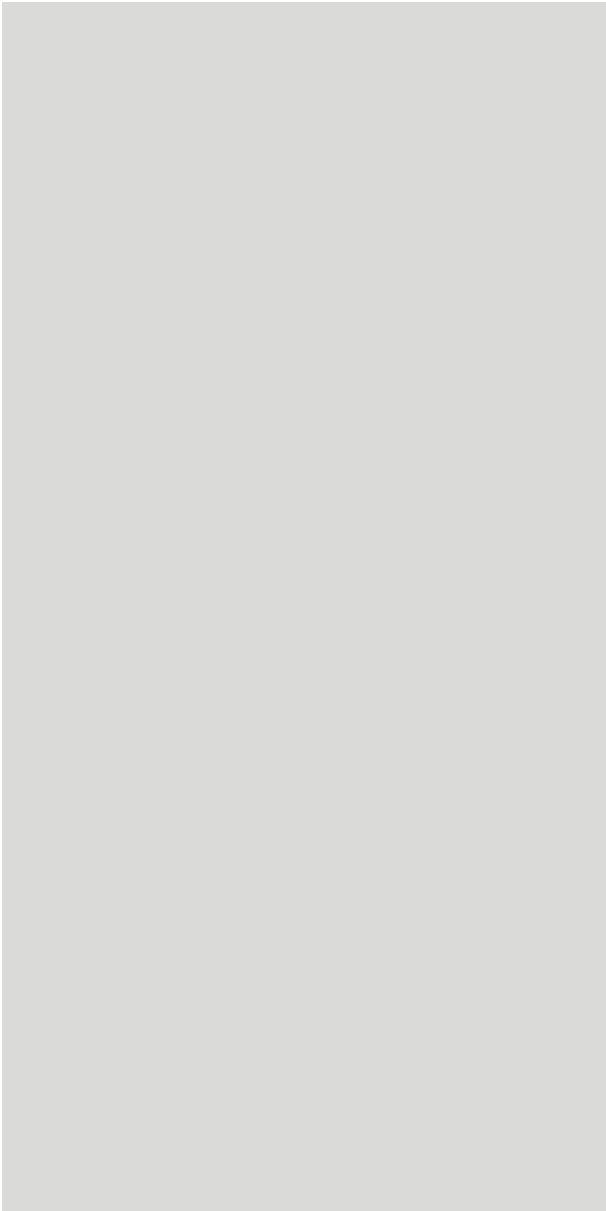


Festo Robotic 3

软件



FESTO

操作说明 | Festo
Robotic 3



8130786
2020-08
[8130794]

原版操作手册的译本

CODESYS®, EtherCAT® 是商标持有人在相关国家注册的商标。

目录

1	关于本文件	6
1.1	适用文件	6
1.2	产品版本	6
2	安全	7
2.1	安全注意事项	7
2.2	按规定使用	7
2.3	专业人员的资质	7
3	详细信息	7
4	Service	7
5	许可证	7
5.1	许可证概述	7
5.2	许可证 PTP	8
5.3	许可证 CP	8
6	配置	8
6.1	创建新项目	8
6.2	添加运动系统	9
6.3	参数设置	13
6.4	添加 FTL 程序	17
6.5	同步	19
6.6	CODESYS 项目中的基本设置	22
6.6.1	自动创建的值	22
6.6.1.1	默认配置	22
6.6.1.2	任务配置	22
6.6.1.3	总线周期任务	23
6.6.2	由用户设置的值	27
6.6.2.1	SoftMotion 轴的配置	27
7	CODESYS 块（概述）	29
7.1	确认消息 (FR_AcknowledgeMsg)	29
7.2	继续程序 (FR_ContinueProgram)	29
7.3	获得控制权 (FR_GetControlRight)	30
7.4	中断程序 (FR_InterruptProgram)	31
7.5	连续移动机器人 (FR_Jog)	32
7.6	逐步移动机器人 (FR_JogIncrement)	32
7.7	读取功能键 (FR_ReadFunctionKeys)	33
7.8	读取状态 (FR_ReadState)	35
7.9	更改倍率 (FR_SetOverride)	36
7.10	打开/关闭电源 (FR_SetPower)	37
7.11	启动程序 (FR_StartProgram)	37
7.12	卸载项目 (FR_UnloadProgram)	38
7.13	周期性更新机器人 (FR_Update)	39

7.14	更新 FTL 脚本 (FR_SCRIPT_PRG).....	40
8	工作模式.....	40
8.1	工作模式概述.....	40
8.2	T1 低速手动运行.....	41
8.3	T2 全速手动运行.....	41
8.4	自动模式.....	41
9	坐标系.....	41
9.1	轴坐标系.....	41
9.2	笛卡尔坐标系.....	42
9.2.1	笛卡尔坐标系概述.....	42
9.2.2	平移轴 X、Y、Z.....	43
9.2.3	定向轴 A、B、C.....	43
9.2.4	Euler 定向 ZYZ.....	43
9.3	运动系统坐标系.....	44
9.3.1	基本坐标系.....	44
9.3.2	世界坐标系.....	46
10	支持的运动系统.....	47
10.1	支持的运动系统概述.....	47
10.2	运动系统的结构.....	47
10.2.1	基本轴.....	47
10.2.2	定向轴, 手轴.....	48
10.2.3	欧拉手与手轴数的关系.....	48
10.3	笛卡尔直线门架 YXCL.....	49
10.4	笛卡尔平面式门架 YXCF.....	49
10.5	笛卡尔三维门架 YXCR.....	50
10.6	三脚架式动态抓取系统 EXPT.....	51
10.7	T 型门架 EXCT.....	53
10.8	H 型门架 EXCH 和 EXCM.....	54
10.9	支持的运动系统总览.....	55
11	可视化.....	56
11.1	可视化概述.....	56
11.2	将可视化集成到 CODESYS 中.....	56
11.3	说明.....	58
11.3.1	页面结构.....	58
11.3.2	状态栏.....	58
11.3.2.1	图标.....	58
11.3.2.2	显示活动的程序.....	59
11.3.2.3	显示所选的点动坐标系.....	59
11.3.2.4	紧急停止状态.....	59
11.3.2.5	活动的工作模式.....	59

11.3.2.6	点动模式/点动步长.....	60
11.3.2.7	显示有效的倍率 1 ... 100 %.....	60
11.3.3	顶框.....	60
11.3.3.1	位置.....	60
11.3.3.2	变量.....	60
11.3.3.3	FTL 指令.....	61
11.3.4	底框.....	62
11.3.4.1	控制栏.....	62
11.3.4.2	运动系统.....	62
11.3.4.3	浏览器.....	63
11.3.4.4	编辑器.....	63
11.3.4.5	消息系统.....	64
11.3.4.6	设置.....	65
11.3.4.7	控制栏.....	66
11.3.4.8	叠加快速设置.....	66
11.3.5	对话框.....	68
11.4	用户管理和权限.....	68

1 关于本文件

1.1 适用文件



有关产品的所有可用文件 → www.festo.com/sp。

以下文档描述了多轴控制器 CPX-E-CEC 的全部功能：

文件名	内容
Festo Robotic 3 手册	基于 FTL 的 CPX-E-CEC 编程说明书
CODESYS V3 在线帮助	带 CODESYS V3 和 Festo 扩展的产品使用详细信息
CPX-E-CEC 操作说明	CPX-E-CEC 控制器的结构和调试

Tab. 1 CPX-E-CEC 适用文件

以下文档可用于手持式人机界面 CDSA-D3-RV：

文件名	内容
CDSA-D3-RV 操作说明	装配和安装
CDSA-D3-RV 简要说明书	使用说明

Tab. 2 CDSA-D3-RV 适用文件

1.2 产品版本

本文件适用于以下产品版本：

产品	编程	版本
CODESYS V3	-	版本 3.5 SP15 Patch 3 及以上
CPX-E-CEC-M1-PN CPX-E-CEC-M1-EP	使用 CODESYS V3	版本 3.5.15.0 及以上
SoftMotion	使用 CODESYS V3	版本 4.6.2.0
Festo RTV 3	使用 CODESYS V3	版本 3.5.15.0 及以上

Tab. 3 产品版本

可借助合适的 Festo 软件确定产品版本。



用于确定产品版本的合适软件在 Festo 的技术支持网页上提供 → www.festo.com/sp。有关软件使用的信息可在集成的帮助功能中获取。



对于此产品版本或更高产品版本有可能存在本文件的更新版本 → www.festo.com/sp。

2 安全

2.1 安全注意事项

- 遵守产品使用地的法律规定。
- 请注意产品上的各种标识。
- 遵守适用文件。
- 遵守有关静电敏感部件的操作规程。静电负荷可能会损坏内部电子设备。
- 只有在已按专业要求安装、配置好本系统，并对其进行了参数设置后，才能接通负载电压。
- 专业人员必须掌握安装电气控制系统的专业知识。

2.2 按规定使用

本文档中描述的软件适用于结合伺服驱动器 CMMT-AS、CMMT-ST 和 CMMF-AS-M3 使用的自动化系统 CPX-E-CEC-M1-...

2.3 专业人员的资质

本文件针对具备资质的专业人员。为了理解本文件，需要具备关于以下主题的经验：

- 电气控制系统
- EtherCAT 网络
- 开发包 CODESYS V3

3 详细信息

- 附件 → www.festo.com/catalogue。
- 备件 → www.festo.com/spareparts。

4 Service

若有技术问题，请联系 Festo 公司在您所在地的联系人 → www.festo.com。

借助以下信息可简化支持请求的处理过程：

- CODESYS 项目作为项目存档 → CODESYS V3 中的菜单命令：
"File" > "Project Archive" > "Save/Send Archive..."
- 编程环境的版本 → CODESYS V3 中的菜单命令：
"Help" > "Information..." > "Show detailed version information"
- 控制数据 → 使用合适的 Festo 软件复制设备属性，例如 FestoField Device Tool (FFT)

5 许可证

5.1 许可证概述

针对该软件包有两个许可证：

- PTP
- CP

为了能够执行运动，必须在 Festo AppWorld 购买许可证。许可证必须在控制器中激活 → www.festo.com/appworld。

提供两个小时的演示模式。两个小时后再使用软件包时将出现错误。

配置

5.2 许可证 PTP

许可证 PTP 包括所有 PTP 运动（点到点运动）。

5.3 许可证 CP

许可证 CP 包括所有 CP 运动（直线和圆周运动）。

6 配置

6.1 创建新项目

1. 启动 CODESYS (V3.5 SP15 Patch 3)。

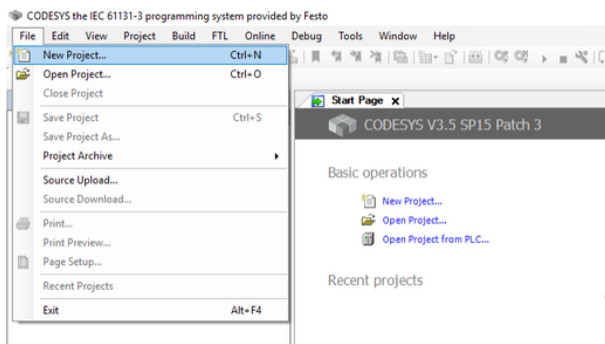


Fig. 1 程序窗口

2. 要创建一个新项目，请在菜单栏中选择菜单项 "File" > 条目 "New Project..."。
☞ 打开对话框 "New Project"。

配置

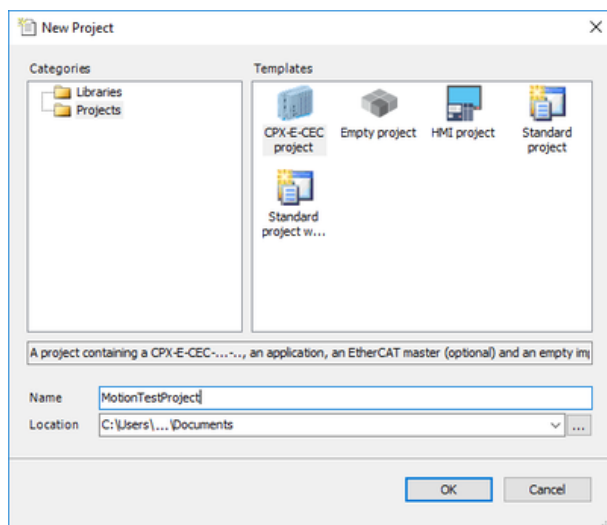


Fig. 2 新项目

3. 选择 CPX-E-CEC 项目模板。
4. 选择项目的名称和保存位置。
5. 使用 "OK" 按钮确认输入。
 - ↳ 打开对话框 "CPX-E-CEC-Project"。

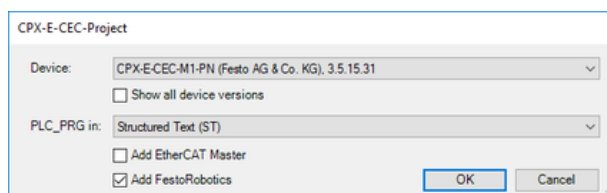


Fig. 3 CPX-E-CEC 项目

6. 选择设备型号和版本。
7. 如有需要, 选择选项 "EtherCAT Master" 和 "Festo Robotics"。
8. 使用 "OK" 按钮确认输入。

6.2 添加运动系统

可使用为此提供的向导来添加运动系统。



- 对于 CPX-E-CEC-M1 控制器系列, 建议不要创建多个运动系统。
- 设计应用时, 必须查看实际的 CPU 使用率。运动应用的差异可能非常大, 因此必须确保该应用符合周期时间。超过周期时间会触发不良影响。

配置

运动系统只能在窗口"Devices"的节点"Festo Robotics"下添加。



如果当前项目中存在多个设备，请确保在活动的应用下添加机器人。

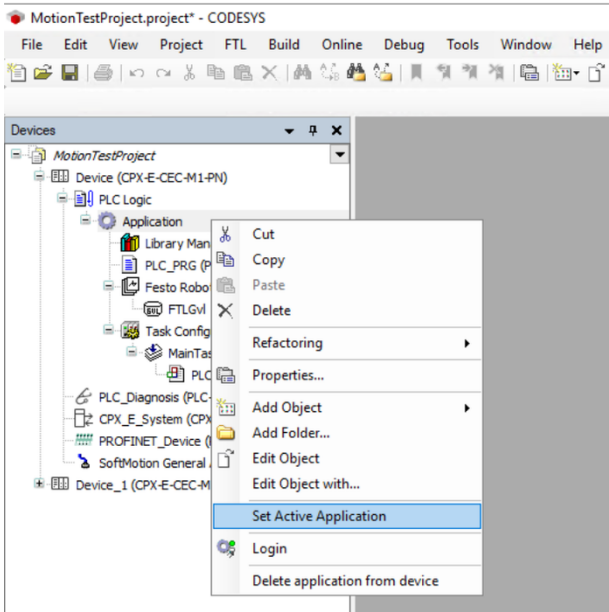


Fig. 4 设置活动的应用

1. 用鼠标右键单击节点"Application"。
2. 在快捷菜单中选择条目"Set Active Application"。

配置

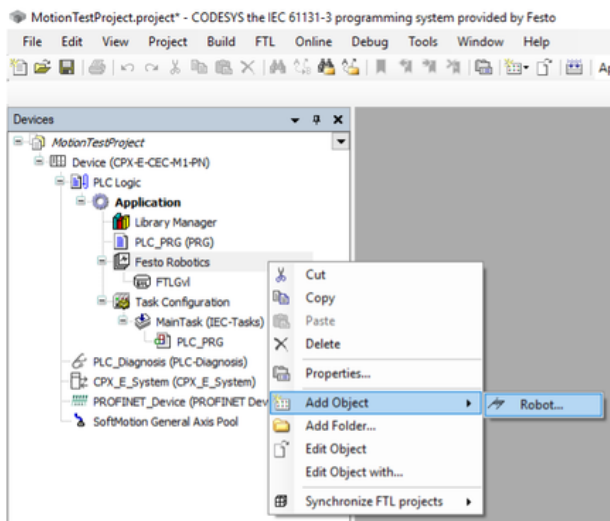


Fig. 5 添加对象

3. 要调用向导，请用鼠标右键单击节点"Festo Robotics"并在快捷菜单中选择项目"Add Object" > "Robot..."。
👉 打开对话框"Add Robot"。

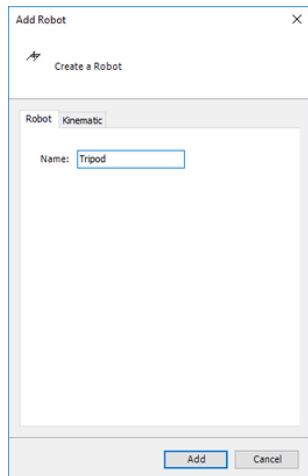


Fig. 6 添加机器人

4. 要创建运动系统，请在选项卡"Robot"中输入名称。

配置

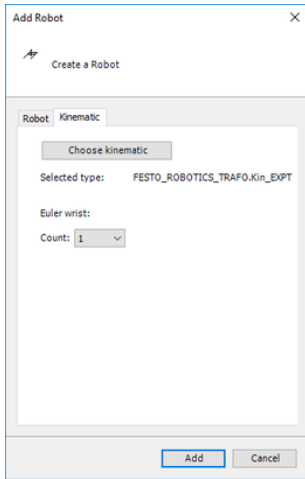


Fig. 7 选择运动系统类型

5. 如果可用且需要，请在选项卡"Kinematic"中选择运动系统类型和手轴数。
6. 使用按钮"Add"确认输入。

配置

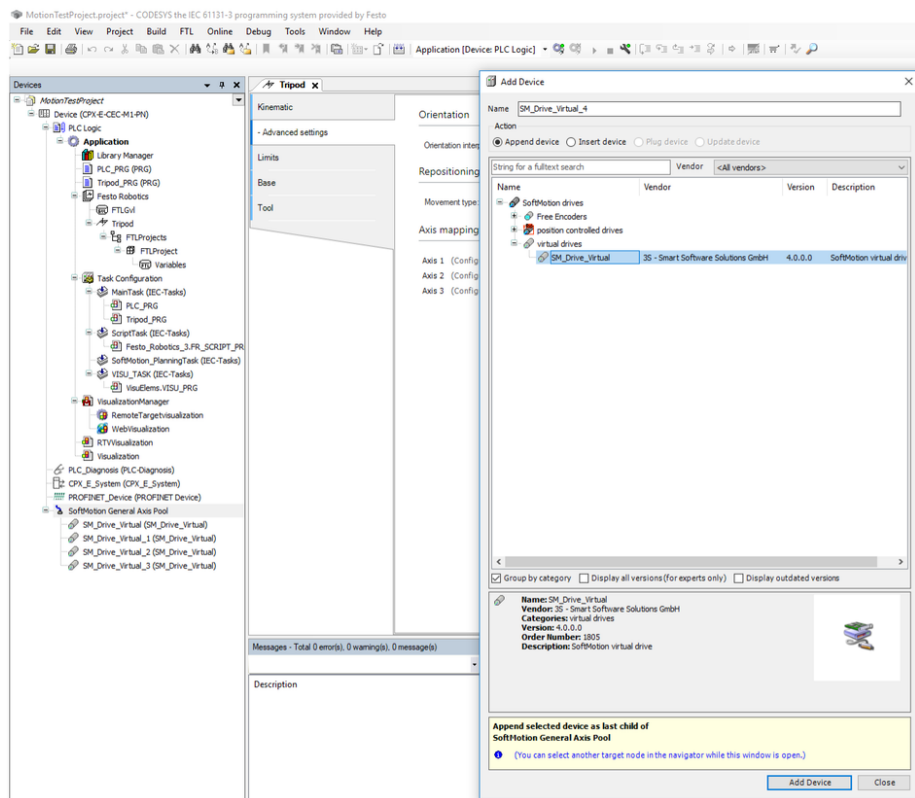


Fig. 8 添加设备

- 为了能够正确创建项目，需在窗口"Devices"中将设备添加至 "SoftMotion General Axis Pool"。该测试项目使用虚拟轴。

6.3 参数设置

- 为了打开用于设置参数的选项卡"Tripod"，在窗口"Devices"中双击条目"Tripod"。

配置

高级设置

在选项卡"Advanced settings"中可以对运动系统的 SoftMotion 轴进行分配。

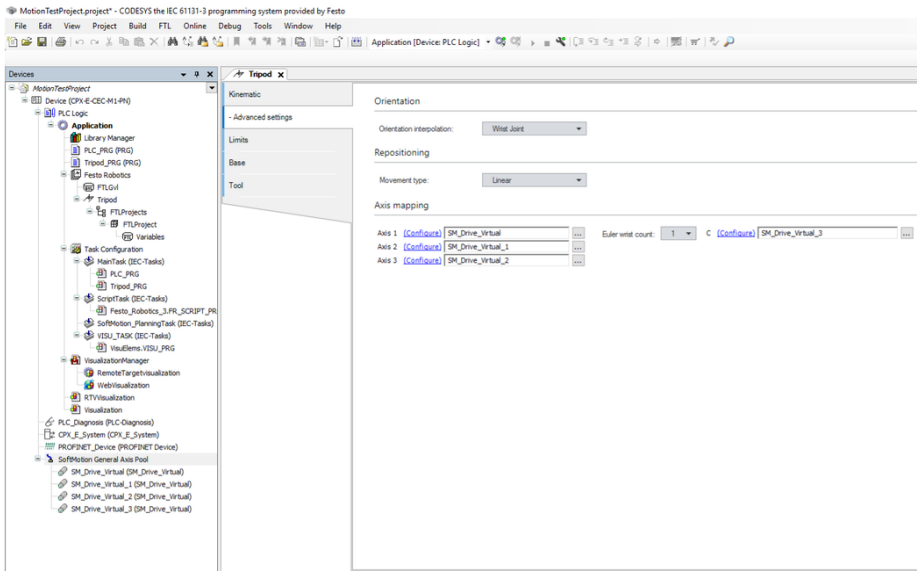


Fig. 9 高级设置

配置

动力值

在选项卡"Limits"中可以为运动、重新定位、点动和限制动力值设置极限值。

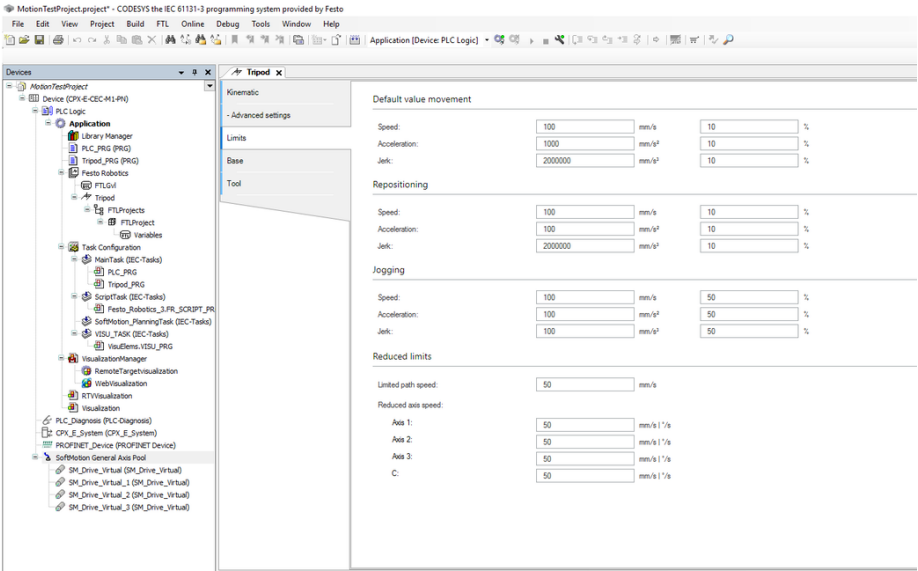


Fig. 10 动力值

配置

Basis

在选项卡"Base"中可以设置偏移量和方向。

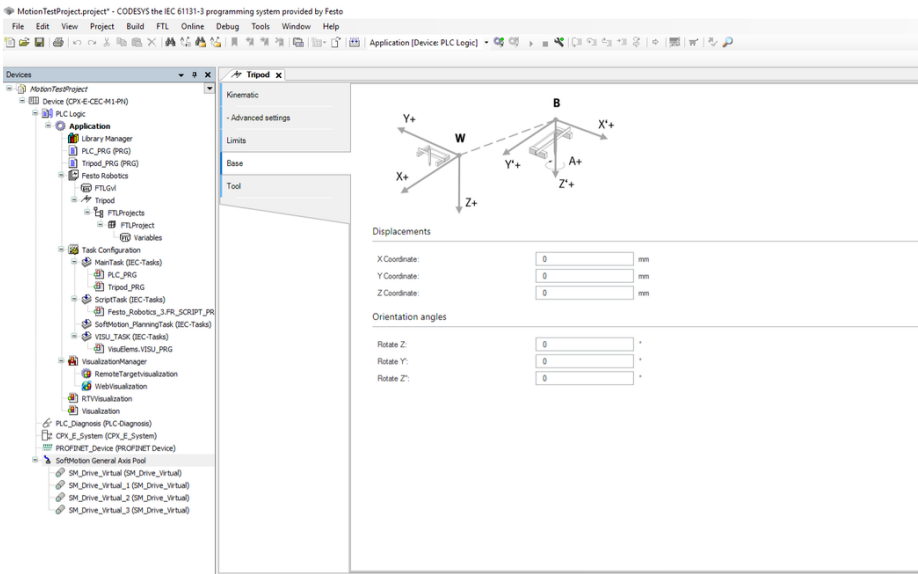


Fig. 11 Basis

配置

工具

在选项卡"Tool"中可以设置工具偏移量。

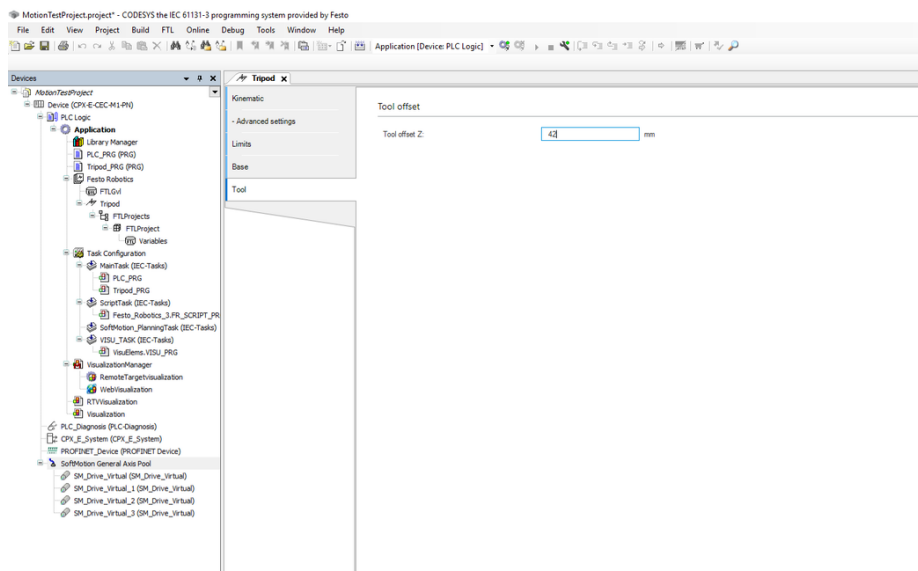


Fig. 12 工具

6.4 添加 FTL 程序

可以将 FTL 程序添加到 FTL 项目中。FTL 程序始终从属于 FTL 项目。

可以在 FTL 程序编辑器中编写和编辑 FTL 程序。

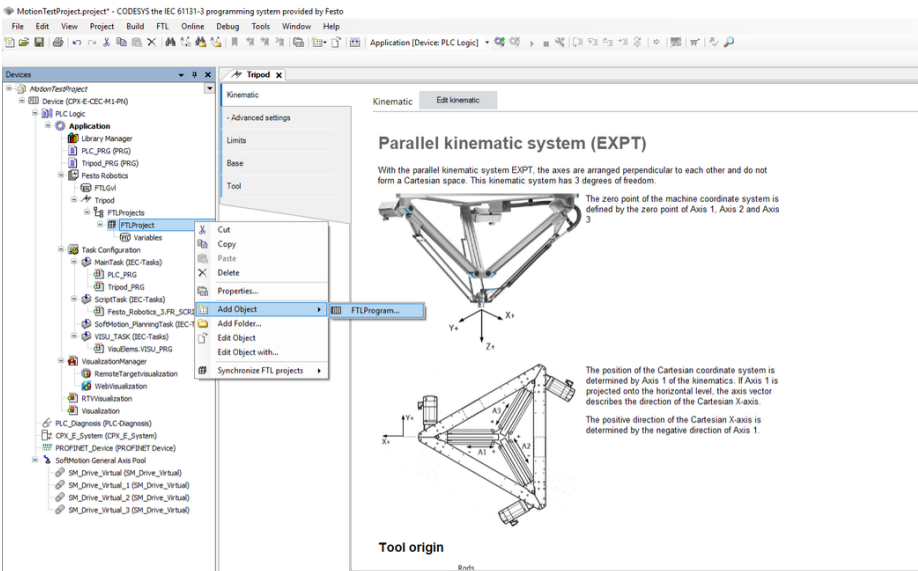


Fig. 13 添加 FTL 程序

1. 要添加 FTL 程序，请在窗口"Devices"中用右键单击 FTL 项目。

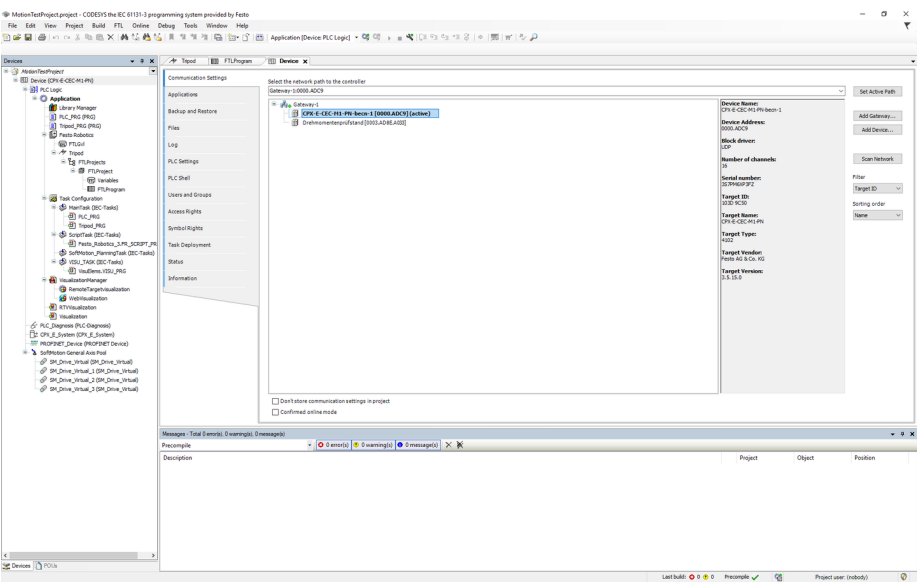


Fig. 15 设备

2. 如需同步项目并登录设备，请打开设备的选项卡“Communication Settings”。
- ☞ 将添加网关并连接设备。

配置

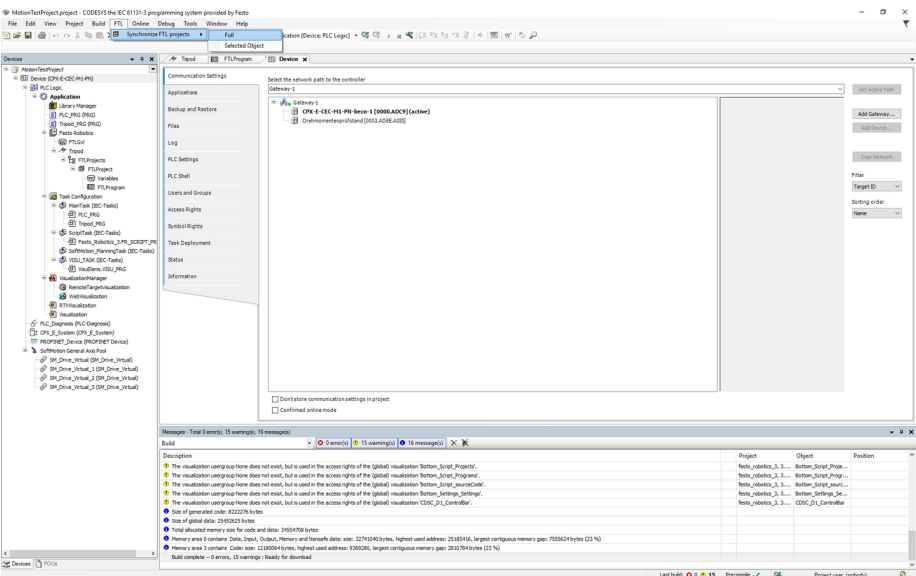


Fig. 16 打开同步对话框

3. 如需打开同步对话框，请在菜单栏中单击菜单项"FTL"，然后选择条目"Synchronize FTL projects" > "Full"。
- ❖ 将打开同步对话框。

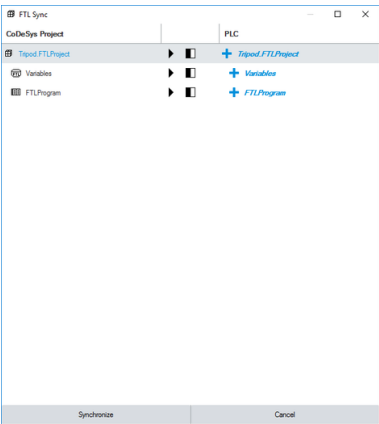


Fig. 17 同步对话框

4. 单击箭头按钮以选择沿哪个方向同步哪个 FTL 程序。

配置

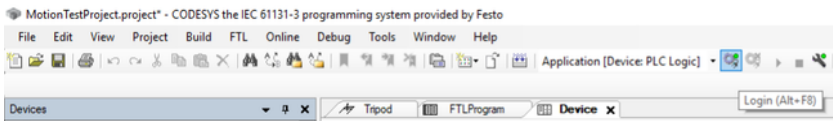


Fig. 18 登录

5. 完成配置后，请单击符号"Login"。

6.6 CODESYS 项目中的基本设置

6.6.1 自动创建的值

6.6.1.1 默认配置

以下各章中描述的值是建议的默认配置，这些默认配置是在创建机器人时由机器人程序包设置的。

6.6.1.2 任务配置

创建新机器人时，将创建以下任务并分配程序：

任务	优先级	循环/ 自由运行模式	监控	灵敏度	MultiCore
MainTask - PLC_PRG - <konfigurierter Kinematikname>_PRG	0	循环 8 ms	8 ms	1	Core 1
ScriptTask - Festo_Robotics_3.FR _SCRIPT_PRG	20	自由运行模式	-	-	Core 1
SoftMotion_PlanningTask	15	循环 2 ms	-	-	Core 0, 优先级 1
VISU_TASK - VisuElems.VISU_PRG	31	循环 100 ms	-	-	Core 1

Tab. 4 任务配置

如果在创建项目时也创建了 EtherCAT 主站并因此创建了 EtherCAT 任务，则 EtherCAT 任务将使用相同的设置替换"MainTask"。

i

设计应用时，必须查看实际的 CPU 使用率。运动应用的差异可能非常大，因此必须确保该应用符合周期时间。超过周期时间会触发不良影响。

配置

6. 6. 1. 3 总线周期任务

总线周期任务概述

建议将"Bus Cycle Options"设置为使用"FR_Update"程序块调用程序的任务。在此任务中，如果应用程序中有 EtherCAT 主站的 I/O 映像，则还必须对其进行更新。

定义运动控制的总线周期任务

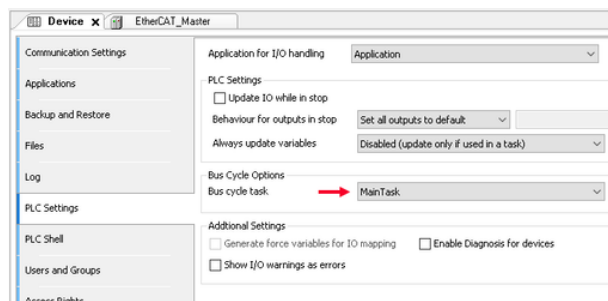


Fig. 19 EtherCAT 主站

1. 要设置运动控制的总线周期时间，请在选项卡"Device"中选择条目"PLC Settings"。
2. 确定"Bus Cycle Options"。



如果没有 EtherCAT 主站，则默认选择 "MainTask"。带有 EtherCAT 主站时，选择 EtherCAT 任务。



如果应用程序中有一个 Festo 机器人实例，则必须通过在指定的"Bus Cycle Options"中调用"FR_Update"程序块来执行相应的机器人程序。

定义 EtherCAT 主站的总线周期任务

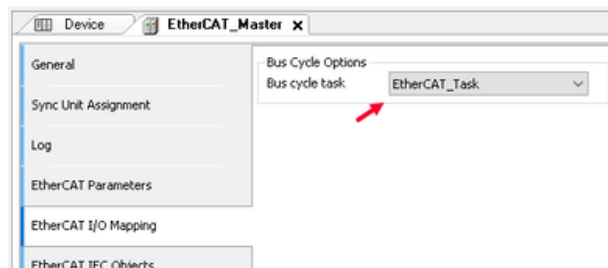


Fig. 20 EtherCAT 主站

配置

如果在应用程序中使用了 EtherCAT 主站，则必须定义 EtherCAT 主站 I/O 映像的总线周期任务。

- 1. 要为 EtherCAT 主站设置"Bus Cycle Options"，请在设备窗口（Device）中选择节点"EtherCAT Master"。
- 2. 在选项卡 "I/O Mapping" 下定义总线周期任务。

i

默认设置为"EtherCAT_Task"。

i

如果应用程序中有一个 Festo 机器人实例，则必须通过在指定的"Bus Cycle Options"中调用"FR_Update"程序块来执行相应的机器人程序。

用户管理

默认用户管理

默认用户管理包括以下用户：

组	用户	名称	密码
Admin	Admin	Admin	Admin
Service	Service	Service	Service
运算符	运算符	运算符	运算符
None	-	-	-

Tab. 5 用户管理

用户管理不正确

尝试登录连接的设备时，错误的用户管理会导致故障。如果单击"logged out"按钮，则可视化界面将变为灰色。

配置

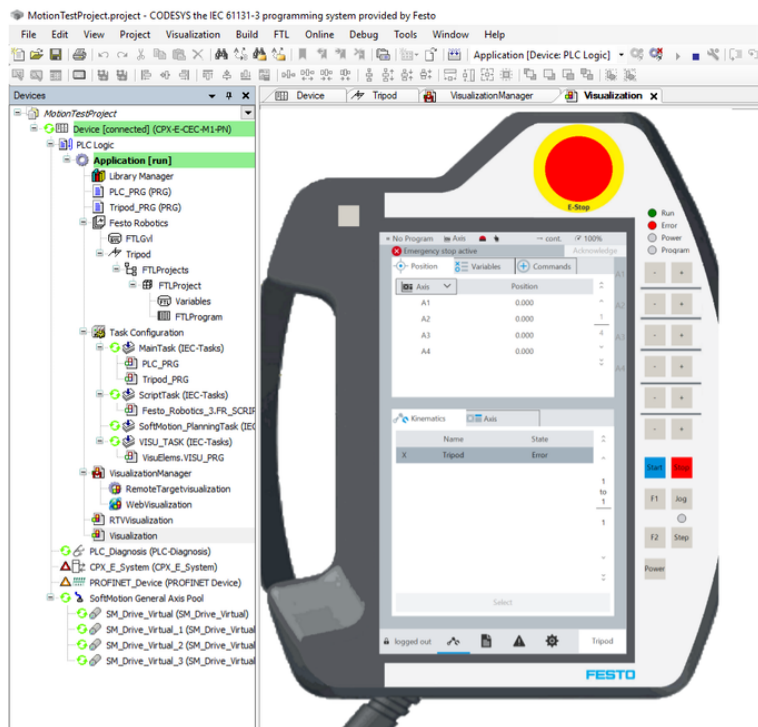


Fig. 21 Visualization

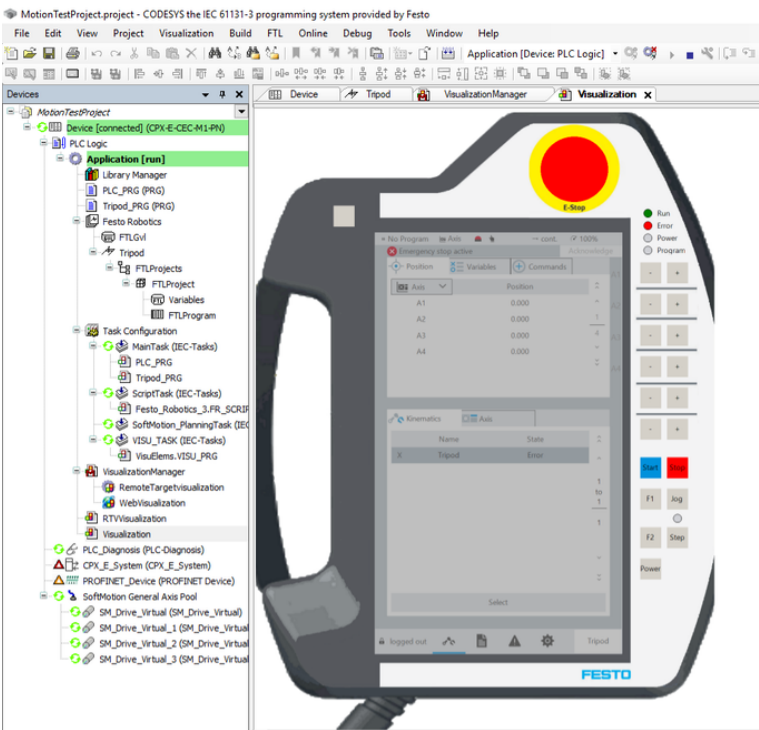


Fig. 22 Visualization（错误）

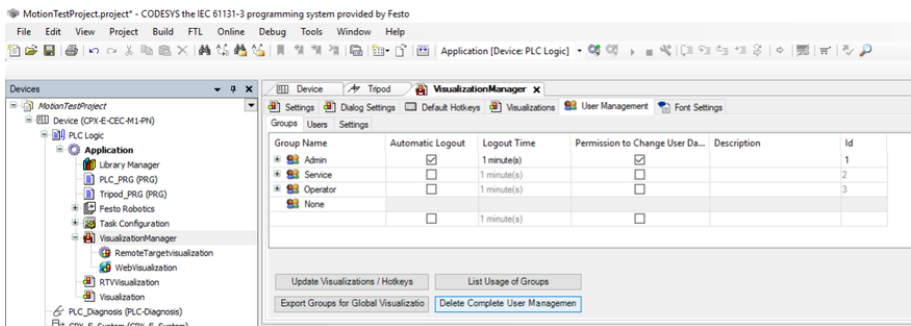


Fig. 23 VisualizationManager

1. 如果用户管理出错或需要重置，请在“VisualizationManager”的用户管理中按下按钮“Delete Complete User Management”。

配置

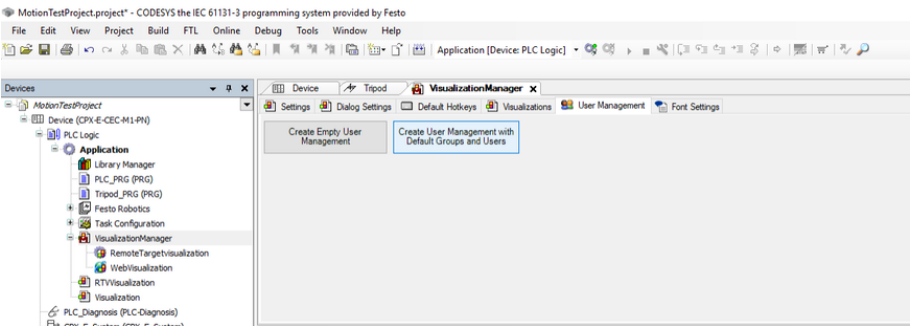


Fig. 24 VisualizationManager

2. 要恢复默认用户，请按下按钮"Create User Management with Default Groups and Users"。

6. 6. 2 由用户设置的值

6. 6. 2. 1 SoftMotion 轴的配置

SoftMotion 轴的配置概述

CODESYSSoftMotion 轴可以作为虚拟轴连接到 SoftMotion General Axis Pool 或者作为 EtherCAT 从站添加到 EtherCAT 主站。在以下各章中，描述了一根受限的虚拟轴上的动力相关参数的示例配置。



更多信息参见 CODESYS V3 的一般在线帮助 → 1. 1 适用文件。

动力极限值

- 1. 要设置动力极限值，请在窗口"Devices"中双击相应的轴。
- 2. 选择选项卡"General"。
- 3. 为"Velocity"、"Acceleration"、"Deceleration"和"Jerk"指定"Dynamic Limits"。



对于直线轴必须使用 [mm] 为单位，对于旋转轴必须使用 [°] 为单位。

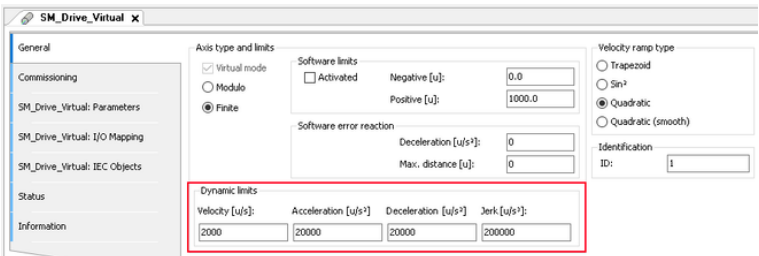


Fig. 25 动力极限值

i

在规划运动时时，运动控制器会考虑到这些动力极限值。在 Festo 机器人中关联的所有运动轴的极限值连同轨迹上的极限值共同影响最终的动力效果。

i

物理轴的动力极限值必须取自相关组件（例如 电机控制器、电机、减速机、轴等）的数据表或驱动器配置工具。通常，必须根据特定应用情况减小极限值。为此需要进行调试并在此期间确定极限值。

速度斜坡类型

- 1. 如需设置"Velocity ramp type"，请在窗口 "Devices" 中双击相应的轴。
- 2. 选择选项卡 "General"。
- 3. 选择 "Velocity ramp type" 。

i

Festo 机器人技术只支持速度斜坡类型 "Trapezoid" 和 "Quadratic" 。

i

速度斜坡类型会影响所有 PTP 运动。

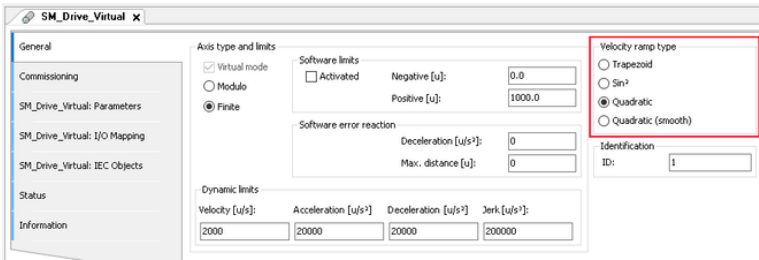


Fig. 26 速度斜坡类型

速度斜坡类型	说明
梯形	梯形速度曲线（每一段均具有的恒定加速度）
二次	具有急动度限制的梯形加速度曲线

Tab. 6 速度斜坡类型

i

对于二次速度斜坡类型，可以限制动力极限值"急动度"。因此，建议设置为二次速度斜坡类型。

7 CODESYS 块（概述）

7.1 确认消息（FR_AcknowledgeMsg）

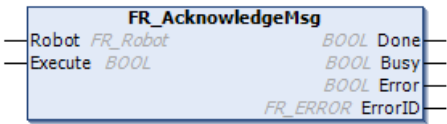


Fig. 27 FR_AcknowledgeMsg

功能块"FR_AcknowledgeMsg"向机器人发送一个确认信号。该信号确认所有已解决的故障。
输出值"Done"表示已发送确认请求。

i
必须确保在确认故障之前已排除故障。

i
为了能够发送确认请求，需要获得控制权。没有控制权，则功能块处于错误状态。将显示消息
"Error" → 7.3 获得控制权（FR_GetControlRight）。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用 "FR_Robot"。
Input	Execute	BOOL	上升沿：确认请求
Output	Done	BOOL	确认请求已发送。
	Busy	BOOL	功能块尚未结束。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 7 InOut

7.2 继续程序（FR_ContinueProgram）

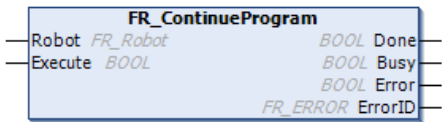


Fig. 28 FR_ContinueProgram

如果可以继续，功能块"FR_ContinueProgram"继续运行最后一个运行的程序。如果更改了FTL程序，则无法使用该功能块继续执行。
无需通过"FR_StartProgram"启动 FTL程序。由手持式人机界面启动的程序也可以通过功能块"FR_ContinueProgram"继续运行。
需要控制权才能继续程序。如果没有控制权，则显示故障消息和相应的故障 ID。



手动移动运动系统可能导致在自动重新定位期间发生碰撞，并因此损坏运动系统。

- 在重新定位之前，将运动系统手动移至中断位置附近，以尽量减少碰撞风险。
- 还要将定向轴也移动到被中断时的大致方向。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Execute	BOOL	上升沿：继续执行程序
Output	Done	BOOL	程序继续（包括重新定位）。
	Busy	BOOL	功能块尚未结束。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 8 InOut

7.3 获得控制权（FR_GetControlRight）

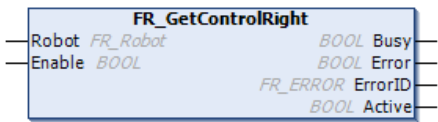


Fig. 29 FR_GetControlRight

功能块"FR_GetControlRight"用于获取机器人的控制权。
每个机器人只有一个控制权。功能块"FR_GetControlRight"可以多次执行。活动的状态可用于检查状态。在多个层级上激活和禁用可能导致切换过程和其他功能块上的错误。如果另一个实例使用了控制权，则此功能块将连续尝试获取控制权。如果另一个客户端（例如 可视化对象）拥有机器人的控制权，则此功能块将连续尝试获取控制权。只要功能块处于活动状态，就会通过输出 Busy 显示活动状态。输出 Error 不代表出错。控制权可能会丢失，因此应定期检查活动状态。



每个机器人应使用该功能块的一个实例。如果一个机器人有多个功能块或者一个功能块被用于多个机器人，则可能产生不良影响。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Enable	BOOL	"TRUE": 功能块尝试向 PLC 请求控制权。
Output	Busy	BOOL	真值对应于"TRUE"。PLC 尝试请求控制权限。
	Error	BOOL	请求时出错。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID
	Active	BOOL	如果 PLC 具有控制权, 则设置真值"TRUE"。

Tab. 9 InOut

7.4 中断程序 (FR_InterruptProgram)

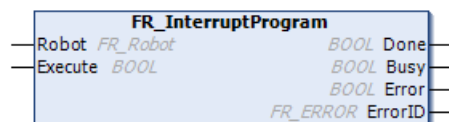


Fig. 30 FR_InterruptProgram

功能块"FR_InterruptProgram"中断所有正在运行的FTL程序并停止机器人。功能块处于活动状态,直到机器人不再移动。输出"Busy"的真值对应于"TRUE"。

i

- 为了能够中断正在运行的程序, 需要具有控制权。如果没有控制权, 则显示故障消息和相应的故障 ID。
- 在执行期间不得更改对机器人的引用。否则将显示故障消息。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Execute	BOOL	程序被中断。
Output	Done	BOOL	程序中断, 机器人停止。
	Busy	BOOL	功能块尚未结束。
	Error	BOOL	执行出错。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 10 InOut

7.5 连续移动机器人（FR_Jog）

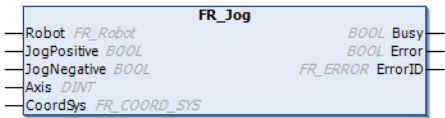


Fig. 31 FR_Jog

功能块"FR_Jog"用于连续移动机器人。

- i**
- 要启动点动运行，必须具有控制权。没有控制权，则功能块处于错误状态。将显示消息 "Error"。
 - 并非在所有工作模式下均允许点动运行。同时启动输入 JogPositive 和 JogNegative 会导致错误。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	JogPositive	BOOL	点动正向
	JogNegative	BOOL	点动负向
	Axis	DINT	轴编号
	CoordSys	FR_COORD_SYS	点动坐标系
Output	Busy	BOOL	功能块尚未结束。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 11 InOut

7.6 逐步移动机器人（FR_JogIncrement）



Fig. 32 FR_JogIncrement

功能块"FR_JogIncrement"用于逐步移动机器人。
步幅决定了移动距离。第一步，机器人将移动到下一个模数位置，例如。

- 当前位置：1.532 mm

- 步幅：1 mm
- 新位置：2 mm

步幅（mm/°）取决于轴和坐标系。
完成一个步幅后，机器人将保持在该位置，直到"JogPositive"或"JogNegative"的下一个上升沿。输出"Reached"代表已经到达位置。

- i**
- 并非在所有工作模式下均允许点动运行。
 - 步幅必须大于 0.001 mm/°。
 - 同时启动输入 "JogPositive" 和 "JogNegative" 将导致错误。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	JogPositive	BOOL	沿正方向逐步点动运行。
	JogNegative	BOOL	沿负方向逐步点动运行。
	Axis	DINT	轴编号
	Increment	LREAL	点动运行的步长（≥ 0.001 mm/°）
	CoordSys	FR_COORD_SYS	点动坐标系
Output	Busy	BOOL	点动（正或负）对应于真值"TRUE"，点动尚未结束。
	Reached	BOOL	已到达位置。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 12 InOut

7.7 读取功能键（FR_ReadFunctionKeys）

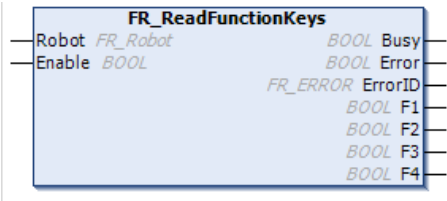


Fig. 33 FR_ReadFunctionKeys

功能块"FR_ReadFunctionKeys"显示了当输入"Enable"对应于真值"TRUE"时的功能键值。

- i**
- 只要按下硬件/软件按钮，输出信号就对应于真值"TRUE"。
 - 具有控制权的手持式人机界面上的功能键状态将发送到输出。
 - 如果输入"Enable"对应于真值"FALSE"，则将输出设置为默认值。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Enable	BOOL	如果真值对应于"TRUE"， 则读取机器人功能键。
Output	Busy	BOOL	"TRUE"，如果输入 Enable = TRUE
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID
	F1	BOOL	当在编程器上按下 F1 键 时，将设置真值"TRUE"。 必须具有控制权。
	F2	BOOL	当在编程器上按下 F2 键 时，将设置真值"TRUE"。 必须具有控制权。
	F3	BOOL	当在编程器上按下 F3 键 时，将设置真值"TRUE"。 必须具有控制权。
	F4	BOOL	当在编程器上按下 F4 键 时，将设置真值"TRUE"。 必须具有控制权。

Tab. 13 InOut

7.8 读取状态（FR_ReadState）

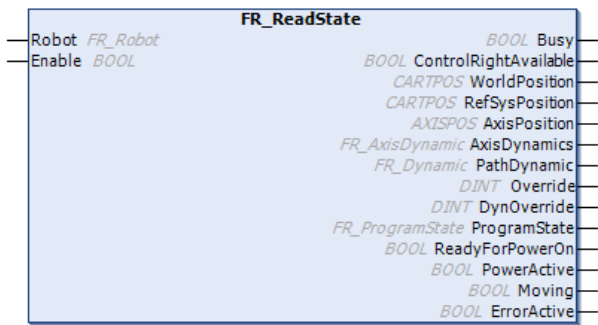


Fig. 34 FR_ReadState

功能块"FR_ReadState"会反馈机器人的状态，只要"TRUE"位于功能块的输入"Enable"上。

i

如果输入"Enable"对应于真值"FALSE"，则输出将重置为默认值。

范围	名称	数据类型	说明
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Enable	BOOL	如果真值对应于"TRUE"，则每次运行程序时都会更新机器人状态。
Output	Busy	BOOL	激活
	ControlRightAvailable	BOOL	如果 PLC 和手持编程器等均无控制权，则设置为"TRUE"。
	WorldPosition	CARTPOS	TCP 在世界坐标系中的位置。
	RefSysPosition	CARTPOS	TCP 在当前参考系统中的位置。
	AxisPosition	AXISPOS	TCP 在轴坐标系中的位置。
	AxisDynamics	FR_AxisDynamic	所有轴的动力值。
	PathDynamic	FR_Dynamic	TCP 的动力值。
	Override	DINT	手持编程器的倍率。
	DynOverride	DINT	来自程序的倍率。

范围	名称	数据类型	说明
Output	ProgramState	FR_ProgramState	当前程序状态。
	ReadyForPowerOn	BOOL	当轴已准备好接通并且没有待处理的故障时，设置为"TRUE"。
	PowerActive	BOOL	接通所有轴的电源。
	Moving	BOOL	机器人正在移动。
	ErrorActive	BOOL	存在一个未确认的故障。

Tab. 14 InOut

7.9 更改倍率（FR_SetOverride）

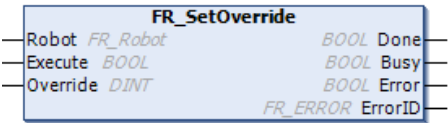


Fig. 35 FR_SetOverride

功能块 "FR_SetOverride" 用于更改倍率。
必须具有控制权才能更改倍率。倍率值的范围为 1 ... 100 %。如果值超出此范围，则会显示一条故障消息。

i
可以在 FTL 程序中更改动力倍率。

范围	名称	型号	备注
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Execute	BOOL	更改倍率。
	Override	DINT	覆盖倍率值。
Output	Done	BOOL	更改倍率。
	Busy	BOOL	功能块尚未结束。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 15 InOut

7.10 打开/关闭电源 (FR_SetPower)



Fig. 36 FR_SetPower

功能块"FR_SetPower"用于打开和关闭机器人。输出"Busy"代表正在执行一项操作。完成所有指令后，可以开始另一个动作。

i

在接通机器人电源之前，功能块"FR_ReadState"的输出必须具有值"ReadyForPowerOn"。

i

- 打开和关闭机器人需要具有控制权。如果 PLC 接口没有控制权，则会显示一条故障消息。
- 根据工作模式，需要一个使能键来接通电源。
- 程序执行期间不得更改工作模式。否则将显示故障消息。
- 在执行过程中不得更改对机器人的引用，否则将显示故障消息。该故障不会影响机器人状态。

范围	名称	型号	备注
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Execute	BOOL	上升沿：功能块启动。
	Power	BOOL	"TRUE"：接通， "FALSE"：关闭
Output	Done	BOOL	执行开/关指令。
	Busy	BOOL	功能块尚未结束。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 16 InOut

7.11 启动程序 (FR_StartProgram)

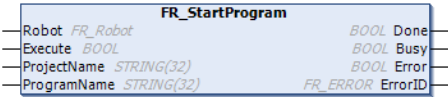


Fig. 37 FR_StartProgram

功能块"FR_StartProgram"从项目中加载并启动程序。程序将从头开始。不会继续已中断的路径。如果加载了"ProjectName"下指定的项目，则将跳过该项目的加载。在加载新项目之前，将卸载所有其他已加载项目。

加载程序后，程序计数器将被设置为值 0。缓冲的运动命令将不会继续。程序变量不会改变。

如果项目或程序不存在，则会显示故障消息。如果程序不存在，则项目将保持加载状态。如果正在运行另一个程序或缺少控制权，则会显示故障消息。程序执行期间不得更改机器人实例。由于其他正在运行的程序而导致的错误对正在运行的程序没有影响。

范围	名称	型号	备注
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Execute	BOOL	以上升沿启动程序。
	ProjectName	STRING (32)	项目名称
	ProgramName	STRING (32)	程序名称
Output	Done	BOOL	程序已启动。
	Busy	BOOL	功能块处于活动状态（正在加载项目和程序）。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 17 InOut

7.12 卸载项目（FR_UnloadProgram）

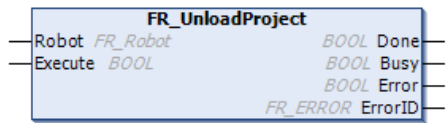


Fig. 38 FR_UnloadProject

功能块"FR_UnloadProgram"卸载包括卸载已加载的项目，包括该项目内所有已加载的程序。

只有满足以下几点，才能卸载项目：

- 没有任何程序处于活动状态。
- 用户具有适当的用户权限。没有适当的用户权限，将显示故障消息和相应的故障 ID。
- 功能块激活时，不得更改引用的机器人。活动状态由输出"Busy"指示。

范围	名称	型号	备注
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Execute	BOOL	卸载项目。

范围	名称	型号	备注
Output	Done	BOOL	卸载项目。
	Busy	BOOL	功能块尚未结束。
	Error	BOOL	表示功能块中发生了错误。
	ErrorID	FR_ERROR	故障 ID

Tab. 18 InOut

7.13 周期性更新机器人（FR_Update）



Fig. 39 FB_Update

功能块"FR_Update"用于周期性更新各个机器人。每个机器人应使用一个实例。
必须在总线周期中调用此功能块。输入信号可以直接映射到输入地址。为了使机器人准备好运行，应激活一种工作模式（T1、T2 或自动）。要禁用机器人，请将所有操作模式的输入设置为"FALSE"。

范围	名称	型号	备注
Inout	Robot	FR_Robot	引用"FR_Robot"。
Input	Enable_T1	BOOL	激活工作模式 T1。其他模式必须对应于真值"FALSE"。
	Enable_T2	BOOL	激活工作模式T2。其他模式必须对应于真值"FALSE"。
	Enable_Auto	BOOL	激活工作模式Auto。其他模式必须对应于真值"FALSE"。
	EnableSwitch	BOOL	用户通过该输入的上升沿开启电源。仅在工作模式T1或T2下评估。
	EmergencyStop	BOOL	"FALSE"：执行并停留在紧急停止状态。"TRUE"：未激活紧急停止。

范围	名称	型号	备注
Input	PowerApplied	B00L	从安全 PLC 启用电源。如果对应真值"FALSE"，需要启用电源时，EnableSwitch 输入以及对 FR_Power 的所有调用将被忽略。
Output	T1	B00L	"TRUE"：已选择工作模式 T1。
	T2	B00L	"TRUE"：已选择工作模式 T2。
	Auto	B00L	"TRUE"：已选择工作模式 Auto。
	EmergencyStopActive	B00L	"TRUE"：紧急停止已激活。

Tab. 19 InOut

7.14 更新 FTL 脚本 (FR_SCRIPT_PRG)

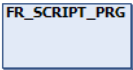


Fig. 40 FR_SCRIPT_PRG

功能块"FR_SCRIPT_PRG"执行 FTL 程序的所有功能。

8 工作模式

8.1 工作模式概述

Motion Packet具有三种工作模式：

- T1 低速手动运行
- T2 全速手动运行
- 自动模式

i

手动模式下的低速并非安全功能。
针对安全相关的控制任务或人身安全，须采取额外的外部保护措施，以便即使发生故障，也可以确保整个系统的安全运行状态。

使用 PLC 中的功能块 FR_Update 选择工作模式。通过数字量输入选择各个工作模式。通过功能块的输出信号反馈当前活动的工作模式。

8.2 T1 低速手动运行

该工作模式用于设置运动系统和调试程序。通常使用手持式人机界面进行调试。在 T1 模式下，TCP 处的速度被限制为最大 250mm/s 的设定值。T1 中的限速并不代表安全。针对安全相关的控制任务或人身安全，必须另外采取外部防护措施。

T1 手动模式下的功能：

- 运动系统以较低的速度移动。前提条件是已按下使能键。
- 对于笛卡尔运动，TCP 处的最大速度为 250 mm/s。
- 移动各直线轴时，最大速度为 250 mm/s。
- 在移动各旋转轴时，必须考虑到伸出的部分，即最长端速度不得超过 250 mm / s。必须根据该长度计算轴的转速并将其输入到配置中。
- 位置示教。
- 创建和更改程序。
- 在步进模式或连续模式下用低速测试程序。前提条件是已按下使能键。



低速值将通过配置进行设置。

8.3 T2 全速手动运行

该工作模式用于测试高动态运动。速度在 T2 模式下不受限制，通过编程设定的动力值处于激活状态。仅当采取了适当的保护措施时，才允许使用 T2 模式，因为不受限的动力值可能导致危险情况。针对安全相关的控制任务或人身安全，必须另外采取外部防护措施。



受控运动系统的速度较高。

T2 手动模式下的功能：

- 运动系统以程序设定的速度移动。前提条件是已按下使能键。
- 位置示教。
- 创建和更改程序。
- 在步进模式或连续模式下用低速测试程序。前提条件是已按下使能键。

8.4 自动模式

在自动模式下，运动系统的所有运动都以设定的速度进行。将处理并执行程序中设置的所有动力值。无法手动移动轴。无需考虑手持式人机界面上的使能键。



受控运动系统的速度较高。

9 坐标系

9.1 轴坐标系

轴坐标系是考虑到运动系统所有物理轴的坐标系。每根轴在轴坐标系中都有一个坐标。坐标原点位于所属轴的零点。

在此位置，轴坐标系与机械轴的形式和位置相关联。这取决于运动系统的机械结构。

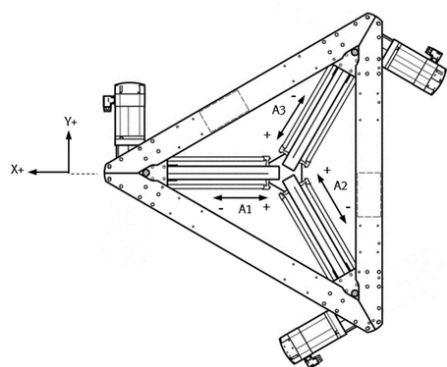


Fig. 41 带有轴和坐标系的三脚架式动态抓取系统 EXPT

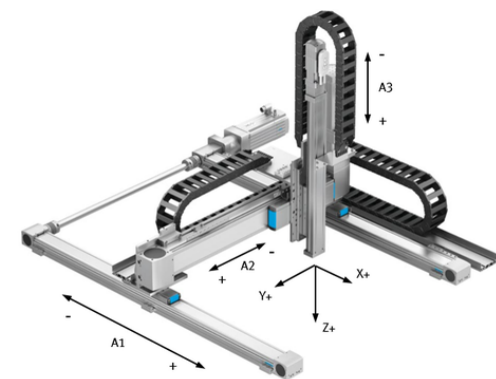


Fig. 42 三维门架 YXCR

图中左侧展示了 Festo 的运动系统模型三脚架式动态抓取系统 EXPT。轴的位置以及轴坐标系的位置由运动系统模型确定。

右图中的布局是一种笛卡尔运动系统。尽管相互垂直的轴构成了笛卡尔坐标系，但这些机械机构还具有一个轴坐标系。在轴坐标系中，控制器不考虑运动系统模型，仅考虑各直线或旋转轴。

i

对于带有固定电机和旋转齿形带的运动系统，轴坐标是指齿形带在相应电机上的位置。

9.2 笛卡尔坐标系

9.2.1 笛卡尔坐标系概述

笛卡尔坐标系由 3 根相互垂直的轴组成。通过坐标换算，控制器（根据内部运动系统模型）从各个轴坐标计算出笛卡尔世界。

9.2.2 平移轴 X、Y、Z

在笛卡尔坐标系中，3 根相互垂直的轴 X、Y 和 Z 形成平移轴。这是根据右手定则定义的。

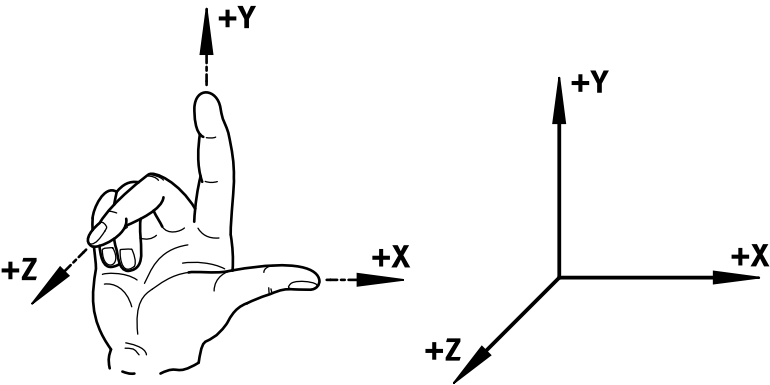


Fig. 43 右手定则

拇指指向 X 轴正方向，食指指向 Y 轴正方向，中指指向 Z 轴正方向。
通过这 3 根平移轴，可以在例如空间中的 3 个方向上移动和描述工具。这被称为 3 个自由度。

9.2.3 定向轴 A、B、C

使用平移轴 X、Y 和 Z 可以描述例如工具的位置。但如果该位置还有方向，即工具从起原始位置发生了扭转，则无法通过 X、Y 和 Z 轴表明。为了描述这些方向，在笛卡尔坐标系中需要旋转轴 (= 定向轴)。它们围绕平移轴 X、Y 和 Z 旋转。

笛卡尔坐标系中的第一根旋转轴用“A”表示，第二根旋转轴用“B”表示，第三根用“C”表示。其在笛卡尔坐标系中的旋转顺序根据 ZYZ 欧拉规则确定。在下一章中给出了描述。

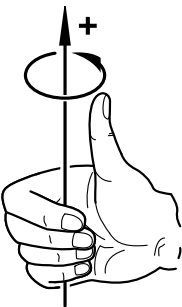


Fig. 44 右拳定则

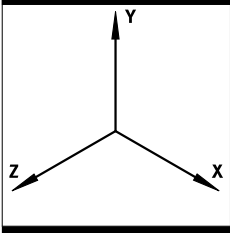
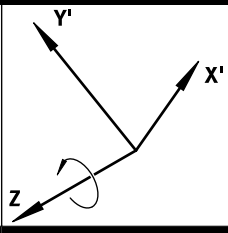
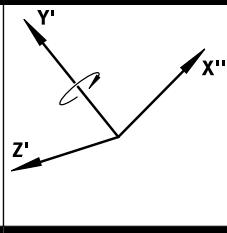
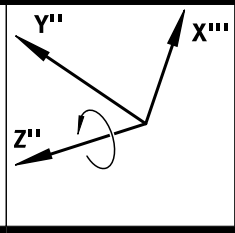
绕轴旋转的方向由右拳定则确定。右手握拳，并竖起拇指。拇指指向轴的正方向，握拳手指指向沿该轴旋转的正方向。

9.2.4 Euler 定向 ZYZ

欧拉定向描述了在笛卡尔坐标系中推导方向的顺序。控制器按照 ZYZ 欧拉规则工作。

因此，旋转顺序如下：

- 坐标 A 绕 Z 轴旋转
- 坐标 B 绕扭转后坐标系的 Y 轴旋转
- 坐标 C 绕扭转后坐标系的 Z 轴旋转

起始位置	1. 绕 Z 轴旋转	2. 绕扭转后的 Y 轴旋转	3. 绕扭转后的 Z 轴旋转
			

Tab. 20 按照 ZYZ 欧拉规则的旋转顺序
表格显示了根据 ZYZ 欧拉规则的三个转向顺序。
由于围绕 Z 轴进行了 2 次旋转，因此 ZYZ 欧拉规则比其他旋转顺序更易于理解。由于刀具轴始终沿 Z 轴方向，因此有助于理解方向信息。

i

根据欧拉定向描述空间中的 3 个定向自由度。但只有运动系统的机械装置满足这些自由度时，才能实现。

始终根据 ZYZ 欧拉规则指定所有方向信息。

根据 ZYZ 欧拉规则，空间中的特定方向可以用多种定向信息来描述。

示例：A = 90°，B = 0°，C = 0° 对应于 A = 0°、B = 0°、C = 90°

系统在计算方向信息时，角度 B 被归一化为值域 0° 至 180°。如果 B = 0° 或 B = 180°，那么 C = 0°。

9.3 运动系统坐标系

9.3.1 基本坐标系

运动系统的所谓基本坐标系由轴在空间中的排列及其参数确定。基本坐标系是一种笛卡尔坐标系。

其定义如下：

- 驱动器的旋转方向
- 轴零点

在控制器的配置中以及相应伺服驱动器的配置中进行必要的设置。为了使这些设置生效，笛卡尔坐标轴的方向必须始终符合右手定则。如果偏离这一点，则运动系统将无法运行。

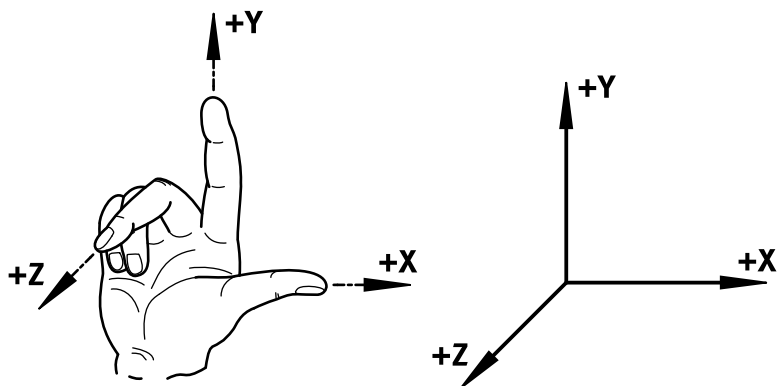


Fig. 45 右手定则

i

影响坐标方向的轴和驱动器的参数设置必须符合右手定则，否则它们将无法运行。

基本坐标系的位置和方向由运动系统确定。该规定需在相应运动系统的描述中获取。配置中的所有设置都必须满足针对各个运动系统的规定。

i

错误的参数设置可能会损坏运动系统。

所有参数设置（例如轴、驱动器）必须确保满足相应运动系统的规定。

下图展示了 Festo 的直线门架 YXCL 及其基本坐标系，坐标系原点由各轴的零点构成。

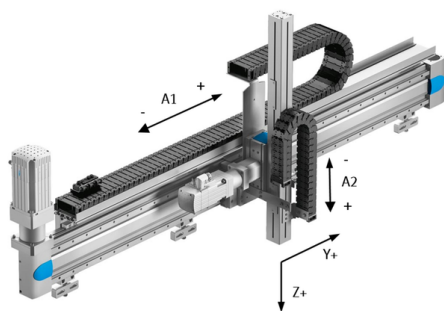


Fig. 46 直线门架 YXCL

i

基本坐标系与世界坐标系一样是笛卡尔坐标器，并且是运动系统中的笛卡尔坐标系原点。

9.3.2 世界坐标系

世界坐标系在“世界”中定义了 3 个自由度。

通过移动基本坐标系，可能使世界坐标系位于运动系统的工作区域之外。这意味着几个运动系统可以参考相同的零点。



如果需要移动运动系统原始基本坐标系的位置或方向，则可以通过可配置的偏移量进行定义。

示例

两个三维门架安装在同一个输送机系统上。该输送机系统上有一个共同的零点，适用于两个运动系统。两个运动系统在世界坐标系 X 轴方向上的距离分别为 2000 毫米和 3500 毫米。

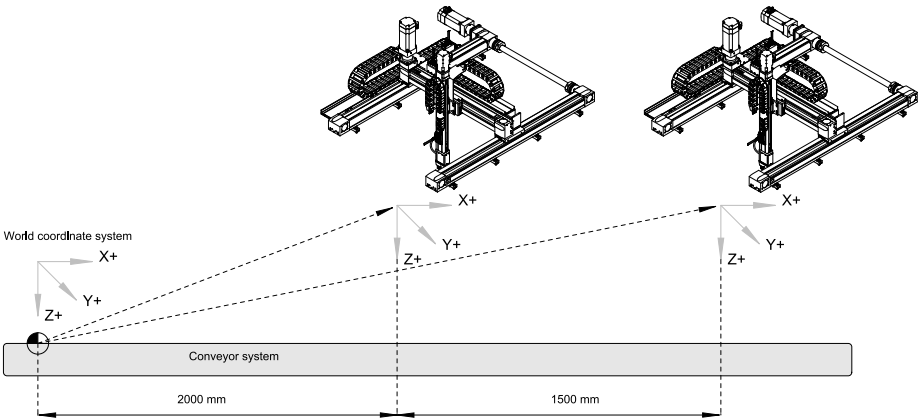


Fig. 47 两个三维门架位于同一个采用世界坐标系的输送机系统上

从世界坐标系的原点出发，对运动系统基本坐标系的偏移量进行定义。简而言之，可以将基本坐标系放置在世界坐标系中，从而使两个坐标系叠合。现在，基本坐标系已从世界坐标系的原点移至所需位置并且/或者据此进行定向。

对于带有 2 个三维门架的示例，这意味着：

- 三维门架 1 的基本偏移量为 $X = 2000 \text{ mm}$
- 三维门架 2 的基本偏移量为 $X = 3500 \text{ mm}$



世界坐标系的偏移是对运动系统的全局设置。可以在运动程序中定义其它零点偏移量，这些偏移量仅在程序运行期间有效。



如果基本坐标系未移动，则世界坐标系与基本坐标系相同。在这种情况下，也被称作世界坐标系。

10 支持的运动系统

10.1 支持的运动系统概述

控制器具有内部运动系统模型。这些模型描述了运动系统的类型及其轴的布置、位置和形状。接下来将对 CPX-E 系统支持的所有 Festo 运动系统模型进行说明。运动系统的最大轴数限制为六根轴。

运动系统主要由基本轴和定向轴（手轴）组成。其含义和功能如下所述。

10.2 运动系统的结构

10.2.1 基本轴

轴 A1、A2 和 A3 通常形成三个轴，在笛卡尔系统中，它们最多覆盖三根平移轴 X、Y 和 Z。这些轴可以移向笛卡尔空间中的位置。

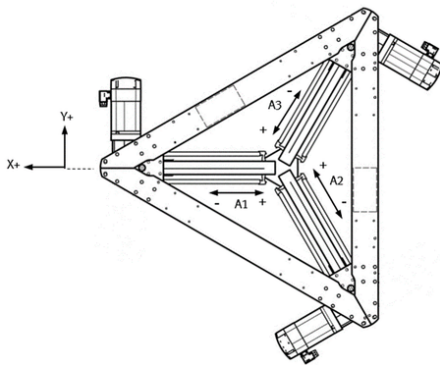


Fig. 48 带有轴和坐标系的三脚架式动态抓取系统 EXPT

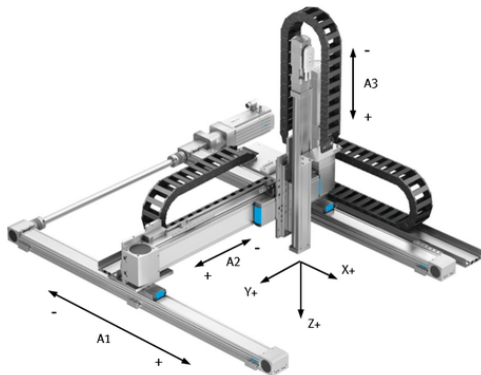


Fig. 49 带有基本轴的三维门架 YXCR

这些图示展示了 Festo 运动系统三脚架式动态抓取系统 EXPT 和三维门架 YXCR。轴 A1、A2 和 A3 构成运动系统的基本轴。

10.2.2 定向轴，手轴

定向轴（也称为手轴）安装在基本轴的一端。这些轴是旋转轴。定向轴的最大数量取决于所选的运动系统。

定向轴的末端位于安装工具的工具法兰处。工具可以借助定向轴在空间中定向，类似于人类的手。手轴这个词由此衍生。

示例

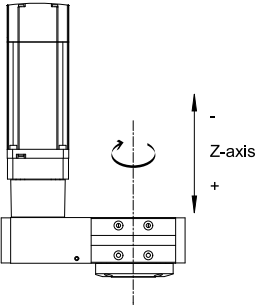


Fig. 50 Festo ERMB 旋转模块

10.2.3 欧拉手与手轴数的关系

根据运动系统，最多可以设置三个手轴。下表显示了方向改变可能性与轴数之间的关系。

手轴数	方向改变的可能性
0	无方向改变
1	手轴绕 Z 轴旋转 (A 或 C)
2	第一根手轴绕 Z 轴 (A) 旋转，第二根手轴绕新的 Y 轴 (B) 旋转
3	第一根手轴绕 Z 轴 (A) 旋转，第二根手轴绕新的 Y 轴 (B) 旋转，第三根手轴绕新的 Z 轴 (C) 旋转

Tab. 21 手轴数和方向改变的可能性

10.3 笛卡尔直线门架 YXCL

直线门架 YXCL 是一种笛卡尔运动系统，其两根基本轴彼此垂直并由此形成笛卡尔系统。这些轴按笛卡尔方式以 Y-Z 顺序排列。垂直轴始终构成笛卡尔 Z 轴。可以选择将一根定向轴安装在工具法兰上。

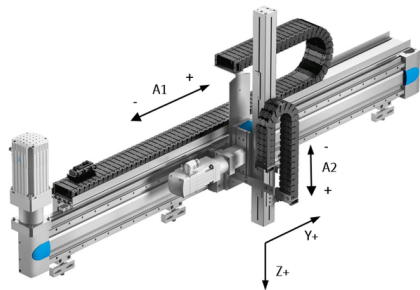


Fig. 51 直线门架 YXCL

运动系统	基本轴数	手轴数
没有旋转轴的直线门架	2	0
直线门架，带有绕 Z 轴旋转的旋转轴	2	1

Tab. 22 直线门架的配置



基本坐标系由轴 1 和 2 的零点定义。

重新定位

通过 PTP 运动对直线门架重新定位。

10.4 笛卡尔平面式门架 YXCF

平面式门架 YXCF 是由 2 根互相垂直的基本轴组成的笛卡尔运动系统。因此，平面式门架具有 2 个平移自由度。这些轴设计为 X 和 Y，并覆盖 XY 平面。没有插补的电动 Z 轴。可以通过例如气动驱动实现 Z 方向的移动。可以选择在该运动系统上将定向轴连接到工具法兰上。

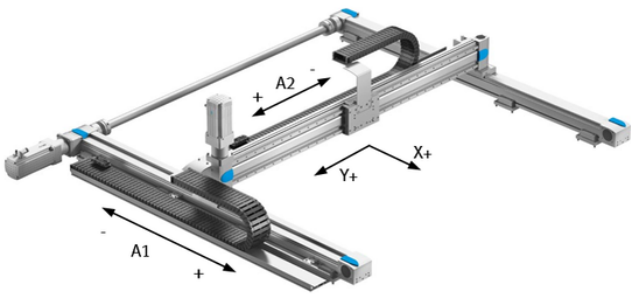


Fig. 52 平面式门架 YXCF

运动系统	基本轴数	手轴数
不带旋转轴的平面式门架	2	0
平面式门架，带绕 Z 轴旋转的旋转轴	2	1

Tab. 23 平面式门架的配置

i

基本坐标系由轴 1 和 2 的零点定义。

重新定位
通过 PTP 运动对平面式门架进行重新定位。

10.5 笛卡尔三维门架 YXCR

三维门架 YXCR 是一种笛卡尔运动系统，其可以在三维空间中使用 3 根基本轴进行移动。它具有互相垂直的基本轴 X、Y 和 Z。可以选择在该运动系统上将最多 3 根定向轴连接到工具法兰上。

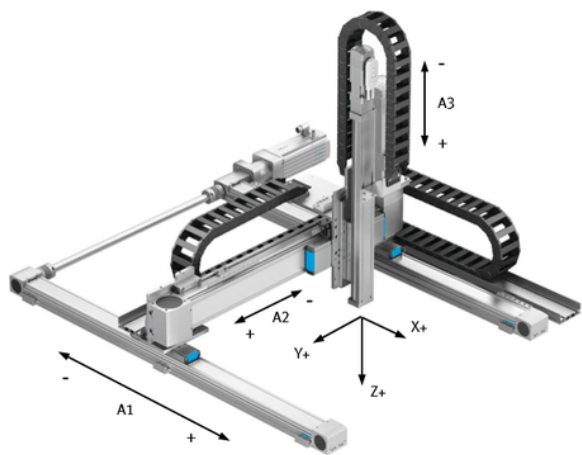


Fig. 53 三维门架 YXCR

运动系统	基本轴数	手轴数
无旋转轴的三维门架	3	0
带旋转轴的三维门架（欧拉手）	3	最多 3

Tab. 24 三维门架的配置

i

基本坐标系由轴 1、2 和 3 的零点定义。

重新定位

通过 PTP 运动对三维门架进行重新定位。

10.6 三脚架式动态抓取系统 EXPT

三脚架式动态抓取系统 EXPT 运动系统是一种平行连杆运动系统。与笛卡尔运动系统不同，轴的排列彼此不垂直，也不构成笛卡尔空间。该运动系统具有 3 个自由度。可以选择在该运动系统上将最多 3 根定向轴连接到工具法兰上。

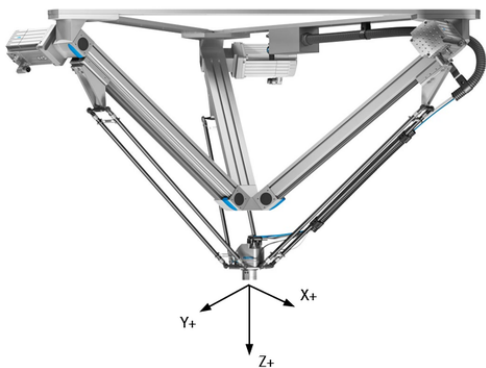


Fig. 54 三脚架式动态抓取系统 EXPT

运动系统	基本轴数	手轴数
没有旋转轴的三脚架式动态抓取系统	3	0
带有旋转轴的三脚架式动态抓取系统（欧拉手）	3	最多 3

Tab. 25 三脚架式动态抓取运动系统的配置

笛卡尔坐标系的位置由三脚架式动态抓取系统的轴 1 确定。将轴 1 投影到水平面时，轴向量即描述了笛卡尔 X 轴的方向。笛卡尔 X 轴的正方向由轴 1 的负方向确定。

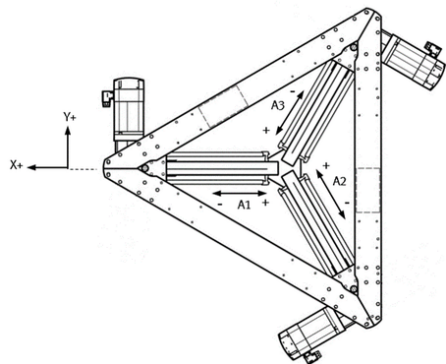


Fig. 55 带有轴和坐标系的三脚架式动态抓取系统 EXPT

i

基本坐标系的方向由轴 1 的位置定义。将轴 1 投影到水平面，即为笛卡尔 X 轴的方向。

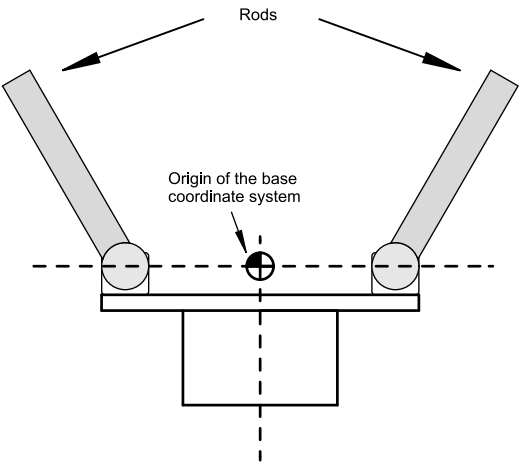


Fig. 56 具有基本坐标系的三脚架式动态抓取系统

i

基本坐标系由轴 1、2 和 3 的零点以及连杆定义。

i

如果在组装三脚架式动态抓取系统时需要将笛卡尔轴与另一个参考系统对齐，例如传送带单元，则必须通过 轴 1 执行三脚架式动态抓取系统的对齐。通过配置或通过 FTL 实现基本坐标系的偏移，从而定义精确对齐。

重新定位

基于运动系统的结构，三脚架式动态抓取系统的重新定位是通过笛卡尔线性插补进行的。

i

如果定义了工具，则该工具会沿轨迹移动到中断点。

10.7 T 型门架 EXCT

T 型门架 EXCT 是一种带有回转齿形带和固定式电机的运动系统。它具有 2 根互相垂直的基本轴。可以选择在该运动系统上将定向轴连接到工具法兰上。

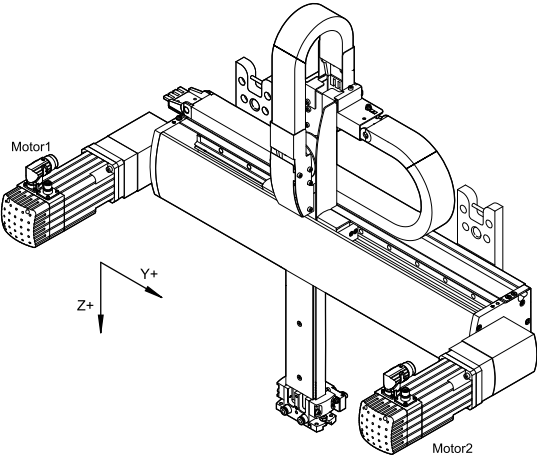


Fig. 57 带基本坐标系的 T 型门架 EXCT

运动系统	基本轴数	手轴数
无旋转轴的 T 型门架	2	0
T 型门架，带绕 Z 轴旋转的旋转轴	2	1

Tab. 26 T 型门架的配置



基本坐标系由电机 1 和 2 的零点定义。
设置零点 → 运动系统手册。

重新定位
通过笛卡尔线性插补进行三维门架的重新定位。

10.8 H 型门架 EXCH 和 EXCM

H 型门架（EXCH, EXCM）是一种带有回转齿形带和固定式电机的运动系统。H 型门架具有两根或三根相互垂直的基本轴。在带有三根基本轴的运动系统上，可以选择将最多三根定向轴安装在工具法兰上；在带有两根基本轴的运动系统上，可以将一根定向轴安装在工具法兰上。

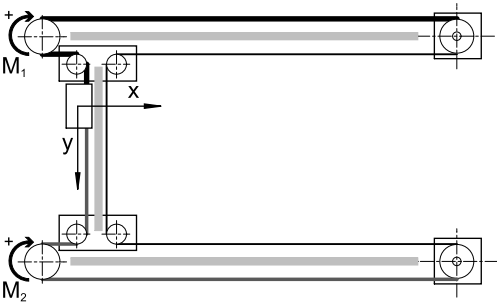


Fig. 58 具有基本坐标系的 H 型门架

运动系统	基本轴数	手轴数
2D H 型门架，无旋转轴	2	0
2D H 型门架，带绕 Z 轴旋转的旋转轴	2	1
3D H 型门架，无旋转轴	3	0
3D H 型门架，带旋转轴（欧拉手）	3	最多 3

Tab. 27 H 型门架的配置



世界坐标系的零点由电机 1 和 2 以及轴 3 的零点定义。
设置零点 ➔ 运动系统手册。

重新定位
通过笛卡尔线性插补进行三维门架的重新定位。

10.9 支持的运动系统总览

下表为支持的 Festo 运动系统总览。

运动系统	基本轴数	手轴数	重新定位
笛卡尔直线门架	2	1	PTP
笛卡尔平面式门架	2	1	PTP
笛卡尔三维门架	3	最多 3	PTP
三脚架式动态抓取系统	3	最多 3	直线
T 型门架	2	1	直线
H 型门架 2D	2	1	直线
H 型门架 3D	3	最多 3	直线

Tab. 28 支持的运动系统总览

11 可视化

11.1 可视化概述

- 可视化是可选的。可视化配合手持式人机界面 CDSA-D3-RV 使用效果最佳。
- 手持式人机界面可以与 Web 可视化结合使用。

手持式人机界面是使用机器人时的重要工具。现场可提供以下功能：

- 手动移动机器人
- 更改/添加机器人程序
- 分析消息
- 确认故障
- 读取机器人状态

11.2 将可视化集成到 CODESYS 中

- 可视化是通过插件自动添加的。

可视化可以按照以下方式集成：

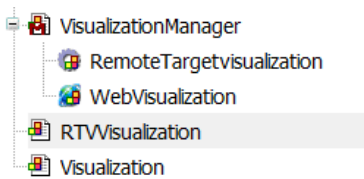


Fig. 59

1. 单击按钮"Add"。添加 Visualization Manager、RTVVisualization 和 Visualization。

可视化

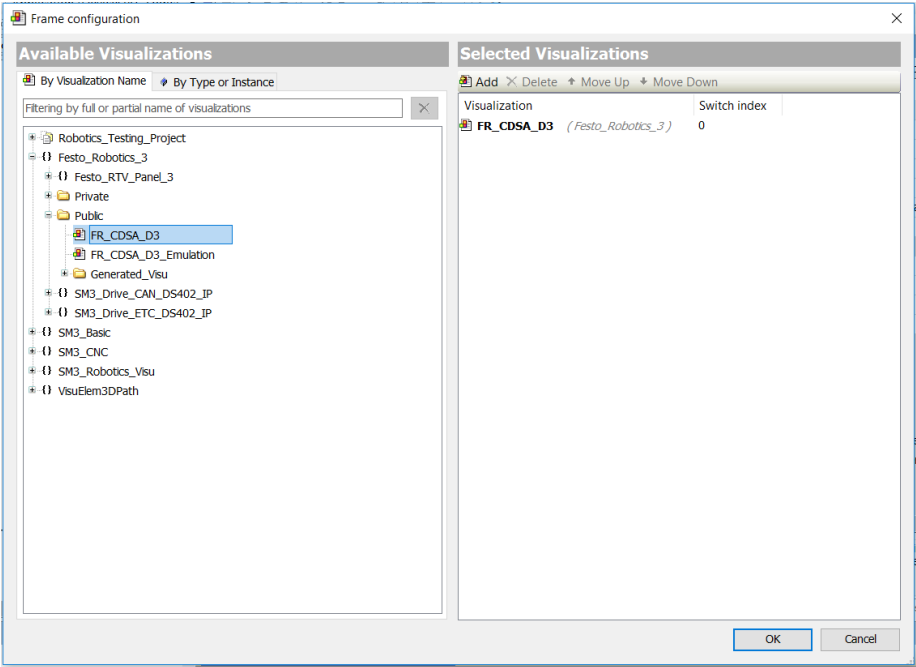


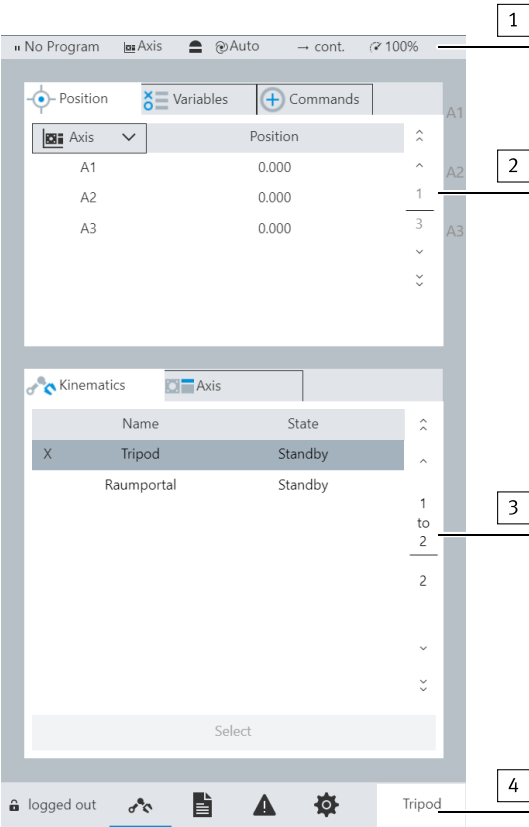
Fig. 60 配置框架

- 2. 在两个可视化中插入框架。
 - 3. 如果要模拟面板（例如 Web 可视化），请选择可视化 FR_CDSA_D3_Emulation。如果使用真正的面板，则选择可视化 FR_CDSA_D3。
- 推荐设置：使用 Festo Design Theme 作为样式（➔ Selected Style）。

可视化

11.3 说明

11.3.1 页面结构



- 1 状态栏
- 2 顶框
- 3 底框
- 4 控制栏

Fig. 61 位置

11.3.2 状态栏

11.3.2.1 图标



Fig. 62 状态栏

11.3.2.2 显示活动的程序

有三种状态：

- 没有任何程序处于活动状态
- 程序处于活动状态，解析器已暂停
- 程序处于活动状态，解释器正在运行

11.3.2.3 显示所选的点动坐标系

图标	点动坐标系
	在轴平面上点动
	在 Base 中点动
	在 World 中点动
	在上次使用的用户参考系统中点动

Tab. 29 点动坐标系



用户参考系统将在解析器的预处理进程中被激活。

11.3.2.4 紧急停止状态

图标	紧急停止状态
	紧急停止已激活
	紧急停止未激活

Tab. 30 紧急停止状态

11.3.2.5 活动的工作模式

图标	工作模式
	Auto
	手动模式（T1 和 T2）

Tab. 31 工作模式

11.3.2.6 点动模式/点动步长

图标	点动模式/点动步长
	Continues
	0.1 mm, 1 mm, 10 mm

Tab. 32 点动模式/点动步长

11.3.2.7 显示有效的倍率 1 ... 100 %

图标	倍率
	显示有效的倍率 1 ... 100 %

Tab. 33 倍率

11.3.3 顶框

11.3.3.1 位置

显示在所选坐标系中的位置：

- Axis
- Base
- World
- RefSys

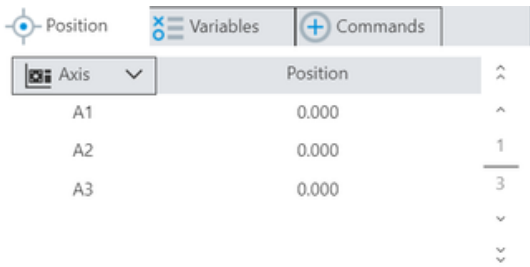


Fig. 63 位置总览

11.3.3.2 变量

可以显示三个级别的变量：

- 系统（FTL-GVL 中的变量）
- 项目（项目变量）

- 程序（当前显示程序中的变量）

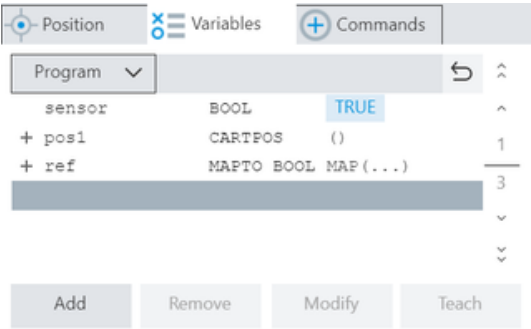


Fig. 64 变量

提供以下功能：

- 添加变量。
- 删除不使用的变量。
- 更改变量。
- 示教变量。
 - 位置变量（"CARTPOS"和"AXISPOS"）可以通过按钮"teach"直接设置为当前实际位置。
 - 该值将覆盖初始化设置。
 - 一些值也可以在"CARTPOS"/"AXISPOS"下进行示教。此时会将运动系统的当前实际值，例如 轴值，写入变量中。
 - 可以示教所有类型为"CARTPOS"和"AXISPOS"的变量。与单纯写入变量不同，此时会将机器人的当前位置用作值。否则，它的行为与写入变量相同。
- 如果选中了该位置的变量名，则将示教整个位置。
- 选中单个元素时，例如 X 值，仅示教该单个变量。

所有变量都可以手动写入。可以选择仅写入值，或是将其作为初始值应用在变量文件中。

11.3.3.3 FTL 指令

在选项卡"Commands"中可以将指令插入编辑器（底框）。这些指令的结构可参阅 Festo Robotic 3 手册 ➔ 1.1 适用文件。

- 要在编辑器中插入指令，请在编辑器中选择一行。通过此行插入新指令。

可视化

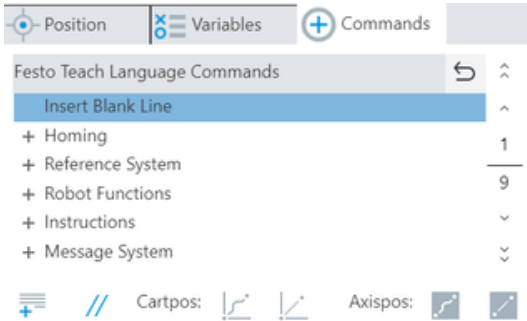


Fig. 65 指令

下部栏中的快速功能（从左到右）：

- 在编辑模式下插入新行
- 使用模板“注释”在编辑模式下插入新行
- 采用笛卡尔位置的 PTP 指令（CARTPOS 数据类型）
- 采用笛卡尔位置的 LIN 指令（CARTPOS 数据类型）
- 采用轴位置的 PTP 指令（AXISPOS 数据类型）
- 采用轴位置的 LIN 指令（AXISPOS 数据类型）



仅当结合编辑器使用时，此框架才有用 → 11.3.4.4 编辑器。

11.3.4 底框

11.3.4.1 控制栏

使用控制栏可以在不同的底框之间切换。



Fig. 66 控制栏

从左到右说明：

- 显示用户是否具有控制权（打开的锁 = 有控制权）
- 活跃的用户
- 运动系统选项卡
- 浏览器/编辑器选项卡
- 消息系统
- 设置
- 运动系统快速设置

11.3.4.2 运动系统

如果用户已登录，可在“Kinematics”选项卡中在已连接的运动系统之间切换。

可视化

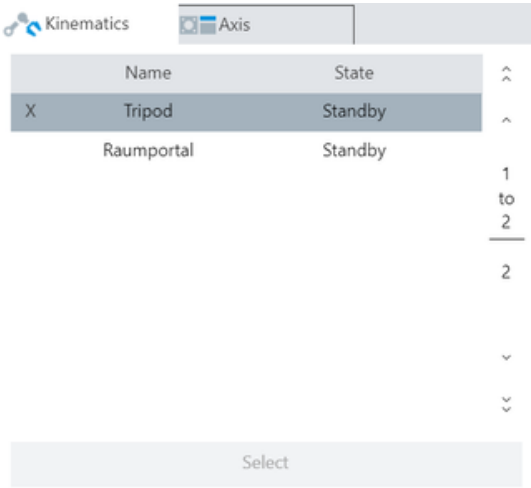


Fig. 67 运动系统

运动系统的状态显示在"State"一栏中：

- Standby
- Power On
- Error
- Running

选项卡"Axis"展示了所有已连接轴及其位置和状态的总览。

可以获取有关 SoftMotion 状态的信息。

可以显示驱动器的当前 PLCopen 状态、位置以及状态和控制值。

使用"Home"按钮可使轴进行参考运行。

11.3.4.3 浏览器

在"Browser"中可以创建、删除和加载 FTL 项目和FTL 程序。每个运动系统只能激活一个项目。

可以删除项目。相关的程序和文件也将被删除。

可以将新程序添加到活动的项目中。

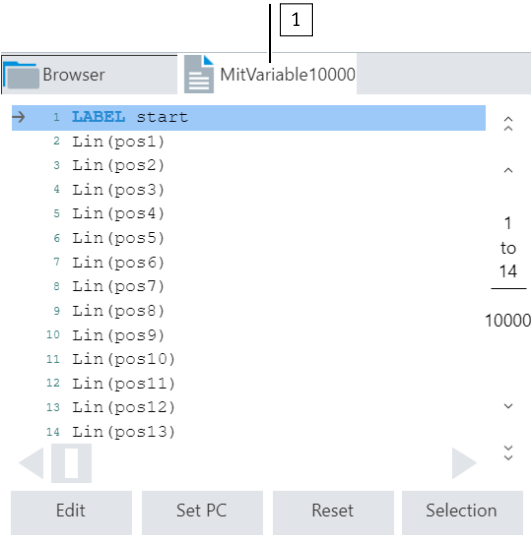
可以从活动的项目中删除程序。相关文件也将被删除。

通过浏览器可以打开编辑器程序。

当程序/项目正在运行时，浏览器被禁用，并且仅显示处于运行模式的编辑器。

11.3.4.4 编辑器

在编辑器中可以编辑程序。



1 程序视图

Fig. 68 编辑器

提供以下功能：

- 一次只能编辑一行
- 设置 PC。
- 重置程序。
- 选项：复制，剪切，粘贴，删除

程序语句可以更改：

- 可以插入新语句。
- 可以更改现有语句。
- 可以删除语句。

更改语句时，语句文件也会发生改变。

在 FTL 编辑器中，总是在末尾附加一行。这一行是必需的，因为始终在其上方插入新语句。

在这一行中只能插入语句，不能进行编辑、剪切和复制。

PC 可以放置在活动项目中任何程序的任意一行上。为此，程序必须处于“Stop”状态。

在程序视图中，可以将正在运行的程序显示在一个或多个可视化设备上，而无需用户登录和获得控制权。

为了显示正在运行的程序，用户必须切换到程序视图。

如果在 FTL 程序的一行中涉及多个状态，则适用以下标记顺序：

- 可视化中正在编辑的行（最重要，蓝色）
- 在可视化中显示主进程（浅蓝色和箭头）
- 在可视化中显示预处理进程（最不重要，灰色）

11.3.4.5 消息系统

在消息系统中可以显示和确认所有活动的消息。所有消息可以整体确认。

可视化

此外还提供已确认消息的总览。

11.3.4.6 设置

功能

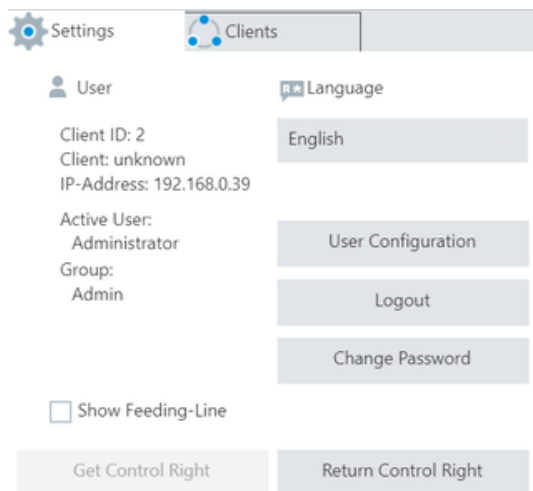


Fig. 69 设置

提供以下功能：

- 切换语言（英语/德语）
- 可以在编辑器中显示预处理进程
- 打开 CODESYS 的用户配置（如果当前活动的用户具有该权限，则打开默认 3S Dialog）
- 登录/退出
- 更改密码
- 获得控制权
- 退还控制权

控制权

控制权可以请求并再次许可。为了控制机器人（更改程序、点动运行等），必须请求控制权。在没有控制权的情况下，一些功能被禁用 → 11.4 用户管理和权限。

用户必须登录，然后才能请求控制权。

退出登录后将自动退还控制权。

连接的可视化设备

在选项卡"Client"中显示所有已连接的客户端。

可视化

Settings

Clients

ID	Name	Type	IP	
-1				^
0	CDSAD3RV Dieter	RTV		^
1		Web	192.168.0.39	-1 to 8
2				
3				10
4				
5				v
6				v
7				v
8				

Fig. 70 控制权

清洁手持式人机界面

在清洁手持式人机界面之前，请退还控制权并退出登录，以免发生不受控制的移动。
清洁手持式人机界面时，请遵守 CDSA-D3-RV 的操作说明 ➔ Tab. 2 CDSA-D3-RV 适用文件。

11.3.4.7 控制栏

使用控制栏可以在不同的底框之间切换。



Fig. 71 控制栏

从左到右说明：

- 显示用户是否具有控制权（打开的锁 = 有控制权）
- 活跃的用户
- 运动系统选项卡
- 浏览器/编辑器选项卡
- 消息系统
- 设置
- 运动系统快速设置（机器人-> 打开叠加快速设置）

11.3.4.8 叠加快速设置

1. 要打开叠加快速设置，请在控制栏中单击机器人名称。

可视化

2. 要打开叠加快速设置，请在控制栏中单击机器人名称。
👉 打开用于各种操作的选项。

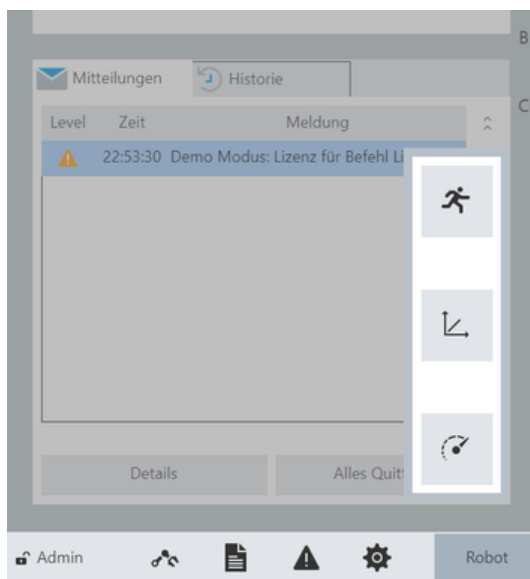


Fig. 72 叠加快速设置

更改倍率

- 可以在手持式人机界面中更改倍率。
- 设置范围为 1 ... 100 %

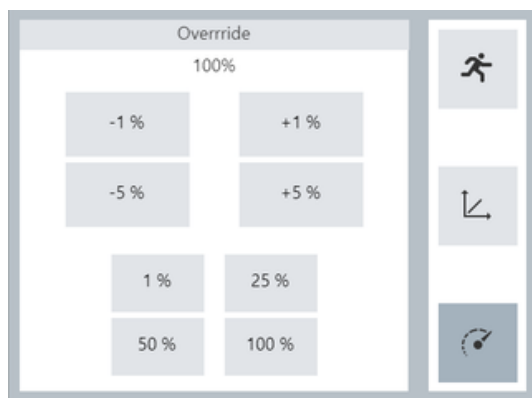


Fig. 73 倍率

可视化

更改点动坐标系

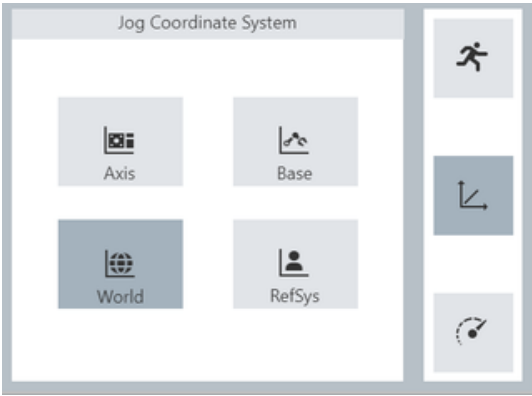


Fig. 74 点动坐标系

更改点动模式

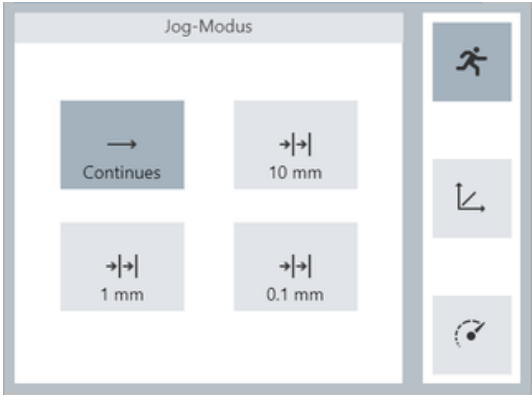


Fig. 75 点动模式

11.3.5 对话框

11.4 用户管理和权限

不同用户组的用户具有不同的权限，用于在可视化设备上执行功能。

下表显示了相应的权限（x：拥有权限）。

功能	Admin	Service	运算符	None
更改用户	x	-	-	-

功能	Admin	Service	运算符	None
登录	–	–	–	x
退出	x	x	x	–
更改密码	x	x	x	–
选择机器人	x	x	x	–
更改倍率	x	x	x	–
显示状态	x	x	x	x
显示驱动器状态	x	x	x	x
请求并许可控制权	x	x	x	–
显示当前笛卡尔坐标位置	x	x	x	x
点动	x	x	x	–
显示变量	x	x	x	x
关闭项目	x	x	x	–
加载项目	x	x	x	–
创建新项目	x	x	–	–
删除项目	x	x	–	–
创建新程序	x	x	–	–
删除程序	x	x	–	–
显示活动的程序	x	x	x	x
显示已加载的程序	x	x	x	x
更改程序语句	x	x	–	–
创建变量	x	x	–	–
写入变量	x	x	–	–
示教变量	x	x	–	–
开始运动过程	x	x	x	–
切换至单步执行	x	x	–	–
切换 PC	x	x	–	–
重置项目	x	x	x	–
中断运动过程	x	x	x	–
确认消息	x	x	x	–
显示激活的消息	x	x	x	x
显示旧消息	x	x	x	x

可视化

功能	Admin	Service	运算符	None
切换语言	x	x	x	x

Tab. 34 用户组权限

用户可以在 CODESYS 中激活或禁用 "Automatic logout" 功能。如果用户自动退出登录，则交回控制权。

Festo SE & Co. KG
Ruiter Straße 82
73734 Esslingen
德国

Phone:
+49 711 347-0

Internet:
www.festo.com