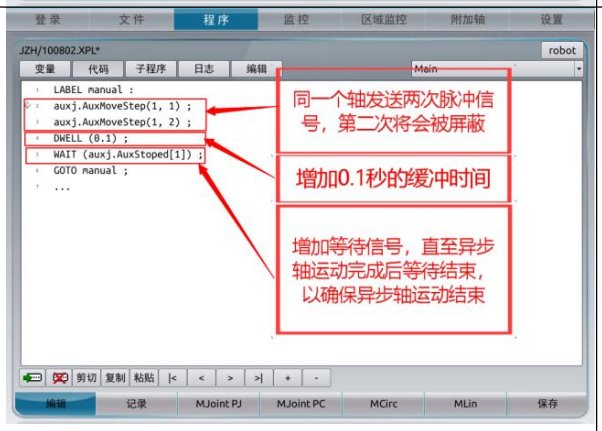
1.通过指令控制同步非插补轴的运动。		在附加轴参数配置完成后，附加轴功能已经开启，通过特定的 RPL 语句完成对附加轴运动的控制。 **注意：j1-j6 代表机器人轴，ea1-ea6 代表附加轴。**
2.同步非插补轴的指令使用方法。	 	附加轴的类型属于同步非插补轴，不参与机器人运动轨迹的插补，在编程时，建议将**圆弧过渡参数(zone)**设置为 fine(即运动到目标位置后再执行下一指令)。 同步轴关节运行指令为 MJOINT（EPOINTJ），直线运行指令为 MLIN(EPOINTC)。 **注意：同步轴关节运行指令不可使用 MJOINT（EPOINTC），否则将发生报错。**

19.6.2 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 19-6 异步轴指令操作步骤

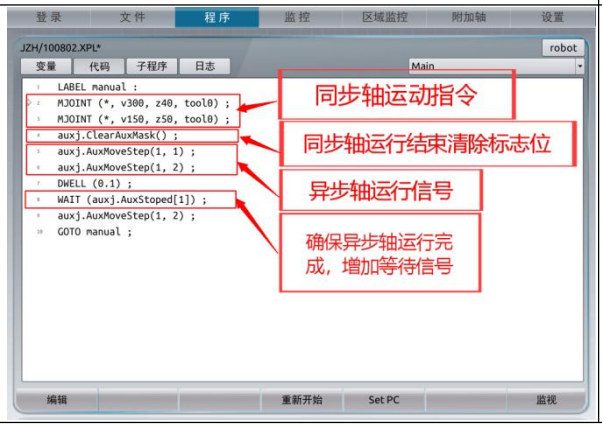
步骤	图示	说明

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。 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。		**auxj.AuxMoveStep（AuxNum，Step）**指令中，**AuxNum** 参数是附加轴序号，参数值为 1-4，表示选择运动的附加轴，**Step** 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。 **例:auxj.AuxMoveStep(1,2)**表示**附加轴** 1，一次运行完成**步进角度** 2 表示的角度。 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。 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 **WAIT 语句**一直运行等待。增加 **DWELL 语句**，0.1 秒的缓冲时间确保异步轴开始运动后再执行 **WAIT 语句**，否则异步轴还未开始运动，则 **WAIT 语句**执行结束。
3.手动模式下，IO 信号控制异步轴运		在手压信号存在的情况下，通过给特定的输入

动。		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。 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。 **注意：IO 配置方法见 IO 设置的功能 IO 章节。**

19.6.3 同步异步在线切换

表 19-7 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，则需要在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。

19.6.4 异步轴操作注意事项

触发异步轴运动时，XPL 不能处于暂停状态；触发异步轴运动过程中，不能使用 jog 功能。

第 20 章　快速标定

20.1　本章简介

本章主要介绍 EFORT 工业机器人的快速标定功能中模版程序的使用以及操作。

20.2　准备工作

准备工作主要有如下几点

1）确认在文件中含有机器人工具标定程序样例(tool_calib.xpl)和机器人参数标定程序样例(robot_calib.xpl)。

2）使用提供的标定传感器设备。

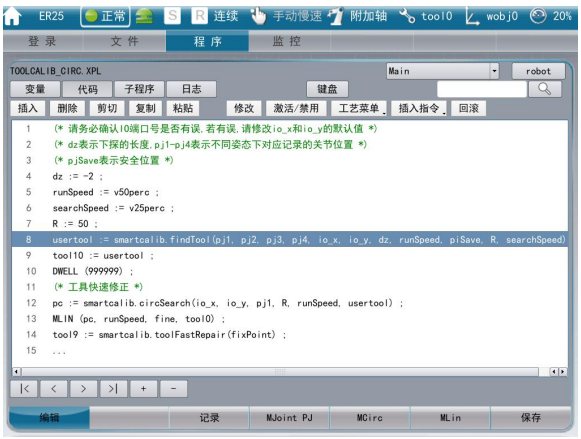
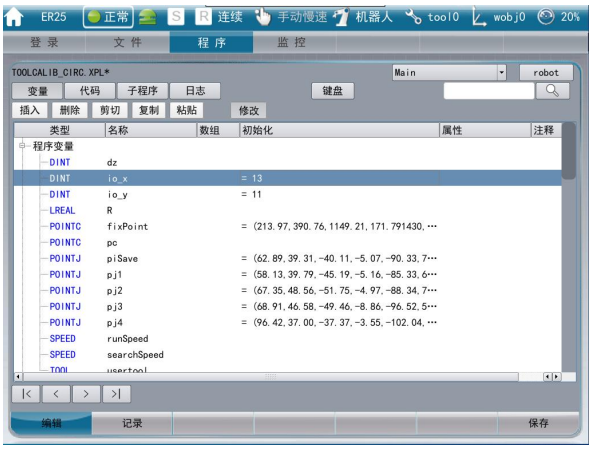
3）传感器接线，连接线包含 4 根线，其中：

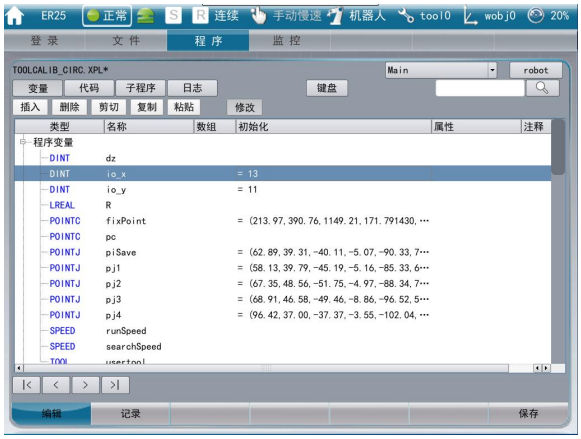
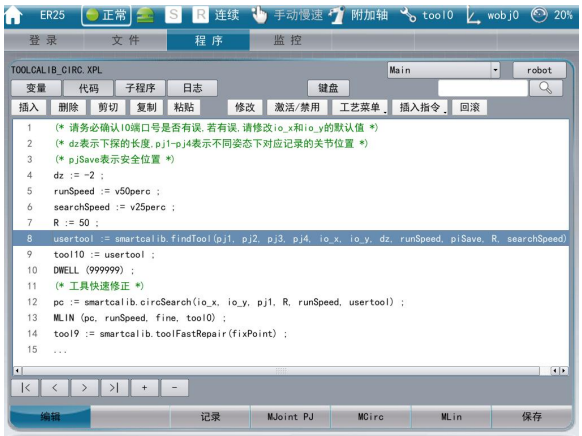
- 棕色：直流电源(DV +12V ~ +30V)
- 蓝色：接地(GND)
- 黑色：x 方向激光信号
- 白色：y 方向激光信号

请将棕色线接入电柜 24V 电源对应的端口上，蓝色线接地，黑色和白色线分别接入两路 IO 数字输入端口，并分别记下 x,y 方向激光对应的端口号。完成硬件接线后，可以先后用笔或其他物品阻挡 x,y 两路激光，查看示教器 IO 监视界面里对应的 IO 端口信号是否发生变化（从白色变成绿色）以便确认接线是否有误。

20.3　机器人工具标定与工具快速修正

步骤	图示	描述
1.打开工具标定程序样例		工具标定使用的样例程序，包含了工具标定功能以及工具快速修正功能示例，其中工具快速修正可以插入到用户程序中，以保证运动过程中的工具精度。

2. 修改初始参数		dz 为下探的距离，正装则设置为负数，倒装设置为正数，建议此数值大小在 2~4mm。 runSpeed 表示标定过程中的运动速度，当运动速度太快时会导致精度不佳，建议设置为 v10perc。 searchSpeed 表示在搜索工具参数时的搜索速度，建议设置为 v10。 R 为圆弧搜索中心点的半径，建议设置在 35~50 之间的参数。 请将标定输出的工具参数替换成指定的工具参数，如在示例中的将标定出的工具参数赋值给 tool10，将修正后的工具参数赋值给 tool9。
3. 示教点位		在样例程序中打开变量一栏，将在准备工作中记录到的 xy 端口号输入到 io_x 与 io_y 中。 示教 4 个机器人工具位于传感器中心附近下且姿态差异较大的关节位置，并分别将关节位置记录到变量 pj1 到 pj4 中，为了避免切换姿态时发生碰撞，记录垂直于传感器且距离较远的关节角，并输入到变量 pjSafe 中。

4. 手(自)动运行程序		建议初次使用时经过上述操作后，先手动运行程序。 当程序运行结束后，首先监测一下指定工具是否被赋值，然后再回到程序界面查看日志信息，日志信息中会打印出工具标定的误差，用户可根据误差大小而选择是否重新标定。
5. 记录固定点坐标		在第 3 步骤下，此时机器人末端位置位于传感器中心点处，激活已标定出来的工具参数，并将当前笛卡尔位置记录到 fixPoint 变量(或手动记录笛卡尔位置)里面，此步骤是工具快速修正的基础。
6. 工具快速修正功能		作为工具标定的补充，这里提供了工具快速修正的功能，若用户为保证运动过程中的精度，可将工具修正的代码片段插入到用户程序中，这里仅作为示例。 若工具因为发生碰撞而产生比较大的变形，或是更换了新的工具，用户可以选择重新进行工具标定或者是选择工具的快速修正功能，此时用户仅需要示教一个位于传感器中心的点位，输入到 pj1 中即可，用户可通过 setpc 到工具快速修正程序处，运行程序，可以得到修正后得工具参数值。

20.4 机器人参数标定

20.4.1 使用说明

① 进行机器人参数标定前，建议进行工具参数标定，可以方便对标定点位的示教操作；

② 需要用户绕传感器中心位置附近进行姿态的变换，并记录下对应的关节位置到指定变量中；

③ 机器人参数标定主要分为两大类，一种为零点标定，另一种为机器人的杆长参数标定；

④ 调用零点标定函数计算出来的残差较大的情况下，可以考虑采用机器人杆长标定，非必要不建议采用机器人的杆长标定功能；

机器人参数标定程序中，最多支持七个传感器进行标定；

24.4.2 功能说明

机器人参数标定程序示例里面提供了如下功能：

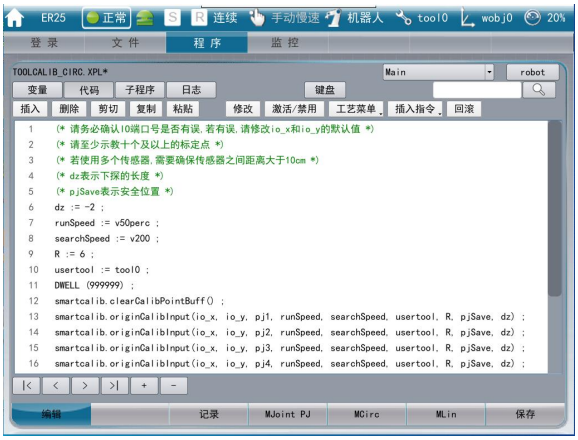
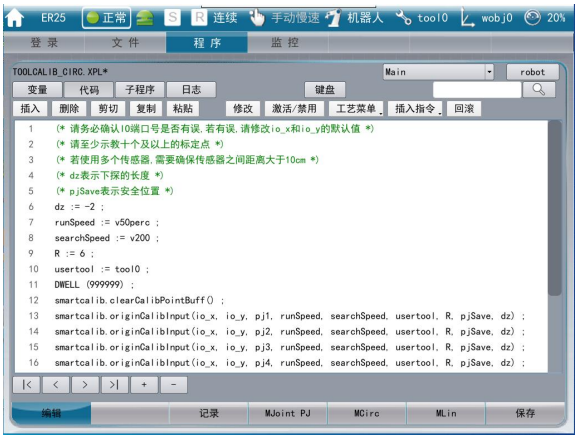
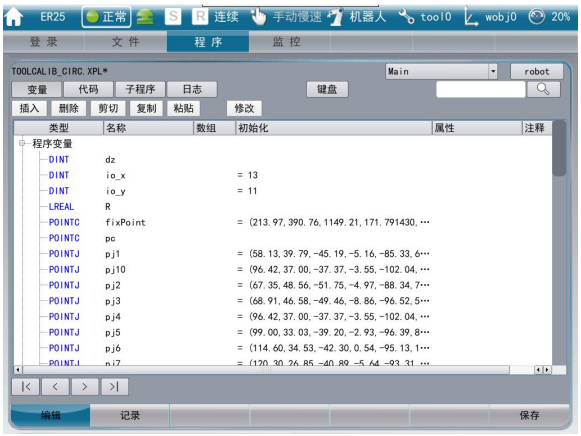
1. 机器人零点标定，零点标定中提供了四种方式来标定出机器人的零点参数

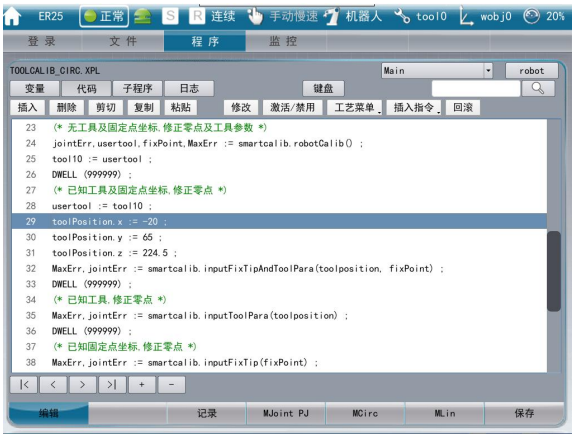
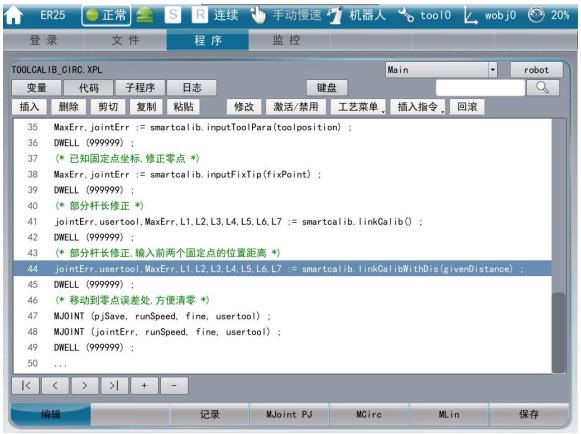
- 不带参数的零点标定，可标定出二轴到五轴的零点偏差，固定点的笛卡尔位置及工具参数；
- 带有固定点笛卡尔位置及工具参数的零点标定，适用于用户在之前在零点标定程序中保存过标定出的固定点笛卡尔位置以及工具参数，可标定出一到六轴的零点偏差；
- 带有工具参数的零点标定，适用于用户在之前记录了工具参数，此功能可以标定出一到五轴的零点偏差；
- 带有固定点笛卡尔位置信息的零点标定，适用于用户记录了固定点笛卡尔位置信息，可标定出二轴到六轴的零点偏差；

零点标定程序中使用到最多的是不带参数的零点标定，若在零点标定下的精度不能满足使用需求，可考虑对机器人进行杆长参数的标定，机器人杆长标定主要包括下面两种功能：

- 杆长标定，可标定出机器人的杆长参数，零点参数及工具参数；
- 在已知准确的传感器之间距离下的杆长标定，在至少两个传感器才能使用的功能，传感器之间的距离至少在 100mm 以上，超过两个传感器使用时，需要输入前两个传感器之间的距离；

20.5 操作步骤

步骤	图示	描述
1.打开机器人参数标定程序样例		机器人参数标定总共有两大类，一类是机器人零点标定，另外一类是机器人杆长参数标定。在机器人的零点标定下，会标定出机器人的零点偏差以及工具参数；在机器人的杆长标定下，会标定出机器人的杆长参数，零点偏差以及工具参数。 在进行机器人参数标定前，建议先做机器人的工具参数标定。
2.修改初始数据		此处的 dz，runSpeed，searchSpeed，R 参数与工具标定处所代表的意义是一致的，可根据工具标定中的参数设置而设置，此处的 usertool 的初始结果不需要更改。
3.示教点位		在样例程序中打开变量一栏，同工具标定操作，将在准备工作中记录到的 xy 端口号输入到 io_x 与 io_y 中。 示教至少十个且不超过六十个位于传感器中心附近下(这里以示教十个点为例)，差异较大的关节位置，并分别将关节位置记录到变量 pj1~pj10 种，若做过工具标定的话，可以在传感器中心附近绕 TCP 旋转来变换姿

		态，并记录不同姿态下的关机位置到 pj1 到 pj10 中，为了避免切换姿态时发生碰撞，记录垂直于传感器且距离较远的关节角，并输入到变量 pjSafe 中。
4.零点标定 & 杆长标定		运行零点标定程序时默认的是采用不输入工具参数及固定点笛卡尔位置参数，标定出零点的偏差以及工具参数，用户可若根据自身需要，选择其他标定方式，可通过 setpc 的方式到期望的功能处，运行即可；
5.查看标定结果		打开程序界面的日志，在程序运行结束后，在日志中会打印出标定最大残差，以及相关参数，比如杆长参数，零点参数及工具参数，用户可根据标定出来的结果来选择是否对杆长/零点/工具参数的修改

20.6 快速标定 Module 指令

表 20-1 Module 指令说明

指令	名称	功能
smartCalib.sphereFit()	球面拟合	在球面上测量 4 个点及以上，对球面的球心位置进行拟合；
smartCalib.planFit()	平面拟合	在平面上测量 3 个点及以上，拟合平面的法线向量及偏置；
smartCalib.toolCalib()	工具位置参数标定	标定工具末端位置相对于法兰的偏置值；
smartCalib.frame_XXY()	坐标系构建	指定 x 轴上的两点及 y 轴上的一点创建一个坐标系；
smartCalib.pedalOnPlan()	平面投影	根据给定平面外的一点坐标，求点在平

		面上的投影;
smartCalib.frameProduct()	坐标变换乘法	计算两个坐标变换的乘法;
smartCalib.frameInv()	坐标逆变换	计算一个坐标变换的逆变换;
smartCalib.pose2refsys()	基于坐标变换创建用户坐标系	用 POINTC 描述的坐标变换转换为用户坐标系;
smartCalib.cylinderToolCalib()	圆柱形工具标定	实现类似于焊枪圆柱形工具位置及 Z 轴姿态的标定;
smartCalib.toolZCalib()	工具位置及工具 Z 方向标定	标定出工具相对于法兰的位置偏置及 Z 轴的姿态方向;
smartCalib.getCrossPoint()	获取直线交叉点	给定两条直线，求两条直线的交点坐标;
smartCalib.clearCalibPointBuff()	清除标定数据缓存	清除控制器中保留的标定数据;
smartCalib.robotCalib()	零点标定	标定机器人的零点偏差，固定点笛卡尔位置及杆长参数;
smartCalib.inputToolPara()	带有工具参数下的零点标定	当已知工具参数时进行机器人零点标定计算;
smartCalib.inputFixTipAndToolPara()	带有工具参数及固定点坐标下的零点标定	当已知工具参数和固定点的笛卡尔位置下的零点标定计算;
smartCalib.inputFixTip()	带有固定点坐标下的零点标定	当已知固定点笛卡尔位置下的零点标定计算;
smartCalib.circSearch()	圆弧搜索	通过圆弧轨迹搜索传感器中心点坐标;
smartCalib.moveToSafePoint()	移动到安全位置	将当前位置移动到安全位置处;
smartCalib.toolFastRepair()	工具快速修正	对工具参数进行快速修正;
smartCalib.findCenterPoint()	激光中心点搜索	搜索到激光中心点的位置以及沿着工具方向上的一点;
smartCalib.searchTCP()	固定点搜索	找到机器人工具末端位于激光中心位置处的笛卡尔位置坐标;
smartCalib.linkCalib()	机器人杆长标定	对机器人的杆长，零点，工具参数进行标定;
smartCalib.linkCalibWithDis()	带有传感器距离的杆长标定	在多个传感器进行测试时，指定前两个传感器之间的距离，进行机器人杆长标定;

第 21 章　程序预约

21.1　本章简介

程序预约是指用户通过外部 IO 端口或者总线，目前支持 Modbus-TCP、Profibus-DP 和 Profinet（需要转接模块）总线。通过每个工位上的启动按钮，机器人按照预约的顺序运行各个工位上程序。本章主要介绍埃夫特 ER 系列机器人程序预约的配置及使用。

21.2　程序预约配置及状态查看

程序预约功能配置使用之前，需要先新建出需要预约的程序，如图 25-1 所示，本文中以 TEST1、TEST2、TEST3、TEST4 为例。

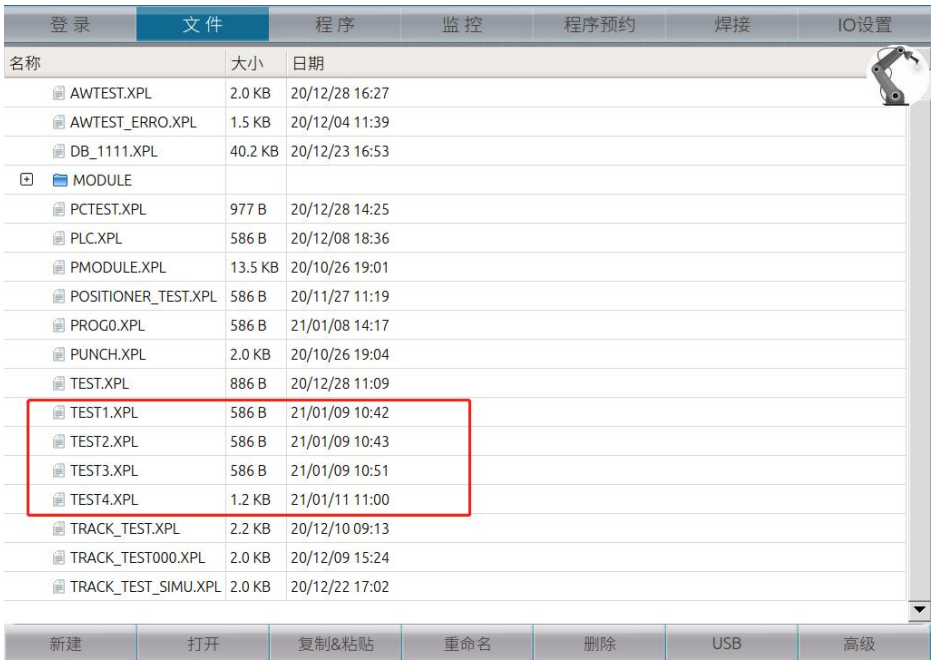
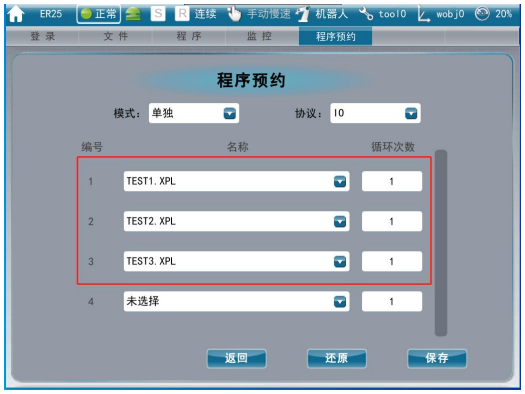


图 21.2-1 程序预约的程序

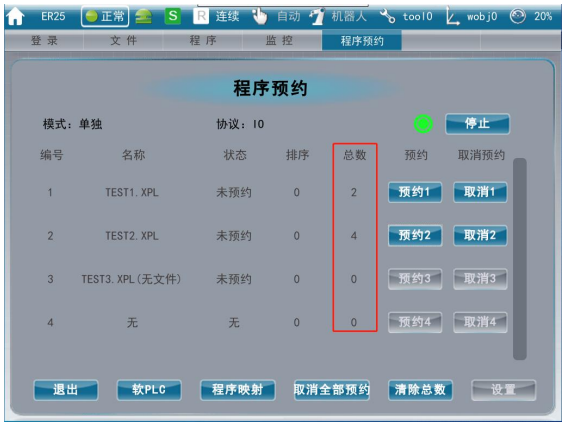
表 21-1 程序预约配置及状态查看步骤

步骤	图片	描述
1. 进入程序预约的功能包。		打开示教器桌面，点击“**程序预约**”功能图标进入主界面。

2. 进入设置界面配置程序预约信息。		
3. 选择模式和协议。	 	模式分为：单独和二进制。单独模式通过 4 个输入端口分别可以关联 4 个示教文件。二进制模式通过 4 个输入端口的二进制组合最多可以关联 15 个示教文件。详细信息见程序预约 IO 口配置中相关说明。 协议分为：IO、Modbus-TCP、Profibus-DP 和 Profinet。协议中使用的信号相同，详细信息见程序预约 IO 口配置中相关说明。

4. 配置预约程序。		在名称栏选择预约的程序即可，名称栏会自动更新程序文件列表中所有的文件。 循环次数为接收到一次预约信号，程序运行的次数，最少为 1 次。
5. 保存参数。		点击**“保存”**按钮，将设置程序保存到文件中。 如果想恢复成原来文件中的数据，点击**“还原”**按钮。
6. 开始运行。		配置好参数后，选择机器人模式为自动，打开伺服。 然后回到程序预约首页，点击**“开始”**按钮，这时候指示灯会编程绿色。再次点击，会停止程序预约，注意，停止程序预约，机器人依旧会将当前正在运行的程序运行完成。之后已经预约的不再执行。 然后可以通过界面、IO 或总线，进行预约操作，一旦预约成功，机器人会自动加载程序运行。

7. 返回首界面查看状态。	 	首界面上方可以查看配置好的模式和协议。 首界面下方可以查看各个预约程序的状态，以及可以在示教器进行预约和取消。 名称栏显示各编号对应的程序名称，如果设置程序后，再将程序删除，则会在名称后面显示**“(无文件)”**。 状态：分为已预约、未预约、运行中。 排序：按预约顺序显示数字，0 无效，从 1 开始往后依次排序，表示其运行的顺序。 总数：表示程序运行总次数。如果在程序预约设置中循环次数为 3，那么预约一次，总数会加 3。如果预约的程序发生改变，总数会清零。 预约：点击**“预约”**按钮，则预约当前按钮对应程序，状态为运行中或者已预约，按钮无效。 取消预约：点击**“取消”**按钮，则取消预约当

		前按钮对应程序，未预约，按钮无效，如果是正在运行的程序，则机器人立即停止，并清除当前预约状态。 取消全部预约：点击**“取消全部预约”**按钮，将状态为已预约的程序取消预约。正在运行的程序停止运行。
8. 清除总数。		点击**“清除总数”**按钮，则总数列中计数都清零。

21.3 程序预约的信号配置及使用

21.3.1 IO 信号配置

程序预约如果使用 IO 控制，则需要在 IO 功能中配置相应的 IO 口，如果使用总线控制，则无需配置，根据地址表直接使用即可，相应地址表可以在《埃夫特 ER 系列机器人操作手册》的现场总线章节查找。下面以使用 IO 作为控制方式为例，介绍其中几个主要的信号。详细信息参考《埃夫特 ER 系列机器人操作手册》的功能 IO 章节。

在示教器的 IO 设置中，进入**功能 IO 配置的程序预约**配置中，根据需要配置相应 IO 口。

表 21-2 程序预约输入信号

序号	描述	说明	检测信号	操作模式
1-4	预约程序位 1/2/3/4	当程序预约的模式为单独，四个信号分别对应程序 1/2/3/4。此时当前程序为非预约且不在运行中，接收到此脉冲信号，程序会预约上，无需确认。 当程序预约的模式为二进制，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	单独时候脉冲信号；二进制时候高低电平	自动有效

		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，则预约 5 号程序；		
5	确定预约程序	当程序预约的模式为二进制时有效，先用程序号确定预约程序号，然后输入此信号，用以确定预约。	脉冲信号	自动有效
6	取消预约程序	当程序状态为预约中，先选择程序号，单独时候，需要输入单独的 IO 并保持。然后输入此信号，用以取消当前已经预约的信号。	脉冲信号	自动有效
7	启动/停止程序预约	当程序预约处于停止状态，输入此信号，可以开始程序预约运行；当程序预约处于启动状态，输入此信号，可以停止程序预约运行。注意，停止程序预约，机器人依旧会将当前正在运行的程序运行完成。之后已经预约的不再执行。	脉冲信号	自动有效

表 21-3 程序输出信号

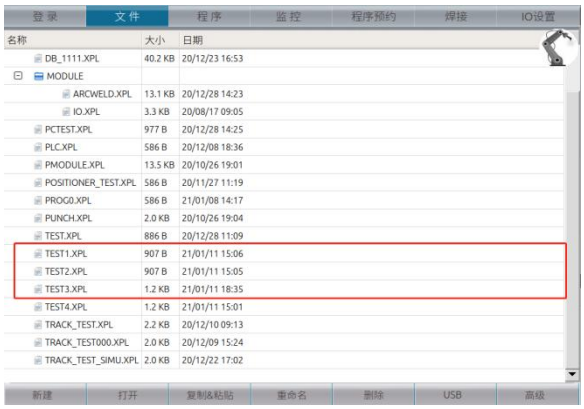
序号	描述	说明	输出信号	操作模式
1	程序预约启动状态	启动程序预约，发出此信号；停止程序预约，信号复位。	高低电平	自动有效
2-16	程序 1-15 状态	反馈程序预约的状态，当程序未预约，则无信号；当程序预约中，则输出常量信号；当程序运行中，则输出方波信号。	/	自动有效

21.3.2 使用示例

21.3.2.1 单独示例

表 21-4 单独模式使用示例

步骤	图片	描述

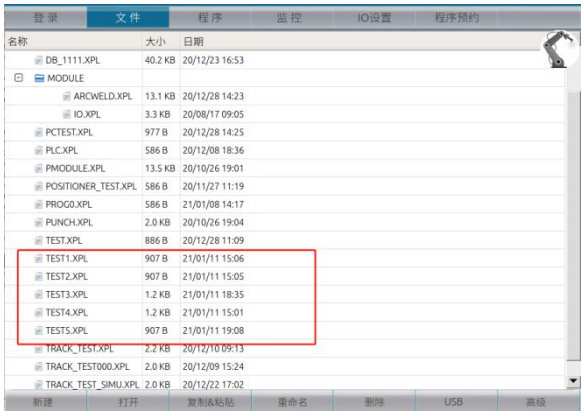
1. 新建程序并编程。		以 TEST1、TEST2、TEST3 为例。
2. 程序预约配置。		在程序预约中配置好相关参数并保存，不使用的则不需要选择。
3. 配置输入 IO 信号。		如图所示，配置三个程序对应的 IO 口，未使用的可以不配置。 配置启动/停止程序预约信号。 其他如远程伺服确认、急停、暂停等，根据实际需求配置。
4. 配置输出 IO 信号。		如图所示，配置程序预约启动状态信号。

5. 将机器人打到自动状态并上伺服。		
6. 开始程序预约		可以通过示教器的程序预约界面“开始”按钮来开始程序预约。 也可以通过 12 号 IO 口输入信号，开始程序预约功能。 开始之后，输出 9 会输出信号。
7. 通过 IO 预约程序运行。		注意单独模式无需程序预约确认。

21.3.2.2 二进制示例

表 21-5 二进制模式使用示例

步骤	图片	描述

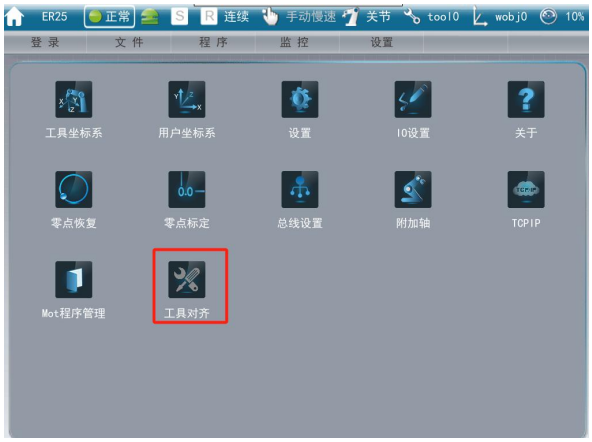
1. 新建程序并编程。		以 TEST1、TEST2、TEST3、TEST4、TEST5 为例。
2. 程序预约配置。		在程序预约中配置好相关参数并保存。
3. 配置输入 IO 信号。		如图所示，配置四个程序对应的 IO 口。 配置确认程序预约信号。 配置启动/停止程序预约信号。 其他如远程伺服确认、急停、暂停等，根据实际需求配置。

4. 配置输出 IO 信号。		如图所示，配置程序预约启动状态信号。
5. 将机器人打到自动状态并上伺服。		
6. 开始程序预约		可以通过示教器的程序预约界面“开始”按钮来开始程序预约。 也可以通过 14 号 IO 口输入信号，开始程序预约功能。 开始之后，输出 9 会输出信号。

7. 通过 IO 预约程序运行。		二进制预约需要通过四个程序位的 IO 口确定程序，然后确认预约。 本例中比如预约 3 号程序，则需要在 IO 口的 9、10 号 IO 口输入信号并保持，然后在 13 口输入个脉冲信号，3 号程序才成功预约。

第 22 章　工具对齐

在所有测试之前需要连接控制器。

步骤	图片	描述
1. 连接好控制后，打开示教器进入桌面，选择“**工具对齐**”APP。		
2. 进入 APP 后，设置“**对齐信息**”，设置参考坐标和工具坐标，选择“**对齐方式**”仅垂直方向对齐或者所有方向对齐；点击“**启动**”按钮进入对齐页面。		① 选择对齐信息，设置对齐坐标。 ② 选择对齐方式，选择垂直对齐或者所有方向对齐。
3. 点击“Go”按钮，进行初始点和目标点计算。		① 计算当前设置的初始位置和对齐位置。

4. 按手压，并长安“+”按钮，直到，机器人远动到平齐位置。		① 按住手压，并按住“+”按钮，直到反馈目标位置到达。
5. 按手压，并长安“-”按钮，直到，机器人运动到初始位置。		② 按住手压，并按住“-”按钮，直到反馈到达初始位置。

6. 按**“退出”**按钮，退出 APP；按**“返回”**按钮返回首页。		

第 23 章　TCP/IP 通讯

机器人可通过 TCP/IP 和第三方设备进行字符串数据交换和传递，其中机器人即可作为服务器也可作为客户端，可通过示教器界面配置对应的通讯参数以及使用对应的通讯指令进行通讯。控制器里的 TCPIP 通讯功能，客户端可以设置 5 路 Socket，服务器可以设置 3 路 Socket。网线一端接入第三方设备通讯网口，一端接入机器人控制器的通讯网口，该网口默认地址:192.168.1.12，同时第三方设备通讯网口 IP 地址需与机器人控制器网段保持一致。

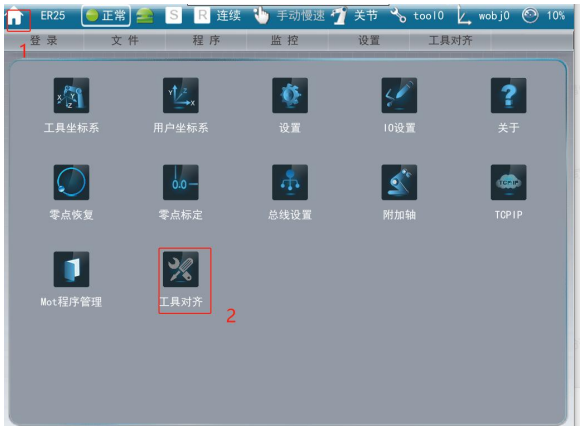
作为服务器时端口号被占用说明：

被占用端口号	用途	建议用户
8000	示教器&SDK 使用	禁止使用
8100	内部调试使用	禁止使用
44818、2222	EtherNAT/IP 总线使用	禁止使用
502	Modbus_tcp 总线使用	禁止使用
8008	MES 服务默认使用	禁止使用
0~1000	SSH、HTTP、FTP 等其他	建议不要使用 0~1000 端口号，仅仅是建议

23.1　TCP/IP 客户端通讯设置

表 23-1 设置客户端通讯参数以及通讯操作步骤

步骤	图示	说明
1. 登录管理员权限后，按图示标记编号，依次打开示教器桌面，点击“TCPIP”图标进入主界面。		默认情况下，不能对通讯参数进行保存，获得管理员权限后才可进行保存参数。

<table>
<tr>
<td></td>
<td> 

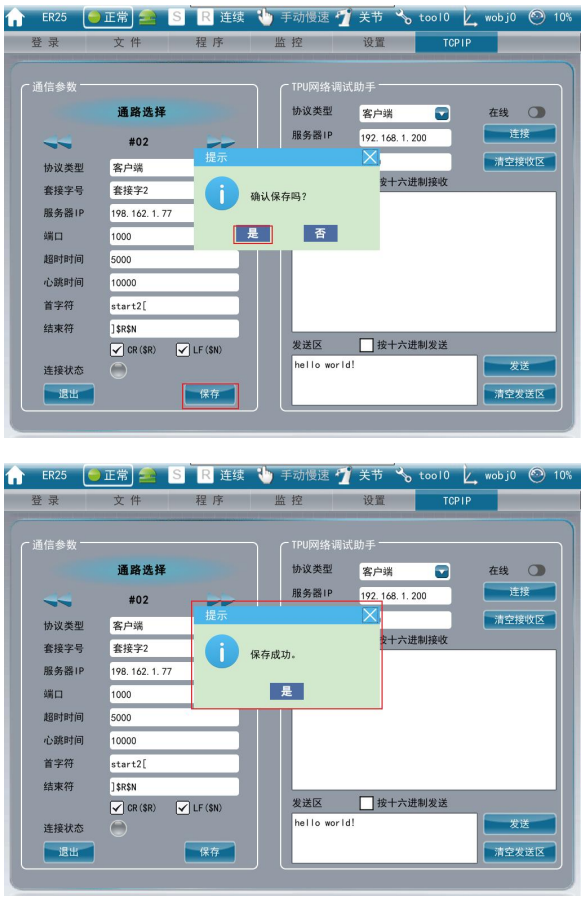
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>2．获得管理员权限后，在通讯参数设置栏菜单下可以设置协议类型、套接字号、服务器 IP、端口号、超时时间、首字符、结束符设置参数。填写完后，点击“保存”按钮，完成参数保存。</td>
<td>
</td>
<td>编号 1：协议类型，分为客户端和服务器，选择客户端表示机器人做客户端。

编号 2：套接字号，即表示当前设置的协议类型使用对应套接字号。修改套接字号有两种方式，一种是通过编号 2 中的下拉框进行选择对应的套接字号；另一种是通过点击编号 10 和编号 11 来分别递减和递增对应的套接字号，编号 12 对应的数字就是对应的套接字号。

编号 3：服务器 IP 地址，填写第三方设备的 IP 地址，要和机器人控制器网口在同一网段。

编号 4：填写服务器</td>
</tr>
</table>

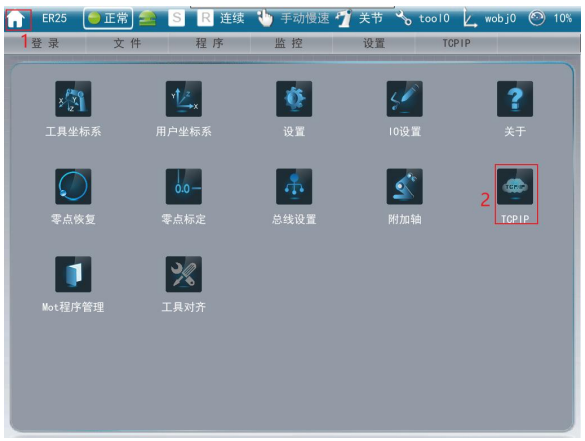
		端口号。 编号 5：设置超时时间，接收信息时如果时间超出这个值就会认为接收失败。 编号 6：首字符，默认为空，用户可在接受和发送的有效数据前自定义首字符和结束符，若首字符或结束符不为空，则在接收数据时，控制器会自动去除首尾字符，只存储有效数据；在发送数据时，则会自动加上首尾字符。 编号 7：结束符参数设置，同编号 6，同时可通过勾选编号 8 和编号 9 在结束符后面添加回车换行符。 编号 8：回车符，勾选即可在结束符后面添加回车符。 编号 9：换行符，勾选即可在结束符后面添加换行符。 编号 10：套接字号递减按钮； 编号 11：套接字号递增按钮。 编号 12：套接字号显示。 编号 13：连接状态显示， 表示未连接状态 表示已连接上。 编号 14：每次修改或设置新的通路参数，必须点击**“保存”**按钮，才会

		刷新设置参数。 编号 15：**“退出”**按钮，点击可退出 app 界面。
3. 设置完参数，点击**“保存”**按钮后，会弹出提示窗口。点击**“是”**进行参数保存，点击**“否”**取消参数保存。点击**“是”**进行保存参数后，会弹出对应的提示窗口。如果保存成功，会提示“保存成功”点击“是”，即完成了通讯参数的设置。		

23.2 TCP/IP 服务器通讯设置

表 23-2 设置服务器通讯参数以及通讯操作步骤

步骤	图示	说明
1. 登录管理员权限后，按图示标记编号，依次打开示教器桌面，点击**“TCPIP”**图标进入主界面。		默认情况下，不能对通讯参数进行保存，获得管理员权限后才可进行保存参数。



2．获得管理员权限后，在通讯参数设置栏菜单下可以设置协议类型、套接字号、端口号、超时时间、首字符、结束符、监听设置参数。填写完后，点击**“保存”**按钮，完成参数保存。

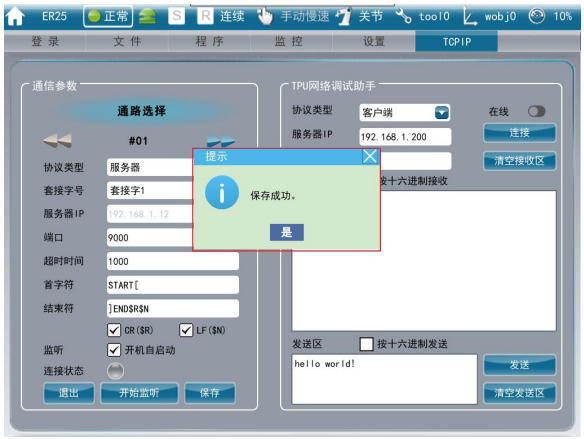
编号 1：协议类型，分为客户端和服务器，选择服务器表示机器人做服务器。

编号 2：套接字号，即表示当前设置的协议类型使用对应套接字号。修改套接字号有两种方式，一种是通过编号 2 中的下拉框进行选择对应的套接字号；另一种是通过点击编号 10 和编号 11 来分别递减和递增对应的套接字号，编号 12 对应的数字就是对应的套接字号。

编号 3：服务器 IP 地址，控制器作为服务器时，则可以不填写该参数。

编号 4：填写服务器端口号，控制器做服务器

		时，表示本地端口号。 编号 5：设置超时时间，接收信息时如果时间超出这个值就会认为接收失败。 编号 6：首字符，默认为空，用户可在接受和发送的有效数据前自定义首字符和结束符，若首字符或结束符不为空，则在接收数据时，控制器会自动去除首尾字符，只存储有效数据；在发送数据时，则会自动加上首尾字符。 编号 7：结束符参数设置，同编号 6，同时可通过勾选编号 8 和编号 9 在结束符后面添加回车换行符。 编号 8：回车符，勾选即可在结束符后面添加回车符。 编号 9：换行符，勾选即可在结束符后面添加换行符。 编号 10：套接字号递减按钮； 编号 11：套接字号递增按钮。 编号 12：套接字号显示。 编号 13：连接状态显示， 表示未连接状态 表示已连接上。 编号 14：每次修改或设置新的通路参数，必须点击**“保存”**按钮，才会

		刷新设置参数。 编号 15：**“退出”**按钮，点击可退出 app 界面。 编号 16：手动设置停止和开始监听按钮。 编号 17：开机自启动监听功能。当勾选后表示保存参数后下次开机默认自动打开监听功能。
3. 设置完参数，点击**“保存”**按钮后，会弹出提示窗口。点击**“是”**进行参数保存，点击**“否”**取消参数保存。点击**“是”**进行保存参数后，会弹出对应的提示窗口。如果保存成功，会提示“保存成功”点击“是”，即完成了通讯参数的设置。	 	

23.3 通讯指令说明

表 23-3 TCP/IP 指令说明

指令	名称	功能
tcpip.sockopen(id)	客户端通道开启函数	打开 tcp/ip 客户端通道： 输入：id 需要开启的套接字号。 输出：返回值=1　开启成功；

		返回值=-1　开启失败； 返回值=-2　重复开启。
tcpip.sockclose(id)	客户端通道关闭函数	关闭 tcp/ip 客户端通道： 输入：id 需要关闭的套接字号。 输出：返回值=1 关闭成功。
tcpip.socksend(id， str，type)	发送信息函数	向外发送字符串信息： 输入：id 需要发送信息的套接字号； str 需要发送的字符串信息； type =true 客户端;=false 服务器。 输出：返回值=1 发送成功； 返回值!=1 发送失败。
tcpip.sockrecv(id， type)	接收信息函数	接收外界字符串信息： 输入：id 需要接收信息的套接字号； type =true 客户端;=false 服务器。 输出：str　接收的字符串； 返回值=1 接收成功； 返回值=-1 接收失败； 返回值=-2 接收时间超时； 返回值=-3 信息格式错误。
tcpip.getrobotdata()	获取机器人状态	获取机器人当前状态，并体现为字符串的形式： 输入：无。 输出：str1 机器人状态； str2 报警信息； str3 笛卡尔坐标； str4 关节坐标。
tcpip.client_con[i]	客户端连接状态	得到对应套接字号的客户端连接状态，i 表示客户端的第几个套接字。
tcpip.server_con[i]	服务器连接状态	得到对应套接字号的服务器连接状态，i 表示服务器的第几个套接字。
Tcpip.getrobotdata()	获取机器人状态	获取机器人当前状态，并体现为字符

		串的形式； 输入：无 输出：str1 机器人状态； str2 报警信息； str3 笛卡尔坐标； str4 关节坐标；
Tcpip.clearClientRecvData(id)	机器人做客户端时情况信息函数	机器人做客户端时，清空客户端接收到的字符串信息： 输入：id 需要清空信息的套接字号。 输出：无

机器人状态的格式：

首字符	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	尾字符
@	伺服状态	急停状态	报警状态	RPL 程序状态	手自动模式	速度百分比	&

机器人报警信息的格式：

首字符	Byte1	Byte2	尾字符
@	报警号	报警信息	&

机器人笛卡尔坐标的格式：

首字符	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	尾字符
@	X	Y	Z	A	B	C	&

机器人关节坐标的格式：

首字符	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7-10	尾字符
@	J1	J2	J3	J4	J5	J6	Aux1-4	&

备注：以上字节之间是已头号“,”隔开。

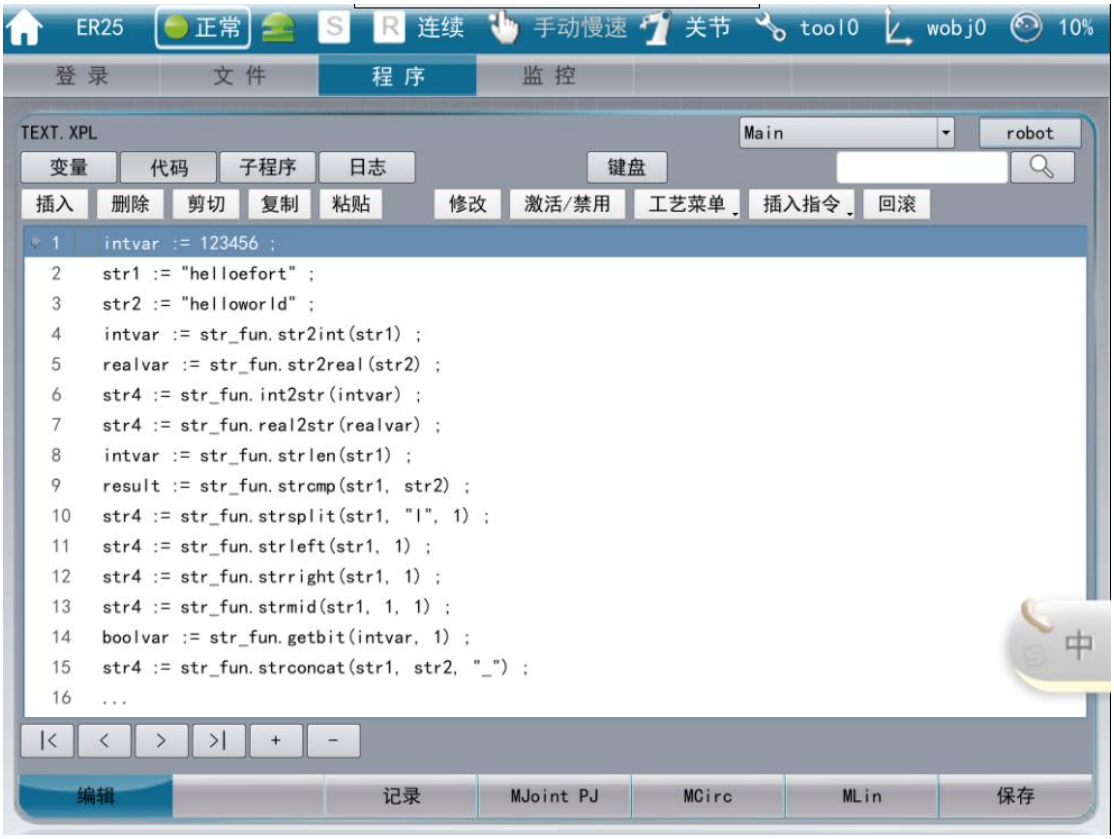
23.4 字符串指令说明

表 23-4 字符串指令说明

指令	名称	功能

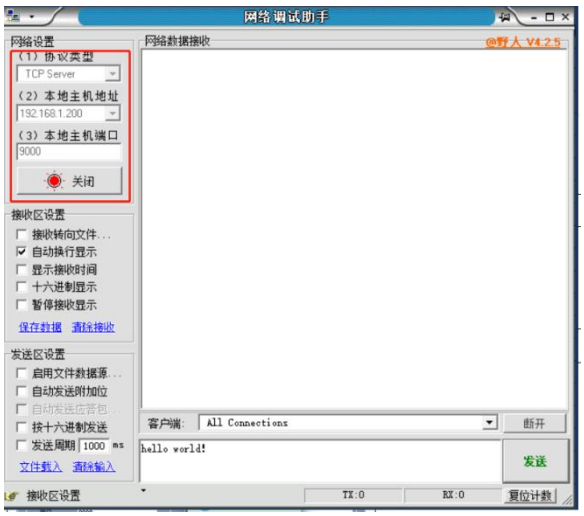
str_fun.str2int()	字符串转整型	将字符串转换成整型。
str_fun.str2real()	字符串转实数	将字符串转换成实数。
str_fun.int2str()	整型转字符串	将整型数转换成字符串。
str_fun.real2str()	实数转字符串	将实数转换成字符串。
str_fun.strlen()	字符串长度	得到字符串长度。
str_fun.strcmp(str1, str2)	字符串对比	str1=str2 返回值=0，str1>str2 返回值>0，str1<str2 返回值<0。
str_fun.strsplit(str1 , delim, N)	字符串分割提取	把 str1 按照 delim 分隔符进行拆分，输出拆分开后的第 N 个字符串，N 从 1 开始。
str_fun.strleft(str1, N)	字符串取左	在字符串 str1 中从最左边开始数 N 个字符的字符串进行输出，N 从 1 开始。
str_fun.strright(str1, N)	字符串取右	在字符串 str1 中从最右边开始数 N 个字符的字符串进行输出，N 从 1 开始。
str_fun.strmid(str1, pos, N)	字符串取中	在字符串 str1 中取出从第 pos 个字符起始的长度为 N 的字符串。pos 从 1 开始。
str_fun.getbit(int, N)	整型取位	取整型 int 的第 N 位进行输出。
str_fun.strconcat(str1 , str2, delim)	字符串拼接	输出拼接后的字符 str1+delim+str2。

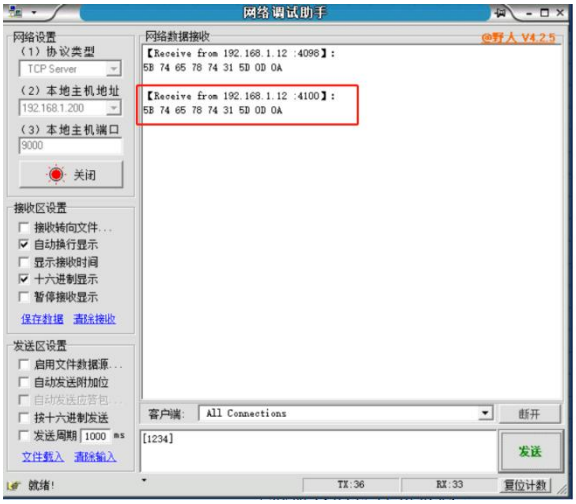
机器人程序中使用字符串指令示例：

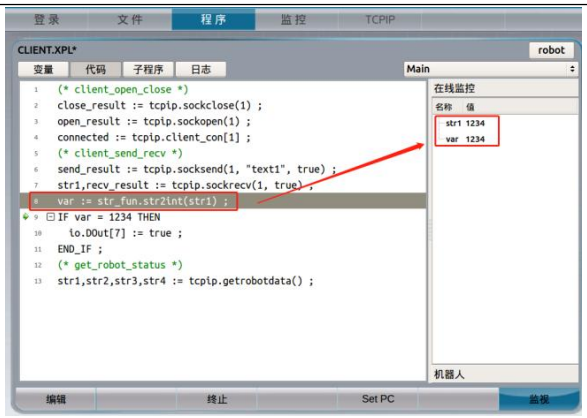

ER25
正常
连续
手动慢速
关节
tool0
wobj0
10%
登 录
文 件
程 序
监 控
TEXT. XPL
Main
robot
变量
代码
子程序
日志
键盘
插入
删除
剪切
复制
粘贴
修改
激活/禁用
工艺菜单
插入指令
回滚
1 intvar := 123456 ;
2 str1 := "helloefort" ;
3 str2 := "helloworld" ;
4 intvar := str_fun.str2int(str1) ;
5 realvar := str_fun.str2real(str2) ;
6 str4 := str_fun.int2str(intvar) ;
7 str4 := str_fun.real2str(realvar) ;
8 intvar := str_fun.strlen(str1) ;
9 result := str_fun.strcmp(str1, str2) ;
10 str4 := str_fun.strsplit(str1, "l", 1) ;
11 str4 := str_fun.strleft(str1, 1) ;
12 str4 := str_fun.strright(str1, 1) ;
13 str4 := str_fun.strmid(str1, 1, 1) ;
14 boolvar := str_fun.getbit(intvar, 1) ;
15 str4 := str_fun.strconcat(str1, str2, "_") ;
16 ...
编辑
记录
MJoint PJ
MCirc
MLin
保存

23.5 TCP/IP 客户端程序

本例程使用网络调试助手做服务器进行模拟发送，用控制器作为客户端进行接收数据。

步骤	图示	说明
1. 服务器应先开启，本例程用调试助手模拟，设置好端口号，先打开服务器监听。		备注： 本例程仅作为指令的使用简易说明，具体程序搭建需客户根据实际项目进行扩展或编写。
2. 进入 TCPIP 设置界面设置参数。示例中对首字符和结束符都进行设置测试。		

3.编辑示教程序。	 接收到[text]以及回车换行符的十六进制数据  服务器发的 1234 字符串转为整型数值 1234	编号 1：先关闭套接字 1 通讯，参数 1 表示套接字 1。 编号 2：打开套接字 1。 编号 3：获得客户端套接字 1 的连接状态。 编号 4：客户端套接字 1 给服务器发送字符，字符由首字符+发送字符+结束符组成。 编号 5:客户端套接字 1 接收服务器发送的字符，发送数据格式也要和配置的格式一致，需要添加对应的首字符和结束符。 编号 6：将接收到的字符 1234 转换成整型数 1234。 编号 7：获得当前机器人的位置和状态信息。

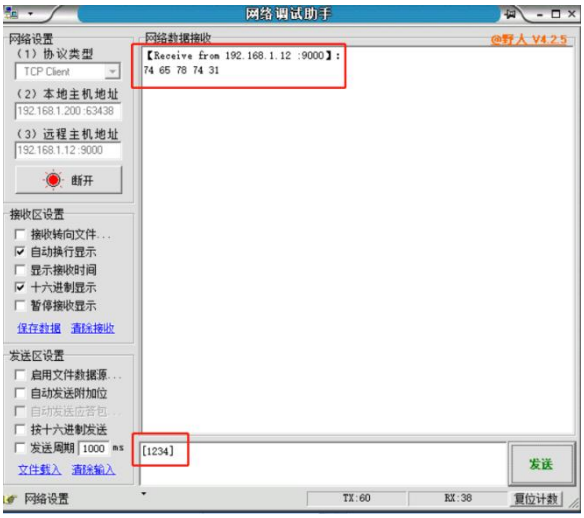
	 登录 文件 程序 监控 TCPIP CLIENT.XPL* robot 变量 代码 子程序 日志 Main (* client_open_close *) close_result := tcpip.sockclose(1) ; open_result := tcpip.sockopen(1) ; connected := tcpip.client_con[1] ; (* client_send_recv *) send_result := tcpip.socksend(1, "text1", true) ; str1,recv_result := tcpip.sockrecv(1, true) ; var := str_fun.str2int(str1) ; IF var = 1234 THEN io.DOut[7] := true ; END_IF ; (* get_robot_status *) str1,str2,str3,str4 := tcpip.getrobotdata() ; 在线监控 名称 值 str1 1234 var 1234 机器人 编辑 终止 Set PC 监视	

23.6 TCP/IP 服务器程序

本例程使用网络调试助手做客户端进行模拟发送，用控制器作为服务器进行接收数据。

步骤	图示	说明
1.进入 TCPIP 设置界面设置参数，并打开监听。本例中发送和接收数据中不设置首字符和结束符。同时打开下次系统启动后自动打开监听功能，因此服务器打开监听功能需要手动进行打开。		备注： 本例程仅作为指令的使用简易说明，具体程序搭建需客户根据实际项目进行扩展或编写。

2. 点击“开始监听”后，监听按钮显示为停止监听，服务器监听功能已打开，客户端可以进行连接。	 连接正常后的状态 	备注： 1. 服务器的监听开关需要在设置界面进行操作。 2. 当客户端断开连接后，服务器的连接状态不会立刻显示为未连接状态，服务器会进行尝试重连，一旦尝试重连后仍然连接失败，状态才会变成未连接状态。

3. 编辑示教程序。	 服务器发送 text1 给客户端的十六进制数据  客户端发送的[1234]字符串给服务器	编号 1：判断服务器套接字 1 是否连接成功。 编号 2：接收客户端发送的数据。 编号 3：判断是否成功接收数据。 编号 4：服务器发送字符给客户端，字符由首字符+发送字符+结束符组成。 编号 5：获得当前机器人的位置和状态信息。

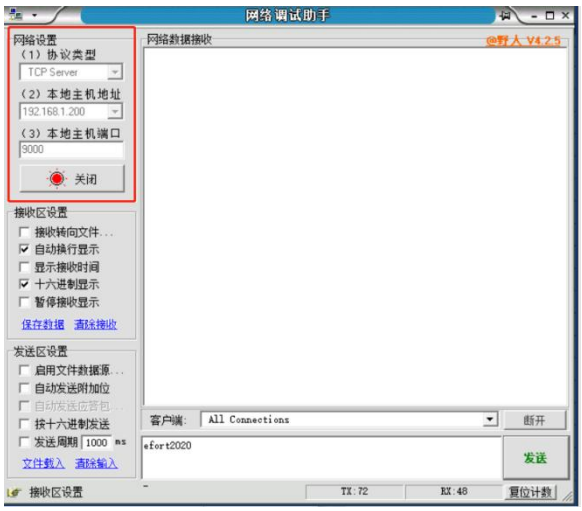
	登录 文件 程序 监控 SERVER.XPL robot 变量 代码 子程序 日志 Main 1 IF tcpip.server_con[1] THEN 2 (* server_send_recv *) 3 str1,recv_result := tcpip.sockrecv(1, false) ; 4 IF recv_result = 1 THEN 5 DWELL (1) ; 6 send_result := tcpip.socksend(1, "text1", false) ; 7 END_IF ; 8 END_IF ; 9 (* get_robot_status *) 10 str1,str2,str3,str4 := tcpip.getrobotdata() ; 在线监控 名称 值 str1 [1234] recv_result 1 机器人 编辑 终止 Set PC 监视	

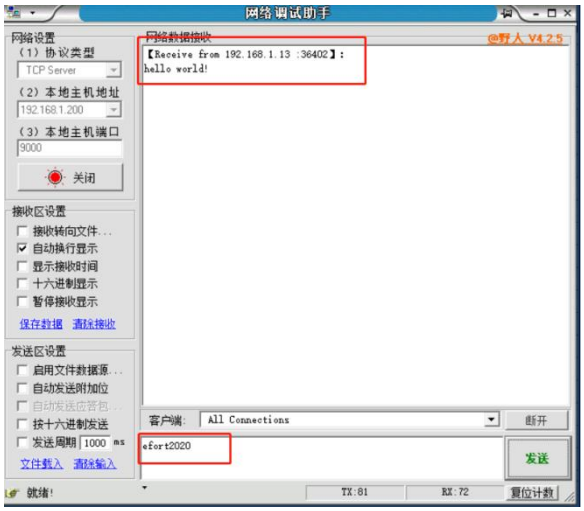
23.7 TPU 网络调试助手

TPU 网络调试助手主要用于第三方设备和示教器进行通讯测试网络是否通畅以及直观快捷的测试以及查看显示第三方设备发送的具体数据。

23.7.1 客户端模式

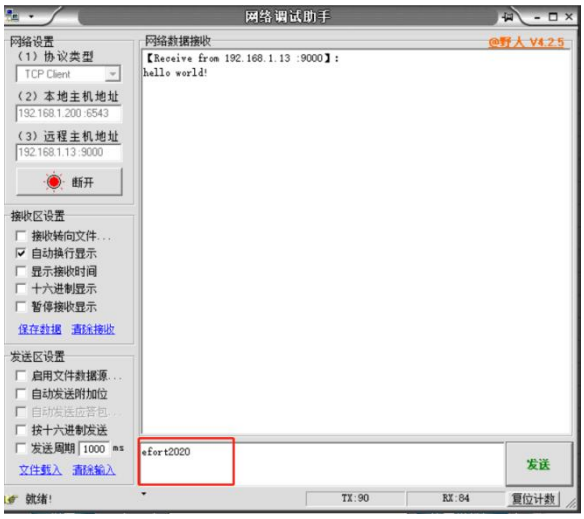
本例程使用网络调试助手做服务器进行模拟接收，用示教器作为客户端进行发送数据。

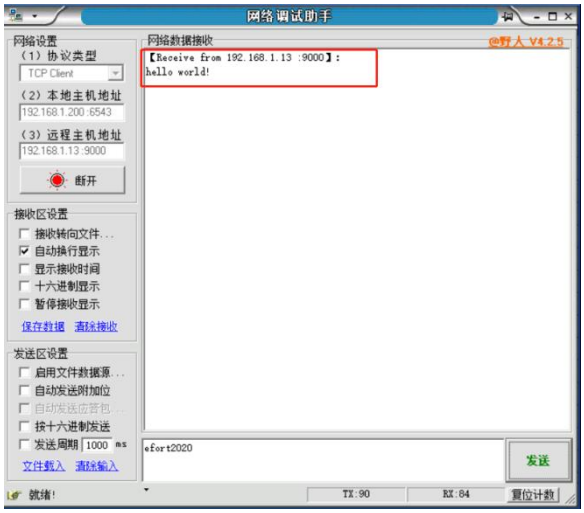
步骤	图示	说明
1. 服务器应先开启，本例程用调试助手模拟，设置好端口号，先打开服务器监听。		
2. 进入 TCPIP 设置界面，设置协议类型、服务器 IP 以及端口号，点击**“连接”**按钮，连接成功后显示在线。然后，点击**“发送”**按钮，发送数据给服务器。		编号 1：客户端打开和关闭按钮。 编号 2：清空接收区按钮。 编号 3：发送按钮。 编号 4：清空发送区按钮。 编号 5：接收到数据显示为十六进制数据。 编号 6：发送的数据转换为十六进制进行发送。
3. 调试助手中显示接收到的数据，点击调试助手中**“发送”**按钮，发送数据给客户端示教器。		

	显示调试助手接收到的数据  显示示教器上客户端接收到的数据 	
4. 点击**“关闭”**按钮，即可关闭客户端。		备注： 若切换页面后再次进入 TCPIP 界面，默认会自动断开客户端连接。

23.7.2 服务器模式

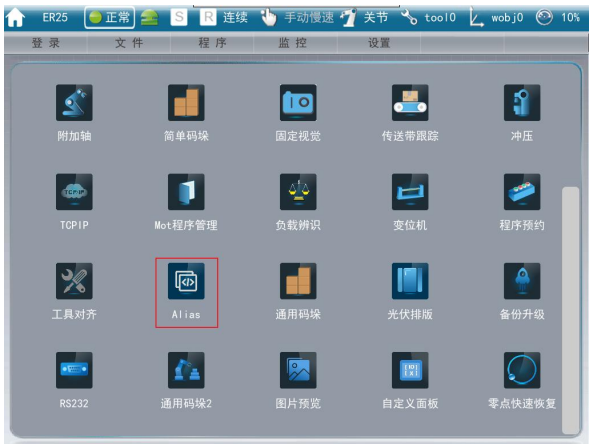
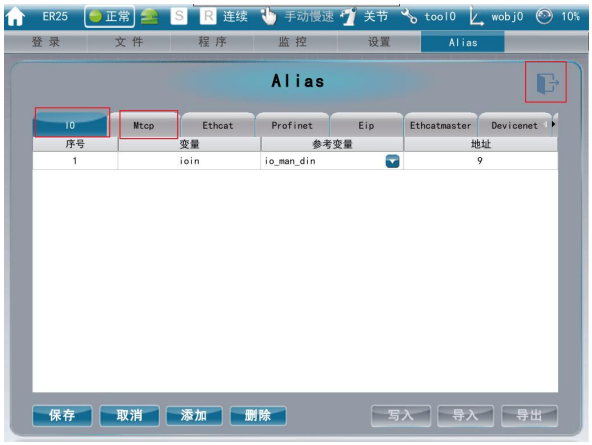
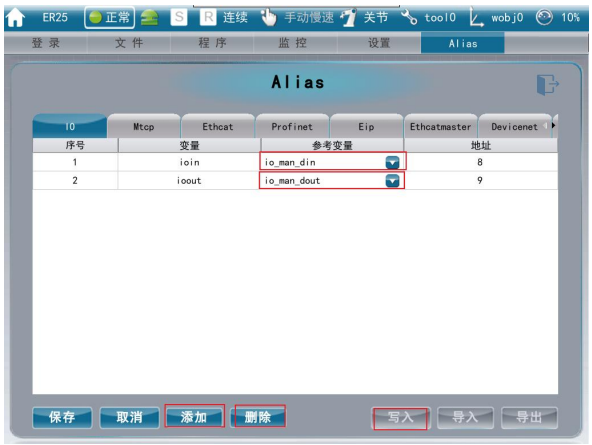
本例程使用网络调试助手做客户端进行模拟发送，用示教器作为服务器进行接收数据。

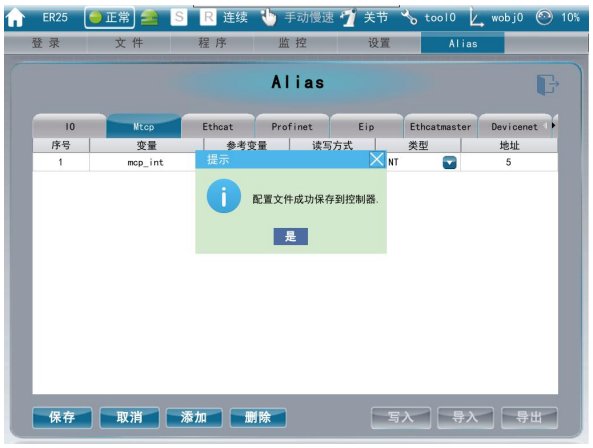
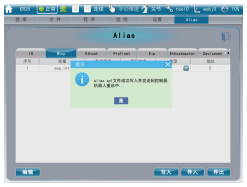
步骤	图示	说明
1. 进入 TCPIP 设置界面，设置协议类型为服务器、以及端口号，服务器 IP 可不填写，点击“打开”按钮打开监听功能，连接成功后会在接收区显示连接成功。		
3. 点击调试助手中**“发送”**按钮，发送数据给服务器示教器。	 	

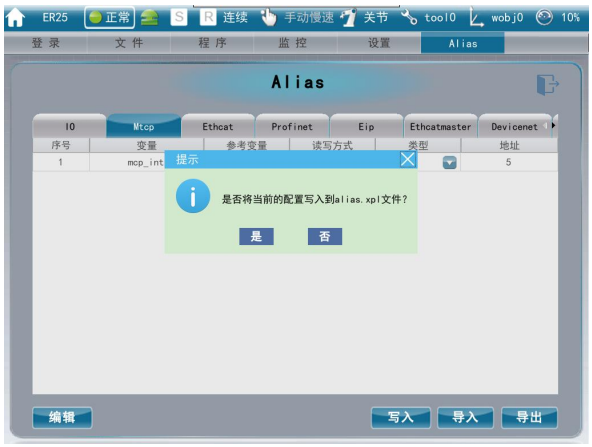
4. 点击示教器上的“**发送**”按钮发送数据给调试助手。	 	
5. 点击示教器上的“**关闭**”按钮关闭服务器监听功能。		备注： 若切换页面后再次进入 TCPIP 界面，默认会自动关闭之前服务器监听。

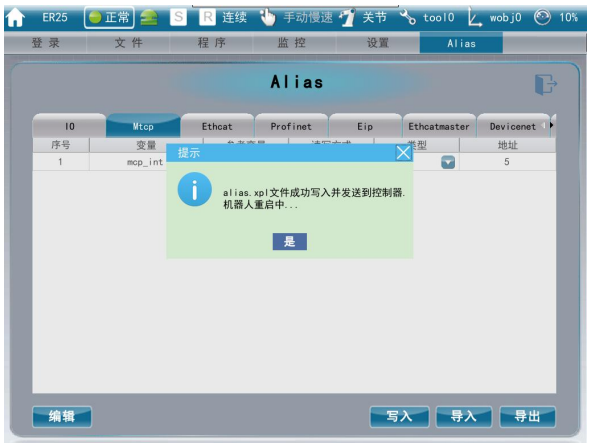
第 24 章　ALias

在所有测试之前需要连接控制器。

步骤	图片	描述
1.连接好控制后，打开示教器进入桌面，选择“ALias”APP。		
2.进入 APP 后，设置，显示 ALias 变量信息		③ 点击 IO 进入 IO 变量主界面。 ④ 点击 Fidbus 进入 Fidbus 变量主界面。 ⑤ 点击退出当前 app
3.点击 IO 进入 IO 变量主界面。		① 计算当前设置的初点击Din进入Din变量主界面。 ② 点击 Dout 进入 Dout 变量主界面。 ③ 点击“添加”按钮，在当前页面添加一条 ALias 指令。 ④ 点击“删除”按钮，在当前页面选中的 ALias 指令

4. 点击 Fidbus 进入 Fidbus 变量主界面。	 	① 计算当前设置的初点击 M  tcp 进入 Mtcp 变量主界面。 ② 点击 Ethcat 进入 Ethcat 变量主界面。 ③ 点击“添加”按钮，在当前页面添加一条 ALias 指令。 ④ 点击“删除”按钮，在当前页面选中的 ALias 指令。 ⑤ 点击“写入”按钮，写入当前页面所有配置的指令信息。


ER25
正常
连续
手动慢速
关节
tool0
wobj0
10%
登 录
文 件
程 序
监 控
设置
Alias
Alias
IO
Mtcp
Ethcat
Profinet
Eip
Ethcatmaster
Devicenet
序号
变量
参考变量
读写方式
类型
地址
1
mcp_int
5
提示
是否将当前的配置写入到alias.xpl文件?
是
否
编辑
写入
导入
导出


ER25
正常
连续
手动慢速
关节
tool0
wobj0
10%
登 录
文 件
程 序
监 控
设置
Alias
Alias
IO
Mtcp
Ethcat
Profinet
Eip
Ethcatmaster
Devicenet
序号
变量
类型
地址
1
mcp_int
5
提示
alias.xpl文件成功写入并发送到控制器.
机器人重启中...
是
编辑
写入
导入
导出

第 25 章　总线设置

25.1　本章简介

本章主要是对机器人支持的一些总线协议进行相关设置。支持的协议根据机器人的不同可能存在差异，实际支持设置项目以机器人为准。机器人能够支持多种工业以太网总线通信,目前，机器人支持的工业以太网总线如下：

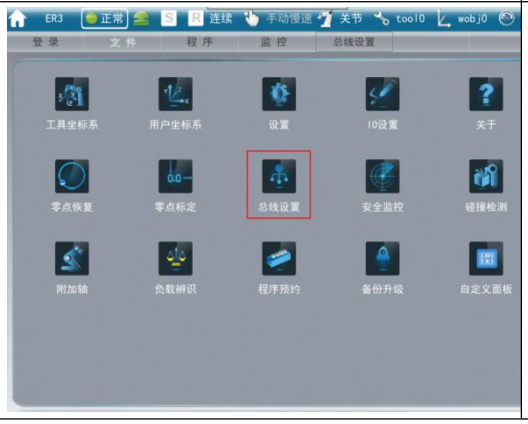
现场总线	说明	概述
ModbusTcp	支持主从站； 从站默认常开；	Modbus 协议使用的是主从通讯技术，即由主设备主动查询和操作从设备。一般将主控设备方所使用的协议称为 Modbus Master，从设备方使用的协议称为 Modbus Slave。MODBUS/TCP 是简单的、中立厂商的用于管理和控制自动化设备的 MODBUS 系列通讯协议的派生产品。。ModbusTcp 是 Modbus 协议数据在以太网中传输中的实现形式,也可以用客户端（主控设备）以及服务器（从设备）描述。协议的最通用用途是为诸如 PLC，I/O 模块，以及连接其它简单域总线或 I/O 模块的网关服务的。
Profinet	支持从站； 仅 RP2-PRO 机型可开启； 支持 RT 级别的 IO 实时通信；	PROFINET 是一种以太网通讯系统，是由西门子公司和 PROFIBUS 用户协会开发。PROFINET 具有多制造商产品之间的通讯能力，自动化和工程模式，并针对分布式智能自动化系统进行了优化。其应用结果能够大大节省配置和调试费用。PROFINET 系统集成了基于 PROFIBUS 的系统，提供了对现有系统投资的保护。
EtherCat	支持主从站； 作为从站时，需要使用 Anybus 网关模块进行通信。	EtherCAT 现场总线协议是由德国倍福公司在 2003 年提出的，该通讯协议拓扑结构十分灵活，数据传输速度快，同步特性好，可以形成各种网络拓扑结构。 EtherCAT 传输机制被称为“On The Fly”，基于一主多从的形式，主站数据发出时将和经过的每个从站节点进行数据交互，当到达最后一个节点后数据将返回主站。EtherCAT 的周期时间短，是因为从站的微处理器不需处理以太网的封包，对数据链路层机型了修改，提高以太网通信效率。根据 EtherCAT 的机能原理，可以完成高性能的分散式 I/O 系统控制：包含一千个分散式 IO 的数据只需 30us；单个以太网数据帧最多进行 1486 字节交互，最快耗时仅 300us；读写一百个伺服轴的系统可以最快 10kHz 的速率更新。EtherCAT 几乎支持所有网络拓扑形式，如线型，总线型，树型，星型等。
EthernetIP	支持从站；	EtherNet/IP 是由罗克韦尔自动化公司开发的工业

	IP 地址与控制器一致； 控制器默认站号为 0； 端口号默认为 2222；	以太网通讯协定，由 ODVA（ODVA）管理，可应用在程序控制及其他自动化的应用中，是通用工业协定（CIP）中的一部分。 EtherNet/IP 利用现有的以太网通讯芯片和物理介质，基于 IEEE 802.3 物理层和数据链路层标准，符合以太网的行业标准，采用在工业通讯领域广为证实的通用工业协议 CIP（Common Industrial Protocol，原控制和信息协议），支持同一链路上完整实现设备组态（configure）、实时控制（control）、信息采集（collect）等全部网络功能。
DeviceNet	支持从站	DeviceNet 协议是一种用于工业控制领域的通信协议。它建立在 CAN（Controller Area Network）总线基础之上，沿用了 CAN 协议所规定的物理层和数据链路层，并补充了不同的报文格式、总线访问仲裁规则及故障检测和隔离方法。DeviceNet 的主要应用层协议是通用工业协议（CIP），这是一个在高层面上严格面向对象的协议，通信基于连接。

25.2 总线设置

总线设置界面设置机器人开放的总线类型和总线配置文件导入导出功能，根据机器人不同，可能部分协议不支持选择。其设置流程如下。

表 25-1 配置总线协议类型操作流程

步骤	图片	描述
1.打开“**总线设置**”功能。		打开示教器桌面，点击“**总线设置**”图标进入 APP 界面。 Profinet 协议仅支持控制器类型为 RP2 pro

2. 根据需要，选择开启的总线类型，不使用的建议关闭。		修改完成后，点击“**保存**”按钮，保存成功后，重启生效。

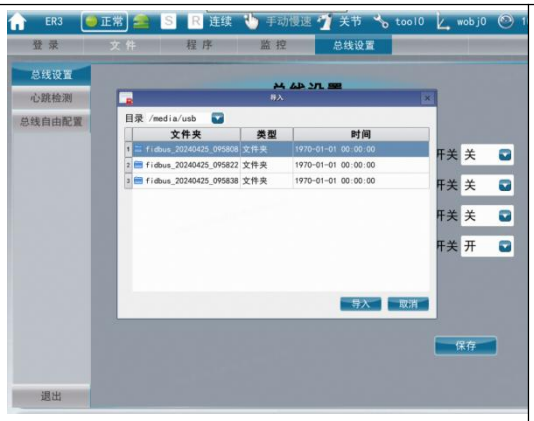
表 25-2 总线导出操作流程

步骤	图片	描述
1. 打开“**总线设置**”功能，示教器上插入 U 盘进行导出。		打开示教器桌面，点击“**总线设置**”图标进入 APP 界面。 点击“**导出**”。

2. 确认将总线配置导出到 U 盘。		点击弹窗“**是**”，导出到 U 盘。
3. 等待导出完成。		

表 25-3 总线导入操作流程

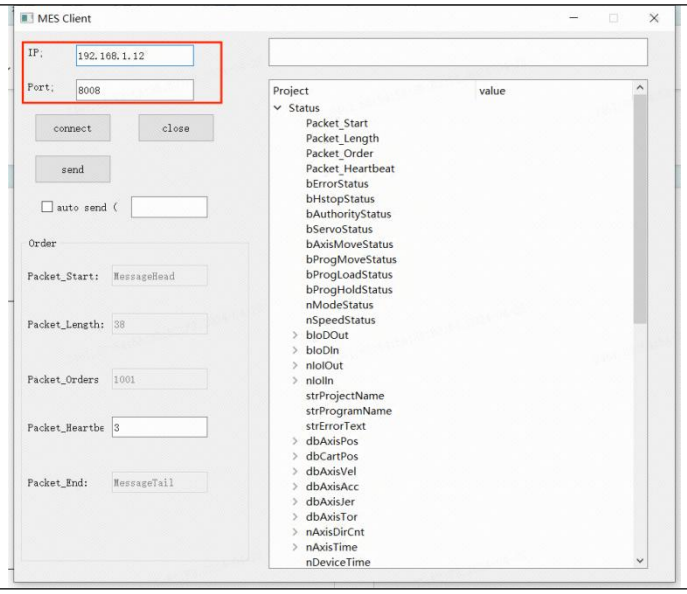
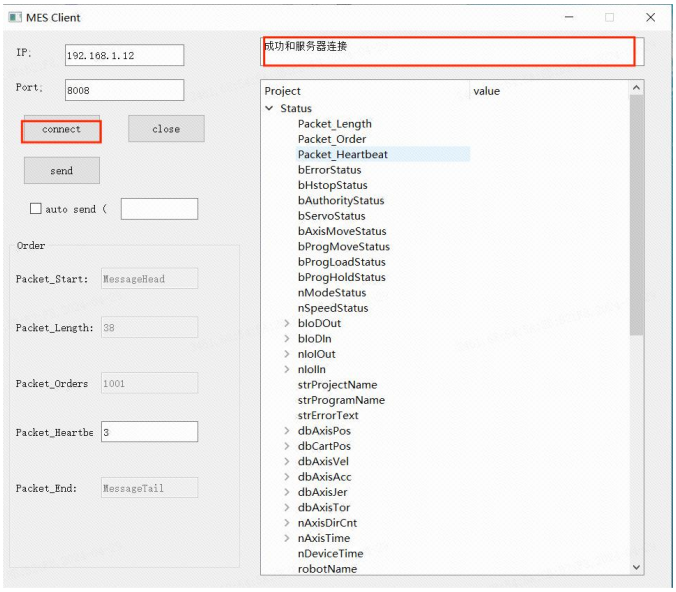
步骤	图片	描述
1. 打开“**总线设置**”功能，示教器上插入 U 盘进行导入。		打开示教器桌面，点击“**总线设置**”图标进入 APP 界面。 点击“**导入**”。

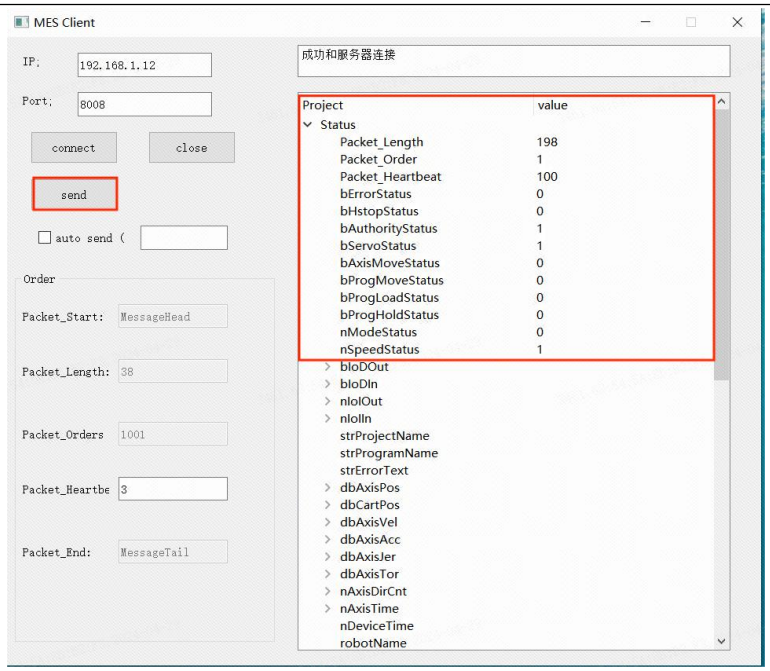
2. 选择需要导入的总线配置文件夹进行导入。		点击“**导入**”，总线配置将导入到当前机器人。
3. 确认是否进行导入操作。		点击“**是**”，确认导入配置到机器人。
4. 等待导入完成。	 	导入完成后，机器人重启生效。

25.3 Mes 监控配置

表 25-4 MES 监控配置操作流程

步骤	图片	描述
1.打开“**总线设置**”功能。		进入“**总线设置**”页面，选择 Mes。
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 地址修改须在设置 app 中修改。

4.Mes开启监听		开启监听，等待MES客户端连接。
5. 使用MES客户端。		使用MES客户端，配置好IP和端口以及相关属性。（MES客户端由第三方开发，具体字段请看机器人和附加轴协议内容）
6. 连接MES客户端		点击链接后，显示已和MES服务建立链接，示教器上可以看到链接状态显示。

7. 客户端点击发送消息，客户端显示信息		客户端根据机器（附加轴）MES 协议发送请求，接收数据后解析数据包并在界面显示。

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。

MES 的协议数据以内存的方式进行存储，其协议分为两部分：机器人和附加轴部分。

25.3.1 机器人协议内容

问询模式，Mes 系统主发机器人协议。具体协议内容如下：

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	s	bool	1	1：有加载；0：无加载
12	程序暂停状态	bProgHol dStatus	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； 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： 0-7 本地数字量输出 1-8； 8-31 远程数字量输 0-23；
16	IoDIn 状态	bIoDIn[0..31]	bool	1*32	数字量输入： 0-7 本地数字量输入 1-8； 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。

25.3.2 附加轴协议内容

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

25.4 Pfn 从站设置

Pfn 设置即为 Profinet 简写，在此可以设置 Pfn 从站地址，部分机器人可能不支持此功能，以实际使用机器人为准（仅 RP2 pro 控制器支持）。

表 25-5 Pfn 从站地址

步骤	图片	描述

<table>
<tr>
<td>1. 打开“总线设置”功能。</td>
<td>
</td>
<td>进入“总线设置”页面，选择 Pfn 从站。

并显示当前机器人与 PLC 通讯连接状态（红色表示未连接，绿色表示通讯连接）。

机器人正在运行时若 PLC 与机器人通讯断开，连接状态变为红色，机器人将停止运行并出现报警提示。</td>
</tr>
<tr>
<td>2. 设置 PFN 的大小端模式（字节序），点击“保存”按钮保存设置。</td>
<td>

<table>
<tr><th>大小端类型</th><th>2Byte（hex）
0x0102</th><th>4Byte（hex）
0x0102030</th></tr>
<tr><td>LittleEndian</td><td>02,01</td><td>04,03,02,01</td></tr>
<tr><td>MiddleLittleEndian</td><td>02,01</td><td>02,01,04,03</td></tr>
<tr><td>BigEndian</td><td>01,02</td><td>01,02,03,04</td></tr>
<tr><td>MiddleBigEndian</td><td>01,02</td><td>03,04,01,02</td></tr>
</table></td>
<td>选择与 PLC 适配的字节序，提供四种字节序，默认为大端模式。</td>
</tr>
<tr>
<td>3. 设置 Pfn 从站地址和报警开关，点击“保存”按钮保存设置。</td>
<td>
</td>
<td>检测连接报警开，则检测 Pfn 从站通讯协议的通断，如果通讯断开，示教器弹出报警。选项关，则不检测通讯的通断。</td>
</tr>
</table>

25.5 Ecat 从站设置

表 25-6 Ecat 从站设置

步骤	图片	描述
1.打开“**总线设置**”功能。		进入“**总线设置**”页面，选择 Ecat 从站。 机器人正在运行时若 PLC 与机器人通讯断开，机器人将停止运行并出现报警提示。
2.使能或取消 Ecat 从站。		Ecat 从站地址为仅可读状态。 点击激活列选中或取消选中相应模块以此开启或关闭 Ecat 从站通讯功能。
3.保存配置，重启生效。		点击“**保存**”按钮保存设置。

25.6 Eip 从站设置

表 25-7 Eip 从站设置

步骤	图片	描述

1.打开“**总线设置**”功能。		进入“**总线设置**”页面，选择 Eip 从站。 并显示当前机器人与 PLC 通讯连接状态（红色表示未连接，绿色表示通讯连接）。 机器人正在运行时若 PLC 与机器人通讯断开，连接状态变为红色，机器人将停止运行并出现报警提示。 注：PLC 导入机器人 EthernetIP 的 eds 文件后，如需要导入图标提示导入成功，此图标可联系售后相关人员提供。
2.设置 EtherNet 的大小端模式（字节序），点击**“保存”**按钮保存设置。	 	大小端类型	2Byte（hex）0x0102	4Byte（hex 0x0102030
LittleEndian	02,01	04,03,02,0
MiddleLittleEndian	02,01	02,01,04,0
BigEndian	01,02	01,02,03,0
MiddleBigEndian	01,02	03,04,01,0		选择与 PLC 适配的字节序，提供四种字节序，默认为小端模式。

3.选择对应本地网口，修改 Eip 的网口。		选择本地网口后自动读取对应网口设置的 IP 和子网掩码。 点击“**保存**”按钮保存参数后，重启即可。 注：当机器人开机时出现“9204：DNSLV(0)配置错误”报警的时候，则为系统 IP 和 EthernetIP 的 ip 不对应，修改 EthernetIP 的 ip 即可。

25.7 Ecat 主站设置

表 25-8 Ecat 主站设置

步骤	图片	描述
1.打开“**总线设置**”功能。		进入“**总线设置**”页面，选择 Ecat 主站。 机器人正在运行时若 PLC 与机器人通讯断开，机器人将停止运行并出现报警提示。
2.使能或取消 Ecat 从站。		Ecat 主站地址为仅可读状态。 点击激活列选中或取消选中相应模块以此开启或关闭 Ecat 主站通讯功能。

3. 保存配置，重启生效。		点击**“保存”**按钮保存设置。

25.8 Dn 从站设置

Dn 即为 DeviceNet 简写，可以设置 Dn 波特率和物理地址。

表 25-9 Dn 从站地址

步骤	图片	描述
1. 打开**“总线设置”**功能。		进入**“总线设置”**页面，选择 Dn 从站。 并显示当前机器人与 PLC 通讯连接状态（红色表示未连接，绿色表示通讯连接）。 机器人正在运行时若 PLC 与机器人通讯断开，连接状态变为红色，机器人将停止运行并出现报警提示。
2. 设置 Dn 从站波特率和物理地址。		

3.保存配置。		点击**“保存”**按钮保存设置，重启生效。

25.9 Mtcp 主站设置

表 25-10 Mtcp 主站设置

步骤	图片	描述
1.打开**“总线设置”**功能。		进入**“总线设置”**页面，选择 Mtcp 主站。 机器人正在运行时若 PLC 与机器人通讯断开，机器人将停止运行并出现报警提示。
2.配置 Mtcp 主站信息。		可设置从站 IP、从站 ID、从站端口、连接超时时间以及读写大小端。 **注：**“总线设置”页中总线自由配置开关打开情况下，ModbusTcp 主站开关设置才有效。

3.保存配置		点击**“保存”**按钮保存设置。

25.9.1 ModbusTcp 主站设置注意事项

从站IP：与从站设备设置的IP保持一致，与机器人控制器对应网口IP保持在同一网段且网络中不能存在冲突。

从站ID：与从站设备设置显示的ID保持一致。

连接超时时间：默认为 1s，范围 1~10s，但不建议设置太大，设置越大会导致通信错误或断连时报警不及时、停机不及时。

从站Port：与从站设备设置的Port保持一致，且不允许设置下表中所示被占用的端口号。

被占用端口号	用途	建议用户
8000	示教器&SDK 使用	/
8100	内部调试使用	/
44818、2222	EtherNAT/IP 总线使用	/
502	Modbus_tcp 总线使用	/
8008	MES 服务默认使用	/
0~1000	SSH、HTTP、FTP 等其他	建议用户不要使用 0~1000 端口号，仅仅是建议

大小端（字节存储次序）设置：默认为 0，范围：0~5，分别对应含义如下表：

输入设置	含义	示例：2Bytes（hex）	示例：4Bytes（hex）
0	单个 word（字）按照大端读或写	01,02	/
1	单个 word（字）按照小端读或写	02,01	/
2	32 位 bit（位）按照大端读或写	/	01,02,03,04
3	32 位 bit（位）按照小端读或写	/	04,03,02,01
4	32 位 bit（位）按照中间大端读或写	/	03,04,01,02

5	32 位 bit（位）按照中间小端读或写	/	02,01,04,03

25.10 心跳检测设置

表 25-11 心跳检测设置

步骤	图片	描述
1.打开“**总线设置**”功能。		进入“**总线设置**”页面，选择心跳检测。 开关：负责心跳功能的打开和关闭。 时间：在您设置的时间内机器人保持心跳检测开启的时间。
2.打开所需协议的开关按钮和输入需要检测的时间		通过检测心跳值有没有改变来判断通讯的连接状态是否断开，连接状态的显示呈灰色时表示未连接，红色表示连接失败，绿色表示连接成功。 通过机器人和 PLC 之间的相互发送信号，双向检测，保证故障的时候双方都可以停下来。
3.保存配置		点击“**保存**”按钮保存设置。 心跳检测开关打开后，需要到 IO 设置-功能 IO 配置-通用功能中配置对应协议的心跳检测数据。

25.11 总线 JOG 点动功能

25.11.1 功能介绍

通过总线信号控制器机器人 1~6 轴关节点动，允许点动条件：外部总线获取到权限、机器人在手动慢速模式下，满足以上条件后，就可以正常通过总线信号上使能并点动了。

25.11.2 界面操作介绍

表 25-12 总线自由配置（总线自由配置打开情况下）

步骤	图片	描述
1.在“总线设置”页面下打开相应开关		在“**总线设置**”页面下打开“系统总线自由配置”开关和需配置协议的开关。 点击“**保存**”按钮，保存并重启机器。
2.进入“IO 设置-功能 IO 配置-通用功能”界面。	 	1.进入“**总线输入**”页面，配置“伺服”、“1~6 轴点动”、“获取权限”“JOG权限保护”、“设置机器人坐标系”“设置机器人模式状态”，点击保存。 2.进入“**总线输出**”页面，配置“获取权限状态”、“1~6 轴位置”，点击保存。 3.进入主菜单“**设置**”页面，进入“**权限/通讯设置**”页面，将权限功能开关打开，提示重启并确认，等待重启完成并生效。 4.点击“**登录**”，点击“**权限设置**”，点击“**释放权限**”，若权限连接状态指示灯为黄色，则无需再释放权限。 5.通过外部总线PLC发送“**JOG权限保护**”信号，再发送“**获取权限**”信号，当PLC接收到“**获取权限状态**”为true时，再发送

	 	“设置机器人模式状态”将机器人模式设置为手动慢速，PLC再发送**“设置机器人坐标系”**将机器人运动方式切换为关节运动或机器人运动（笛卡尔），接下来PLC发送**“伺服”**，机器人上伺服后发送**“1~6 轴点动”**信号就可以点动机器人了。 6. 点动步骤概述：打开总线自由配置-配置点动所需的相关功能信号-示教器释放权限-PLC发送JOG权限保护-PLC发送获取权限信号-PLC将机器人模式设置为手动慢速-PLC设置机器人坐标系为关节运动或笛卡尔运动-PLC发送伺服使能信号-PLC发送 1~6 轴或XYZABC点动信号 7. 注意：JOG权限保护功能信号只能由一种总线配置，否则会报警提示。

25.12 系统总线自由配置

25.12.1 功能介绍

系统总线自由配置中，可以自由设置对应协议所传输的数据类型、数据长度以及协议地址。

25.12.2 界面操作介绍

表 25-13 总线自由配置（总线自由配置打开情况下）

步骤	图片	描述

1.在“总线设置”页面下打开相应开关		在“**总线设置**”页面下打开“总线自由配置”开关和需配置协议的开关。 点击“**保存**”按钮，保存并重启机器。
2.进入“总线自由配置”功能。		进入“**总线自由配置**”页面，总线设置界面协议开关打开的协议，将可以在此界面配置数量或地址。
3.选择相应总线并进行配置。	 	1.点击“**Dn从站**”标签页； 2.点击“**编辑**”按钮配置总线； 3.以“只读”“Int”型为例，点击需要修改的数量； 4.输入数据，点击“√”则数据输出，点击“×”取消输出；

	 	5. 点击“**保存**”按钮，重启生效。 **注：**ModbusTcp（主从站）可修改开始地址和结束地址。EthernetIP 配置完成后，如果字节数发生改变，需要根据所配置的总字节数去修改 EDS 文件中的默认通信长度配置，并重新导入 PLC 进行组态配置。

表 25-14 总线自由配置（总线自由配置关闭情况下）

步骤	图片	描述
1. 在“总线设置”页面下关闭“总线自由配置开关”		.在“**总线设置**”页面下关闭“总线自由配置”开关，并开启所需协议开关。 点击“**保存**”按钮，保存并重启机器。

2.进入“总线自由配置”页面。		显示“**总线设置**”页面开关开启的协议。
3.选择相应总线并进行配置。	 	1.点击“**编辑**”按钮配置总线； 2.以“Mtcp 从站”总线“Int”型为例，点击需要修改的数量。（System 类型不可编辑）

		3. 输入数值 点击“ √ ”则数据输出；点击“ × ”取消输出；
		4. 点击“**保存**”按钮，重启生效。
		注：Mtcp 主站在系统自由总线配置关闭情况下不显示界面。

25.12.3 总线自由配置功能介绍

固定总线状态下各数据类型系统变量占用字节数量均不可更改，只能更改用户变量的数量；切换到自由配置时，各数据类型数量可更改。

配置时各总线协议中各数据类型配置数量限制如下：

1. ModbusTcp 从站配置

共分为三部分：只读、只写、可读可写，每部分都包括三种变量类型（布尔、整型、浮点）。

固定状态：

用户变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~480；布尔数量：16 的倍数；

(2) 整型取值范围：0~40；

(3) 浮点取值范围：0~33；

(4) 布尔和整型的总字节数取值范围：0~80。

(5) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：0~132。

寄存器地址取值范围：

(1) 只写：40001-40100；

(2) 只读：40101-40200；

(3) 可读可写：40301-40400。

自由状态：

变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~2048；布尔数量：16 的倍数；

(2) 整型取值范围：0~128；

(3) 浮点取值范围：0~64；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：0~256。

2 EtherCat 从站配置

共分为两个部分：只读、只写，每部分都包括三种变量类型（bool、int、float）。

固定状态：

用户变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~160 且为 16 的倍数；

(2) 整型取值范围：0~20；

(3) 浮点取值范围：0~24；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：4~116，且用户变量的bool和int的总字节数为 20。

注：用户变量和系统变量字节总和为 8 的倍数。

自由状态：

变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~320；布尔数量：16 的倍数；

(2) 整型取值范围：0~20 与布尔类型数量有关；

(3) 浮点取值范围：0~36；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：8~184，且总和为 8 的倍数；其中bool和int的总字节数为 40。

3 EthernetIP 从站配置

共分为两个部分：只读、只写，每部分都包括三种变量类型（bool、int、float）。

固定状态：

用户变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~480 且为 16 的倍数；

(2) 整型取值范围：0~40；

(3) 浮点取值范围：0~33；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：4~132，其中bool和int的总字节数不大于80。

自由状态：

变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~1600；布尔数量：16 的倍数；

(2) 整型取值范围：0~100；

(3) 浮点取值范围：0~50；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：8~200,；其中bool和int的总字节数和小于等于 200。

4 EtherCat 主站配置

共分为两个部分：只读、只写，每部分都包括三种变量类型（bool、int、float）。

固定状态：数量无法通过界面修改，跟挂载的硬件数量有关。

自由状态：数量无法通过界面修改，跟挂载的硬件数量有关。

5 Profinet 从站配置

共分为两个部分：只读、只写，每部分都包括三种变量类型（bool、int、float），此协议仅支持RP2 pro机型。

固定状态：

用户变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~480 且为 16 的倍数;

(2) 整型取值范围：0~38；

(3) 浮点取值范围：0~30；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：4~124，且用户变量bool和int的总字节数范围 4~76。

注：用户变量和系统变量字节总和为 8 的倍数。

自由状态:

变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~1536；布尔数量：16 的倍数;

(2) 整型取值范围：0~96；

(3) 浮点取值范围：0~48；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：8~192,；其中bool和int的总字节数等于或小于 192。

6 DeviceNet 从站配置

共分为两个部分：只读、只写，每部分都包括三种变量类型（bool、int、float),。

固定状态：

用户变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~480 且为 16 的倍数;

(2) 整型取值范围：0~40；

(3) 浮点取值范围：0~33；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：4~132，且用户变量bool和int的总字节数范围 0~80。

注：用户变量和系统变量字节总和为 8 的倍数。

自由状态:

变量数量取值范围要求如下：

(1) 布尔类型数量取值范围：0~1600；布尔数量：16 的倍数;

(2) 整型取值范围：0~100；

(3) 浮点取值范围：0~50；

(4) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：8~200,；其中bool和int的总字节数和小于等于 200。

7 ModbusTcp 主站配置

共分为两个部分：只读、只写，每部分都包括三种变量类型（布尔、整型、浮点）。

固定状态：无

自由状态：

变量数量取值范围要求如下：

(5) 布尔类型数量取值范围：0~2000；布尔数量：16 的倍数;

(6) 整型取值范围：0~125；

(7) 浮点取值范围：0~62；

(8) 字节总和（布尔、整型和浮点）取值范围：0~250。

第 26 章　版本备份、升级

26.1　备份升级概述

机器人软件包括控制器软件和示教器软件，其中控制器相关软件包括机器人的大部分配置和基础功能，示教器软件实现了示教器上的页面显示及交互功能，一般来说示教器软件和控制器软件需要匹配版本才能正常使用，目前机器人实现了控制器和示教器软件的升级备份功能，用户可以根据自己的需要进行及时的备份、利用升级包对系统进行软件版本升级。

目前版本系统备份升级有两种方式，第一种为系统级的备份升级，可以一键导出完整的软件包，也可以利用升级还原之前已备份的系统（包括控制器和示教器），第二种为用户自选升级备份，用户可以自行选择合适的内容对控制器软件进行备份和升级（示教器软件为完整安装包，不可自选），**注意：升级部分软件可能会造成版本兼容问题，请谨慎使用自定义升级。**

除此之外，机器人还支持程序的自动备份，用户可以自行设定自动备份的时间间隔和类型，备份好的程序支持一键还原，保证重要的程序不丢失可恢复。

26.1.1 运行环境

- 请确保在机器人非运行状态下使用备份升级功能。
- 请确保机器人升级包不缺少备份好的文件

26.2 使用示例

26.2.1 示教器备份升级

示教器备份可选备份至 U 盘和示教器本体，升级示教器同样可以使用 U 盘和示教器内备份好或者符合规范的升级包，**请注意：备份和升级过程中请不要断电和移除 USB 设备（在未提示可以拔出 USB 设备的情况下），如果在备份过程中发生异常的中断，请不要使用异常备份的备份包。**

26.2.1.1　示教器备份

26.2.1.1.1　备份至 U 盘

打开升级备份主界面，第一个选项为“示教器”，可以在该页面下进行示教器的备份升级。在选择“备份到 U 盘”前请确保已经插入 U 盘。

正在备份中，此时不能再操作界面：

备份完成提示：

26.2.1.1.2 备份至示教器

点击备份到示教器，会将示教器软件备份到固定目录下：

备份中：

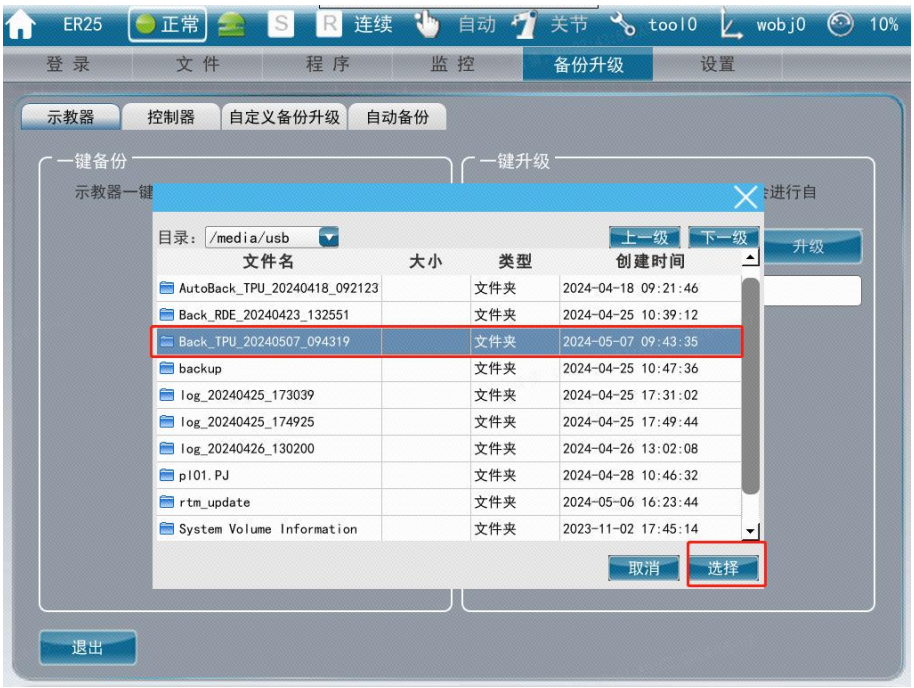
备份完成提示：

26.2.1.2 示教器升级

26.2.1.2.1 使用 U 盘升级

● **步骤 1：** 点击“打开 U 盘”，请确保已经插入 U 盘：

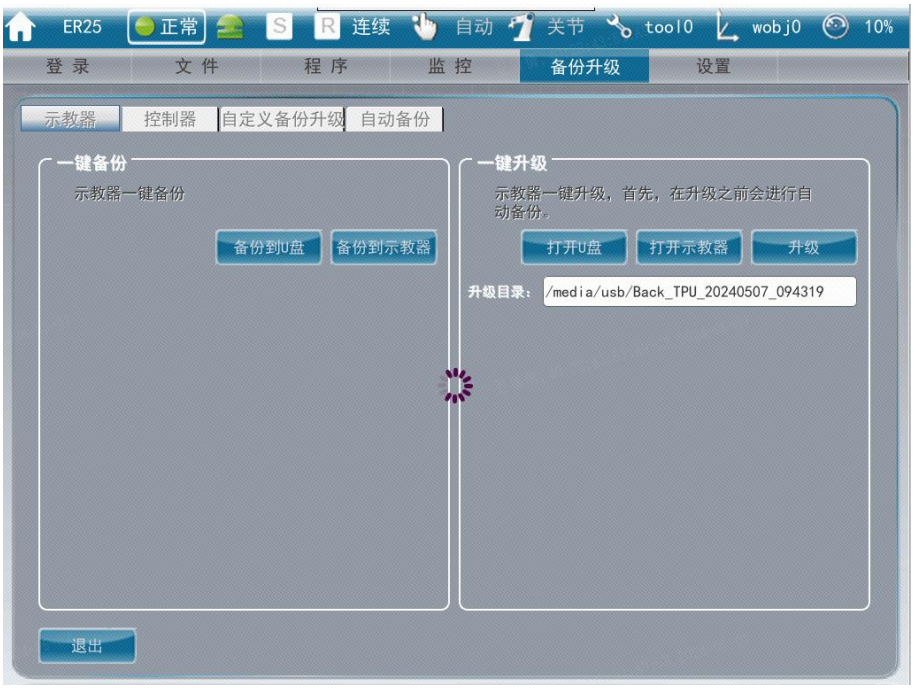
● **步骤 2**：打开 U 盘目录，选择升级包：



备份好的示教器软件包命名规范为 Backup_TPU_年月日_时分秒，可以直接用于示教器的升级。

● **步骤 3**：点击“升级”

● **步骤 4**：等待升级完成



● **步骤 5**：升级完成，提示拔出 U 盘：

提示下次重启会自动升级示教器：

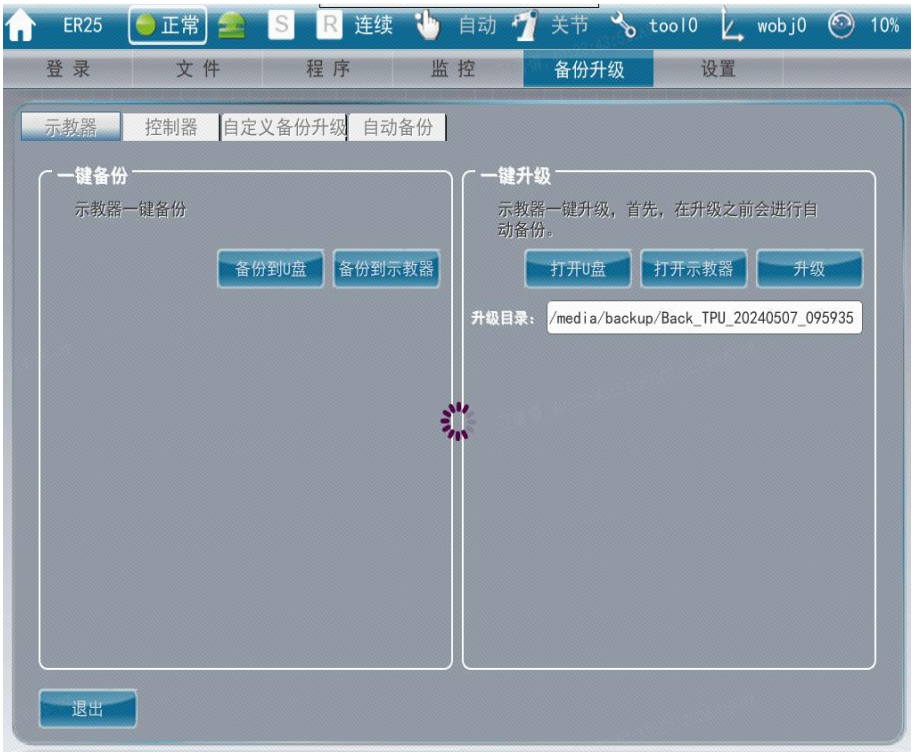
26.2.1.2.2 使用备份示教器升级

● **步骤 1**：点击“打开示教器”，需要提前“备份至示教器”：

● **步骤 2**：点击“打开示教器”，需要提前“备份至示教器”：

● **步骤 3**：选择备份好的示教器：

● **步骤 4**：点击升级，等待升级完成：



26.2.1.3　控制器备份

26.2.1.3.1　备份至 U 盘

● **步骤 1**：打开备份升级中的“控制器”页面，点击“备份到 U 盘”

● **步骤 2**：控制器备份中，不可再切换页面。

26.2.1.3.2 备份至示教器

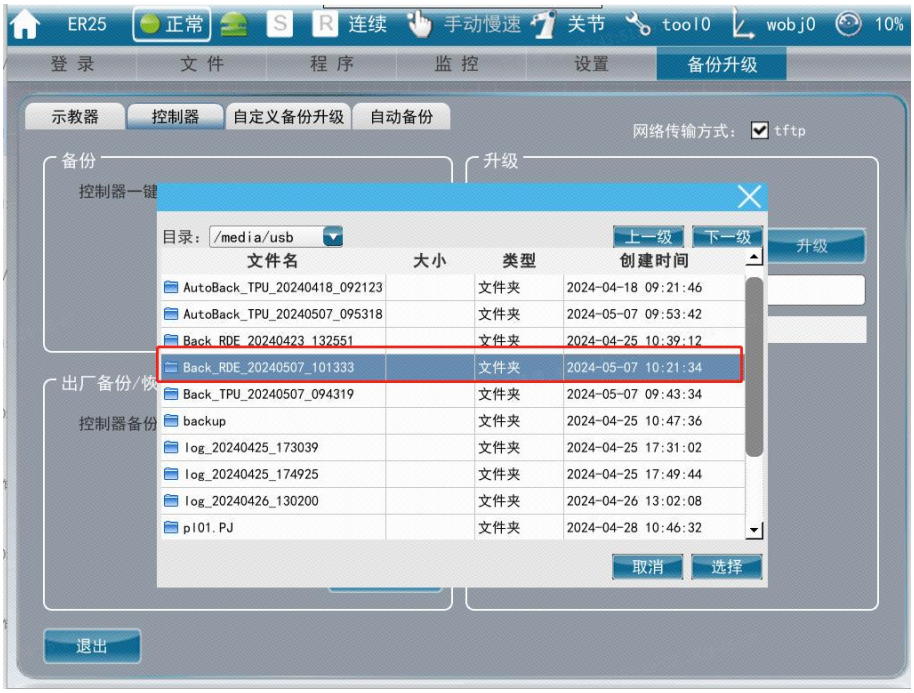
● **步骤 1**：点击“备份到示教器”

● **步骤 2**：等待备份完成

26.2.1.4　控制器升级

26.2.1.4.1　从 U 盘升级

● **步骤 1**：点击“打开”，选择“U 盘”，请保证已经插入 U 盘，选择控制器升级包。



● **步骤 2**：选择升级要升级的控制器文件。

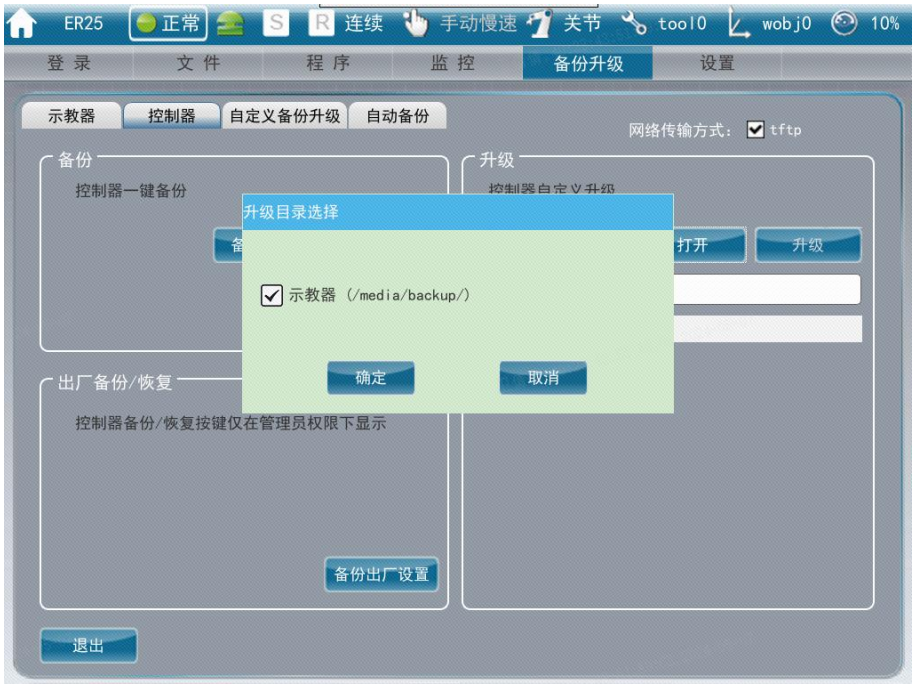
● **步骤 3**：文件选择完成后，点击升级。

● **步骤 4：**升级完成提示。

● 步骤 5（可选）：如果希望回退至升级前，可以在升级后点击“回退”

26.2.1.4.2 使用示教器升级

- **步骤 1**：点击“打开”，选择“TPU”，请保证已经“备份到示教器”，具体流程参考“使用 U 盘升级”小节内容，选择控制器升级包。



- **步骤 2**：选择 Back_RDE_年月日_时分秒格式的升级包。

● **步骤 3**：选择要进行升级的目录，注意：为了控制器软件的兼容性，建议选择全部。

● **步骤 4**：提示是否进行升级，点击“是”进行升级。

步骤 5：等待升级完成，可参考“使用 U 盘升级”小节内容。

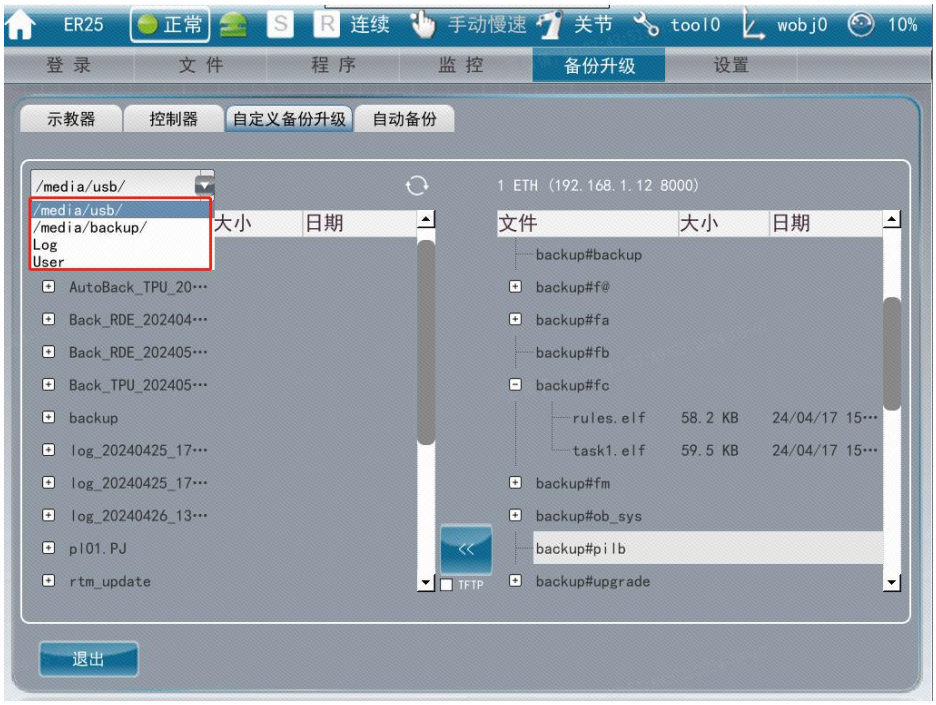
26.2.2 自定义升级备份

26.2.2.1 控制器自定义升级

目前只支持控制器的自定义升级备份，示教器升级备份需要完整的升级包，提示：请谨慎选择自定义升级内容，升级之后无法回退。

● **步骤 1：** 点击自定义备份升级按钮，该页面可以对卡文件进行备份和升级

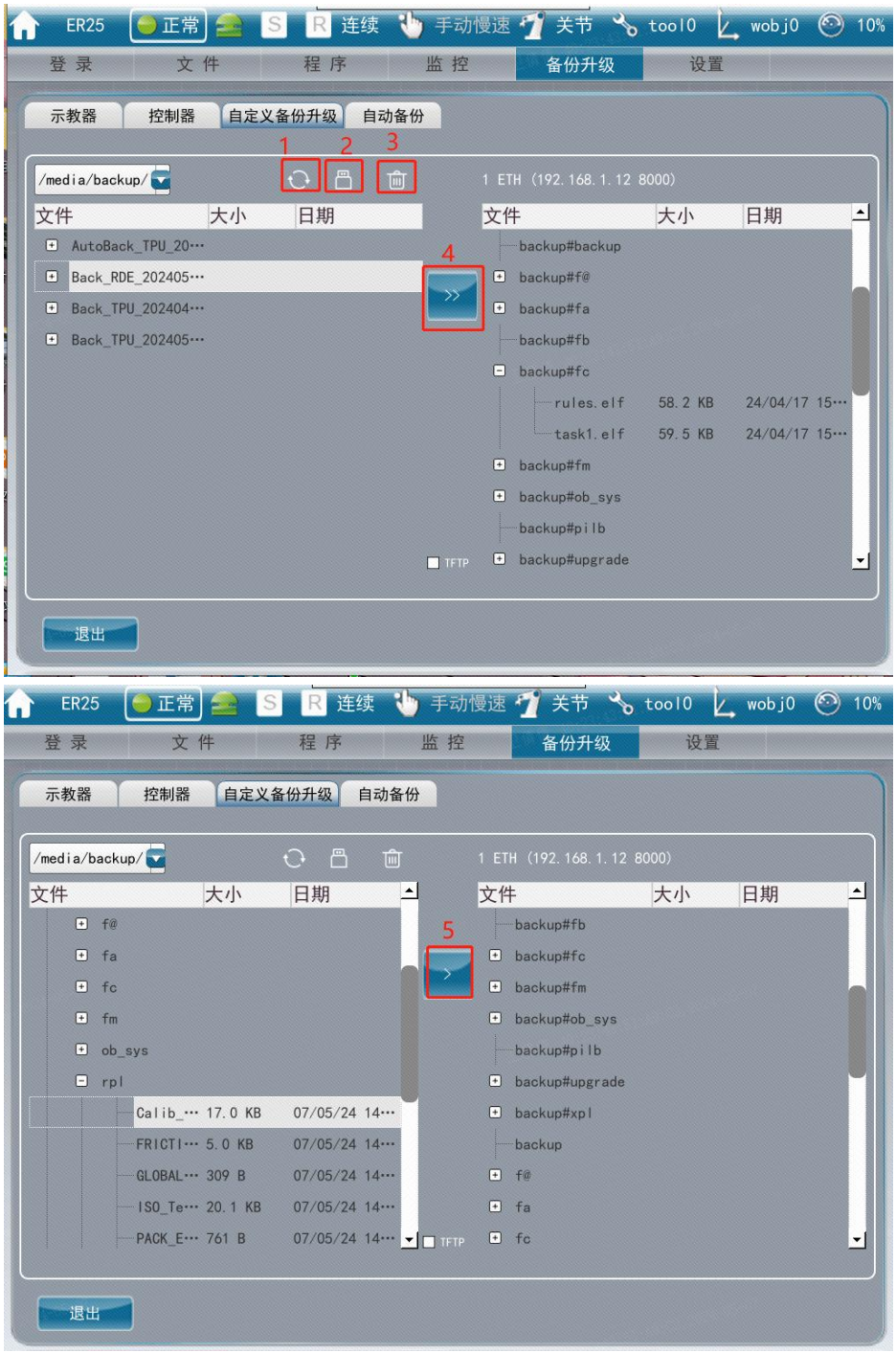
- **步骤 2：** 选择下拉框，下拉框有四个选项(插入 U 盘的情况下)，分别为 U 盘目录、示教器 media/backup 目录(存放备份到示教器的控制器示教器软件包路径)、示教器 user 目录，示教器用户与 bcc 日志目录



说明：

选择下拉框内容，左边的本地目录文件树显示对应目录文件树结构

- **步骤 3：** 选择下拉框，下拉框有四个选项(插入 U 盘的情况下)，分别为 U 盘目录、示教器 media/backup 目录(存放备份到示教器的控制器示教器软件包路径)、示教器 user 目录，示教器用户与 bcc 日志目录



编号 1：刷新按钮；刷新下拉框选项以及左边的本地文件树。

编号 2：导入、导出到 USB 目录按钮，可以将 EfortLog 目录和 user 目录的文件导入、导出到 USB 设备。

编号 3：删除按钮；可以删除文件树选择项对应的路径(目录和文件都可删除)

编号 4：目录复制拷贝按钮；

将左边的本地文件树**目录文件**复制到右边的卡文件中。

提示：选择左边的本地文件树目录项时，右边的远程卡文件树结构必须有同名的相同目录名时，才

可点击此按钮传输！否则此操作会弹框提示不能创建该远程目录。

编号 5：文件复制拷贝按钮；

将左边的本地文件树**文件**复制到右边的远程卡文件文件树中。

提示：选择左边的文件树文件项时，右边的文件树必须有其同名同目录时，才可点击此按钮传输！否则此操作会弹框提示不能创建该远程文件。

26.2.2.2 控制器自定义备份

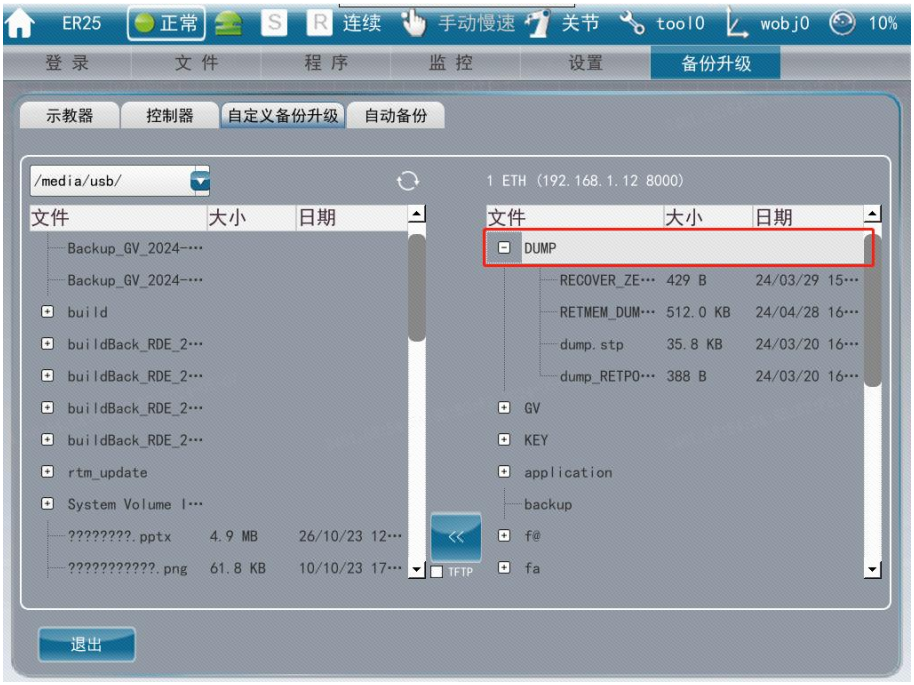
使用自定义备份可以对部分控制器内的文件或文件夹进行备份，用户可以自由选择备份的内容。自定义备份可以备份至 U 盘或者示教器内，由于两者备份方法相同，本例中以备份至 U 盘内作为示例。

- 步骤 1： 点击“自定义备份升级”按钮，在下拉框中选择“/media/usb”

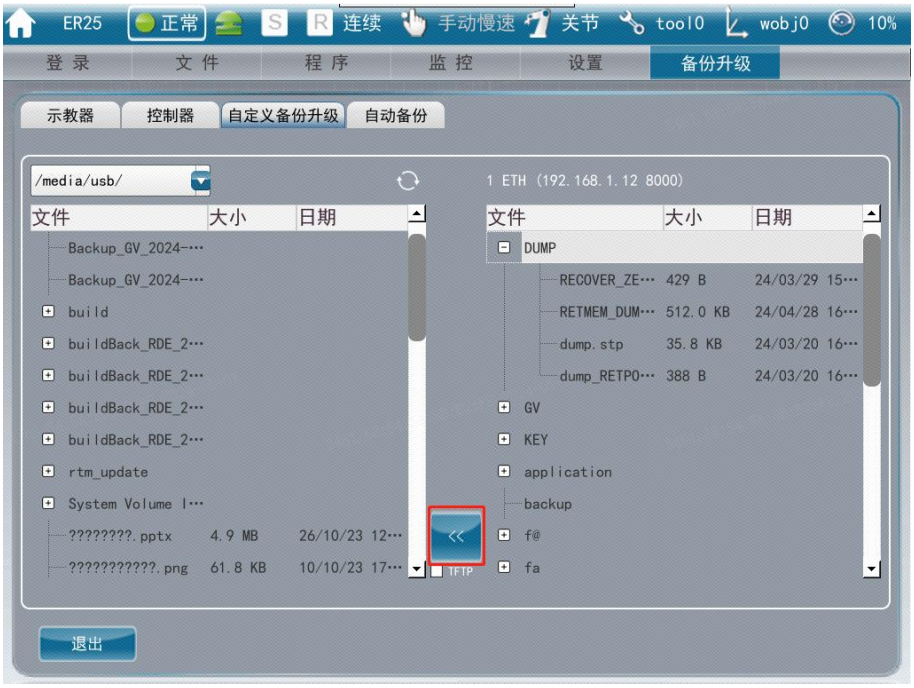
说明：

1. “/media/usb”为 U 盘目录
2. “/media/backup”为示教器目录
3. “Log”为系统日志目录
4. “User”为用户空间目录

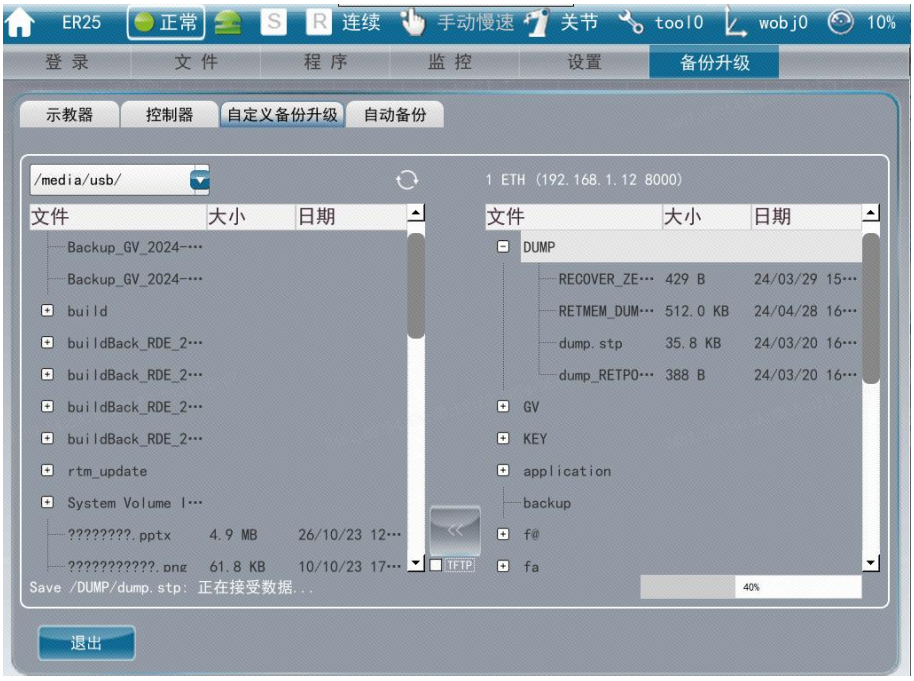
- **步骤 2：** 选择要进行备份的文件或者文件夹，例如选择“/Dump”文件夹进行备份



● **步骤 3：** 点击备份按钮，进行备份



● **步骤 4：** 备份中，等待备份完成



● **步骤 5：** 示教器左下角提示备份完成，并可以看到备份后的文件夹

提示：

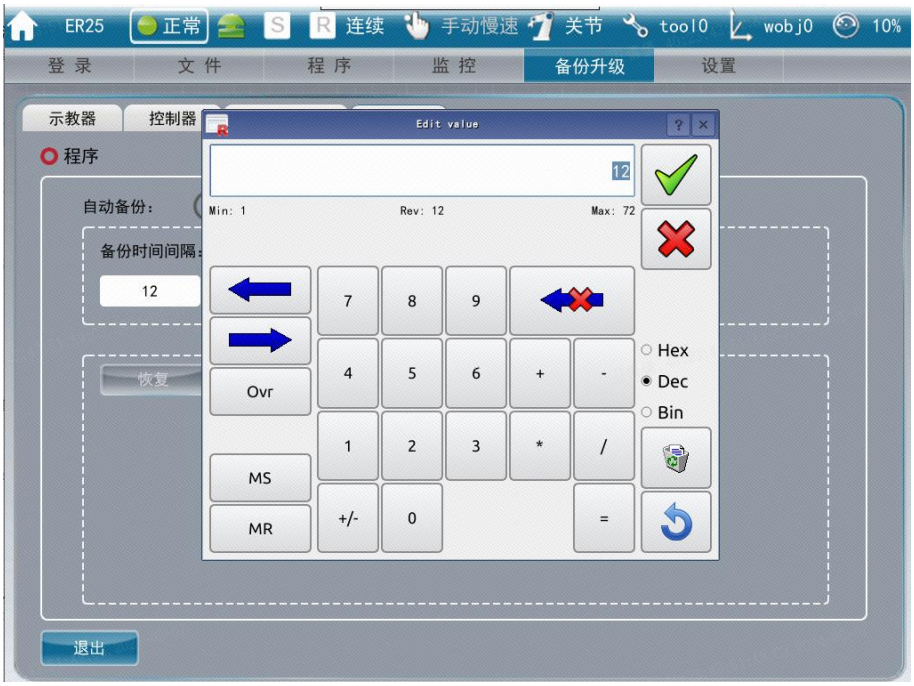
备份后的文件夹在 U 盘内的命名和源文件一致。

26.2.3 自动备份

26.2.3.1 程序自动备份

● **步骤 1：** 点击自动备份按钮，该页面可以对程序进行备份、恢复和导出

● **步骤 2：** 在自动备份开关关闭的状态下点备份时间间隔下的空白输入框



提示：点击备份时间间隔后弹出设置框，可选范围为[1,72]小时，默认为 12h，输入值是整数形式。

- **步骤 3：** 在自动备份开关关闭的状态下点备份程序下的选择框，点击备份程序下的下拉选择框可选全部程序和已加载程序。

- **步骤 4：** 点击自动备份按钮

1、点自动备份按钮后，备份时间间隔输入框和备份程序选择框处于不可编辑状态；

2、界面会多出路径显示，保存路径是卡文件 back 文件夹下的 backupXpl_20231130_133456（时间日期）。

提示：

1、保存的程序只支持一级目录下尾缀是.xpl 的程序；

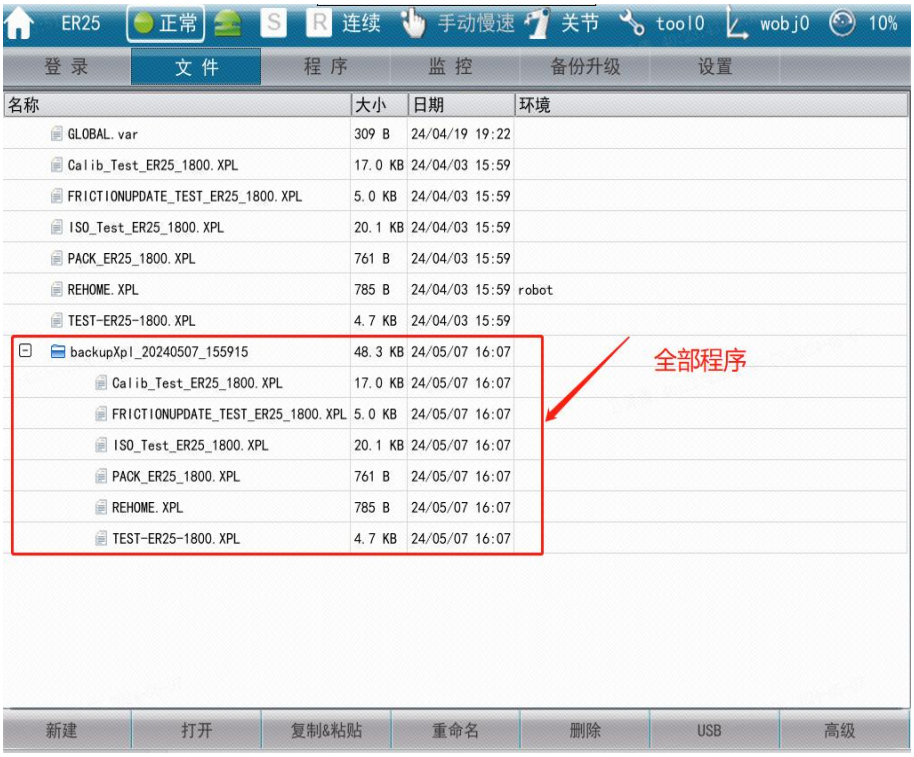
2、当前加载程序不包括软 plc 程序。

26.2.3.2 程序备份恢复

● 步骤 1： 自动备份程序的恢复

ER25
正常
连续
手动慢速
关节
tool0
wobj0
10%
登 录
文 件
程 序
监 控
备份升级
设置
示教器
控制器
自定义备份升级
自动备份
程序
自动备份：
备份时间间隔：
1
h
备份程序：
全部程序
2
恢复
导出
路径
/backup/
1
backupXpl_20240507_155915
退出

ER25
正常
连续
手动慢速
关节
tool0
wobj0
10%
登 录
文 件
程 序
监 控
备份升级
设置
示教器
控制器
自定义备份升级
自动备份
程序
自动备份：
备份时间间隔：
1
h
提示
恢复成功。
是
恢复
导出
路径
/backup/
backupXpl_20240507_155915
退出



1、对路径下需要恢复的文件进行勾选；

2、点恢复按钮，进度条结束后会提示**“恢复成功”**，在恢复成功后可以在文件界面看到文件夹下面的程序。

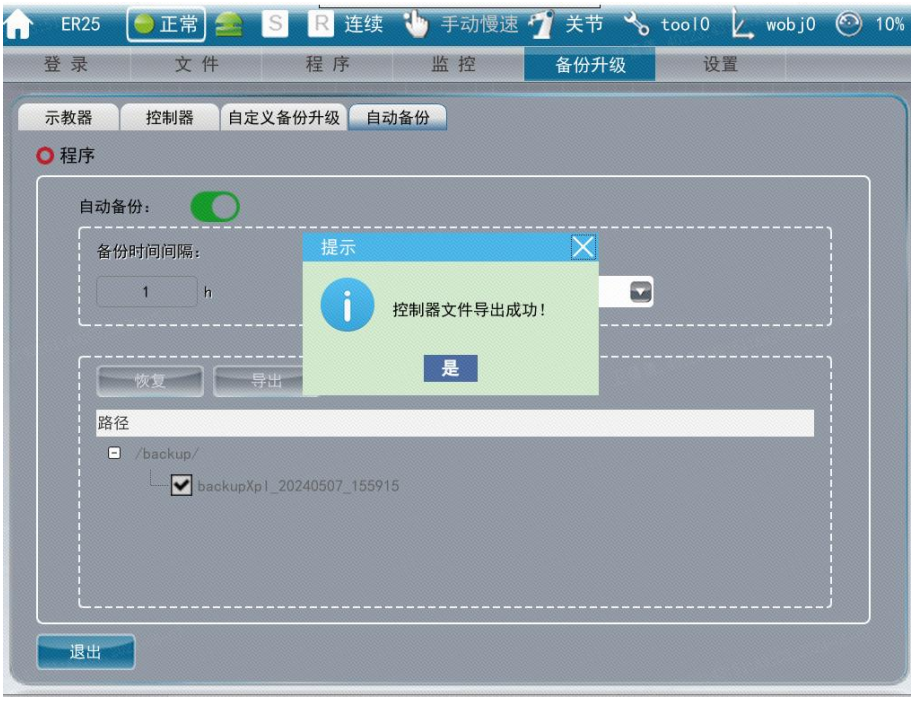
全部程序对应的文件夹下会显示所有 xpl 程序

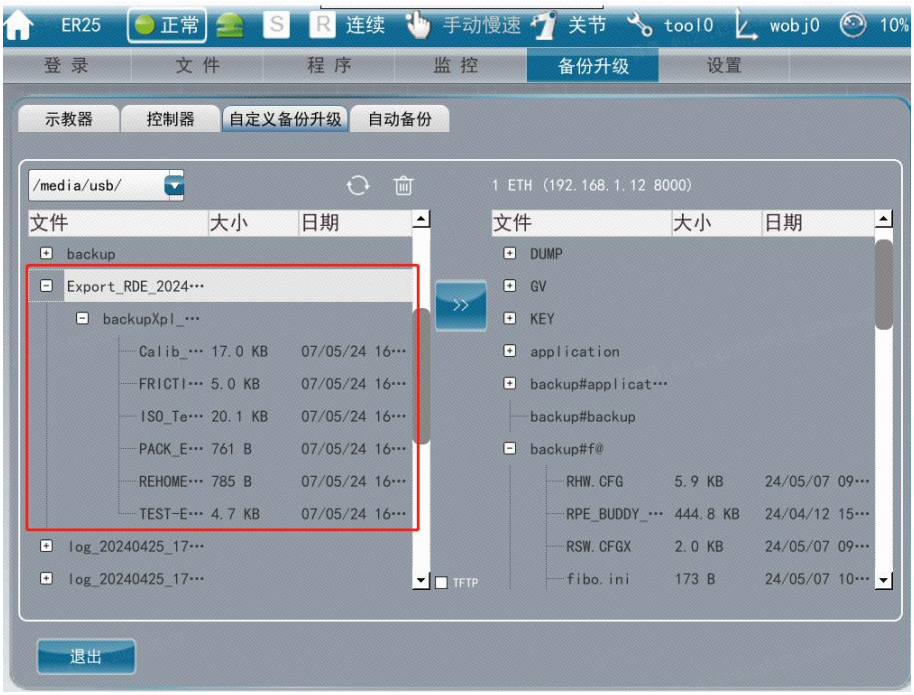
当前加载程序对应的文件夹下会显示 robot 环境下的 xpl 程序；

对该文件重复恢复会弹出**“文件已存在，是否覆盖”**的提示，选择是会对该文件进行覆盖，否则不

会。

- **步骤 2：** 自动备份程序的导出





1、对路径下需要导出的文件进行勾选；

2、点导出按钮，进度条结束后会提示“导出成功”，在导出成功后可以在自定义备份升级里看到文件夹下面的程序。

全部程序对应的文件夹下会显示所有 xpl 程序

当前加载程序对应的文件夹下会显示 robot 环境下的 xpl 程序；

对该文件重复导出会弹出“文件已存在，是否覆盖”的提示，选择是会对该文件进行覆盖，否则不会

第 27 章　虚拟示教器急停 手压 热插拔功能介绍

虚拟示教器上的急停按钮、手压按钮和热插拔按钮可实现实体硬件按钮的功能。

27.1　急停功能

虚拟示教器上的急停按钮可实现实体示教器上急停按钮的功能。

表 27-1 急停操作步骤

步骤	图示	说明
1．未按急停按钮		急停按钮未按下时为灰色。
2．按下急停按钮		急停按钮按下时变为红色；状态栏的急停状态变为红色。
3.释放急停按钮		急停按钮未按下时为灰色；状态栏的急停状态变为绿色。

27.2　手压功能

虚拟示教器上的手压按钮可实现实体示教器上的硬件手压按钮功能。

表 27-2 手压操作步骤

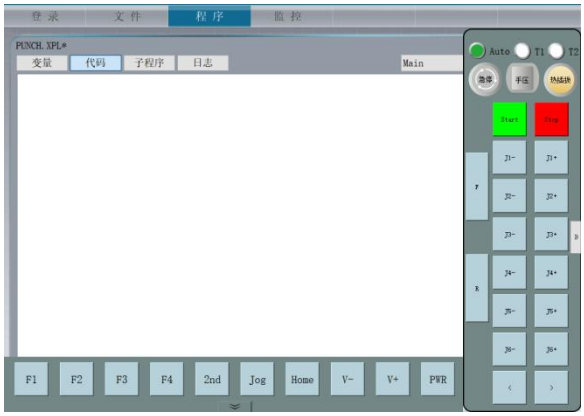
步骤	图示	说明
1. 未按手压按钮		手压按钮未按下时为 。
2. 按下手压按钮		在 T1（手动慢速）或 T2（手动快速）模式下，按下手压按钮，手压按钮变为 ，状态栏的伺服状态变为 。
3. 释放手压按钮		再次按下手压按钮，手压按钮由 变为为 ，伺服状态由 变为 。

27.3 热插拔功能

虚拟示教器上的热插拔按钮可实现硬件热插拔按钮的功能。

表 27-3 热插拔操作步骤

步骤	图示	说明

1．未按下热插拔按钮		热插拔按钮未按下时为 。
2. 按下热插拔按钮	  	按下热插拔按钮时，弹出确认提示框，点击“是”；热插拔按钮变为 ，此时表示热插拔功能状态已准备好。 此时进行其他操作为无效操作，若不拔网线或关闭虚拟示教器，则需等待 300s 才能复位热插拔功能。
3. 拔掉连接虚拟示教器和控制器间的		此时控制器中已启用热插拔功能，若机器人正

网线或关闭虚拟示教器		处于运行状态，拔掉网线后不影响机器人的运行。
4. 再次连上网线或打开虚拟示教器		此时热插拔按钮变为，30s 后恢复正常，变为 。

第 28 章　ESR 机型相关指令说明

28.1　Jump 指令

28.1.1　指令说明

门控运动：首先垂直上升，然后水平移动，最后垂直下降的门型运动。分为圆弧门控和纯门控运动。圆弧门控是指在上升->水平，水平->下降这两个阶段之间有圆弧轨迹的连接。纯门控是指整个过程无圆弧过渡轨迹。

Jump 指令是指，使机器人通过门控运动形式，从当前位置向指定位置进行 PTP 运动。

28.1.1.1　指令格式

*res*返回值 = JUMPMOVE.Jump(*TargetPoint*目标位置,*LimZ*最大Z坐标值,*arch_d1*上升距离,*arch_d2*下降距离，*UpSpeed*抬升速度，*Jspeed*平移速度，*DownSpeed*下降速度，*Tool*工具，*Zone*圆滑过渡)

28.1.1.2　参数说明

表 28-1　Jump 指令参数说明表

输入参数		
名称	类型	说明
TargetPoint	PointC	目标位置，类型为 PointC。
LimZ	LREAL	Z 方向的最大值，即在运行过程中 3 轴可以达到的最高位置。注意：设置该值的时候需要注意当前的用户坐标系选择，该参数需要填写在当前指定用户坐标系下的 Z 值。
arch_d1	LREAL	抬升阶段中，直线上升的距离
arch_d2	LREAL	接近阶段中，直线下降的距离
UpSpeed	SPEED	抬升阶段的速度(默认值 v500)
Jspeed	SPEED	平移阶段的速度(默认值 v500)
DownSpeed	SPEED	下降阶段的速度(默认值 v500)
Tool	TOOL	使用的工具（默认值 tool0）
Zone	ZONE	圆滑过渡系数(默认值 z10)
输出参数		
名称	类型	说明
res	INT	指令状态返回值 1　　成功

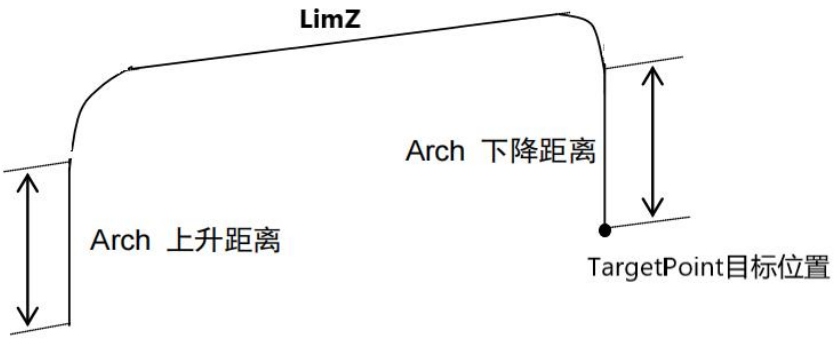


图 28-1 Jump 运动示意图

注意：

1. Jump 运动的上升，水平，下降运动都是 PTP 运动。

2. 若 LimZ 设置的高度超过了机器人 3 轴最高位置，Jump 指令的 LimZ 参数则为机器人 3 轴最高位置；若 LimZ 的设置高度低于当前位置或目标位置，Jump 指令的 LimZ 参数则为当前位置或目标位置。

3. 若 arch_d1 或 arch_d2 的距离设置超过 LimZ 的高度时，Jump 指令将为纯门控运动，其抬升的位置则以 LimZ 参数为准，圆滑过渡将取决于指令的输入：Zone 参数。

4. Jump 运动的圆弧段是通过 zone 圆滑过渡参数实现的，为不规则的抛物线型，非标准的圆弧轨迹。

5. 目标位置与当前位置距离过近时，Jump 指令将为纯门控运动。

6. 6 轴机器人不可使用 Jump 运动。

28.1.2 使用示例

登录
文件
程序
监控
TEST1.XPL
robot
变量
代码
子程序
日志
Main
1 MJOINT (*, v500, fine, tool0) ; 准备位置
2 p0 := POINTC(337.84, 66.37, -127.52, 105.95, 0, 0, CFG3) ; 目标位置
3 res := JUMPMOVE.Jump(p0, -20, 50, 50, v200, v200, v200, tool0, z30) ; 调用Jump指令
4 IF res = 1 THEN 判断指令运动是否成功
5 MESSAGE ("jump move succeed") ;
6 ELSE
7 MESSAGE ("jump move failed") ;
8 END_IF ;
编辑
重新开始
Set PC
监视

28.2 Jump3/Jump 3 CP 指令

28.2.1 指令说明

Jump3 指令的运动与 Jump 指令类似，均为门控运动，但其上升和下降的阶段为 CP 运动，平移运动为 PTP 运动。

Jump3CP 指令的运动与 Jump3 指令基本一致，不同的是 Jump3CP 的上升，平移，下降阶段运动均为 CP 运动。

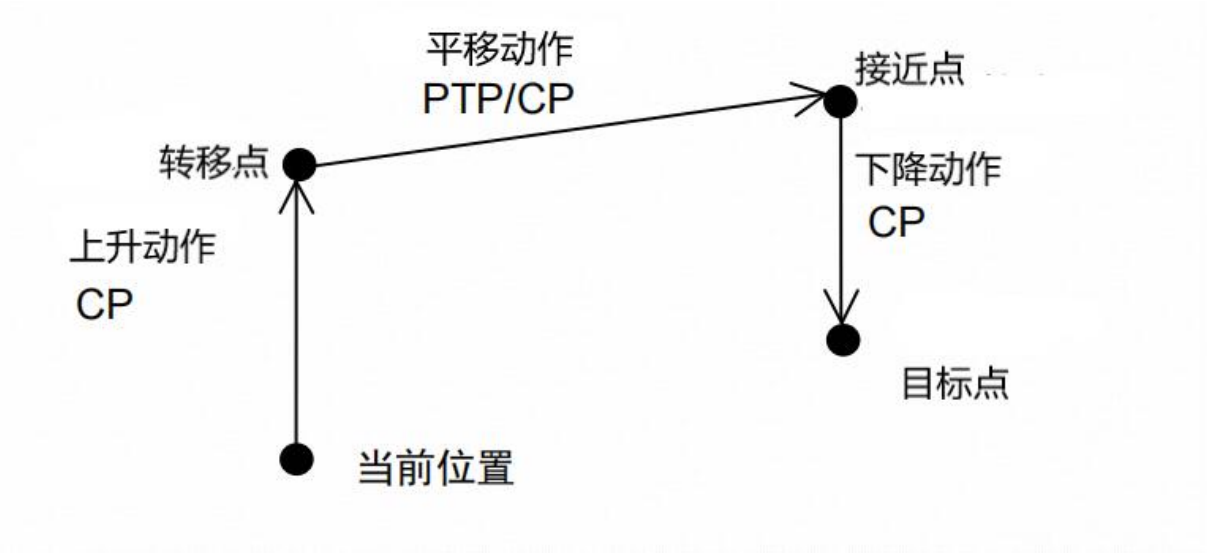


图 28-2

28.2.1.1 指令格式

res 返回值 = JUMPMOVE.Jump3/3CP(*TransferPoint* 转移点位置，*ApproachPoint* 接近点位置，*TargetPoint* 目标点位置，*arch_d1* 上升距离，*arch_d2* 下降距离，*UpSpeed* 抬升速度，*Jspeed* 平移速度，*DownSpeed* 下降速度，*Tool* 工具，*Zone* 圆滑过渡)

28.2.1.2 参数说明

表 28-2 Jump3/3CP 指令参数说明表

输入参数		
名称	类型	说明
TransferPoint	PointC	转移点位置，类型为 PointC
ApproachPoint	PointC	接近点位置，类型为 PointC
TargetPoint	PointC	目标点位置，类型为 PointC
arch_d1	LREAL	抬升阶段中，直线上升的距离
arch_d2	LREAL	接近阶段中，直线下降的距离
UpSpeed	SPEED	抬升阶段的速度(默认值 v500)
Jspeed	SPEED	平移阶段的速度(默认值 v500)
DownSpeed	SPEED	下降阶段的速度(默认值 v500)

Tool	TOOL	使用的工具（默认值 tool0）
Zone	ZONE	圆滑过渡系数(默认值 z10)
输出参数		
名称	类型	说明
res	INT	指令状态返回值 1　成功 -1　失败，转移点和接近点位置重合

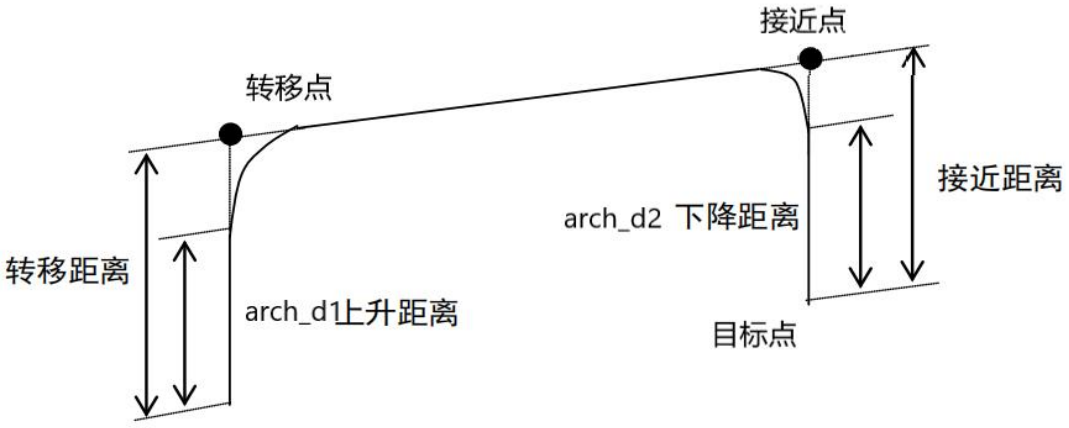


图 28-3　Jump3/3CP 运动示意图

注意：

1. 当 arch_d1 大于转移距离或 arch_d2 大于接近距离时，Jump3/3CP 指令将为纯门控运动。其抬升的位置则以转移点和接近点为准，圆滑过渡将取决于指令的输入：Zone 参数。

2. 当转移点 Z 方向高度低于当前位置时，Jump3/3CP 指令的转移点 Z 方向高度将以当前位置为准。

3. 当接近点 Z 方向高度低于目标位置时，Jump3/3CP 指令的接近点 Z 方向高度将以目标位置为准。

4. Jump3/Jump3CP 指令中的点用到 PalletChoose1/2 返回的点位时，需要保证 wobj_pallet 用户坐标系的 Z 方向与 tool 的 Z 方向保持一致。

28.2.2　使用示例

以 Jump3 指令为例：

登录
文件
程序
监控
TEST1.XPL
robot
变量
代码
子程序
日志
Main
1 MJOINT (*, v500, fine, tool0) ; 准备位置
2 p0 := POINTC(151.13, 272.85, -46.34, 105.95, 0, 0, CFG3) ; 转移点
3 p1 := POINTC(338.3, 164.44, -46.34, 105.95, 0, 0, CFG3) ; 接近点
4 p2 := POINTC(338.3, 164.44, -133.97, 105.95, 0, 0, CFG3) ; 目标点
5 res := JUMPMOVE.Jump3(p0, p1, p2, 50, 50, v200, v200, v200, tool0, z50) ; 调用Jump3指令
6 IF res = 1 THEN
7 MESSAGE ("jump move succeed") ;
8 ELSE
9 MESSAGE ("jump move failed") ;
10 END_IF ;
编辑
重新开始
Set PC
监视

28.3 Pallet 料盘管理指令

28.3.1 指令说明

Pallet 料盘管理功能是指通过相应的设置指令创建简单的码垛料盘坐标系，实现码垛和拆垛的工艺步骤。在 SCARA 机器人中常与 Jump 指令结合使用。

本功能包含以下 4 条指令：PalletSet 料盘设置指令，Pallet Choose1 料盘位置选择指令 1（位置坐标），Pallet Choose2 料盘位置选择指令 2（位置序号），PalletClr 删除料盘指令.

28.3.2 PalletSet 指令

28.3.2.1 指令格式

res 返回值 = TRAYSMAN.PalletSet(*Index* 料盘序号，O*utside* 延伸料盘标志位，*P0* 料盘原点，*P1* X 方向点，*P2* Y 方向点，*NumX* X 方向分区数量，*NumY* Y 方向分区数量)

28.3.2.2 参数说明

表 28-3 PalletSet 指令参数说明表

输入参数		
名称	类型	说明
Index	INT	料盘序号，范围 1-16
Outside	BOOL	在指定的料盘范围以外生成可选择的位置
P0	PointC	定义料盘用的原点位置
P1	PointC	定义料盘用的 X 方向位置
P2	PointC	定义料盘用的 Y 方向位置
NumX	INT	料盘 X 方向的分区数（0<NumX * NumY <=32767）
NumY	INT	料盘 Y 方向的分区数（0<NumX * NumY <=32767）
输出参数		
名称	类型	说明
res	INT	指令状态返回值 1 成功 -1 料盘序号超出范围 1-16 -2 料盘内分区位置超过范围（0<NumX * NumY <=32767）

注意：

1. P0，P1，P2 的示教位置如下图 32-4 所示：通过 3 点法在料盘上建立用户坐标系，确定料盘位置。
2. 料盘设置完成后，料盘将按照参数中的 NumX 和 NumY 的设置数量自动分区，分区的方法如下图 3-5 所示.

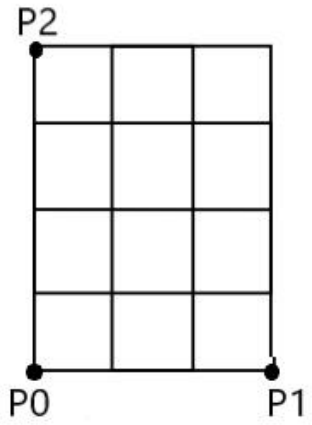
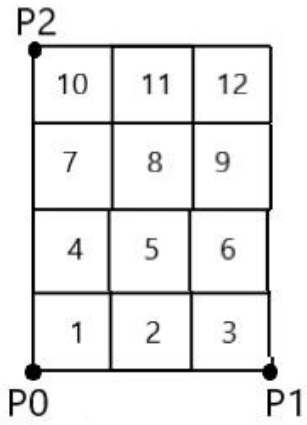


图 32-4



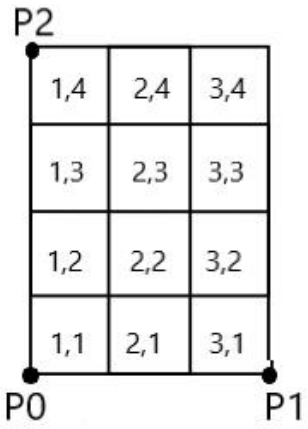


图 28-5

3. 可利用 Outside 指定在行和列的范围以外生成可接近的料盘，如下图 3-6 所示：

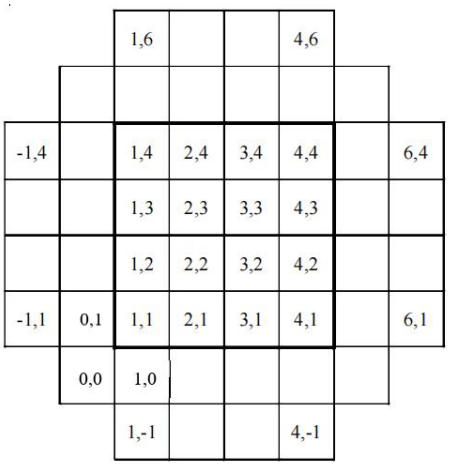


图 28-6

4. 3 点确定 wobj_pallet 用户坐标系时，若通过 PalletChoose1/2 指令返回的 pointc 点位用于 Jump3/Jump3cp 指令时，要确保 wobj_pallet 用户坐标系和 tool 工具坐标系的 Z 方向同向。

28.3.3 Pallet Choose1 指令

28.3.3.1 指令格式

pointc 指定位置坐标点，*res* 返回值 = TRAYSMAN.PalletChoose1(*Index* 料盘序号，*Index_X* X 方向分区坐标号，*Index_Y* Y 方向分区坐标号)

28.3.3.2 参数说明

表 28-4 PalletChoose1 指令参数说明表

输入参数		
名称	类型	说明
Index	INT	料盘序号，范围 1-16
Index_X	INT	以数值指定由托盘定义指定的 X 坐标

Index_Y	INT	以数值指定由托盘定义指定的 Y 坐标
输出参数		
名称	类型	说明
pointc	POINTC	返回料盘上置定位置的笛卡尔坐标值
res	INT	指令状态返回值 1　成功 -1　料盘序号未被设置 -2　料盘序号超出范围 1-16

注意：

1. 返回值 pointc 的参数类型为 POINTC，是以料盘坐标系为参考坐标系的笛卡尔坐标值。该值可直接作为 JUMP 指令的输入参数。

2. 当 OutSide=false 时，若 Index_X 或 Index_Y 的值超过 PalletSet 指令中的分区参数时，该值将自动被限制为最大分区数。例如：

TRAYSMAN.PalletSet(1,false,P0,PX,PY,5,6)

TRAYSMAN.PalletChoose1(1,10,4)

此时，Index_X 的参数 10 大于该托盘设置的 X 方向的分区数 5，因此 TRAYSMAN.PalletChoose1(1,10,4)指令的返回值将是 TRAYSMAN.PalletChoose1(1,5,4)的位置。

3. 当 OutSide=true 时，若 Index_X 或 Index_Y 的值超过 PalletSet 指令中的分区参数时，则会对应规划托盘外的位置。

4. 该指令返回的 pointc 点位用于 jump3 和 jump3cp 时要确保 wobj_pallet 坐标系的 Z 方向和 tool 的 Z 方向同向。

28.3.4　PalletChoose2 指令

28.3.4.1　指令格式

pointc 指定位置坐标点，***res*** 返回值 = **TRAYSMAN.PalletChoose2(*Index*** 料盘序号，***ID*** 托盘位置编号)

28.3.4.2　参数说明

表 28-5　PalletChoose2 指令参数说明表

输入参数		
名称	类型	说明
Index	INT	料盘序号，范围 1-16
ID	INT	料盘上的编号位置，沿料盘 X 方向从小到大依次排列，一行排满后再延 Y+方向重启下一行
输出参数		
名称	类型	说明
pointc	POINTC	返回料盘上置定位置的笛卡尔坐标值
res	INT	指令状态返回值 1　成功

		-1 料盘序号未被设置 -2 料盘序号超出范围 1-16

注意：

1. 返回值 pointc 的参数类型为 POINTC，是以料盘坐标系为参考坐标系的笛卡尔坐标值。该值可直接作为 JUMP 指令的输入参数。
2. 该指令无法返回料盘外的位置，当 OutSide=true 时，尽管 ID 输入超过了料盘上分区的最大编号，该指令也将返回最大编号位置。
3. 该指令返回的 pointc 点位用于 jump3 和 jump3cp 时要确保 wobj_pallet 坐标系的 Z 方向和 tool 的 Z 方向同向。

28.3.5 PalletClr 指令

28.3.5.1 指令格式

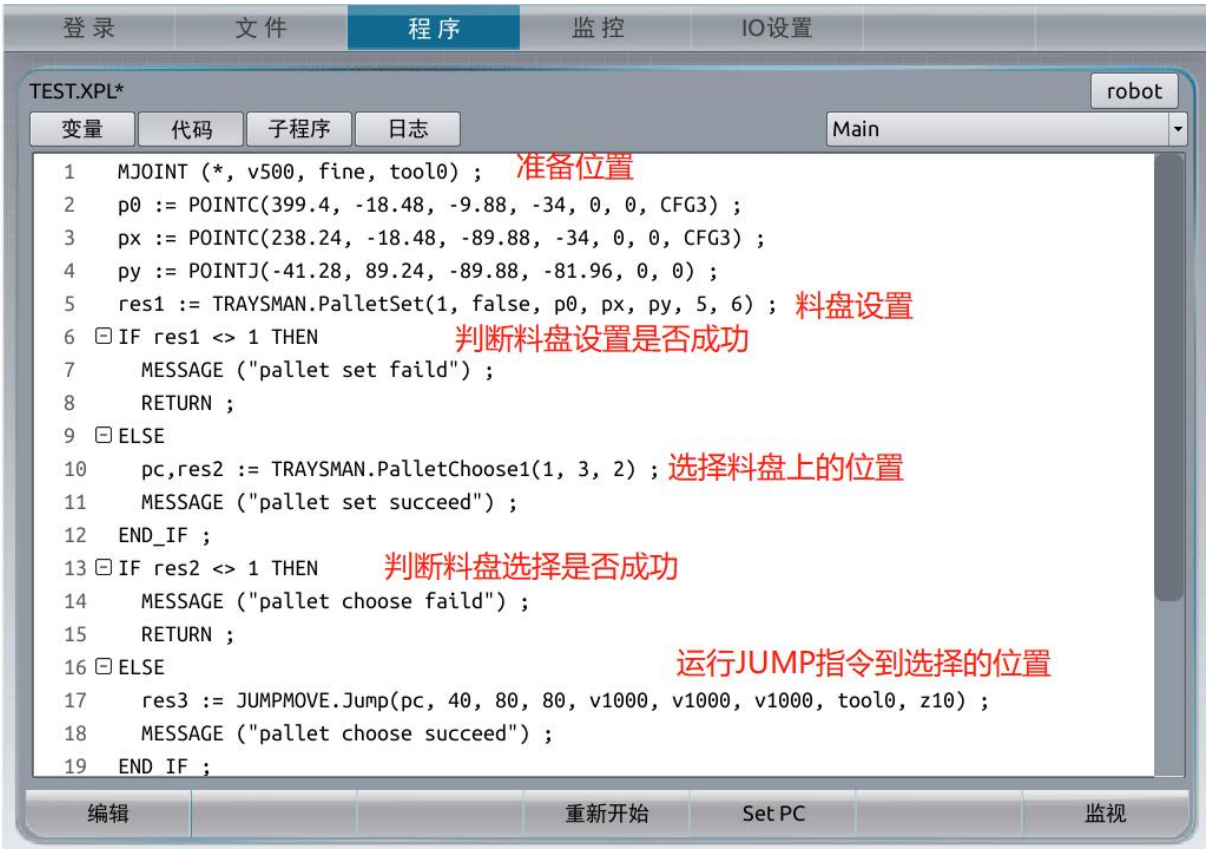
TRAYSMAN.PalletClr(Index 料盘序号)

28.3.5.2 参数说明

表 28-6 PalletClr 指令参数说明表

输入参数		
名称	类型	说明
Index	INT	料盘序号，范围 1-16

28.3.6 使用示例


登录
文件
程序
监控
IO设置
TEST.XPL*
robot
变量
代码
子程序
日志
Main
1 MJOINT (*, v500, fine, tool0) ;
准备位置
2 p0 := POINTC(399.4, -18.48, -9.88, -34, 0, 0, CFG3) ;
3 px := POINTC(238.24, -18.48, -89.88, -34, 0, 0, CFG3) ;
4 py := POINTJ(-41.28, 89.24, -89.88, -81.96, 0, 0) ;
5 res1 := TRAYSMAN.PalletSet(1, false, p0, px, py, 5, 6) ;
料盘设置
6 IF res1 <> 1 THEN
判断料盘设置是否成功
7 MESSAGE ("pallet set faild") ;
8 RETURN ;
9 ELSE
10 pc,res2 := TRAYSMAN.PalletChoose1(1, 3, 2) ;
选择料盘上的位置
11 MESSAGE ("pallet set succeed") ;
12 END_IF ;
13 IF res2 <> 1 THEN
判断料盘选择是否成功
14 MESSAGE ("pallet choose faild") ;
15 RETURN ;
16 ELSE
运行JUMP指令到选择的位置
17 res3 := JUMPMOVE.Jump(pc, 40, 80, 80, v1000, v1000, v1000, tool0, z10) ;
18 MESSAGE ("pallet choose succeed") ;
19 END_IF ;
编辑
重新开始
Set PC
监视

第 29 章　Mot 程序管理

29.1　本章简介

本章主要介绍 Mot 程序的编辑管理功能和 Mot 程序在程序中调用方法。此功能可代替 RPL 编程功能，记录大量的轨迹点位数据用于优化运动轨迹，一般需要配合无关节动力臂等外部设备采集数据后使用。

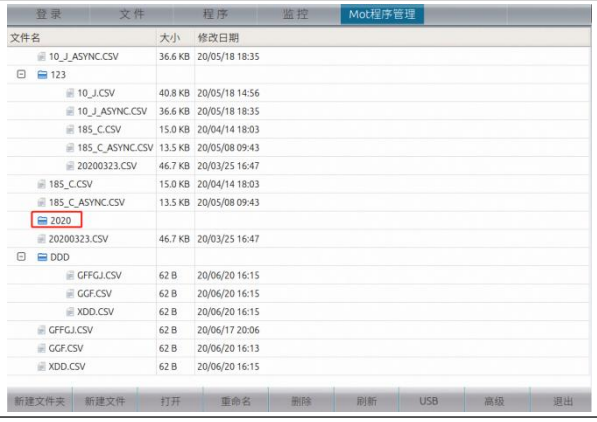
29.2　Mot 程序管理

Mot 程序管理目前可以对轨迹运动点数据程序文件进行管理和编辑操作，功能包括新建、重命名、删除、USB 的导入和导出、复制、剪切和粘贴，以及对 Mot 程序进行编辑和手动运行操作。

29.2.1　新建文件夹

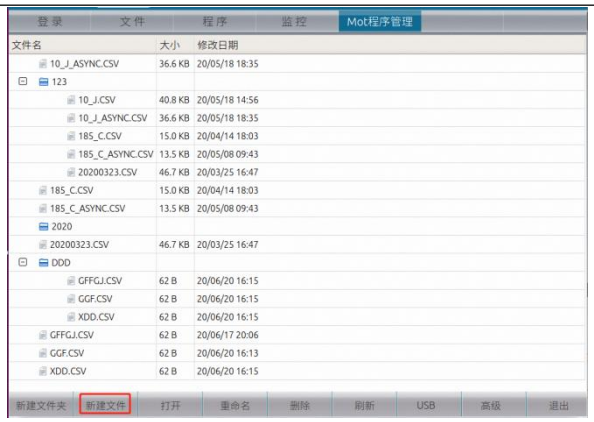
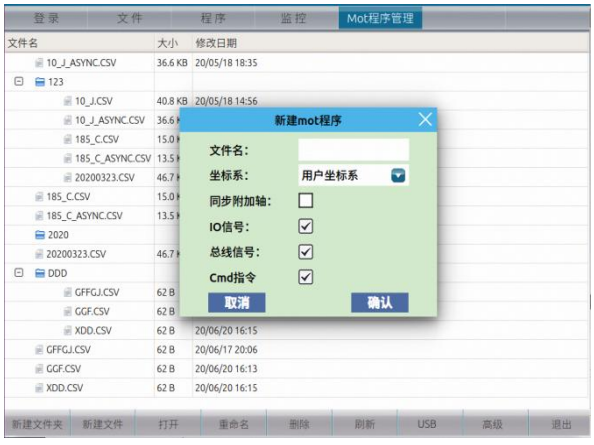
表 29-1 新建文件夹操作步骤

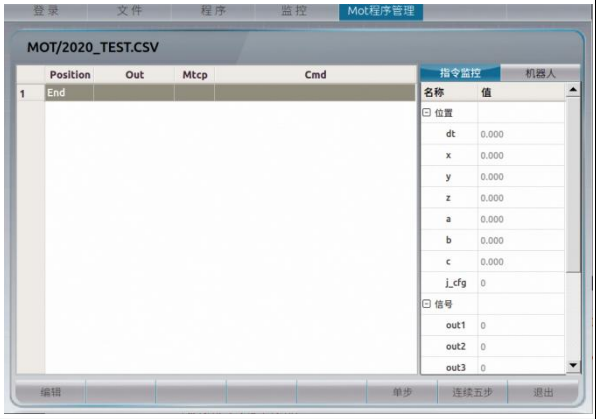
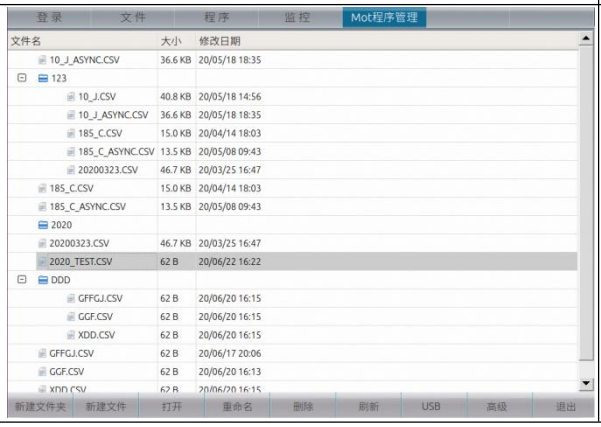
步骤	图示	说明
1.打开 Mot 程序管理。		打开示教器桌面，点击 Mot 程序管理图标进入 APP 界面。
2.新建文件夹。		点击“**新建文件夹**”按钮。
3.为新建文件夹命名。		在弹出命名窗口后输出新建文件夹的名称。 点击绿色“√”按钮，创建新文件夹。

29.2.2 新建文件

表 29-2 新建文件操作步骤

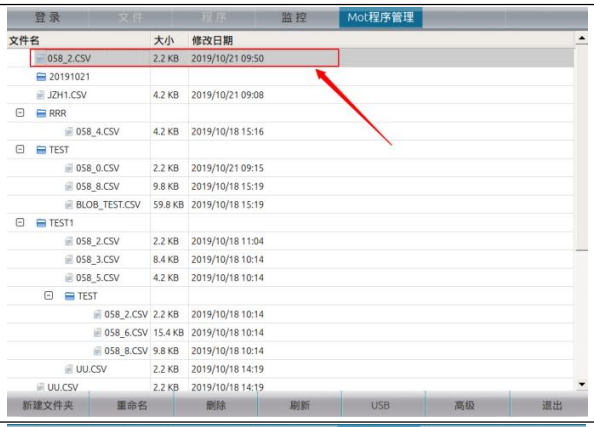
步骤	图示	说明
1.选择新建文件位置，点击**“新建文件”**按钮。		选中文件夹名称或者该文件夹目录下的文件，则新建的文件在该目录下。 未选中或者选中根目录下文件，新建文件在根目录中。
2.设置新建文件内容。		文件名：新建文件的名称。 坐标系：可选择用户坐标系和关节坐标系。表示 Mot 程序中只能记录该坐标系下的数据。 同步附加轴：选择是否需要记录同步附加轴位置。勾选则记录两个同步附加轴位置（实际小于 2 个附加轴时，无实际附加轴的轴数据一直为 0）。 IO 信号：选择程序中是否需要改变 IO 状态的信号。 总线信号：选择程序中是否需要设置 modbus

		可读可写变量中 bool 信号的状态。 Cmd 指令：选择程序中是否需要设置 Cmd 指令。Cmd 中主要可以设置 IO 和 modbus_RW 的 bool 信号输出脉冲，以及控制附加轴进行异步运动。
3. 新建文件后进入到编辑界面。		
4. 退出可查看新建的文件。		

29.2.3 重命名

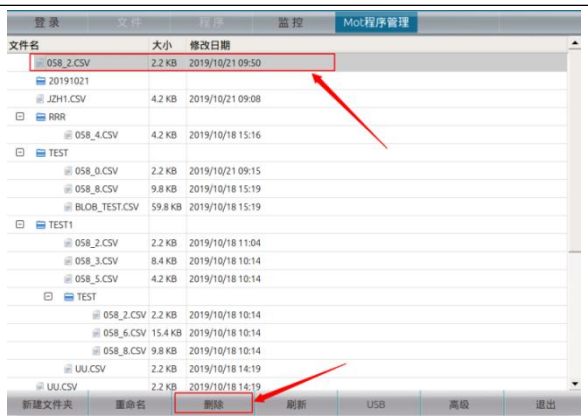
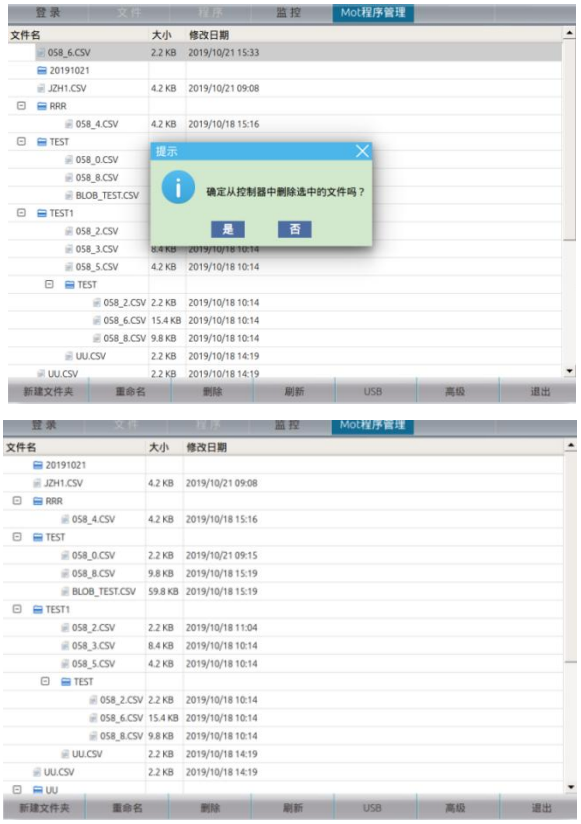
表 29-3 重命名操作步骤

步骤	图示	说明

1. 选择需要重命名的文件或文件夹。此次以文件为例，文件夹的操作步骤相同。		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。 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。

29.2.4 删除

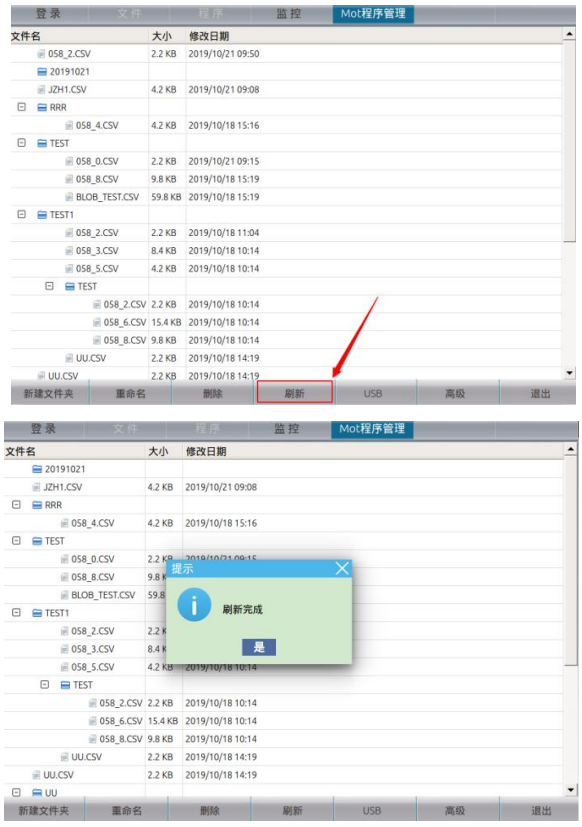
表 29-4 删除操作步骤

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。

29.2.5 刷新

表 29-5 刷新操作步骤

步骤	图示	说明

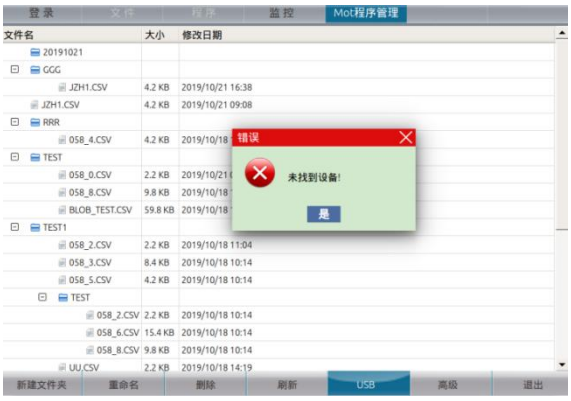
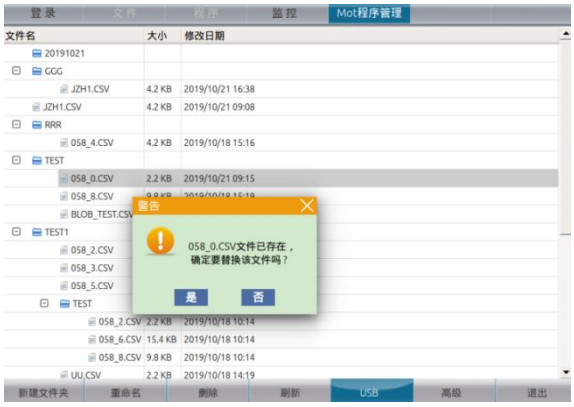
1.使用网线等外部文件传输后，刷新示教器 Mot 程序界面显示。		点击“**刷新**”按钮。 弹窗提示“**刷新完成**”。

29.2.6 USB

29.2.6.1 导出

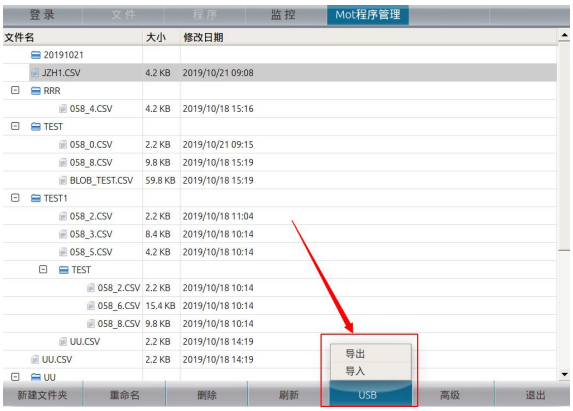
表 29-6 USB 导出操作步骤

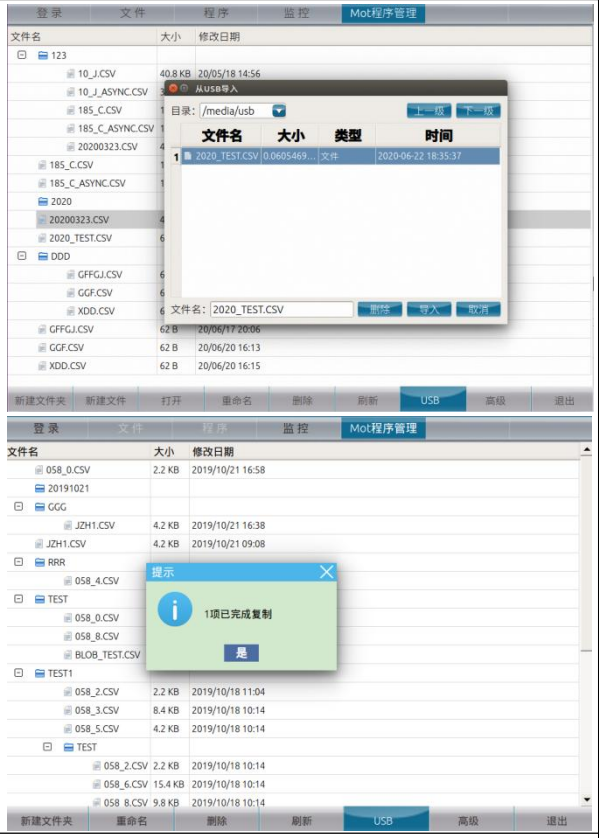
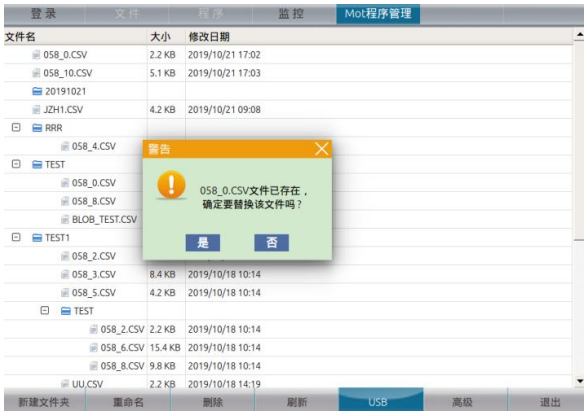
步骤	图示	说明
1.USB 导出功能是用于一次性将控制器内若干 Mot 程序文件或文件夹导出到 U 盘中。此处以文件为例，文件夹的操作与文件相同。		插入一个可用 U 盘。 选中需要导出的一个或多个文件（选中的文件背景会变灰色）。 点击“USB”按钮，再选择“**导出**”功能。 导出成功后则有如下图弹窗提示。 **注：若未正确插入 U 盘或者 U 盘无法被识别则会弹窗提示“未找到设备!”。**

		
2. 若被导出的文件或文件夹已存在于U盘中，则可以选择是否替换。		点击**“是”**则替换U盘中该文件。 点击**“否”**则取消本次导出功能，弹窗提示**“0项已完成复制”**。 **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。**

29.2.6.2 导入

表 29-7 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。

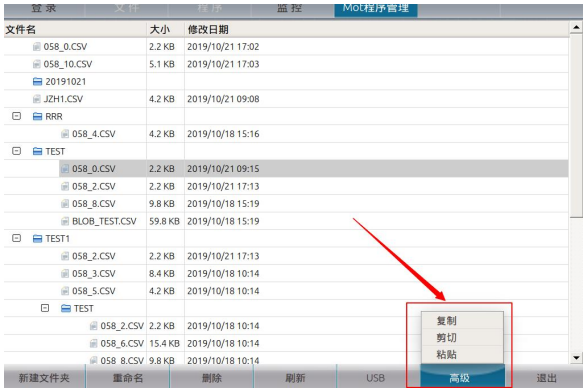
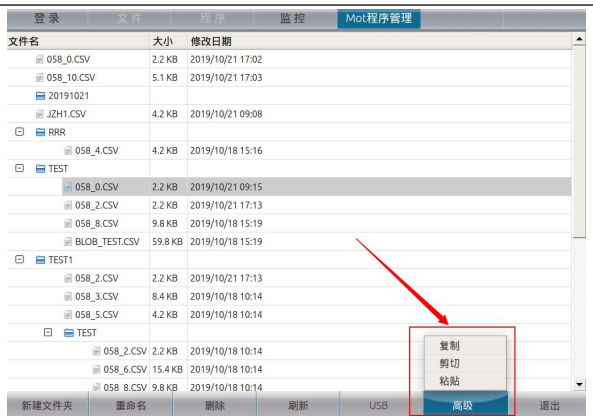
2. 选中文件，并导入。		选中需要导入的文件（选中的文件背景会变蓝色）。 点击蓝色“**导入**”按钮。 导入成功后则有如下图弹窗提示。
2. 若被导入的文件或文件夹已存在于控制器中，则可以选择是否替换。		点击“**是**”则替换控制器中该程序文件。 点击“**否**”则取消本次导入功能。 **注：1. 若导入的是文件夹，且在控制器中已存在同名文件夹，则 U 盘和控制器中的同名文件夹合并，并将控制器文件夹中的同名文件进行替换。** **2. 文件夹的导入只导入两层文件夹中内容，若有第三层文件夹则不作处理。**

29.2.7 高级

29.2.7.1 复制&剪切

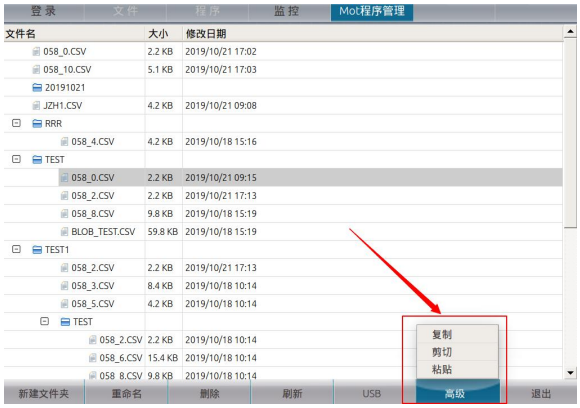
表 29-8 复制&剪切操作步骤

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。 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。 点击**“高级”**按钮，再点击弹出的**“剪切”**按钮。

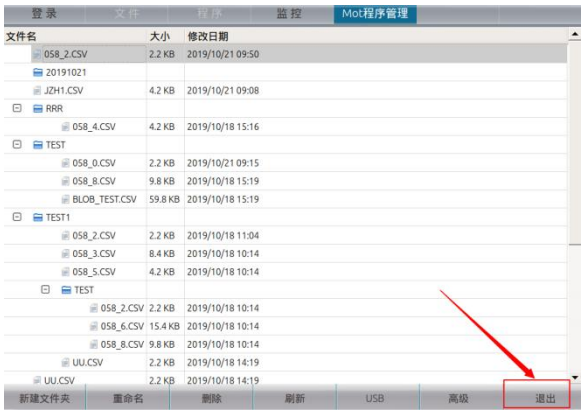
29.2.7.2 粘贴

表 29-9 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。 复制或剪切的文件或文件夹则会被粘贴至指定路径下。 **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。**

29.2.8 退出

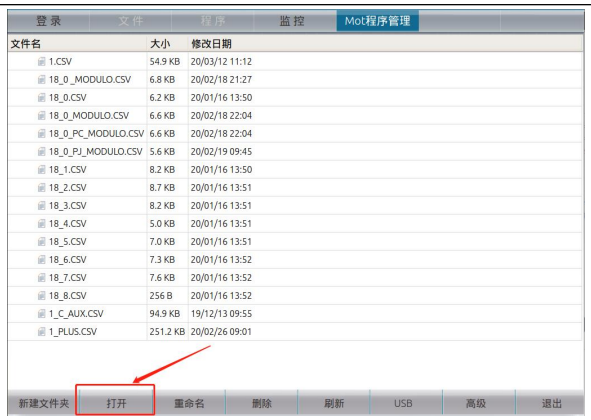
表 29-10 退出操作步骤

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。		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。

29.3 Mot 程序编辑和运行

29.3.1 程序编辑

表 29-11 程序编辑操作步骤

步骤	图示	说明
1. 打开或新建一个 Mot 程序。		选择想要编辑的 Mot 程序，点击**“打开”**按钮，则可以查看程序内容。 新建 Mot 程序则根据实际应用选择指令信息。

界面右侧可以看到当前指令的详细信息以及监控机器实时位置。

1）指令监控

分为位置信息和信号信息，分别如下：

位置：

dt：等时插补的点位之间的时间间隔。

xyzabc：机器人用户坐标系下的位置。

j_cfg：关节姿态，示教后会根据位置自动计算，请不要随意修改。

j1-j6：机器人关节坐标系下的位置。

flags：关节标志位，关节坐标系固定为 1。

aux1-aux2：同步附加轴 1-附加轴 2 的关节位置。

注：当记录数据为用户坐标系时，位置信息由 dt、xyzabc、j_cfg 和 aux1-aux2 组成，当记录数据为关节坐标系时，位置信息由 dt、j1-j6、flags 和 aux1-aux2 组成。这两种情况下，若无同步附加轴，可以选择不记录 aux1-aux2。

信号：

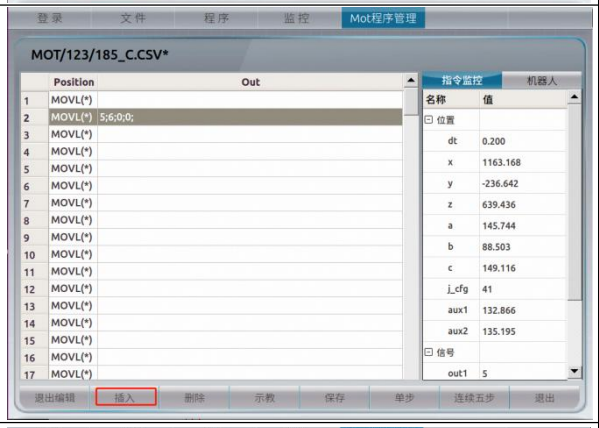
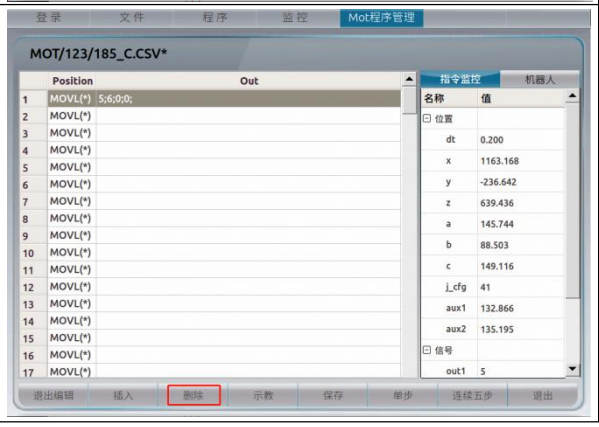
out1-out4：IO 输出端口输出，最多可设置 4 个 io 口，正数表示对应口输出高电平，负数表示对应口输出低电平。

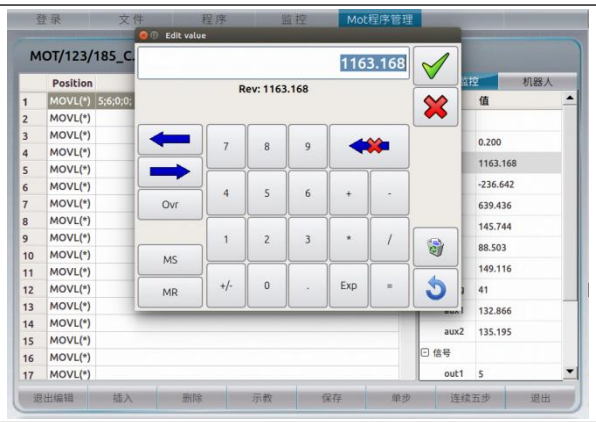
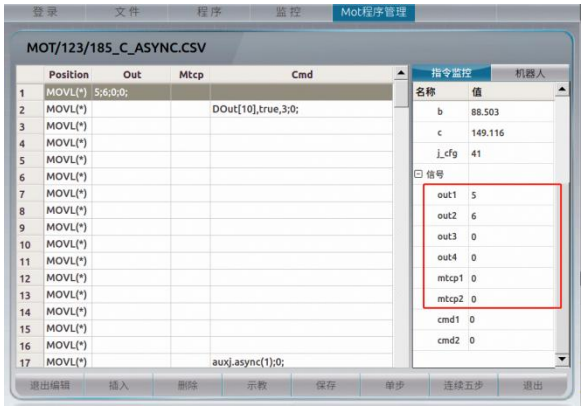
mtcp1-mtcp2：总线 modbus_rw_b 的端口输出，最多可设置 2 个总线口，正数表示对应口输出高电平，负数表示对应口输出低电平。

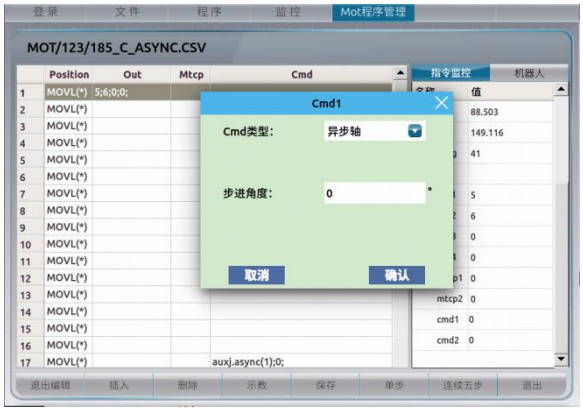
cmd1-cmd2：设置 io 或者总线 modbus_rw_b 的端口输出脉冲，或者控制异步轴运动，最多可设置 2 个端口。

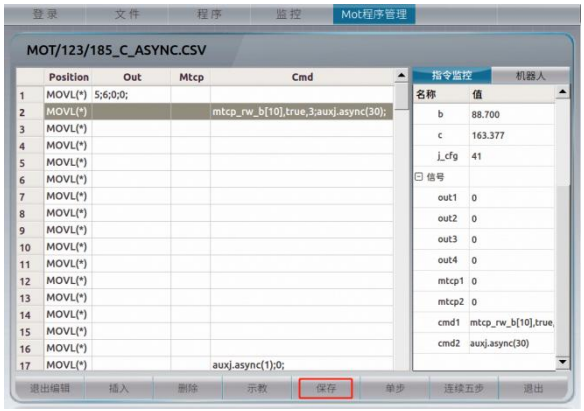
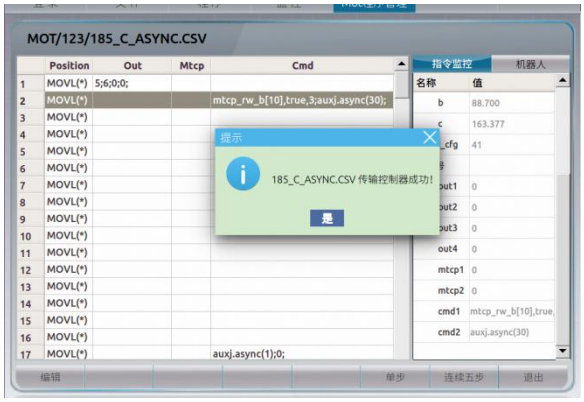
2）机器人信息

机器人信息用来查看机器人当前位置信息，可以查看关节坐标系、机器人坐标系和用户坐标系下的机器人位置。同时可以查看附加轴当前位置。

2. 进入编辑状态。		点击左下角“**编辑**”按钮，可以进入编辑状态。
3.插入程序。		点击“**插入**”按钮，在当前选中行上方插入一个点位。点位的位置为当前机器人所在位置。
4.删除程序。		点击“**删除**”按钮，会将当前选中行删除。

5. 示教程序。		点击“**示教**”按钮，会将当前选中行位置修改为当前机器人位置信息。
6. 手动编辑。		先选中需要修改的行； 在右边窗口，点击需要修改的数据，会弹出如图的键盘； 在键盘中输入修改后的值，点击“√”即可。
7. 设置 IO/总线输出。		输入 io 地址则将对应地址的 io 口置为 True，输入负的 io 地址，则将 io 口置为 False。 如图第三行 out1 和 out2 输入 13、14，则运行这一行，13、14 号 io 会置为 True；在第七行 out1、out2 输入-13、-14，则运行这一行，13、14 号 io 会置为 False。此处打开和关闭 io 口可以不在同一个 out 通道，即-13、-14 在 out3 或者 out4 中，效果相同。 总线输出和 io 相同。

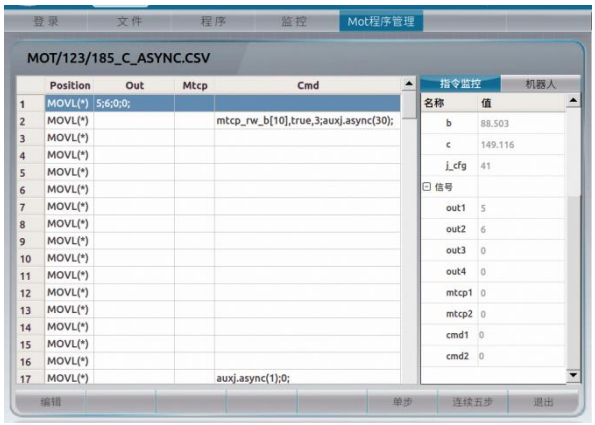
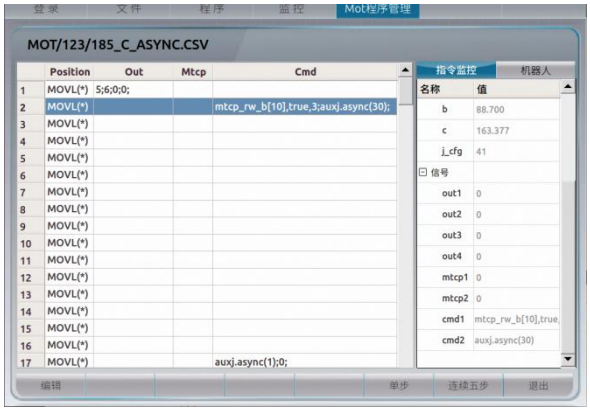
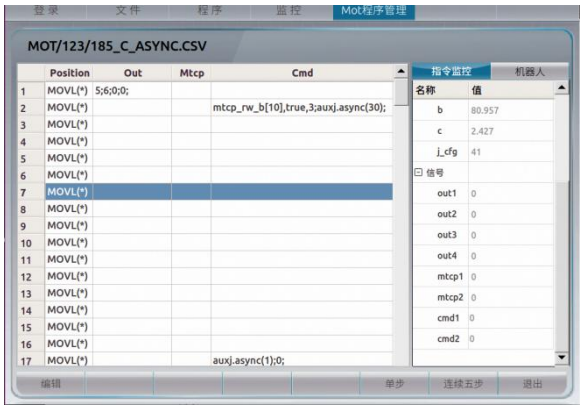
8. 设置 cmd 信号	 	Cmd 类型：分为未使用、脉冲、异步轴。三种 cmd 的格式为： 未使用：0。 脉冲：DOut[port], value, time 或 mtcp_rw_b[port], value, time。 附加轴：auxj.async(angle)。 **1)脉冲参数说明** 脉冲信号：可选择 io 和 modbus 可读可写 bool 变量。 端口(port)：输出端口号。 值(value)：输出的值，true 或 false。 时间(time)：输出脉冲的持续时间。 **2)附加轴参数说明** 步进角度(angle)：附加轴异步运动的角度值。附加轴轴数由总线信号确定，如果程序中使用同步轴，则异步轴指令不生效。

9. 保存程序。	 	点击“**保存**”按钮，会将文件保存并下发控制器，成功后有如图提示。

29.3.2 程序运行

表 29-12 程序运行操作步骤

步骤	图示	说明
1. 打开 Mot 程序。		选址想要编辑的 Mot 程序，点击“**打开**”按钮，则可以查看程序内容。

		
2. 单步运行。		打到自动模式并上伺服，或者手动模式下，按住手压。 点击“**单步**”按钮。机器人运动到该点。
3.连续 5 步		打到自动模式并上伺服，或者手动模式下，按住手压。 点击“**连续五步**”按钮。机器人按程序连续运行 5 个位置点。

29.4 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。

29.4.1 指令

1. mot.exec()

表 29-13 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：0 是 Mot 禁止；1 是 Mot 空闲；2 是运行；3 是丢弃；4 是错误

例子：

Mot_status = Mot.exec(“/Mot/1_c.csv”,1)

程序调用示例：

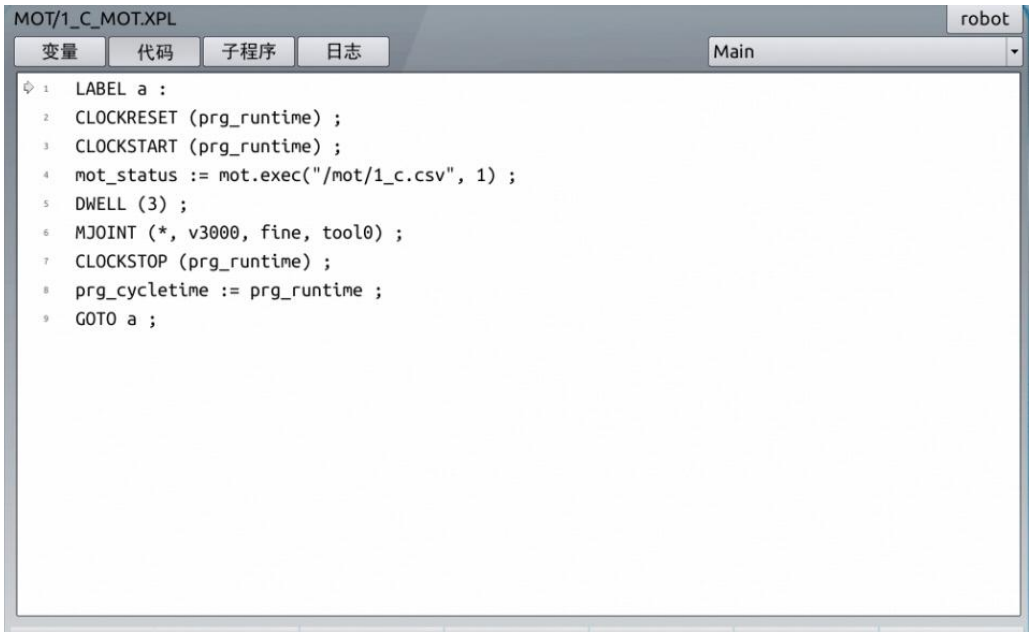


图 29-1 程序调用界面

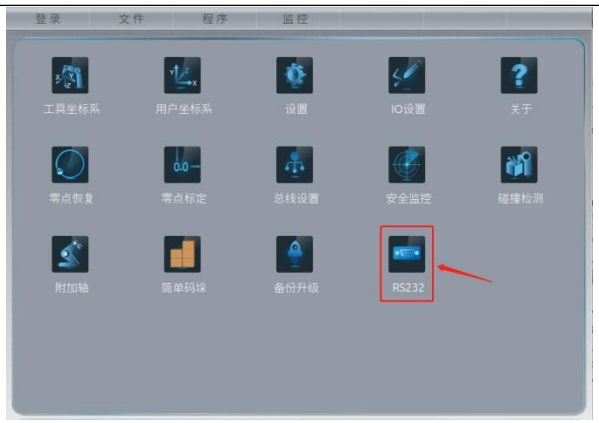
第 30 章　RS232 串口操作说明

30.1　章节简介

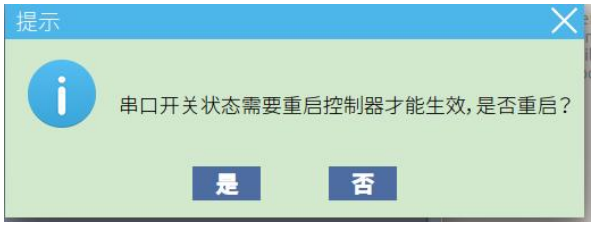
RS232 串口通讯是通过串口线将两台设备连接起来进行通讯，需要设置串口的通讯参数包括数据的波特率、校验位、起始位和停止位，校验位等。可通过通讯串口发送指令。

30.2　通信设置

表 30-1 通信参数设置操作说明

步骤	图片	描述
1.打开“RS232”APP。		点击“RS232”App 打开 RS232 通信参数设置界面。
2.设置相关参数信息。	 	点击需要修改设置的参数的编辑框，编辑需要的值。相关参数： 1. 波特率：需要和外部设备的端口波特率设置值一样。可选的波特率有: 110 - 150 - 300 - 600 -1200 - 2400 - 4800 -9600-19200 - 38400 -57600 - 115200。 2.校验位:’0’表示无校验位,’1’表示奇校验,’2’表示偶校验，需要和外部设备设置保持一致。 3.停止位:’1’或’2’可选，需要和外部设

		备设置保持一致。 4.数据位：需要和外部设备设置保持一致。 5.超时时间：用户自己定义，以 ms 为单位，如果执行 COMRECV 这条指令，则在这段时间内，会 一直检测设备端是否有数据发送过来，如果超时未收到数据那么指令 COMRECV 会返回 false 代表接收失败。 6.首字符：接收字符串时的首字符串，如果没有则空着，如果有，则填入；首字符串不能大于 128 个字符。 7.尾字符：接收字符串时的尾字符串，如果没有则为空，不能大于 128 个字符。
3.保存设置的相关参数。		点击保存，弹出保存通信参数文件到控制器成功，不成功则会有相应失败提示框。

4.RS232 串口硬件开关设置。	 	如果改变 RS232 串口硬件开关状态，则保存时会在通信参数保存成功后保存串口开关状态，保存成功则弹出“串口开关状态需要重启控制器才能生效，是否重启？”；如果点击是则自动重启控制器生效串口开关状态，点击否则不生效，此时切换界面，串口开关状态还原。
5.退出“RS232”App.		点击“退出”按钮，退出当前 APP。

30.3 指令说明

1. S232.comopen()

输入参数：无

输出参数：无

功能：初始化串口参数，根据示教器 RS232 界面的参数设置:包含 RS232 的波特率、校验位、停止位、数据位来初始化串口。

2. S232.comsend()

输入参数：(str) string 类型的字符串，最大长度 128byte。

输出参数：(txreturn)返回值，true 发送成功，false 发送失败。

功能：将 string 类型的十进制字符串通过 RS232 端口向外发送,发送成功函数会返回 true。

3. S232.comrecv()

输入参数：无

输出参数：(str)返回数据帧的负载信息，最大长度 128byte。

(rxreturn)true 发送成功，false 发送失败。

功能：对 RS232 收到的字符串进行解析，剔除帧头，剔除帧尾，将中间的负载信息填入**输出参数(str)**。

例如下图，帧头字符 vb，帧尾字符#，如果此时收到的字符串是:”45*vb0d2^/+#”那么此时返回值**(str)**=”0d2^/+”，如果收到的字符串是:”sdvbdsdjdsjjd65sa”或者”+@gsfahjsjks”等无帧头或无帧尾的数据则**(rxreturn)**返回 false，**(str)**为空

对于无帧头或即无帧头又无帧尾的数据帧，在示教器界面的帧头或帧尾参空白不填即可，**comrecv()**指令会自动忽略帧头检查或帧尾检查。

4. S232.comsendhex()

输入参数：(str) string 类型的字符串，最大长度 128byte。

输出参数：(txreturn)返回值，true 发送成功，false 发送失败。

功能：将 string 类型的 16 进制字符串通过 RS232 端口向外发送。

5. S232.comrecvhex()

输入参数：无

输出参数：(str)返回数据帧的负载信息，最大长度 128byte。

(rxreturn)true 成功，false 失败。

功能：对 RS232 收到的十六进制字符串以十六进制格式进行解析，**输出参数(str)**。

6. S232.HEXtoD()

输入参数：(str)十六进制字符串,最大长度 128byte。

输出参数：(D)返回十进制 int 类型值。

功能：将十六进制格式的字符串(hex)转换为十进制整形(dec)。

7. S232.DtoHEX()

输入参数：(D)十进制 int 类型值。

输出参数：(str)十六进制字符串,最大长度 128byte。

功能：将十进制整形(dec)转换为十六进制格式的字符串(hex)。

8. S232.HEXredBIT()

输入参数：(D)十进制 int 类型值 ， (str)十六进制字符串。

输出参数：(bit)布尔类型。

功能：读取十六进制字符串中指定位的值,并通过函数返回值返回。

9. S232.HEXsetBIT()

输入参数：(D)十进制 int 类型值 ,(bit)布尔类型， (str)十六进制字符串。

输出参数：(str)布尔类型。

功能：向十六进制字符串中指定位置写布尔类型值,函数返回被按位赋值的字符串。

10. S232.comclear()

输入参数：无

输出参数：无

功能：RS232 接受数据具有缓存机制,不及时读取缓存会持续增加,需要即时读取或清除,否则无法正常接收数据。

30.4 示例程序

变量

程序变量

```
Bool rxreturn

String rxbuf

Bool txrt
```

代码

```
（*初始化串口硬件参数*）
```

```
rs232.comopen();
（*发送字符串*）
txrt :=rs232comsend(“helloword”);
（*接收字符串，将其放到 rxbuf 中*）
rxbuf , rxreturn :=rs232comrecv();
```

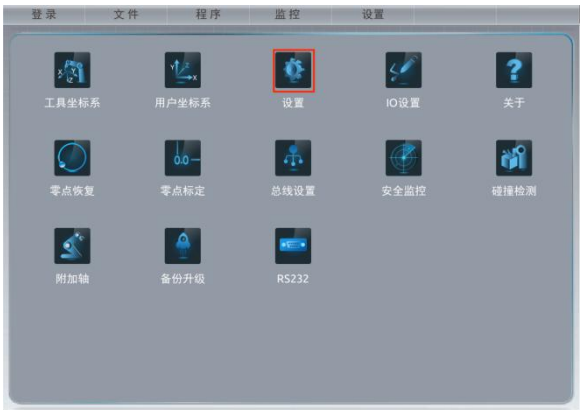
第 31 章　软伺服

31.1　功能简介

开启软伺服功能后，可以限定机器人的输出力矩。若机器人在运动过程中不可避免得与周围设备发生碰撞，启用软伺服并设置合理的柔软度等级，可以在不影响轨迹精度的情况下减小碰撞后机器人的挤压力，保护机器人及周围设备。

31.2　操作界面

表 1 软伺服配置操作步骤

步骤	图片	描述
1.点击左上角 logo，打开应用界面。		
2.点击“**设置**”APP 图标进入设置界面。		
3：打开“**高级设置**”界面		

4：点击“**解锁**”按钮，输入解锁密码，进行界面解锁		
5：点击“**软伺服**”标签		
6：进入软伺服界面	 	1、若当前机型不支持软伺服功能，则界面不可用，如上图所示 2、若当前机型支持软伺服功能，则界面可用，如下图所示 3、界面中“配置软伺服功能”灯亮表示当前机型支持软伺服功能。 4、界面中“软伺服开关”用于控制软伺服功能的开启和关闭。 5、“当前柔软度”是指机器人各轴的柔软度等级，当前柔软度等级范围为 1~5。 6、“临时柔软度”是由软伺服指令控制的（界面无法修改），开机后默认为 0。取值范围为-4~0。

7：若机器人需要使用软伺服功能时，请根据机器人的动力学误差大小（参看 **1.4 操作建议**），设置合适的柔软度等级	 	1、当机器人处于上伺服状态时，界面将无法操作。若需要开关软伺服或调整参数，请下伺服 2、柔软度越高，伺服刚性越弱。碰撞保护作用越好，同时也越容易引起伺服堵转或跟随误差报警。 3、设置柔软度过程中，如果出错了，点击“**放弃**”按钮将恢复为之前保存的值。
8：修改完柔软度后，点击“**保存**”按钮将弹出提示界面，点击“**是**”则保存参数，并弹出保存成功的提示框，点击“**否**”则不会保存。	 	

9、确认软伺服参数，负载参数，安装方式等已正确设置后点击“**软伺服开关**”开启软伺服功能。		
10、当机器人处于上伺服状态时，将无法开启或关闭软伺服以及调整柔软度。		
11、若机器人需要关闭软伺服功能时，请点击“**软伺服开关**”关闭软伺服功能。		

31.3 操作指令

考虑到机器人负载切换时，因为实际负载切换的时刻与负载切换指令的执行时间并不完全一致，可能会在负载切换的时候触发机器人堵转报警。针对这一情况，提供了临时柔软度的相关设置，激活指令如下：

软伺服功能总共提供四条指令，分别如下：

1. void softservo.setTempSoftness(int s1,int s2, int s3, int s4, int s5, int s6)

说明：临时柔软度设置指令，调用后将设置临时柔软度值，临时柔软度范围为-4~0。若任意一轴的临时柔软度和当前柔软度之和小于 1，则临时柔软度将会被重置如下式所示。式中 S_{temp} 表示临时柔软度，S_{curr} 表示当前柔软度。

$$s_{temp} = -(s_{curr} - 1)$$

2. void softservo.clearTempSoftness()
   说明：临时柔软度清空指令，调用后将设置所有轴的临时柔软度值为 0。

3. void softservo.enableTempSoftness()
   说明：软伺服临时柔软度使能指令，调用后将激活临时柔软度。

4. void softservo.disableTempSoftness()
   说明：软伺服临时柔软度禁用指令，调用后将禁用临时柔软度。

程序代码参考示例（假设切换负载时 4,5,6 轴曾报堵转报警）

```
（*设置软伺服临时柔软度参数*）
softservo.setTempSoftness(0,0,0,0,-1,-1);
LABEL start;
collision.setPayLoadPar(1,true)
（*作业程序段 1 开始-负载 1*）
MJOINT(P1,V100pec,fine,tool0);
.....
MLIN(P10,V100pec,fine,tool0);
（*作业程序段 1 结束-负载 1*）
softservo.enableTempSoftness()
io.DOut[5] = true
collision.setPayLoadPar(2,true)
softservo.disableTempSoftness()
（*作业程序段 2 开始-负载 2*）
MJOINT(P11,V100pec,fine,tool0);
.....
MLIN(P20,V100pec,fine,tool0);
（*作业程序段 2 结束-负载 2*）
GOTO start
```

31.4 操作建议

1. 软伺服开关、柔软度等级是掉电保存的，若关机前已开启软伺服，重启后软伺服自动处于开启状态。
2. 如果机器人上伺服前负载发生了变化，如拆卸或安装了负载，上伺服后机器人可能会弹出报警，提示有堵转风险，并下伺服。这种情况下，请务必关闭软伺服功能，再激活负载，最后再下伺服后开启软伺服功能。
3. 如果机器人是非正装方式，需要设置正确的安装方式并确认负载设置正确的情况下再开启软伺服功能。
4. 在容易出现碰撞的情形下，建议软伺服与碰撞检测同时开启对机器人及外设的保护作用最好。

5. 软伺服的效果与动力学模型的精度有关，建议在使用软伺服之前进行负载辨识或负载设定。

6. 软伺服目前仅支持清能 R6,RC,RD 三款驱动器，其他驱动暂不支持。若机器人驱动器为清能 R6,RC,RD 中的一种，但启用软伺服失败，则需要对驱动器固件进行升级。

7. 如果开机后出现 5013 号报警提示“伺服参数已修改，请重启机器人!”，重启机器人即可。

8. 机器人各轴的柔软度等于当前柔软度与临时柔软度之和，若柔软度小于 1，与设置为 1 的效果相同。

9. 临时柔软度使能和禁用指令仅能用于负载切换时，具体使用方法参考代码示例。

10. 柔软度等级越高，机器人刚性越弱，开启软伺服后，对机器人碰撞后的保护作用越好，但有可能会因为伺服跟随能力弱而造成路径偏移，也有可能出现堵转或跟随误差报警。柔软度的设置可以参照碰撞检测的灵敏度进行设置。具体操作如下：

- 将碰撞检测的灵敏度设置为 100%；
- 单独开启碰撞检测，不开启软伺服功能；
- 正常运行程序，若有碰撞误报警，则提高“碰撞”轴的碰撞检测基本值，直至运行程序时不会发生碰撞误报警。
- 根据各轴的碰撞检测基础值设置各轴的柔软度，规则如下：

碰撞检测基础值	推荐柔软度
0% ~ 20%	4
20% ~ 40%	4 或 3
40% ~ 60%	3 或 2
60% ~ 80%	2 或 1
80% ~ 90%	1
90%以上	不建议使用，请准确设定/辨识负载

第 32 章　抑振功能

32.1　功能概述

抑振功能目前主要包括两个子功能**振动抑制**和**主动抑振**。

振动抑制功能是针对控制器运动规划对机械系统振动的激励效应开发的功能，会在一定程度下改变规划的轨迹，但对于定位精度无影响（需要在 fine 指令后添加足够的等待时间，或添加 system.wait_fine 指令）。主要用来解决机器人**高速定位抖动**的问题。振动抑制功能包含两部分内容即**振动频率监测**和**抑振设置**。**振动频率监测**用于监测机器人运行中的**振动频率**，为**抑振设置**提供参考；**抑振设置**用于对**高速定位抖动**进行抑制。

主动抑振功能用于抑制机器人低速运动时的持续性振动。主动抑振功能包含两部分，即**振动监测**功能和**低速抑振**功能，**振动监测**功能用于监测机器人的**振动情况**，便于确定振动的轴和振动的强度；**低速抑振**功能用于对**低速**运行时的振动进行抑制。

功能的优点

- 显著改善机器人运行中的末端抖动
- 抑制低速运行时的持续性振动
- 具备在线的振动监测功能，便于针对现场使用工况进行调试

32.1.1　运行环境

- 带有振动抑制&主动抑振功能的软件版本
- 工业机器人
- 支持开启力矩前馈的驱动类型（主动抑振）

32.1.2　制约

带有**行走轴**的场景，当行走轴与机器人同步运行时，抑振效果减弱或失效；

振动抑制功能可能会对机器人运行轨迹有一定影响，尤其是在高速运动场景，因此对于**高速且轨迹精度要求较高**的场景，**不推荐**使用**振动抑制**功能；

主动抑振功能需要**系统硬件版本**支持，部分机型由于系统硬件版本原因**无法激活**和使用该功能。

32.1.3　专业术语定义

表 32-1　专业术语表

专业术语	定义
抑振功能	抑制机器人振动的功能，包括振动抑制功能和主动抑振功能
振动抑制功能	通过调整机器人运动规划来达到抑制机器人振动的功能，一般用于高速定位振动的场合
主动抑振功能	通过主动补偿的方式来达到抑制机器人振动的功能，一般用于低速过程振动的场合
定位振动	机器人到达目标位置后的振动，一般体现为随时间衰减的特征。

过程振动	运动过程中的持续振动，与关节速度相关，可能在某个关节速度下振动会显著增强。

32.2 功能使用设定

32.2.1 概览

使用**振动抑制**功能需要进行如下的设定：

表 32-2 振动抑制功能设定

操作顺序	操作名称	作用
1	开启	使能抑振器
2	抑振参数设置	设置需要抑制的振动参数，如频率、强度等

使用**主动抑振**功能需要进行如下设定：

表 32-3 主动抑振功能设定

操作顺序	操作名称	作用
1	可用性检查	检查当前系统硬件版本是否支持主动抑振功能
2	参数设置	设置需要抑制的振动参数，如频率、强度、宽度等
3	开启	当系统硬件版本支持该功能时，可以在功能界面开启该功能

32.2.2 可用性检查

振动抑制功能无需激活即可使用。

主动抑振功能需要系统硬件版本的支持，若需要使用该功能需要首先检查下，当前该功能是否可用，检查方法如下：

1）打开“设置”应用，进入设置界面；

2）点击“高级设置”选项卡，进入高级设置页面；

3）点击“解锁”按钮，输入“1975”解锁高级设置页面；

4）点击“主动抑振”选项卡，进入主动抑振页面；

5）查看主动抑振页面是否为锁定状态（锁定状态下页面元素为灰色锁死状态，无法进行任何操作）

若主动抑振页面为解锁状态，则表明当前机型及配置支持主动抑振功能，可正常使用；若页面为锁定状态，则需要联系埃夫特技术支持人员确认该机型配置是否可激活主动抑振功能。

32.3 功能指令

本功能提供如下指令：

表 32-4 抑振功能指令列表

功能分类	指令	指令作用
振动抑制功能指令	vibration_suppr.disable	临时屏蔽振动抑制功能
	system.wait_fine	等待机器人完全到位
	vibration_suppr.set_freq	双抑振器临时值设定
	vibration_suppr.reset_freq	双抑振器临时值复位
	vibration_suppr.set_freq1	抑振器 1 临时值设定
	vibration_suppr.reset_freq1	抑振器 1 临时值复位
	vibration_suppr.set_freq2	抑振器 2 临时值设定
	vibration_suppr.reset_freq2	抑振器 2 临时值复位
	vibration_suppr.inpos_vib_mon	到位振动监测指令
	vibration_suppr.vib_mon_start	过程振动监测开始
	vibration_suppr.vib_mon_stop	过程振动监测结束
主动抑振功能指令	act_vibr_suppr.open	低速抑振指令
	act_vibr_suppr.init	低速抑振学习初始化指令
	act_vibr_suppr.learn	低速抑振学习指令

32.3.1 vibration_suppr.disable 振动抑制屏蔽指令

指令说明

用于在程序中临时屏蔽振动抑制功能，防止由抑振功能导致轨迹偏移的问题

格式

```
vibration_suppr.disable(is_disable);
```

参数定义

表 32-5 振动抑制屏蔽指令参数列表

类型	参数	说明
输入	is_disable(是否屏蔽振动抑制)	数据类型：BOOL
		is_disable 设置为 true 时，该指令运行后会屏蔽掉抑振功能；is_disable 设置为 false 时，则会取消屏蔽抑振功能。

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
MLIN(P2, V2000, fine, tool0);
vibration_suppr.disable(true);
(*↓ ↓ ↓需要屏蔽抑振功能的运动指令↓ ↓ ↓*)
MLIN(P3, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.disable(false);
(*该代码在运行直线 P2-P3 时，振动抑制功能失效。*)
```

当执行完 vibration_suppr.disable(true)指令后，振动抑制功能暂时失效，此时振动抑制界面，“指令抑振屏蔽”指示灯点亮，如下图示：

图 32-1 指令抑振屏蔽生效指示灯

当执行完 vibration_suppr.disable(false)指令后，振动抑制功能恢复，此时振动抑制界面，“指令抑振屏蔽”指示灯熄灭，如下图示：

图 32-2 指令抑振屏蔽复位指示灯

注意事项

该指令需要成对使用，避免屏蔽指令后未恢复，导致在非屏蔽指令运动时抖动。

32.3.2 system.wait_fine 等待机器人完全到位

指令说明

由于开启振动抑制功能后，fine 运动指令后没有等待时间可能会无法准确到达，使用本指令可以根据控制实际下发位置，判断机器人是否到位，防止由于抑振功能导致无法到位的问题。

格式

```
system.wait_fine();
```

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
(*↓ ↓ ↓需要绝对到达的点位↓ ↓ ↓*)
MJOINT(P2, V50pec, fine, tool0);
system.wait_fine();
MJOINT(P3, V100pec, fine, tool0);
```

执行该代码可以准确到达 P2 点。

注意事项

运行该指令，会等待控制器实际下发位置到达规划位置后，自动跳转到下条指令，等待时间长短受运动规划、振动抑制参数等影响。

32.3.3 vibration_suppr.set_freq 双抑振器临时设定指令

指令说明

用于对特定的运动指令段设置抑振器的临时抑振参数，解决个别点位抖动频率不同的问题。

格式

```
vibration_suppr.set_freq(freq1, level1, freq2, level2);
```

参数定义

表 32-6 双抑振器临时设定指令参数列表

类型	参数	说明
输入	freq1(抑振器 1 频率)	数据类型：LREAL
		表示抑振器 1 抑制频率，单位 Hz。
	level1(抑振器 1 强度)	数据类型：INT
		抑振器 1 抑制强度，取值为 0~5，0 表示不开启。
	freq2(抑振器 2 频率)	数据类型：LREAL
		表示抑振器 2 抑制频率，单位 Hz。
	level2(抑振器 2 强度)	数据类型：INT
		抑振器 2 抑制强度，取值为 0~5，0 表示不开启。

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
MLIN(P2, V2000, fine, tool0);
vibration_suppr.set_freq(10, 1, 0, 0);  // 仅设置抑振器 1 临时频率为 10，强度为 1
(*↓ ↓ ↓有 10Hz 到位抖动的运动指令↓ ↓ ↓*)
MLIN(P3, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.reset_freq();  // 复位临时参数
MLIN(P4, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.set_freq(9, 1, 8, 2);  // 设置抑振器 1 临时频率为 9，强度为 1；抑振器 2 临时频率为 8，强度为 2
(*↓ ↓ ↓有 9Hz 和 8Hz 两个到位抖动频率的运动指令↓ ↓ ↓*)
MLIN(P5, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.reset_freq();  // 复位临时参数
```

该段代码在运行直线 P2-P3 时，抑振器 1 频率临时修改为 10Hz，强度 1；在运行直线 P4-P5 时，抑振器 1 频率临时修改为 9Hz，强度 1；抑振器 2 频率临时修改为 8Hz，强度 2。

注意事项

level1 和 level2 不可同时设置为 0；

该指令需和复位指令（vibration_suppr.reset_freq）搭配使用，以将临时抑振器设定生效范围限定在特定代码段。

32.3.4 vibration_suppr.reset_freq 双抑振器临时设定恢复

指令说明

用于恢复临时设定的双抑振器参数，运行指令后，抑振器参数将恢复为界面设定的参数。

格式

```
vibration_suppr.reset_freq();
```

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
MLIN(P2, V2000, fine, tool0);
vibration_suppr.set_freq(10, 1, 0, 0);  // 仅设置抑振器 1 临时频率为 10，强度为 1
(*有 10Hz 到位抖动的运动指令*)
MLIN(P3, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.reset_freq();  // 复位临时参数
MLIN(P4, V500, fine, tool0);
```

该段代码在运行直线 P2-P3 时，抑振器 1 频率临时修改为 10Hz，强度 1；运行直线 P3-P4，双抑振器恢复为系统设定。

注意事项

该指令与双抑振器设定指令（vibration_suppr.set_freq）搭配使用。

32.3.5 vibration_suppr.set_freq1 抑振器 1 临时设定指令

指令说明

用于对特定的运动指令段设置抑振器 1 的临时抑振参数，解决个别点位抖动频率不同的问题。

格式

```
vibration_suppr.set_freq1(freq1, level1);
```

参数定义

表 32-7 抑振器 1 临时设定指令参数列表

类型	参数	说明
输入	freq1(抑振器 1 频率)	数据类型：LREAL
		表示抑振器 1 抑制频率，单位 Hz。
	level1(抑振器 1 强度)	数据类型：INT
		抑振器 1 抑制强度，取值为 1~5。

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
MLIN(P2, V2000, fine, tool0);
vibration_suppr.set_freq1(10, 1);  // 设置抑振器 1 临时频率为 10，强度为 1
(*↓ ↓ ↓有 10Hz 到位抖动的运动指令↓ ↓ ↓*)
MLIN(P3, V500, fine, tool0);
```

```
vibration_suppr.reset_freq1();  // 复位临时参数
```

该段代码在运行直线 P2-P3 时，抑振器 1 频率临时修改为 10Hz，强度 1。

注意事项

该指令需和复位指令（vibration_suppr.reset_freq1）搭配使用，以将临时抑振器 1 设定生效范围限定在特定代码段。

32.3.6 vibration_suppr.reset_freq1 抑振器 1 临时设定恢复

指令说明

用于恢复临时设定的抑振器 1 的参数，运行指令后抑振器 1 将恢复为界面设定的参数。

格式

```
vibration_suppr.reset_freq1();
```

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
MLIN(P2, V2000, fine, tool0);
vibration_suppr.set_freq1(10, 1);  // 设置抑振器 1 临时频率为 10，强度为 1
(*有 10Hz 到位抖动的运动指令*)
MLIN(P3, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.reset_freq1();  // 复位临时参数
MLIN(P4, V500, fine, tool0);
```

该段代码在运行直线 P2-P3 时，抑振器 1 频率临时修改为 10Hz，强度 1；运行直线 P3-P4，抑振器 1 恢复为系统设定。

注意事项

该指令与抑振器 1 设定指令（vibration_suppr.set_freq1）搭配使用。

32.3.7 vibration_suppr.set_freq2 抑振器 2 临时设定指令

指令说明

用于对特定的运动指令段设置抑振器 2 的临时抑振参数，解决个别点位抖动频率不同的问题。

格式

```
vibration_suppr.set_freq2(freq2, level2);
```

参数定义

表 32-8 抑振器 2 临时设定指令参数列表

类型	参数	说明
输入	freq2(抑振器 2 频率)	数据类型：LREAL
		表示抑振器 2 抑制频率，单位 Hz。

	level2(抑振器 2 强度)	数据类型：INT
		抑振器 2 抑制强度，取值为 1~5。

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
MLIN(P2, V2000, fine, tool0);
vibration_suppr.set_freq2(10, 1);  // 设置抑振器 2 临时频率为 10，强度为 1
(*↓ ↓ ↓有 10Hz 到位抖动的运动指令↓ ↓ ↓*)
MLIN(P3, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.reset_freq2();  // 复位临时参数
```

该段代码在运行直线 P2-P3 时，抑振器 2 频率临时修改为 10Hz，强度 1。

注意事项

该指令需和复位指令（vibration_suppr.reset_freq2）搭配使用，以将临时抑振器 2 设定生效范围限定在特定代码段。

32.3.8 vibration_suppr.reset_freq2 抑振器 2 临时设定恢复

指令说明

用于恢复临时设定的抑振器 2 的参数，执行该指令后抑振器 2 将恢复为界面设置的参数。

格式

```
vibration_suppr.reset_freq2();
```

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0);
MLIN(P2, V2000, fine, tool0);
vibration_suppr.set_freq2(10, 1);  // 设置抑振器 2 临时频率为 10，强度为 1
(*有 10Hz 到位抖动的运动指令*)
MLIN(P3, V500, fine, tool0);
vibration_suppr.reset_freq2();  // 复位临时参数
MLIN(P4, V500, fine, tool0);
```

该段代码在运行直线 P2-P3 时，抑振器 2 频率临时修改为 10Hz，强度 1；运行直线 P3-P4，抑振器 2 恢复为系统设定。

注意事项

该指令与抑振器 2 设定指令（vibration_suppr.set_freq2）搭配使用。

32.3.9 vibration_suppr.inpos_vib_mon 到位振动监测指令

指令说明

用来进行振动监测，监测结果会打印在程序日志中，便于用户查看。

格式

```
vibration_suppr.inpos_vib_mon(min_freq, max_freq);
```

参数定义

表 32-9 到位振动监测指令参数列表

类型	参数	说明
输入	min_freq(监测频率下限)	数据类型：LREAL
		表示振动监测频带的下边界值，单位 Hz。
	max_freq(监测频率上限)	数据类型：LREAL
		表示振动监测频带的上边界值，单位 Hz。

注：一般机型下限和上限可以分别设置为 4Hz 和 20Hz。

示例

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0); //有到位抖动的运动指令
vibration_suppr.inpos_vib_mon(4, 20);
```

该代码将在机器人到达 P1 点后，停止机器人运动（停止时间约 4s），采集 4~20Hz 范围内的振动，进行频谱分析计算，并在程序日志中打印监测信息，如下图示：

图 32-3 振动监测日志信息

注意事项

指令运行结束后，将在程序日志页打印振动监测结果，结果内容包括轴 1~6 的振动频率和幅值，推荐的抑振频率 1 和频率 2，当没有推荐抑振频率时则会提示没有监测到有效的振动信号，此时不会再打印 1~6 轴振动频率和幅值，如下图示：

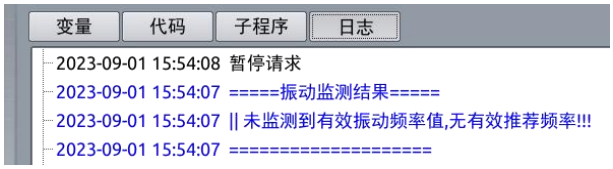


图 32-4 未检测到有效振动日志信息

对于该运动指令的振动抑制可以参考推荐频率 1 进行设定，同时也可以增加推荐频

率 2 的抑振。

32.3.10 vibration_suppr.vib_mon_start 过程振动监测指令

指令说明

用来进行运动过程的振动监测，监测结果会打印在程序日志中，便于用户查看。

格式

```
vibration_suppr.vib_mon_start(min_freq, max_freq);
```

参数定义

表 32-10 过程振动抑制监测指令参数列表

类型	参数	说明
输入	min_freq(监测频率下限)	数据类型：LREAL
		表示振动监测频带的下边界值，单位 Hz。
	max_freq(监测频率上限)	数据类型：LREAL
		表示振动监测频带的上边界值，单位 Hz。

示例

```
vibration_suppr.vib_mon_start(4, 20); //开始监测 4~20Hz 范围内的振动，本指令运行后立即开始数据的采集，并立即跳转到下一条指令。

MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0); //过程抖动的运动指令

vibration_suppr.vib_mon_stop();
```

该代码段将会在 vib_mon_start 指令之后自动开始数据采集，采集时长约 4s，不会停止机器人运行，采集结束后需要运行 vib_mon_stop 之后才能获取监测结果。

注意事项

该指令需要与结束监测指令 vibration_suppr.vib_mon_stop 搭配使用，才能输出监测结果。

32.3.11 vibration_suppr.vib_mon_stop 过程振动监测结束指令

指令说明

用来结束运动过程的振动监测并输出监测结果。

格式

```
vibration_suppr.vib_mon_stop();
```

示例

```
vibration_suppr.vib_mon_start(4, 20); //开始监测 4~20Hz 范围内的振动，本指令运行后立即开始数据的采集，并立即跳转到下一条指令。
```

```
MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0); //过程抖动的运动指令
vibration_suppr.vib_mon_stop();
```

该代码段将会在数据采集结束后自动进行频谱分析计算。（从 vib_mon_start 到 vib_mon_stop 指令结束约耗时 4s，中间运动指令运行时间不足 4s 的在 vib_mon_stop 指令运行时将会自动等待到 4s 时结束运行），频谱分析结束后将在程序日志中打印监测信息如下图示：

图 32-5 过程振动监测结果日志

注意事项

该指令需要与开始监测指令 vibration_suppr.vib_mon_start 搭配使用，才能输出监测结果。

32.3.12 act_vibr_suppr.open 低速抑振指令

指令说明

低速抑振指令，用于开启或关闭低速抑振功能，并设置抑振强度。

格式

```
act_vibr_suppr.open(enable_vibration_suppression, scale_factor);
```

参数定义

表 32-11 低速抑振指令参数列表

类型	参数	说明
输入	enable_vibration_suppression	数据类型：DINT
		设置低速抑振功能开启或关闭，TRUE 为开启，FALSE 为关闭。
输入	scale_factor	数据类型：LREAL
		设置抑振强度。

示例

```
...
act_vibr_suppr.open(enable_vibration_suppression, scale_factor);
MJOINT (*, v100perc, fine, tool0);
MJOINT (*, v100perc, fine, tool0);
```

```
MJOINT (*, v100perc, fine, tool0);
...
```

注意事项

该指令需要在高级设置文件中开启主动抑振功能后方可使用。

32.3.13 act_vibr_suppr.init 低速抑振学习初始化指令

指令说明

低速抑振学习初始化指令，用于初始化低速抑振学习功能参数

格式

```
act_vibr_suppr.init();
```

示例

```
...
act_vibr_suppr.init();
MJOINT (*, v100perc, fine, tool0);
MJOINT (*, v100perc, fine, tool0);
...
```

注意事项

该指令需要在高级设置文件中开启主动抑振功能后方可使用，需要在程序起始处调用此指令，否则低速抑振学习功能无法正常使用。

32.3.14 act_vibr_suppr.learn 低速抑振学习指令

指令说明

低速抑振学习指令，用于设置低速抑振学习功能的开启与关闭

格式

```
finish, factor := act_vibr_suppr.learn(enable, adapt_num);
```

参数定义

表 32-12 低速抑振学习指令参数列表

类型	参数	说明
输入	enable	数据类型：BOOL 设置低速抑振学习开启或关闭，TRUE 为开启，FALSE 为关闭。
输入	adapt_num	数据类型：DINT

		设置低速抑振学习的编号，范围 0~9
输出	finish	数据类型：BOOL
		低速抑振学习是否完成，TRUE 为完成，FALSE 为未完成
输出	factor	数据类型：LREAL
		低速抑振学习后的抑振强度

示例

```
...
act_vibr_suppr.init();
finish, factor := act_vibr_suppr.learn(true, 0);
MJOINT (*, v100perc, fine, tool0);
MJOINT (*, v100perc, fine, tool0);
act_vibr_suppr.learn(false, 0);
...
```

注意事项

该指令需要在高级设置文件中开启主动抑振功能后方可使用，在开启前要先调用低速抑振学习初始化指令，需要在要抑振的程序指令前开启，在要抑振的程序指令后关闭，且二者编号相同。

32.4 编程/使用示例

32.4.1 振动抑制功能介绍

振动抑制功能主要包括两个子功能**抑振参数设定**和**振动频率监测**。

32.4.1.1 振动抑制界面介绍

1、打开示教器桌面，点击“设置”功能图标进入设置功能界面。

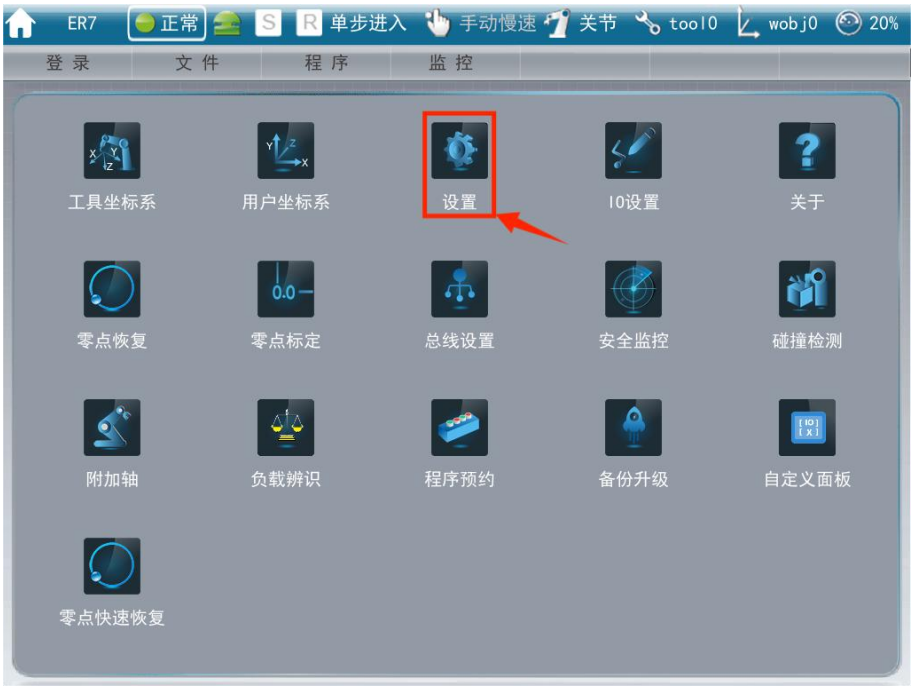


图 32.4.1.1-1 示教器桌面

2、点击“高级设置”选项卡，进入高级设置页面。

图 32.4.1.1-2 高级设置页面

3、点击右上角“解锁”按钮，并输入解锁密码“1975”解锁高级设置页面。

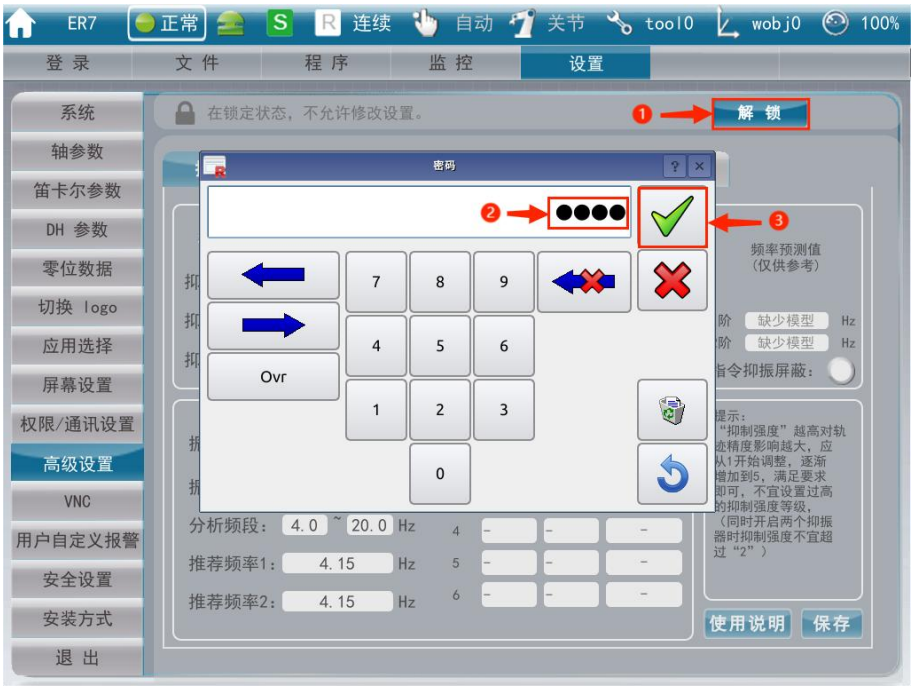


图 32.4.1.1-3 高级设置页面解锁

4、点击“振动抑制”选项卡，进入振动抑制功能页面。

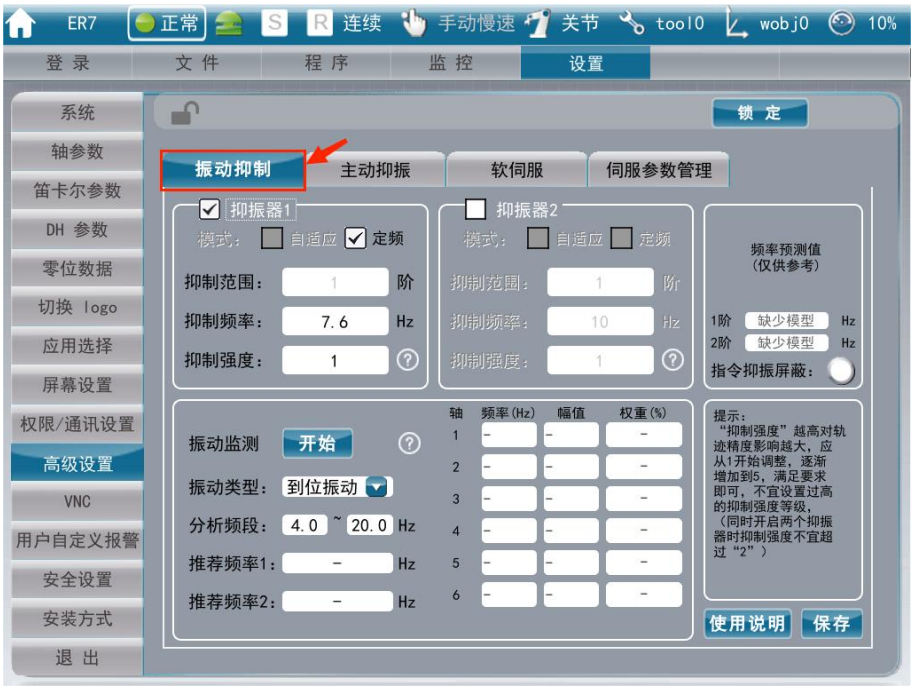


图 32.4.1.1-4 振动抑制功能界面

5、振动抑制界面有 5 个主要区域组成，如下图示：

图 32.4.1.1-5 振动抑制功能界面组成

① **抑振参数设置区**：在本区域可以开启或关闭抑振器、设置抑振器的**模式**、**抑制范围**、**抑制频率**、**抑制强度**；

② **振动监测区**：在本区域可以开启**到位振动**或**过程振动**监测，并查看监测结果；

③ **频率预测区**：在本区域可以查看机器人当前位姿下的 **1 阶**和 **2 阶**振动频率（需要模型支持，若显示“**缺少模型**”则表示该机型**暂不支持**频率预测）；

④ **提示信息区**：在本区域可以查看当前界面标注有“？”的提示信息；

⑤ **使用说明&参数保存区**：在本区域可以打开使用说明和进行参数保存的操作；

32.4.1.2 振动抑制参数设置流程

1、开启抑振器，勾选“抑振器 1”或“抑振器 2”左侧的勾选框即可开启相应的抑振器。

2、选择抑振器模式，可选“自适应”模式或“定频”模式，“自适应”模式依赖于内部频率求解模型，若无法选中表明当前机型不支持该模式。

3、设置抑制范围，当第 2 步设置模式为“自适应”模式，则可以设置抑制范围，抑制范围可设置为 1 或 2 表示抑制机器人的 1 阶或 2 阶频率，当第 2 步设置为“定频”模式时，该参数无效，且不可编辑。

4、设置抑制频率，当第 2 步设置模式为“定频”模式，则可以设置抑制频率，抑制频率根据机器人振动的情况来设定（对于机器人本体的振动可以通过**振动频率监测**功能来获取机器人的振动频率），当第 2 步设置为“自适应”模式时，该参数无效，且不可编辑。

5、设置抑制强度，抑制强度可设置为 1-5 共 5 个强度等级，不支持小数输入，抑制效果 1-5 逐渐增强，但强度越高对机器人的运动轨迹影响越大，因此需要根据实际需求综合设定。

6、保存参数，参数设置完成之后，可以单击页面右下角的“保存”按钮来保存并生效设置值，保存需要在下伺服的状态下进行，保存成功后会有弹窗提示。若在上伺服状态下进行保存，则参数不生效并弹出相应弹窗提示。

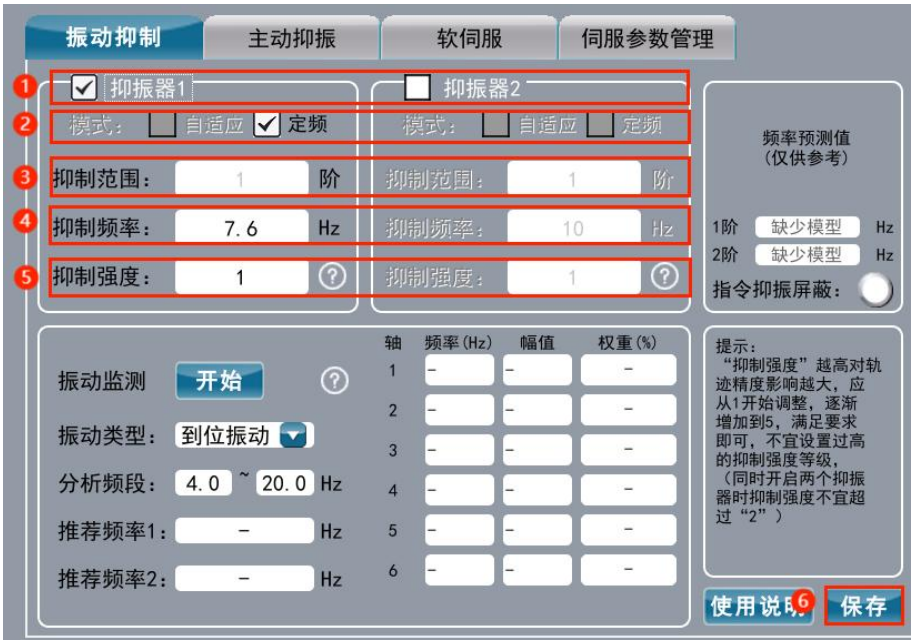


图 32.4.1.2-1 振动抑制参数设置步骤

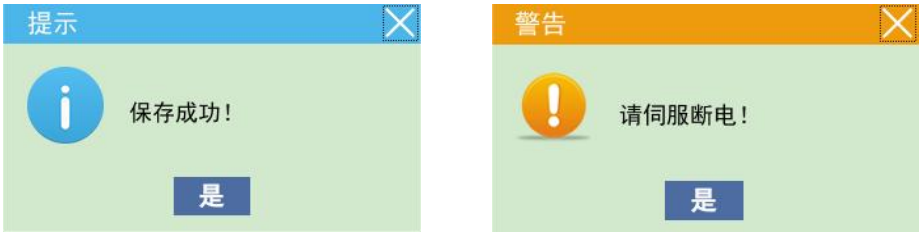


图 32.4.1.2-2 抑振参数保存提示弹窗

32.4.1.3　双抑振使用说明

双抑振即同时开启两个抑振器（“**抑振器 1**”和“**抑振器 2**”），双抑振对于规划轨迹的相应频率的抑制效果要显著优于单抑振器，且无需设置过大的抑制强度，因此轨迹延时也会较小。在一些应用场景下，开启单个抑振器，无论如何调整频率及强度都无法消除振动，在这种情况下可以开启两个抑振器。常见的情形如下：

① 机器人前 2 阶频率均较低（<10Hz），且差值无法忽略（>0.5Hz），在这种情况下，一般我们首先开启一阶自适应抑振或一阶频率的定频抑振，并调整**抑振强度**从 1 开始逐渐增大，当调整**抑振强度**到 4 时仍无法消除振动，建议不再继续增强**抑振强度**，而是新开一个抑振器。新开抑振器的**抑制范围**或**抑制频率**则根据仍存在的振动频率进行设置。新开抑振器后，两抑振器的**抑制强度**均从 1 开始重新调整，满足要求即可，**不宜超过 2 级**。

② 机器人带有刚度较差的负载/夹具，机器人本体和夹具均存在较低的共振频率，在这种情况下，建议针对负载/夹具开一个定频抑振器，**抑制频率**设置为负载/夹具的固频。对于机器人本体的振动则开启另一个一阶自适应抑振器。在实际应用时应使能**正确**的负载。

机器人刚度较差，一阶频率较低（<5Hz），在这种情况下，一般设置单抑振器时抑制强度不宜高于 3，若单抑振器抑振强度已经设置为 3 仍存在明显振动，则可以尝试采用两个相同**抑制范围**或**抑制频率**的抑振器。同样开启双抑振器时，同样需要将抑制强度重新从 1 开始调整，**不宜超过 2 级**。

32.4.1.4　提示信息与使用说明

为了便于用户进行参数调整，在功能界面上在某些 UI 元素旁边存在“？”按钮，单击该按钮后可以在提示信息栏内获取相应的提示信息，如下图示：

图 32.4.1.4-1　提示信息获取步骤

如果需要查看详细的使用说明，可以单击界面右下角的“使用说明”按钮。单击该按钮后会弹出弹窗显示详细的使用说明及注意事项，如下图示：

图 32.4.1.4-2 使用说明获取步骤

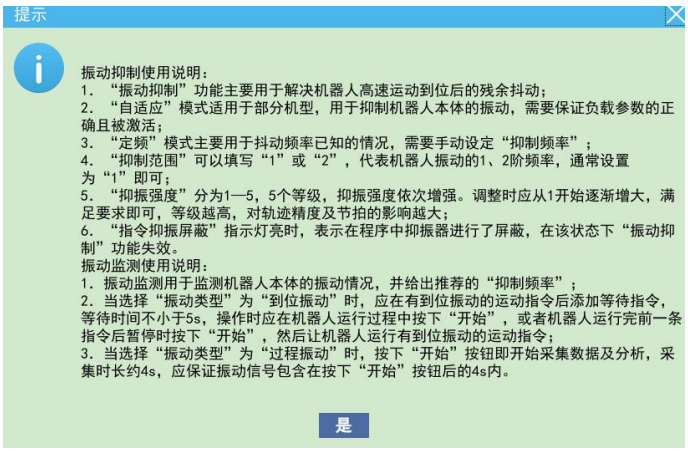


图 32.4.1.4-3 使用说明弹窗

32.4.1.5 振动频率监测流程

振动频率监测功能主要是对于机器人自身的抖动情况进行监测并获取抖动频率和幅值参数，并给出推荐抑振频率参数。该功能支持功能界面和 RPL 指令两种操作方式（界面和 RPL 功能一致，不能混用）。

使用界面进行振动监测步骤如下：

1、设置振动类型，可选择“到位振动”或“过程振动”两种类型。当振动发生在机器人到达指令位置后，体现为逐渐衰减的振动时，选择“到位振动”类型，当振动发生在机器人运动过程中时，选择“过程振动”类型；

2、设置分析频段，包括分析频段的下限位和上限位，单位 Hz。大致预估机器人的抖动频率范围，大部分情况下采用默认的 4~20Hz 即可。

3、开启振动监测，单击“开始”按钮。当选择“**到位振动**”类型时，需要将机器人运行至有到位振动的运动指令的起点位置，并在运动指令后添加等待时间，不少于 4s。

例如，机器人在 P1→P2 时，到达 P2 后存在到位振动，需要在 P1→P2 运动指令后添加等待时间 4s，然后将机器人首先运动到 P1 点，然后将程序光标移动至 P1→P2 的运动指令处，如下所示：

```
    MJOINT(P1, V100pec, fine, tool0); //将程序运行到该位置后暂停
→ MJOINT(P2, V100pec, fine, tool0); //有到位抖动的运动指令，将光标移动至这一行
DWELL(4); //增加等待时间 4s
```

单击振动监测界面上的“**开始**”按钮，然后运行程序，当机器人到达 P2 点后会自动触发数据采集，“**开始**”按钮下方的进度条逐渐从 0%增加到 100%并消失；

当选择“**过程振动**”类型时，需要首先运行一遍程序，观察下抖动发生的时刻，并在下一次运行该程序时，在即将开始振动时，按下“**开始**”按钮，进行数据采集与处理，在该情况下按下“开

始”按钮即触发数据采集，“开始”按钮下方进度条逐渐从 0%增加至 100%并消失；

数据采集结束后会自动进行频率获取与分析，并输出各轴分析结果及两个推荐频率。

图 32.4.1.5-1 振动监测界面操作步骤

使用 RPL 指令进行振动监测的操作见 32.3.9 节、32.3.10 节和 32.3.11 节。

32.4.1.6 振动抑制高阶功能使用介绍

振动抑制的高阶功能包括**振动抑制临时屏蔽、等待到位指令、临时抑振参数设定及复位**。

振动抑制临时屏蔽主要针对运行程序的某段轨迹要求轨迹精度较高且该段轨迹在关闭振动抑制功能时振动不明显，此时即可在该段轨迹处通过指令将振动抑制功能临时屏蔽，指令的使用见 32.3.1 节。屏蔽状态下界面上的“指令抑振屏蔽”指示灯亮起，如下图示：

图 32.4.1.6-1 指令抑振屏蔽状态提示

等待到位指令用于在开启振动抑制功能的条件下某些点位需要准确到达的使用工况，需要在要求准确到达的点位后加上等待到位指令，之后再添加到位后需要进行的操作指令，指令的使用见 32.3.2 节。

临时抑振参数设定及复位用于在某些特定应用中，个别点位与其他位置振动频率差异较大的场合，设置统一的参数无法解决全局的抖动问题，可以针对性的在个别点位设置临时的抑振参数，临时抑振参数设定可以分别设置抑振器 1、抑振器 2 也可同时设置两个抑振器，指令的使用见 32.3.3 节~32.3.8 节。

32.4.1.7　使用场景及参数选择

振动抑制功能当前是独立对关节规划进行的频谱调整，会在一定程度影响轨迹精度和节拍，尤其是在高速轨迹下。因此当前控制抑振的主要适用场景如下：

① 应用场合对轨迹精度无要求，但要求到点精度，机器人在到点位置存在明显抖动的情况。

② 应用场合对于轨迹精度有一定要求，速度较低，但机器人到位后存在明显抖动的情况，此时可以开启控制抑振后运行程序进行评估。

③ 应用场合对于轨迹精度有一定要求，速度较高，但起动或停止时的残余振动对于轨迹影响较大，此时可以尝试开启控制抑振后运行程序进行评估。

控制抑振功能具有两个抑振器可用，每个抑振器具有**模式**、**抑制范围**、**抑制频率**、**抑制强度**共 4 个设置。其设置选择可以按照下面规则进行：

① **模式**选择：在机器人末端夹具刚度较大，抖动主要由机器人自身产生的情况下优先选择“**自适应**”模式，在使用时需要设置正确的负载参数；对于已测得抖动频率固定（或变动较小）的情况，可以选择“**定频**”模式，其对于该测得频率抑制效果更佳。

② **抑制范围**选择：“**抑制范围**”为抑振器的抑制固频阶次，仅在模式选择“**自适应**”时有效，可设置为 1 或 2，代表机器人的 1 阶或 2 阶固频，一般在使用单抑振器时优先设置**抑制范围**为 1；在使用双抑振器时，当已存在一个 1 阶自适应抑振器时，可以根据仍存在的振动频率来确定**抑制范围**设置为 1 还是 2（见 1.4 双抑振使用说明）。

③ **抑制频率**选择：“**抑制频率**”为抑振器定频抑制的频率，仅在模式选择“**定频**”时有效，在已获得振动频率，且频率固定（或变化较小）时，抑制频率设置为该频率即可。

④ **抑制强度**选择：“**抑制强度**”为抑振器对目标频率附近频谱幅值抑制的强弱指标，等级越高抑制越强，但同时会导致延时增加。因此在使用时应从 **1** 开始逐渐增大，最好不要超过 **4**，满足要求即可，此外如果**抑制等级**调的比较高仍无法满足要求，则建议开启双抑振器重新调整参数（见 1.4 双抑振器使用说明）。

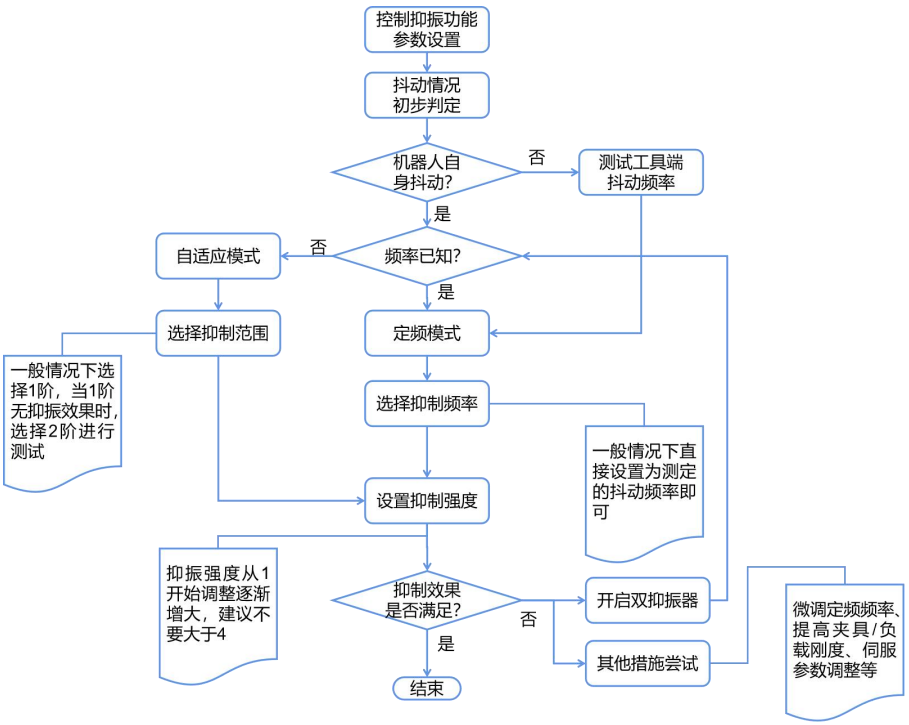


图 32.4.1.7-1 抑振参数调试流程

32.4.2　主动抑振功能介绍

主动抑振功能主要包括两个子功能**振动监测功能**和**主动抑振功能**。

32.4.2.1　振动监测功能介绍

32.4.2.1.1　振动监测功能界面介绍

1、打开示教器桌面，点击“设置”功能图标进入设置界面。

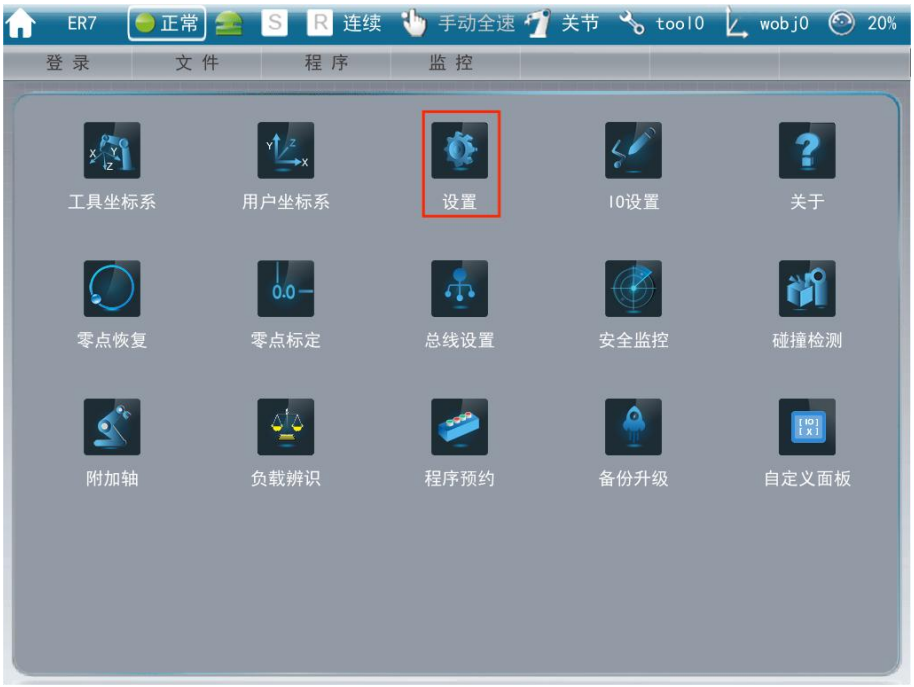


图 32.4.2.1.1-1 示教器桌面

2、点击“高级设置”进入高级设置界面。

图 32.4.2.1.1-2 设置界面

3、解锁后点击“主动抑振”进入主动抑振界面。

图 32.4.2.1.1-3 高级设置界面

4、主动抑振界面。

图 32.4.2.1.1-4 主动抑振界面

① 振动监测功能开关：开启状态，开启振动监测功能，关闭状态，停用振动监测功能。

② 监测轴号：用于设置监测哪个轴的数据。

③ 结果显示区：用于显示当前的振动监测结果，当前振动强度与对应频率处显示机器人该轴当前时刻的振动强度与对应振动频率，最大振动强度与对应频率显示机器人该轴在振动监测过程中最大的振动强度与对应振动频率。

32.4.2.1.2 振动监测功能使用介绍

1、 在主动抑振界面设置要监测的轴号，并开启振动监测开关。

图 32.4.2.1.2-1 主动抑振界面

2、 在程序界面运行程序。

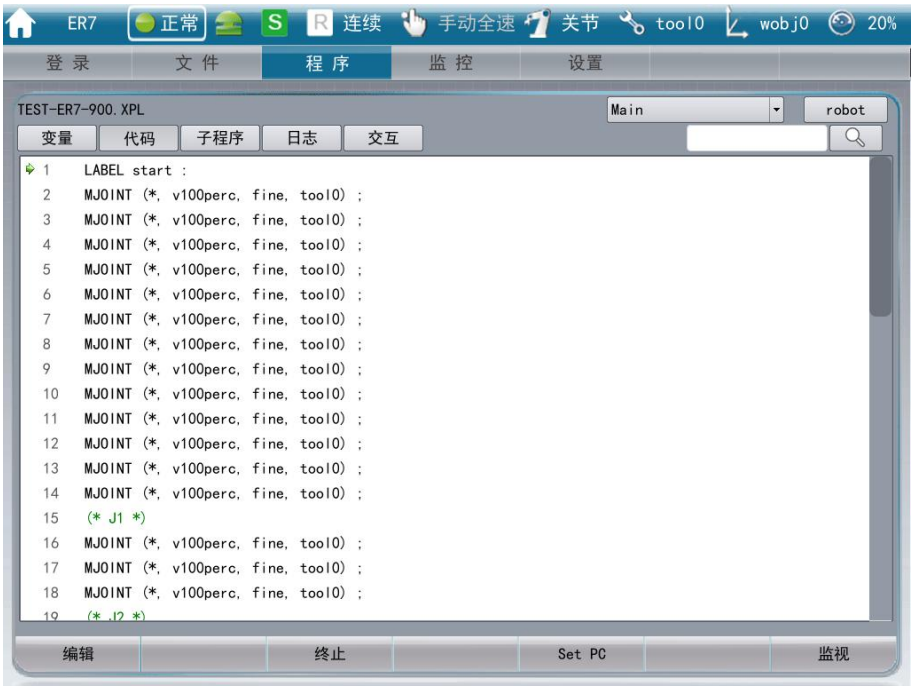


图 32.4.2.1.2-2 程序界面

3、 运行过程中，主动抑振界面结果显示区会显示轨迹的振动数据。

图 32.4.2.1.2-3 主动抑振界面

32.4.2.2 低速抑振功能介绍

32.4.2.2.1 低速抑振功能界面介绍

1、主动抑振界面。

图 32.4.2.2.1-1 主动抑振界面

① 低速抑振功能开关：打开状态，开启低速抑振功能，关闭状态，停用低速抑振功能。

② 参数显示区：用于显示当前的抑振参数。

③ 出厂参数区：用于显示出厂参数。

④ 编辑按钮：点击后进入编辑模式。

2、点击编辑进入编辑模式。

图 32.4.2.2.1-2 编辑模式界面

① 参数设置区：用于设置抑振参数，参数要在范围之内。

② 恢复出厂参数按钮：点击后将抑振参数恢复为出厂值。

③ 取消按钮：点击后将抑振参数恢复为修改前参数。

④ 保存按钮：点击后将当前抑振参数保存并生效。

32.4.2.2.2 低速抑振功能使用介绍

32.4.2.2.3 低速抑振功能界面开启

1、 伺服关闭状态下，在主动抑振界面开启低速抑振开关，伺服状态下低速抑振开关无法更改。

图 32.4.2.2.3-1 伺服状态下主动抑振界面

图 32.4.2.2.3-2 开启低速抑振开关

图 32.4.2.2.3-3 开启低速抑振开关

2、 在程序界面运行程序。

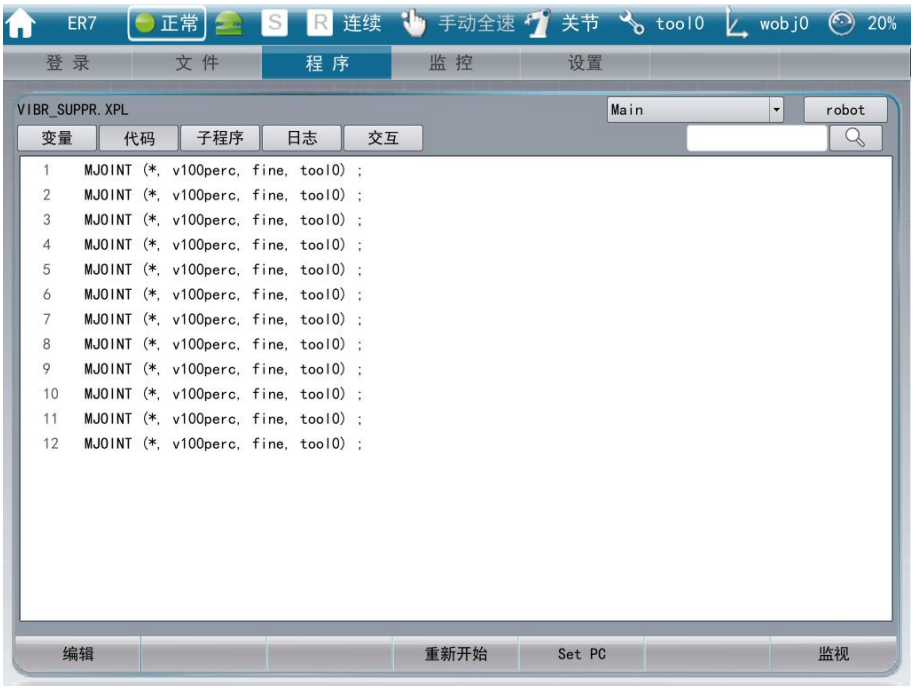


图 32.4.2.2.3-4 程序界面

Line1-Line12：运动指令，运动过程中低速抑振生效。

32.4.2.2.4 低速抑振功能指令开启

1、 在程序界面运行程序。

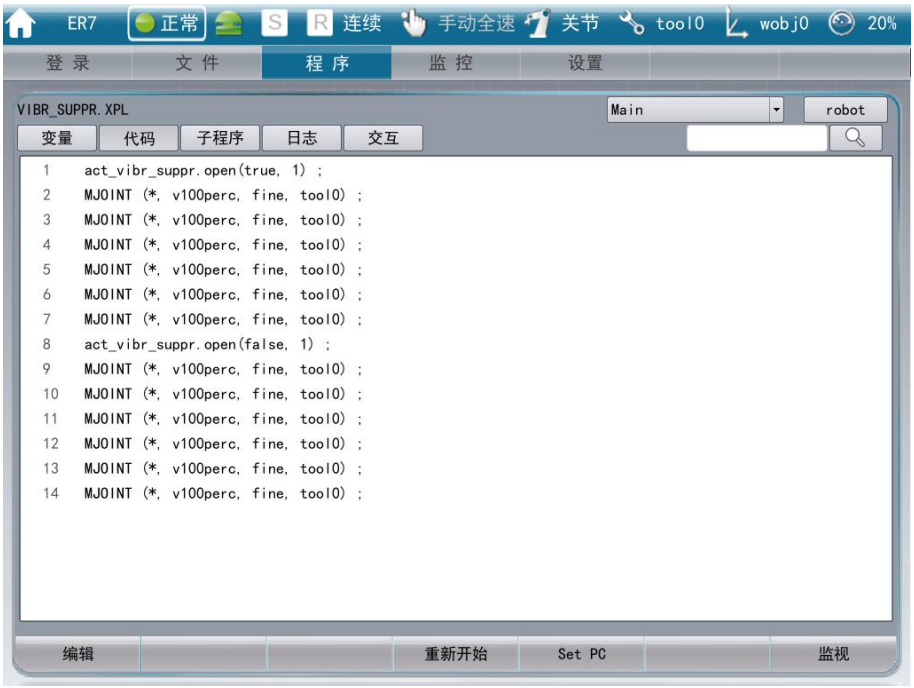


图 32.4.2.2.4-1 程序界面

Line1：开启低速抑振功能，抑振强度设置为 1。

Line1-Line7：运动指令，运动过程中低速抑振生效。

Line8：关闭低速抑振功能。

Line9-Line14：运动指令，运动过程中低速抑振不生效。

32.4.2.2.5 低速抑振学习功能开启

1、 伺服关闭状态下，在主动抑振界面开启低速抑振开关

图 32.4.2.2.5-1 主动抑振界面

2、 在程序界面运行程序。

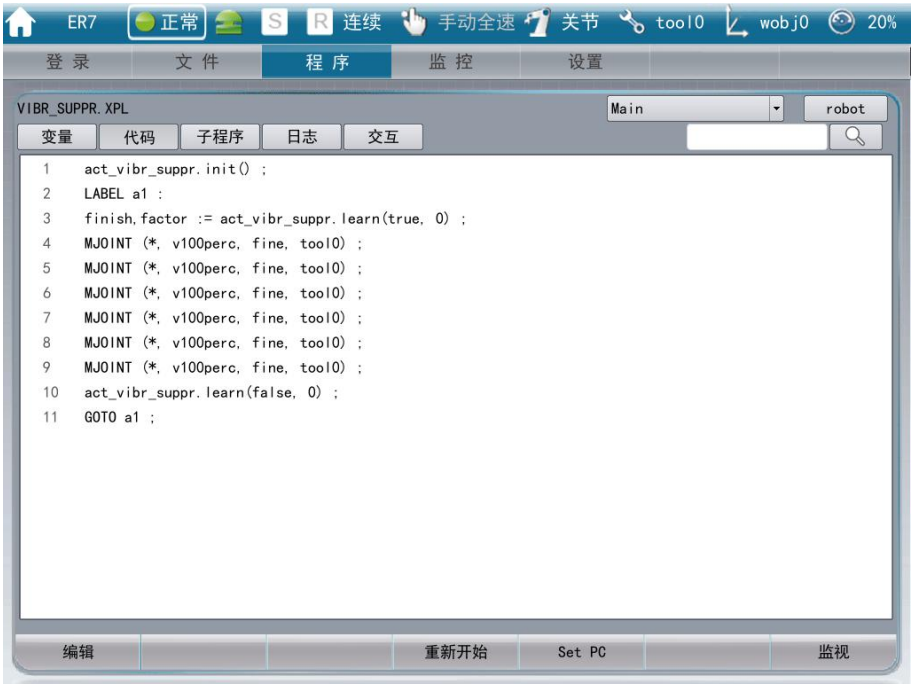


图 32.4.2.2.5-2 程序界面

Line1：低速抑振学习初始化。

Line2：循环起始位置。

Line3：开启低速抑振学习，学习编号为 0。

Line4-Line9：运动指令，运动过程中低速抑振学习生效。

Line10：关闭低速抑振学习。

Line11：循环终止位置。

3、 运动过程中监视程序变量 finish 与 factor，当 finish 为 false 时，表示学习进行中，factor 会不断变化。

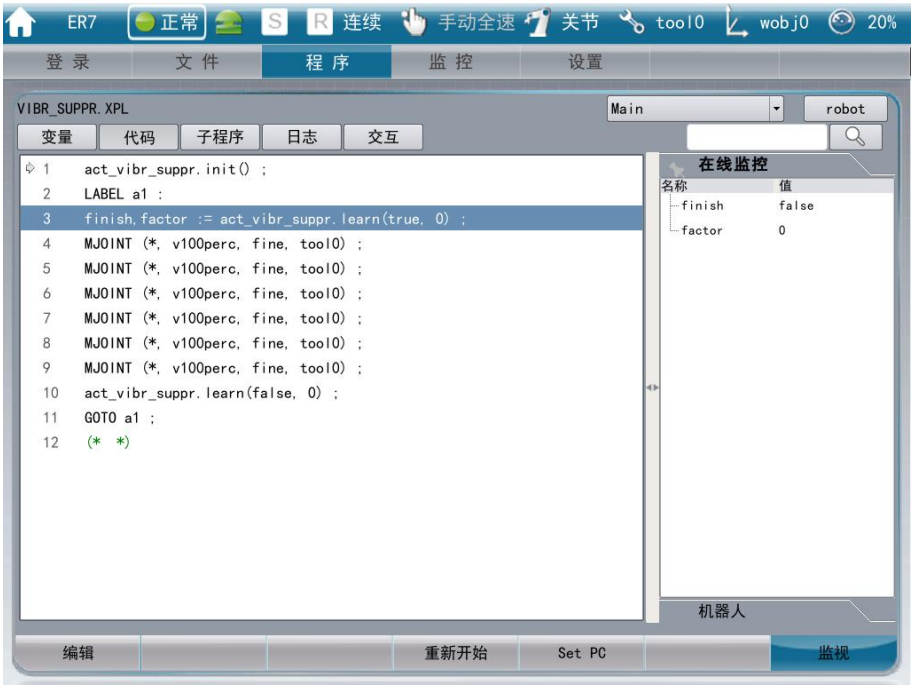


图 32.4.2.2.5-3 监视变量

4、 当 finish 为 true 时，factor 不再变化，表明低速抑振学习已完成，此时 factor 的值为最优抑振强度。

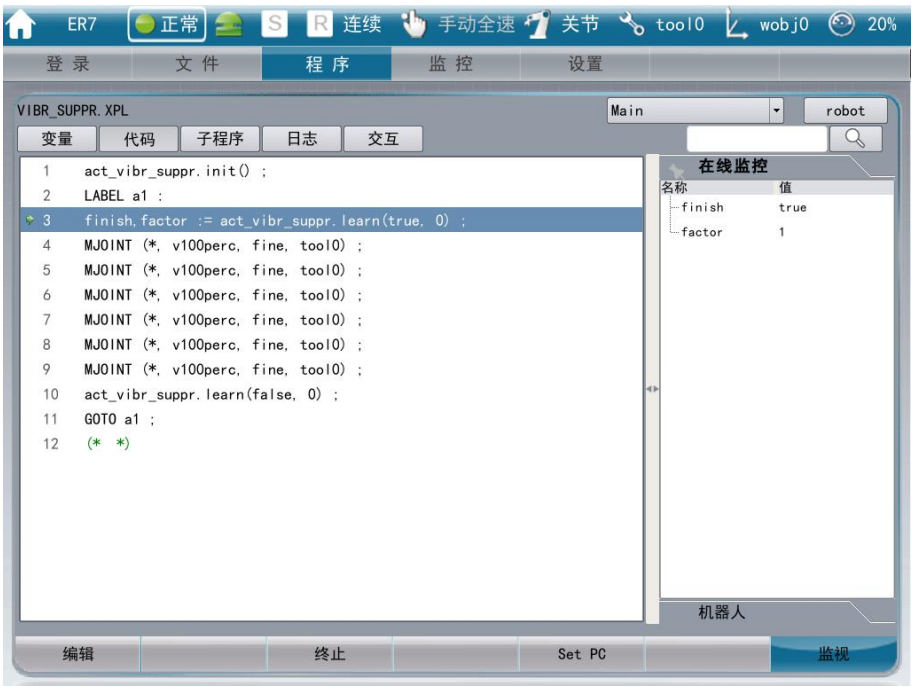


图 32.4.2.2.5-4 监视变量

32.4.2.3 使用场景及参数选择

主动抑振功能适用于机器人在低速运动时存在持续性振动的情况。

主动抑振功能具有**抑振强度**、**抑振频率**、**抑振宽度** 3 个参数可以调整。

① **抑振强度**：抑振强度为抑振器抑振的程度，该参数越大，抑振效果越明显，但过大会导致振动增强。使用时，应从 1 开始以 0.5 为步长逐渐增大，满足要求即可。可以在调整参数后使用振动监测功能监测当前参数下的振动状况，便于确定合适的抑振强度。

② **抑振频率**：抑振频率为抑振器抑振的频率，可通过振动监测功能或采集实际数据获得振动频率，将抑振频率设置为振动频率。

③ **抑振宽度**：抑振宽度为抑振器抑振的频率范围，当振动频率范围较大时，可适当增大该参数。

低速抑振学习功能适用于重复运动场景，该功能在重复运动过程自动调整抑振强度，并最终将该处抑振强度设置为最优抑振强度，简化调试操作。但抑振频率与抑振强度需要提前在主动抑振界面中设置。

32.5 注意事项

32.5.1 振动抑制功能注意事项

1. 抑振器的“**自适应**”模式是基于内部模型对系统的实时频率进行预测，并针对预测频率进行相应的抑振处理的功能。该功能需要设置**正确**的负载(同动力学功能负载设置)，否则会使频率预测误差增大导致抑振效果不佳。

2. 抑振器的“**定频**”模式是对于频率已知的情况进行的振动抑制，机器人在运行现场程序时在个别点位可能存在明显的抖动，当测得这些点位的抖动频率后，就可以采用定频抑制功能对于该抖动频率进行抑振。需要注意的是当切换程序或改变负载时机器人的抖动频率同样会发生变化，因此需要重新评估抖动频率进行相应的参数调整。

3. 控制抑振功能对于工具端柔性引起的振动同样具有抑制作用，但是工具端的振动频率无法通过机器人系统内部传感器获取，需要额外的检测设备来获取，因此建议在机器人集成应用设计时应尽可能提高夹具/负载的刚度。如无法提高夹具/负载刚度，则需专业人员对夹具/负载的模态进行测试后设置相应的定频抑振。

4. 振动频率监测功能界面与 RPL 指令功能一致，**不可交叉使用**，即不能在界面上进行监控的过程中，程序中运行监控的指令，也不能在程序中正在运行监控指令时，在界面上开启振动监控功能，否则可能导致程序持续等待或界面无结果或显示结果非需要值。

5. 监测指令本身不会使机器人出现异常运动，在执行监测指令过程中，不要暂停程序，尤其不要暂停后将程序光标移动到其他位置，当出现异常操作时，有可能会出现下次运行监测指令时，程序运行光标持续等待在该指令处。

32.5.2 主动抑振功能注意事项

1. 使用振动监测功能时，需要保证监测轴的运动（角速度超过 4°/s）时长超过 5s。

2. 主动抑振功能能够解决部分低速振动问题，为了实现良好的抑振效果，主动抑振参数需要提

前测试再确定。

3. 摆弧场景下，由于原始轨迹含有较高频率，因此摆弧场景不适合使用主动抑振功能。

4. 主动抑振界面的低速抑振开关仅能在伺服关闭时进行开启和关闭。

32.6 异常处理

32.6.1 功能告警及处理方式

表 32-1 报警代码列表

报警码	报警原因	解决办法
5013	基于力矩前馈通道的相关功能被开启	重启机器人
5018	主动抑振功能配置文件不存在或格式错误	更新主动抑振配置文件
5019	力矩前馈功能未开启	请联系技术人员
5020	抑振强度设置过小或者过大	将抑振强度设置在规定范围内
5049	低速抑振学习编号过大或过小	设置低速抑振学习编号大于等于 0 且小于 10

32.6.2 常见故障及处理方式

32.6.2.1 振动频率监测时按钮锁死的情况

32.6.2.1.1 故障现象

在使用振动抑制功能里的振动频率监测功能时，出现 RPL 程序指令持续等待，或按钮锁死的情况。

32.6.2.1.2 故障原因

振动频率监测功能界面与 RPL 指令交叉使用，是内部监测逻辑发生冲突。

32.6.2.1.3 解决方法

大部分场合可以通过将程序光标移动至任一运动指令行，并单步运行，运动到位后等待 4s 即可解锁。

振动监测“开始”按钮灰色锁死的情况：

1. 选择“振动类型”为“到位振动”时，单击“开始”按钮后，按钮会锁死，当机器人出现从运动到静止的状态切换后，按钮下方出现数据采集进度条，当采集结束自动输出结果，并解锁按钮。这种情况为正常情况，无需处理。

2. 当正在运行振动监测程序指令时，“开始”按钮会锁死，直到程序指令运行结束后按钮自动解锁。无需处理。

振动监测程序指令持续等待无法向下运行的情况：

1. 执行振动监测程序指令前，在功能界面上开启了**到位振动**监测，如功能界面上“开始”按钮下方进度条一直暂停在“0%”则表示功能界面正在进行**到位振动**监测，且暂未监测到运动到停止的信号，此时可以手动操作机器人使机器人运动，然后暂停，大约 4 秒后，界面功能解锁，程序指令可以正常运行。

执行上一个振动监测程序指令过程中暂停了程序，并重新设置指令光标到其他位置后运行到下

一个振动监测程序指令，该情况下，可以将程序光标移动至其他运动指令，并单步运行，等待运动结束后 4s 后即可运行新的振动监测程序指令。

32.6.2.2 开启低速抑振开关后振动增强的情况

32.6.2.2.1 故障现象

在开启低速抑振开关后，运行运动指令，相比于关闭状态下，振动情况有所增强。

32.6.2.2.2 故障原因

1. 低速抑振参数设置不正确
2. 某些低速振动场景并不适合使用主动抑振功能解决

32.6.2.2.3 解决方法

1. 根据 4.2.2.3 节的方法正确设置抑振频率与抑振宽度，抑振强度从小到大逐渐调整。
2. 正确设置参数后振动依然增强，说明该场景不适合使用主动抑振功能，关闭低速抑振开关。

第 33 章　图片预览

33.1　概述

33.1.1 图片预览软件概述

示教器提供截图功能，图片预览软件就是提供一些对图片进行基本操作的功能。例如对图片文件进行重命名、删除，也可以对图片本身进行放大缩小等，用户可按照自身喜好进行设置。

功能的优点

- ●用户发现重大问题可利用此功能做好备份。方便用户查看。
- ●可以对图片进行操作，如重命名图片文件可以方便用户知道该图片是做什么的。

33.1.2　运行环境

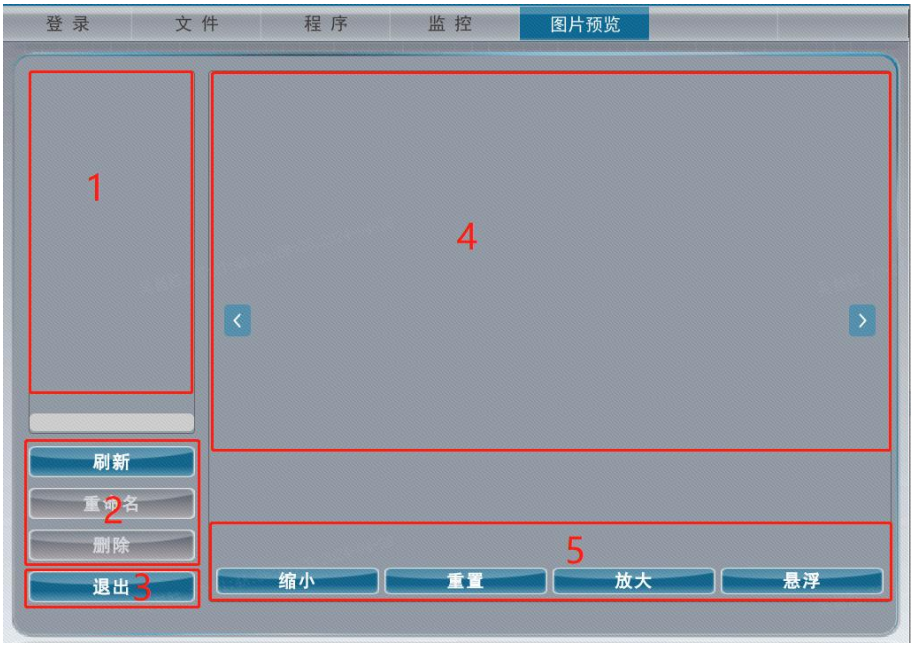
- ● 带有图片预览功能的软件版本
- ● 工业机器人

33.2　编程/使用示例

33.2.1　图片预览界面介绍

1、打开示教器桌面，点击“图片预览”功能图标进入图片预览功能界面。

2、图片预览界面



1）图片文件显示区域：1 处区域为图片文件显示区域，图片文件会全部以文件名形式显示在这里。

2）文件操作按钮：2 处区域为对文件进行操作的按钮，主要有刷新、重命名、删除这三个按钮。

3）退出：点击“退出”按钮，将会退出图片预览功能界面。

4）图片预览区域：4 处区域为图片预览区域，选中 1 处区域的一个文件，会在此处显示对应的图片。

5）图片操作按钮：5 处区域为对图片进行操作的按钮，分别有上一张、下一张、缩小、重置、放大、悬浮这六个按钮。

33.2.2 文件操作按钮功能介绍

上节说到文件操作按钮主要有三个，分别为刷新、重命名和删除。接下来将介绍这三个按钮的功能。

1、刷新：点击“刷新”按钮，会将 1 处图片文件显示区域进行刷新；

2、重命名：“重命名”按钮在 1 处区域存在图片文件时才能使用，选中一个图片文件，点击“重命名”按钮，将会弹出编辑框，在编辑框中输入文件名，然后点击“ √ ”即可完成操作。例如将图片重命名为“image”，如下图所示。

图 32.2.2-1 重命名操作

3、删除：“删除”按钮同样是在 1 处区域存在图片文件时才能使用，选中一个图片文件，点击“删除”即可删除文件。例如删除图片名为 image 的文件，如下图所示。

图 32.2.2-2 删除操作

33.2.3 图片操作功能按钮介绍

在 1 处图片文件显示区域选中一个文件，便会在 4 处图片预览区域显示相应的图片。例如选择图片“image”显示效果如下图所示。

图 32.2.3-1 图片显示效果

1、上一张：图标显示为 ，点击此按钮，将展示当前显示图片的上一张图片，如果当前为第一张图片，则还是显示当前图片。

2、下一张：图标显示为 ，点击此按钮，将展示当前显示图片的下一张图片，如果当前为最后一张图片，则还是显示当前图片。

3、缩小：点击此按钮，可将当前图片比例进一步缩小，可多次点击。例如将图片 image 缩小，效果如下图所示。

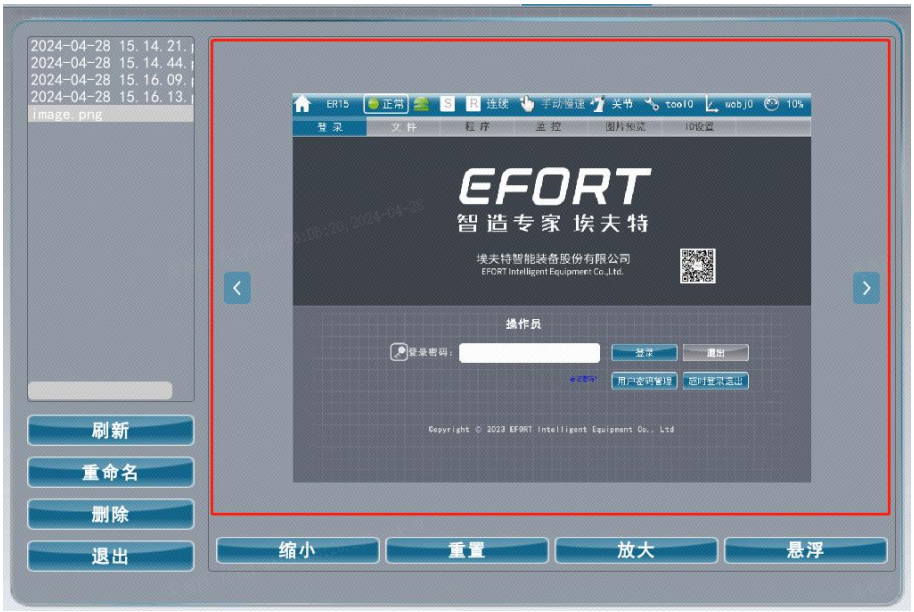


图 32.2.3-2 图片缩小效果

4、放大：点击此按钮，可将当前图片比例进一步放大，可多次点击。例如将图片 image 放大，效果如下图所示。

图 32.2.3-3 图片放大效果

5、重置：点击此按钮，无论当前图片被放大或者缩小到什么程度，都会被还原成初始大小。

6、悬浮：点击此按钮，可以将当前所显示的图片以窗口形式弹出，可自由拖动、放大、缩小和重置操作，方便查看图片，例如将图片 image 悬浮，效果如下图所示。

图 32.2.3-4 图片悬浮效果

33.3 注意事项

6. 只有当文件显示区域存在图片文件时，按钮“重命名”和“删除”才可以点击。
7. 当在示教器进行截图的时候，如果未能找到图片，需要先点击“刷新”按钮才可以。

第 34 章　关于

34.1　关于软件概述

关于软件旨在方便用户随时查看当前机器人的一些基本信息，包括机器人型号、软件版本、RDE 版本、TPU 版本、固件版本、本体编号、电柜编号、总成编号、机器人出厂日期、用户机型名和机器人编号等信息。

34.2　功能的优点

- 方便用户随时查看机器人信息
- 若是因版本而出现的问题，也可帮助排查

34.3　运行环境

- 带有关于功能的软件版本
- 工业机器人

34.4　关于功能介绍

34.4.1　关于界面介绍

1、打开示教器桌面，点击“关于”功能图标进入关于功能界面。

2、关于功能界面。

1）机器人型号：表示是哪一款机器人，负载为多少公斤，臂展为多少毫米，如 ER15_1400 表示 15 公斤，臂展 1.4 米。该文本框可编辑。

2）软件版本：显示机器人的软件版本名，该文本框不可编辑。

3）RDE 版本：显示当前所用的 RDE 版本号，该文本框不可编辑。

4）TPU 版本：显示当前所用的 TPU 版本号，该文本框不可编辑。

5）固件版本：显示当前所用的固件版本号，该文本框不可编辑。

6）本体编号：机器人所用的本体编号，该文本框可编辑。

7）电柜编号：机器人所配的的电柜编号，该文本框可编辑。

8）总成编号：机器人总成编号，该文本框可编辑。

9）出厂日期：机器人的出厂日期，该文本框可编辑。

10）用户机型名：显示用户机型名字，该文本框可编辑。

11）机器人编号：显示机器人编号，该文本框可编辑。

12）保存：点击“保存”按钮，将机器人信息即机器人型号、软件版本、RDE 版本、TPU 版本、固件版本、本体编号、电柜编号、总成编号、机器人出厂日期、用户机型名和机器人编号写入到文件并保存到控制器中，若保存成功，需要重启生效，保存失败会弹出提示框。

13）退出：点击“退出”按钮，返回到主界面。

34.5 注意事项

1. 若用户登录权限低于 admin，则“关于”界面中，机器人型号、本体编号、电柜编号、总成编号、出厂日期、用户机型名或机器人编号所对应的文本框不可编辑，“保存”按钮也不可编辑。

2. 点击“保存”按钮，保存成功需要重启示教器才会生效。

第 35 章　故障处理

35.1　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。

35.2　控制器故障处理

点击状态栏的标注 1 的图标按钮，可以查看系统的事件，包括操作信息、报警信息等等。

图 35-1 系统登录界面

35.2.1 查看事件日志

图 35-2 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，只勾选报警的选项，信息显示区值显示记录的所有报警。
4. 操作区。包括导出日志，清空，运行监视，导出黑屏和复位（复位去清除控制器系统报警）。

1)通过点击相应的事件行，可以在“详细信息”区域显示指定事件产生的原因以及给出的解决方法。

图 35-3 事件日志详情界面

2) 通过点击“**导出日志**”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。

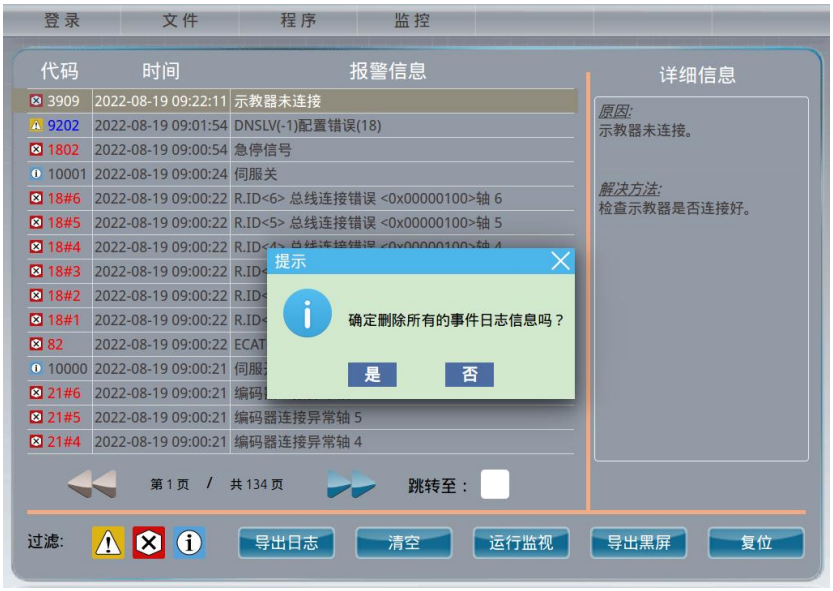
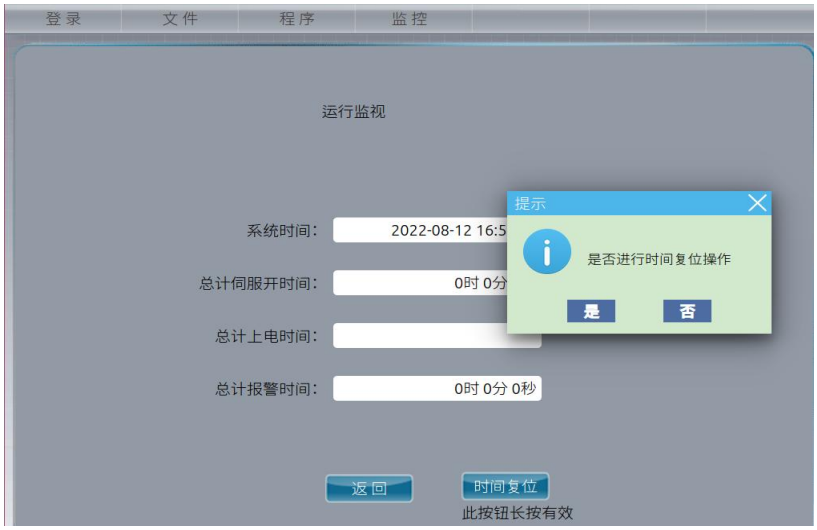


图 35-4 清空事件日志操作

在运行监控界面能够查看当前系统时间、总计伺服开时间、总上电时间、总计报警时间。可通过长按时间复位按钮清空总计报警时间、总计伺服开时间、总上电时间，重新计时。

图 35-5 运行监控界面



若无管理员权限，则复位按钮与提示标签隐藏。长按时间复位按钮，在弹出提示窗口后点击”是”，继续清零操作。

4）通过点击“**复位**”按钮，可清除报警 2 可保持参数寄存器值异常或报警 5 校验和可保持全局变量错误。

图 35-6 复位操作界面

35.2.2 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。

35.3 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 35-7 驱动器监控界面

35.4 程序运行故障处理

程序运行报警在程序的日志界面中可以查看。

图 35-8 程序运行日志界面

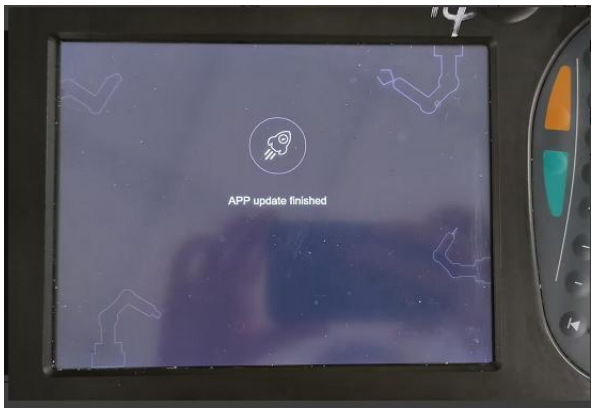
附录 1　OBS 变量掉电保存

1.1　简介

当前一些使能保持变量，例如碰撞检测功能启用指令，是通过 OBS 文件中的掉电可保持变量实现的。经过几次版本的发布，发现了一些弊端：当版本更新，新增或者删减可保持变量时，会导致历史可保持变量的值丢失，导致旧版本的某一些配置丢失。因此需要将这些值写入到配置文件中，避免以上问题。

1.2　操作流程

步骤	图片	描述
1. 使用组合键		同时按下示教器上的 F1 和 Jog1+两个按键，弹出隐藏页面。
2. 备份掉电保存变量状态。	 	点击图中的备份按钮，备份某些掉电保存变量的状态写入到文件中，直到弹出“备份成功”弹窗。

3. 更新版本。		按照正常的版本更新步骤更新版本，直到版本更新完成。（若只需要更新控制器也可以不更新示教器，但在更新控制器前先通过隐藏页备份）
4. 打开隐藏页面。		同时按下组合键 F1 和 Jog1+，弹出隐藏页面。
5. 加载保存的变量状态。	 	点击图中的加载按钮，将更新前备份的某些掉电保存变量的状态从文件中读出来到相应的变量中，直到弹出“加载成功”弹窗。

6. 退出隐藏页。		点击“×”按钮，关闭隐藏页面。

1.3 注意事项

1. 必须同时按两个组合键 F1 和 Jog1+才可弹出隐藏页。
2. 必须在更新版本前先弹出隐藏页备份相关变量状态到文件中（该文件在版本更新时不可删除更改）。
3. 版本更新完成后需弹出隐藏页加载相关变量。

附录 2　编程限制说明

1. 变量名最多可达 63 个字符(8 位长度)
2. 变量注释最多 63 个字符(8 位长度)
3. 子程序名最多可以是 31 个字符(8 位长度)
4. 子程序可以有多达 99 个变量
5. 文件名最多可以是 31 个字符(8 位长度)
6. 文件中功能模块变量最多可以有 99 个
7. 文件中最多可以有 99 个 extern 变量声明
8. 软 PLC 任务中最多支持 8 个功能模块
9. 任务可以同时处理多达 8 个 PULSE 脉冲指令
10. 任务可以处理多达 16 个中断
11. 表达式最多可以 127 个字符(8 位长度)
12. 程序由 CALL、IF、WHILE、FOR、CASE 等指令形成调用和循环的嵌套层数最多为 12 层

附录 3　虚拟示教器注意事项

1. U 盘在 PC 端相当于需要你手动在你虚拟示教器放在的那个盘下创建/media/usb/文件夹当做 U 盘，导入从这个文件夹导，导出到这个文件夹；
2. 虚拟示教器不支持组合键；
3. 使用虚拟示教器需要关闭 WiFi 功能；
4. 热插拔在自动模式下允许使用。

附录 4　其他功能及使用操作说明书列表

功能名称	操作说明书名称
告警信息明细	《报警及警告手册 V3.5.0.7》
传送带跟踪	《传送带跟踪功能使用操作说明书 V3.5.0.7》
光伏排版	《光伏排版工艺包使用操作说明书 V3.5.0.7》
负载评估软件	《负载评估软件使用操作说明书 V3.5.0.7》
零点快速恢复	《零点快速恢复功能使用操作说明书 V3.5.0.7》
自定义面板	《自定义面板功能使用操作说明书 V3.5.0.7》
碰撞检测	《碰撞检测功能使用操作说明书 V3.5.0.7》

埃夫特智能装备股份有限公司

中国(安徽)自由贸易试验区芜湖片区万春东路 96 号

www.efort.com.cn

服务热线：400-052-8877

希美埃（芜湖）机器人技术有限公司

中国(安徽)自由贸易试验区芜湖片区万春东路 96 号

www.efort.com.cn

服务热线：400-052-8877