



运动坐标系统

1756-HYD02, 1756-M02AE, 1756-M02AS, 1756-M03SE,
1756-M08SE, 1756-M16SE, 1768-M04SE

Rockwell Automation 出版号 MOTION-UM002I-ZH-P-2022 年 3 月
取代出版号 MOTION-UM002F-ZH-P-2018 年 3 月



重要用户信息

在安装、配置、操作或维护本产品前，请阅读本文档及其他资源部分列出的有关本设备安装、配置和操作的文档。除所有适用规范、法律和标准的要求外，用户还需要熟悉有关安装和接线的事项。

安装、调整、维修、使用、组装、拆卸和维护等活动需要由经相应培训的人员遵照适用操作规范执行。

不遵照制造商指定的方式使用本设备，可能设备的保护措施失效。

在任何情况下，Rockwell Automation, Inc. 均不对因使用或应用本设备而造成的间接性或继发性损害承担责任。

本手册中的示例和图表仅供说明之用。由于具体安装场合的实际状况和要求千差万别，Rockwell Automation, Inc. 无法对基于这些示例和图表的实际使用承担责任或义务。

Rockwell Automation, Inc. 亦不对本手册所述之信息、电路、设备或软件的使用承担任何专利责任。

未经 Rockwell Automation, Inc. 的书面许可，禁止复制本手册的全部或部分内容。

我们根据需要在本手册中使用了注释，提醒您注意一些安全事项。



警告：提示可能在危险环境中引发爆炸的操作或状况，这些操作或状况可能导致人身伤亡、财产损失或经济损失。



注意：提示可能导致人身伤亡、财产损失或经济损失的操作或状况。这些提示可帮助您识别危险、避免危险、了解后果。

重要事项 提示一些对成功应用和理解产品至关重要的信息。

设备机身或内部可能贴有此类标签，用以提示特定的预防措施。



电击危险：设备机身或内部（例如驱动器或电机）可能贴有此类标签，用以提醒人们可能存在危险电压。



灼伤危险：设备机身或内部（例如驱动器或电机）可能贴有此类标签，用以提醒人们表面可能达到危险温度。



弧闪危险：设备机身或内部（例如电机控制中心）可能贴有此类标签，用以提醒人们注意潜在弧闪。弧闪会导致严重人身伤亡。应穿戴适当的个人防护设备 (PPE)。遵循有关安全工作实践和个人防护设备 (PPE) 的所有监管要求。

Rockwell Automation 认识到，当前在本行业和本出版物中使用的一些术语与中性技术语言的发展趋势不一致。我们正积极与业界同行合作，寻找此类术语的替代术语并对我们的产品和内容进行更改。在实施这些更改的同时，我们会在我们的内容中使用此类术语，敬请谅解。

前言 变更汇总

Studio 5000 环境	9
在开始之前	11
示例项目	11
其他资源.....	12

创建和配置坐标系统

章节 1

创建坐标系统	13
编辑坐标系统属性.....	15
“坐标系统属性”对话框	17
坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 常规 (General) 选项卡	17
“坐标系统属性”对话框 - “常规”选项卡参数.....	18
坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 几何结构 (Geometry) 选项卡.....	20
坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 几何结构 (Geometry) 选项卡参数.....	20
“坐标系统属性”对话框 - “单位”选项卡	21
“坐标系统属性”对话框 - “单位”选项卡参数.....	21
“坐标系统属性”对话框 - “偏移量”选项卡	22
“坐标系统属性”对话框 - “偏移量”选项卡参数	23
“坐标系统属性”对话框 - “关节”选项卡	24
“坐标系统属性”对话框 - “关节”选项卡参数.....	24
坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 动力学 (Dynamics) 选项卡	25
“坐标系统属性”对话框 - “动态”选项卡参数.....	25
“手动调整”对话框 - “动态”选项卡	27
“坐标系统属性”对话框 - “运动规划器”选项卡.....	28
“坐标系统属性”对话框 - “运动规划器”选项卡参数	28
“坐标系统属性”对话框 -“Tag” 选项卡.....	29
“坐标系统属性”对话框 -“Tag” 选项卡参数	29
确定坐标系统类型	30
更新受控应用程序的应用程序数据	34

章节 2

笛卡尔坐标系统

配置笛卡尔坐标系统.....	35
对没有方向的坐标系统编程 (Program)	38
使用 MCLM 或 MCCM 时的混合移动和终止类型	38
混合指令梯形图示例.....	38
对具有方向的坐标系统编程 (Program).....	40
使用 MCPM 的混合路径移动	40

使用具有方向的 MCPM 混合同步笛卡尔路径和方向运动	42
使用 MCPM 进行叠加运动	44
混合运动的位状态图	45
使用“实际容限”或“无停止”时混合移动在转换点的位状态	45
使用“无减速”时混合移动在转换点的位状态	46
使用“命令容限”时混合移动在转换点的位状态	47
使用“跟随受控等流速线”或“跟随非受控等流速线”时混合移动在转换点的位状态	48
选择终止类型	48

章节 3

不支持姿态的几何结构

配置联接独立的机器人	57
配置联接独立的 J1J2J3 机器人	58
为联接独立的 J1J2J3 机器人建立参考坐标系	58
用来为联接独立的 J1J2J3 机器人建立参考坐标系的方法	59
方法 1- 使用零角度姿态建立参考坐标系	60
方法 2- 使用 MRP 指令建立参考框架	61
联接独立的 J1J2J3 机器人的工作盖面	61
联接独立的 J1J2J3 机器人的配置参数	62
错误条件	66
配置联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人	66
联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人几何结构	66
联接独立 J1J2J3J4J5J6 机器人的参考坐标系	68
试运行联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人	69
联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置类型	70
联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置参数	76
联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的工作盖面	83
联接相关 J1J2J3J4J5J6 机器人的最大结点限制	84
联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的圈数计数器	86
机器人关节方向感测位	89
配置联接相关的机器人	94
配置联接相关的 J1J2J3 机器人	94
联接相关 J1J2J3 机器人的参考坐标系	95
用来为联接相关的 J1J2J3 机器人建立参考坐标系的方法	96
联接相关 J1J2J3 机器人的工作盖面	97
联接相关 J1J2J3 机器人的配置参数	98
配置联接相关的 J1J2J3J6 机器人	101
联接相关 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系	102
试运行联接相关的 J1J2J3J6 机器人	103
联接相关 J1J2J3J6 机器人的配置类型	105
联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面	107

联接相关 J1J2J3J6 机器人的最大结点限制	108
软行程限制和硬行程限制调整	109
联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系偏移限制	111
联接相关 J1J2J3J6 机器人的配置参数	111
手臂解	116
二轴机器人的左臂解和右臂解	116
三维机器人的解镜像	117
更改机械臂解决方案	117
奇点规划	118
遇到无解位置	119
配置 Delta 机器人几何	119
配置 Delta 三维机器人	119
建立 Delta 三维机器人参考坐标系	121
校准 Delta 三维机器人	121
用来校准 Delta 三维机器人的替代方法	122
配置 Delta 三维机器人的零角度姿态	122
标识 Delta 三维机器人的工作盖面	123
最大正向关节限位条件	124
最大负向关节限位条件	125
为 Delta 三维机器人定义配置参数	125
Delta 三维机器人的连杆长度	125
Delta 三维机器人的基点偏移	126
Delta 三维机器人的末端执行器偏移	127
配置 Delta 二维机器人	127
建立 Delta 二维机器人参考坐标系	128
校准 Delta 二维机器人	129
标识 Delta 二维机器人的工作盖面	129
为 Delta 二维机器人定义配置参数	130
Delta 二维机器人的连杆长度	130
Delta 二维机器人的基点偏移	130
Delta 二维机器人的末端执行器偏移	131
配置 SCARA Delta 机器人	132
为 SCARA Delta 机器人建立参考坐标系	132
校准 SCARA Delta 机器人	133
标识 SCARA Delta 机器人的工作盖面	133
定义 SCARA Delta 机器人的配置参数	134
SCARA Delta 机器人的连杆长度	134
SCARA Delta 机器人的基点偏移	135
SCARA Delta 机器人的末端执行器偏移	135
配置使用负 X1b 偏移的 Delta 机器人	135
配置 SCARA 独立机器人	136

为 SCARA 独立机器人建立参考坐标系	137
确定 SCARA 独立机器人的工作空间	138
为 SCARA 独立机器人定义配置参数	138
SCARA 独立机器人的连杆长度	139
配置笛卡尔坐标龙门机器人	139
为笛卡尔龙门式机器人建立参考坐标系	140
标识笛卡尔龙门式机器人的工作盖面	140
为笛卡尔龙门式机器人定义配置参数	140
配置笛卡尔坐标 H-bot 机器人	140
建立笛卡尔坐标 H-bot 机器人参考坐标系	142
标识笛卡尔 H-bot 型机器人的工作盖面	142
定义笛卡尔坐标 H-bot 机器人的配置参数	142

章节 4

支持姿态的几何结构

笛卡尔坐标系	143
指定笛卡尔坐标点	144
点的变换表示形式	146
指定姿态	149
点转换	151
RxRyRz、翻转、镜像翻转情形	152
平移和旋转示例	156
定义坐标系统	158
工作坐标系偏移	159
工作坐标系示例	161
工具坐标系偏移	164
工具坐标系示例	166
配置 SCARA 独立 J1J2J3J6 坐标系统	168
为 SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人建立参考坐标系	169
校准机器人	169
建立手臂末端坐标系	170
建立基本坐标系	170
机器人的配置参数	171
SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的连杆长度	171
SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的零角度姿态	172
SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的滚珠丝杠耦合	174
SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的机器人配置	178
确定机器人的工作空间	181
SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的最大关节限位条件	181
配置关节限位	181
SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移 限位	182

SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的示例项目	182
配置 Delta J1J2J6 坐标系统	182
建立 Delta J1J2J6 机器人参考坐标系	184
校准 Delta J1J2J6 机器人	185
Delta J1J2J6 机器人的配置参数	186
Delta J1J2J6 机器人的连杆长度	187
Delta J1J2J6 机器人的基板和执行器板尺寸	187
Delta J1J2J6 机器人的摇臂偏移	188
在 GSV/SSV 指令中配置偏移变量	189
配置 Delta J1J2J6 机器人的零角度姿态	189
确定 Delta J1J2J6 机器人的工作空间	190
Delta J1J2J6 机器人的最大关节限位条件	192
Delta J1J2J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位	193
无效笛卡尔坐标位置	194
配置 Delta J1J2J3J6 坐标系统	194
建立 Delta J1J2J3J6 机器人参考坐标系	195
校准 Delta J1J2J3J6 机器人	197
Delta J1J2J3J6 机器人的配置参数	198
Delta J1J2J3J6 机器人的连杆长度	198
Delta J1J2J3J6 机器人的基板和执行器板尺寸	199
Delta J1J2J3J6 机器人的摇臂偏移	200
在 GSV/SSV 指令中配置偏移变量	201
配置 Delta J1J2J3J6 机器人的零角度姿态	202
确定 Delta J1J2J3J6 机器人的工作空间	203
Delta J1J2J3J6 机器人的最大关节限位条件	204
Delta J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位	206
Delta J1J2J3J6 机器人示例项目	206
配置 Delta J1J2J3J4J5 坐标系统	206
为 Delta J1J2J3J4J5 机器人建立参考坐标系	208
校准 Delta J1J2J3J4J5 机器人	210
Delta J1J2J3J4J5 机器人配置参数	211
Delta J1J2J3J4J5 机器人的连杆长度	211
Delta J1J2J3J4J5 机器人的基板和执行器板尺寸	212
Delta J1J2J3J4J5 机器人的摇臂偏移	213
J4 和 J5 轴之间的耦合	216
配置 Delta J1J2J3J4J5 机器人的零角度姿态	218
确定 Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作空间	219
Delta J1J2J3J4J5 机器人的最大关节限位条件	220
Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作和工具坐标系偏移限位	222
Delta J1J2J3J4J5 机器人拾放应用示例	222
MCPM 镜像姿态轴特性	224
Ry 姿态镜像	225

镜像非翻转区和镜像翻转区域中 Rx 轴的位置.....	226
镜像非翻转区和镜像翻转区域中 Rz 轴的位置.....	226
Rx 和 Rz 轴镜像和翻转行为示例.....	227
姿态镜像限制	227
使用 MCPM 以镜像位置为几何结构设定 Ry 绝对运动	228
配置和编程圈数计数器.....	229
圈数计数器程序示例	233
配置和编程圈数计数器.....	240
圈数计数器程序示例	244

章节 5

配置凸轮传动

凸轮传动概念	251
机械凸轮传动	251
电子凸轮传动	252
凸轮轮廓轨迹.....	252
位置凸轮轮廓轨迹.....	252
时间凸轮轮廓轨迹.....	253
计算凸轮轮廓轨迹.....	254
使用通用凸轮轮廓轨迹.....	254
加速凸轮轮廓轨迹.....	255
运行凸轮轮廓轨迹.....	255
减速凸轮轮廓轨迹.....	256
停止凸轮轮廓轨迹.....	257
待处理凸轮的行为.....	257
标定凸轮.....	258
标定位置凸轮轮廓轨迹.....	258
标定时间凸轮轮廓轨迹.....	259
凸轮执行模式.....	260
执行计划 (Execution Schedule).....	260
MAPC 指令的执行计划	261
MATC 指令的执行计划	263
待处理凸轮.....	264

索引

本手册提供有关如何配置各种协调运动应用的信息。可以使用此表选择运动协调指令。有关协调指令的信息，请参见 Logix5000™ Controllers Motion Instruction Reference Manual（出版号 MOTION-RM002）。

如果要执行以下操作	使用此指令
在笛卡尔坐标系统中针对指定轴启动一维或多维直线协调运动。	运动协调直线运动 (MCLM)
在笛卡尔坐标系统中针对指定轴启动二维或三维圆弧协调运动。	运动协调圆弧运动 (MCCM)
在指定坐标系统中针对活动的协调运动启动路径动态变化。	运动协调变化动态 (MCCD)
停止坐标系统的轴或取消变换。	运动协调停止 (MCS)
针对指定坐标系统中所有轴启动受控关闭操作。	运动协调关闭 (MCSO)
启动将两个坐标系统连接在一起的变换。	运动协调变换 (MCT) ⁽¹⁾
启动将多个坐标系统连接在一起的变换。MCTO 指令在其位置变换中包含了平移和姿态。	带姿态的运动协调变换 (MCTO) ⁽²⁾
计算一个坐标系统相对于另一个坐标系统的位置。	运动计算变换位置 (MCTP) ⁽¹⁾
计算一个坐标系统中的点在另一个坐标系统中等效点的位置。	带姿态的运动协调变换位置 (MCTPO) ⁽²⁾
将指定坐标系统中的所有轴从关闭状态复位到轴就绪状态，并清除轴故障。	运动协调关闭复位 (MCSR)
在笛卡尔坐标系统中针对指定轴启动一维或多维直线协调路径运动 (CP)。	运动协调路径运动 (MCPM) ⁽²⁾

(1) 该指令不能用于 SoftLogix™ 控制器。

(2) 该指令仅用于 Compact GuardLogix 5380、CompactLogix 5380、CompactLogix 5480、ControlLogix 5580 和 GuardLogix 5580 控制器。

Studio 5000 环境

Studio 5000 Automation Engineering & Design Environment® 将工程和设计元素组合到了一个公共环境中。第一个元素是 Studio 5000Logix Designer® 应用程序。Logix Designer 应用程序是 RSLogix 5000® 软件的品牌重塑产品，将继续对 LOGIX 5000™ 控制器进行编程，以用于离散、过程、批处理、运动、安全和基于驱动器的解决方案。



Studio 5000® 环境为 Rockwell Automation® 工程设计工具和功能的未来奠定了基础。Studio 5000 环境可供设计工程师开发其控制系统的所有元素。

本手册包含一些新增和更新的信息。使用这些参考表可找到新的或发生变更的信息。

语法和编辑样式更改并未包括在此变更汇总中。

全局变更

下表列出针对本手册中某个主题的所有信息所做的变更及变更原因。例如，增加新的受支持硬件、软件设计变更或增加参考资料会导致所有涉及该主题的话题发生变更。

更改	主题
新增 Studio 5000 Logix Designer 品牌	Studio 5000 环境 参考页数 9

新增或增强功能

主题名称	原因
配置 SCARA 独立 J1J2J3J6 坐标系统 参考页数 168	添加了用来配置 SCARA 独立 J1J2J3J6 坐标系统的部分。
配置关节式非独立 J1J2J3J6 机器人 参考页数 101	添加了用来配置关节式非独立 J1J2J3J6 机器人的部分。
配置关节式独立 J1J2J3J4J5J6 机器人 参考页数 66	添加了用来配置关节式独立 J1J2J3J4J5J6 机器人的部分。
更新受管理应用程序的应用程序数据 参考页数 34	添加了有关将受管理应用程序（如机器人）更新为较新版本特征数据的说明。

在开始之前

本手册根据出版物 LOGIX-UM002 重新设计的手册。还提供了一个名为《SERCOS 和模拟运动配置与启动用户手册》(出版号 MOTION-UM001) 的配套手册。有关 CIP Motion 配置信息，请参见《CIP 运动配置和启动用户手册》(出版号 MOTION-UM003)。如果您有任何意见或建议，请参见本手册的封底。

示例项目

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

c:\Users\Public\Public Documents\Studio 5000\Sample\ENU\v<current_release>\Rockwell Automation

文件名为 **Vendor Sample Projects** 的 PDF 文件介绍了如何使用示例项目。免费示例代码可从以下位置下载：

<http://samplecode.rockwellautomation.com/>。

Vendor Sample Projects.pdf 默认位置为:

**c:\Users\Public\Public Documents\Studio
5000\Sample\ENU\v<current_release>\Third Party Products**



提示: 要从 Logix Designer 应用程序中访问 **Vendor Sample Projects.pdf** 文件, 可单击 **帮助 (Help)** 菜单中的**供应商示例项目 (Vendor Sample Projects)**。

其他资源

以下文档包含有关 Rockwell Automation 相关产品的其他信息。可以访问以下网址查看或下载上述出版物:

<http://literature.rockwellautomation.com>。

资源	说明
Sercos and Analog Motion Configuration and Startup User Manual, 出版号 MOTION-UM001	介绍如何配置运动应用, 并使用 Logix5000 运动模块启动运动解决方案。
Logix5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual, 出版号 MOTION-RM002	为编程人员提供有关用于 Logix 型控制器的运动指令的详细信息。
配置与启动基于 Ethernet/IP 网络的集成运动控制用户手册, 出版号 MOTION-UM003	介绍如何配置集成运动应用, 并使用 <st5kld_first 应用程序启动运动解决方案。
Logix5000 Controllers Common Procedures, 出版号 1756-PM001	提供有关如何对 Logix5000 控制器进行编程的详细和全面的信息。
Logix5000 控制器通用指令参考手册, 出版号 1756-RM003	为编程人员提供有关用于 Logix 型控制器的常规指令的详细信息。
Logix5000 控制器高级过程控制和驱动指令参考手册, 出版号 1756-RM006 。	为编程人员提供有关用于 Logix 型控制器的过程和驱动指令的详细信息。
ControlLogix 系统用户手册, 出版号 1756-UM001 。	介绍安装、配置、编程和操作 ControlLogix® 系统所需执行的任务。
ControlLogix 5580 and GuardLogix 5580 Controllers User Manual, 出版号 1756-UM543	提供有关 ControlLogix 5580 和 GuardLogix 5580 控制器的安装、配置和 I/O 模块选型、通信管理、应用程序开发以及故障排除的完整信息。
CompactLogix 5370 控制器用户手册, 出版号 1769-UM021	介绍安装、配置、编程和操作 CompactLogix™ 系统所需执行的任务。
GuardLogix 控制器用户手册, 出版号 1756-UM020	介绍专用于对 GuardLogix® 进行配置、操作和故障处理的步骤。
GuardLogix 5570 和 Compact GuardLogix 5370 控制器系统安全参考手册, 出版号 1756-RM099	包含使用 Studio 5000 Logix Designer 应用程序实现和保持 GuardLogix 5570 或 CompactLogix 5370 控制器安全系统的 SIL 3/PLe 等级的详细要求。
GuardLogix 5580 and Compact GuardLogix 5380 Controller Systems Safety Reference Manual, 出版号 1756-RM012	提供 Studio 5000 Logix Designer® 应用程序中关于 GuardLogix 5580 和 Compact GuardLogix 5380 控制器安全应用要求的信息。
Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines, 出版号 1770-4.1	针对 Rockwell Automation 工业系统的安装, 提供一些常规的指导。
产品认证网站: www.rockwellautomation.com/global/certification/overview.page	提供符合性声明、证书及其他认证详情。

创建和配置坐标系统

创建坐标系统

坐标系统标签 (tag) 用于设置属性值，以供运动应用程序中的多轴 (axis) 协调性运动指令使用。在执行任何多轴 (axis) 协调性运动指令之前，创建坐标系统标签 (tag)。

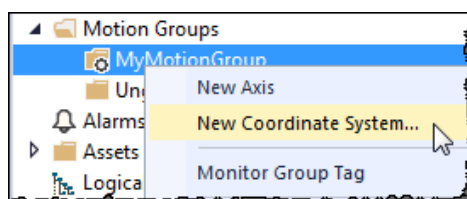
坐标系统标签 (tag)：

- 定义 COORDINATE_SYSTEM 数据类型 (data type)
- 将坐标系统关联到运动组
- 将轴 (axis) 关联到坐标系统
- 设置维数
- 定义由多轴 (axis) 运动指令的操作数使用的值

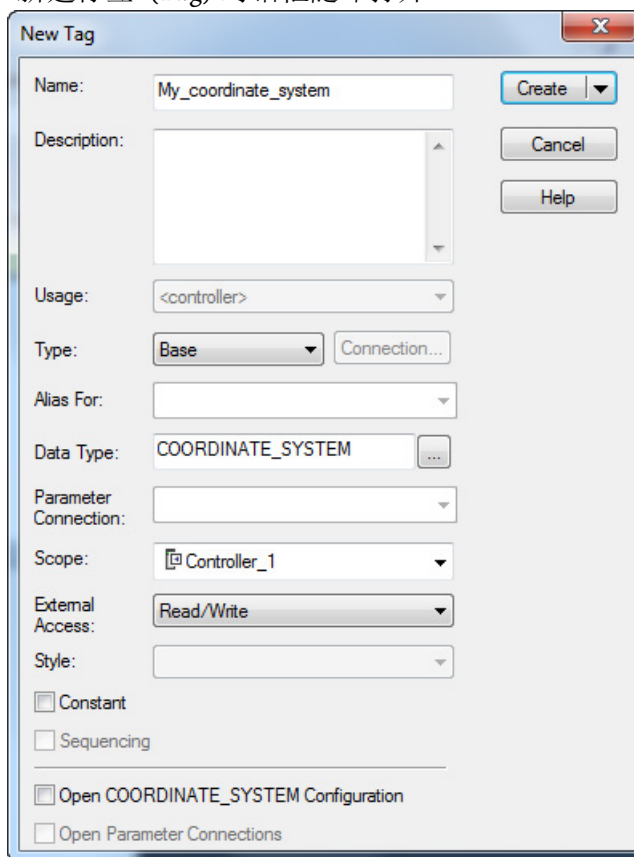
通过配置坐标系统标签 (tag)，可定义坐标单位、最大速度、最大加速度、最大减速度、实际位置容限和命令位置容限的值。

要创建坐标系统：


1. 在“控制器 (Controller) 管理器”中，右键单击运动组，然后选择“新建坐标系统”。



“新建标签 (Tag)”对话框随即打开。



2. 在“名称”中，输入坐标系统的名称。
3. [可选] 在“说明”中，键入坐标系统的说明。
4. 在“类型”中，选择要创建的标签 (tag) 类型。对于坐标系统，唯一有效选项是：
 - 基本 (Base) - 指正常标签 (tag)，此为默认值
 - 别名 (Alias) - 指引用另一个具有相同定义的标签 (tag) 的标签 (tag)
5. 在“数据类型 (Data Type)”中，选择“COORDINATE_SYSTEM”。
6. 在“外部访问”框中，选择外部应用程序（如 HMI）对标签 (tag) 的访问权限：“无”、“读/写”或“只读”。
7. 选择“常数”以防止执行中的逻辑将值写入标签 (tag)。有关“常数”复选框的更多信息，请参阅联机帮助。

 提示：启用冗余 (Redundancy) 后，设备定序不可用。
8. 选中“打开 COORDINATE_SYSTEM 配置”复选框以在创建标签 (tag) 后打开坐标系统向导。

创建标签 (tag) 后，双击坐标系统以打开“坐标系统属性”对话框，从而编辑坐标系统标签 (tag)。
9. 选择“创建”以创建标签 (tag)。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框](#) 参考页数 17

编辑坐标系统属性

“坐标系统属性”对话框用于修改现有的坐标系统或配置坐标系统。

要编辑坐标系统属性：

1. 在“控制器 (Controller) 管理器”中，展开“运动组”文件夹，然后双击“坐标系统”，或者右键单击“坐标系统”并选择“属性”。
2. 使用“坐标系统属性”对话框中的选项卡进行适当的更改。选项卡上显示星号表示已进行更改但未实施。
3. 选择“应用”以保存所做的更改。要退出但不保存任何更改，选择“取消”。

另请参阅

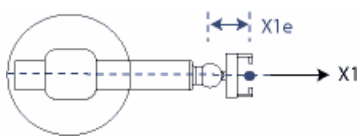
[“坐标系统属性”对话框](#) 参考页数 17

在 Logix Designer 应用程序中，坐标系统是创建的一个或多个主要或辅助 axis 的集聚，用于生成协调式运动。Logix Designer 应用程序支持下列几何结构类型。

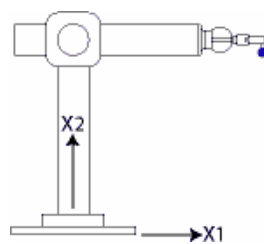
- 笛卡尔
- 联接相关
- 联接独立
- 可选兼容装配机械臂 (SCARA) 独立
- Delta
- SCARA Delta

以下为坐标系统示例。

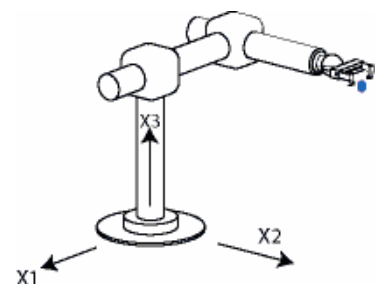
采用正交 axis 的坐标系统



笛卡尔坐标系统

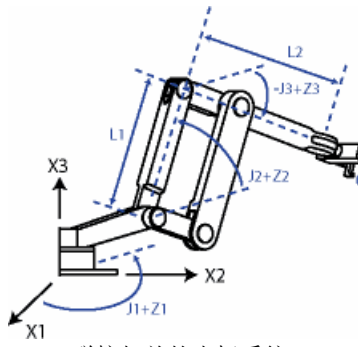


二维笛卡尔坐标系统

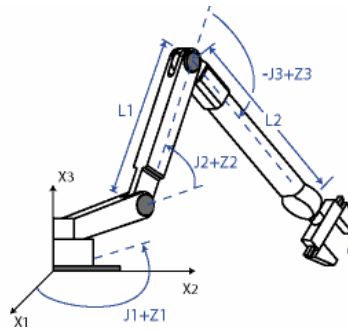


三维笛卡尔坐标系统

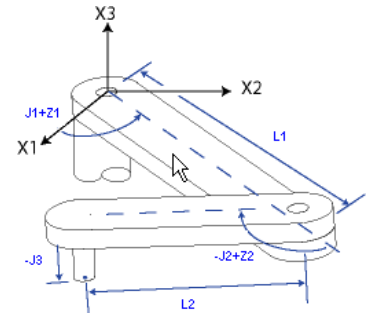
采用非正交 axis 的坐标系统



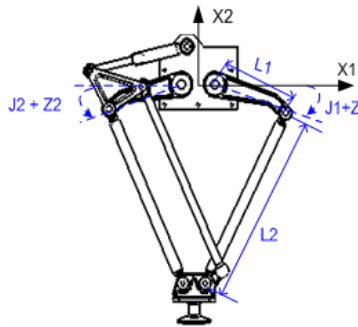
联接相关的坐标系统



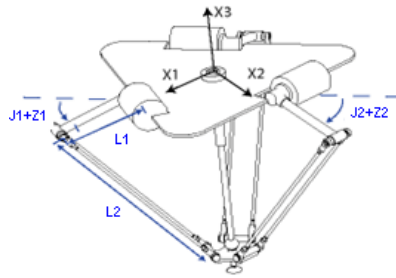
联接独立的坐标系统



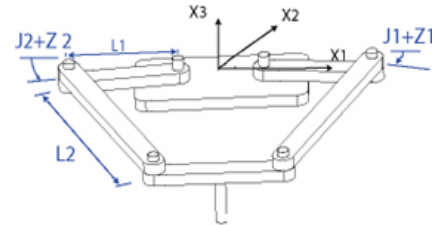
SCARA 独立的坐标系统



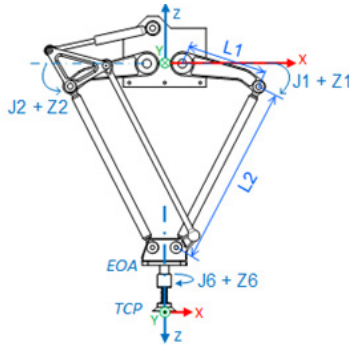
Delta 二维坐标系统



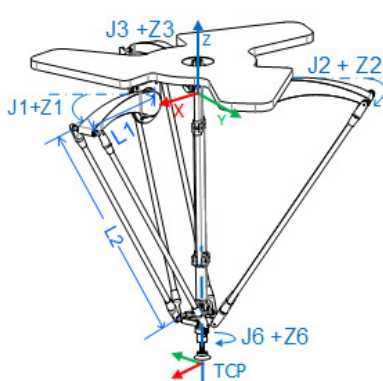
Delta 三维坐标系统



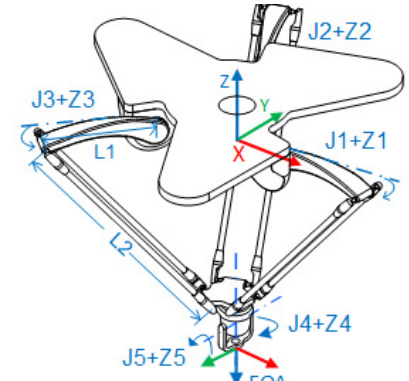
SCARA Delta 坐标系统



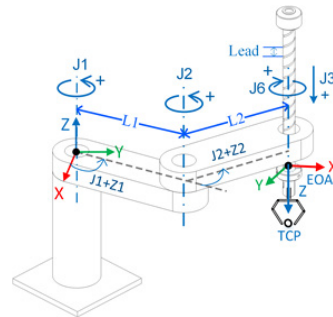
Delta J1J2J6 坐标系统



Delta J1J2J3J6 坐标系统



Delta J1J2J3J4J5 坐标系统



Scara 独立 J1J2J3J6

另请参阅

[创建坐标系统](#) 参考页数 13

“坐标系统属性”对话框

“坐标系统向导”或“坐标系统属性”对话框用于配置坐标系统标签 (tag)。该对话框包含用于配置坐标系统不同方面的选项卡。

“向导”/“坐标系统属性”选项卡	说明
常规	“常规”选项卡用于： <ul style="list-style-type: none"> • 将标签 (tag) 关联到运动组。 • 选择坐标系统类型。 • 选择几何结构类型的坐标定义。 • 在适用情况下，指定维数并变换几何结构类型的维数。 • 输入相关的轴 (axis) 信息。 • 选择在操作期间是否自动更新坐标系统的实际位置值。
几何	“几何”选项卡用于配置与非笛卡尔几何结构相关联的关键属性，并显示关联几何结构的位图。
偏移量	“偏移量”选项卡用于配置基本偏移量和末端执行器偏移量。该选项卡可显示与几何结构相关的偏移量位图。
单位	“单位”选项卡用于定义“坐标单位”和“转换比”。
动态	“动态”选项卡用于配置笛卡尔坐标系统的矢量、实际和命令位置容限以及方向值。
结点	“结点”选项卡用于定义结点转换比。
运动规划器	“运动规划器”选项卡用于启用或禁用主控方延迟补偿或主控方位置滤波器。
标签 (Tag)	“标签 (Tag)”选项卡用于重命名标签 (tag)、编辑说明以及查看“标签 (tag) 类型”、“数据类型 (Data Type)”和“作用域”信息。

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 常规 (General) 选项卡

如何打开常规 (General) 选项卡？

1. 在**控制器项目管理器**中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框中，单击**常规 (General)** 选项卡。

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中**常规 (General)** 选项卡上的设置用于：

- 将坐标系统标签关联到运动组。
- 选择要配置的坐标系统类型。
- 根据机器人几何结构选择坐标定义。
- 如果坐标定义为 <无>，应选择维度和变换维度。否则，系统会根据几何类型自动设置维度和变换维度值。
- 查看此轴 (axis) 所属的机器人的目录号。
- 查看应用程序的当前特征数据版本。
- 查看由 **Application Code Manager** 分配给系统中组成一个应用程序的所有对象的唯一标识符。
- 指定要变换的轴数。
- 将轴分配给坐标系统标签。

- 启用或禁用自动更新标签。

Logix Designer 应用程序仅支持每个控制器一个运动组标签。

另请参阅

[坐标系统属性 \(Coordinate System Properties\) 对话框 - 常规 \(General\) 选项卡参数](#) 参考页数 18


“坐标系统属性”对话框 - “常规”选项卡参数

坐标系统属性对话框中常规选项卡上的设置用于定义坐标系统。这些设置用于为运动组分配坐标系统, 选择坐标系统类型和输入相关的 axis 信息。



提示: 类型选项决定坐标系统属性对话框中可用的选项卡。

参数	说明
运动组	与坐标系统相关的运动组。 为运动组分配的坐标系统将显示在 Controller 管理器 中 运动组 文件夹下所选的运动组子文件夹中。选择“<none>”将终止运动组关联, 并将坐标系统移至“运动组”文件夹的“未归类轴 (axis)”子文件夹中。
	用于打开所选运动组的 运动组属性 对话框, 从中编辑运动组属性。 如果没有运动组分配至此坐标系统, 此按钮将变淡。
新建组	用于打开 新建 Program 参数或 Tag 对话框, 从中创建新的运动组 tag。 仅当尚未创建运动组时, 此按钮才可用。
类型	与运动组相关的机器人几何结构类型。 可用选项为: <ul style="list-style-type: none"> • 笛卡尔 • 联接相关 • 联接独立 • 可选兼容装配机械臂 (SCARA) 独立 • Delta • SCARA Delta
坐标定义	定义坐标系统类型中的坐标数。 对于没有方向支持的几何结构, 坐标定义默认为 <无>。 对于具有方向支持的几何结构, 坐标定义取决于几何结构 类型 选项。 可用选项: <ul style="list-style-type: none"> • <无> • J1J2J6 • J1J2J3J6 • J1J2J3J4J5 • XYZRxRyRz
维	此坐标系统支持的 axis 数。 此参数可能为只读状态, 具体取决于 controller 和 坐标定义 选项。

参数	说明
变换维	<p>要变换的坐标系统中的 axis 数。</p> <p>此参数可能为只读状态，具体取决于 controller 和坐标定义选项。</p> <p>提示：要变换的 axis 数必须等于或小于指定的坐标系统维数。变换功能始终从第一个 axis 开始。例如，如果坐标系统包含三个 axis，但变换维设置为两个 axis，则变换第一个 axis 和第二个 axis。不能指定只变换第二 axis 和第三 axis。</p>
应用程序目录号	<p>该轴所属的机器人的目录编号。</p> <p>提示：当轴 (axis) 与机器人相关联时，则说明轴 (axis) 或坐标系统可能受控，这表示某些轴 (axis) 参数不可配置，具体取决于机器人类型。有关可配置参数的列表，请参见特定机器人的文档。</p>
应用程序版本	应用程序的当前特征数据版本。
例程	由 Application Code Manager 分配给系统中组成一个应用程序的所有对象的唯一标识符。例如，对于机器人而言，应用程序包括坐标系统和所有结点轴 (axis)。所有这些对象都接收到相同的实例编号，以指示它们是特定应用程序的一部分。
Axis 网格	向机器人几何结构关节分配用于控制的 motion axis。“Axis 网格”中包含五列内容，提供与坐标系统相关的 axis 信息。网格中的行数取决于机器人几何结构类型和坐标定义。
方括号 []	显示与当前坐标系统配合使用的 tag 数组中的索引。多 axis 坐标运动指令中使用的 tag 数组使用这些坐标映射到 axis。
坐标	显示网格中的 axis 的交叉引用。
Axis 名称	<p>将 axis tag 与坐标相关联。默认值是 <无>。</p> <p>该列表会列出项目中定义的 Base Tag axis。（别名 Tag axis 不会显示在该列表中。）</p> <p>这些 tag 可以是与运动组相关的 axis、与其他坐标系统相关的 axis 或未归类 Axis 文件夹中的 axis。</p> <p>分配给坐标系统的 axis 数可以小于维字段的最大值。但是，在验证坐标系统时，将显示警告，如果保持该状态，指令将生成运行时错误。</p> <p>一个 axis 在一个坐标系统中仅可分配一次。未归类 Axis 还会生成运行时错误。</p>
	打开 axis 的 Axis 属性 对话框。
坐标模式	<p>显示用于速度矢量计算的 axis。可能的模式：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 辅助 • 主 • 方向 <p>坐标模式取决于坐标定义选项。</p>
启用坐标系统自动 Tag 更新	<p>确定操作期间是否自动更新当前坐标系统的“实际位置”值。选中此复选框可启用此功能。</p> <p>向 program 中添加 GSV 语句时，此功能可以减轻编程负担。但是，启用此功能后，会增大近似更新率，可能导致影响性能。</p> <p>是否使用坐标系统自动 Tag 更新功能取决于减轻编程负担与延长执行时间之间的权衡。</p> <p>提示：在初始系统编程阶段，启用此功能来缩短构造过程的执行时间，然后将其禁用，在 program 中输入 GSV 语句。</p>

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “常规”选项卡](#) 参考页数 17

[确定坐标系统类型](#) 参考页数 30

[更新受控应用程序的应用程序数据](#) 参考页数 34

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 几何结构 (Geometry) 选项卡

如何打开几何结构 (Geometry) 选项卡？

1. 在**控制器项目管理器**中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框中，单击**几何结构 (Geometry)** 选项卡。

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中几何结构 (Geometry) 选项卡上的设置用于：

- 指定关节式机械臂的连杆长度。
- 输入各关节轴的旋转偏移。

另请参见

[坐标系统属性 \(Coordinate System Properties\) 对话框 - 几何结构 \(Geometry\) 选项卡参数](#) 参考页数 20

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 几何结构 (Geometry) 选项卡参数

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中几何结构 (Geometry) 选项卡上的设置定义用于配置关键特性的机器人几何结构类型的维度特性。

该选项卡上显示的图形是常规选项卡中所选坐标系统类型的典型表示。用户的机器人看起来与图中所示的机器人类似，但根据具体应用可能会有所不同。

以下设置不适用于笛卡尔坐标系统。

参数	说明
类型 (Type)	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的机器人几何类型。
坐标定义 (Coordinate Definition)	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的坐标定义。
维度 (Dimension)	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的维度。
变换维度 (Transform Dimension)	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的变换维度。
连杆长度 (Link Lengths)	关节式机械臂（坐标系统）中各个连杆的长度。 关节式坐标系统的计量单位由为附属笛卡尔坐标系统配置的计量单位确定。两个坐标系统通过 MCT 指令相互链接或关联。 在指定连杆长度值时，确保使用所链接的笛卡尔坐标系统的计量单位进行计算。例如，如果制造商以毫米为单位指定机器人的连杆长度，而用户想要以英寸为单位配置机器人，则需要将以毫米为单位

参数	说明
	<p>的连杆测量值转换为以英寸为单位的值，然后在相应的连杆长度字段中输入此值。</p> <p>重要事项：请确保为关节式坐标系统与所链接笛卡尔坐标系统指定的连杆长度的计量单位相同。如果计量单位不同，系统将无法正常工作。</p> <p>配置可用的连杆标识符数目取决于在常规 (General) 选项卡上输入的几何结构类型和坐标定义。</p>
零角度姿态 (Zero Angle Orientation)	<p>各关节轴的旋转偏移。在适用的情况下，以度为单位输入各关节轴的偏移值。</p> <p>配置可用的角度标识符数目取决于在常规 (General) 选项卡上输入的几何结构类型和坐标定义。</p>

另请参见

[坐标系统属性 \(Coordinate System Properties\) 对话框 - 几何结构 \(Geometry\) 选项卡](#) 参考页数 20

[确定坐标系统类型](#) 参考页数 30

“坐标系统属性”对话框 - “单位”选项卡

如何打开“单位”选项卡？

1. 在**控制器项目管理器**中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框中，单击**单位 (Units)** 选项卡。

坐标系统属性对话框中单位选项卡上的设置用于：

- 定义用于计量和计算运动相关值（如位置和速度）的单位。
- 定义每个 axis 的 axis 位置单位与坐标单位的关系。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “单位”选项卡参数](#) 参考页数 21

“坐标系统属性”对话框 - “单位”选项卡参数

坐标系统属性对话框中单位选项卡上的设置用于定义要用于每个坐标的计量和转换单位。

参数	说明
类型	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的机器人几何类型。
坐标定义	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的坐标定义。
维	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的维度。
变换维	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的变换维度。
坐标单位	定义用于计量和计算运动相关值（如位置和速度）的单位。坐标单位不需要对于每个坐标系统都相同。这些单位与应用相关，可最大程度地降低使用难度。

参数	说明
	更改 坐标单位 时， 坐标比单位 的第二部分会根据新单位自动更改。 “坐标单位”是默认值。
Axis 名称	显示为坐标系统分配的 axis 名称。
转换比	定义每个 axis 的 axis 位置单位与坐标单位的关系。 例如，如果一个 axis 的位置单位是毫米，并且该 axis 与使用英寸单位的坐标系统相关联，则这个 axis/坐标系统关联的转换比是 25.4/1，可以在 Axis 网格的相应行中指定此值。 提示： 输入的分母可以为浮点数或整数。分母必须是整数。
转换比单位	显示使用的 axis 位置单位与坐标单位的关系。 在此选项卡上的 坐标单位 参数中定义坐标单位。在 Axis 属性 对话框的 单位 选项卡上定义 Axis 位置单位。这些值会在您更改 axis 位置单位或坐标单位时动态地更新。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “单位”选项卡](#) 参考页数 21

“坐标系统属性”对话框 - “偏移量”选项卡

如何打开“偏移量”选项卡？

1. 在**控制器项目管理器**中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框中，单击**偏移 (Offsets)** 选项卡。

坐标系统属性对话框中**偏移量**选项卡上的设置用于定义机械臂的末端执行器偏移量和基本偏移量的值。

偏移量选项卡将根据常规选项卡上配置的机器人几何结构类型显示典型机械臂的视图。**偏移量**类型和可用的**偏移量**数由坐标系统和与坐标系统相关的 axis 数决定。

指定末端执行器偏移值与基本偏移值时，请确保使用与**连杆笛卡儿**坐标系相同的计量单位计算这些值。例如，如果制造商使用毫米为单位指定机器人的偏移量，则要使用英尺配置机器人，可将以毫米为单位的连杆测量值转换为英尺值，然后在相应的偏移量字段中输入转换后的值。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “偏移量”选项卡参数](#) 参考页数 23

“坐标系统属性”对话框 - “偏移量”选项卡参数

Controller 系统属性对话框中偏移量选项卡上的设置用于定义与坐标系统相关的偏移量。该选项卡还可显示与几何结构相关的偏移量位图。

参数	说明
类型	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的机器人几何类型。
坐标定义	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的坐标定义。
维	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的维度。
变换维	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的变换维度。
末端执行器偏移量	末端执行器的长度。制造商通常提供了正确的末端执行器偏移。 坐标定义为 <无> 时，末端执行器偏移量指示器为 X1e、X2e 和 X3e。
基本偏移量	Logix Designer 应用程序 Kinematics 内部方程用于相对于机械臂的首个关节定义机器人原点。机械制造商可以将原点指定在其他位置。这两个位置之差就是基本偏移值。机械制造商通常提供了正确的的基本偏移值。 当坐标定义为 <无> 时，基本偏移量指示器为 X1b、X2b 和 X3b。
基板和执行器板维数	Rb 表示基板半径，Re 表示末端执行器板半径。 仅在几何结构类型为 Delta 且坐标定义为 J1J2J3J6 或 J1J2J3J4J5 时，此参数才可用。
摆臂偏移量	D3、A3、D4、A4 和 D5 为以 DH 参数样式表示的偏移量。 仅在几何结构类型为 Delta 且坐标定义为 J1J2J6、J1J2J3J6 或 J1J2J3J4J5 时，此参数才可用。
耦合方向	指示 J4 和 J5 之间的耦合方向。以下 3 种选项可用： <ul style="list-style-type: none"> • <无> - J4 旋转不会导致 J5 发生任何倾斜运动 • 相同 - J4 正向旋转将导致正向 J5 运动在相同方向上发生倾斜运动 • 相反 - J4 正向旋转将导致正向 J5 运动在相反方向上发生倾斜运动。 仅在几何结构类型为 Delta 且坐标定义为 J1J2J3J4J5 时，此参数才可用。
J4:J5 耦合比	旋转 axis 与倾斜 axis 之比。 仅在几何结构类型为 Delta 且坐标定义为 J1J2J3J4J5 时，此参数才可用。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “偏移量”选项卡](#) 参考页数 22

[确定坐标系统类型](#) 参考页数 30

“坐标系统属性”对话框 - “关节”选项卡

如何打开“关节”选项卡？

1. 在**控制器项目管理器**中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框中，单击**关节 (Joints)** 选项卡。

坐标系统属性对话框中关节选项卡上的设置用于定义关节转换比。以度为单位指定关节 axis。

仅在配置非笛卡尔坐标系统时，关节选项卡才可用。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “关节”选项卡参数](#) 参考页数 24

“坐标系统属性”对话框 - “关节”选项卡参数

关节选项卡中的设置用于配置关节转换比。选项卡包含以下参数。将隐藏与 controller 无关的设置。

参数	说明
类型	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的机器人几何类型。
坐标定义	只读。在 常规 (General) 选项卡上选择的坐标定义。
维	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的维度。
变换维	只读。在 常规 (General) 选项卡上输入的变换维度。
Axis 名称	与坐标系统相关的 axis 名称。这些名称按照其在坐标系统中的配置顺序显示。
结点比	定义 axis 位置单位和度之间的关系。 “结点比”分为两个字段： <ul style="list-style-type: none"> • “结点比”列的左半部分用于为系统中的每个关节 axis 指定关节位置（以单位/度计）的分子值。 • “结点比”列的右半部分用于为系统中的每个关节 axis 指定关节位置（以单位/度计）的分母值。 例如，axis 单位是按转数定义的，则该比值可能是 1/360 转/度。始终以“度”为单位指定分母。实际结点 axis 单位是为单个结点 axis 配置的单位。
结点单位	配置的 axis 位置单位与度的关系。在 Axis 属性 对话框的 单位 选项卡上定义 Axis 位置单位。结点单位始终定义为“度”。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “关节”选项卡](#) 参考页数 24

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 - 动力学 (Dynamics) 选项卡

如何打开动力学 (Dynamics) 选项卡？

1. 在**控制器**项目管理器中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 打开**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框，在**常规 (General)** 选项卡中，选择**笛卡尔 (Cartesian)** 作为**类型 (Type)**。
3. 单击**动力学 (Dynamics)** 选项卡。

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中动力学 (Dynamics) 选项卡上的设置用于输入笛卡尔坐标系统的矢量、实际和给定位置公差及姿态值。

只有在配置笛卡尔坐标系统时，动力学 (Dynamics) 选项卡才可用。

另请参见

[坐标系统属性 \(Coordinate System Properties\) 对话框 - 动力学 \(Dynamics\) 选项卡参数](#) 参考页数 25

“坐标系统属性”对话框 - “动态”选项卡参数

坐标系统属性对话框中动态选项卡上的设置用于为笛卡尔坐标系统输入矢量、位置和容限以及方向值。

以最大值百分比的形式表示操作数时，协调式运动指令将使用矢量值进行计算。在单位选项卡上重新定义坐标单位时，坐标单位将自动更改。

方向值用于运动协调路径移动 (MCPM) 指令。这些值始终以度为单位，仅在系统类型为“笛卡尔”且坐标定义为“<无>”时可用。

参数	说明
矢量最大速度	以最大值百分比的形式表示速度时，协调式运动指令使用该值来计算矢量速度。
矢量最大加速度	以最大值百分比的形式表示加速度时，协调式运动指令使用该值来确定要应用于坐标系统矢量的加速度变化率。
矢量最大减速度	以最大值百分比的形式表示减速度时，协调式运动指令使用该值来确定要应用于坐标系统矢量的减速度变化率。 最大减速度必须是非零值才能使用坐标系统进行运动。
矢量最大加速度变化率	axis 的最大加速度变化率。 加速度变化率参数仅适用于使用这些指令的 S 曲线移动配置文件： <ul style="list-style-type: none"> • MCS • MCCD • MCCM • MCLM 坐标系的 最大加速度变化率 ，以坐标单位/秒 ³ 表示，默认为最大加速度时间的 100%。此计算的速度和加速度变化率定义如下：

参数	说明
	<p>$\text{MaxAccel}^2/\text{Speed}$ = 最大加速度变化率</p> <p>运动指令设置为变化率单位 = 最大值的 % 时, 会使用此值。</p> <p>当多 axis 运动指令中含有的变化率单位 = 单位/秒³时, 则从运动指令面板中获取最大加速度变化率值。运动指令的变化率单位也允许变化率单位 = 时间的 % (包含 100% 时间)。这表示表示整个 S 曲线移动将具有变化率限制。这是默认模式。0% 时间的 S 曲线移动将产生梯形曲线, 并有 0% 的变化率限制。如果手动设置, 请以如下单位输入值: 坐标单位/秒³。</p> <p>使用“计算”以“时间 %”为单位查看此值。</p>
矢量最大减速度变化率	<p>axis 的最大减速度变化率。</p> <p>加速度变化率参数仅适用于使用这些指令的 S 曲线移动配置文件:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MCS • MCCD • MCCM • MCLM <p>坐标系的减速度变化率, 以坐标单位/秒³表示, 默认为最大减速度时间的 100%。此计算的速度和减速度变化率定义如下:</p> <p>$\text{MaxDecel}^2/\text{速度}$ - 最大减速度变化率</p> <p>运动指令设置为变化率单位 = 最大值的 % 时, 会使用此值。</p> <p>当多 axis 运动指令中含有的变化率单位 = 单位/秒³时, 则从运动指令面板中获取最大减速度变化率值。运动指令的变化率单位也允许变化率单位 = 时间的 %, 100% 时间表示整个 S 曲线移动具有变化率限制 (这是默认模式)。0% 时间的 S 曲线移动将产生梯形曲线, 并有 0% 的变化率限制。如果手动设置, 请以如下单位输入值: 坐标单位/秒³。</p> <p>使用“计算”以“时间 %”为单位查看此值。</p>
计算	<p>用于打开计算最大加速度/减速度变化率对话框, 以“时间 %”为变化率单位查看和设置最大加速度或最大减速度变化率。</p> <p>仅在软件与控制器 (controller) 联机时, “计算”才可用。</p>
实际	<p>采用坐标单位的实际位置值, 当协调式运动指令的终止类型为实际容限时, 将使用该值。</p>
命令	<p>采用坐标单位的命令位置值, 当协调式运动指令的终止类型为命令容限时, 将使用该值。</p>
方向最大速度	<p>坐标系统方向 axis 的最大速度。</p> <p>此值用于运动协调路径移动 (MCPM) 指令。</p>
方向最大加速度	<p>坐标系统方向 axis 的最大加速度。</p> <p>此值用于运动协调路径移动 (MCPM) 指令。</p>
方向最大减速度	<p>坐标系统方向 axis 的最大减速度。</p> <p>此值用于运动协调路径移动 (MCPM) 指令。</p>
手动调整	<p>“手动调整属性”对话框用于更改矢量、位置容限和方向值。</p> <p>仅在与控制器 (controller) 联机, 且没有待编辑时, “手动调整”才可用。</p>

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “动态”选项卡](#) 参考页数 25

[“手动调整”对话框 - “动态”选项卡](#) 参考页数 27

“手动调整”对话框 - “动态”选项卡

如何打开“手动调整”对话框？

1. 在**控制器**项目管理器中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框中，单击**动力学 (Dynamics)** 选项卡，然后单击**手动调整 (Manual Adjust)**。

手动调整对话框中动态选项卡上的设置用于更改矢量、位置容限和方向值。联机或脱机时均可进行更改。

值更改后，旁边会出现一个蓝色箭头。这意味着值会立即更新到 controller (联机时) 或项目文件 (脱机时) 中。

参数	说明
矢量最大速度	当速度以最大值的百分比形式表示时，协调运动指令使用此值计算矢量速度。
矢量最大加速度	当加速度以最大值的百分比形式表示时，协调运动指令使用此值确定要应用于坐标系统矢量的加速度。
矢量最大减速度	当减速度以最大值的百分比形式表示时，协调运动指令使用此值确定要应用于坐标系统矢量的减速度。 要使用坐标系统实现任何运动，最大减速度值必须为非零值。
矢量最大加速度变化率	轴的最大加速急动度。 坐标系统的最大加速急动度，以坐标单位/秒 ³ 表示，默认为最大加速时间的 100%。此计算的速度和加速度定义如下： 最大加速度 ² /速度 = 最大加速急动度 当运动指令的急动度单位设置为“最大值的百分比”时，将使用此值。
矢量最大减速度变化率	轴的最大减速急动度。 坐标系统的最大减速急动度，以坐标单位/秒 ³ 表示，默认为最大减速时间的 100%。用于计算的速度和减速度定义如下： 最大减速度 ² /速度 = 最大减速急动度 当运动控制指令的急动度单位设置为“最大值的百分比”时，将使用此值。
实际	以坐标单位表示的实际位置值，当协调运动指令的终止类型为实际公差时，将使用此值。
命令	以坐标单位表示的给定位置的值，当协调运动指令的终止类型为给定公差时，将使用此值。
方向最大速度	坐标系统姿态轴的最大速度。
方向最大加速度	坐标系统姿态轴的最大加速度。
方向最大减速度	坐标系统姿态轴的最大减速度。
重置	使值返回其初始值。单击 重置 后，将立即重置值。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “动态”选项卡参数](#) 参考页数 25

“坐标系统属性”对话框 - “运动规划器”选项卡

如何打开“运动规划器”选项卡？

1. 在控制器项目管理器中，展开运动组 (Motion Group) 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中，单击运动轨迹规划器 (Motion Planner) 选项卡。

“坐标系统属性”对话框中“运动规划器”选项卡上的设置用于：

- 启用或禁用主控方延迟补偿。
- 启用或禁用主控方位置滤波器。
- 输入主控方位置滤波器的带宽。

仅在配置笛卡尔坐标系统时，运动规划器选项卡才可用

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “运动规划器”选项卡参数](#) 参考页数

28

“坐标系统属性”对话框 - “运动规划器”选项卡参数

运动规划器选项卡上的设置指定启用或禁用主控方延迟补偿和主控方位置滤波器。

参数	说明
主控方延迟补偿	<p>确定启用或禁用主控方延迟补偿。</p> <p>主控方延迟补偿用于平衡从读取主 Axis 命令位置到将相关从属命令位置应用于从属伺服环路之间的延迟时间。此功能可确保从坐标命令位置准确地跟踪主 Axis 的实际位置（即，当齿轮或凸轮传动到处于主驱动模式下笛卡尔坐标运动主 Axis 的实际位置时，没有跟踪错误）。清除此复选框可禁用主控方延迟补偿。</p> <p>提示：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 如果仅针对反馈配置 axis，禁用主控方延迟补偿。 • 在某些应用程序中，不要求主 axis 和从属 axis 之间无跟踪错误。在这些情况下，适合禁用主控方延迟补偿，消除引入到从属 Axis 的干扰。 • 从属 Axis 通过齿轮或凸轮传动到主 Axis 的命令位置时，由于不需要补偿主控方位置延迟，因此即使主控方延迟补偿处于启用状态，也不会进行应用。

参数	说明
启用主控方位位置滤波器	确定启用或禁用主控方位位置滤波器。 主控方位位置滤波器用于过滤为从属 axis 的齿轮或位置凸轮传动操作指定的主 axis 位置输入。滤波器对来自 Axis 的实际位置信号进行平滑，从而对从属 Axis 的相应运动进行平滑。 选中此复选框可启用主控方位位置滤波器。
主控方位位置滤波器带宽	用于主控方位位置滤波器的带宽。 仅当主控方位位置滤波器处于启用状态时，此参数才可用。 提示： 如果输入零，也将禁用主控方位位置滤波器。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “运动规划器”选项卡](#) 参考页数 28

“坐标系统属性”对话框 - “Tag”选项卡

如何打开“Tag”选项卡？

1. 在**控制器项目管理器**中，展开**运动组 (Motion Group)** 文件夹，然后双击坐标系统。
2. 在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框中，单击**标签 (Tag)** 选项卡。

坐标系统属性对话框中 **Tag** 选项卡上的设置用于修改坐标系统的名称和说明。Controller 联机时，这些参数为只读值。

提示： 请在联机前保存更改。否则，待定更改将恢复到之前保存的状态。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “Tag”选项卡参数](#) 参考页数 29

“坐标系统属性”对话框 - “Tag”选项卡参数

坐标系统属性对话框中 **Tag** 选项卡上的设置用于提供有关坐标系统 tag 的信息。仅在应用程序脱机时，才可更新 tag 名称和说明。

提示 请在联机前保存更改。否则，待定更改将恢复到之前保存的状态。
:

参数	说明
名称	Tag 的名称。名称最多可达到 40 个字符，并可以包括字母、数字和下划线 (L)。
说明	tag 的说明。
类型	坐标系统 tag 的类型。坐标系统 tag 可以为 base tag 或别名 tag。
Data Type	坐标系统 tag 的 data type。

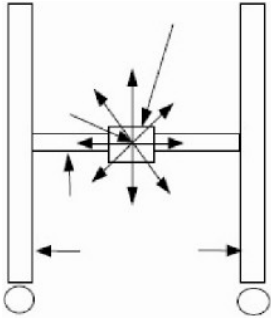
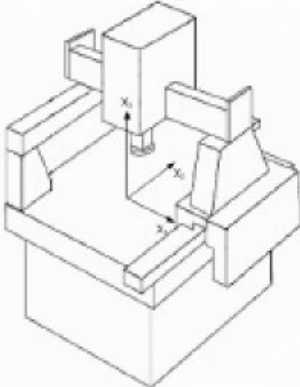
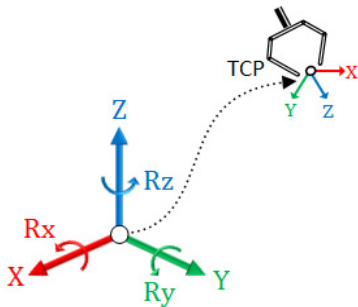
参数	说明
作用域	显示坐标系统 tag 的作用域。坐标系统 tag 仅可为 controller 作用域 tag。
类	显示坐标系统 tag 的类。坐标系统 tag 仅可为“标准”类 tag。
外部访问	显示 HMI 等外部应用程序对坐标系统 tag 的访问权限为 Read/Write、Read Only 或没有访问权限 (NONE)。

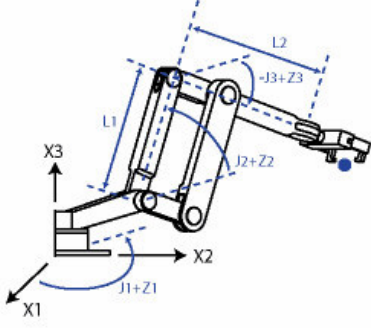
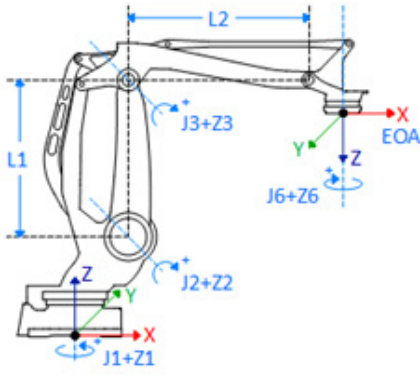
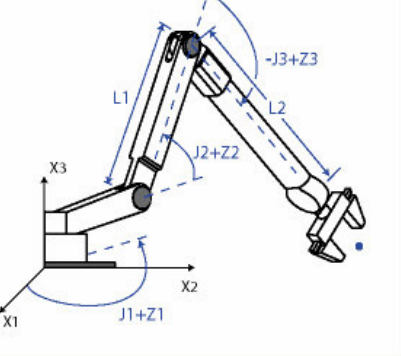
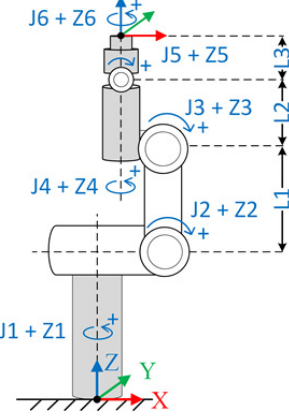
另请参阅

[“坐标系统属性”对话框 - “Tag”选项卡](#) 参考页数 29

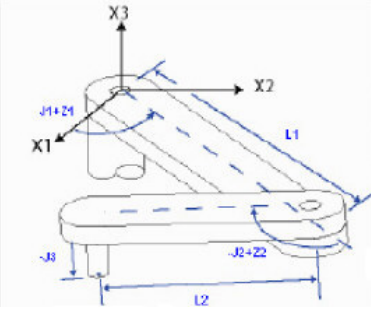
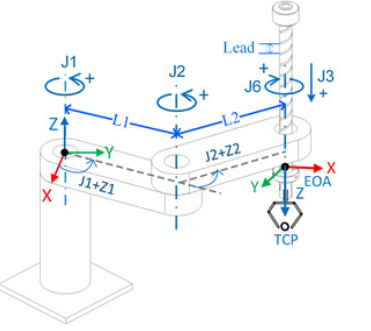
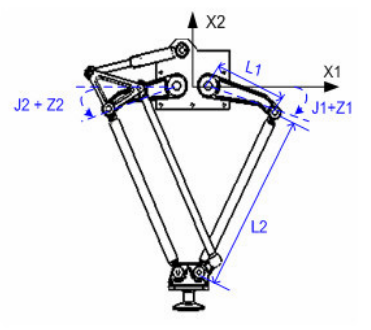
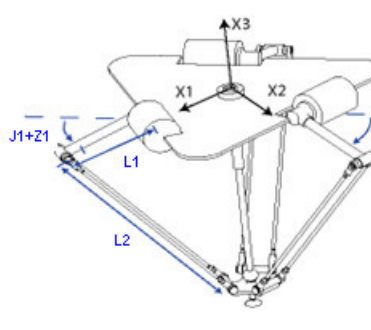
确定坐标系统类型

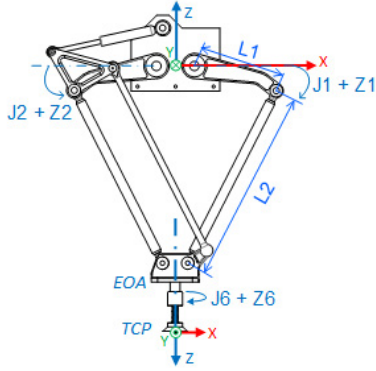
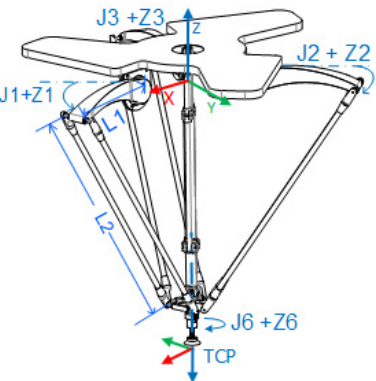
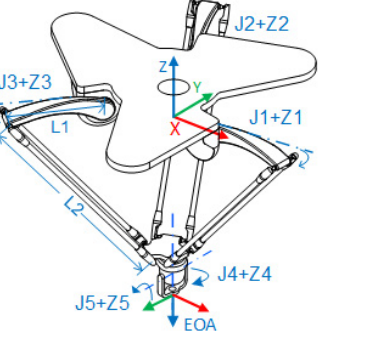
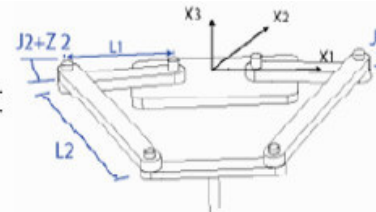
此表有助于确定所需的 Kinematics 坐标系统类型。

几何结构类型	坐标定义	变换维	机器人外观类似于:	另请参阅
笛卡尔	<无>	2		配置笛卡尔 H-bot 型 参考页数 140
笛卡尔	<无>	3		配置笛卡尔龙门式机器人 参考页数 139
笛卡尔	XYZRxRyRz	6		配置笛卡尔 XYZRxRyRz 坐标系统 参考页数 35

几何结构类型	坐标定义	变换维	机器人外观类似于:	另请参阅
联接相关	<无>	2 或 3		配置联接相关的机器人 参考页数 94
联接相关	J1J2J3J6	4		配置联接相关的机器人 参考页数 94
联接独立	<无>	2 或 3		配置联接独立的机器人 参考页数 57
联接独立	J1J2J3J4J5J6	6		配置联接独立的机器人 参考页数 57

章节 1 创建和配置坐标系统

几何结构类型	坐标定义	变换维	机器人外观类似于：	另请参阅
SCARA 独立	<无>	2		配置 SCARA 独立机器人 参考页数 136
SCARA 独立	J1J2J3J6	4		配置 SCARA 独立型机器人 参考页数 136
Delta	<无>	2		配置 Delta 二维机器人 参考页数 127
Delta	<无>	3		配置 Delta 三维机器人 参考页数 119

几何结构类型	坐标定义	变换维	机器人外观类似于:	另请参阅
Delta	J1J2J6	3		配置 Delta J1J2J6 机器人 参考页数 182
Delta	J1J2J3J6	4		配置 Delta J1J2J3J6 机器人 参考页数 194
Delta	J1J2J3J4J5	5		配置 Delta J1J2J3J4J5 机器人 参考页数 206
SCARA Delta	<无>	2		配置 SCARA Delta 机器人 参考页数 132

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框](#) 参考页数 17

更新受控应用程序的应用程序数据 使用“更新应用程序数据”对话框将受控应用程序（如机器人）更新为较新版本的特征数据。特征数据决定了应用程序的参数设置。

更新受控应用程序的应用程序数据

1. 在主菜单中，选择“工具”>“运动”>“更新应用程序数据”以打开“更新应用程序数据”对话框。
2. 应用程序表列出了系统中所有受控应用程序。下表列出了每个应用程序的以下信息：
 - **名称**。受控应用程序的名称。该名称是对象的标签 (tag) 名称，显示在标签 (tag) 编辑器中。Logix Designer 应用程序在创建对象时分配名称。
 - “目录号”。应用程序的 Rockwell Automation 目录号。
 - “实例”。由 Application Code Manager 分配给系统中组成一个应用程序的所有对象的唯一标识符。例如，对于机器人而言，应用程序包括坐标系统和所有结点轴 (axis)。所有这些对象都接收到相同的实例编号，以指示它们是特定应用程序的一部分。
 - “版本”。应用程序的当前特征数据版本。
3. 在“版本”列中，选择应用程序的特征数据版本。

如果受控对象的版本比存储库中的版本更新，则会显示一条警告，指出存储库不包含此版本，应进行更新。将项目从控制器 (controller) 上传到具有过期存储库的 Logix Designer 应用程序实例时，可能会发生此版本不匹配的情况。您可以更新存储库，或为受控应用程序选择较旧版本的特征数据。可以在[产品兼容性和下载中心 \(PCDC\)](#) 查找和下载新的存储库。

为应用程序选择新版本的特征数据时，对象名称前面会显示一个星号，以指示存在未应用的编辑，并且“更新”按钮处于启用状态。

4. 选择“更新”可将更改应用于已更新了版本的每一个应用程序。

如果发生错误，则会显示一条消息指示发生问题并且更新被取消。对话框保持打开状态，因此您可以进行调整，然后再次尝试更新。

笛卡尔坐标系统

使用此信息配置笛卡尔坐标系统。

另请参阅

[对没有方向的坐标系统编程 \(Program\)](#) 参考页数 38

配置笛卡尔坐标系统

以下指南用于在坐标系统属性对话框中配置笛卡尔坐标系统。

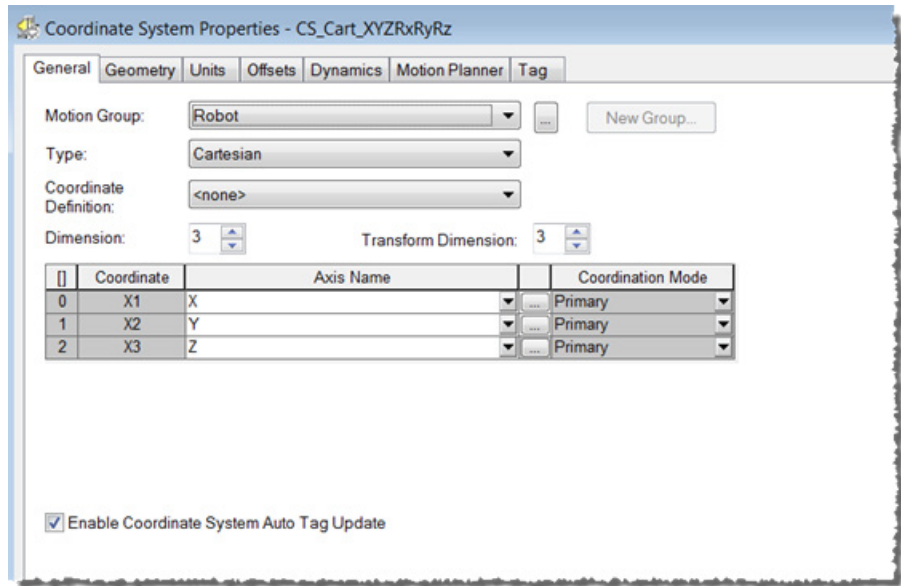
“常规”选项卡

在常规选项卡中，选择笛卡尔作为坐标系统类型。以下两种坐标定义适用于笛卡尔坐标系统：

- <无>
- XYZRxRyRz

选择“<none>”以配置没有方向支持的笛卡尔坐标系统，然后为坐标系统选择“维”和“变换维”。维数和变换维的范围为 0 到 3。

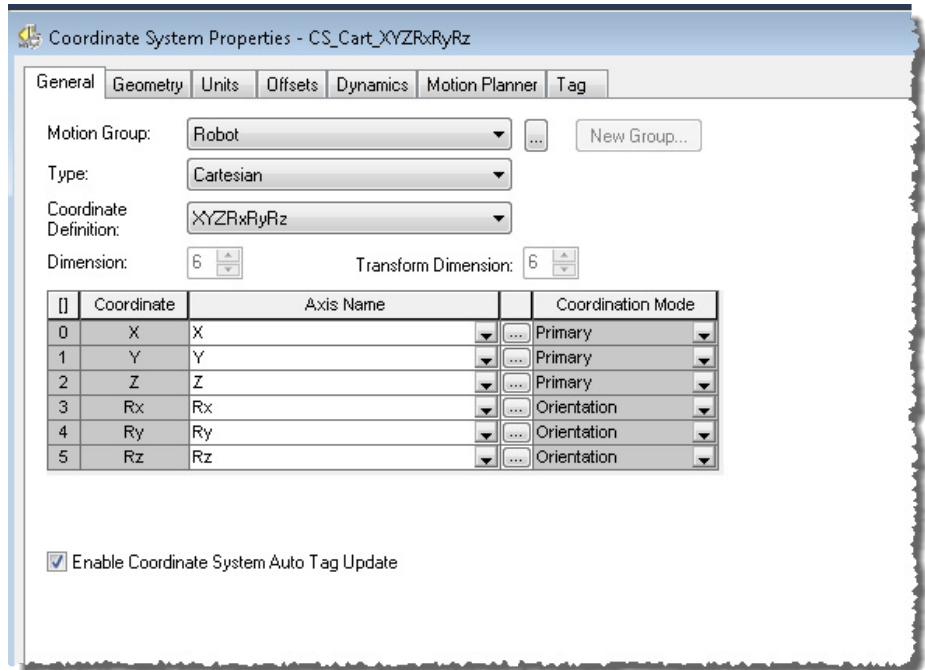
“坐标”列显示 X1、X2 或 X3，具体取决于维和变换维。对于所有 axis，坐标模式均为主模式。



XYZRxRyRz 用于配置具有方向支持的笛卡尔坐标系统。“维”和“变换维”的值自动设置为 6，无法修改。

坐标列显示世界笛卡尔坐标系的主 axis 名称 X、Y 和 Z，以及方向 axis 名称 Rx、Ry 和 Rz。Rx 为绕 X 轴 (axis) 的旋转，Ry 为绕 Y 轴 (axis) 的旋转，Rz 为绕 Z 轴 (axis) 的旋转，X-Y-Z 为固定角度旋转。

在 **Axis** 名称列中，关联 axis tag 和各坐标。



“几何结构”选项卡

在“几何结构”选项卡中，“连杆长度”和“零角度方向”参数不可用。这些参数不适用于笛卡尔坐标系统。

“偏移”选项卡

如果“坐标定义”设置为“<none>”，单击“偏移量”选项卡以配置“末端执行器偏移量”和“基本偏移量”。

可用的参数取决于“变换维”的值。



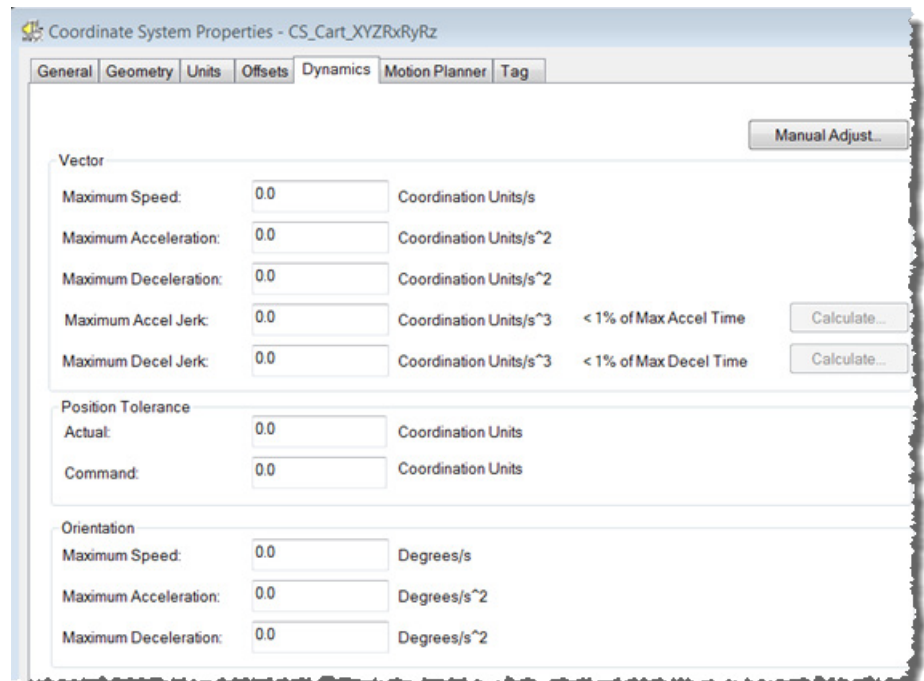
提示：如果坐标定义为 XYZRxRyRz，则基本偏移量和末端执行器偏移量参数不可用。

“动态”选项卡

“动态”选项卡仅对笛卡尔坐标系统有效。该选项卡用于配置运动协调路径移动 (Motion Coordinated Path Move, MCPM) 指令所需的方向值：

- 方向最大速度
- 方向最大加速度
- 方向最大减速度

仅当“类型”为笛卡尔，且“坐标定义”为 XYZRxRyRz 时，“动态”选项卡上才会提供“方向”参数。方向值始终以度为单位。



提示： 处于联机状态时，“动态”选项卡上的参数不可用。要更新参数，请单击“手动调整”。

另请参阅

[“坐标系统属性”对话框](#) 参考页数 17

对没有方向的坐标系统编程 (Program)

这些多轴 (axis) 协调性运行指令用于在一维和多维空间中执行线性和圆形移动。Logix Designer 应用程序中没有方向的笛卡尔坐标系统可包含一个轴 (axis)、两个轴 (axis) 或三个轴 (axis)。

指令	说明
运动协调性线性移动 (MCLM)	MCLM 指令用于在笛卡尔坐标系统中针对指定轴 (axis) 启动一维或多维线性协调性移动。
运动协调性圆形移动 (MCCM)	MCCM 指令用于在笛卡尔坐标系统中针对指定轴 (axis) 二维或三维圆形协调性移动。
运动协调性变换 (MCT)	MCT 指令用于启动将两个坐标系统连接在一起的变换。
运动计算变换位置 (MCTP)	MCTP 指令用于计算一个坐标系统中的点在另一个坐标系统中等效点的位置。

有关 MCLM、MCCM、MCT 和 MCTP 指令的更多信息，请参阅 [Logix 5000 Motion Controllers Instructions Reference Manual](#) (出版号 [MOTION-RM002](#))。

使用 MCLM 或 MCCM 时的混合移动和终止类型

混合两个 MCLM 或 MCCM 指令时，首先启动第一个指令，并将第二个指令放入队列。在坐标系统的标签 (tag) 中，提供两个位用于指令排队。

- MovePendingStatus
- MovePendingQueueFullStatus

例如，下面的梯形图使用坐标系统 cs1 将 Move1 混合到 Move2 中。

另请参阅

[混合指令梯形图示例](#) 参考页数 38

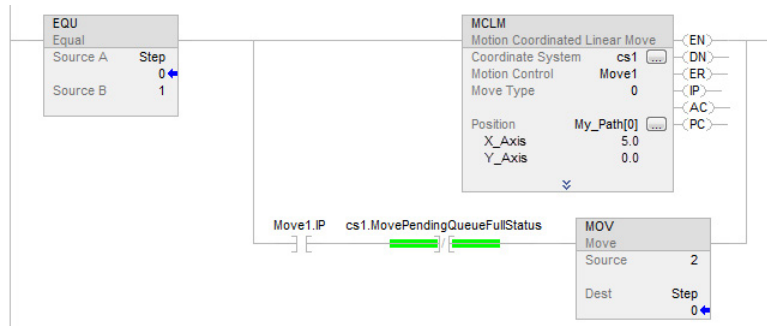
混合指令梯形图示例

如果步骤 = 1，则：

Move1 启动并将轴 (axis) 移动到 (5, 0) 位置。

在 Move1 执行期间，队列中有空间供另一个运动排入队列，则：

步骤 = 2。



如果步骤 = 2，则：

Move1 已在执行。

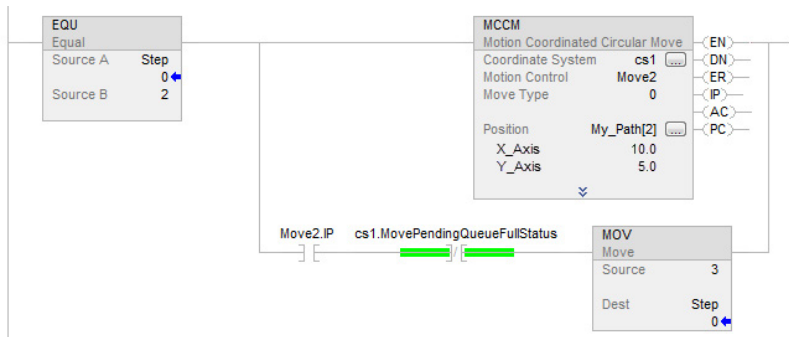
Move2 进入队列，等待 Move1 完成。

Move1 完成后：

Move2 将轴 (axis) 移动到 (10, 5) 位置。

在 Move2 执行期间，队列中有空间：

步骤 = 3。



当指令完成时，将其从队列中移除并腾出空间，以便另一个指令进入队列。两个位的值始终相同，因为队列中每次只能有一个等待处理的指令。如果应用程序需要依次执行多个指令，可使用下列参数来设置位。

条件	则
一条指令已激活，而另一条指令在队列中等待处理	<ul style="list-style-type: none"> • MovePendingStatus 位 = 1 • MovePendingQueueFullStatus 位 = 1 • 不可以将其他指令加入队列
活动指令完成并离开队列	<ul style="list-style-type: none"> • MovePendingStatus 位 = 0 • MovePendingQueueFullStatus 位 = 0 • 可以将其他指令加入队列

MCLM 或 MCCM 指令的终止类型操作数指定当前执行的移动的终止方式。这些示意图显示了在各转换点 (transition point, TP) 受影响的指令位和坐标系统位的状态。

终止类型为：

- ○ - 实际容限

- 1- 无停止
- 2- 命令容限
- 3- 无减速
- 4- 跟随受控等流速线
- 5- 跟随非受控等流速线
- 6- 程序设置的命令容限

另请参阅

[终止类型](#) 参考页数 38

对具有方向的坐标系统编程 (Program) 以下多轴 (axis) 协调运动指令用于对具有方向控件的机器人的笛卡尔移动进行编程 (Program)。

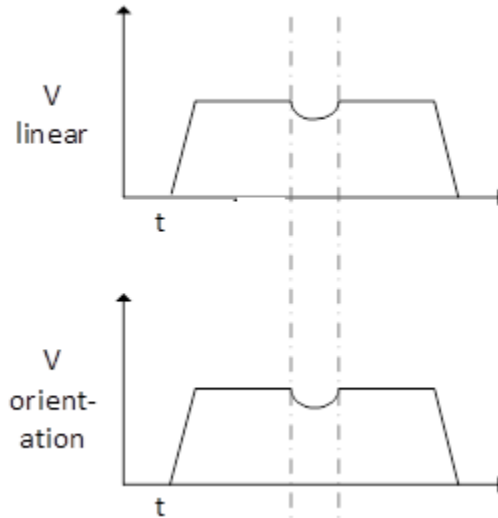
指令	说明
运动协调路径移动 (Motion Coordinated Path Move, MCPM)	MCPM 指令用于针对笛卡尔坐标系统的指定主轴 (axis) (X、Y、Z) 和方向轴 (axis) (Rx、Ry、Rz) 启动多维协调路径移动。
具有方向的运动协调变换 (Motion Coordinated Transform with Orientation, MCTO)	MCTO 指令用于实现笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统 (坐标为机器人的结点轴 (axis)) 之间的双向变换。固定角度表示法中的 XYZ 平移坐标和 RxRyRz 方向坐标定义了笛卡尔坐标。
具有方向的运动计算变换位置 (Motion Calculate Transform Position with Orientation, MCTPO)	MCTPO 指令用于计算一个坐标系统中的点在另一个坐标系统中等效点的位置。

有关 MCPM、MCTO 和 MCTPO 指令的更多信息，请参阅 [Logix 5000 Motion Controllers Instructions Reference Manual](#) (出版号 MOTION-RM002)。

使用 MCPM 的混合路径移动 MCPM 指令支持将两个或更多个运动混合在一起。

提示: 请务必查看 MCLM 和 MCCM 的命令容限终止类型混合的信息，了解混合的基本原理。

- MCPM 运动的线性 and 方向矢量分量同时混合。



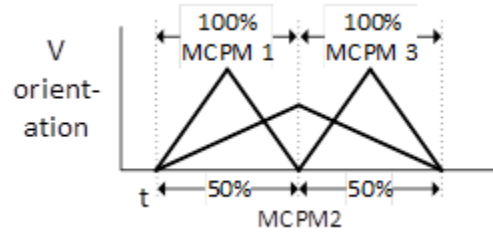
- MCPM 指令支持通过混合终止类型 6 进行混合。
MCPM 指令不支持使用其他混合终止类型（终止类型 2 和 3）。
- MCPM 的终止类型通过 PATH_DATA 成员变量 TerminationType 指定。
开始进行混合的笛卡尔坐标位置在 PATH_DATA 结构成员 CommandToleranceLinear 中指定。

path[0]	{...}
▶ path[0].InterpolationType	1
▶ path[0].Position	{...}
▶ path[0].RobotConfiguration	0
▶ path[0].TurnsCounters	{...}
▶ path[0].MoveType	0
▶ path[0].TerminationType	6
▶ path[0].CommandToleranceLinear	50.0

- 对于方向路径混合，不存在相当于 CommandToleranceLinear、用于指定起始方向的可编程参数。
规划的方向混合应与
 - 混合后的线性轨迹路径动力学参数（如果存在此类分量）一致，或
 - 当不存在线性分量时，使用 100%/50% 规则混合整个路径运动长度上的方向运动。

在第二种情况下，混合仅涉及一个方向分量，但规划器会保留一系列混合运动中第一次运动和最后一次运动的 100% 路径长度。对于第一次和最后一次运动以外的混合运动，会保留 50% 的路径长度进行混合。

如示例中所示，MCPM1 为 TT6 仅方向运动，有一个 MCPM2 TT6 仅方向运动已排入队列。MCPM1 运动为起始运动，但结束运动未知，因此会保留 50% 的路径长度进行混合。



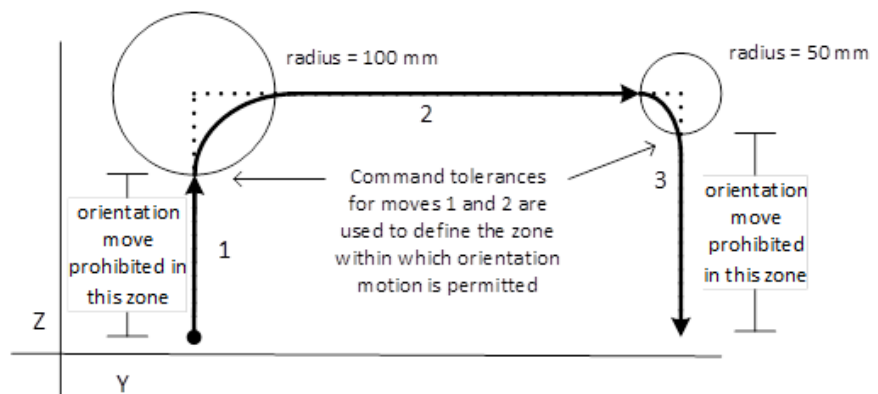
另请参阅

[使用具有方向的 MCPM 混合同步笛卡尔路径和方向运动](#) 参考页数

42

使用具有方向的 MCPM 混合同步笛卡尔路径和方向运动

下面是使用具有方向的 MCPM 混合同步笛卡尔路径 (Cartesian path, CP) 和方向运动的示例。

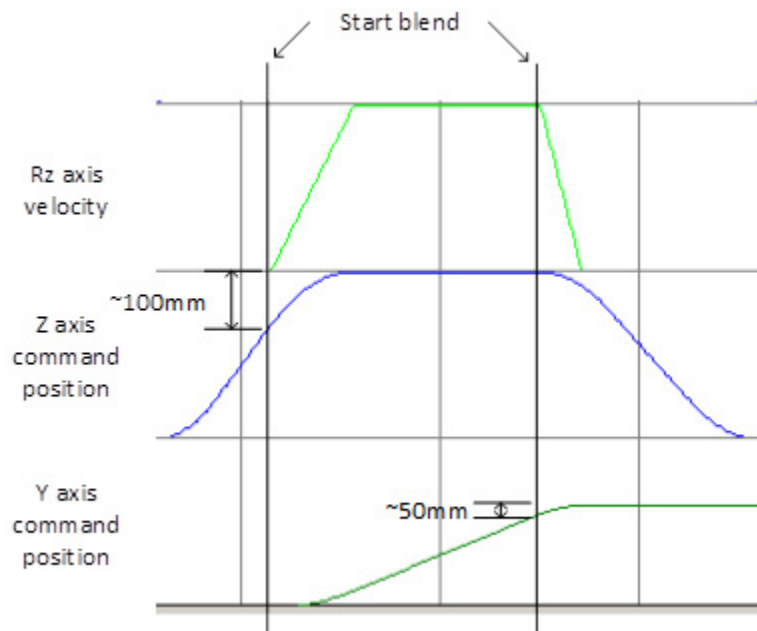


本示例所示的机器人系统使用三条 MCPM 指令在拾放应用程序中执行拾取轨迹。应用程序具有以下要求：

- 第一次移动：垂直 (Z) 移动到 300 毫米高度。
- 第二次移动：水平 (Y) 移动到目标位置 600 毫米处。
- 第三次移动：垂直向下移动 300 毫米到目标位置。
- 在移动轨迹结束时，(Rz) 的方向必须变化 $+50.0^\circ$ 。
- 第一次移动的前 200 毫米禁止方向变化，在最后的 250 毫米也禁止方向变化。

移动 1 PATH_DATA		移动 2 PATH_DATA		移动 3 PATH_DATA	
1).InterpolationType	1	,2).InterpolationType	1	,3).InterpolationType	1
1).Position	{...}	,2).Position	{...}	,3).Position	{...}
[0,1).Position[0]	0.0	,2).Position[0]	0.0	,3).Position[0]	0.0
[0,1).Position[1]	0.0	,2).Position[1]	600.0	,3).Position[1]	0.0
[0,1).Position[2]	300.0	,2).Position[2]	0.0	,3).Position[2]	-300.0
[0,1).Position[3]	0.0	,2).Position[3]	0.0	,3).Position[3]	0.0
[0,1).Position[4]	0.0	,2).Position[4]	0.0	,3).Position[4]	0.0
[0,1).Position[5]	0.0	,2).Position[5]	50.0	,3).Position[5]	0.0
[0,1).Position[6]	0.0	,2).Position[6]	0.0	,3).Position[6]	0.0
[0,1).Position[7]	0.0	,2).Position[7]	0.0	,3).Position[7]	0.0
[0,1).Position[8]	0.0	,2).Position[8]	0.0	,3).Position[8]	0.0
1).RobotConfiguration	0	,2).RobotConfiguration	0	,3).RobotConfiguration	0
1).TurnsCounters	{...}	,2).TurnsCounters	{...}	,3).TurnsCounters	{...}
1).MoveType	1	,2).MoveType	1	,3).MoveType	1
1).TerminationType	6	,2).TerminationType	6	,3).TerminationType	1
1).CommandToleranceLinear	100.0	,2).CommandToleranceLinear	50.0	,3).CommandToleranceLinear	0.0
垂直移动配置有终止类型 6 和所需命令容限。		水平移动也采用终止类型 6 和命令容限。		当达到命令容限时，最终的垂直移动将与之前的移动相混合。	

此趋势 (trend) 显示了 Rz 方向速度廓线以及 Z 轴 (axis) 和 Y 轴 (axis) 位置廓线随时间变化的趋势，并展示了如何结合使用线性命令容限参数与已排入队列的 MCPM 指令对照 CP 直线运动来同步方向运动。



有关运动指令的更多信息，请参阅 [LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#) (出版号 [MOTION-RM002](#))。

另请参阅

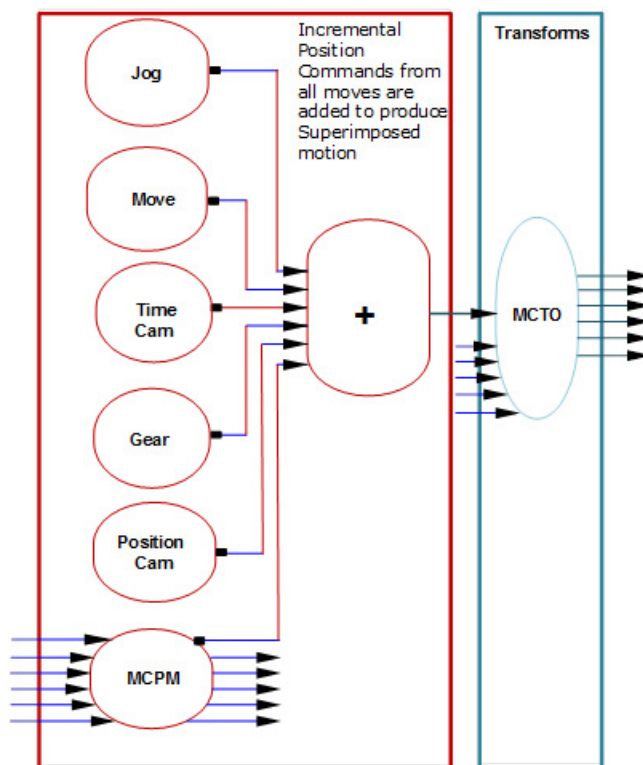
[使用 MCPM 的混合路径移动](#) 参考页数 40

使用 MCPM 进行叠加运动

叠加移动功能用于在单个轴 (axis) 上叠加多个移动/指令。此功能可将机器人的运动与应用的其他部分同步 (例如, 传送带跟踪和视觉系统)。

如下图所示, 来自各个运动指令的输入相加, 在坐标系统的单个轴 (axis) 上产生叠加运动。可以在坐标系统所有结点轴 (axis) 或单个结点轴 (axis) 的变换侧看到输出。

随着机器人朝终点进行增量移动, 相关轴 (axis) 上的叠加移动会得到与路径点上设定位置不同的轴 (axis) 位置, 从而产生达到用户所需位置 (从而跟踪对象) 的结点值。



传送带跟踪示例

Kinematics ToolFrame 示例项目显示了使用 4 轴 (axis) Delta 机器人的传送带跟踪示例。在此示例中, 传送带轴 (axis) 是控制从轴 (axis) 的主轴 (axis): X。

传送带轴 (axis) 通过 MAJ 指令进行移动。执行 MCPM 指令时, 路径点上的 X 位置与 MAG 输出的 X 轴 (axis) 位置相加, 即 MCTO 的输入。MCTO 可输出机器人的结点值, 并跟踪传送带上的物体。

应用程序代码还会使用绝对协调移动叠加拾取周期移动, 以从传送带上拾取物体。由于位置相加, 物体似乎位于静止的传送带上。叠加移动的最终结果是, 从移动的传送带拾取物体。

提示: 要使用 Kinematic 示例项目, 请在“帮助”菜单上单击“供应商示例项目”, 然后单击“运动”类别。Rockwell Automation 示例项目的默认位置为:
 c:\Users\Public\Public Documents\Studio 5000\Sample\ENU\<current_release>\Rockwell Automation

混合运动的位状态图

下文各图显示了各个类型的混合运动在转换点的位状态。

另请参见

[使用“实际公差”或“不进入稳态”终止类型时混合运动在转换点的位状态](#) 参考页数 47

[使用“不减速”终止类型时混合运动在转换点的位状态](#) 参考页数 46

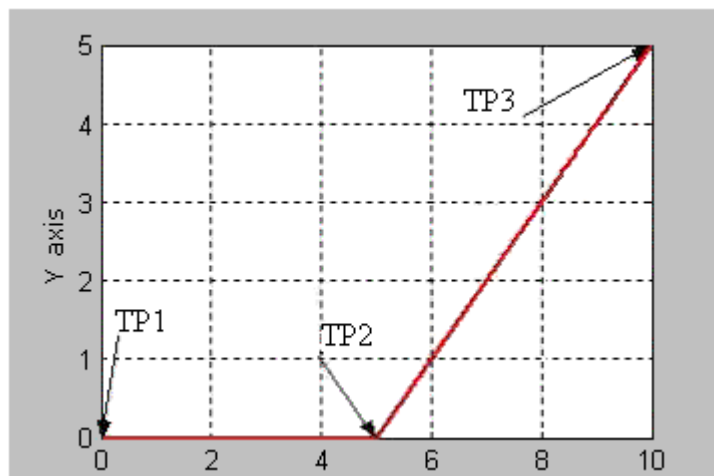
[使用“给定公差”终止类型时混合运动在转换点的位状态](#) 参考页数 47

[使用“跟随轮廓速度受限”或“跟随轮廓速度不受限”终止类型时混合运动在转换点的位状态](#) 参考页数 48

使用“实际容限”或“无停止”时混合移动在转换点的位状态

该主题列出了在使用“实际容限”或“无停止”时混合移动在转换点的位状态。

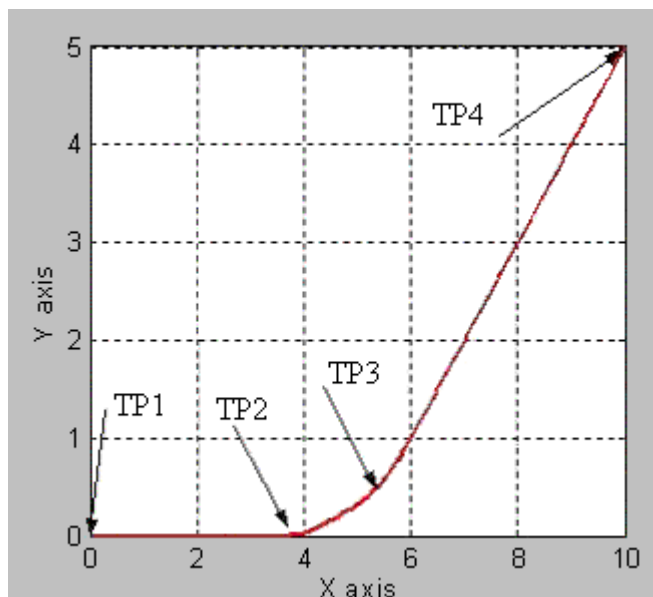
线性移动 → 线性移动



下表显示了上图中终止类型为“实际容限”或“无停止”时各转换点的位状态。

位	TP1	TP2	TP3
Move1.DN	T	T	T
Move1.IP	T	F	F
Move1.AC	T	F	F
Move1.PC	F	T	T
Move2.DN	T	T	T
Move2.IP	T	T	F
Move2.AC	F	T	F
Move2.PC	F	F	T
cs1.MoveTransitionStatus	F	F	F
cs1.MovePendingStatus	T	F	F
cs1.MovePendingQueueFullStatus	T	F	F

使用“无减速”时混合移动在转换点的位状态 下面列出了使用“无减速”时混合移动在转换点的位状态。
 线性移动 → 线性移动



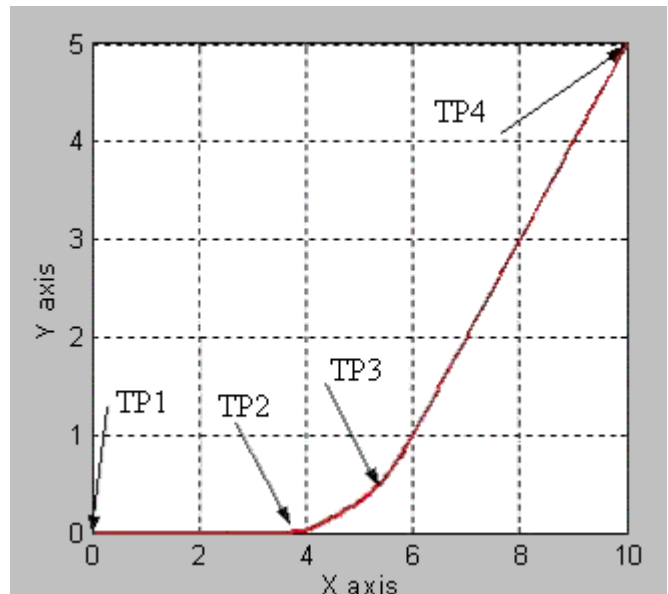
下表显示了上图中终止类型为“无减速”时各转换点的位状态。对于“无减速”终止类型，转换点 TP2 的待行距离等于 Move1 指令的减速距离。如果 Move 1 和 Move 2 共线，则 Move1.PC 在 TP3（第一个移动的设置终点）处为真。

位	TP1	TP2	TP3	TP4
Move1.DN	T	T	T	T
Move1.IP	T	F	F	F
Move1.AC	T	F	F	F
Move1.PC	F	T	T	T
Move2.DN	T	T	T	T
Move2.IP	T	T	T	F
Move2.AC	F	T	T	F

位	TP1	TP2	TP3	TP4
Move2.PC	F	F	F	T
cs1.MoveTransitionStatus	F	T	F	F
cs1.MovePendingStatus	T	F	F	F
cs1.MovePendingQueueFullStatus	T	F	F	F

使用“命令容限”时混合移动在转换点的位状态。下面列出了使用“命令容限”时混合移动在转换点的位状态。

线性移动 → 线性移动



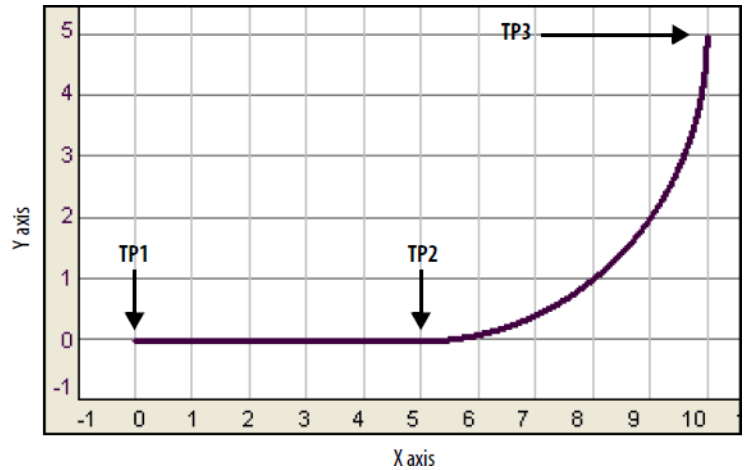
下表显示了上图中终止类型为“命令容限”时各转换点的位状态。对于“命令容限”终止类型，转换点 TP2 的待行距离等于坐标系统 cs1 的命令容限。

位	TP1	TP2	TP3	TP4
Move1.DN	T	T	T	T
Move1.IP	T	F	F	F
Move1.AC	T	F	F	F
Move1.PC	F	T	T	T
Move2.DN	T	T	T	T
Move2.IP	T	T	T	F
Move2.AC	F	T	T	F
Move2.PC	F	F	F	T
cs1.MoveTransitionStatus	F	T	F	F
cs1.MovePendingStatus	T	F	F	F
cs1.MovePendingQueueFullStatus	T	F	F	F

使用“跟随受控等流速线”或“跟随非受控等流速线”时混合移动在转换点的位状态

下面列出了使用“跟随受控等流速线”或“跟随非受控等流速线”时混合移动在转换点的位状态。

线性 → 圆形移动



下表显示了转换点处的位状态。

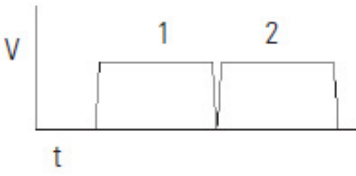
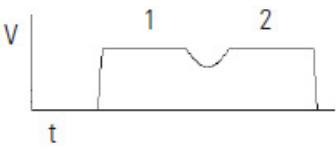
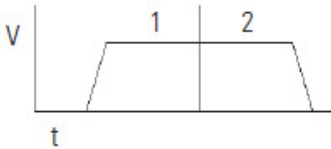

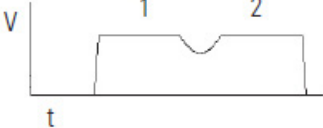
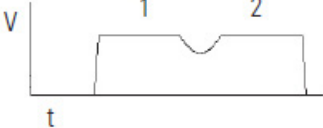
位	TP1	TP2	TP3
Move1.DN	T	T	T
Move1.IP	T	F	F
Move1.AC	T	F	F
Move1.PC	F	T	T
Move2.DN	T	T	T
Move2.IP	T	T	F
Move2.AC	F	T	F
Move2.PC	F	F	T
cs1.MoveTransitionStatus	F	F	F
cs1.MovePendingStatus	T	F	F
cs1.MovePendingQueueFullStatus	T	F	F

选择终止类型

终止类型确定指令何时完成。如果队列中存在排队的 MCLM 或 MCCM 指令，则该类型还确定指令如何将其路径混合到上述指令。

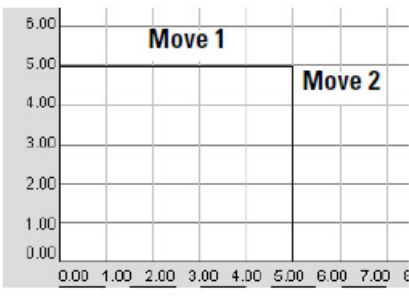
要选择终止类型：


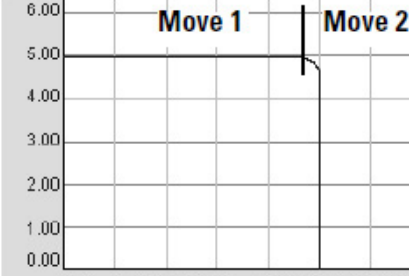
如果希望轴 (axis) (矢量速度)	并希望指令在以下条件下完成	则使用此终止类型
在两次移动之间停止。	出现以下情况： <ul style="list-style-type: none"> 命令位置等于目标位置。 目标位置和实际位置之间的矢量距离小于等于坐标系统的实际位置容限。 	0- 实际容限

	<p>命令位置等于目标位置。</p>	<p>1- 无停止</p>
<p>除了两次移动之间外，其余时间保持速度恒定。</p> 	<p>命令位置处于坐标系统的命令位置容限内。</p>	<p>2- 命令容限</p>
<p>不停止，直接切换 (transition) 到圆或离开圆。</p> 	<p>轴 (axis) 到达必须以一定减速度减速的点。</p>	<p>3- 无减速</p>
<p>在多次移动之间加速或减速。</p> 	<p>不停止，直接切换 (transition) 到圆或离开圆。</p>	<p>4- 跟随受控等流速线</p>
<p>使用指定的命令容限</p> 	<p>在多次移动之间加速或减速。</p>	<p>5- 跟随非受控等流速线</p>
<p>使用指定的命令容限</p> 	<p>命令位置处于坐标系统的命令位置容限内。</p>	<p>6- 程序设置的命令容限</p>


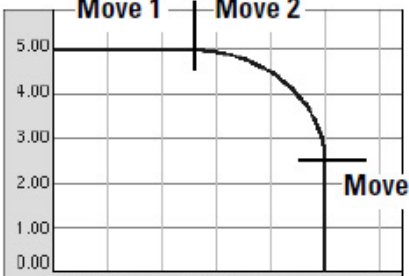
为确保该类型适合您：

- 查看这些表。

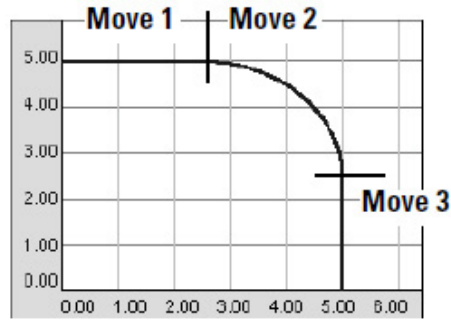
终止类型	路径示例	说明
<p>0- 实际容限</p>		<p>指令保持活动状态，直到发生以下两种情况：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 命令位置等于目标位置。 • 目标位置和实际位置之间的矢量距离小于等于坐标系统的实际位置容限。 <p>此时，指令完成，可以启动已排队的 MCLM 或 MCCM 指令。</p> <p>重要事项： 确保将实际容限设置为轴 (axis) 能够达到的值。否则指令将一直保持进行中状态。</p>

<p>1- 无停止</p>		<p>指令保持活动状态，直到命令位置等于目标位置。此时，指令完成，可以启动已排队的 MCLM 或 MCCM 指令。</p>
<p>2、6- 命令容限</p>		<p>指令保持活动状态，直到命令位置处于坐标系统的命令容限内。此时，指令完成，可以启动已排队的 MCLM 或 MCCM 指令。 如果不存在排队的 MCLM 或 MCCM 指令，则轴 (axis) 将停在目标位置。</p>

Logix Designer 应用程序比较	与	并使用	对于
使用“命令容限”终止类型的第一条指令的 100% 配置长度	为坐标系统配置的命令容限	两个长度中的较短者	第一条 指令所使用的命令容限长度
使用“命令容限”终止类型的最后一条移动指令的 100% 配置长度	为坐标系统配置的命令容限	两个长度中的较短者	倒数第二条 指令所使用的命令容限长度
所有其他移动指令的每个长度的 50%	为坐标系统配置的命令容限	两个长度中的较短者	每条 指令所使用的命令容限长度

终止类型	路径示例	说明
<p>3- 无减速</p>		<p>指令保持活动状态，直到轴 (axis) 到达减速点。此时，指令完成，可以启动已排队的 MCLM 或 MCCM 指令。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 减速点取决于使用梯形廓线还是 S 形廓线。 • 如果不存在排队的 MCLM 或 MCCM 指令，则轴 (axis) 将停在目标位置。
<p>4- 跟随受控等流速线</p>		<p>指令保持活动状态，直到轴 (axis) 到达目标位置。此时，指令完成，可以启动已排队的 MCLM 或 MCCM 指令。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 该终止类型对于切向转换效果最佳。例如，如果从直线切换到圆、从圆切换到直线或从圆切换到圆，可使用这种类型。 • 轴 (axis) 按路径运动。 • 移动的长度确定了轴 (axis) 的最大速度。如果移动距离足够长，则轴 (axis) 不会在两次移动之间减速。如果移动距离过短，则轴 (axis) 会在两次移动之间减速。

5- 跟随非受控等流速线



该终止类型与受控等流速线相似。但有如下差异：

- 使用该终止类型可获取多次移动期间的三角形速度廓线。这会降低速度变化率。
- 为避免最后一次移动结束时的位置超程，必须计算廓线半程减速阶段每个转换点的减速度。
- 还必须计算廓线半程减速阶段每次移动的起始速度。

重要注意事项

在混合期间，如果使用 MCS 指令，或通过 MCCD 指令将速度变为零来停止移动，然后通过对移动重新编程 (Program) 或使用另一个 MCCD 指令来继续执行移动，它将偏离在未停止再继续移动时所显示的路径。移动位于混合开始的减速点内时，也将出现这一现象。不管哪种情况，都可能会出现微小偏差。

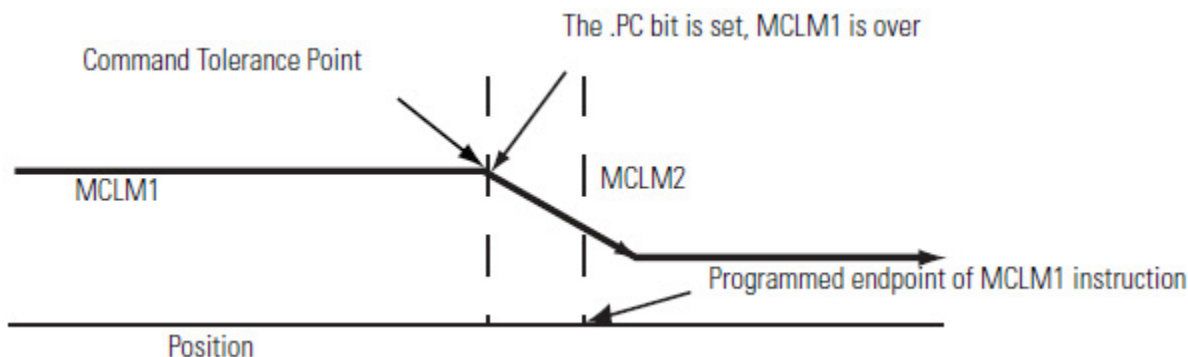
共线移动的速度廓线

共线移动是指在空间中相同直线上的移动。其方向可能相同，也可能相反。共线移动的速度廓线可能很复杂。本部分将通过示例和图解帮助您了解使用 MCLM 指令编程的共线移动的速度廓线。

采用终止类型 2 或 6 时共线移动的速度廓线

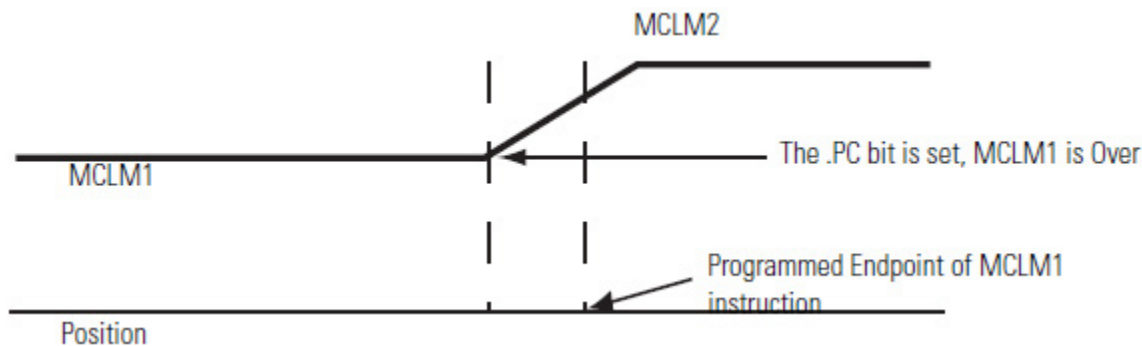
下图显示了使用命令容限 (2) 终止类型的两次共线移动的速度廓线。与第一条 MCLM 指令相比，第二条 MCLM 指令的速度较低。当第一条 MCLM 指令到达其命令容限点时，移动结束，.PC 位置位。

当第二次移动的速度低于第一次移动的速度，并使用终止类型 2 或 6 时，两次共线移动的速度廓线



下图显示了使用命令容限 (2) 终止类型的两次共线移动的速度廓线。与第一条 MCLM 指令相比，第二条 MCLM 指令的速度较高。当第一条 MCLM 指令到达其命令容限点时，移动结束，.PC 位置位。

当第二次移动的速度高于第一次移动的速度，并使用终止类型 2 或 6 时，两次共线移动的速度廓线



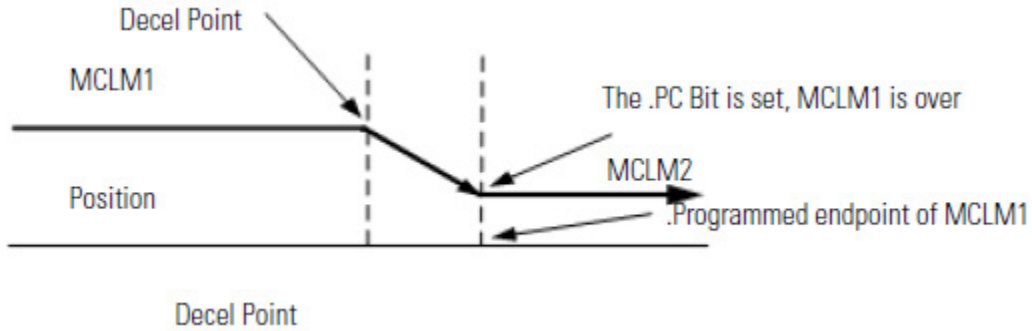
采用终止类型 3、4 或 5 时共线移动的速度廓线

此图所示为两次共线移动的速度廓线。与第一条 MCLM 指令相比，第二条 MCLM 指令的速度较低，并使用了以下终止类型之一：

- 无减速 (3)
- 跟随受控等流速线 (4)
- 跟随非受控等流速线 (5)

当第一条 MCLM 指令到达减速点时，该指令会减速到第二次移动的设置速度。第一次移动结束，.PC 位置位。

当第二次移动的速度低于第一次移动的速度，并使用终止类型 3、4 或 5 时，两次共线移动的速度廓线

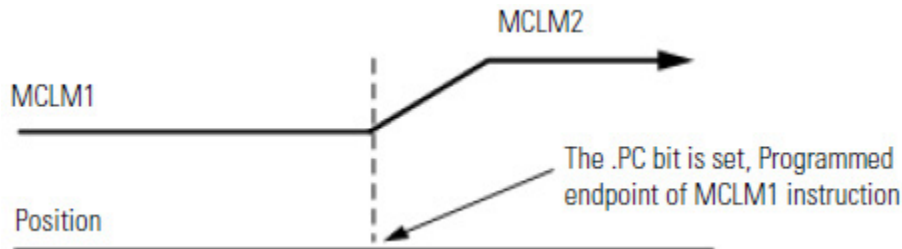


此图所示为两次共线移动的速度廓线。与第一条 MCLM 指令相比，第二条 MCLM 指令的速度较高，并使用了以下终止类型之一：

- 无减速 (3)
- 跟随受控等流速线 (4)
- 跟随非受控等流速线 (5)

当第一次移动到达其设定终点时，.PC 位置位。

当第二次移动的速度高于第一次移动的速度，并使用终止类型 3、4 或 5 时，两次共线移动的速度廓线



对称廓线

对于所有运动廓线，廓线路径均对称。

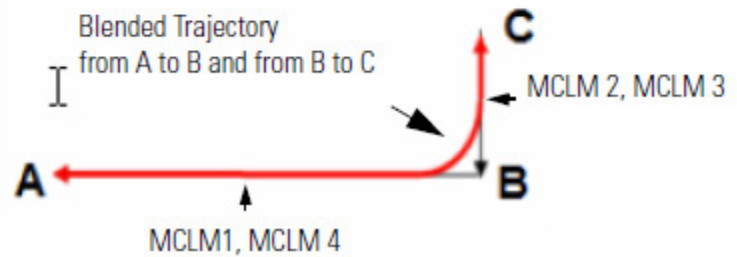
在正反方向上对称设定速度、加速度和减速度值时，将在正方向上生成从点 A 到点 C 的路径，此路径与在反方向上生成的从点 C 到点 A 的路径相同。

尽管这一概念在双指令序列中最易理解，但只要是对称设定的，它便适用于任何长度的指令序列。

有关更多详细信息，请参阅此对称廓线示例。

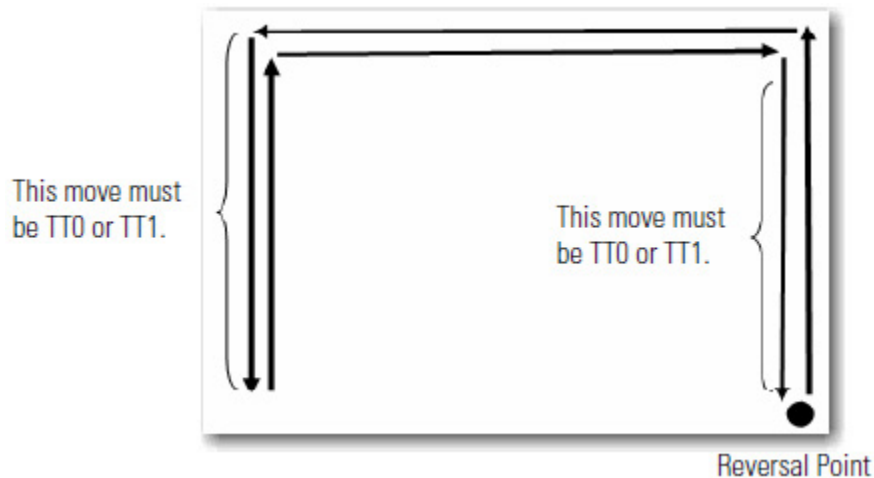
- MCLM 1 (point A to point B) is followed by MCLM 2 (point B to point C).
- MCLM 3 (point C to point B) is followed by MCLM 4 (point B to point A).
- The acceleration of MCLM 1 must be equal to the deceleration of MCLM 4.
- The deceleration of MCLM 1 must be equal to the acceleration a MCLM 4.
- The acceleration of MCLM 2 must be equal to the deceleration of MCLM 3.
- The deceleration of MCLM 2 must be equal to the acceleration of MCLM 3.

MCLM 1 (Pos = [2,0], Accel = 1, Decel = 2)
 MCLM 2 (Pos = [2,1], Accel = 3, Decel = 4)
 MCLM 3 (Pos = [2,0], Accel = 4, Decel = 3)
 MCLM 4 (Pos = [0,0], Accel = 2, Decel = 1)



重要事项 (IMPORTANT) 建议通过终止类型 0 或 1 (即 TT0 或 TT1) 终止任意移动序列。

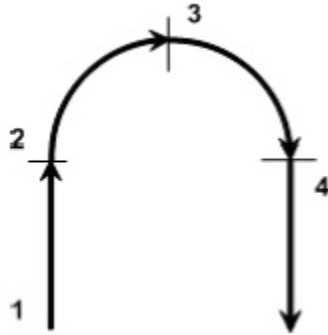
为确保轨迹对称，必须通过终止类型 0 或 1 终止任意移动序列。在自行移回原位的廓线的换向点上使用终止类型 0 或 1。



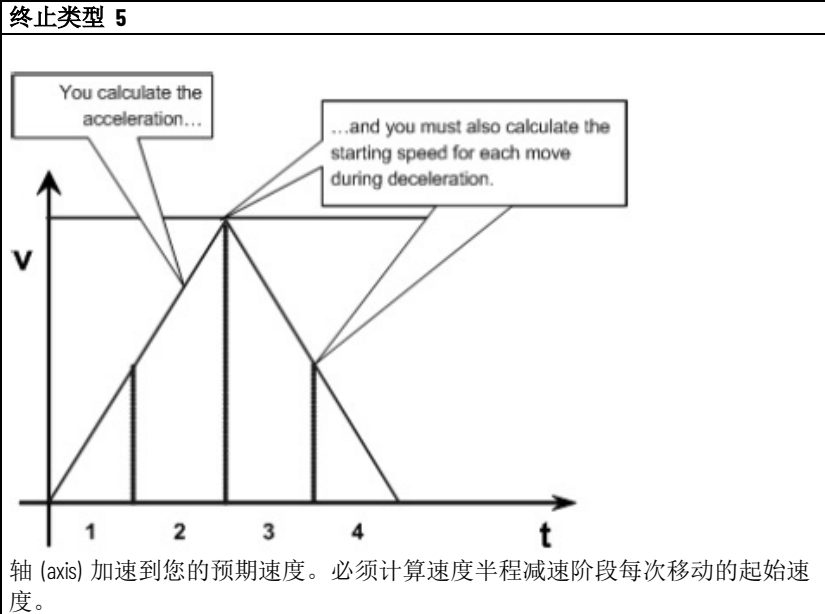
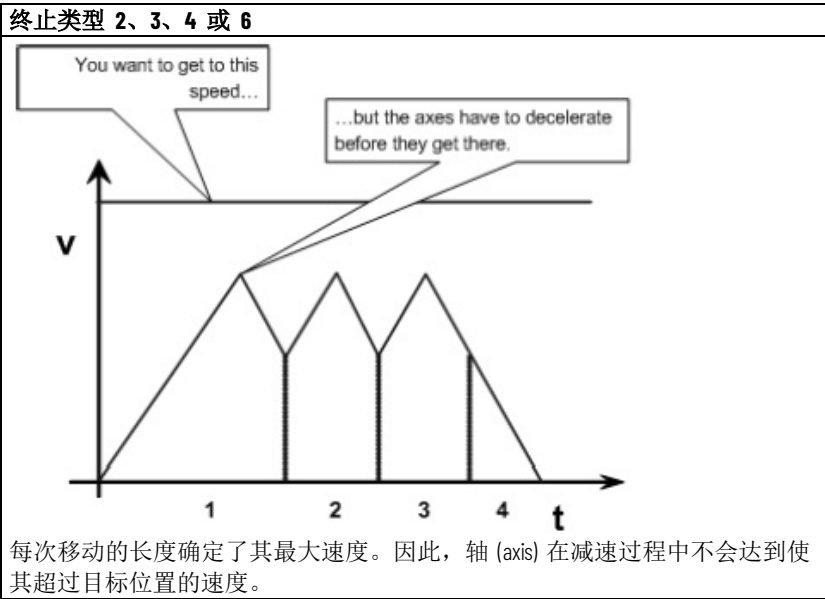
使用 TT2、TT3、TT4、TT5 或 TT6 作为廓线的最后一次移动 (或换向点) 最为保险。但是，从 A 到 B 生成的轨迹并不始终与从 B 到 A 的轨迹相同。明确终止移动序列有助于控制器 (Controller) 优化速度廓线、减少 CPU 负载并确保廓线对称。

如何获得三角形速度廓线

如果要设定 (program) 由四次移动组成的拾放操作, 则最小化速度变化率并使用三角形速度廓线。

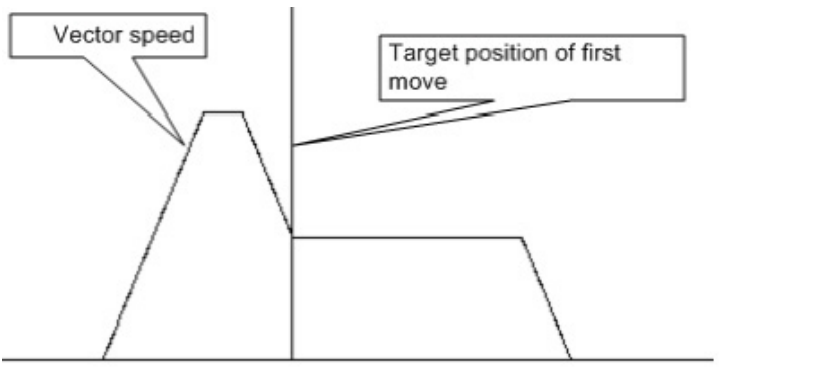
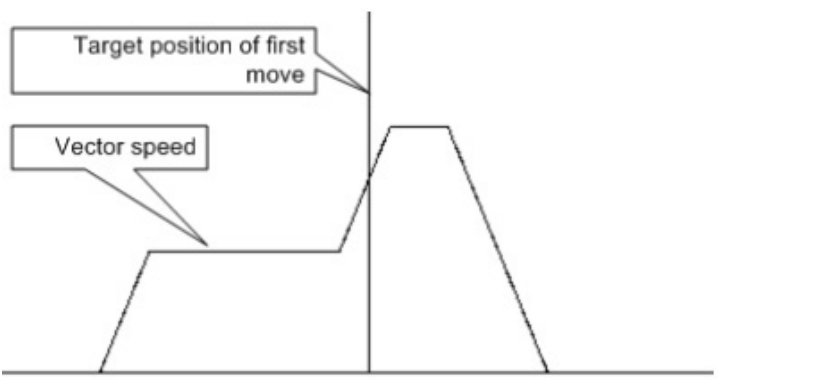
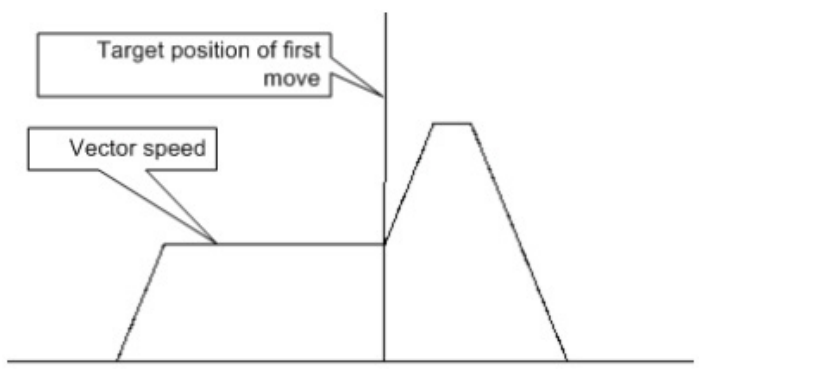


然后, 使用终止类型 5。通过其他终止类型可能无法达到您的预期速度。



混合不同速度的移动

可混合矢量速度不同的两个 MCLM 和 MCCM 指令。

如果下一次移动	且第一次移动的终止类型为	则
较慢	2- 命令容限 3- 无减速 4- 受控等流速线 5- 非受控等流速线 6- 程序设置的命令容限	
较快	2- 命令容限 3- 无减速 6- 程序设置的命令容限	
	4- 受控等流速线 5- 非受控等流速线	

不支持姿态的几何结构

在 Logix Designer 应用程序中配置不支持姿态的 3 轴机器人几何结构时，应参考下列指南。这类机器人几何结构包括：

- 关节式独立机器人
- 关节式非独立机器人
- Delta 三维机器人
- Delta 二维机器人
- SCARA Delta 机器人
- SCARA 独立机器人
- 笛卡尔坐标龙门式机器人
- 笛卡尔坐标 H-bot 机器人

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中的坐标定义 (Coordinate Definition) 参数确定了坐标系统中是否支持姿态。

另请参见

[配置笛卡尔坐标系统](#) 参考页数 35

配置联接独立的机器人 在配置联接独立的机器人时，请遵循以下指南：

- 联接独立的 J1J2J3 机器人
- 联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人



警告 (WARNING): 在打开“变换”和/或建立参考框架之前，请确保为目标坐标系统的结点执行以下操作。

- 设置并启用软行程限制。
- 启用硬行程限制。

未进行此操作可能会使机器人移动到工作盖面之外，导致机器损坏和/或人员严重受伤甚至死亡。

另请参阅

[配置联接独立的 J1J2J3 机器人](#) 参考页数 58

[配置联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人](#) 参考页数 66

配置联接独立的 J1J2J3 机器人

本节介绍了联接相关 J1J2J3 机器人的参考坐标系、工作盖面和配置参数。



警告: 在开启“变换”功能和/或建立参考坐标系之前,请确保为目标坐标系统的关节执行以下操作:

- 设置并启用软行程限位。
- 启用硬行程限位。

否则,可能会使机器人移动到工作空间之外,导致机器损坏或人员重伤甚至死亡。

为联接独立的 J1J2J3 机器人建立参考坐标系

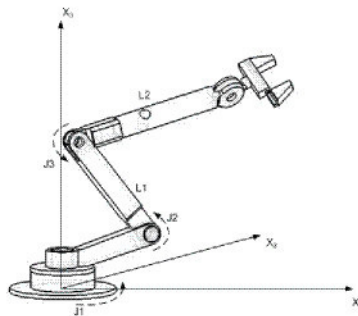
参考框架是用于定义原点和三个主轴 (axis) (X_1 、 X_2 和 X_3) 的笛卡尔坐标系统框架。这些轴 (axis) 用于测量实际的笛卡尔位置。



警告 (WARNING): 没有为机器人建立正确的参考框架可能致使机械臂移动到意外位置,导致机器损坏和/或人员伤亡。

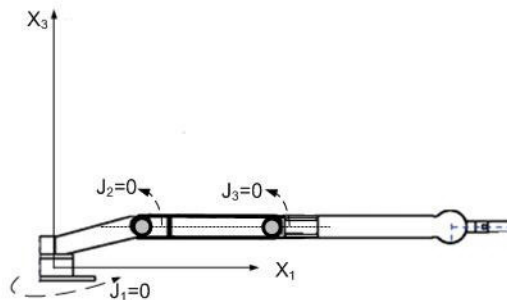
联接独立的 J1J2J3 机器人的参考坐标系位于机器人的基座,如下图所示。

图 1



在开始建立结点至笛卡尔的参考框架关系之前,应当了解一些在 Logix 控制器 (Controller) 中使用的 Kinematic 数理方程的信息。编写方程时,机器人的结点位置如下图所示。

图 2- 侧视图

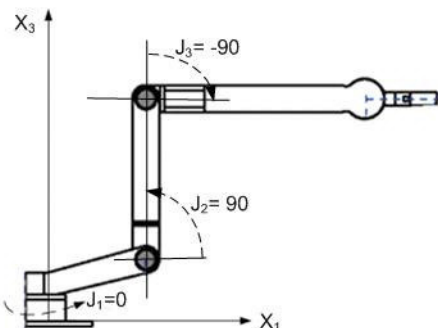


- 当 L1 和 L2 均处于 X1-X2 平面中时, 围绕 +X3 轴 (axis) 以 J1=0 的角度逆时针测量 +J1。
- 当 L1 与 X1-X2 平面平行时, 开始以 J2=0 的角度逆时针测量 +J2。
- 当 L2 与连杆 L1 对齐时, 以 J3=0 的角度逆时针测量 +J3。

当机器人实际位于此位置时, Logix Designer 应用程序中各轴 (axis) 的实际位置标签 (tag) 必须为:

- J1 = 0。
- J2 = 0。
- J3 = 0。

图 3 - 侧视图



当机器人实际位于上述位置时, Logix Designer 应用程序中各轴 (axis) 的实际位置标签 (tag) 必须为:

- J1 = 0。
- J2 = 90。
- J3 = -90。

如果机器人的实际位置和结点角度值与上图所示值不匹配, 可使用备选方法之一建立结点与笛卡尔参考框架的关系。

另请参阅

[用来为联接独立的 J1J2J4 机器人建立参考坐标系的方法](#) 参考页数 59

用来为联接独立的 J1J2J3 机器人建立参考坐标系的方法

使用以下方法建立机器人参考框架。

对于以下每种对象:	使用下列方法之一建立参考框架:
递增轴 (axis)	机器人每次循环上电时。
绝对轴 (axis)	仅用于建立绝对零位。

- 方法 1- 建立零角度方向，并允许结点轴 (axis) 上已配置的行程限制与自动导引位置可进行操作。如果您在行程限制（这些行程限制是在对运动重新定义位置 (Motion Redefine Position, MRP) 指令进行编程之前确定的）之间操作轴 (axis) 并希望这些行程限制保持可操作，则可以使用此方法。
- 方法 2- 使用 MRP 指令重新定义轴 (axis) 位置，使之与结点参考坐标系对齐。此方法可能需要将软行程限制调整到新参考框架。

另请参阅

[方法 1 - 建立参考坐标系](#) 参考页数 60

[用于绝对轴 \(axis\) 的方法 2](#) 参考页数 61

方法 1- 使用零角度姿态建立参考坐标系

机器人的每个轴在正负方向上都配有机械硬挡块。朝向相关机械硬挡块方向手动移动或按压机器人的每个轴，将其重新设定到机器人制造商提供的实际硬限位位置。J1 是机器人基座上的轴，绕 X3 旋转。

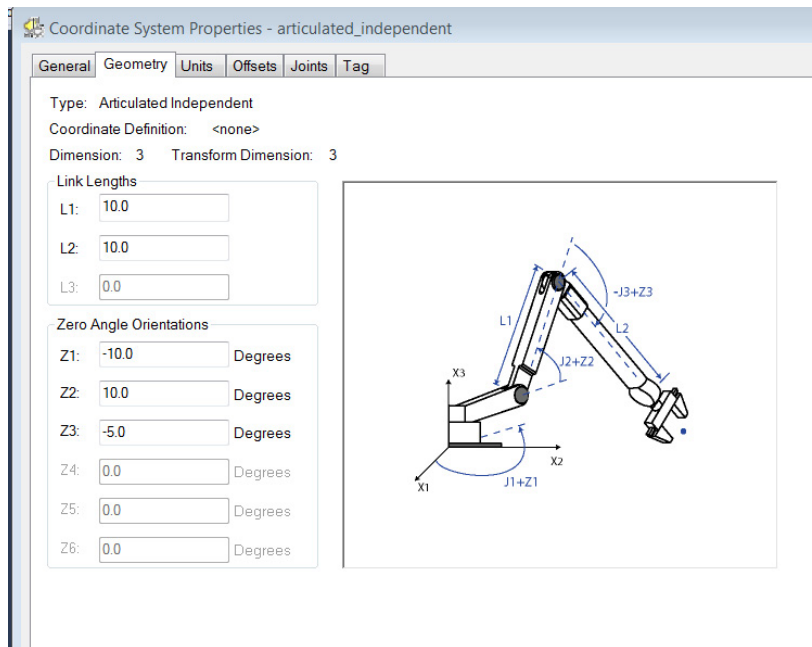
当随着机器人的运动，连杆 1 与 X3 轴平行、连杆 2 与 X1 轴平行时，Logix Designer 应用程序中各轴实际位置标签的值分别如下：

- J1 = 0°
- J2 = 90°
- J3 = 0°

如果实际位置标签未显示这些值，可在**坐标系统属性** (Coordinate System Properties) 对话框中针对不相符的关节配置**零角度姿态** (Zero Angle Orientation) 参数。

如果 Logix Designer 应用程序的读取值如下：	在“坐标系统属性”(Coordinate System Properties) 对话框中将“零角度姿态”(Zero Angle Orientations) 设置如下值：
J1 = 10	Z1 = -10
J2 = 80	Z2 = 10
J3 = 5	Z3 = -5

当配置完关节坐标系统参数（连杆长度、基点偏移和末端执行器偏移）并使能 MCT 指令后，Logix 控制器将自动建立关节与笛卡尔参考坐标系的关系。



另请参见

[用于建立参考坐标系的方法](#) 参考页数 59

方法 2- 使用 MRP 指令建立参考框架

将机器人定位为：

- L1 与 X3 axis 平行。
- L2 与 X1 axis 平行。

对运动重新定义位置 (Motion Redefine Position, MRP) 指令进行编程 (program) 以用于所有带有以下值的三种轴 (axis)：

- $J1 = 0$
- $J2 = 90^\circ$
- $J3 = -90^\circ$

在配置结点坐标系统参数（即连杆长度、基本偏移和末端执行器偏移）并启用 MCT 指令之后，Logix 控制器 (controller) 自动建立结点至笛卡尔参考框架关系。

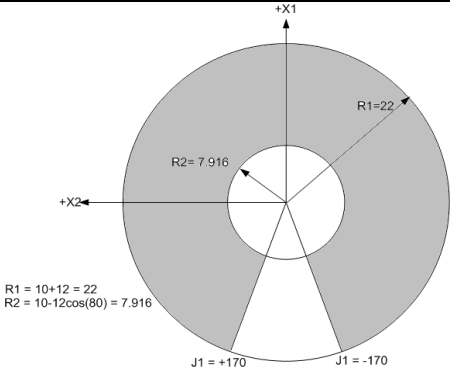
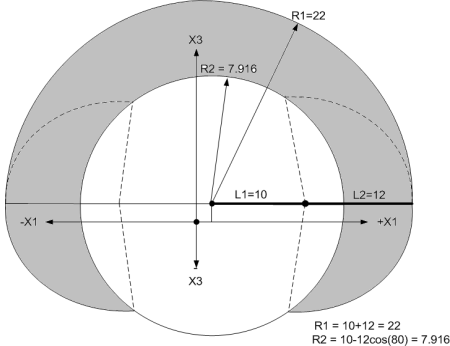
另请参阅

[方法 1 - 使用零角度方向建立参考框架](#) 参考页数 59

联接独立的 J1J2J3 机器人的工作盖面

工作盖面是用来定义机械臂可到达的边界的三维空间区域。理想状态下，联接机器人的工作盖面是一个完整的球体，其内部半径等于 $L1-L2$ ，外部

半径等于 L_1+L_2 。由于单个结点上的运动范围限制，工作盖面可能不是一个完整的球体。

<p>如果联接机器人的运动范围值为下列值：</p>	<p>通常，工作盖面将为：</p>
<p>J1 = ± 170 J2 = 0 至 180 J3 = ± 60 L1 = 10 L2 = 12</p>	
	<p>上视图 - 描述在 J1 和 J3 上扫出的工具中心点的盖面，但 J2 仍处在 0° 度的固定位置。</p>
	
	<p>侧视图 - 描述在 J2 和 J3 上扫出的工具中心点的盖面，但 J1 仍处在 0° 度的固定位置。</p>

另请参阅

[联接独立的机器人的配置参数](#) 参考页数 62

[配置联接独立的机器人](#) 参考页数 57

联接独立的 J1J2J3 机器人的配置参数

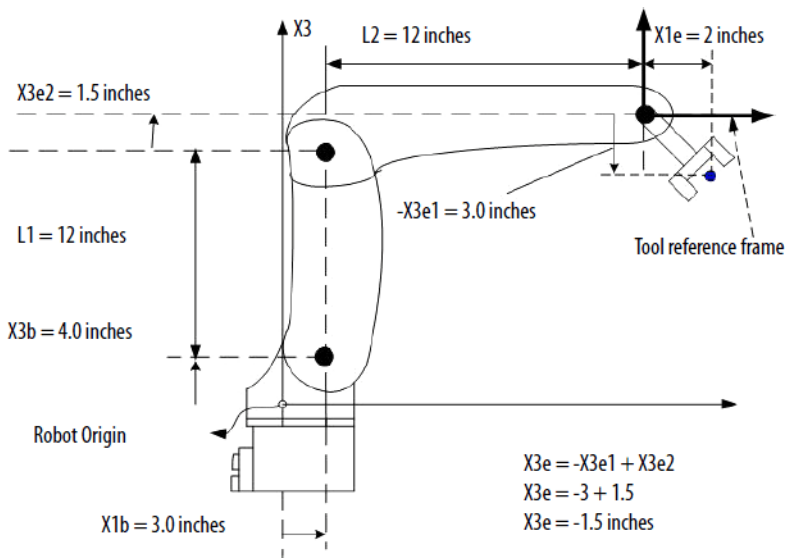
可配置 Logix Designer 应用程序，以便控制不同工作范围和有效载荷能力的机器人。机器人的配置参数值包括：

- 连杆长度
- 基点偏移
- 末端执行器偏移

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

重要事项 确认以相同计量单位在“坐标系统属性”对话框中输入“连杆长度”、“基本偏移量”和“末端执行器偏移量”值。
(IMPORTANT)

此示例说明了联接独立的 J1J2J3 机器人的典型配置参数。



如果机器人为二维机器人，则 $X3b$ 和 $X3e$ 为 $X2b$ 和 $X2e$ 。

另请参阅

[联接独立的机器人的连杆长度](#) 参考页数 63

[联接独立的机器人的基本偏移量](#) 参考页数 64

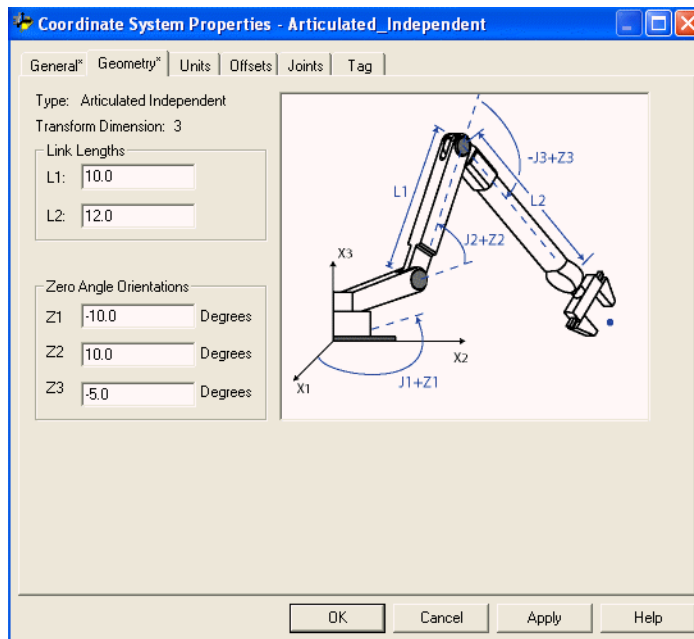
[联接独立的机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 65

联接独立的 J1J2J3 机器人的连杆长度

连杆是连接到关节的刚性机械体。

对于以下类型的关节式独立机器人	以下各项的长度	等于以下两者之间的距离
二维	L1	J1 和 J2
	L2	J2 和末端执行器
三维	L1	J2 和 J3
	L2	J3 和末端执行器

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡中，输入连杆长度。



另请参阅

[联接独立的机器人的基本偏移量](#) 参考页数 64

[联接独立的机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 65

[关节式独立机器人的配置参数](#) 参考页数 62

联接独立的 J1J2J3 机器人的基本偏移量

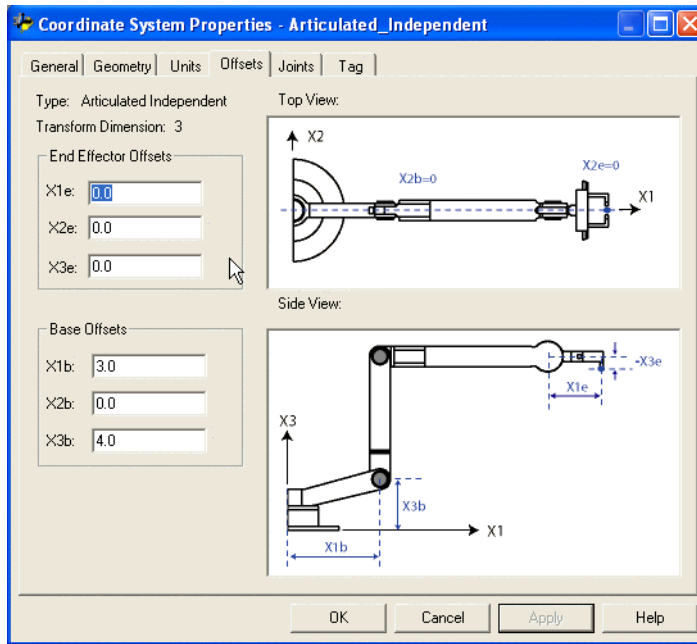
基本偏移量是一组可以重新定义机器人的原点的坐标值。机械制造商通常提供了正确的基本偏移值。在“坐标系属性”对话框的“X1b”和“X3b”框中输入基本偏移量值。

此示例介绍了联接独立的 J1J2J3 机器人的“偏移量”选项卡。

键入“基本偏移量”值。

对于示例中显示的机器人，“基本偏移量”值为：

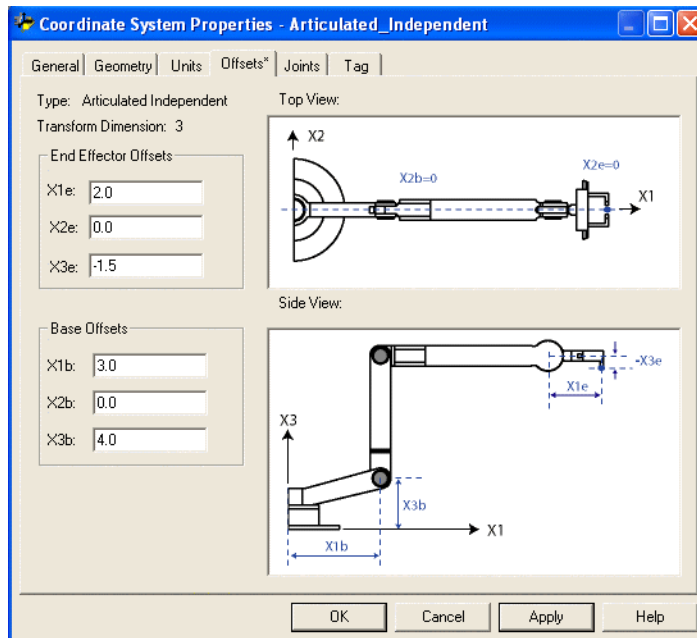
- $X1b = 3.0$
- $X3b = 4.0$



联接独立的 J1J2J3 机器人的末端执行器偏移量

机器人可以在连杆 L2 末端连接末端执行器。如果连接了末端执行器，可在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offsets) 选项卡中，配置末端执行器偏移 (End-Effector Offset) 值。末端执行器偏移相对于工具尖端的工具参考坐标系来定义。

有些机器人还定义了 J3 关节的偏移。在计算 $X3e$ 末端执行器偏移值时会采用该值。如果以 $X3e1+X3e2 (-3+1.5 = -1.5)$ 之和输入 $X3e$ 偏移值，则配置的 $X3e$ 值为 -1.5 。



另请参阅

[关节式独立机器人的配置参数](#) 参考页数 62

[联接独立的机器人的连杆长度](#) 参考页数 63

[联接独立的机器人的基本偏移量](#) 参考页数 64

错误条件

检测到运动学错误条件：

- 在通过执行 MCT 指令激活变换时。
- 在某些运动条件下。

在建立变换后，源坐标系统或目标坐标系统的某些运动条件可能会出错。这些类型的错误会报告在 MCT 指令错误代码中。在 MCT 错误代码中也会报告奇异点和其他运动错误条件。

- 通过 MCTP 指令计算无效位置。

有关错误代码的说明列表，请参见《Logix5000 控制器运动指令参考手册》，出版号 [MOTION-RMoo2](#)。

配置联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人具有六个后旋结点，这些结点允许将六个自由度用于端点位置或臂端移动。



警告：在开启“变换”功能和/或建立参考坐标系之前，请确保为目标坐标系统的关节执行以下操作：

- 设置并启用软行程限位。
- 启用硬行程限位。

否则，可能会使机器人移动到工作空间之外，导致机器损坏或人员重伤甚至死亡。

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人几何结构

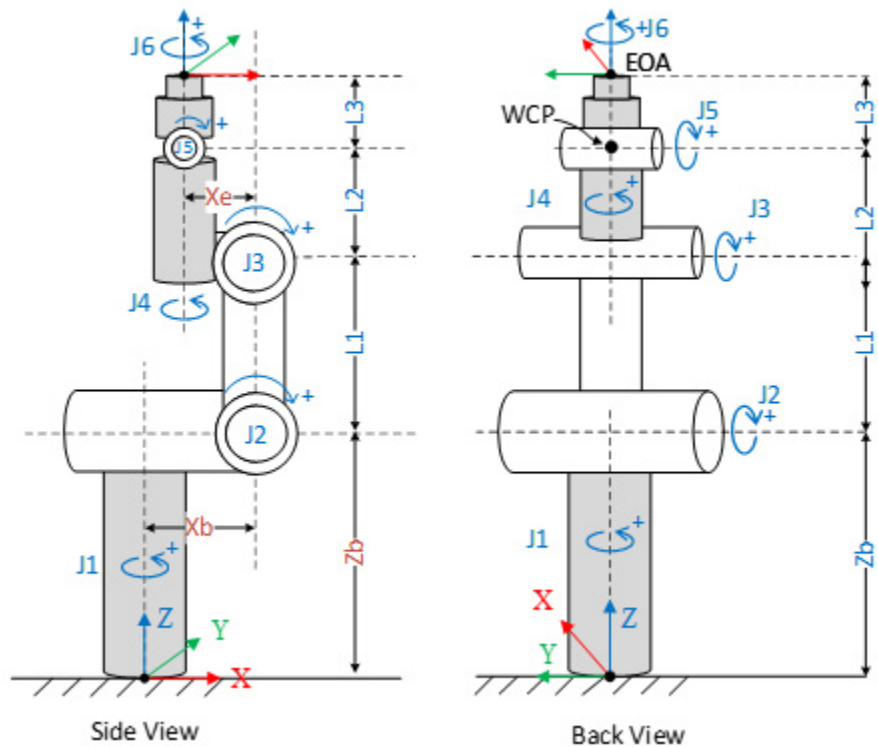
联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人几何结构具有六个后旋结点，这些结点允许将六个自由度用于端点位置或臂端移动。

使用连杆 1 (L1)、连杆 2 (L2) 和连杆 3 (L3) 连杆长度以及 X 轴 (axis) 基本偏移量 (Xb)、Z 轴 (axis) 基本偏移量 (Zb) 和 X 轴 (axis) 末端执行器偏移量 (Xe) 来配置机器人几何结构。所有偏移方向和符号与机器人基础坐标系方向一致。



提示：有关配置除默认设置以外的结点方向感测的信息，请参见“机器人结点方向感测”。

下图显示了联接独立的 J1J2J3J4J5J6 几何结构。



配置联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人时，请遵循以下指南：

- 在 Logix Designer 应用程序中，将六个自由度配置为联接独立 J1J2J3J4J5J6 机器人坐标系统中的六个结点轴 (axis) (J1, J2, J3, J4, J5, J6)。这六个结点轴 (axis) 具有以下特点之一：
 - 直接在结点空间编程 (Program)，并使用运动轴 (motion axis) 移动 (Motion Axis Move, MAM) 指令进行控制。
 - 通过使用在笛卡尔坐标系统中编程 (Program) 的 Logix Designer 应用程序 Kinematics 指令自动控制。
- 在此几何结构中：
 - 结点 J1 可围绕基础坐标系的 Z 轴 (axis) 进行旋转运动。
 - 结点 J2 产生向前或向后移动机器人下臂 (连杆 L1) 的运动。结点 J2 称为机器人的肩部。
 - 结点 J3 产生使机器人上臂 (连杆 L2) 升高或降低的运动。结点 J3 称为机器人肘部。
 - 结点 J4 产生使机器人上臂翻转 (连杆 L2) 的运动。
 - 结点 J5 产生使连杆 L3 升高或降低的运动。结点 J5 称为机器人的腕部。
 - 结点 J6 在臂端 (End of Arm, EOA) 产生旋转运动。
 - 最后三个结点 J4、J5 和 J6 的旋转轴 (axis) 在一个参考点相交。此参考点称为“腕部中心点”(Wrist Center Point, WCP)。
 - 臂端 (End Of Arm, EOA) 位置由笛卡尔坐标系统表示。

另请参阅

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置类型](#) 参考页数 70

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 76

联接独立 J1J2J3J4J5J6 机器人的参考坐标系

联接独立几何结构的基础坐标系（也称为机器人参考 XYZ 坐标系）位于机器人基座。机器人几何结构目标点是指此基础坐标系。从笛卡尔基础坐标系转换为臂端（end of arm, EOA）机器人坐标系统 或相反操作均可实现该几何结构的变换。为正常进行变换，应当对照机器人笛卡尔基础坐标系为结点空间中的轴（axis）建立原点。



警告： 没有为机器人建立正确的参考坐标系可能致使机械臂移动到意外位置，导致机器损坏或人员伤亡。

基础坐标系

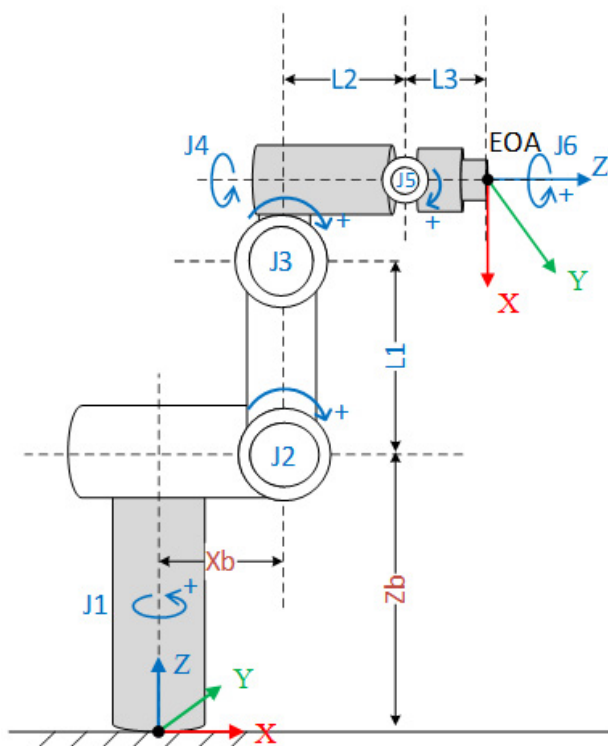
联接独立几何结构的 XYZ 参考坐标系（即基础坐标系）位于与结点 J1 连接的基板中心处。在 Logix Designer 应用程序中配置联接独立坐标系统时：

- 结点 J3 自动导引到 90 度位置。
- 所有其他结点均自动导引到 0 度位置。
- 在机器人基础坐标系的 XZ 平面中，机械臂沿 x 轴（axis）正向对齐。

臂端坐标系

臂端（End of Arm, EOA）坐标系设置在机器人末端执行器的末端。EOA 坐标系的对齐独立于基础坐标系。方向轴（axis）J4、J5 和 J6 控制 EOA 坐标系。在其自然方向下，EOA 与基础坐标系对齐。EOA 和基本 XYZ 坐标系的 XYZ 方向相同。在自动导引的校准位置，末端执行器的 Z 轴（axis）正向与基础坐标系的 X 轴（axis）正向对齐。

机器人的此侧视图显示基础坐标系和 EOA 坐标系的自动导引和臂对齐情况。



另请参阅

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的工作盖面](#) 参考页数 83

[联接相关 J1J2J3J4J5J6 机器人的最大结点限制](#) 参考页数 84

试运行联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人

执行以下步骤来试运行联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人。

试运行联接相关的 J1J2J3J4J5J6 机器人

1. 从机器人制造商处获得在校准位置上 J1、J2、J3、J4、J5 和 J6 关节的角度值。使用这些值确定零位置或参考位置。有关参考位置的说明，请参见[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的参考坐标系](#) 参考页数 68。
2. 请参阅制造商的数据表，确定相关规格的电机是否包含内部或外部变速箱，将电机与连杆或关节上的执行机构相连，从而移动机器人。
3. 打开“轴 (axis) 属性”，选择“缩放”选项卡。
 - a. 在“控制器 (controller) 管理器”中，展开“运动组”文件夹，然后右键单击轴 (axis) 并选择“属性”。
 - b. 在“轴 (axis) 属性”的“类别”中，选择“缩放”。
4. 在“传动比输入/输出 (I/O)”中，设置每个轴 (axis) 的传动比。

5. 在“缩放”中，输入要应用于所有轴 (axis) 的缩放比例，使一转等于 360°。
6. 当结点轴 (axis) 处于开放环路状态时，通过编程 (Program) 控制推动或者手动移动机器人，以将所有结点移动至零位置。
7. 执行以下步骤之一来设置轴 (axis) 的零位置：
 - 使用在步骤 1 中获得的校准值，通过运动位置重设 (MRP) 指令设置关节轴的位置。
 - 使用在步骤 1 中获得的校准值，设置关节轴零点位置的配置值，并对每个关节轴执行运动轴归零 (MAH) 指令。
8. 将每个关节移至绝对位置 0.0。确认每个关节位置的读数均为 0°。如果关节位置值读数不为 0°，则将零角度偏移量的值配置为与处于水平位置的关节的值相等。有关设置偏移量的指令，请参见 [插入指向零角度偏移量主题的连接]。



提示：机器人轴 (axis) 为绝对轴 (axis)，因此可能仅建立一次零位置。如果更改控制器 (controller) 或丢失零位置，请重新确定零位置。

另请参阅

[链接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置类型](#) 参考页数 70

[链接相关 J1J2J3J4J5J6 机器人的最大结点限制](#) 参考页数 84

链接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置类型

链接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人支持三种配置类型：

- 臂部或肩部
- 肘部
- 腕部

每个配置都有两个可能的值和一个奇点位置条件。

重要事项 在笛卡尔坐标系统中进行运动时，避免通过奇点。通过奇点的运动可能导致失去运动学控制。

另请参阅

[链接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的臂部配置](#) 参考页数 71

[链接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的肘部配置](#) 参考页数 71

[链接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的腕部配置](#) 参考页数 72

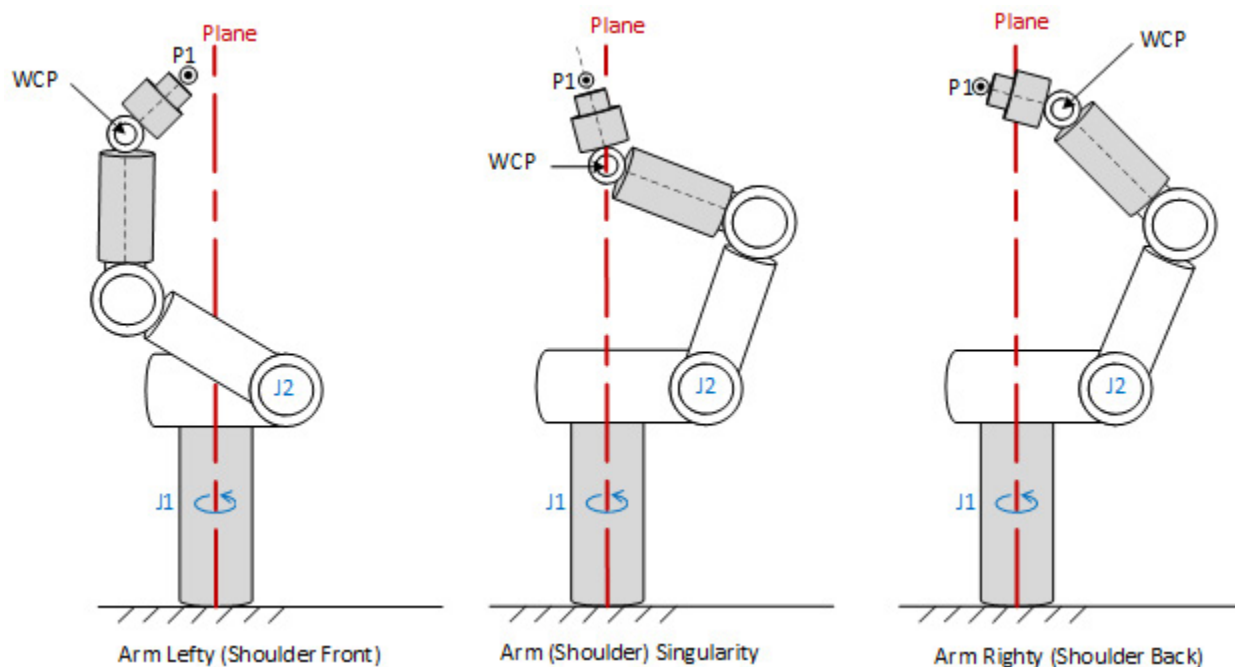
[配置示例](#) 参考页数 73

[奇点误差条件](#) 参考页数 76

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的 臂部配置

臂部或肩部配置由机器人腕部中心点 (Wrist Center Point, WCP) 位置 (参照通过 J1 关节轴 (axis) 且与 J2 关节轴 (axis) 平行的平面) 确定。

下图显示了臂部配置。此图中的平面与视线垂直, 以虚线形式表示。臂端 (End of Arm, EOA) 位于同一笛卡尔坐标位置 P1, 可通过左、右和奇点臂部配置到达臂端。



- 平面前的 WCP 是左 (前) 臂部配置。
- 平面后的 WCP 是右 (后) 臂部配置。
- 平面中的 WCP 是臂部奇点条件。
- 如果 Logix Designer 应用程序在臂部处于奇点条件时计算关节的正向变换, 则该变换会将默认臂部配置设置为“左”。

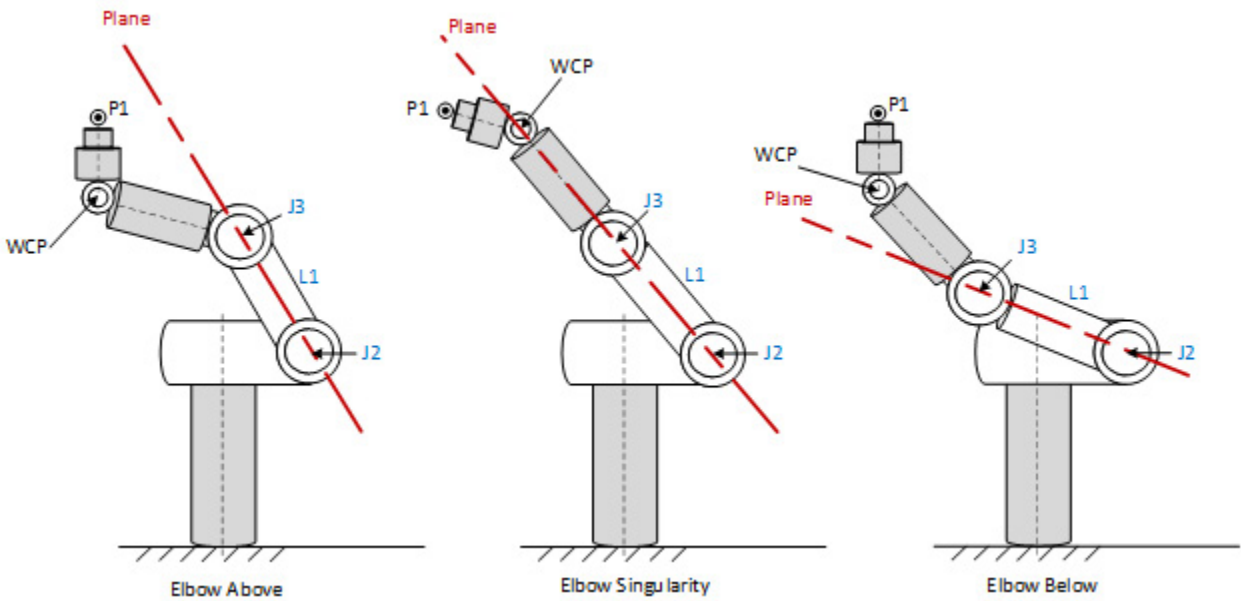
另请参阅

[配置示例](#) 参考页数 73

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的 肘部配置

肘部配置由机器人腕部中心点 (Wrist Center Point, WCP) 位置 (参照通过关节 J2 和 J3 之间的连杆 L1 中心线的平面) 确定。

下图显示了肘部配置。此图中的平面与视线垂直, 以虚线形式表示。臂端 (End of Arm, EOA) 位于同一笛卡尔坐标位置 P1, 可通过上方、下方和奇点肘部配置到达臂端。



- 平面前的 WCP 是肘部上方配置。
- 平面后的 WCP 是肘部下方配置。
- 平面中的 WCP 是肘部奇点条件。
- 如果 Logix Designer 应用程序在肘部处于奇点条件时计算关节的正向变换，则该变换会将默认肘部配置设置为“上方”。

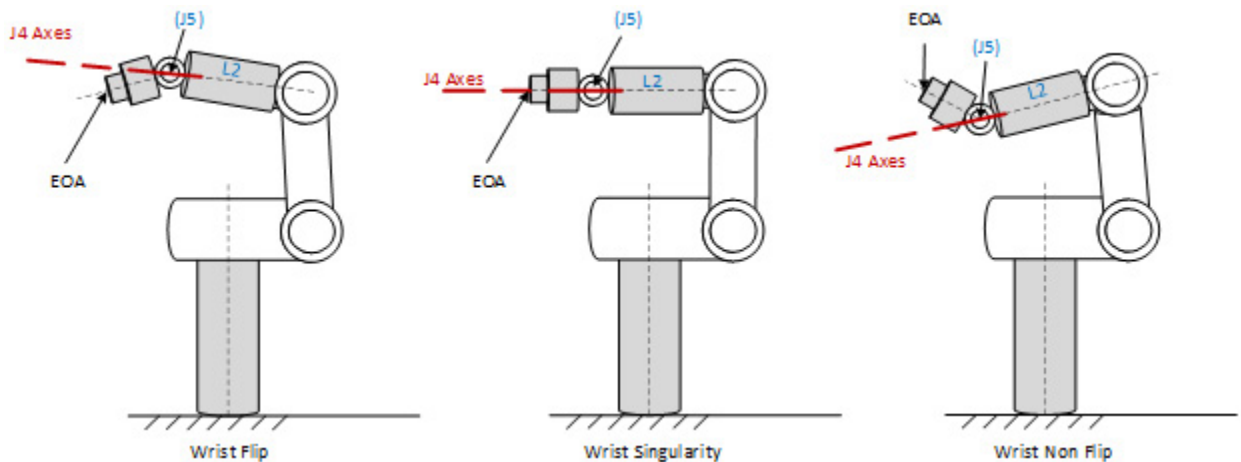
另请参阅

[配置示例](#) 参考页数 73

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的腕部配置

腕部配置由机器人臂端 (End of Arm, EOA) 位置 (参照通过连杆 L2 (J4 轴 (axis)) 的中心线) 确定。关节 J5 假定为腕关节, 因此关节 J5 的正或负符号确定了腕部配置。

下图显示了腕部配置。EOA 位于同一笛卡尔坐标位置, 可通过翻转、非翻转和奇点腕部配置到达臂端。



- 连杆 L2 中线上方的 EOA 被视为翻转配置。在这种情况下，J5 为负。
- 连杆 L2 中线下方的 EOA 被视为非翻转配置。在这种情况下，J5 为正。
- 当关节 J4 和 J6 的轴 (axis) 重合时，会出现腕部奇点。在此位置，关节 J5 为 0°。
- 如果在腕部处于奇点条件时计算关节的正向变换，则该变换会将默认腕部配置设置为“非翻转”。

另请参阅

[配置示例](#) 参考页数 73

MCTPO 指令中的机器人配置

在具有方向的运动计算变换位置 (Motion Calculate Transform Position with Orientation, MCTPO) 指令中，机器人配置可以是输入参数，也可以是输出参数，具体取决于变换方向。



提示：MCTPO 指令会忽略机器人配置的位 0。位 4-31 始终为 0。

- 如果 MCTPO 变换方向设置为“正向”，则该指令会计算机器人配置并更新标签 (tag) 数据。
- 如果 MCTPO 变换方向设置为“反向”，则该指令要求用户将机器人配置作为输入标签 (tag) 提供。

机器人配置存储在 DINT 数据类型 (Data Type) 的标签 (tag) 中。下表列出了标签 (tag) 的定义。

位位置	说明
31-4	0
3	翻转 (1)/非翻转 (0)
2	上方 (1)/下方 (0)
1	左 (1)/右 (0)
0	变化 (1)/相同 (0)

配置示例

以下示例说明了如何在正向变换计算和反向变换计算中使用机器人配置参数。

下表显示了一个特定笛卡尔坐标位置的八个结点解决方案。

笛卡尔坐标位置：

X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
49.14021	13.19838	430.4179	11.42836	-4.36741	152.4557

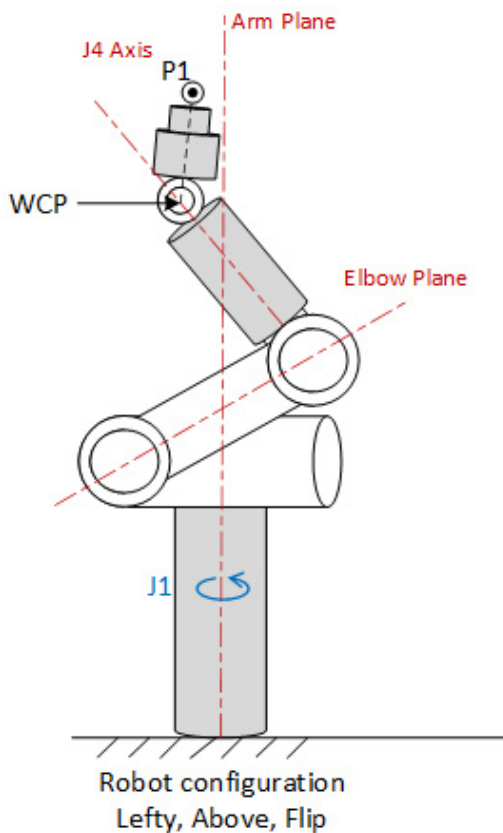
结点和机器人配置：

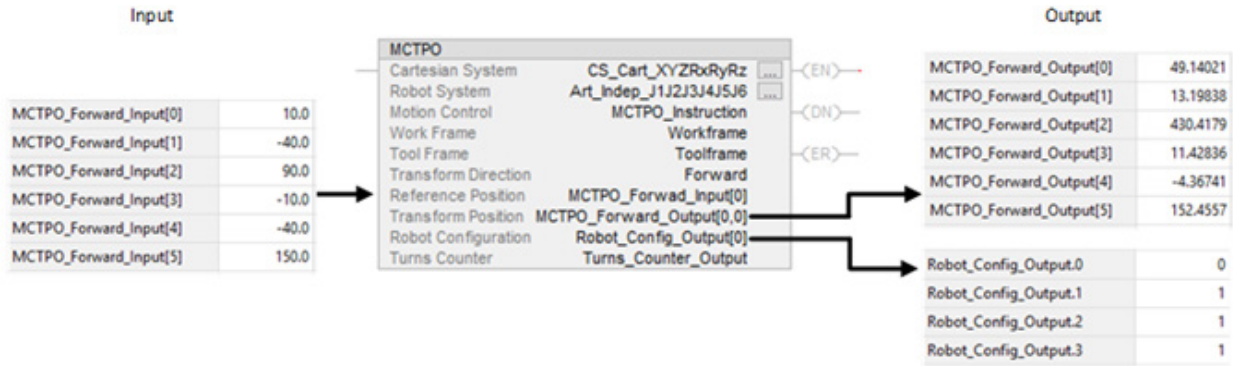
J1	J2	J3	J4	J5	J6	腕部	肘部	臂部	属性值
-170	23.40698	-68.3597	-11.2105	35.03857	-28.4752	非翻转	下方	右	0
10	50	-74.8107	11.01504	35.74566	133.3298	非翻转	下方	左	2
-170	-59.3211	83.54901	-168.828	35.17375	133.1365	非翻转	上方	右	4
10	-40	90	170	40	-30	非翻转	上方	左	6
-170	23.40698	-68.3597	168.7895	-35.0386	151.5248	翻转	下方	右	8
10	50	-74.8107	-168.985	-35.7457	-46.6702	翻转	下方	左	10
-170	-59.3211	83.54901	11.17249	-35.1738	-46.8635	翻转	上方	右	12
10	-40	90	-10	-40	150	翻转	上方	左	14

正向变换示例

此示例展示了一个变换方向为正向的具有方向的运动计算变换位置 (Motion Calculate Transform Position with Orientation, MCTPO) 指令。配置的目标位置作为输入被引导至参考位置操作数。MCTPO 指令计算并输出相应的笛卡尔坐标位置和机器人配置。

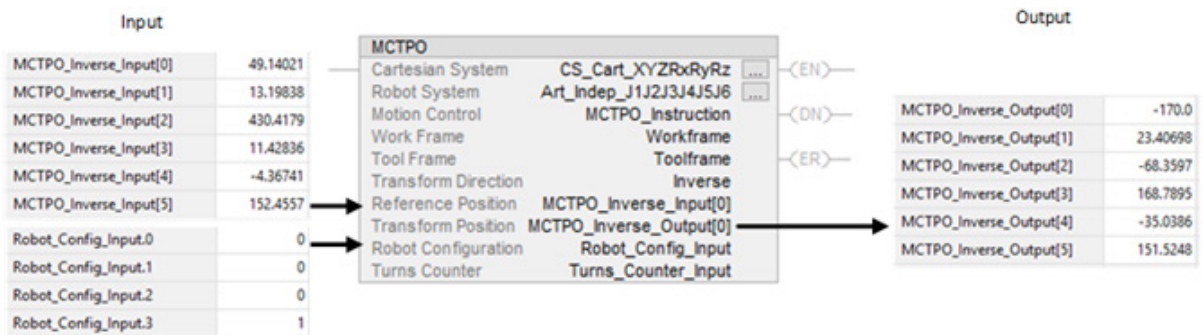
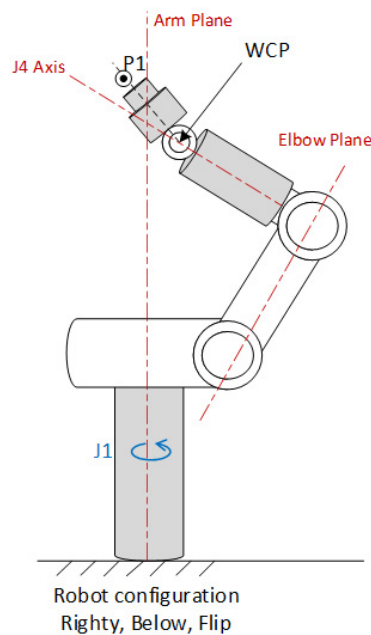
在本示例中，将目标位置按左 (1)、上方 (1) 和翻转 (1) 配置进行求值。





反向变换示例

本示例展示了变换方向设置为“反向”的 MCTPO 指令，其中，用户将笛卡尔坐标位置和机器人配置作为输入用于右 (o)、下方 (o) 和翻转 (i) 配置。该指令为机器人配置计算相应的目标结点角度位置，并将其作为输出写入变换位置参数。



奇点误差条件

对于联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人几何结构，当坐标系处于奇点位置时，运动指令返回错误代码 156，SINGULARITY_CONDITION_ERROR。

- 对于臂部奇点，扩展错误代码为 1 (MOP_ARM_SINGULARITY)
- 对于肘部奇点，扩展错误代码为 2 (MOP_ELLOW_SINGULARITY)
- 对于腕部奇点，扩展错误代码为 3 (MOP_WRIST_SINGULARITY)

如果在执行反向变换时在机器人配置中设置了 4 到 31 之间的任何位，运动指令返回错误码 137 (INVALID_ROBOT_CONFIGURATION)。

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置参数

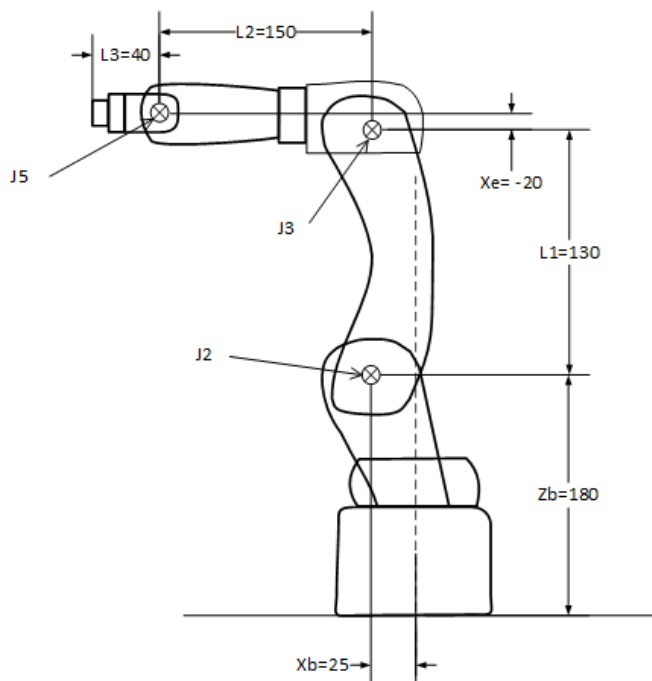
为具有各种延伸和有效载荷功能的联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人配置以下参数：

- 连杆长度
- 零角度方向
- 基点偏移
- 末端执行器偏移

配置参数信息可从机器人制造商处获取。

重要事项 输入连杆长度、基本偏移量和末端执行器偏移量时，请务必使用相同的测量单位。

下图显示了联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人典型配置中的配置参数。



另请参阅

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 77

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的零角度方向](#) 参考页数 78

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的基本偏移量](#) 参考页数 79

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 80

[偏移量误差条件](#) 参考页数 82

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的连杆长度

连杆 L_1 、 L_2 和 L_3 是机器人结点的刚性构件。

使用“坐标系统属性”对话框中的“几何结构”选项卡可配置连杆长度 L_1 、 L_2 和 L_3 。

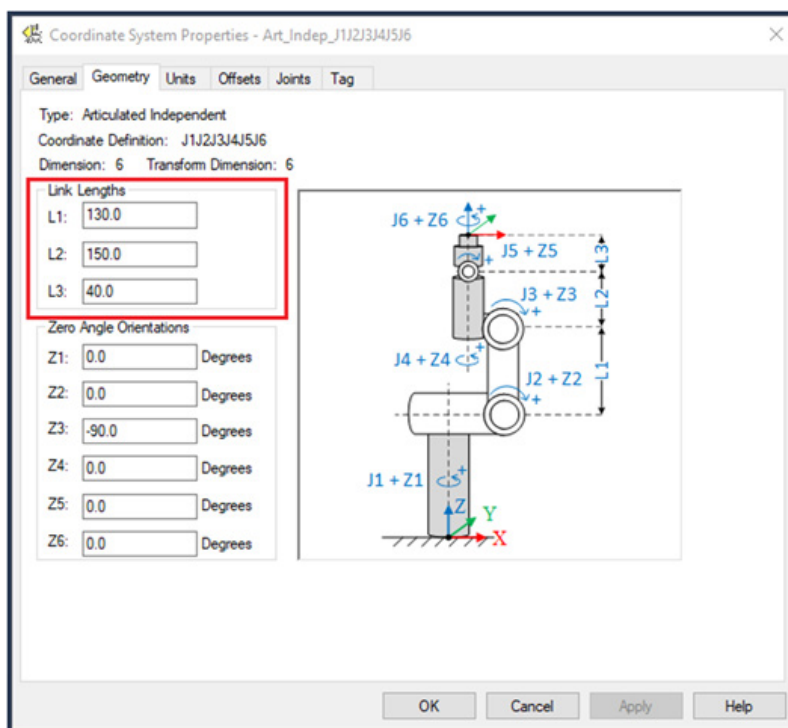
要打开“坐标系统属性”对话框，请在“控制器 (Controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹，右键单击轴 (axis)，然后选择“属性”。

连杆长度是两个结点的旋转轴 (axis) 之间的距离：

- L_1 是 J_2 和 J_3 的旋转轴 (axes) 之间的连杆长度。
- L_2 是 J_3 和 J_5 的旋转轴 (axes) 之间的连杆长度。
- L_3 是 J_5 和臂端 (End of Arm, EOA) 的旋转轴 (axes) 之间的连杆长度。

本示例将连杆长度值显示为：

- $L_1 = 130.0$
- $L_2 = 150.0$
- $L_3 = 40.0$



联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的 零角度方向

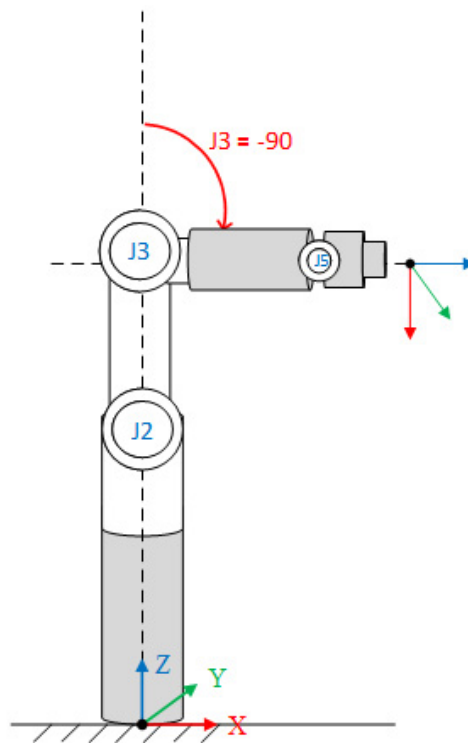
零角度方向是各结点轴 (axis) 的旋转偏移量。

对于联接相关的 J1J2J3J4J5J6 机器人几何结构, Logix Designer 应用程序中的内部变换方程假定关节 J1、J2、J3、J4、J5 和 J6 的初始位置归零为 0° 。

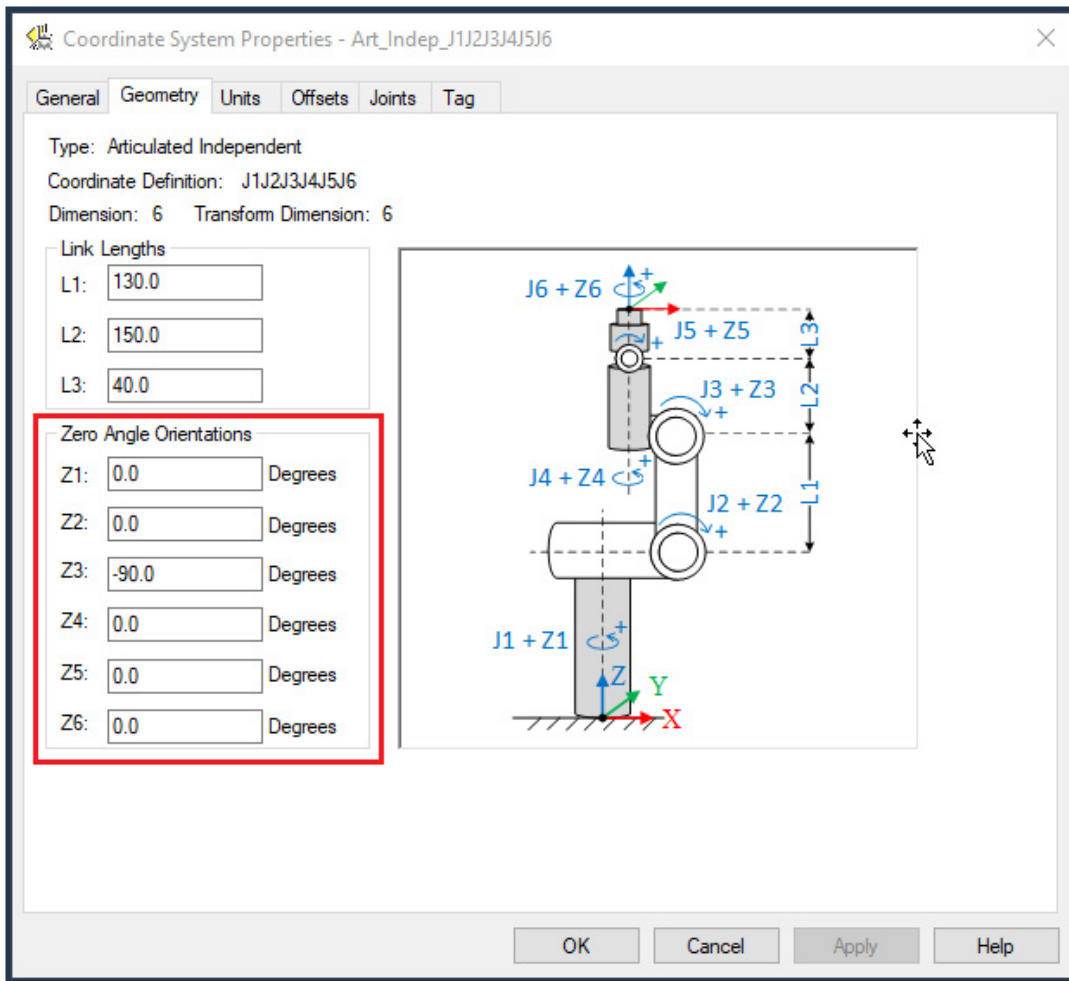
零角度偏移可建立除默认零点位置以外的参考坐标系。要将关节 J1 - J6 的角度位置设置为除 0 以外的任何值, 请在“坐标系统属性”对话框的“几何结构”选项卡上配置零角度方向值, 使关节角度位置与内部方程相符。

要打开“坐标系统属性”对话框, 请在“控制器 (controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹, 右键单击轴 (axis), 然后选择“属性”。

例如, 要将 90° 处的关节 J3 轴 (axis) 位置设置为 0° 零点位置, 应当为“Z3”参数输入 -90° 。下图显示了 J3 轴 (axis) 位置设置为 0° 。



此屏幕捕获显示了“坐标系统属性”对话框中“几何结构”选项卡上的设置。



联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的基本偏移量

基本偏移量是一组用于定义机器人基本坐标系与关节 J_2 原点之间的偏移量的坐标值。机械制造商应提供了正确的基本偏移值。

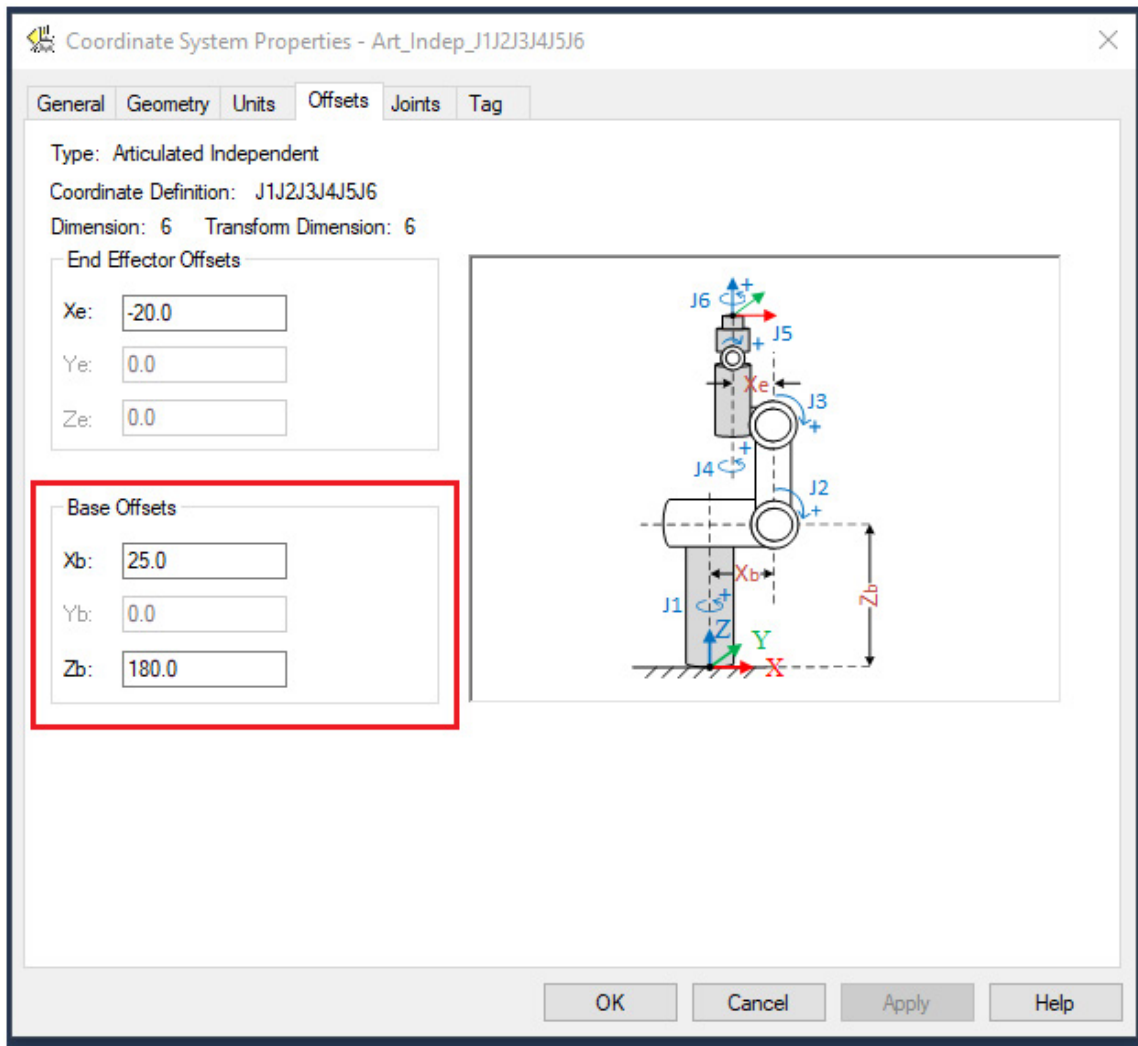
对于联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人：

- “Xb”是 X 轴 (axis) 方向上机器人基本坐标系与关节 J_2 原点之间的基本偏移量。
- “Zb”是 Z 轴 (axis) 方向上机器人基本坐标系与关节 J_2 原点之间的基本偏移量。

在“坐标系统属性”对话框的“偏移量”选项卡上的“Xb”和“Zb”框中配置基本偏移值。

要打开“坐标系统属性”对话框，请在“控制器 (controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹，右键单击轴 (axis)，然后选择“属性”。

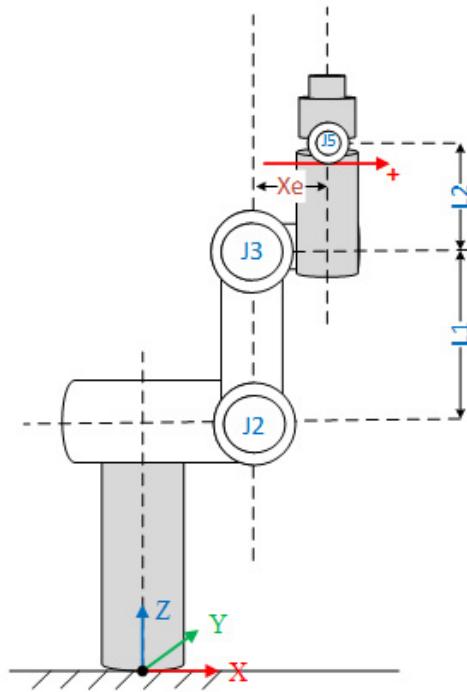
下图显示了“偏移量”选项卡中的基本偏移量。在此示例中， $X_b = 25.0$ 且 $Z_b = 180.0$ 。Logix Designer 应用程序不支持联接独立的 6 轴 (axis) 几何结构的 Y_b 偏移。



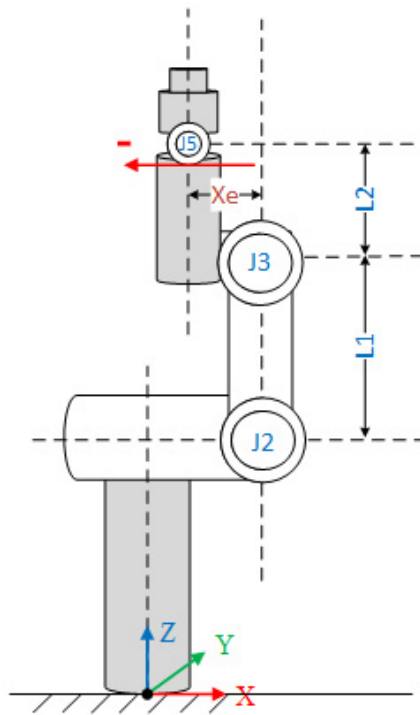
联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的末端执行器偏移量

对于联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人，末端执行器偏移量为“Xe”。Xe 是一个坐标值，用于定义 X 轴 (axis) 方向上连杆 L1 与连杆 L2 末端之间的偏移量。

Xe 末端执行器偏移值的符号基于基础坐标系 X 轴 (axis) 的加号 (+) 或减号 (-) 方向。例如，当连杆 L1 与连杆 L2 之间的偏移位于 J3 关节的右侧 (与 +X 轴 (axis) 方向相同) 时，末端执行器偏移量 Xe 为正。下图显示了正 Xe 偏移量。



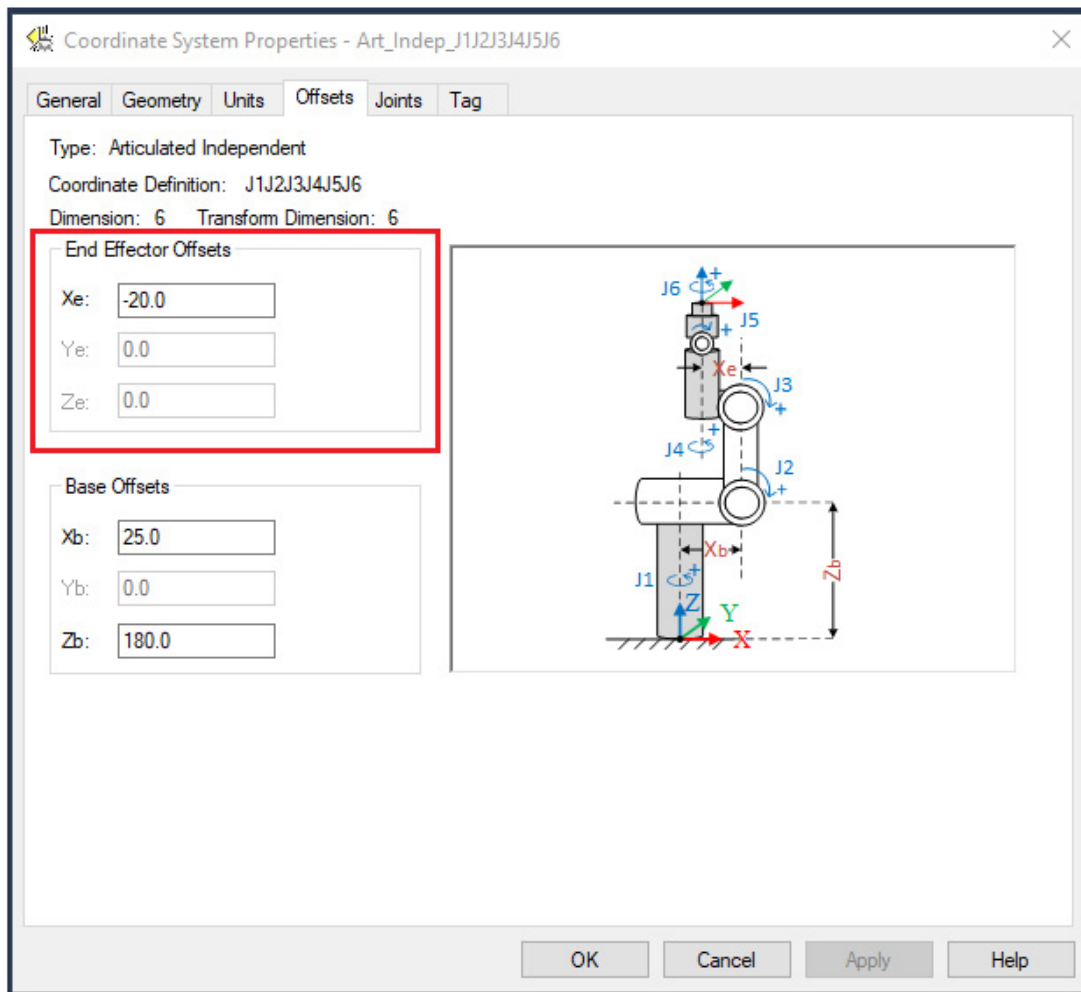
当连杆 L_1 与连杆 L_2 之间的偏移位于 J_3 关节左侧 (与 $+X$ 轴 (axis) 方向相反) 时, 末端执行器偏移量 X_e 为负。下图显示了负 X_e 偏移量。



在“坐标系统属性”对话框的“偏移量”选项卡上的“ X_e ”框中配置 X_e 末端执行器偏移量的值。

要打开“坐标系统属性”对话框, 请在“控制器 (controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹, 右键单击轴 (axis), 然后选择“属性”。

下图显示了“偏移量”选项卡中的末端执行器偏移量。在此示例中， X_e 偏移量为 -20.0 。Logix Designer 应用程序不支持联接独立的 6 轴 (axis) 几何结构的 Y_e 和 Z_e 偏移。



联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的误差条件

对于联接独立的 6 轴 (axis) 几何结构，必须满足以下条件：

- 基本偏移量 Y_b 必须等于 0.0 。
- 末端执行器偏移量 Y_e 必须等于 0.0 。
- 末端执行器偏移量 Z_e 必须等于 0.0 。

如果未满足这些条件，Logix Designer 应用程序将生成错误代码 61 (CONNECTION_CONFLICT) 和扩展错误 18 (TRANSFORM_INVALID_ARTICULATED_CONFIGURATION)。

另请参阅

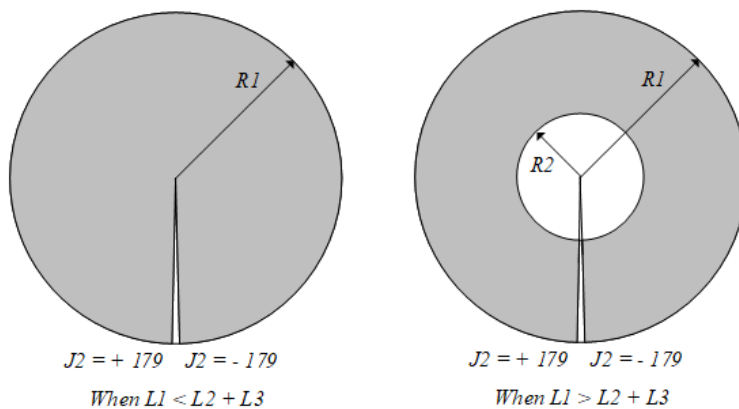
[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 76

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的工作盖面

工作盖面是用来定义联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人几何结构可到达的边界的三维空间区域。机器人的工作盖面是一个球体，其中：

- 外径 (R1) = L1 + L2 + L3
- 内径 (R2) = L1 - (L2 + L3)

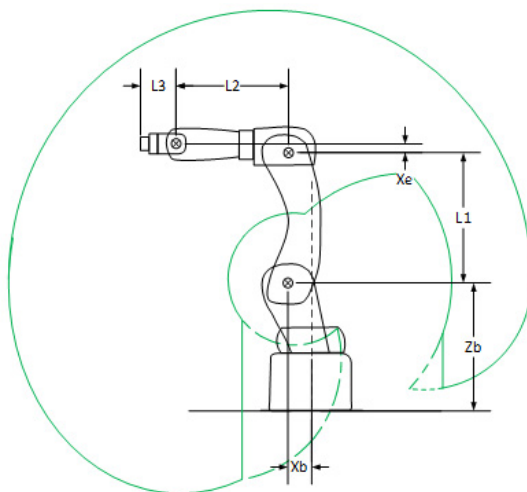
如果 L2 + L3 的值大于 L1 的值，则工作盖面是实心球体，不包括 J2 上的机械限制。如果 L1 的值大于 L2 + L3 的值，则工作盖面是一个空心球体。



确定工作盖面时，请牢记以下注意事项：

- 由于单个关节 J2 和 J3 的运动范围限制，工作盖面可能不是一个完整的球体。
- 如果将工具连接到机器人，联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的工作盖面会发生变化。工具形状和维度可能会改变工作盖面。

下图显示了联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的典型工作盖面，其中 R1 (外径 - L1+L2+L3) 几乎是一个完整的球体，但 R2 制造的内部空心部分不是精确的球体。



另请参阅

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 76

[联接相关 J1J2J3J4J5J6 机器人的最大结点限制](#) 参考页数 84

联接相关 J1J2J3J4J5J6 机器人的最大结点限制

有些机器人关节的运动范围包含多圈，但有些则不包含。机器人关节的范围限制在 -180.00° 到 179.99° 之间。为避免出现 $\pm 180^\circ$ 时出现任何数值计算错误，需要将关节计算限制在 $\pm 179.99^\circ$ 范围内。圈数计数器功能支持超出 $\pm 180^\circ$ 范围的关节。

- 关节 J2、J3 和 J5 的最大和最小关节限制设置为 -180° 到 179.99° 。如果关节超出限制，运动协调性变换指令会生成错误代码 151 (JOINT_ANGLE_BEYOND_LIMIT) 并带有扩展错误代码，说明哪些关节超出限制。
- 关节 J1、J4 和 J6 支持多圈，因此其限制超出标准关节限制。关节 J1、J4 和 J6 的最大和最小关节限制设置为 -45899.99 到 45900 。

另请参阅

[配置关节限制](#) 参考页数 84

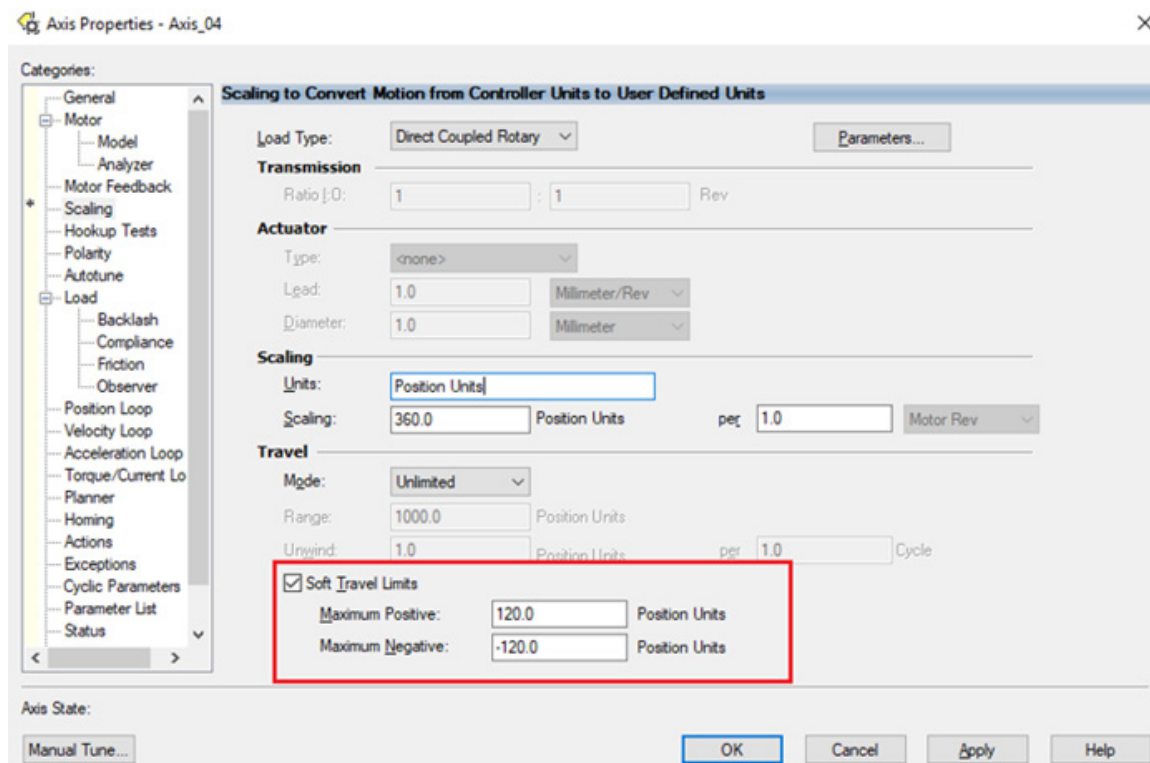
配置关节限制

对于联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人，可使用软行程限制来配置关节轴 (axis) 的关节限制。

调整软行程限制

1. 在“轴 (axis) 属性”中，选择“缩放”选项卡。
 - a. 在“控制器 (controller) 管理器”中，展开“运动组”文件夹，然后双击轴 (axis)。
 - b. 选择“缩放”选项卡。
2. 选择“软行程限制”。
3. 根据结点轴 (axis) 的机械限制输入最大正限制值和最大负限制值。如果轴 (axis) 移动到行程限制以外，将发生软件正/负超程故障。

此图显示了“软行程限制”设置。



另请参阅

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的配置类型](#) 参考页数 70

[联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的工作盖面](#) 参考页数 83

工作和工具坐标系偏移限制

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的工作盖面依赖于在具有方向的运动协调变换 (Motion Coordinated Transform with Orientation, MCTO) 和具有方向的运动计算变换位置 (Motion Calculate Transform Position with Orientation, MCTPO) 指令中定义的工作和工具坐标系偏移值。工作坐标系偏移量可用于确定机器人用户工作坐标系相对于机器人基础坐标系原点的位置。这些偏移量包括 XYZ 值和 RxRyRz 值。

工具坐标系偏移量可确定工具中心相对于臂端 (End of Arm, EOA) 中心的位置。这些偏移量包括 XYZ 值和 RxRyRz 值。

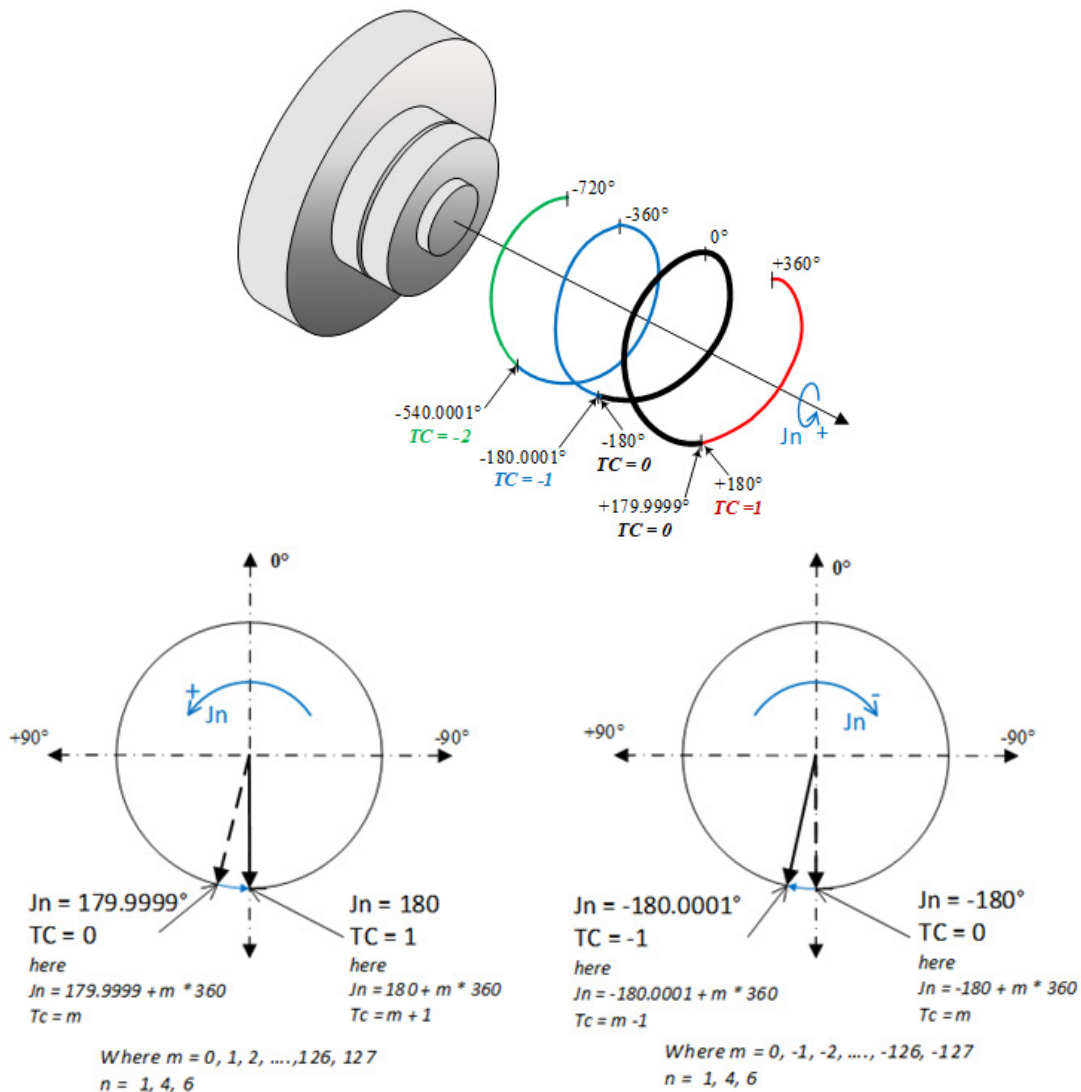
对于工作和工具坐标系偏移量, 允许使用 X、Y、Z、Rx、Ry 和 Rz 轴 (axis) 上的任何偏移值。

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人的圈数计数器

联接独立的 J1J2J3J4J5J6 几何结构支持多个旋转关节的圈数计数器。该几何结构支持三个圈数计数器：J1、J4 和 J6。关节轴 (axis) 的最大范围是 -180 度到 179.9999 度。对于圈数计数器轴 (axis)，当超出关节位置限制时，相关的关节圈数计数器会递减 1 或递增 1，关节位置符号从 179.9999 度变为 -180 度。

圈数计数器监控机器人关节累加的转数。可以使用此数字来监控机器人与物理关节限制的接近程度，并帮助使关节值保持在 -180 度到 179.9999 度的范围内。

此示例说明了圈数与关节角度之间的关系。



提示：如果关节到达 -180 度点位置，但未经过该点，则关节不会翻转，而会停留在 -180 度位置。如果关节到达 180 度点位置，则值翻转为 -180 度，圈数计数器值将更新。圈数计数器和关节角度行为相对于机器人的绝对关节位置运动。

下表列出了具有相对圈数计数器值的绝对关节角度以及 179.9999 到 -180.0000 范围内关节角度的表示。

绝对关节角度	有效圈数计数器	有效关节角度值
179.9999	0	179.9999
180.0000	1	-180.0000
180.0001	1	-179.9999
181.0000	1	-179.0000
190.0000	1	-170.0000
360.0000	1	0.0000
-179.9999	0	-179.9999
-180.0000	0	-180.0000
-180.0001	-1	179.9999
-181.0000	-1	179.0000
-190.0000	-1	170.0000
-360.0000	-1	0.0000

另请参阅

[圈数计数器限制](#) 参考页数 87

[圈数计数器示例](#) 参考页数 87

圈数计数器限制

联接独立的几何结构的每个圈数计数器的最大限制为 ± 127 。对于任何结点轴 (axis)，超过此限制将生成 JOINT_ANGLE_BEYOND_LIMIT 错误，并显示相关结点的扩展错误代码。例如，这些错误可能出现在结点 J1、J4 和 J6 上：

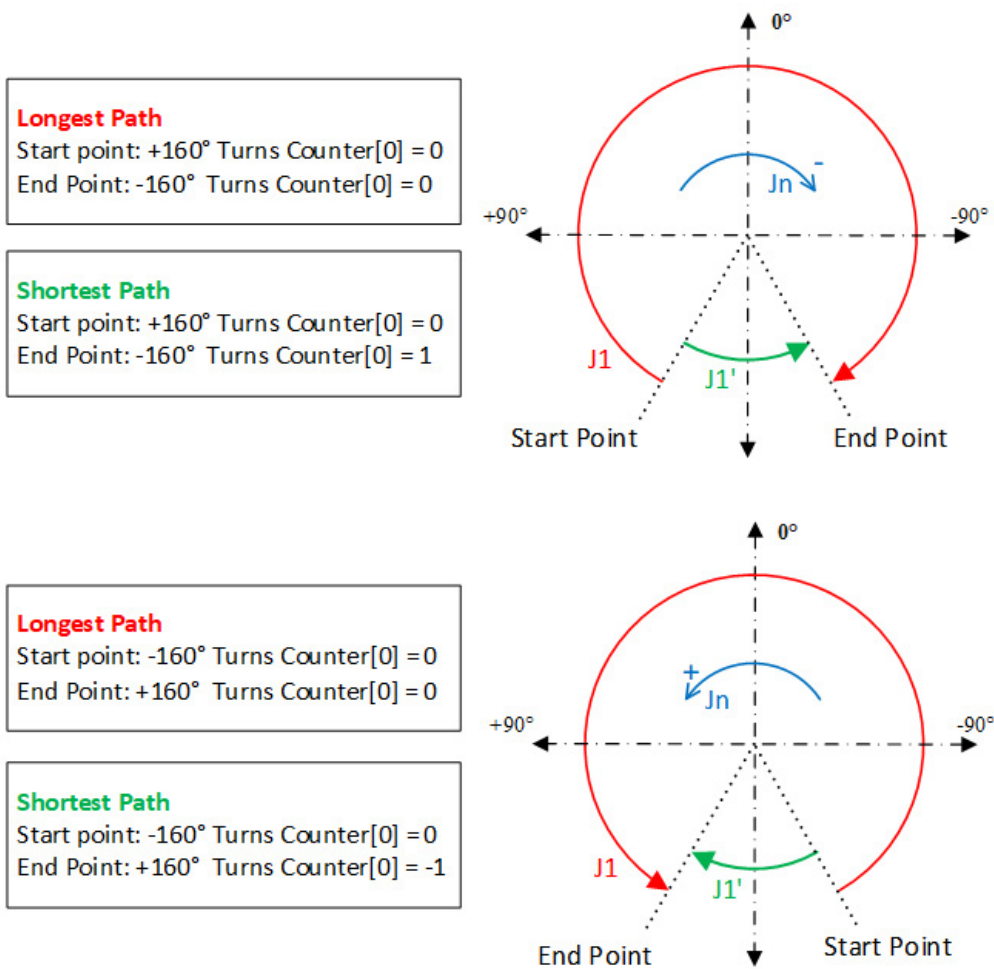
- JOINT_J1_BEYOND_LIMIT
- JOINT_J4_BEYOND_LIMIT
- JOINT_J6_BEYOND_LIMIT

如果生成任何 JOINT_ANGLE_BEYOND_LIMIT 错误，将停止联接独立的机器人的所有运动。在清除错误之前，机器人将无法移动。

圈数计数器示例

使用圈数计数器监控机器人结点累加的转数。可以使用程序 (program) 逻辑中累加的转数来监控机器人与物理结点限制的接近程度，并帮助使结点值保持在 -180 度到 179.9999 度的范围内。

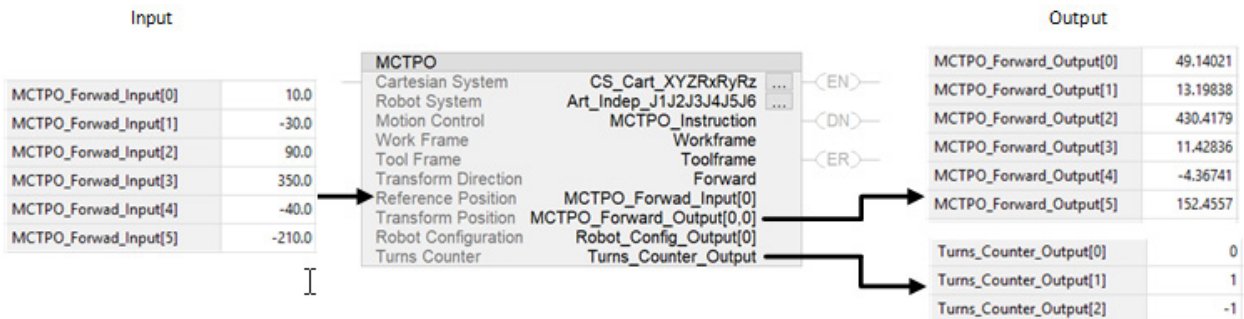
下图显示了结点在笛卡尔空间中运动的最短和最长路径。图中显示了对圈数计数器计算的影响。可以使用不同的圈数计数器组合作为输入来配置同一笛卡尔坐标位置。



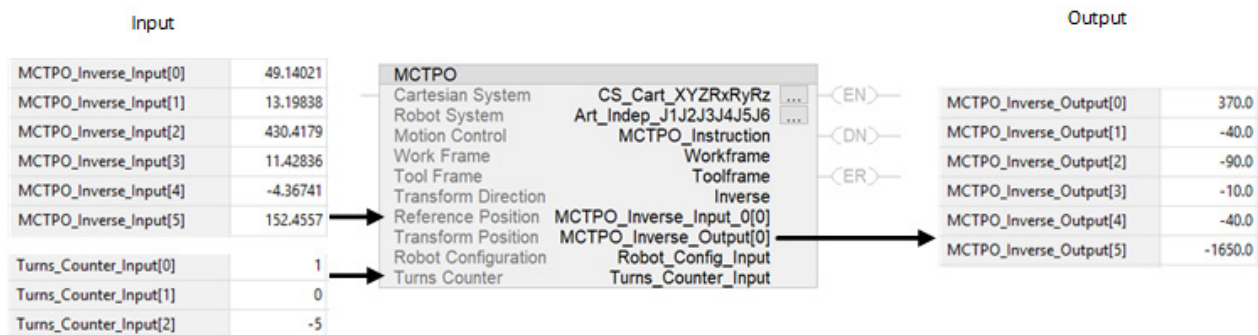
下表列出了本示例中的笛卡尔坐标位置、圈数计数器值和结点位置。对于反向变换计算，圈数计数器是输入，对于正向变换计算则是输出。

笛卡尔坐标位置						圈数计数器			结点位置					
X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	J1	J4	J6	J1	J2	J3	J4	J5	J6
49.14021	13.19838	430.4179	11.42836	-4.3674	152.4557	0	0	0	10	-40	90	-10	-40	150
49.14021	13.19838	430.4179	11.42836	-4.3674	152.4557	0	1	-1	10	-40	90	350	-40	-210
49.14021	13.19838	430.4179	11.42836	-4.3674	152.4557	1	0	-5	370	-40	90	-10	-40	-1650

具有方向的运动计算变换位置 (Motion Calculate Transform Position with Orientation, MCTPO) 指令在给定位置使用正向变换，结点的值大于 ±180 度，产生如下结果：



一个对机器人几何结构使用反向变换的类似应用接受笛卡尔坐标位置和圈数计数器作为输入。



对于该应用，MCTPO 指令计算适当的结点位置作为笛卡尔坐标输入，但是根据用户为指令指定的圈数计数器输入向结点轴 (axis) 增加圈数。

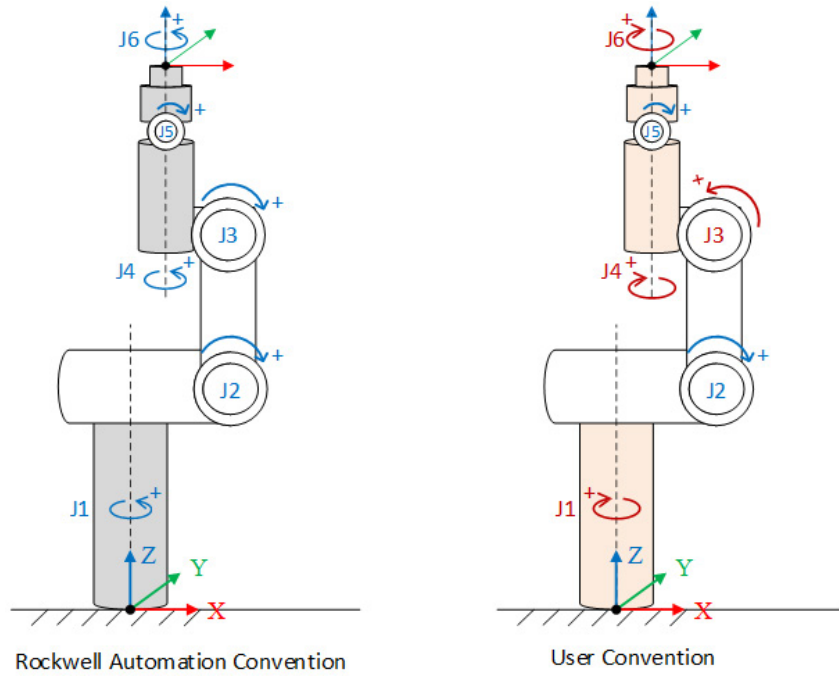
机器人关节方向感测位

关节方向感测功能用于更改关节轴 (axis) 默认方向的约定,以匹配机器人设置。

对于[链接独立的 J1J2J3J4J5J6 机器人几何结构](#)，有些机器人使用与 Logix Designer 应用程序中默认方向不同的关节方向。对于具有与 Rockwell Automation 约定不同的反向约定的关节，使用“机器人关节方向感测”属性来对坐标系统进行编程 (program)。

重要事项 在 Logix Designer 应用程序中更改机器人关节方向感测不会影响机器人几何结构配置。对于用户约定，机器人配置保持与 Rockwell Automation 约定相同。

下图显示了默认 Rockwell Automation 约定与关节 J1、J3、J4 和 J6 反向方向感测的几何结构示例的比较情况。



另请参阅

[对机器人关节方向感测进行编程 \(Program\)](#) 参考页数 90

[使用关节方向感测时的变换、零角度偏移量和圈数计数器计算](#) 参考页数 91

[关节方向感测位误差条件](#) 参考页数 94

对机器人关节方向感测进行编程 (Program)

对坐标系统使用“设置系统值 (Set System Value, SSV)”指令对机器人关节方向感测进行编程 (program)。默认情况下,所有关节方向感测位均为零。

本示例显示了关节方向感测属性和相应 SSV 指令的位图。

位映射	关节	关节方向感测
位 6 - 31	不适用	不适用
位 5	J6	1
位 4	J5	0
位 3	J4	1
位 2	J3	1
位 1	J2	0
位 0	J1	1

```

SSV
Class Name          CoordinateSystem
Instance Name       Art_Indep_J1J2J3J4J5J6
Attribute Name      RobotJointsDirectionSenseBits
Source              JointDirSense
    
```

MCTO Behavior

重新启动具有方向的运动协调性变换 (Motion Coordinated Transform with Orientation, MCTO) 指令时, 关节方向变化生效。

如果在 MCTO 激活时新的关节方向感测位发生变化, 则变换将忽略新的变化。

MCTPO 行为

当用户更新机器人关节方向感测属性时, 具有方向的运动计算变换位置 (Motion Calculate Transform Position with Orientation, MCTPO) 指令会使用新的机器人关节方向感测计算变换位置。

另请参阅

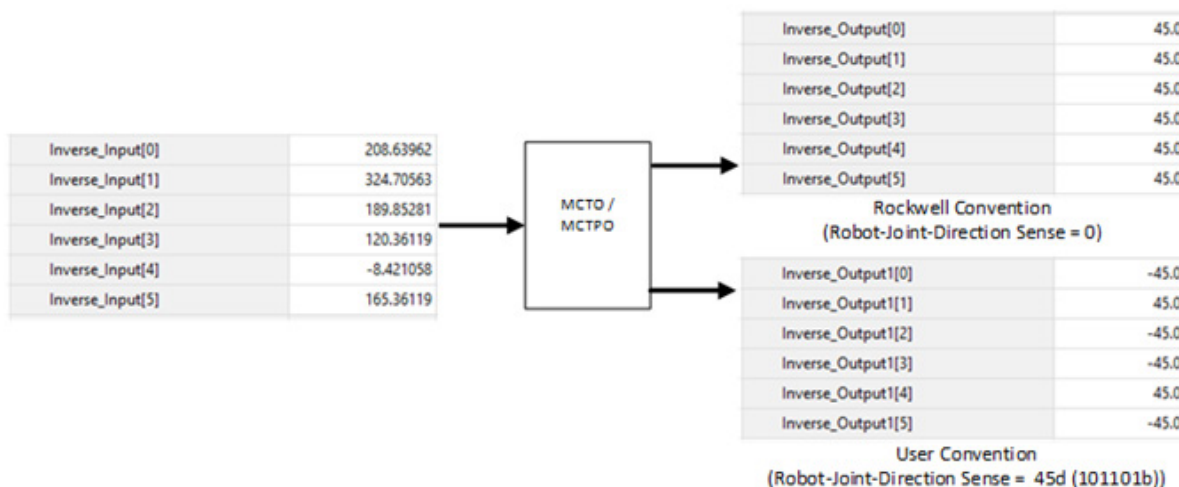
[关节方向感测位误差条件](#) 参考页数 94

使用关节方向感测时的变换、零角度偏移量和圈数计数器计算

以下示例显示了关节方向感测属性对变换计算的影响。

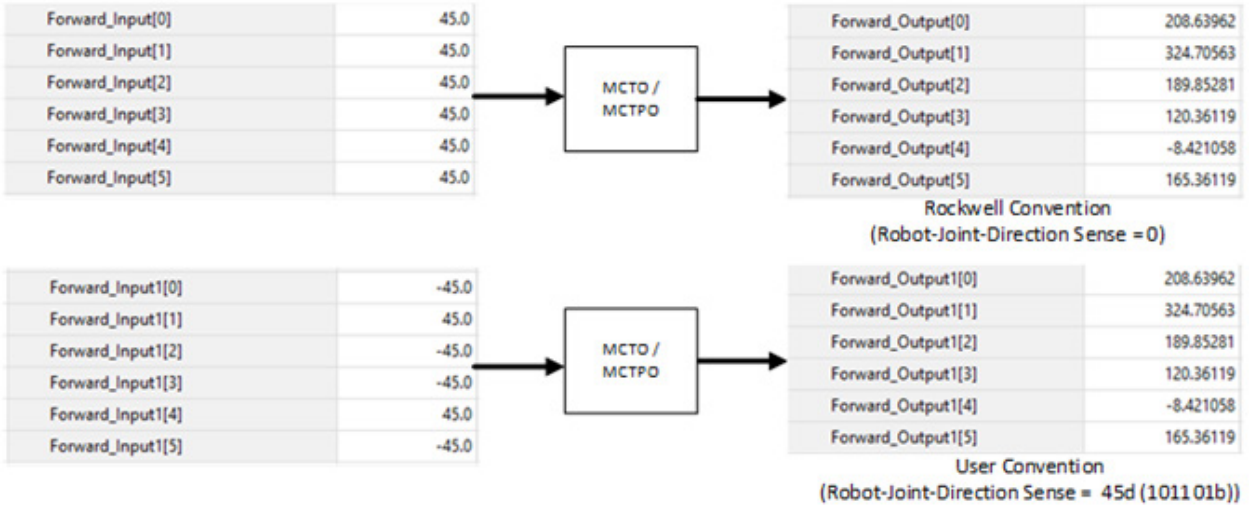
反向变换

下图比较了 Rockwell Automation 约定和用户定义的约定的反向变换。在此示例中, 在用户约定中针对关节 J1、J3、J4 和 J6 设置关节方向感测属性。对于给定笛卡尔坐标位置、机器人配置和圈数计数器, 反向变换会计算不同的关节位置。请注意关节 J1、J3、J4 和 J6 上的符号更改。



正向变换

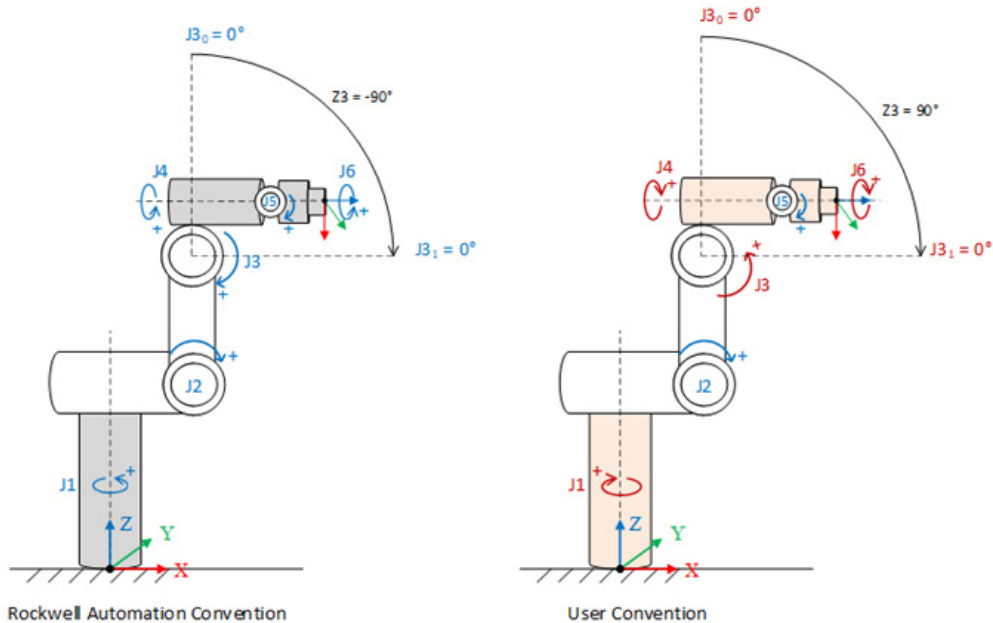
下图比较了 Rockwell Automation 约定和用户定义的约定的正向变换计算。在此示例中，在用户定义的约定中针对关节 J1、J3、J4 和 J6 设置关节方向感测属性。变换会计算两个实例关节位置的相同笛卡尔输出位置。



零角度偏移计算

零角度偏移定义机器人关节的新零角度。零角度偏移适用于所有六个关节。

下图比较了 Rockwell Automation 约定和用户约定中的零角度偏移计算。在此示例中，针对关节 J1、J3、J4 和 J6 设置关节方向感测属性。关节 J3 中添加 90° 偏移量。计算出的零角度偏移量以 Z3 表示。



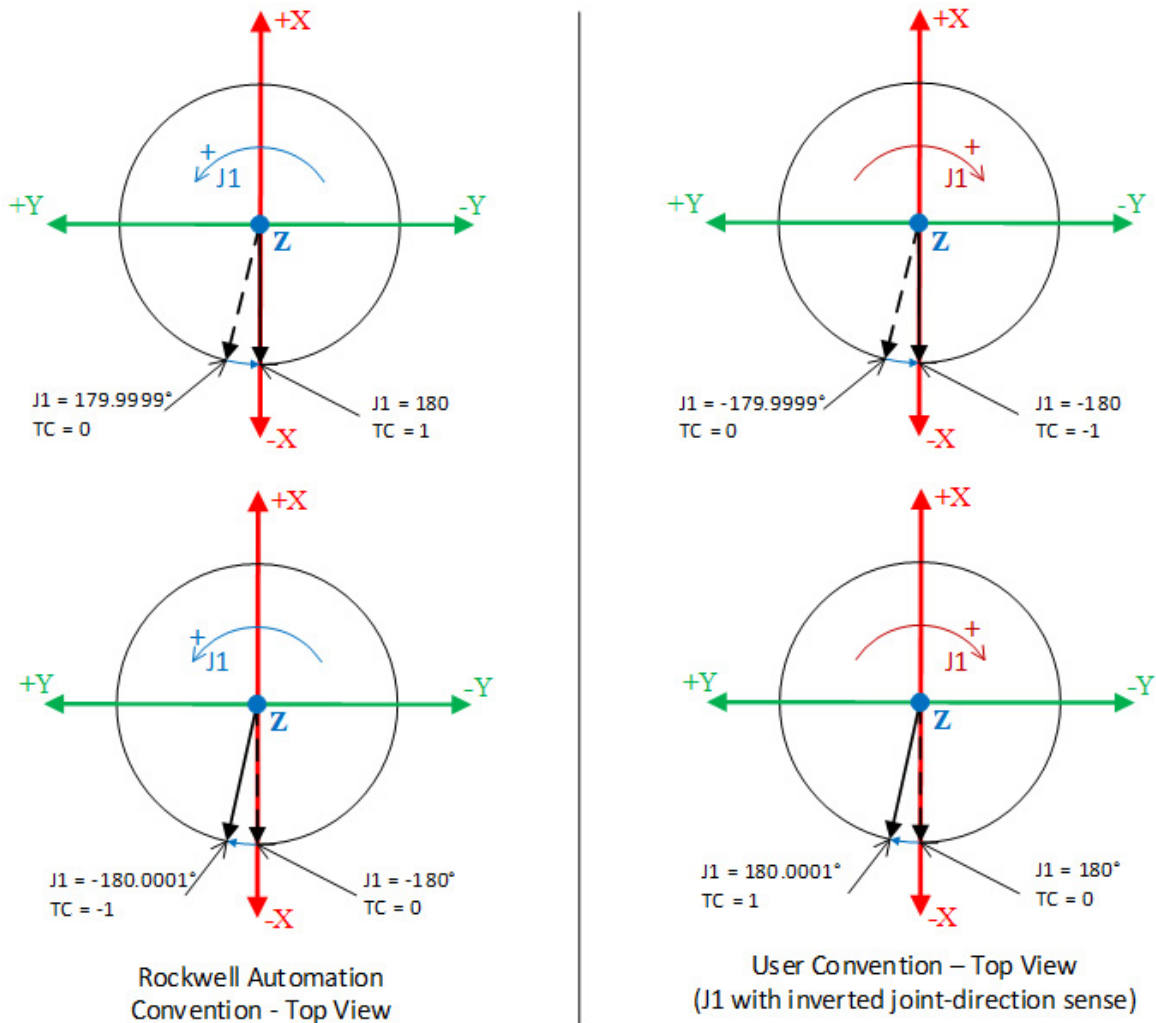
位置 J_3 。是关节 J_3 的默认零位置，位置 J_{31} 是添加零角度偏移量后的新零位置。下表列出了设定的偏移量：

方向偏移量	Rockwell Automation 约定	用户示例约定
Z3	-90	90

圈数计数器计算

圈数计数器值是根据用户约定计算的。如果用户定义的约定设置关节方向感测位，则圈数符号与 Rockwell Automation 约定相反。当用户设置关节方向感测时，圈数计数器递增的阈值角度发生变化。

下图比较了 Rockwell Automation 约定与用户约定示例中的关节 J_1 的圈数计数器计算。在用户约定中，设置关节 J_1 的关节方向感测。当反转关节方向感测时，将反转关节轴 (axis) 的物理旋转方向。圈数计数器的计算值取决于关节值。此圈数计数器计算适用于关节 J_1 、 J_4 和 J_6 。



下表列出了计算结果。

关节 J1 (度)	圈数计数器 J1 (Rockwell Automation 约定)	圈数计数器 J1 (反转关节感测)
0 到 179.9999	0	0
179.9999	0	0
180	1	0
180.0001	1	1
0 到 -179.9999	0	0
-179.9999	0	0
-180	0	-1
-180.0001	-1	-1

另请参阅

[关节方向感测位误差条件](#) 参考页数 94

关节方向感测位误差条件

配置了结点方向感测的几何结构不支持使用运动协调路径移动 (Motion Coordinated Path Move, MCPM) 指令的协调性移动。对结点方向感测进行编程 (program) 时, MCPM 指令返回错误代码 157 (MCPM_JOINT_DIRECTION_SENSE_NOT_SUPPORTED)。



提示: 要在坐标系统中移动各个轴 (axis), 请使用轴 (axis) 移动指令, 如 Motion Axis 点动 (Motion Axis Jog, MAJ)、运动协调线性移动 (Motion Coordinated Linear Move, MCLM) 或 Motion Axis 移动 (Motion Axis Move, MAM)。

配置联接相关的机器人

在配置联接相关的机器人时, 请遵循以下指南:

- 联接相关的 J1J2J3 机器人
- 联接相关的 J1J2J3J6 机器人



警告 (WARNING): 在打开“变换”和/或建立参考框架之前, 请为目标坐标系统的结点执行以下操作:

- 设置并启用软行程限制。
- 启用硬行程限制。

如未执行上述步骤, 可能会使机械臂移动到意外位置, 导致机器损坏和/或人员伤亡。

另请参阅

[配置联接相关的 J1J2J3 机器人](#) 参考页数 94

[配置联接相关的 J1J2J3J6 机器人](#) 参考页数 101

配置联接相关的 J1J2J3 机器人

联接相关的 J1J2J3 机器人在基座上配有肘部和肩部电机。附属的连杆控制肘关节处的 J3。



警告 (WARNING): 在打开“变换”和/或建立参考框架之前，请为目标坐标系统的结点执行以下操作：

- 设置并启用软行程限制。
- 启用硬行程限制。

如未执行上述步骤，可能会使机械臂移动到意外位置，导致机器损坏和/或人员伤亡。

另请参阅

[联接相关 J1J2J3 机器人的参考坐标系](#) 参考页数 95

[联接相关 J1J2J3 机器人的工作盖面](#) 参考页数 97

[联接相关 J1J2J3 机器人的配置参数](#) 参考页数 98

[联接相关 J1J2J3 机器人的基本偏移量](#) 参考页数 99

联接相关 J1J2J3 机器人的参考坐标系

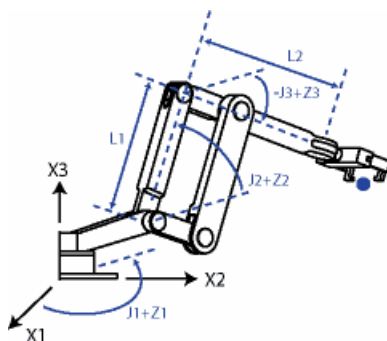
参考框架是用于定义原点和三个主要轴 (axis) (X_1 、 X_2 和 X_3) 的笛卡尔 (通常是源) 坐标框架。这些轴 (axis) 用来测量实际的笛卡尔位置。



警告 (WARNING): 没有为机器人建立正确的参考框架可能致使机械臂移动到意外位置，导致机器损坏和/或人员伤亡。

示例 1: 联接相关机器人 1

下图显示了联接相关机器人基座处的参考框架。



这些方程表示“联接相关机器人 1”图中所示的联接相关机器人的结点定位。

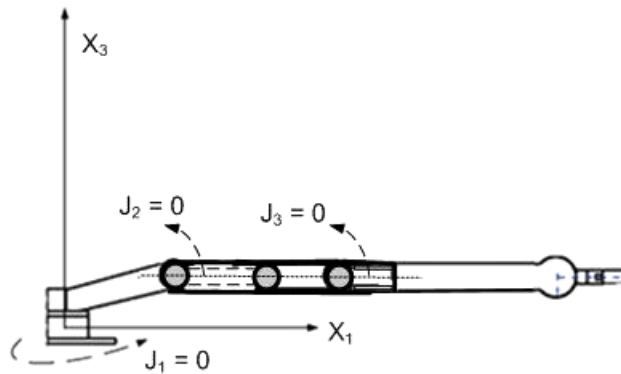
- 当 L_1 和 L_2 均处于 X_1 - X_2 平面中时，围绕 $+X_3$ 轴 (axis) 以 $J_1=0$ 的角度逆时针测量 $+J_1$ 。
- 当 L_1 与 X_1 - X_2 平面平行时，开始以 $J_2=0$ 的角度逆时针测量 $+J_2$ 。
- 当 L_2 与 X_1 - X_2 平面平行时，以 $J_3=0$ 的角度逆时针测量 $+J_3$ 。

当机器人位于此位置时，Logix Designer 应用程序中各轴 (axis) 的实际位置标签 (tag) 必须为：

- $J_1 = 0$ 。
- $J_2 = 0$ 。

- $J_3 = 0$ 。

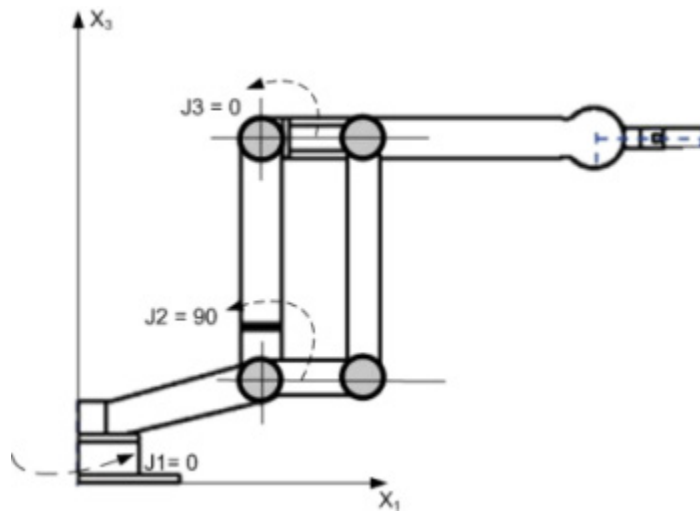
示例 2: 图 79 - 联接相关 2



当机器人位于此位置时，Logix Designer 应用程序中各轴 (axis) 的实际位置标签 (tag) 必须为：

- $J_1 = 0$ 。
- $J_2 = 90$ 。
- $J_3 = -90$ 。

示例 3: 联接相关 3



如果机器人的位置和结点角度值无法与“联接相关机器人 2”或“联接相关机器人 3”示例中的值匹配，可使用“用来为联接相关的机器人建立参考坐标系的方法”主题中概述的方法建立结点与笛卡尔参考坐标系的关系。

用来为联接相关的 J1J2J3 机器人建立参考坐标系的方法

使用以下方法建立机器人参考框架。

对于以下每种对象：	使用下列方法之一建立参考框架：
递增轴 (axis)	机器人每次循环上电时。
绝对轴 (axis)	仅用于建立绝对零位。

- 方法 1- 建立零角度方向，并允许结点轴 (axis) 上已配置的行程限制与自动导引位置可进行操作。如果您在行程限制（这些行程限制是在对运动重新定义位置 (Motion Redefine Position, MRP) 指令进行编程之前确定的）之间操作轴 (axis) 并希望这些行程限制保持可操作，则可以使用此方法。
- 方法 2- 使用 MRP 指令重新定义轴 (axis) 位置，使之与结点参考坐标系对齐。此方法可能需要将软行程限制调整到新参考框架。

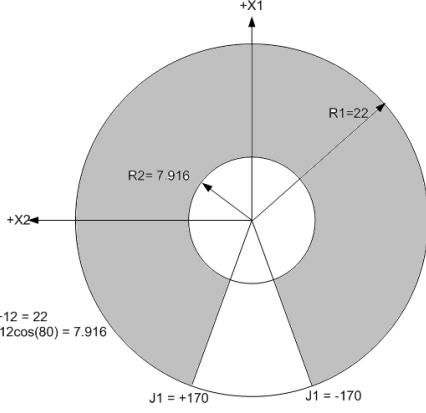
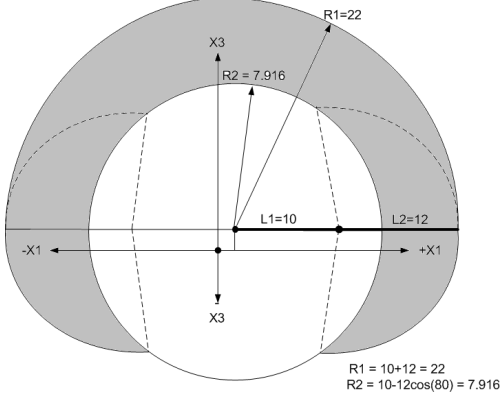
另请参阅

[方法 1 - 使用零角度方向建立参考框架](#) 参考页数 60

[方法 2 - 使用 MRP 指令建立参考框架](#) 参考页数 61

联接相关 J1J2J3 机器人的工作盖面

工作盖面是用来定义机械臂可到达的边界的三维空间区域。理想状态下，联接机器人的工作盖面是一个完整的球体，其内部半径等于 L_1-L_2 ，外部半径等于 L_1+L_2 。由于单个结点上的运动范围限制，工作盖面可能不是一个完整的球体。

<p>如果联接机器人的运动范围值为下列值：</p>	<p>通常，工作盖面将为：</p>
<p>J1 = ±170 J2 = 0 至 180 J3 = ±60 L1 = 10 L2 = 12</p>	 <p>$R1 = 10+12 = 22$ $R2 = 10-12\cos(80) = 7.916$</p>
	<p>上视图 - 描述在 J1 和 J3 上扫出的工具中心点的盖面，但 J2 仍处在 0° 度的固定位置。</p>
	 <p>$R1 = 10+12 = 22$ $R2 = 10-12\cos(80) = 7.916$</p>

如果联接机器人的运动范围值为下列值：	通常，工作盖面将为：
	侧视图 - 描述在 J2 和 J3 上扫出的工具中心点的盖面，但 J1 仍处在 0° 度的固定位置。

另请参阅

[联接相关机器人的配置参数](#) 参考页数 98

[联接相关机器人](#) 参考页数 94

联接相关 J1J2J3 机器人的配置参数

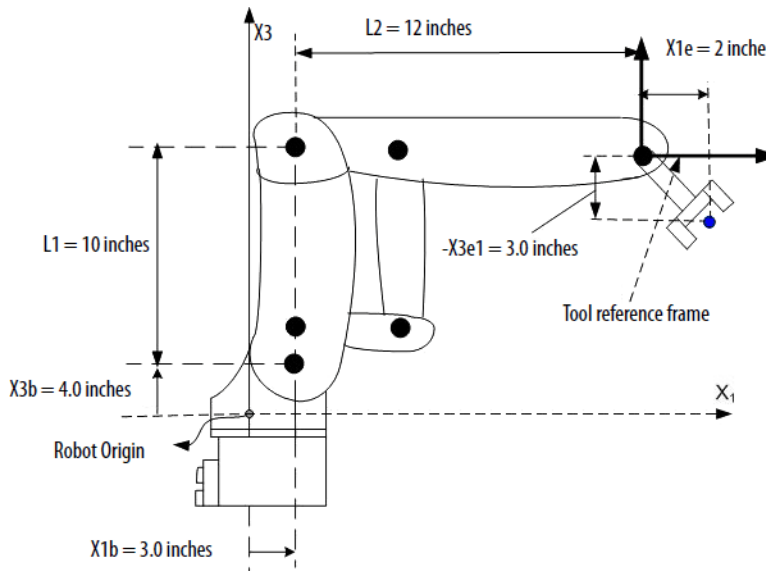
可将 Logix Designer 应用程序配置为控制具有各种延伸和有效载荷功能的机器人。请务必为机器人设置以下配置参数值：

- 连杆长度
- 基本偏移量
- 末端执行器偏移量

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

重要事项 (IMPORTANT) 请确认以相同的计量单位将连杆长度、基本偏移量和末端执行器偏移量的值输入到“配置参数”对话框中。

此示例说明了联接相关机器人的典型配置参数。



如果机器人为二维机器人，则 $X3b$ 和 $X3e$ 为 $X2b$ 和 $X2e$ 。

另请参阅

[联接相关机器人的连杆长度](#) 参考页数 99

联接相关 J1J2J3 机器人的连杆长度

连杆长度是连接结点的刚性机械体。

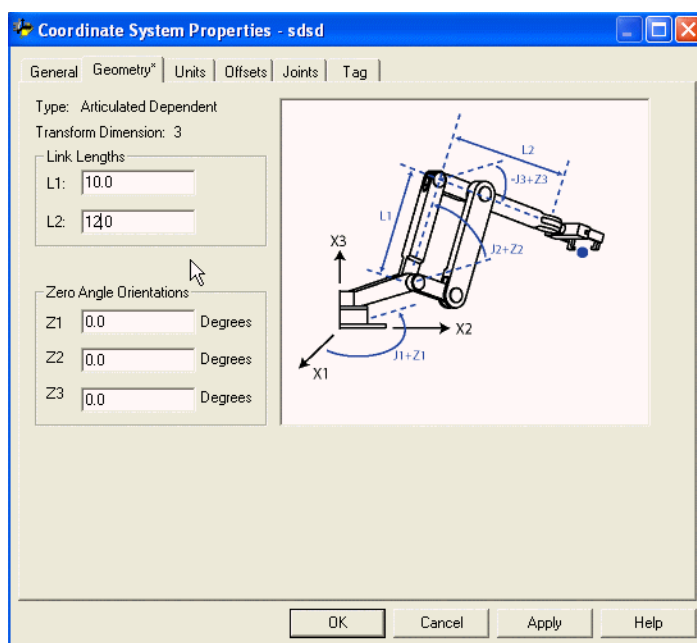
对于联接相关机器人	以下各项的长度	等于以下两者之间的距离
二维	L1	J1 和 J2
	L2	J2 和末端执行器
三维	L1	J2 和 J3
	L2	J3 和末端执行器

在“坐标系统属性”对话框中“几何”选项卡上，输入连杆长度。

键入“连杆长度”值。

此示例中的“连杆长度”值包括：

- L1 = 10.0
- L2 = 12.0

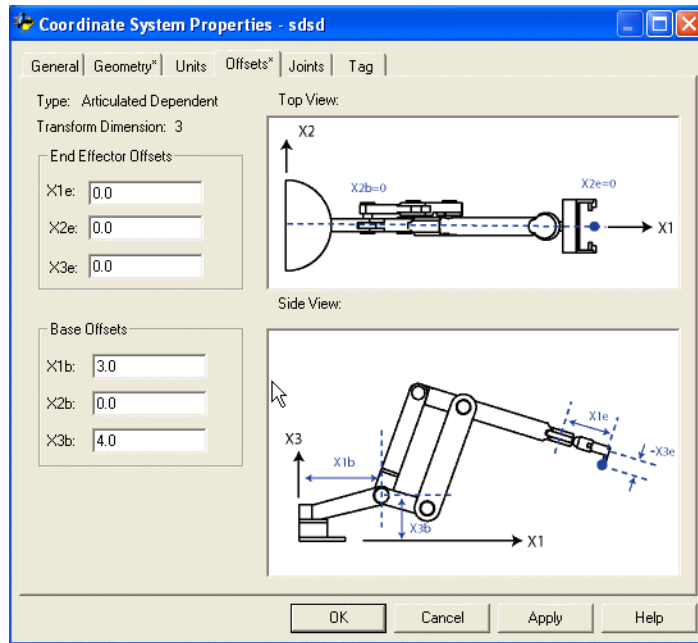


另请参阅

[联接相关机器人的配置参数](#) 参考页数 98

联接相关 J1J2J3 机器人的基本偏移量

基本偏移量是一组可以重新定义机器人的原点的坐标值。机械制造商通常提供了正确的基本偏移值。在“坐标系统属性”对话框的“几何结构”选项卡的 **X1b** 和 **X3b** 框中输入“基本偏移量”的值。



另请参阅

[联接相关机器人的配置参数](#) 参考页数 98

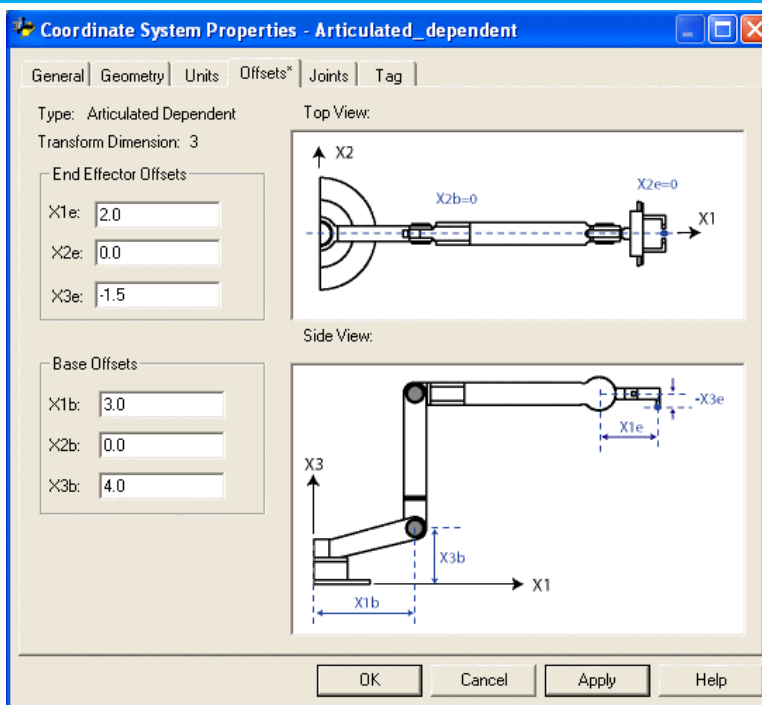
[联接相关机器人的连杆长度](#) 参考页数 99

[联接相关机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 100

联接相关 J1J2J3 机器人的末端执行器偏移量

机器人可以拥有一个连接到机械连杆 L_2 的末端执行器。如果连接了末端执行器，请在“坐标系属性”对话框的“偏移量”选项卡上配置“末端执行器偏移量”值。对照工具提示上的工具参考坐标系定义“末端执行器偏移量”。

有些机器人还定义了 J_3 结点的偏移量。此值可以在计算 X_{3e} 的末端执行器偏移值时予以考虑。如果 X_{3e} 偏移量的值按 $X_{3e1}+X_{3e2} (-3+1.5 = -1.5)$ 的和输入，则已配置的 X_{3e} 值为 -1.5 。



另请参阅

[联接相关机器人的配置参数](#) 参考页数 98

[联接相关机器人的连杆长度](#) 参考页数 99

[联接相关机器人的基本偏移量](#) 参考页数 99

配置联接相关的 J1J2J3J6 机器人

典型的联接相关 J1J2J3J6 机器人具有四个后旋结点: J1、J2、J3 和 J6。



警告 (WARNING): 在打开变换或建立参考坐标系之前, 请为目标坐标系统的结点执行以下操作:

- 设置并启用软行程限制。
- 启用硬行程限制。

如未执行上述步骤, 可能会使机械臂移动到意外位置, 导致机器损坏或人员伤亡。

另请参阅

[软行程限制和硬行程限制调整](#) 参考页数 109

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系](#) 参考页数 102

[试运行联接相关的 J1J2J3J6 机器人](#) 参考页数 103

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面](#) 参考页数 107

联接相关 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系

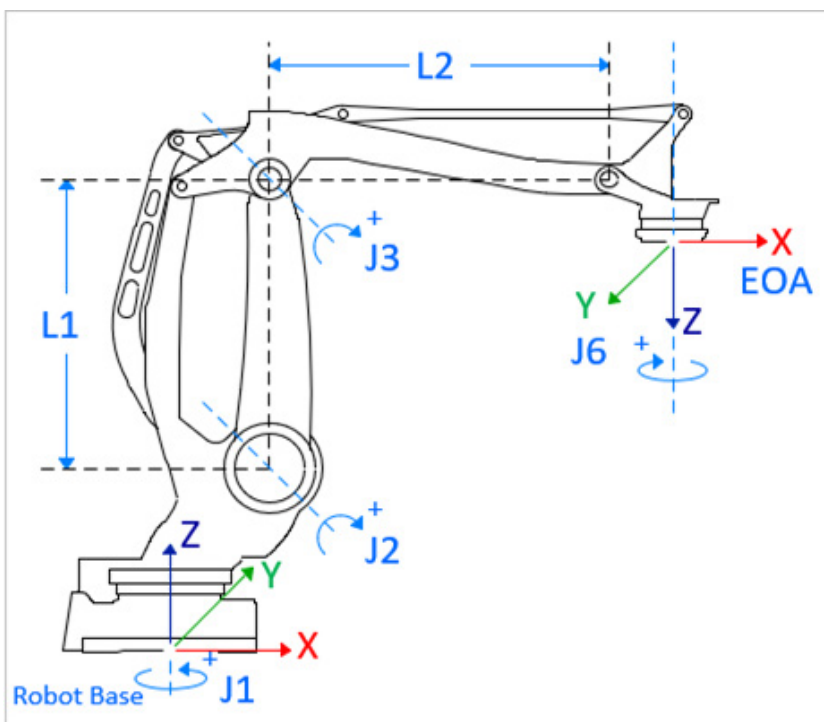
机器人参考坐标系位于机器人基座上。参考坐标系是定义了原点和主轴 (axis) X、Y 和 Z 的笛卡尔坐标系或源坐标系。主轴 (axis) 参照机器人基础坐标系，构成目标笛卡尔位置的测量值。



警告 (WARNING): 没有为机器人建立正确的参考坐标系可能致使机械臂移动到意外位置，导致机器损坏或人员伤亡。

机器人的此侧视图显示：

- L1 和 L2 是连接所有结点的机器人刚性构件。
- J1 连接至基座。
- J2 与结点 J1 垂直并连接到肩部。
- J3 位于肩部。
- J6 位于连杆 L2 末端的腕部。机器人的 J6 位置为臂端 (End of Arm, EOA)。



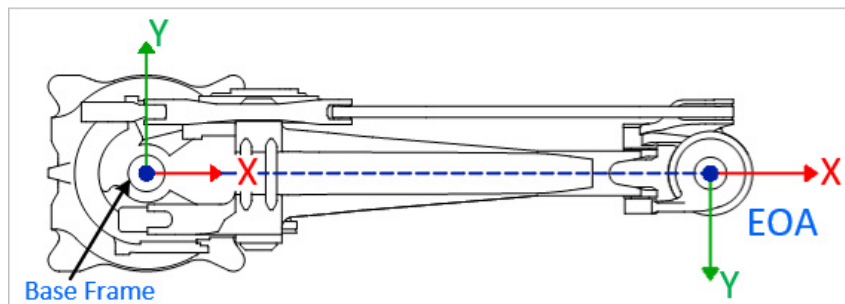
结点角度测量：

- 围绕基础坐标系中的 +Z 轴 (axis) 逆时针测量 +J1。
- 围绕基础坐标系中的 +Y 轴 (axis) 顺时针测量 +J2。当 $J2 = 0$ 时，连杆 L1 与 XY 平面垂直。
- 围绕基础坐标系中的 +Y 轴 (axis) 顺时针测量 +J3。当 $J2 = 0$ 且 $J3 = 0$ 时，连杆 L2 与 XY 平面平行。
- 围绕 EOA 坐标系中的 +Z 轴 (axis) 顺时针测量 +J6。

基础坐标系

联接几何结构的 XYZ 参考坐标系（即基础坐标系）位于与结点 J1 连接的基板中心附近。如果在 Logix Designer 应用程序中配置联接相关的 J1J2J3J6 坐标系统，且将结点自动导引到机器人基础坐标系的 XY 平面中的 0° 位置，则 L2 连杆会沿 X 正向轴 (axis) 对齐。

下图显示了机器人的上视图及基础坐标系和 EOA 坐标系中的 X 轴 (axis) 和 Y 轴 (axis)。



臂端坐标系

XYZ 参考坐标系中的 EOA 坐标系设在连杆 L2 的末端。此坐标系相对于基础坐标系围绕 Rx 轴旋转了 180°。因此，X 轴 (axis) 与基础坐标系的 X 轴 (axis) 方向相同，Z 轴 (axis) 方向朝下，指向工具途径矢量的方向。J6 旋转轴 (axis) 与 EOA 坐标系的 Z 轴 (axis) 对齐。

要设置 J6 轴 (axis) 的自动导引位置，请移动 J6 轴 (axis)，使 EOA 的 X 轴 (axis) 与连杆 L1 或基础坐标系的 X 轴 (axis) 对齐。

另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面](#) 参考页数 107

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的最大结点限制](#) 参考页数 108

[软行程限制和硬行程限制调整](#) 参考页数 109

试运行联接相关的 J1J2J3J6 机器人

执行以下步骤来试运行联接相关的 J1J2J3J6 机器人。

试运行联接相关的 J1J2J3J6 机器人

1. 从机器人制造商处获得在校准位置上 J1、J2、J3 和 J6 的角度值。使用这些值确定零位置。

2. 请参阅制造商的数据表，确定相关规格的电机是否包含内部或外部变速箱，将电机与连杆或关节上的执行机构相连，从而移动机器人。
3. 打开“轴 (axis) 属性”，然后选择“缩放”选项卡。

- a. 在“控制器 (controller) 管理器”中，展开“运动组”文件夹，然后右键单击轴 (axis) 并选择“属性”。

- b. 在“轴 (axis) 属性”的“类别”中，选择“缩放”。

4. 在“传动比输入/输出 (I/O)”中，设置每个轴 (axis) 的传动比。
5. 在“缩放”中，输入要应用于轴 (axis) J1、J2 和 J3 的缩放比例，使一转等于 360° 。

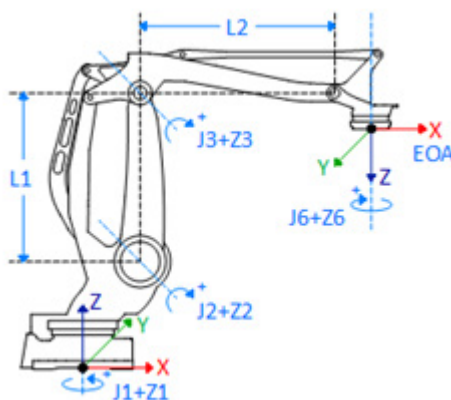


提示：轴 (axis) J6 是旋转轴 (axis)，单位在电机转数中定义。如有必要，使用制造商的数据表将单位转换为电机转数。

6. 当结点轴 (axis) 处于开放环路状态时，通过编程 (Program) 控制推动或者手动移动机器人，以将所有结点移动至零位置。
7. 执行以下步骤之一来设置轴 (axis) 的零位置：

- 使用运动重新定义位置 (MRP) 指令将关节 axis 的位置设置为在步骤 1 中获得的校准值。
- 将关节 axis 自动导引位置的配置值设置为在步骤 1 中获得的校准值，并为每个关节 axis 执行 Motion Axis 自动导引 (MAH) 指令。

8. 将每个结点 (J1、J2、J3 和 J6) 移动至绝对位置 0.0。确认每个结点位置的读数均为 0，相应的 L1 和 L2 构件已对齐。此步骤用于确定进行变换的机器人基础坐标系的 X 轴 (axis)。



提示：如果希望轴 (axis) 的参考位置与变换位置零不同，可使用零角度偏移量调整轴 (axis) J1、J2、J3 和 J6 的位置。

9. 将 J6 移动到绝对位置 0.0。确保结点位置读数为 0，且 J6 位置位于臂端 (End of Arm, EOA) 坐标系的 Z 轴 (axis) 方向上。



提示：机器人轴 (axis) 为绝对轴 (axis)，因此可能仅建立一次零位置。如果更改控制器 (controller) 或丢失零位置，请重新确定零位置。

另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的配置类型](#) 参考页数 105

联接相关 J1J2J3J6 机器人的配置类型

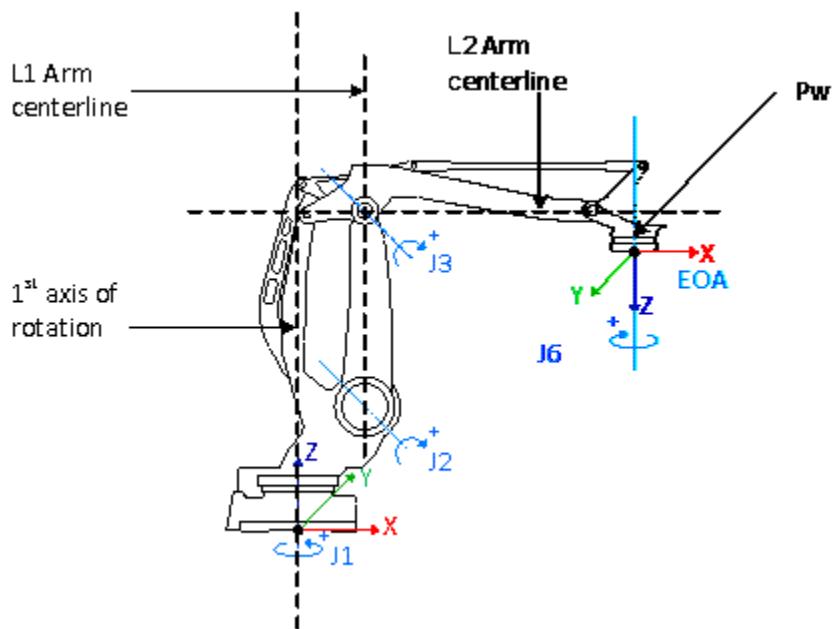
联接相关 J1J2J3J6 机器人仅支持 Lefty-Above-Non-Flip 机器人配置。

有关机器人配置类型的更多信息，请参见[确定坐标系类型](#) 参考页数 30。

在联接相关的 J1J2J3J6 机器人中：

- 机器人 (Pw) 的腕部点未穿过第一个旋转轴 (axis)，因此机器人始终处于 Lefty 配置中。
- 点 Pw 始终位于 L1 臂中心线的下方，因此机器人始终处于 Above 配置中。
- 由于存在联接(指向机器人基座的 Z 负向轴 (axis))，臂端 (End of Arm, EOA) 始终朝下。点 Pw 未穿过 L2 臂中心线，因此机器人始终处于 Non-flip 配置中。

下图显示了腕部点以及 L1 和 L2 臂中心线。



MCPM 指令中的配置类型

运动协调路径运动 (Motion Coordinated Path Move, MCPM) 指令仅接受 Lefty-Above 和 Non-Flip 配置类型。其他配置类型会导致错误 136 (MCPM_ROBOT_CONFIGURATION_CONFLICT)。

MCTPO 指令中的配置类型

在“具有方向的运动计算变换位置 (Motion Calculate Transform Position with Orientation, MCTPO)”指令中，机器人配置可以是输入参数，也可以是输出参数，具体取决于变换方向。

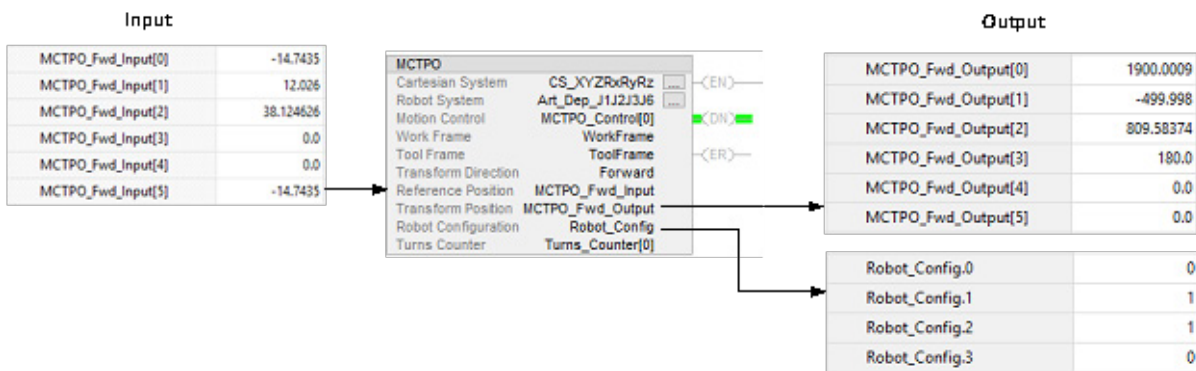
- 如果“变换方向”设置为“正向”，指令会在标签 (tag) 数据中返回机器人配置。
- 如果“变换方向”设置为“反向”，该指令要求用户将机器人配置作为输入标签 (tag) 数据提供。

下表列出了 MCTPO 指令中的位位置和相应的机器人配置。

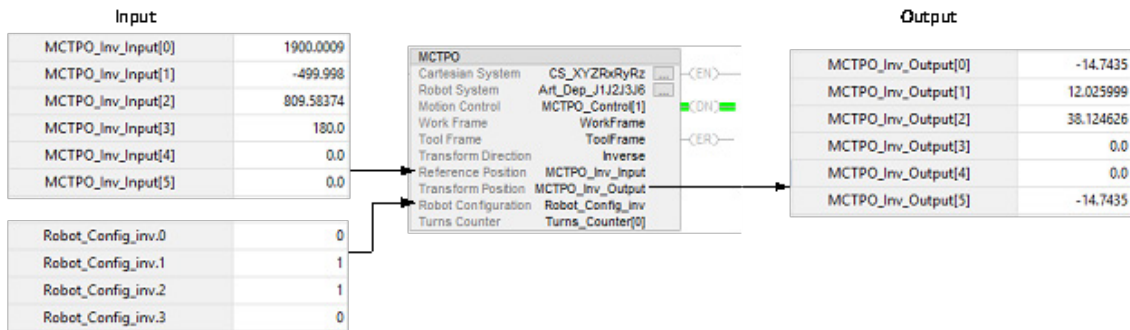
位位置	3	2	1	0
说明	翻转 (1)/ 不翻转 (0)	上方 (1)/ 下方 (0)	左 (1)/右 (0)	更改 (1)/ 相同 (0)
机器人配置	0	1	1	(MCTPO 中 忽略)

以下梯形逻辑示例展示了将“变换方向”设为“正向”和“反向”时 MCTPO 指令的操作。

- 本示例展示了“变换方向”设为“正向”时的 MCTPO 指令。配置的目标位置将作为输入提供给参考位置操作数。该指令会计算并输出相应的笛卡尔坐标位置和机器人配置。在本示例中，将目标位置按 Lefty-Above-Non-Flip 配置进行求值。



- 本示例展示了“变换方向”设为“反向”的 MCTPO 指令，其中，用户将笛卡尔坐标位置和机器人配置作为输入表示 Lefty-Above-Non-Flip。该指令会计算相应的目标结点角度位置，并将其作为输出写入变换位置参数。



另请参阅

[确定坐标系类型](#) 参考页数 30

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系](#) 参考页数 102

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 111

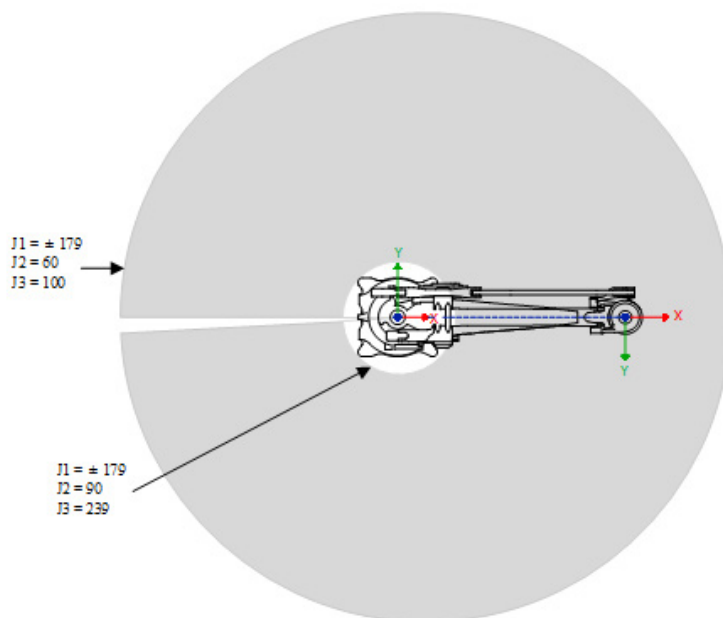
联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面

工作盖面是用来定义机械臂可到达的边界的三维空间区域。

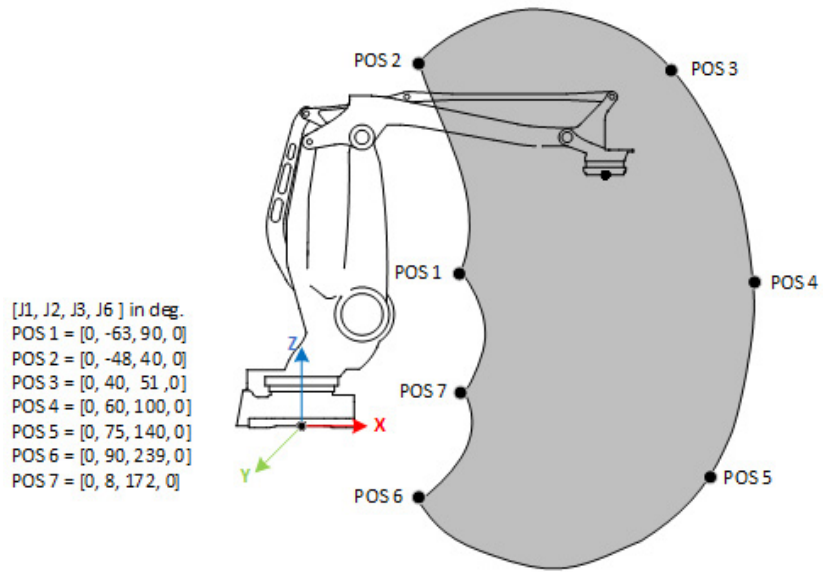
联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面类似于球体，轴 (axis) J2 和 J3 沿着 Z 轴 (axis) 方向有行程限制。由于单个结点上的运动范围限制，工作盖面可能不是一个完整的球体。

重要事项 (IMPORTANT) 在将工具连接到机器人时，联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面会发生变化。工具形状和维度会改变工作盖面。

下图显示了目标点数有限的联接相关 J1J2J3J6 机器人的典型工作盖面的上视图。



下图显示了目标点数有限的联接相关 J1J2J3J6 机器人的典型工作盖面的侧视图。



另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的最大结点限制](#) 参考页数 108

[软行程限制和硬行程限制调整](#) 参考页数 109

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系](#) 参考页数 102

联接相关 J1J2J3J6 机器人的最大结点限制

下表列出了联接相关 J1J2J3J6 机器人的最大和最小结点限制以及超出限制时报告的错误。

Axis	结点限制	报告的错误
J1	+/-179°	当结点 J1 超出限制时，运动协调变换 (Motion Coordinated Transform, MCT) 指令报告错误代码 151 (结点角度超出其限制值) 和扩展错误代码 1 (结点 J1 超出限制值)。
J2	+/-179°	当结点 J2 超出限制值时，MCT 指令报告错误代码 151 (结点角度超出其限制值) 和扩展错误代码 2 (结点 J2 超出限制值)。
J3	0 到 359°	当结点 J3 超出限制值时，MCT 指令报告错误代码 151 (结点角度超出其限制值) 和扩展错误代码 3 (结点 J3 超出限制值)。
J6	-45899.99 到 45900.00	结点 6(J6) 轴 (axis) 是可以旋转多圈的旋转轴 (axis)。最大转数值为 +/-127。

MCT 指令监视目标位置，防止机器人在坐标系统原点或接近坐标系统原点时完全伸展或向自行折返。

对于接近原点的位置，MCT 指令会针对奇点位置报告错误 67 (变换位置无效) 和错误 69 (超出最大结点限位速度)。

联接相关 J1J2J3J6 机器人的有效机器人配置始终为 Lefty、Above 和 Non-flip。任何其他配置都会生成错误代码 137：运动协调变换指令的机器人配置参数对此机器人几何结构无效。

另请参阅

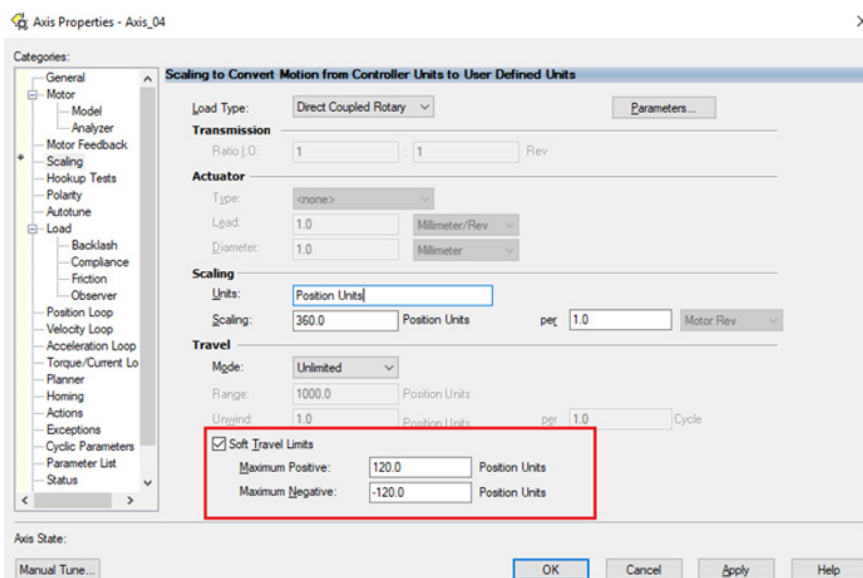
[软行程限制和硬行程限制调整](#) 参考页数 109

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面](#) 参考页数 107

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系](#) 参考页数 102

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的配置类型](#) 参考页数 105

软行程限制和硬行程限制调整

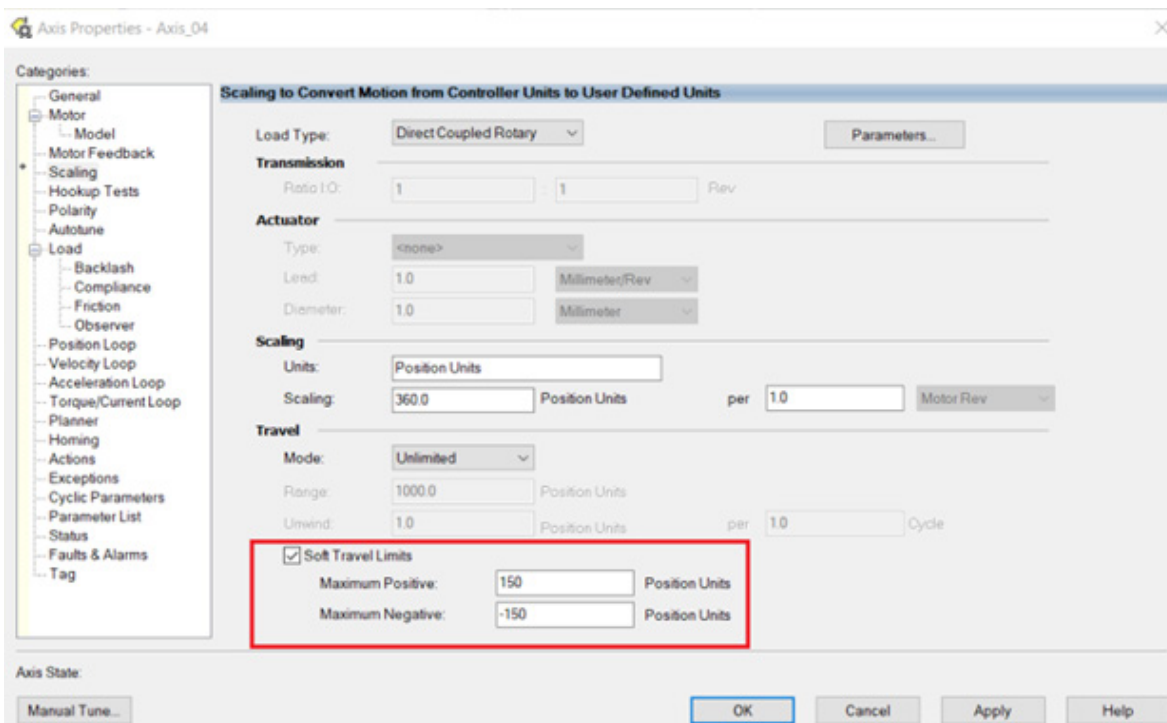


对于联接相关 J1J2J3J6 机器人，可使用软行程限制或硬行程限制配置结点轴 (axis) 的结点限制。

调整软行程限制

1. 在“轴 (axis) 属性”中，选择“缩放”选项卡。
 - a. 在“控制器 (controller) 管理器”中，展开“运动组”文件夹，然后双击轴 (axis)。
 - b. 选择“缩放”选项卡。
2. 选择“软行程限制”。
3. 根据结点轴 (axis) 的机械限制输入最大正限制值和最大负限制值。如果轴 (axis) 移动到行程限制以外，将发生软件正/负超程故障。

此图显示了“软行程限制”设置。



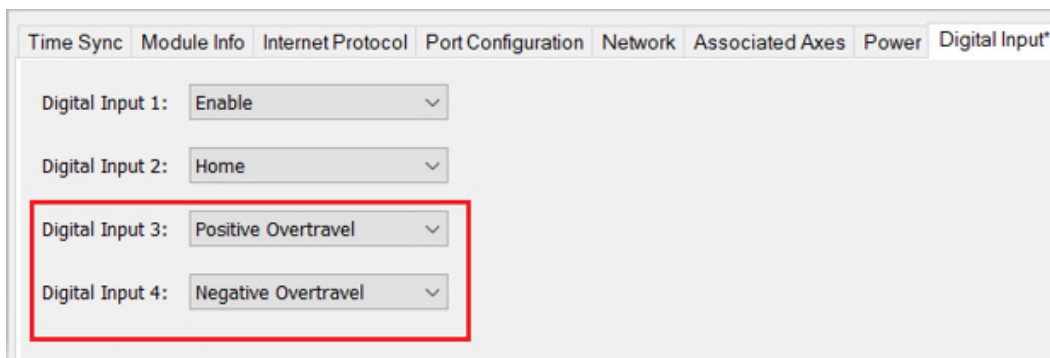
使用硬行程限制

硬行程限制使用限制开关传感器帮助防止轴 (axis) 移动到当前位置限制以外。设备上安装的硬件超程限制开关确定了这些限制。

如果轴 (axis) 移动到硬超程限制开关之外，就会发生 PosHardOvertravelFault/NegHardOvertravelFault。仅当驱动器处于启用状态，且“故障配置位”属性中的“硬超程检查”位已置位时，才会发生故障。

要启用“正超程”和“负超程”限制，请使用“驱动器属性”对话框中的“数字输入”选项卡。

此图显示了“超程”设置。



另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的最大结点限制](#) 参考页数 108

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面](#) 参考页数 107

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系](#) 参考页数 102

联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系偏移限制

工作坐标系偏移量可确定机器人用户工作坐标系相对于机器人基础坐标系原点的位置。这些偏移量包括 XYZ 值和 RxRyRz 值。

工具坐标系偏移量可确定工具中心相对于臂端 (End of Arm, EOA) 中心的位置。这些偏移量包括 XYZ 值和 RxRyRz 值。

目标端点位置范围会根据工作和工具坐标系偏移量发生变化。

对于工作坐标系和工具坐标系，允许使用以下偏移值。对于无效偏移值，运动协调变换 (Motion Coordinated Transform, MCT) 指令会生成错误 148。

- 对于工作坐标系偏移量，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴 (axis) 上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移量受限，必须设为 0。
- 对于工具坐标系偏移量，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴 (axis) 上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移量受限，必须设为 0。

另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作盖面](#) 参考页数 107

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的最大结点限制](#) 参考页数 108

[软行程限制和硬行程限制调整](#) 参考页数 109

联接相关 J1J2J3J6 机器人的配置参数

为具有各种延伸和有效载荷功能的联接相关 J1J2J3J6 机器人配置以下参数：

- 连杆长度
- 零角度方向
- 基本偏移量
- 末端执行器偏移量

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。



提示：对于联接相关 J1J2J3J6 机器人，“坐标系统属性”对话框的“常规”选项卡上的“维”和“变换维”值会在您选择 J1J2J3J6 作为“坐标定义”时自动设为 4。无法更改“维”设置。

另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 112

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的零角度方向](#) 参考页数 113

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的基本偏移量](#) 参考页数 114

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 115

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系偏移限制](#) 参考页数 111

联接相关 J1J2J3J6 机器人的连杆长度

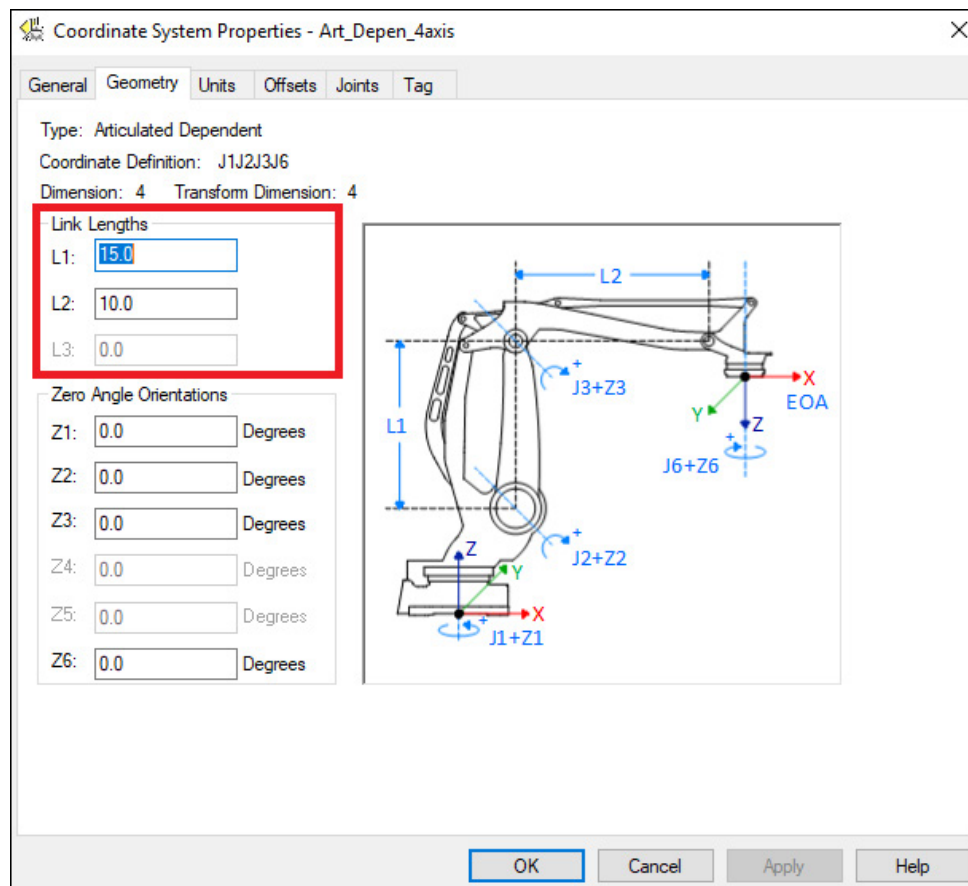
连杆 L_1 和 L_2 是机器人结点的刚性构件。

使用“坐标系统属性”对话框中的“几何结构”选项卡可配置连杆长度 L_1 和 L_2 。

要打开“坐标系统属性”对话框,请在“控制器 (controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹,右键单击轴 (axis),然后选择“属性”。

本示例将连杆长度值显示为:

- $L_1 = 15.0$
- $L_2 = 10.0$



另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的零角度方向](#) 参考页数 113

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的基本偏移量](#) 参考页数 114

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 115

联接相关 J1J2J3J6 机器人的零角度方向

零角度方向是各结点轴 (axis) 的旋转偏移量。

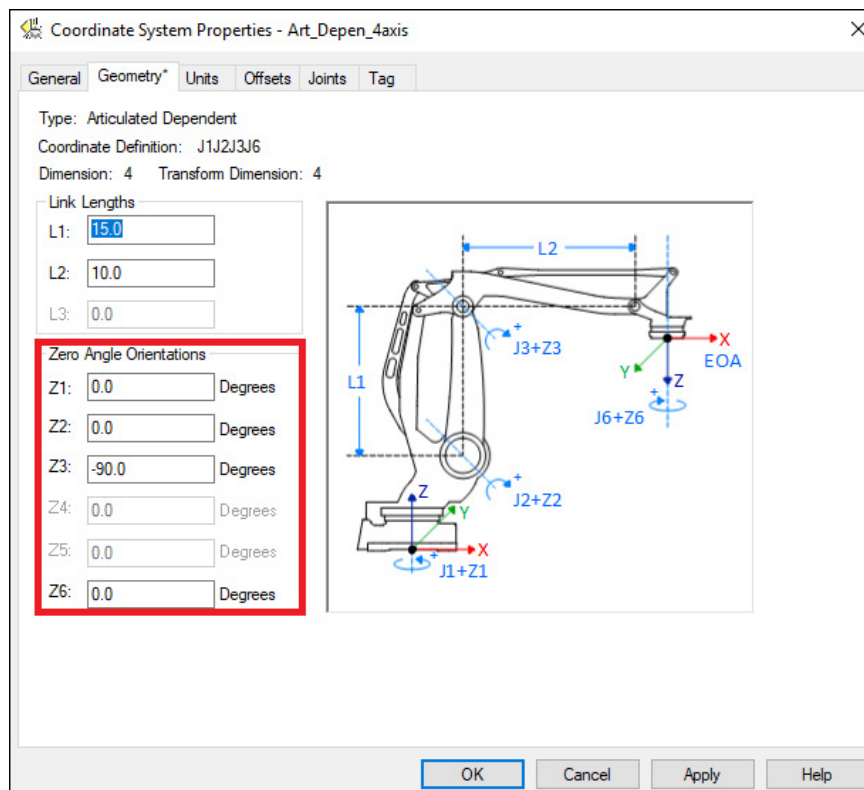
对于联接相关的 J1J2J3J6 机器人几何结构, Logix Designer 应用程序中的内部变换方程假定:

- 关节 J1、J2、J3 和 J6 归零为 0° 。
- J6 旋转轴 (axis) 与臂端 (End of Arm, EOA) 坐标系的 Z 轴 (axis) 对齐 (相对于基础坐标系, EOA 坐标系的 Z 轴 (axis) 朝下)。

要将结点 J1、J2、J3 和 J6 的角度位置设置为除 0 以外的任何值, 请在“坐标系统属性”对话框的“几何结构”选项卡上配置零角度方向值, 使结点角度位置与内部方程相符。

要打开“坐标系统属性”对话框, 请在“控制器 (controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹, 右键单击轴 (axis), 然后选择“属性”。

例如, 要将关节 J3 轴位置设置为 0° 而不是 90° , 请为 **Z3** 参数输入 -90° 。下图显示了 J3 轴 (axis) 位置设置为 0° 。



另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 112

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的基本偏移量](#) 参考页数 114

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 115

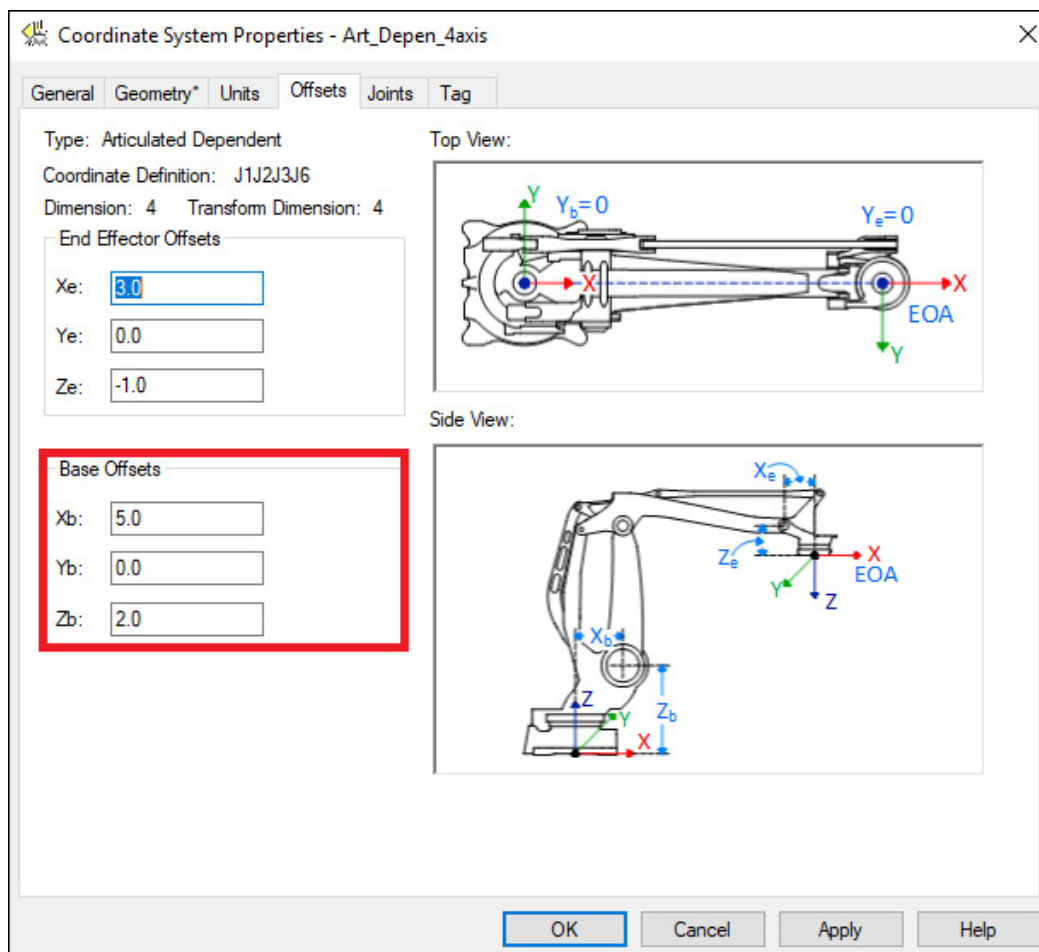
联接相关 J1J2J3J6 机器人的基本偏移量

基本偏移量是一组用于定义机器人基座与结点 J_2 之间的偏移的坐标值。机械制造商应提供了正确的基本偏移值。

在“坐标系统属性”对话框的“偏移量”选项卡上的 X_b 、 Y_b 和 Z_b 框中配置基本偏移值。

要打开“坐标系统属性”对话框，请在“控制器 (controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹，右键单击轴 (axis)，然后选择“属性”。

下图显示了“偏移量”选项卡中的基本偏移量。



另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 112

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的零角度方向](#) 参考页数 113

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的末端执行器偏移量](#) 参考页数 115

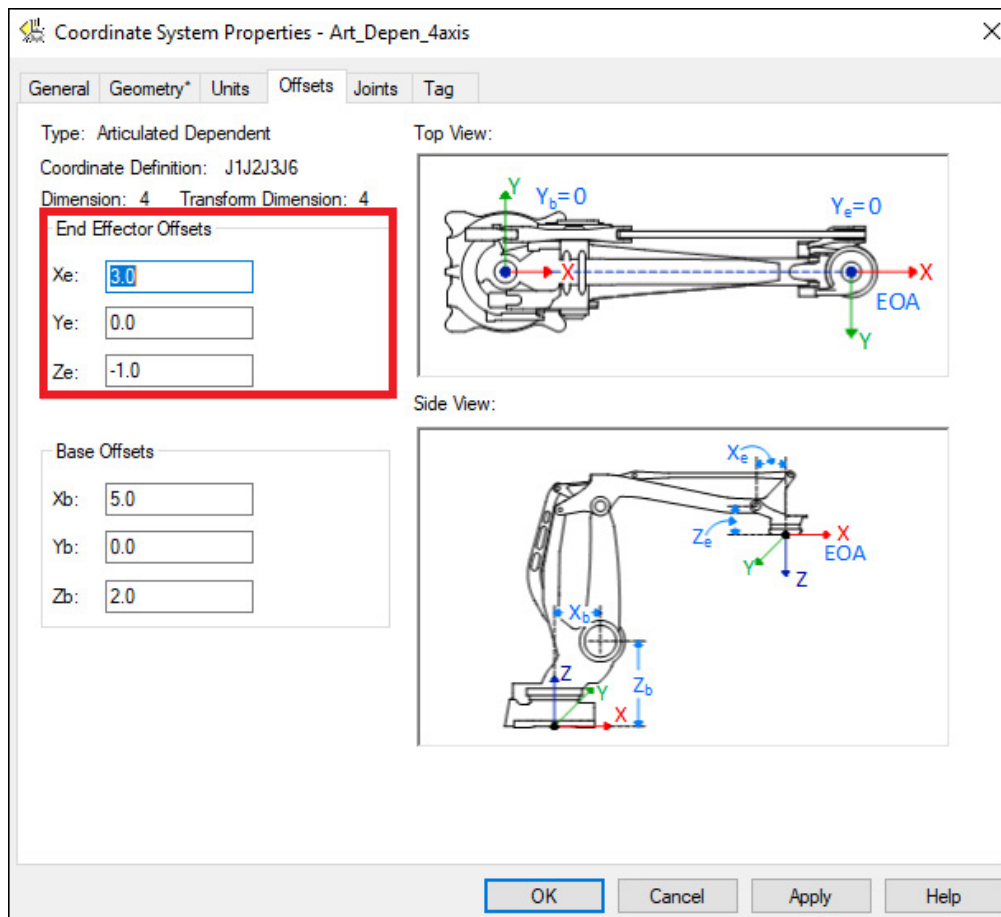
联接相关 J1J2J3J6 机器人的末端执行器偏移量

末端执行器偏移量可设置用于定义连杆 L2 与臂端 (End of Arm, EOA) 之间的偏移量的坐标值。Xe、Ye 和 Ze 是径向偏移量，不会因为连接的工具而更改。

在“坐标系统属性”对话框的“偏移量”选项卡上的 Xe、Ye 和 Ze 框中配置末端执行器偏移值。

要打开“坐标系统属性”对话框，请在“控制器 (controller) 管理器”中展开“运动组”文件夹，右键单击轴 (axis)，然后选择“属性”。

下图显示了“偏移量”选项卡中的末端执行器偏移量。



另请参阅

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 112

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的零角度方向](#) 参考页数 113

[联接相关 J1J2J3J6 机器人的基本偏移量](#) 参考页数 114

手臂解

运动学手臂解是机器人上与笛卡尔坐标位置相对应的所有关节的位置。若笛卡尔坐标位置处于机器人的工作区内，则至少会存在一个解。许多几何结构针对单个笛卡尔位置具有多个关节解。

- 二轴机器人 - 对于笛卡尔坐标位置，通常存在两个关节解。
- 三轴机器人 - 对于笛卡尔坐标位置，通常存在四个关节解。

另请参见

[二轴机器人的左臂解和右臂解](#) 参考页数 116

[三维机器人的解镜像](#) 参考页数 117

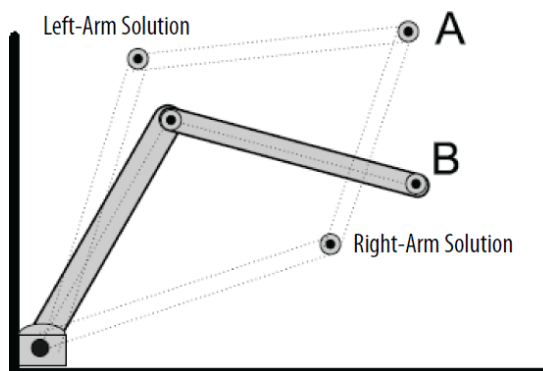
[更改机器人手臂解](#) 参考页数 117

[奇异点规划](#) 参考页数 118

[遇到无解位置](#) 参考页数 118

二轴机器人的左臂解和右臂解

对于具有手臂配置的机器人，在尝试到达给定位置时，具有两个运动学解。下图显示了点 A。其中一个解满足右臂机器人的方程，另一个解满足左臂机器人的方程。



另请参见

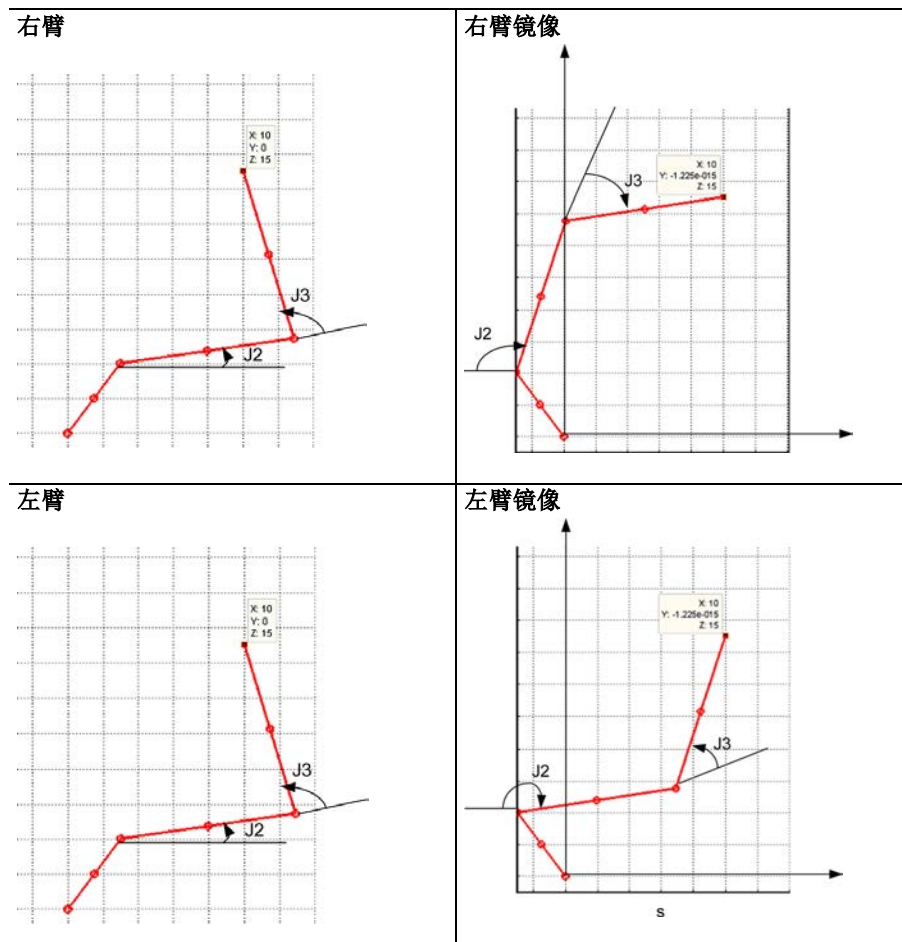
[手臂解](#) 参考页数 116

三维机器人的解镜像

对于三维关节式独立机器人，在同一点存在四个解。

- 左臂
- 右臂
- 左臂镜像
- 右臂镜像

例如，以笛卡尔坐标点 XYZ (10,0,15) 为例。对应于该点的关节位置有四个关节解。其中两个解与二维机器人的解相同。其他解是将 J1 旋转 180° 的镜像解。



另请参见

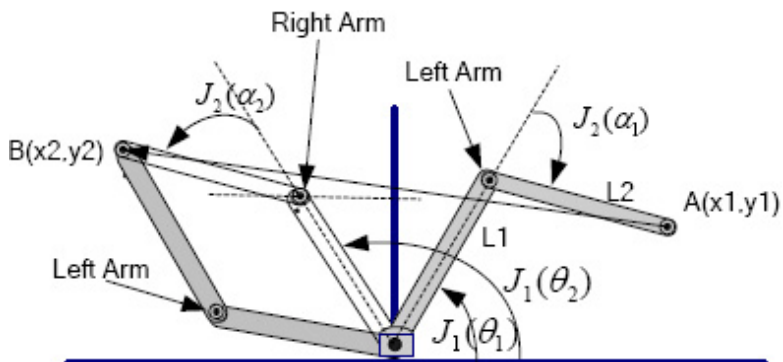
[手臂解](#) 参考页数 116

更改机械臂解决方案

您可以将机器人从左臂解决方案切换到右臂解决方案，反之亦然。当对结点移动指令进行了编程 (Program)，发生强制的左/右的更改时，此项操作

自动完成。执行更改之后，当产生笛卡尔移动指令时，机器人将处于新的机械臂解决方案。如有需要，当产生另一个结点移动指令时，机械臂解决方案将再次更改。

示例：假设要将机器人从位置 $A(x_1, y_1)$ 移动到位置 $B(x_2, y_2)$ ，请参阅下图。在位置 A ，系统处在左臂解决方案。如果将笛卡尔移动指令从 $A(x_1, y_1)$ 编程 (Program) 至 $B(x_2, y_2)$ ，系统将沿直线从 A 移动至 B ，但仍处在左臂解决方案。如果想要移动处在右臂解决方案的位置 B ，则必须作出两次结点移动，将 J_1 从 θ_1 移动至 θ_2 并将 J_2 从 α_1 移动至 α_2 。



另请参阅

[手臂解](#) 参考页数 116

奇点规划

对于给定的笛卡尔位置，如果存在无穷多个结点位置（数学解决方案），则会出现奇点。奇点的笛卡尔位置取决于机器人的几何结构类型以及其连杆长度的大小。并非所有的机械机器人几何结构都带有奇点位置。

例如，当出现下列情况时，会出现联接独立机器人的奇点：

- 机器人操作员将机械臂进行反向折叠，且笛卡尔位置处在原点。
- 机器人完全延伸到或接近其工作区的边界。

达到奇点位置时，会产生错误状况。



警告 (WARNING): 在笛卡尔模式下编程时，应避免将机器人编程为朝奇点位置运动。在机器人接近奇点位置时，其速度会迅速增大，可能导致人员伤亡。

另请参阅

[手臂解](#) 参考页数 116

遇到无解位置

当对机器人进行编程，使之移出其工作盖面时，就不存在已编程笛卡尔位置的数理结点位置。系统强制出现错误状况。

例如，如果联接独立的机器人有两支 10 英寸的机械臂，则最大延伸距离是 20 英寸。对笛卡尔位置进行编程，使之超越 20 英尺，将会产生不存在数理结点位置的状况。



警告 (WARNING): 在笛卡尔模式下编程时，应避免将机器人编程为朝无解位置运动。在机器人接近此位置时，其速度会迅速增大，可能导致人员伤亡。

另请参阅

[手臂解](#) 参考页数 116

配置 Delta 机器人几何

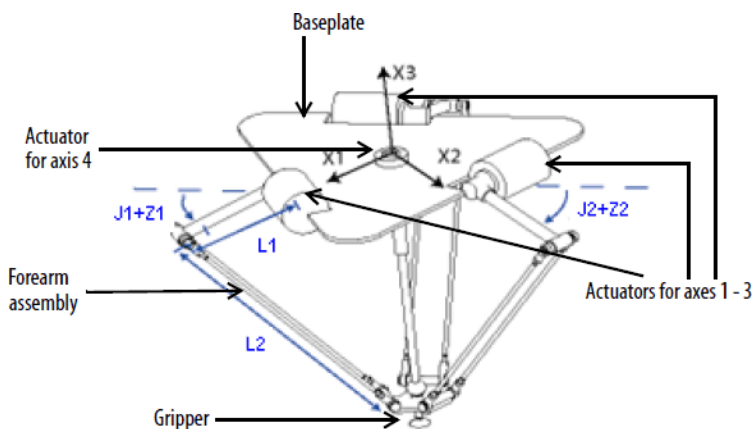
Logix Designer 应用程序支持三种类型的几何结构，它们通常被称为并联机构。

- 三维 Delta 机器人
- 二维 Delta 机器人
- SCARA Delta

在这三种几何结构中，关节数大于自由度，且并非所有关节都是驱动（电机驱动）关节。这些非驱动关节通常是球形关节。

配置 Delta 三维机器人

下图显示了在三维笛卡尔 (X_1, X_2, X_3) 坐标空间中运动的四轴 Delta 机器人。这种类型的机器人通常称为蜘蛛机器人或伞形机器人。



上图中的 Delta 机器人具有三个自由度，还有可选的第四个自由度，用于旋转工具尖端的零件。在 Logix Designer 应用程序中，前三个自由度配置为机器人坐标系统中的三个关节轴 (J_1, J_2, J_3)。这三个关节轴：

- 可直接在关节空间编程。

- 由 Logix Designer 应用程序中嵌入的运动学软件通过在虚拟笛卡尔坐标系统中编程的指令自动控制。

该机器人带有一块固定顶板和一块活动底板。固定顶板通过三个连杆臂组件连接到活动底板。三个连杆臂组件都配有一个顶部连杆臂 (L1) 和一个平行四边形的两杆连杆组件 (L2)。

当每个轴 (J1, J2, J3) 旋转时, 夹持器的 TCP 会沿 (X1, X2, X3) 方向相应移动。夹持器与 X3 轴保持垂直, 同时, 其位置通过各个前臂部件中平行四边形机构的机械运动平移到 (X1, X2, X3) 空间。平行四边形机构通过球形关节进行机械连接, 可确保顶板和底板相互保持平行。

为 TCP 设定 (X1, X2, X3) 坐标, 然后, Logix Designer 应用程序会计算每个关节 (J1、J2、J3) 所需的命令, 以将夹持器从当前 (X1, X2、X3) 位置以设定的矢量动力学参数直线运动到设定的 (X1, X2, X3) 位置。

当每个顶部连杆 (L1) 向下移动时, 假定相应的关节轴 (J1、J2 或 J3) 沿正向旋转。机器人的三个关节轴被配置为线性轴。

要旋转夹持器, 应将第四个轴配置为线性独立轴或旋转独立轴。

另请参见

[建立 Delta 三维机器人参考坐标系](#) 参考页数 120

[校准 Delta 三维机器人](#) 参考页数 121

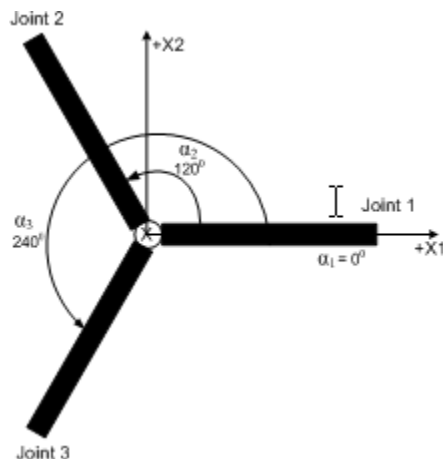
[配置 Delta 三维机器人的零角度姿态](#) 参考页数 122

[确定 Delta 三维机器人的工作空间](#) 参考页数 123

[定义 Delta 三维机器人的配置参数](#) 参考页数 125

建立 Delta 三维机器人参考坐标系

Delta 几何结构的参考坐标系位于固定顶板的中心。关节 1、关节 2 和关节 3 是驱动关节。如果在 Logix Designer 应用程序中配置 Delta 坐标系，使得关节零位在水平位置 0° ，则其中一对连杆的 L_1 会沿 X_1 正向轴对齐（如图所示）。从关节 1 逆时针移动到关节 2 时， X_2 轴将与 X_1 轴正交。根据右手定则， X_3 正向为轴朝上（指向纸面外）。



另请参见

[校准 Delta 三维机器人](#) 参考页数 121

校准 Delta 三维机器人 可执行以下步骤来校准机器人。

校准 Delta 三维机器人：

1. 从机器人制造商处获得 J_1 、 J_2 和 J_3 在校准位置的角度值。使用这些值建立参考位置。
2. 当关节轴处于开环状态时，通过程序控制点动机器人或手动移动机器人，以将所有关节移动到校准位置。
3. 执行以下一项操作：
 - a. 使用在步骤 1 中获得的校准值，通过运动位置重设 (MRP) 指令设置关节轴的位置。
 - b. 使用在步骤 1 中获得的校准值，设置关节轴零点位置的配置值，并对每个关节轴执行运动轴归零 (MAH) 指令。
4. 将每个关节移至绝对位置 0.0 。确定每个关节位置的读数均为 0 度，且相应的 L_1 处在水平位置。

如果 L_1 未处在水平位置，请参见“校准 Delta 三维机器人的备选方法”部分。

另请参见

[校准 Delta 三维机器人的备选方法](#) 参考页数 122

用来校准 Delta 三维机器人的替代方法

将每个结点旋转到某个位置，使相应的连杆处于水平位置。执行下列操作之一：

- 使用 MRP 指令将此位置所有结点的角度设置为 0° 。
- 在“坐标系统属性”对话框的“几何”选项卡中，配置“零角度偏移量”值，使其等于结点处于水平位置时的值。

配置 Delta 三维机器人的零角度姿态

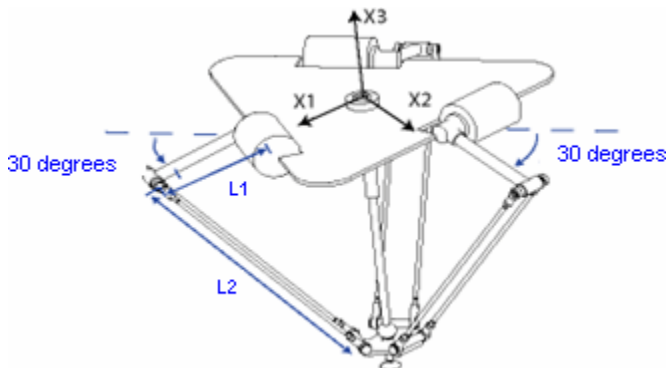
对于 Delta 机器人几何结构，在 Logix Designer 应用程序中编写内部变换方程时，假定：

- 当连杆 L_1 处于水平位置时，关节位于 0° 。
- 每个顶部连杆 (L_1) 向下移动时，其相应关节轴 (J_1 、 J_2 或 J_3) 沿正向旋转。

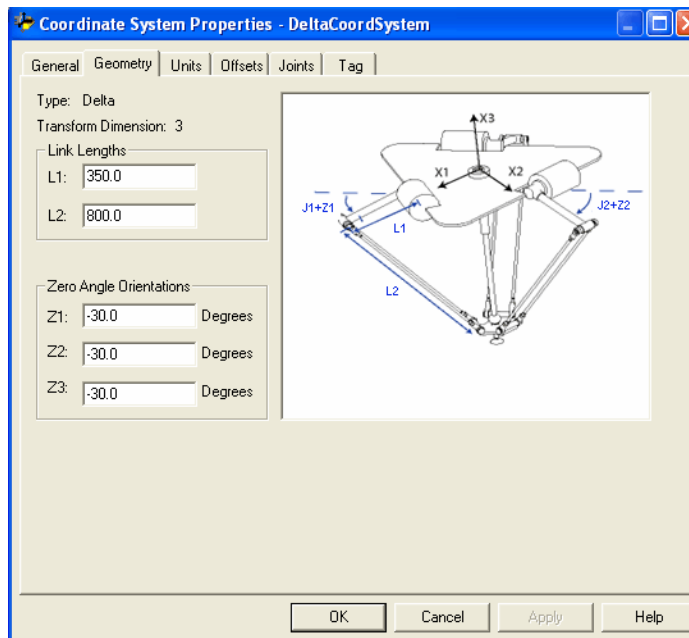
如果希望在 L_1 处于水平位置时关节角度位置为 0° 以外的任意值，则应在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡上配置零角度姿态值，使关节角度位置与内部方程相符。

例如，安装 Delta 机器人时，如果使连接至顶板的关节的零点位于水平以下正向 30° 处，同时希望 Logix Designer 应用程序在该位置的读取值为零，则应在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡上，将“零角度姿态”(Zero Angle Orientation) 值配置为 -30° 。

关节零点位于 30° 的 Delta 机器人



配置 Delta 机器人零角度姿态



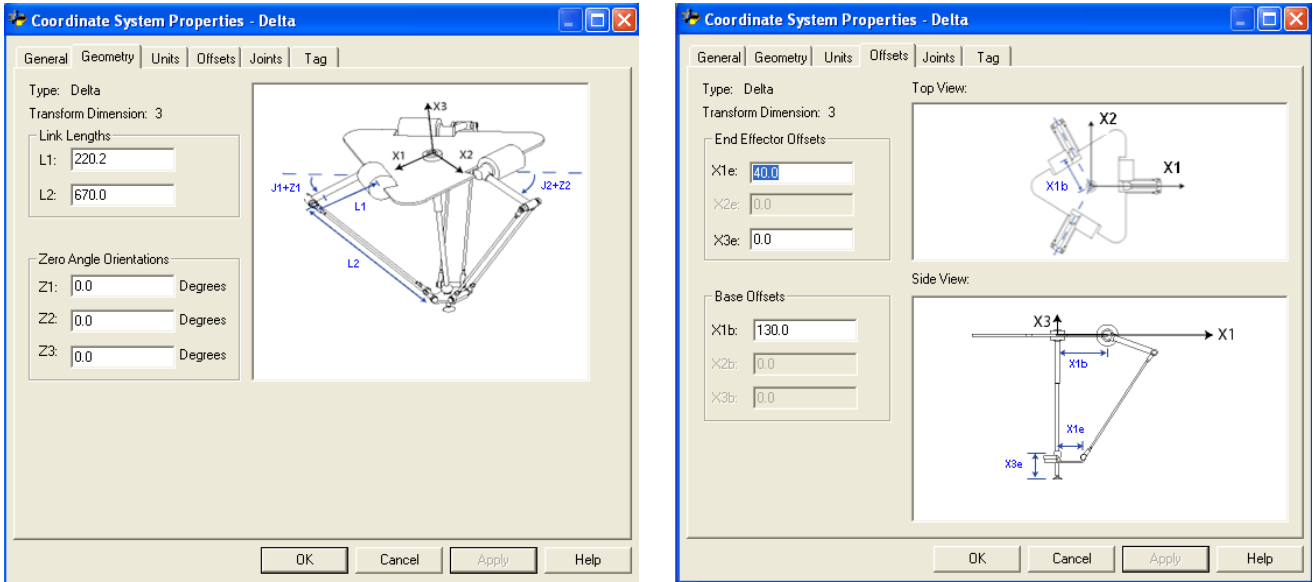
标识 Delta 三维机器人的工作盖面

工作盖面是用来定义机械臂可到达的边界的三维空间区域。Delta 机器人的典型工作盖面的上半部分看起来像平面，侧面像六角棱柱，下半部分像球体。有关 Delta 三维机器人工作盖面的更多信息，请参阅机器人制造商提供的文档。

在机器人工作区里定义的长方体内对机器人进行编程 (Program)。该长方体可以由 X1、X2、X3 虚拟源轴 (axis) 的正负维数来定义。请确定机器人的位置没有超出该长方体。可以在事件任务 (task) 中检查机器人位置。

为避免出现奇点位置问题，MCT 指令会在内部计算 Delta 机器人几何结构的结点限制值。首次调用 MCT 指令时，会根据在“坐标系统属性”对话框的“几何”和“偏移量”选项卡中输入的连杆长度值和偏移量值，在内部计算结点的最大正、负限制值。

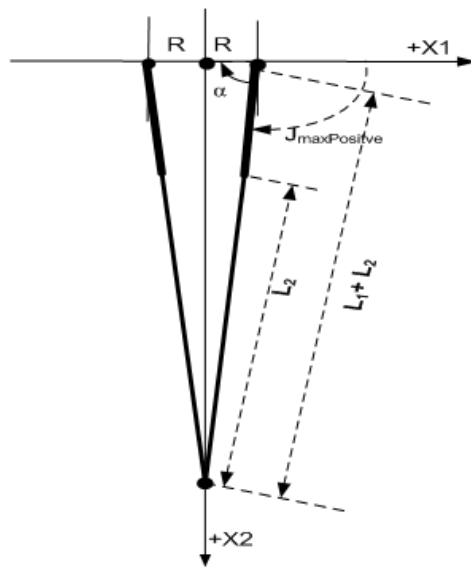
“Delta 三维配置系统属性”对话框 -“几何”和“偏移量”选项卡



每次扫描期间，都会检查正向和逆向运动学例程中的结点位置，以确保它们处于最大和最小负向结点限制范围内。

将结点轴 (axis) 自动导引或移动到计算得出的结点限制值以外的位置，然后调用 MCT 指令，会导致出现错误 67 (变换位置无效)。有关错误代码的更多信息，请参阅 [LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#) (出版号 MOTION-RM002)。

最大正向关节限位条件 当 L_1 和 L_2 共线时，适用最大正向关节限位条件。



最大正向关节限位位置

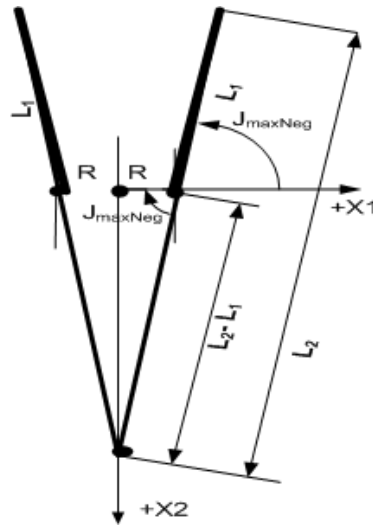
$R = (X1b - X1e)$ 的绝对值

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{R}{L1 + L2} \right)$$

$$J_{\max \text{ Positive}} = 180^\circ - \alpha$$

最大负向关节限位条件 当 L_1 和 L_2 在彼此上方折回时，适用最大负向关节限位条件。

R 使用基点偏移和末端执行器偏移值 (X_{1b} 和 X_{1e}) 计算。



最大负向关节限位条件

$R = (X_{1b} - X_{1e})$ 的绝对值

$J_{MaxNeg} = -\cos^{-1}$

$$\left(\frac{R}{L_2 - L_1} \right)$$

为 Delta 三维机器人定义配置参数

可将 Logix Designer 应用程序配置为控制具有各种延伸和有效载荷功能的机器人。机器人的配置参数值包括：

- 连杆长度
- 基本偏移量
- 末端执行器偏移量

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

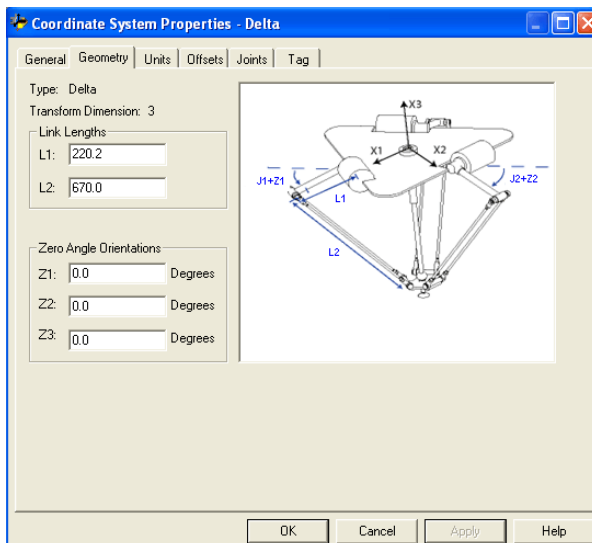
重要事项 (IMPORTANT) 确认以相同计量单位在“坐标系统属性”对话框中输入“连杆长度”、“基本偏移量”和“末端执行器偏移量”值。

Delta 三维机器人的连杆长度

连杆是连接到旋转关节的刚性机械体。Delta 三维机器人的几何结构包含三对连杆，每对连杆由 L_1 和 L_2 组成。每对连杆的尺寸相同。

- L_1 - 连接到各驱动关节 (J_1 、 J_2 和 J_3) 的连杆。
- L_2 - 连接到 L_1 的平行杆。

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡中，输入连杆长度。



另请参见

[定义 Delta 三维机器人的配置参数](#) 参考页数 125

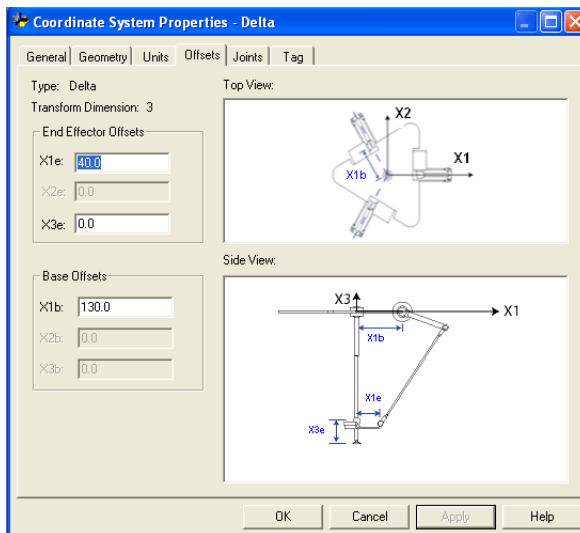
[Delta 三维机器人的基点偏移](#) 参考页数 126

[Delta 三维机器人的末端执行器偏移](#) 参考页数 127

Delta 三维机器人的基点偏移

Delta 三维机器人几何结构存在 **x1b** 基点偏移值。输入从机器人坐标系原点到某个传动器关节的距离值。

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的**偏移** (Offset) 选项卡中，输入 Delta 三维机器人的基点偏移值。



另请参见

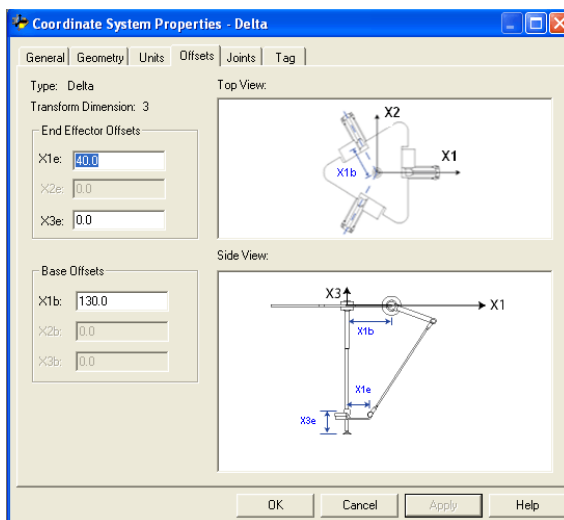
[定义 Delta 三维机器人的配置参数](#) 参考页数 125

Delta 三维机器人的末端执行器偏移

Delta 三维机器人几何结构存在两个末端执行器偏移：

- **X1e** - 从活动底板中心到平行臂下部球形关节的距离。
- **X3e** - 该值为从基板到夹持器 TCP 的距离。

偏移值始终为正数。在**坐标系统属性** (Coordinate System Properties) 对话框的**偏移** (Offsets) 选项卡上，输入末端执行器偏移值。



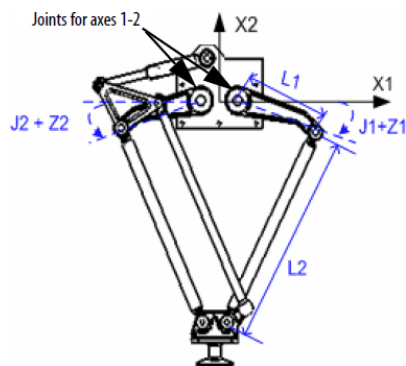
另请参见

[定义 Delta 三维机器人的配置参数](#) 参考页数 125

[Delta 三维机器人的基点偏移](#) 参考页数 126

配置 Delta 二维机器人

下图显示了在二维笛卡尔空间运动的 Delta 二维机器人。



该机器人带有两个旋转关节，可将夹持器沿 $(X1, X2)$ 平面移动。两个前臂组件将固定顶板连接到移动底板。夹持器连接到该移动底板。底板始终与

X2 轴正交，其位置通过每个前臂组件中的机械平行四边形结构平移到笛卡尔空间 (X1, X2)。J1 和 J2 两个关节是驱动关节。L1 与 L2 连杆间及 L2 与基板间的关节是非驱动关节。

每个关节均可独立旋转，将夹持器移动到设定 (X1, X2) 位置。当每个关节轴 (J1、J2 或 J1 和 J2) 旋转时，夹持器的 TCP 会沿 X1 或 X2 方向、或 X1 和 X2 方向相应移动。为 TCP 设定 (X1, X2) 坐标，然后，Logix Designer 应用程序会通过内部矢量动力学计算来算出每个关节所需的适当命令，以将夹持器从当前 (X1, X2) 位置线性移动到设定的 (X1, X2) 位置。

机器人的两个关节轴 (J1 和 J2) 配置为线性轴。

要旋转夹持器，应将第三个轴配置为线性独立轴或旋转独立轴。

另请参见

[建立 Delta 二维机器人参考坐标系](#) 参考页数 128

[校准 Delta 二维机器人](#) 参考页数 129

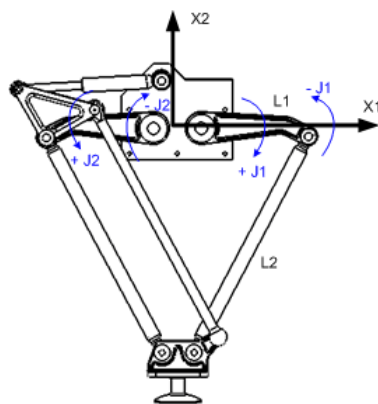
[确定 Delta 二维机器人的工作空间](#) 参考页数 129

[定义 Delta 二维机器人的配置参数](#) 参考页数 130

建立 Delta 二维机器人参考坐标系

Delta 二维机器人几何结构的参考坐标系位于固定顶板的中心。当关节 J1 和 J2 的角度均为 0° 时，两个 L1 连杆均沿着 X1 轴。一个 L1 连杆指向 X1 正方向，另一个指向 X1 负方向。

右侧连杆 L1 向下移动时，关节 J1 视为正向旋转。L1 向上移动时，J1 视为负向旋转。左侧连杆 L1 向下移动时，关节 J2 视为正向旋转。左侧 L1 向上移动时，J2 视为负向旋转。



另请参见

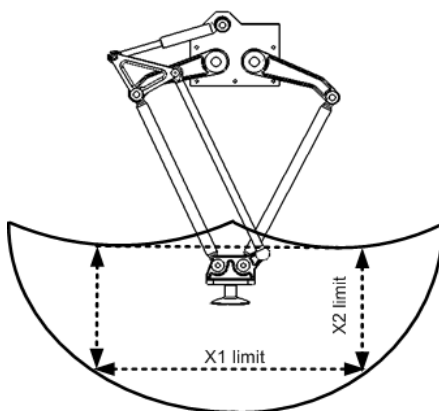
[校准 Delta 二维机器人](#) 参考页数 129

校准 Delta 二维机器人 Delta 二维机器人的校准方法与 Delta 三维机器人的校准方法相同。从机器人制造商处获得 J_1 和 J_2 在校准位置的角度值。使用这些值建立参考位置。

另请参见

[校准 Delta 三维机器人](#) 参考页数 121

标识 Delta 二维机器人的工作盖面 工作盖面是用来定义机械臂可到达的边界的二维空间区域。典型的 Delta 二维机器人工作盖面是由圆弧组成的边界。



在机器人工作区里的矩形内（上图中的虚线部分）对 Delta 二维机器人的参数进行编程 (Program)。该矩形可通过 X_1 、 X_2 虚拟源轴 (axis) 的正负维数来定义。确保机器人位置没有超出该矩形之外。可以在事件任务 (task) 中检查机器人位置。

为避免出现奇点位置问题，Logix Designer 应用程序会对 Delta 机器人几何结构的结点限制值进行内部计算。首次调用 MCT 指令时，会根据在“坐标系统属性”对话框的“几何”和“偏移量”选项卡中输入的连杆长度值和偏移量值，在内部计算结点的最大正、负限制值。

有关最大正向和负向结点限制值的更多信息，请参阅“最大正向结点限制条件”和“最大负向结点限制条件”。

将结点轴 (axis) 自动导引或移动到计算得出的结点限制值以外的位置，然后调用 MCT 指令，会导致出现错误 67（变换位置无效）。有关错误代码

的更多信息，请参见 [Logix 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#)（出版号 [MOTION-RM002](#)）。

为 Delta 二维机器人定义配置参数

可配置 Logix Designer 应用程序，以便控制不同工作范围和有效载荷能力的机器人。机器人的配置参数值包括：

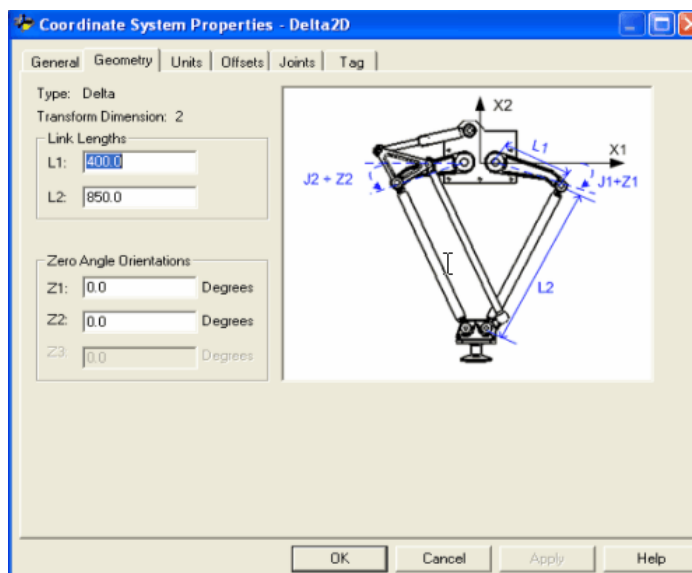
- 连杆长度
- 基本偏移量
- 末端执行器偏移量

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

重要事项 (IMPORTANT) 确认以相同计量单位在“坐标系统属性”对话框中输入“连杆长度”、“基本偏移量”和“末端执行器偏移量”值。

Delta 二维机器人的连杆长度

连杆是连接到关节的刚性机械体。二维 Delta 几何结构有两对长度相等的连杆。连接到驱动关节 (J_1 和 J_2) 的连杆为 L_1 。连接到连杆 L_1 的平行杆组件为连杆 L_2 。



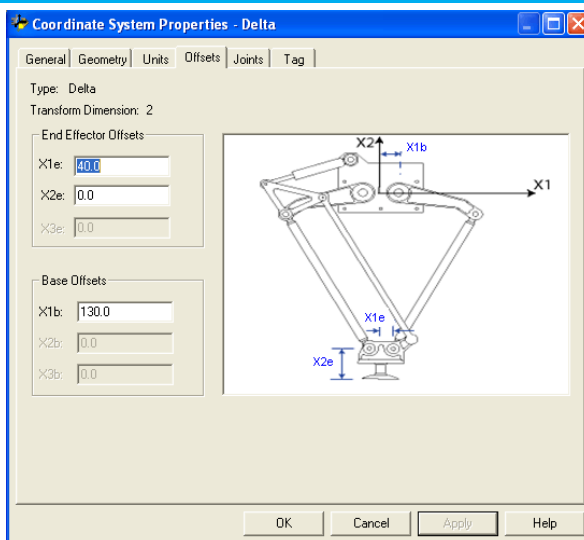
另请参见

[Delta 二维机器人的配置参数](#) 参考页数 130

Delta 二维机器人的基点偏移

Delta 二维机器人几何结构存在 X_{1b} 基点偏移值。输入从机器人坐标系统原点到某个传动器关节的距离值。

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offset) 选项卡中，输入 Delta 二维机器人的基点偏移值。



另请参见

[定义 Delta 二维机器人的配置参数](#) 参考页数 130

[二维机器人的连杆长度](#) 参考页数 125

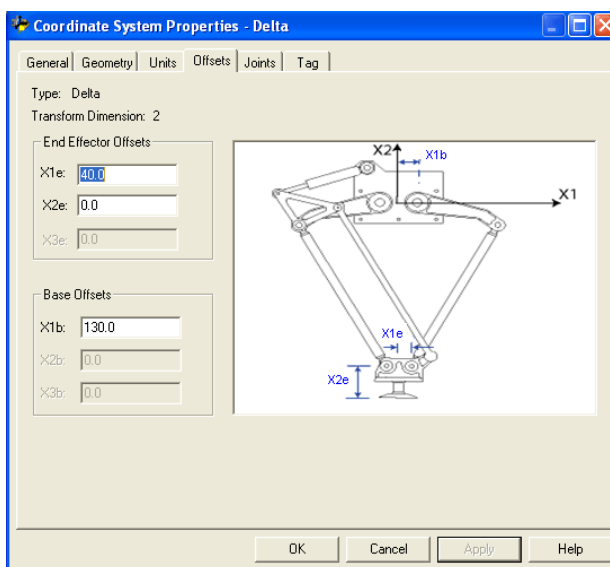
[二维机器人的末端执行器偏移](#) 参考页数 127

Delta 二维机器人的末端执行器偏移

Delta 二维机器人几何结构存在两个末端执行器偏移。

- **X1e** - 该值为从底板中心到平行臂下部球形关节的偏移距离。
- **X2e** - 该值为从底板到夹持器 TCP 的距离。

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offsets) 选项卡上, 输入末端执行器偏移值。



另请参见

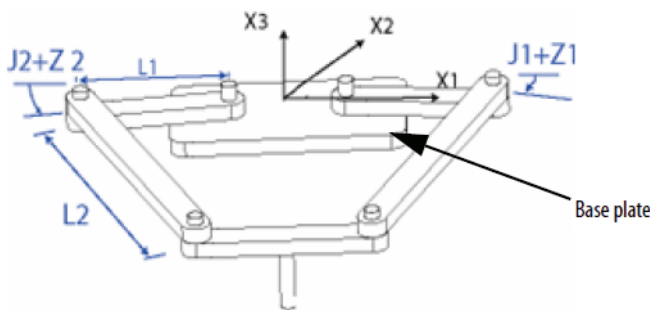
[定义 Delta 二维机器人的配置参数](#) 参考页数 130

[二维机器人的连杆长度](#) 参考页数 125

[二维机器人的基点偏移](#) 参考页数 130

配置 SCARA Delta 机器人

SCARA Delta 机器人的几何结构与二维 Delta 机器人的几何结构类似，不同之处在于 X_1 - X_2 平面与垂直方向上的第三个线性轴 (X_3) 呈水平倾斜。



另请参见

[建立 SCARA Delta 机器人参考坐标系](#) 参考页数 132

[校准 SCARA Delta 机器人](#) 参考页数 133

[确定 SCARA Delta 机器人的工作空间](#) 参考页数 133

[定义 SCARA Delta 机器人的配置参数](#) 参考页数 134

[配置使用负 \$X_{1b}\$ 偏移的 Delta 机器人](#) 参考页数 135

为 SCARA Delta 机器人建立参考坐标系

SCARA Delta 机器人的参考框架位于基板的中心。

当结点 J_1 和 J_2 的角度均为 0° 时，两个 L_1 连杆分别顺沿 X_1 轴 (axis)。一个 L_1 连杆指向正 X_1 方向，另一个指向负 X_1 方向。

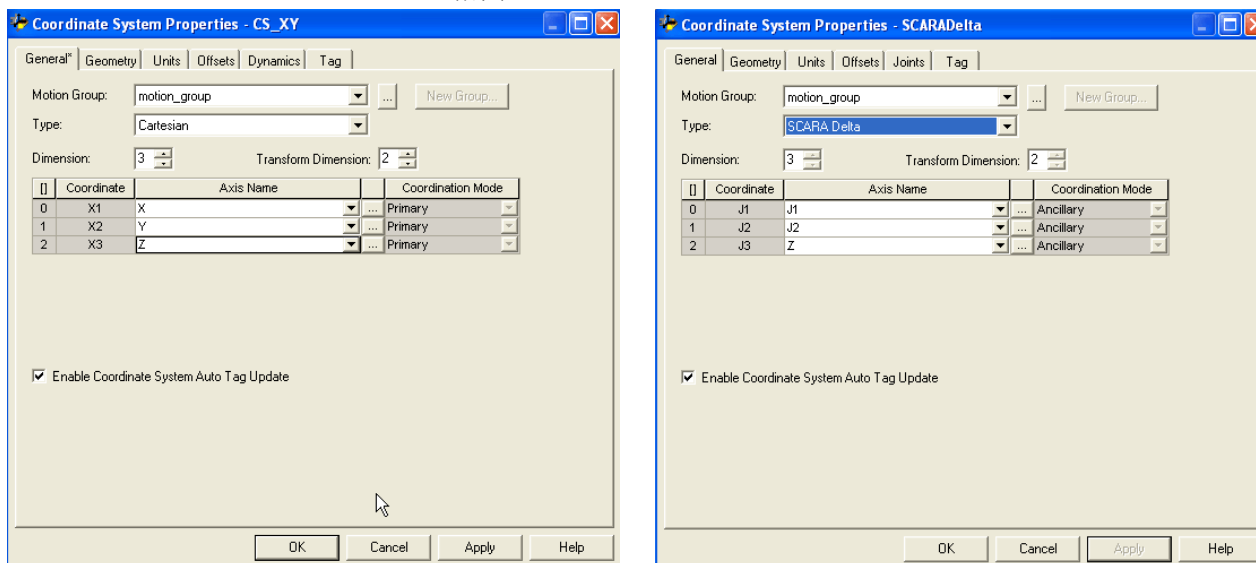
右边的连杆 L_1 顺时针移动 (俯视机器人) 时，会假定结点 J_1 正在进行正向旋转。右边的连杆 L_1 逆时针移动时，则会假定结点 J_1 正在进行负向旋转。

左边的连杆 L_1 顺时针移动时，会假定结点 J_2 正在进行负向旋转。左边的连杆 L_1 逆时针移动时，则会假定结点 J_2 正在进行负向旋转。

根据右手定则, X_3 的正极朝上, 与 X_1 - X_2 平面正交。该线性轴 (axis) 始终朝 X_3 方向移动。

在 Logix Designer 应用程序中配置 SCARA Delta 机器人时, 请遵循以下指南:

- 配置源坐标系统和目标坐标系时, 变换维的值都应为 2。
- 对于源坐标系和目标坐标系, 配置为第三个 axis 的线性 axis 必须相同。



校准 SCARA Delta 机器人

SCARA Delta 机器人的校准方法与 Delta 三维机器人的校准方法相同。有关校准的更多信息, 请参见“校准 Delta 三维机器人”部分。

另请参见

[校准 Delta 三维机器人](#) 参考页数 121

标识 SCARA Delta 机器人的工作盖面

SCARA Delta 机器人的工作盖面类似于 X_1 - X_2 平面中的二维 Delta 机器人。第三个线性 axis 扩展工作区, 使其成为立体区。该线性轴 (axis) 的最大正、负限制值定义立体区的高度。

建议您在机器人工作区里定义的长方体内对 SCARA Delta 机器人进行编程 (Program)。通过 X_1 、 X_2 、 X_3 虚拟源轴 (axis) 的正负维数定义长方体。请确定机器人的位置没有超出该长方体。可以在事件任务 (task) 中检查机器人位置。

为避免出现奇点位置问题，Logix Designer 应用程序会对 Delta 机器人几何结构的结点限制值进行内部计算。有关最大正向和负向结点限制值的更多信息，请参阅“最大正向结点限制条件”和“最大负向结点限制条件”。

将结点轴 (axis) 自动导引或移动到计算得出的结点限制值以外的位置，然后调用 MCT 指令，会导致出现错误 67“变换位置无效”。有关错误代码的更多信息，请参见 [Logix 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#) (出版号 MOTION-RM002)。

另请参见

[结点最大正限制值条件](#) 参考页数 124

[结点最大负限制值条件](#) 参考页数 125

定义 SCARA Delta 机器人的配置参数

可配置 Logix Designer 应用程序，以便控制不同工作范围和有效载荷能力的机器人。机器人的配置参数值包括：

- 连杆长度
- 基点偏移
- 末端执行器偏移

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

重要事项 (IMPORTANT) 确认以相同计量单位在“坐标系统属性”对话框中输入“连杆长度”、“基点偏移量”和“末端执行器偏移量”值。

另请参见

[SCARA Delta 机器人的连杆长度](#) 参考页数 134

[SCARA Delta 机器人的基点偏移](#) 参考页数 135

[SCARA Delta 机器人的末端执行器偏移](#) 参考页数 135

SCARA Delta 机器人的连杆长度

连杆是连接到关节的刚性机械体。SCARA Delta 机器人有两对长度相同的连杆。连接到驱动关节 (J_1 和 J_2) 的连杆为 L_1 。连接到连杆 L_1 的平行杆组件为连杆 L_2 。

另请参见

[定义 SCARA Delta 机器人的配置参数](#) 参考页数 134

SCARA Delta 机器人的基点偏移

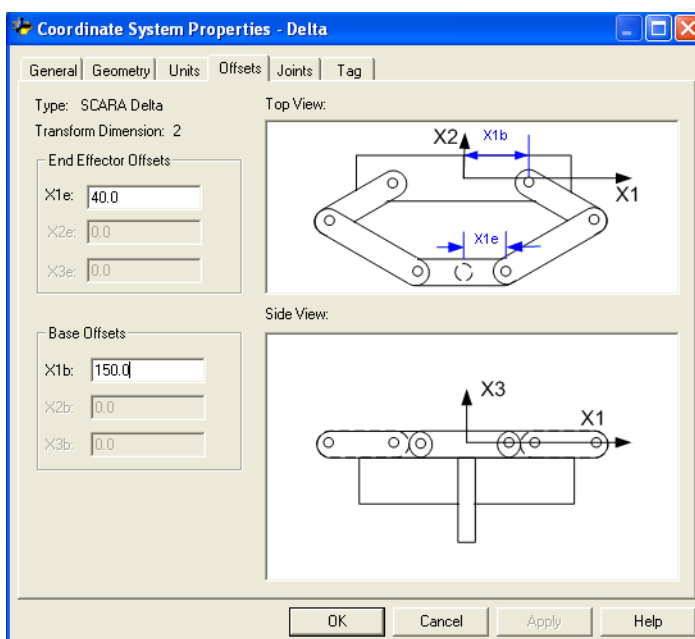
SCARA Delta 机器人几何结构存在 $X1b$ 基点偏移。输入从机器人坐标系原点致动器关节的距离值。基点偏移值始终为正数。

另请参见

[定义 SCARA Delta 机器人的配置参数](#) 参考页数 134

SCARA Delta 机器人的末端执行器偏移

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 **偏移 (Offsets)** 选项卡中的 $X1e$ 末端执行器偏移 (X1e End-Effector Offsets) 适用于 SCARA Delta 机器人几何结构。输入从活动背板中心到某个平行臂球形关节的距离值。末端执行器偏移 (End-Effector Offsets) 值始终为正数。

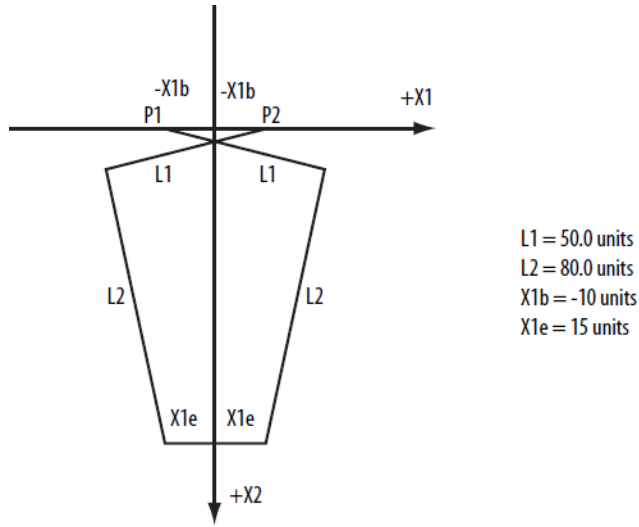


另请参见

[定义 SCARA Delta 机器人的配置参数](#) 参考页数 134

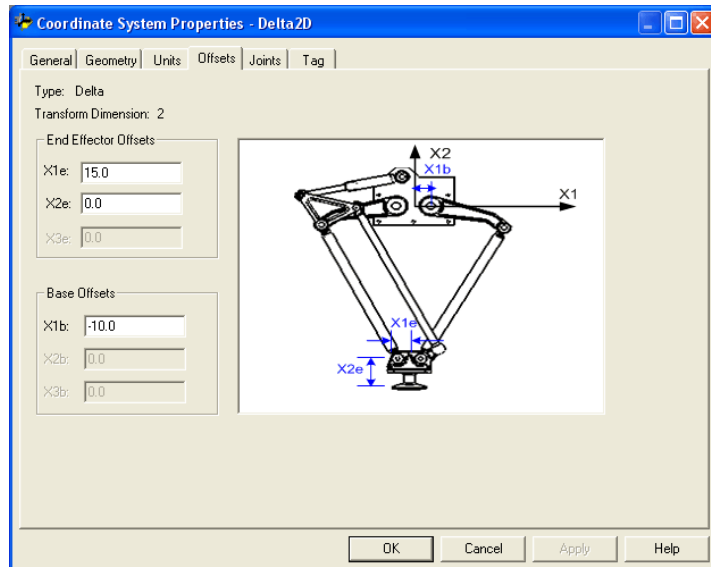
配置使用负 $X1b$ 偏移的 Delta 机器人

从本应用程序的版本 17 开始，在 2D 和 3D Delta 几何结构上可使用负 $X1b$ 基点偏移。例如，使用负 $X1b$ 偏移的机械 2D Delta 机器人具有下图所示的机械配置。



基点偏移 $X1b$ 是从机器人坐标系统原点到某个传动器关节的距离值。在上图中，一个驱动关节 ($P1$) 位于 $X1$ 的负侧。基点偏移 $X1b$ 是从坐标系统原点 ($X1 - X2$ 交叉点) 到 $P1$ 的距离，即 -10 个单位。

以下示例显示了针对上例在 Logix Designer 应用程序偏移选项卡中所设定的坐标系统配置。



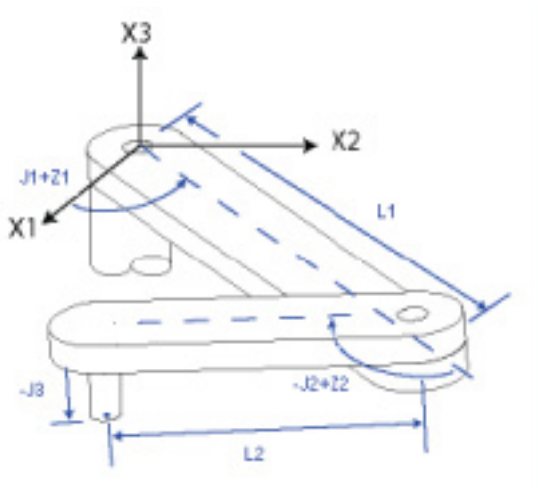
该负偏移描述同样适用于 Delta 3D 和 SCARA-Delta 配置。

配置 SCARA 独立机器人

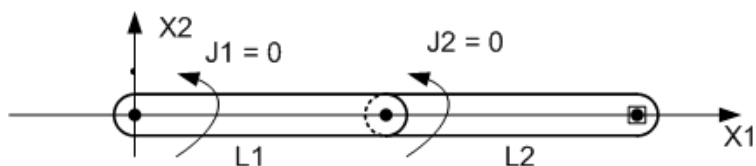
典型的 SCARA 独立机器人有两个后旋结点和一个柱状结点。这种机器人与联接独立的二维机器人基本相同，唯一的不同在于它的 $X1 - X2$ 平面与第三个垂直的线性轴 (axis) 水平倾斜。在配置 SCARA 独立机器人时，使用这些指南。

为 SCARA 独立机器人建立参考坐标系

SCARA 独立几何结构的参考坐标系位于连杆 L_1 的底座。



编写内部运动学方程时，SCARA 独立机器人关节的起始位置如下图所示。



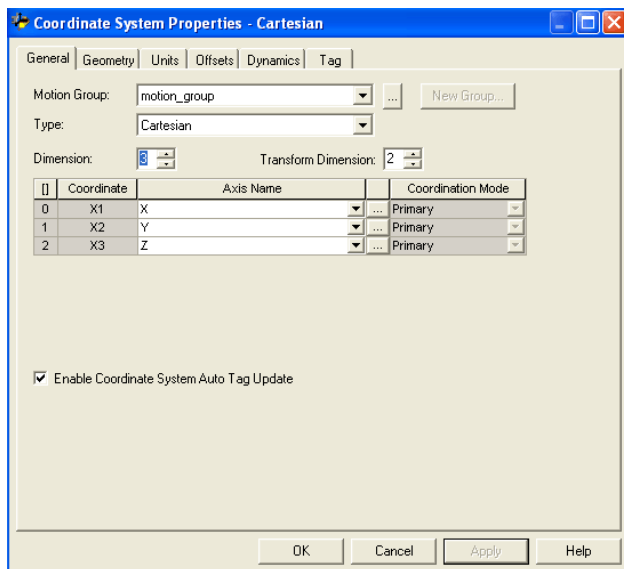
- 在 L_1 沿 X_1 轴时， $+J_1$ 从 $J_1 = 0.0$ 角度开始绕 $+X_3$ 轴逆时针方向测得。
- 在连杆 L_2 与连杆 L_1 对齐时， $+J_2$ 从 $J_2 = 0$ 开始逆时针测得。
- $+J_3$ 是与 $+X_3$ 轴平行运动的棱柱轴。

有关建立参考坐标系备选方法的详细信息，请参见“关节式独立机器人”部分。

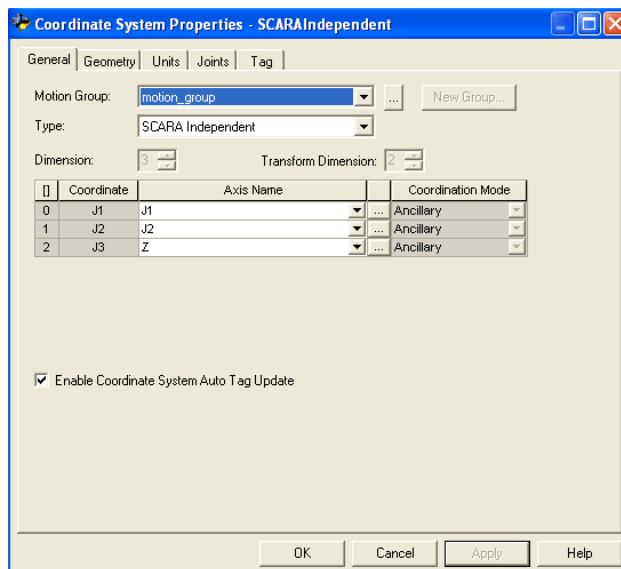
在配置 SCARA 独立机器人源坐标系统和目标坐标系统的参数时，应遵循以下指导原则：

- 由于变换过程仅涉及 J_1 和 J_2 ，对于源坐标系统和目标坐标系统，应将变换维度值设为 2。
- 将 Z 轴配置为源坐标系统以及目标坐标系统的一部分。

有关建立参考坐标系的详细信息，请参见“关节式独立机器人”部分。



源坐标系统的配置



目标坐标系统的配置

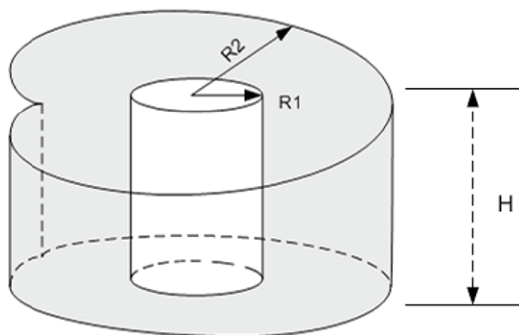
另请参见

[关节式独立机器人](#) 参考页数 57

确定 SCARA 独立机器人的工作空间

工作空间是用来定义机械臂工作范围边界的三维空间区域。SCARA 独立机器人的工作空间是一个空心圆柱体，其具体参数如下：

- 高度等于 J₃ 轴的行程限位。
- 内径 (R1) 等于 |L₁-L₂|。
- 外径 (R2) 等于 |L₁+L₂|。




为 SCARA 独立机器人定义配置参数

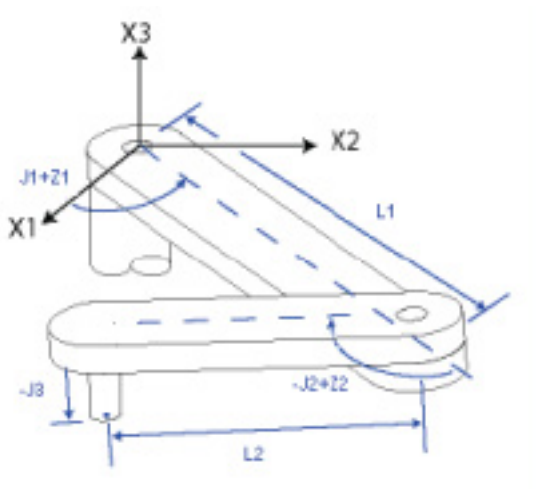
可将 Logix Designer 应用程序配置为控制具有各种延伸和有效载荷功能的机器人。机器人的配置参数值包括：

- 连杆长度

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

 提示：基本偏移量和末端执行器偏移量不适用于 SCARA 独立机器人。

此示例说明了 SCARA 独立机器人的典型配置参数。



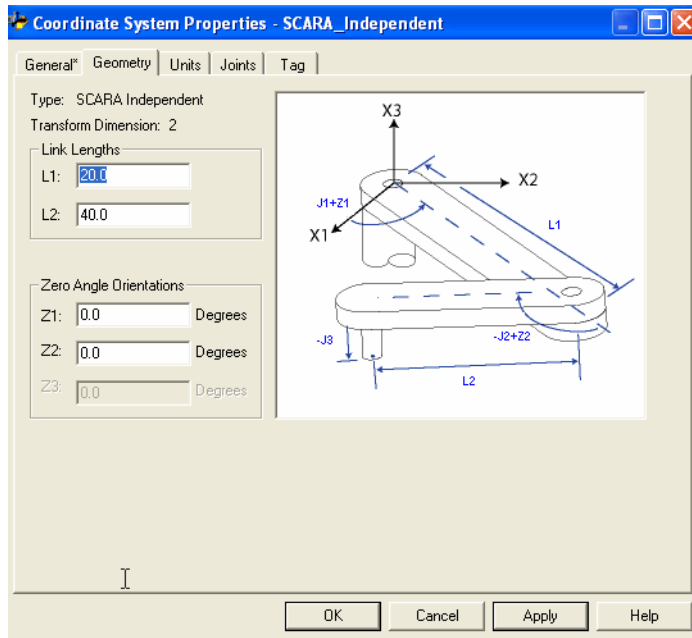
另请参阅

[SCARA 独立机器人的连杆长度](#) 参考页数 139

SCARA 独立机器人的连杆长度 连杆是连接到关节的刚性机械体。

输入连杆长度 (Link Lengths) 值。
对于“SCARA 独立机器人”图中所示的机器人，连杆长度 (Link Length) 值为：

- L1 = 20
- L2 = 40



基点偏移和末端执行器偏移不适用于 SCARA 独立机器人配置。

配置笛卡尔坐标龙门机器人 配置笛卡尔坐标龙门机器人时，应参考下列指南。

另请参见

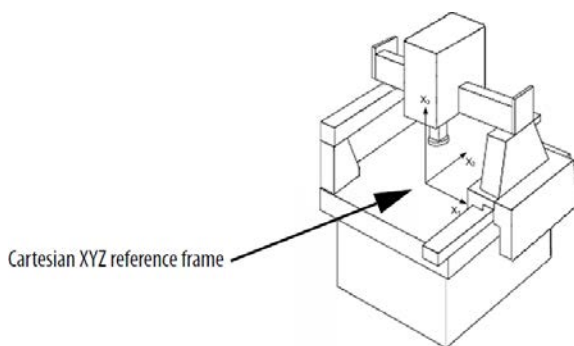
[建立笛卡尔坐标龙门机器人参考坐标系](#) 参考页数 140

[确定笛卡尔坐标龙门机器人的工作空间](#) 参考页数 140

[定义笛卡尔坐标龙门机器人的配置参数](#) 参考页数 140

为笛卡尔龙门式机器人建立参考坐标系

对于笛卡尔龙门式机器人，其参考坐标系是在笛卡尔机器人上任何位置定位的 X_1 、 X_2 和 X_3 轴 (axis) 的正交向量组。所有的全局坐标测量 (点) 都与此参考框架相关联。通常情况下，此参考框架与机器的 X_1 、 X_2 和 X_3 axis 对齐。



要使用不同于参考坐标系的轴 (axis) 位置建立本地坐标系，请使用运动重新定义位置 (Motion Redefine Position, MRP) 指令重置位置寄存器。您也可以使用 MCT 变换指令中的“偏移矢量”在本地坐标系与参考坐标系之间建立偏移。

有关运动指令的更多信息，请参阅 [LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#) (出版号 [MOTION-RM002](#))。

标识笛卡尔龙门式机器人的工作盖面

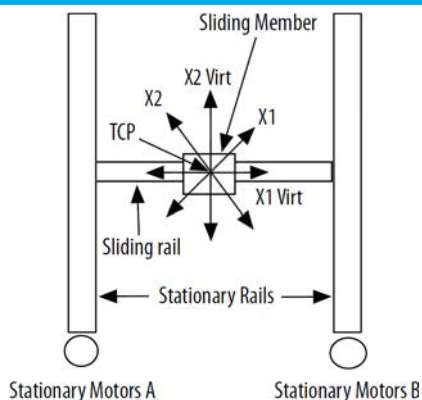
通常情况下，笛卡尔龙门式机器人的工作盖面是一个其长度、宽度和高度等于 axis 行程限制的实体矩形。

为笛卡尔龙门式机器人定义配置参数

对于笛卡尔龙门式机器人，无需定义连杆长度、基本偏移量或末端执行器偏移量配置参数。

配置笛卡尔坐标 H-bot 机器人

H-bot 是一种特殊类型的笛卡尔坐标二轴龙门机器人。这种机器有三个布置成 H 形的导轨。在机器人每个支腿的末端，都配有两个电机。与标准龙门机器人不同，两个电机都没有悬置在移动导轨顶部。配置笛卡尔坐标 H-bot 时，应参考下列指南。



在笛卡尔坐标 H-bot 图示中, X1 与 X2 轴是实际的机器人轴。X1 Virt 和 X2 Virt 配置为虚拟轴。

当电机 A 或电机 B 旋转时, H-bot 机械联动装置的配置使其能够以 45° 的角度向轴运动。

例如, 当:

- 电机 A (X1 轴) 旋转时, 机器人将以 $+45^\circ$ 角沿直线运动。
- 电机 B (X2 轴) 旋转时, 机器将以 -45° 角运动。
- 电机 A 和 B 以相同的速度顺时针旋转时, 机器将沿水平线运动。
- 电机 A 和 B 以相同的速度逆时针旋转时, 机器将沿垂直线运动。

通过对两个电机进行正确编程, 可以到达任意的 X,Y 位置。

例如, 运动 (X1=10, X2=0) 将使 X1、X2 轴运动到位置 (X1=7.0711, X2=7.0711)。运动 (X1=10, X2=10) 会使机器人运动至位置 (X1=0, X2=14.142)。

使用 Logix Designer 应用程序中配置有两个笛卡尔坐标系统和 -45° 旋转的运动学功能执行该功能。

要配置两个笛卡尔坐标系统:

坐标系统 1 (CS1) 和坐标系统 2 (CS2) 各包含两个线性轴。

1. 将 CS1 配置为包含虚拟 X1 轴与 X2 轴。
2. 将 CS2 配置为包含实际 X1 轴与 X2 轴。
3. 将 MCT 指令的 Orientation 矢量配置为 (0,0,-45), 围绕 X3 轴按负度数旋转。
4. 将 Translation 矢量配置为 (0,0,0)。
5. 使用 MCT 指令链接 CS1 和 CS2。
6. 将 H-bot 归零, 然后对 CS1 中的所有运动进行编程。

机器会将工具中心点 (TCP) 移至 CS2 中已设定的坐标。运动学功能引入的 -45° 旋转将会抵消机器的机械装置引入的 45° 旋转, H-bot 将运动至 CS1 中配置的坐标。因此, 设定的运动 (X1virt=10, X2virt=5) 将使机器人移动到实际的机械位置 (X1=10, X2=5)。

另请参见

[建立笛卡尔坐标 H-bot 机器人参考坐标系](#) 参考页数 142

[确定笛卡尔坐标 H-bot 机器人的工作空间](#) 参考页数 142

[定义笛卡尔坐标 H-bot 机器人的配置参数](#) 参考页数 142

建立笛卡尔坐标 H-bot 机器人参考坐标系

对于笛卡尔坐标 H-bot，基本坐标系是设置在笛卡尔坐标 H-bot 任意位置上的正交的 X1、X2 轴组。由于角旋转矢量用于实现机械操作所需的 45° 旋转，因此可能无法针对此机器人执行参考坐标系角旋转。

标识笛卡尔 H-bot 型机器人的工作盖面

笛卡尔 H-bot 型机器人的工作盖面是一个其长度和宽度等于 axis 软行程限制的矩形。

定义笛卡尔坐标 H-bot 机器人的配置参数

对于笛卡尔坐标 H-bot 机器人，无需定义连杆长度、基点偏移或末端执行器偏移等配置参数。

支持姿态的几何结构

在 Logix Designer 应用程序中配置支持姿态的机器人几何结构时，应参考下列指南和信息。这类机器人几何结构包括：

- Delta J1J2J6 机器人
- Delta J1J2J3J6 机器人
- Delta J1J2J3J4J5 机器人

同时，还包含与以下内容相关的信息：

- 笛卡尔坐标系统坐标系
- 定义用于对不同机器人应用编程的坐标系
- 配置和编程圈数计数器
- 使用 MCPM 编程 Ry 轴位置以展示镜像姿态特性

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中的**坐标定义** (Coordinate Definition) 参数确定了坐标系统中是否支持姿态。

另请参见

[配置笛卡尔坐标系统](#) 参考页数 35

笛卡尔坐标系

此主题提供有关笛卡尔坐标系的信息。笛卡尔坐标系是一组在原点相交的正交直线，例如平面上的两条直线或空间中的三条直线。平面中的笛卡尔坐标系包含两条正交直线 (x 轴和 y 轴)；在三维空间中，则包含三条直线 (x 轴、y 轴和 z 轴)。

另请参见

[指定笛卡尔坐标点](#) 参考页数 144

[点的变换表示形式](#) 参考页数 146

[指定姿态](#) 参考页数 149

[点转换](#) 参考页数 151

[RxRyRz、翻转、镜像翻转情形](#) 参考页数 152

[平移和旋转示例](#) 参考页数 156

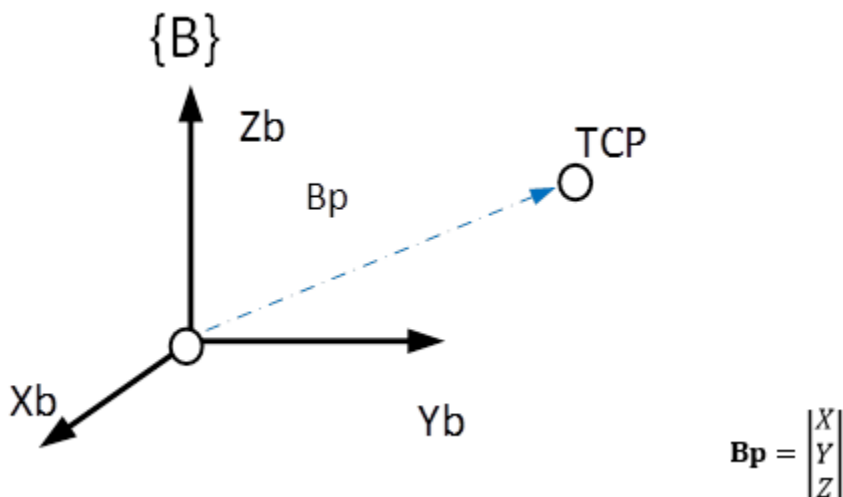
指定笛卡尔坐标点

笛卡尔坐标点由以下两部分组成：

- 平移 - 描述连接两个笛卡尔坐标点的矢量
- 姿态 - 围绕 X、Y 和 Z 笛卡尔坐标轴进行的三个有序旋转。

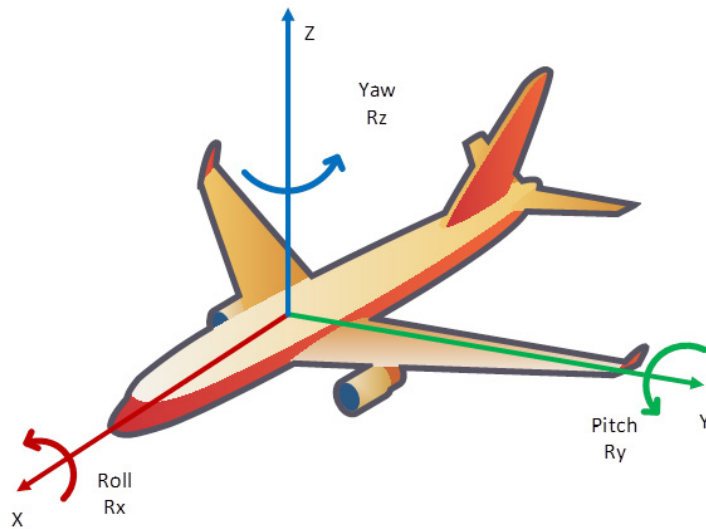
指定平移

通常，空间中的点是由参照基本坐标系统的点的三个坐标指定的，如下图所示。该点的三个坐标为 X、Y、Z。指定的平移也称为参照基本坐标系统的 3×1 位置矢量。

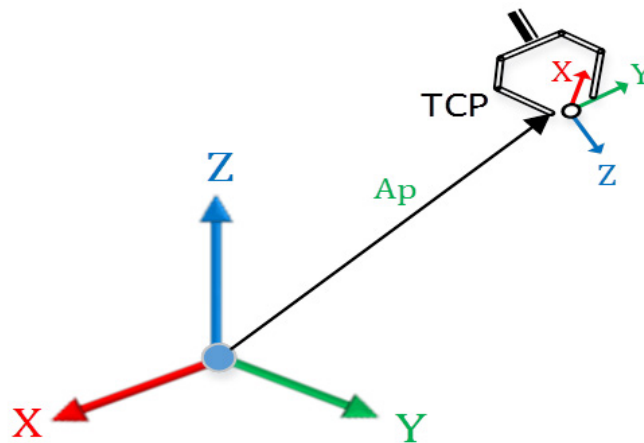


指定姿态

通常需要表示空间中的点，并描述物体在空间中的姿态。请见下图中飞机的姿态。姿态指定飞行中的飞机的滚转、俯仰和偏航（姿态）。滚转、俯仰和偏航是飞机和船舶领域的标准导航术语，表示绕基本坐标系统的 X、Y 和 Z 轴的旋转角度。



另一个示例是直接位于操纵器两个指尖之间的点，如下图所示。姿态或姿势指定操纵器的定向方式。例如，其中一个姿态参数指定了操纵器接近两个手指之间的物体的方式。



前文所述的位置和姿态用于相对于上图所示的基本坐标系描述空间中的点。

另请参见

[点的变换表示形式](#) 参考页数 146

[指定姿态](#) 参考页数 149

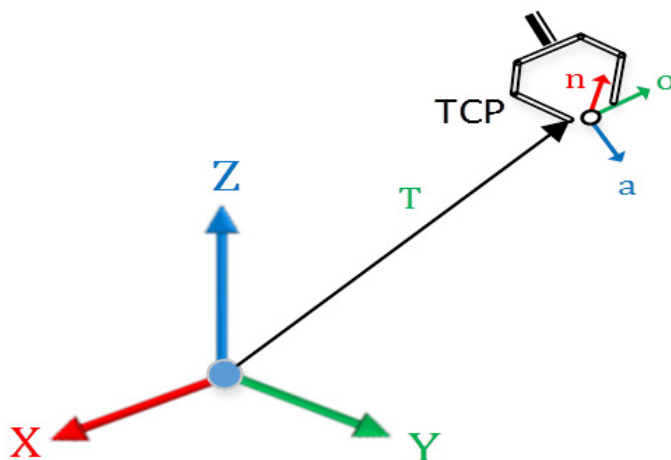
[点转换](#) 参考页数 151

[RxRyRz、翻转、镜像翻转情形](#) 参考页数 152

[平移和旋转示例](#) 参考页数 156

点的变换表示形式

前文所述用于指定点的数学表达形式也可以用于平移点和/或旋转矢量。可以对上图进行修改，使其显示位置矢量和姿态坐标系，如下图所示。



指定点的平移

如前文所述，平移用于指定包含 X、Y、Z 三个分量的点的位置矢量。

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix}$$

指定点的旋转 - n 、 o 、 a

姿态用于指定由三个矢量指定的点的姿态，如上图所示。接近矢量 a 用于指定机器人末端执行器接近物体的方式，如上图所示。姿态矢量 o 用于指定接近物体时末端执行器不同指尖之间的姿态，如上图所示。最后一个矢量称为法向矢量 n ，是与接近矢量和姿态矢量构成的平面垂直的向量。在机器人腕关节坐标系统中， n 矢量表示 X 轴， o 矢量表示 Y 轴， a 矢量表示 Z 轴。

三个 3×1 矢量 noa 构成一个 3×3 的旋转矩阵，该旋转矩阵定义了相对于机器人基本坐标系的旋转坐标系。矢量 noa 是相对于基本坐标系统的单位矢量。旋转矩阵的列 noa 表示旋转姿态坐标系相对于基本坐标系统的方向余弦。

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} N_x & O_x & A_x \\ N_y & O_y & A_y \\ N_z & O_z & A_z \end{bmatrix}$$

指定点的平移 - n 、 o 、 a 、 t

将指定的平移和旋转相结合，形成 4×4 的变换矩阵，其中的元素来源于指定的平移和姿态，变换矩阵如下所示，整个矩阵可指定点的位置和姿态。

$${}^A_B P = \begin{bmatrix} [R_{3 \times 3}] & [p_{3 \times 1}] \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ or}$$

$${}^A_B P = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & p_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & p_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ or}$$

$${}^A_B P = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

变换

事实证明，点的指定变换还可以表示将任意点从参考坐标系变换到目标坐标系的变换。同时，以下矩阵方程给出了将点从参考坐标系 {A} 变换到目标坐标系 {B} 的变换 T。

$${}^A_B T = \begin{bmatrix} [R_{3 \times 3}] & [p_{3 \times 1}] \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ or}$$

$${}^A_B T = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & p_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & p_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ or}$$

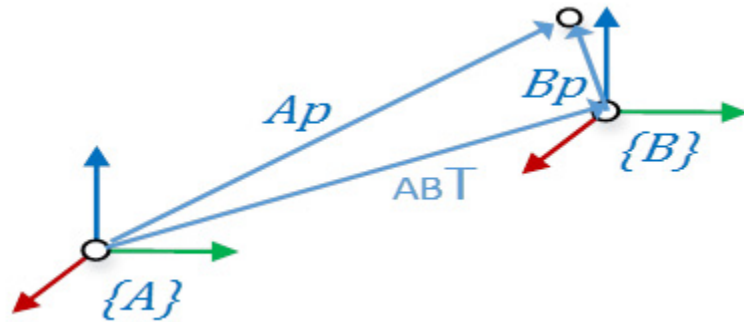
$${}^A_B T = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

该变换可用于使用以下矩阵方程将参考坐标系 {A} 中的点变换到参考坐标系 {B} 中。

$${}^A P = {}^A T_B {}^B P$$

平移变换

平移变换比较简单，下图以 XZ 平面中的二维坐标变换为例进行了展示。对于 3D 空间，变换稍稍有些复杂，但可以使用矩阵乘法运算来实现。

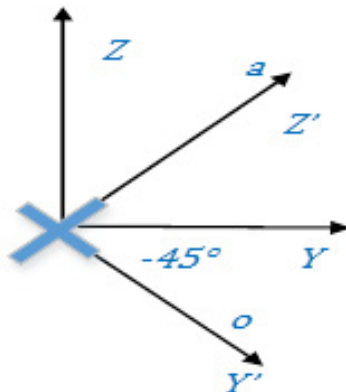


$${}^A P = {}^A T_B \times {}^B P = {}^A P$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 5-1 \\ 0 & 0 & 1 & 3+2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

旋转变换

矩阵 R 称为旋转矩阵，用于将基本坐标系变换为旋转坐标系，如下图中绕 Y 轴进行的旋转。



将基本坐标系三个基本坐标轴旋转的三个旋转矩阵十分重要，如下图所示，这三个矩阵分别将基本坐标系绕 X 轴旋转 R_x 角度，绕 Y 轴旋转 R_y 角度或绕 Z 轴旋转 R_z 角度。请注意，矩阵的列表示旋转坐标系相对于基本坐标系的单位矢量。通过一到三次连续旋转，该变换会将 XYZ 基本坐标系与 *noa* 对齐。以下所示变换只代表一次旋转。

$$\text{Rot}_x(R_x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(R_x) & -\sin(R_x) & 0 \\ 0 & \sin(R_x) & \cos(R_x) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Rot}_y(R_y) = \begin{bmatrix} \cos(R_y) & 0 & \sin(R_y) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(R_y) & 0 & \cos(R_y) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Rot}_z(R_z) = \begin{bmatrix} \cos(R_z) & -\sin(R_z) & 0 & 0 \\ \sin(R_z) & \cos(R_z) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

使用一次此旋转矩阵，可以将 θ 旋转至 $\pm 180^\circ$ 范围内的任意值，获得绕所需坐标轴旋转的旋转矩阵。

平移 + 旋转变换

平移加旋转变换更加复杂。对于 3D 空间，变换将更为复杂，但可以使用矩阵乘法运算和三角函数运算来实现。

指定姿态

对于用户定义的点，若以 4×4 矩阵形式指定点，有时很难处理，但如上述计算所示，将点从一个坐标系映射到另一个坐标系却很容易。例如，从手臂末端坐标系映射到 TCP 坐标系。

如果需要对点进行示教，则很难通过对接近矢量和姿态矢量进行示教来指定姿态。只需要三个数字就能完全指定姿态的表示方法更为理想。它还有助于使机器人绕机器人基本坐标轴点动。例如，Z 轴。

需要三个数字来指定旋转的表示方法有多种。由于这些旋转是绕轴进行的旋转，所以以度为单位指定旋转角度。下文介绍了两种常见的旋转表示方法，即 XYZ 固定角表示法和 ZYX” 欧拉角表示法。

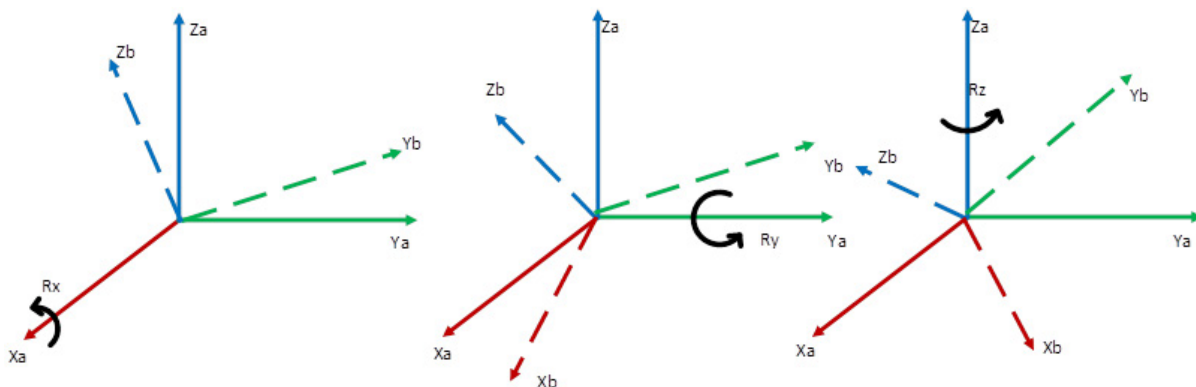
固定角 -X-Y-Z

如下所示为描述坐标系 {B} 姿态的其中一种方法：

- 开始时，坐标系与已知参考坐标系 {A} 重合。
- 首先，将 {B} 绕 X_A 轴旋转 R_x 角度，
- 然后，绕 Y_A 轴旋转 R_y 角度，
- 最后，绕 Z_A 轴旋转 R_z 角度。

三次旋转中，每一次都绕固定参考坐标系 {A} 的一个坐标轴旋转。我们将这种指定姿态 X-Y-Z 的方法称为固定角表示法。“固定”一词是指旋转角度是绕固定参考坐标系 {A} 指定的，如下图所示。

重要事项： Logix 固件使用此表示法指定点。对于笛卡尔坐标空间中的任意点，都是由 6 个数字 XYZRxRyRz 指定，其中 R_x 、 R_y 和 R_z 采用固定角方法指定。



开始时，坐标系与参考坐标系 {A} 重合。首先，将 {B} 绕 X_a 轴旋转 γ 角度，然后绕 Y_a 轴旋转 β 角度，最后，绕 Z_a 轴旋转 α 角度。务必注意，旋转的顺序也十分重要。此例中，旋转顺序为 X-Y-Z。如果此顺序发生变化，姿态也会发生变化。以下方程证明了这一点。

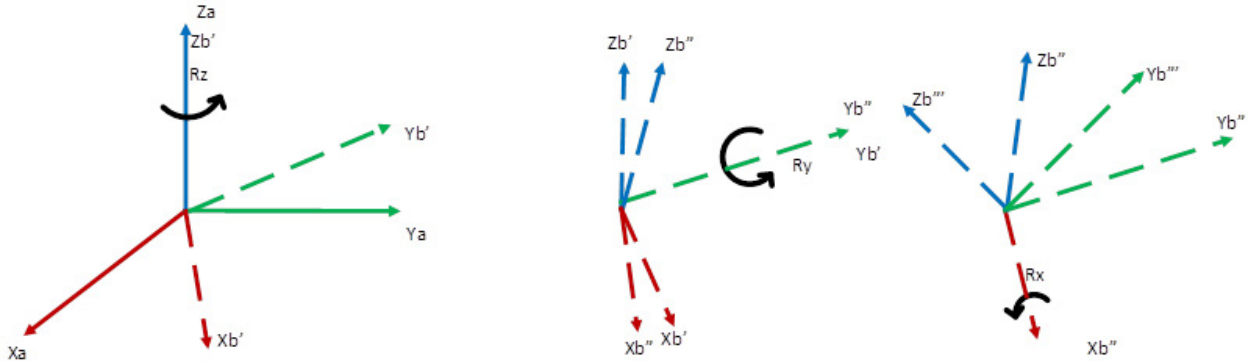
$${}^A_B R(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) R_Y(\beta) R_X(\gamma)$$

欧拉角 -Z-Y'-X''

坐标系 {B} 的另一种变换方法如下

- 开始时，坐标系与已知参考坐标系 {A} 重合。
- 首先，将 {B} 绕 Z_B 轴旋转 R_z 角度，
- 然后，绕 Y'_B 轴旋转 R_y 角度，

- 最后，绕 X_B'' 轴旋转 R_x 角度。



在这种表示方法中，每次旋转都是绕运动中的坐标系 {B} 的轴执行的，而不是绕固定参考坐标系 {A} 的轴旋转。这种由三个旋转角度构成的组称为欧拉角。由于三次旋转分别绕 Z_B 轴， Y_B' 轴和 X_B'' 轴执行，我们将这种表示法称为 Z-Y-X 欧拉角表示法。在文献中，ZYX 欧拉角也称作 ZYX 运动坐标系或 $ZY'X''$ 。

提示： 固定坐标系 XYZ 表示法等同于 $ZY'X''$ 运动坐标系表示法。

上述两种表示方法都是常用的表示法。此外，还存在 Z-Y-Z 等用户可能更为熟悉的其他表示法。总共有 12 种固定角表示法和 12 种运动坐标系表示法。可以开发出相应的应用程序代码，将其中任意一种表示法转换为使用应用程序代码的 Logix 嵌入式软件所用的固定角表示法。

另请参见

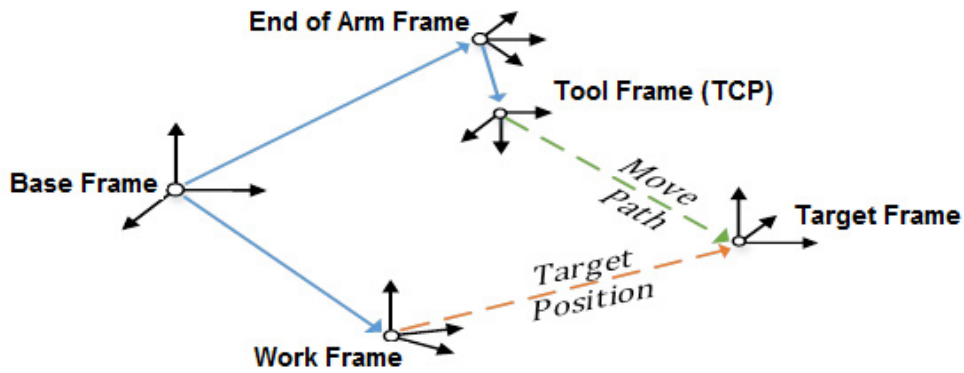
[配置笛卡尔坐标系](#) 参考页数 35

点转换

从 XYZRxRyRz 转换为变换点

在机器人应用中，有时需要表示不同的坐标系，以便使用不同坐标系编程机器人操纵器，从而使其运动，如下图所示。

因此，有必要将以 XYZRxRyRz 用户格式指定的目标点转换为由 4×4 变换矩阵表示的等效变换点。变换点以及相对于手臂末端映射工具尖端等的其他变换用于设置机器人操纵器在笛卡尔空间或关节空间中的工作空间内进行运动从而实现指定运动。



从变换点转换到 XYZRxRyRz

此外,还需要将采用 4×4 变换矩阵格式的点转换为用户格式 XYXRxRyRz 以供用户参考、示教和显示。

坐标系之间的变换十分复杂,有时会对可用的计算解决方案产生限制。对于 Logix 固件使用的 XYZ 固定格式,有些点会绕 Ry 轴旋转 90° ,此时会有多种解决方案。这种情况被描述为万向节死锁的情况,在 Ry 等于 $\pm 90^\circ$ 时会出现这种情况。系统必须从多种可行的解决方案中选择一种,来处理这种情况。

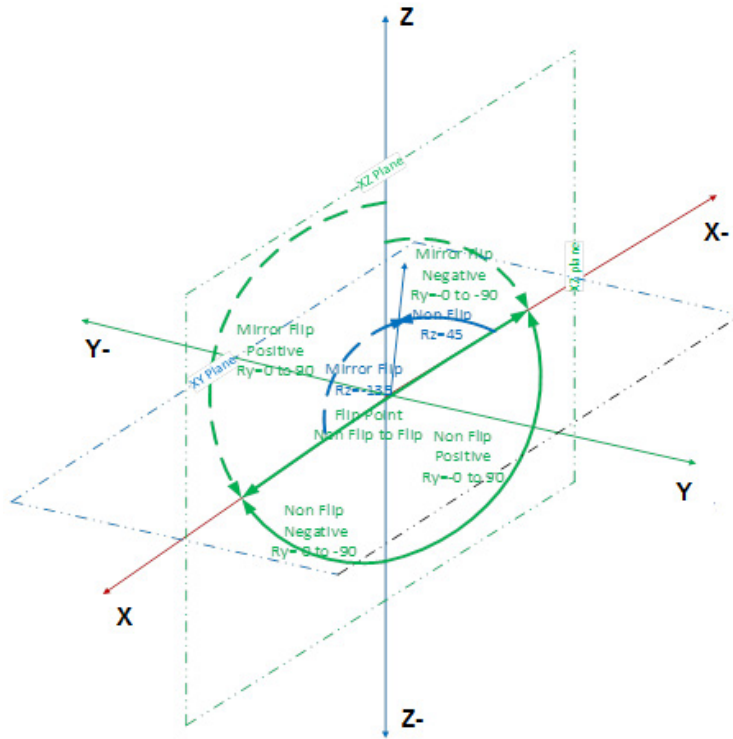
此外,当 Ry 旋转角度超过 90° 时,解决方法不可用。

RxRyRz、翻转、镜像翻转情形

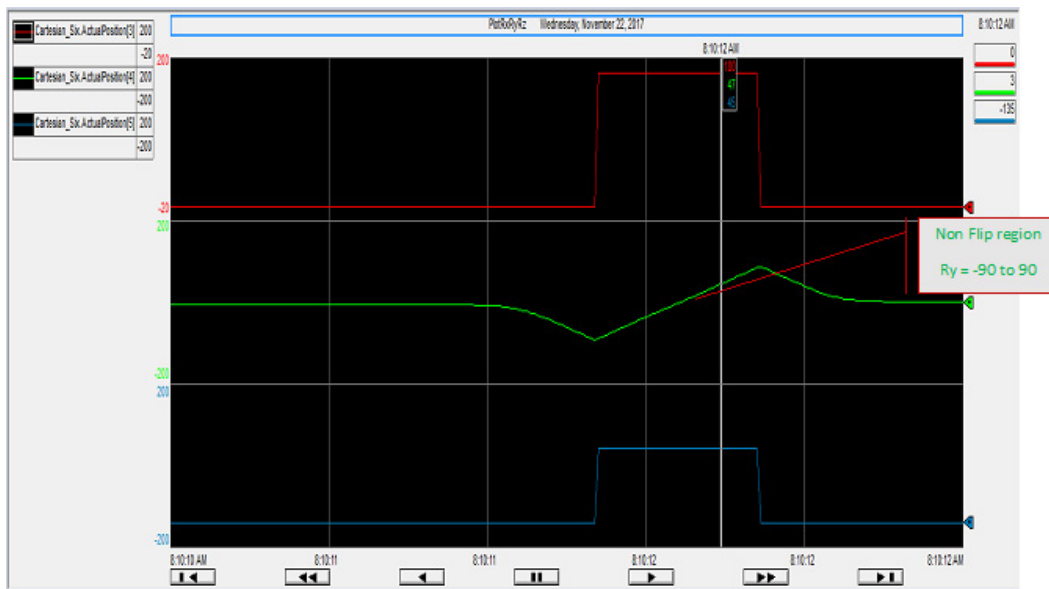
使用旋转矩阵可以将 Rx、Ry 或 Rz 旋转至 $\pm 180^\circ$ 范围内的任意值,获得绕基本坐标轴旋转的旋转矩阵。若使用三角函数方程,可以在任何方向上旋转超过 180° 。在 180° 的边界条件下,翻转至正的一侧或负的一侧。Logix 固件中的 Rx 和 Rz 旋转都表现出这种特性。Ry 旋转需要表现出不同的特性。

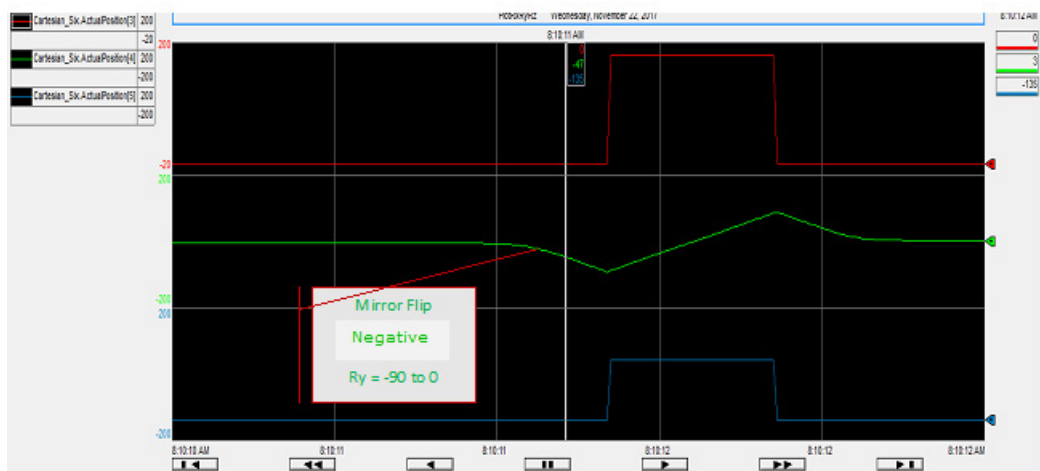
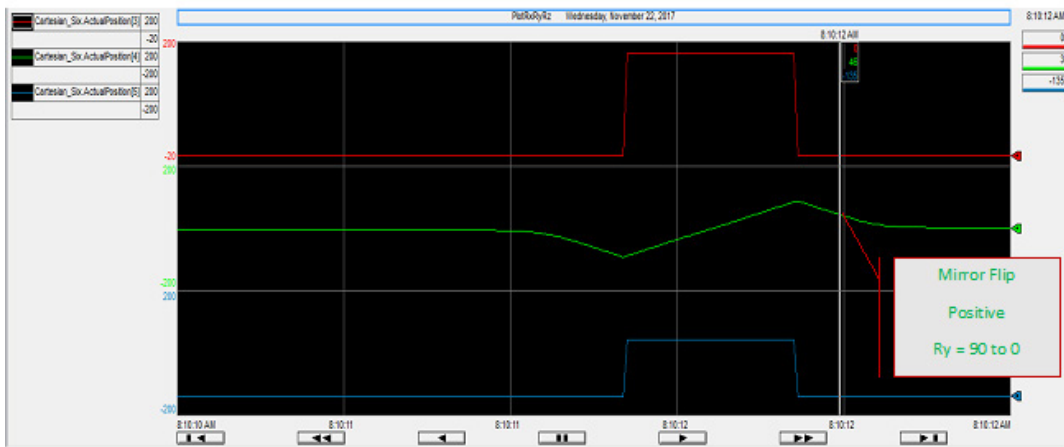
坐标系之间的变换有时会对可用的计算解决方案产生限制。对于 Logix 固件使用的 XYZ 固定格式,有些特定姿态(如绕 Ry 旋转 90° 或 -90°)可能导致出现多个解(奇异点)。此外,当 Ry 旋转角度超过 90° 时,解决方法不可用。因此,Ry 的限制范围为 $\pm 90^\circ$,并分为如下图所示的四个区域,以处理绕 Y 轴执行的 360° 的全角度旋转。对于 Ry 为 90° 的点,Rx 和 Rz 需要镜像翻转,如趋势图所示。

下图所示是具有 Ry 的一系列点的三维图,其中 Ry 分为四个区域,如图所示。它涵盖了绕 Y 轴执行的 360° 旋转范围,同时使用镜像翻转将 Ry 限制在 $\pm 90^\circ$ 范围内。XY 平面中的 Rz 旋转角度从 45° 翻转为 -135° 。



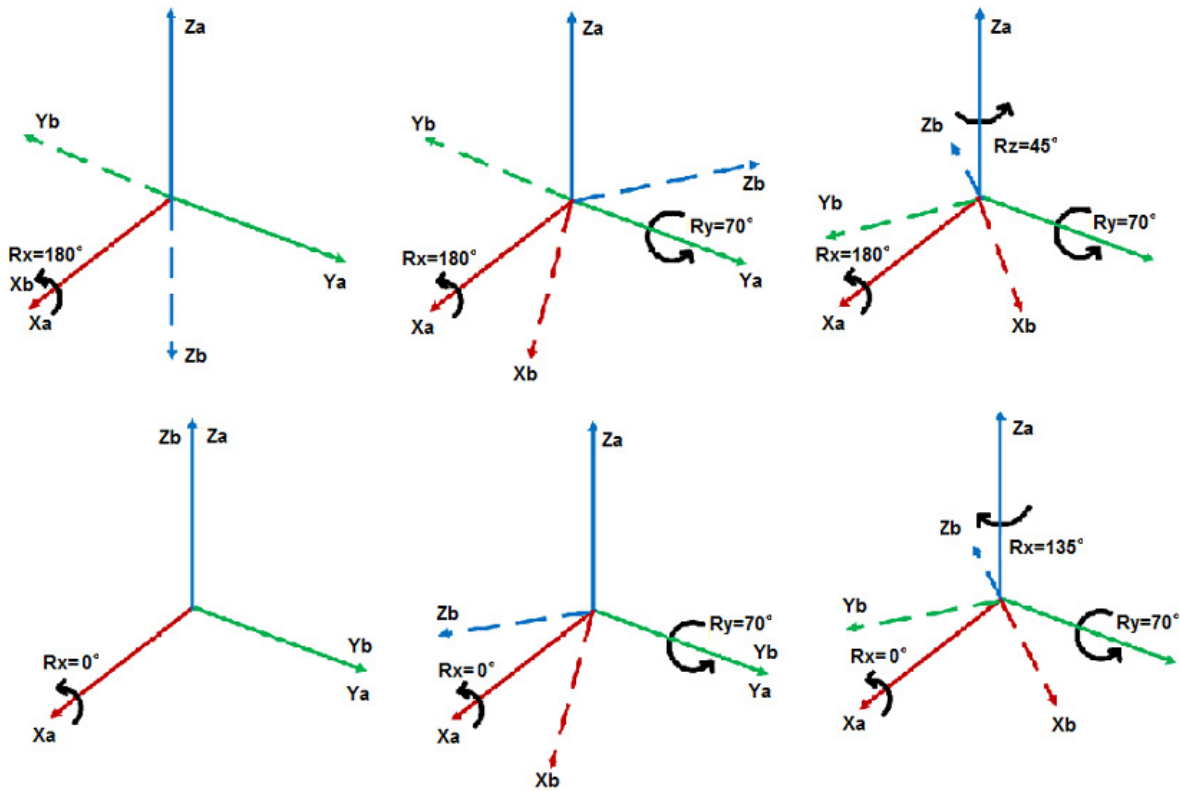
提示: 对于非翻转的情形，角度 Ry 相对于 Z- 轴测量，对于翻转的情形，角度 Ry 相对于 Z 轴测量。



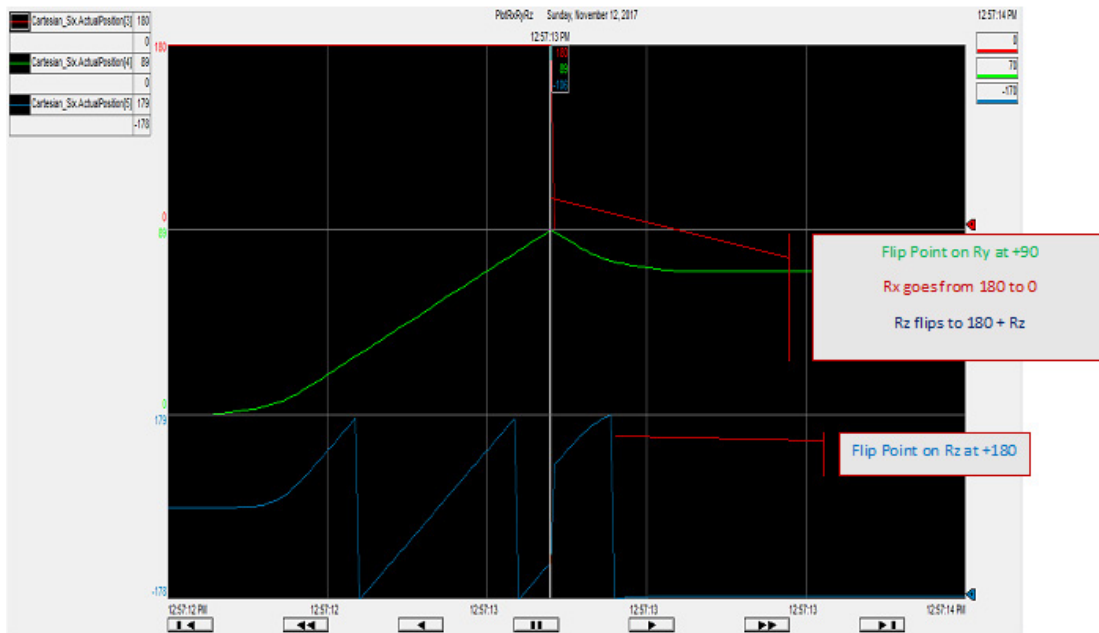


上图中的趋势图表明,在非翻转和翻转区域, Ry 范围相同,翻转点处的 Rx (180 到 0) 和 Rz (45 到 135) 转换也相同。在本例中, Ry 范围从 -90 到 0 (负侧翻转) 变为 -90 到 90 (非翻转), 再变为 90 到 0 (正侧翻转)。只有在翻转点时, Ry 的范围才会为 $\pm 90^\circ$ 。

重要事项: 尽管 Rx、Ry 和 Rz 的趋势图可能看起来并不连续,但变换会为相应的 J4、J5 和 J6 轴生成平滑的趋势。

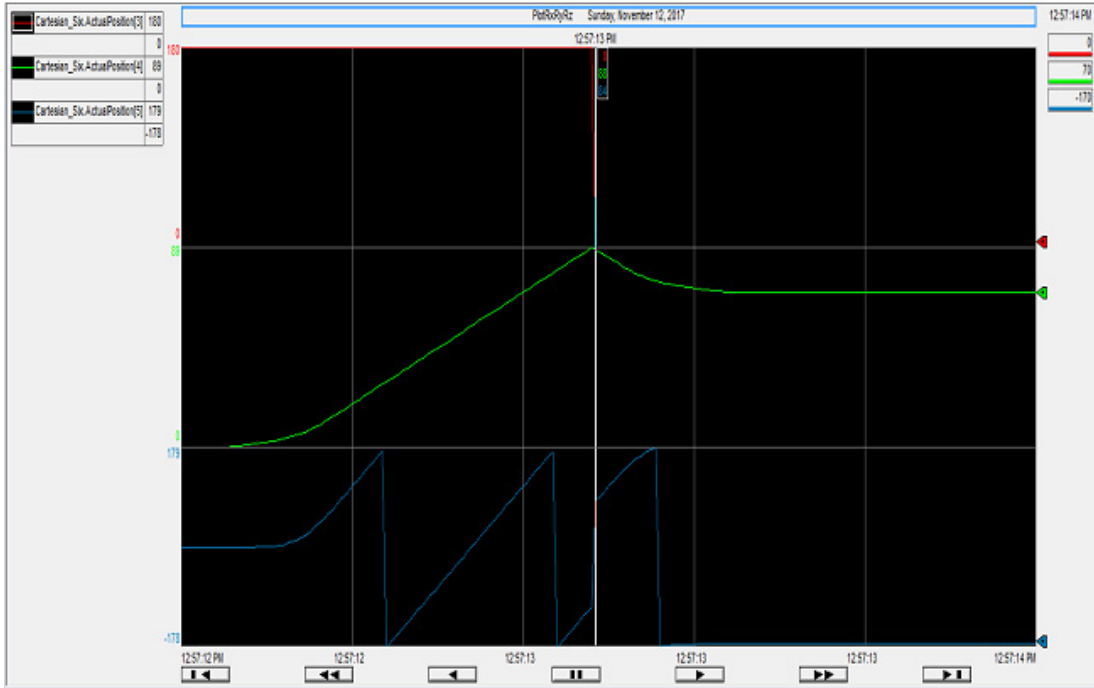


在 3D 空间上显示的 Ry 镜像点具有固定的旋转角度。[0,0,0,180,70,45] 和镜像 [0,0,0,0,70,-135]。从最终姿态点的姿态角度来看，点是相同的，但姿态是以不同的顺序旋转来实现的。实线箭头表示固定坐标系。虚线箭头表示每次固定角旋转后的姿态坐标系。



Logix Designer 中的趋势图显示的 Rx Ry Rz 镜像点。点 (180,89,-106) 为非镜像翻转的情形。请注意，Rz 趋势图在 Rz =180 处翻转，镜像在 Ry =90

翻转。在此示例中，Rz 运动了多圈，除了镜像翻转点之外，还有 Rz 翻转点。

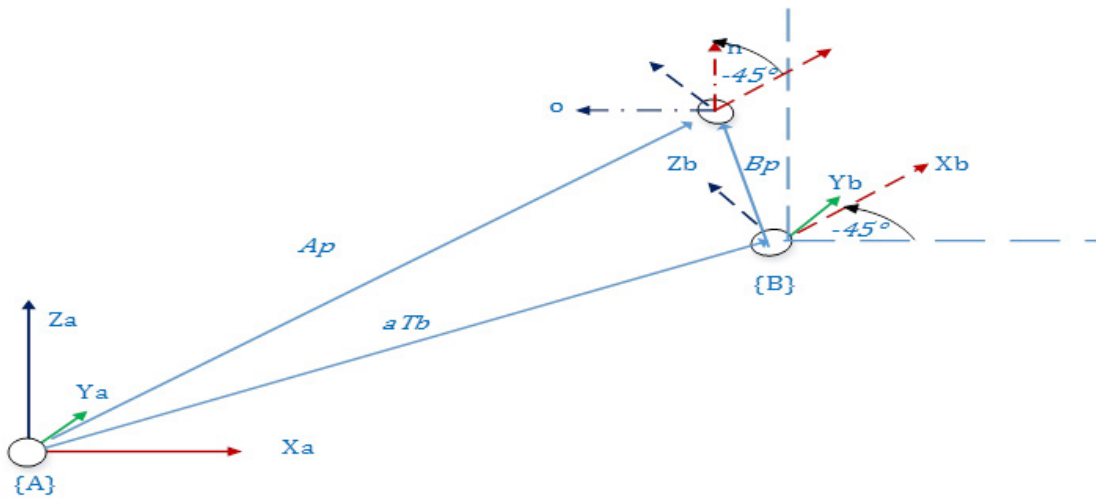


Logix Designer 中的趋势图中显示的 Rx Ry Rz 镜像点相同趋势。Rx 的趋势以红色表示、Ry 的趋势以绿色表示、Rz 的趋势以蓝色表示。点 (0,88,84) 为镜像翻转的情形。在此示例中，Rz 运动了多圈，除了镜像翻转点之外，还有 Rz 翻转点。

平移和旋转示例

以下是使用用户格式和变换格式进行平移和旋转的示例。

在下图中，结合使用了平移变换矩阵以及绕 Y 轴旋转的旋转矩阵。



上图结合使用平移向量为 $[5 \ 0 \ 3]^T$ 以及绕 Y 轴进行 -45° 旋转的旋转矩阵。

变换矩阵 ${}^A T_B$ 如下:

$${}^A T_B = \begin{bmatrix} \cos(-45) & 0 & \sin(-45) & X \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(-45) & 0 & \cos(-45) & Z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7071 & 0 & -0.7071 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.7071 & 0 & 0.7071 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

上述平移矩阵还可以采用用户格式表示为, $X=5$ 、 $Y=0$ 、 $Z=3$ 、 $R_x=0$ 、 $R_y=0$ 、 $R_z=-45$ 。

点 ${}^A P$ 是相对于基本坐标系 $\{A\}$ 的点, 平移矢量为 $[4 \ 0 \ 5]^T$, 旋转矩阵为 0° 旋转形成的矩阵或单位矩阵。

$${}^A P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

点 ${}^A P$ 还可以采用用户格式表示为, $X=4$ 、 $Y=0$ 、 $Z=5$ 、 $R_x=0$ 、 $R_y=0$ 、 $R_z=0$ 。

点 ${}^B P$ 是相对于基本坐标系 $\{B\}$ 的点, 平移矢量为 $[-2.1171 \ 0 \ 0.7071]^T$, 旋转矩阵为 -45° 旋转形成的矩阵。

$${}^B P = \begin{bmatrix} \cos(-45) & 0 & \sin(-45) & Xb \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(-45) & 0 & \cos(-45) & Zb \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7071 & 0 & -0.7071 & -2.1171 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.7071 & 0 & 0.7071 & .7071 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

点 ${}^B P$ 还可以采用用户格式表示为, $X=-2.1171$ 、 $Y=0$ 、 $Z=0.7071$ 、 $R_x=0$ 、 $R_y=0$ 、 $R_z=-45$ 。

$${}^A P = {}^A T_B \times {}^B P$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7071 & 0 & 0.7071 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -0.7071 & 0 & 0.7071 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.7071 & 0 & -0.7071 & -2.1171 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.7071 & 0 & 0.7071 & .7071 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^A P = \begin{bmatrix} 0.4999 + 0.4999 & 0 & 0 & -1.4999 + 0.4999 + 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.4999 + 0.4999 & 1.4999 + 0.4999 + 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

使用矩阵表示法可以将点从一个坐标系转换到另一个坐标系。这种表示法有助于正确计算指定坐标系中的平移和姿态。

有关示例中用于确定指定点的各种方法的详细信息, 请参见工作坐标系和工具坐标系主题。

另请参见

[工作坐标系示例](#) 参考页数 161

[工具坐标系偏移](#) 参考页数 164

[指定笛卡尔坐标点](#) 参考页数 144

[点转换](#) 参考页数 151

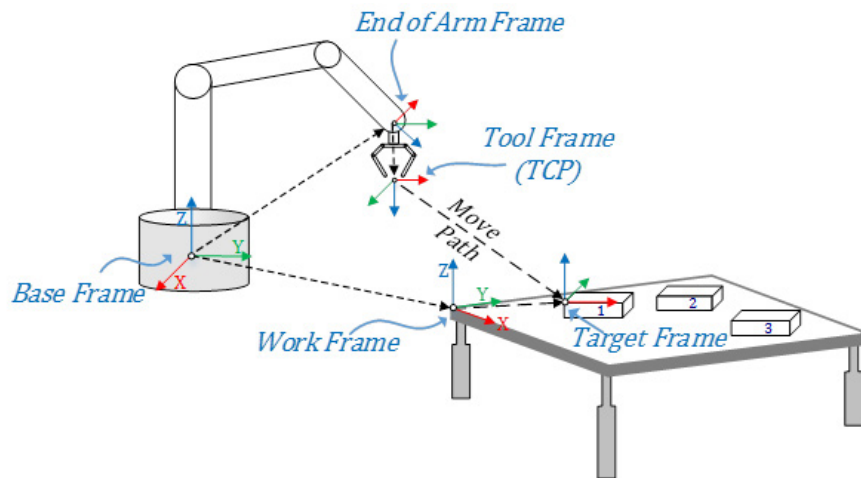
[RxRyRz、翻转、镜像翻转情形](#) 参考页数 152

定义坐标系统

Studio 5000 运动学功能支持使用以下坐标系对不同机器人应用进行编程。根据程序指示的坐标系，可为笛卡尔空间中的点建立正向和反向变换方程。

- **基本坐标系** - 位于机器人基座处（机器人的原点）。手臂末端坐标系 (EOA) 和工作坐标系以机器人基本坐标系为基准进行量测。有关建立基本坐标系统的信息，请参见特定机器人几何结构的配置手册。
- **手臂末端坐标系** - 位于机器人的最后一个连杆处，以基本坐标系为基准进行量测。有关建立手臂末端坐标系统的信息，请参见机器人几何结构配置手册。
- **工作坐标系** - 当参照机器人基本坐标系以外的其他坐标系（如传送带、视觉摄像机系统和托板）测量目标位置时，会使用工作坐标系。使用工作坐标系偏移定义此新的参考坐标系。所有目标位置均通过工作坐标系测量。
- **工具坐标系** - 与安装在机器人手臂末端的工具相关。使用工具坐标系偏移定义此新的工具坐标系。工具中心点 (TCP) 为工具坐标系的原点。工具坐标系的 Z 轴指向工具接近矢量。机器人的终点位置及其运动始终是相对于 TCP 测量的。
- **目标坐标系** - 表示针对在笛卡尔空间中运动的机器人设定的各种目标位置或任何物体位置。目标坐标系始终相对于工作坐标系指定。

此图展示了简单的机器人应用装置，即使用夹持器工具从桌面上拾取物体。通过机器人的基本坐标系建立用户程序的参考坐标系。包装箱在桌面上距桌角的位置已知，桌子距机器人的矢量距离或偏移已知。对于这一应用，将桌子设为工作坐标系。将夹持器安装到 EOA，并在 TCP 建立工具坐标系。



图中，使用从一个坐标系原点指向另一坐标系原点的箭头表示不同坐标系之间的关系。箭头方向指示坐标系的定义方式。手臂末端坐标系和工作坐标系通过机器人基本坐标系定义。工具坐标系通过手臂末端坐标系定义。所有目标位置均使用目标坐标系在工作坐标系中测量。运动规划器会计算 TCP 从当前位置到目标位置的路径。

另请参见

[工作坐标系偏移](#) 参考页数 159

[工具坐标系偏移](#) 参考页数 164

[配置笛卡尔坐标系统](#) 参考页数 35

[配置 Delta J1J2J6 坐标系统](#) 参考页数 182

[配置 Delta J1J2J3J6 坐标系统](#) 参考页数 194

[配置 Delta J1J2J3J4J5 坐标系统](#) 参考页数 206

工作坐标系偏移

工作坐标系偏移是一组重新定义新工作坐标系中机器人原点的坐标值 (XYZRxRyRz)。X、Y、Z 表示工作坐标系与机器人基本坐标系的距离，Rx、Ry 和 Rz 表示绕这些轴的旋转角度。

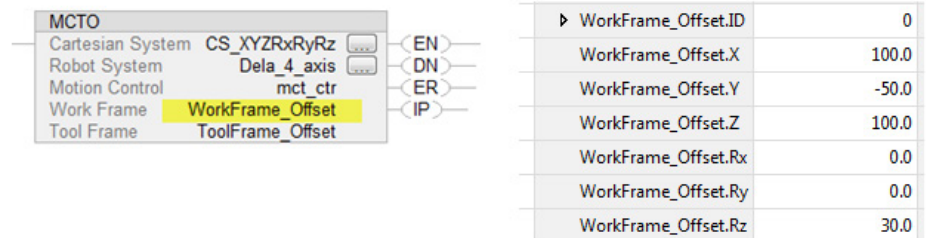
配置偏移参数

在 Logix Designer 应用程序中配置 MCTO 或 MCTPO 指令中的工作坐标系偏移。参照基本坐标系测量工作坐标系的偏移距离和旋转角度。在 Rx、Ry 和 Rz 标签成员中输入旋转偏移角度 (单位为度)，在 X、Y 和 Z 标签成员中输入偏移距离 (单位为坐标单位)。

对于平移，工作坐标系偏移的默认值设为 (0, 0, 0)，对于旋转，默认值设为 (0, 0, 0)。这些值会将机器人基本坐标系设为默认工作坐标系。

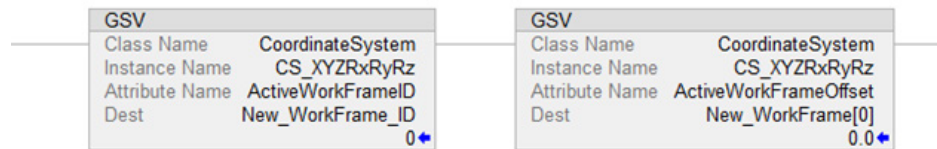
借助工作坐标系 ID，可使用 ID 编号不同的同一标签变量定义多个工作坐标系。将 ID 成员设置为大于或等于零的值。

下图展示了 MCTO 指令中的工作坐标系偏移配置以及为工作坐标系标签“WorkFrame_Offset”定义的偏移值。



状态属性（ActiveWorkFrameID 和 ActiveWorkFrameOffset）

- ActiveWorkFrameID 和 ActiveWorkFrameOffset 属性反映 MCTO 指令激活后在工作坐标系操作数中指定的信息。
- 执行 MCTO 指令时，会将 MCTO 指令工作坐标系操作数的工作坐标系 ID 和工作坐标系偏移成员复制到源坐标系统（在 MCTO 指令中指定）的 ActiveWorkID、ActiveWorkOffset 成员。
- 未激活工作坐标系时，ActiveWorkFrameID 将设为默认值 -1。变换指令终止时，也将复位为该值。变换指令终止时，ActiveWorkFrameOffset 值会清零。
- 坐标系统的这两个属性可通过 GSV 指令获取，如下图所示。



有关运动指令的更多信息，请参见 [LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#)（出版号 MOTION-RM002）。

限制

对于有些机器人几何结构（例如 Delta 机器人），由于机械方面的限制，有些工作坐标系姿态偏移也会受到限制，可确保无法通过工作坐标系偏移将机器人设为到达无法到达的位置。

下表列出了 Logix Designer 应用程序支持的不同机器人几何结构目前存在的工作坐标系偏移相关限制。

几何类型	坐标定义	工作坐标系偏移					
		X	Y	Z	Rx	Ry	RZ
Delta	J1J2J6	允许	允许	允许	不允许	不允许	允许
	J1J2J3J6	允许	允许	允许	不允许	不允许	允许
	J1J2J3J4J5	允许	允许	允许	不允许	不允许	允许

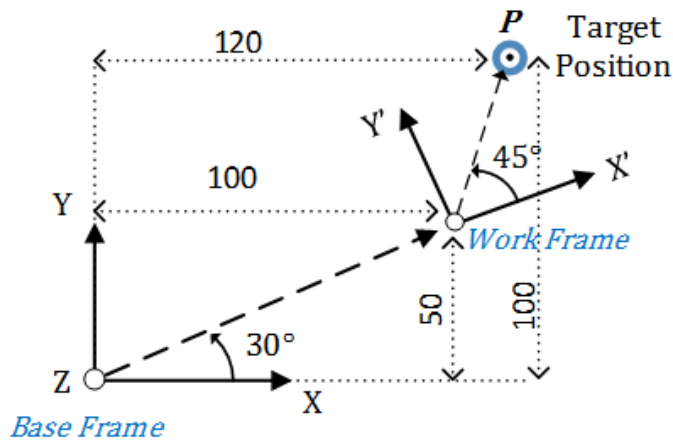
提示: 对于受限的姿态偏移输入，偏移值必须设为 0°。如果姿态偏移无效，MCTO/MCTPO 指令会生成错误 #148。

建立工作坐标系

下图举例说明了如何通过基本坐标系 (XYZ) 建立新的工作坐标系 (X'Y'Z')，以及目标位置 P 参照新工作坐标系的变化。

工作坐标系 X'Y'Z' 位于机器人基本坐标系 XYZ 的 X 轴上 100 单位，Y 轴上 50 单位，Z 轴上旋转 30 度的位置。工作坐标系偏移值设为 (X = 100, Y = 50, Z = 0, Rx = 0, Ry = 0, Rz = 30°)。

假设在机器人基本坐标系中测得的目标位置 (P) 为 P1 (X = 120, Y = 100, Z = 0, Rx = 0, Ry = 0, Rz = 75°)。现在，参照新的工作坐标系，目标位置 (P) 将变为 P2 (X = 42.321, Y = 33.301, Z = 0, Rx = 0, Ry = 0, Rz = 45°)。



- 基本坐标系中的位置 (P1): (X = 120, Y = 100, Z = 0, Rx = 0, Ry = 0, Rz = 75°)
- 工作坐标系偏移: (X = 100, Y = 50, Z = 0, Rx = 0, Ry = 0, Rz = 30°)
- 工作坐标系中的位置 (P2): (X = 42.321, Y = 33.301, Z = 0, Rx = 0, Ry = 0, Rz = 45°)

另请参见

- [定义坐标系统](#) 参考页数 158
- [工作坐标系示例](#) 参考页数 161
- [工具坐标系偏移](#) 参考页数 164

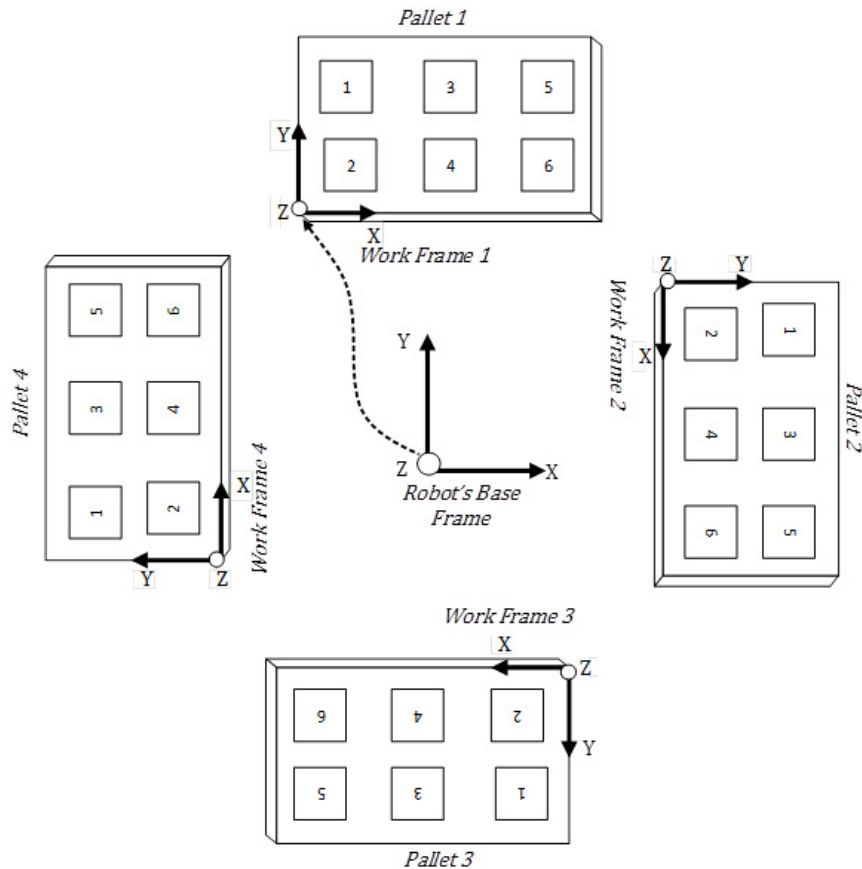
工作坐标系示例

以下示例展示了工作坐标系在不同场合下的使用方法。

多个工作坐标系与一个机器人基本坐标系

在一个机器人使用多个工作坐标系或多个机器人使用同一工作坐标系的情况下使用工作坐标系。本例中，目标位置和程序保持不变，但工作坐标系偏移会根据工作坐标系位置的不同而发生变化。

下图展示了一个机器人基本坐标系的多个工作坐标系。机器人从托板 1 上拾取六个包装箱，所有包装箱的位置都是从托板 1 测量的。对于放置在不同位置和姿态的其他托板，使用相同的拾放程序。使用 MCTO 指令与不同的工作坐标系偏移值并运行相同的程序。MCTO 指令会根据不同的工作坐标系偏移输入重新计算新的目标位置。例如，对于所有四个托板，包装箱 1 的位置都是相同的，但机器人会将包装箱放置在机器人基本坐标系中的不同位置和姿态处。

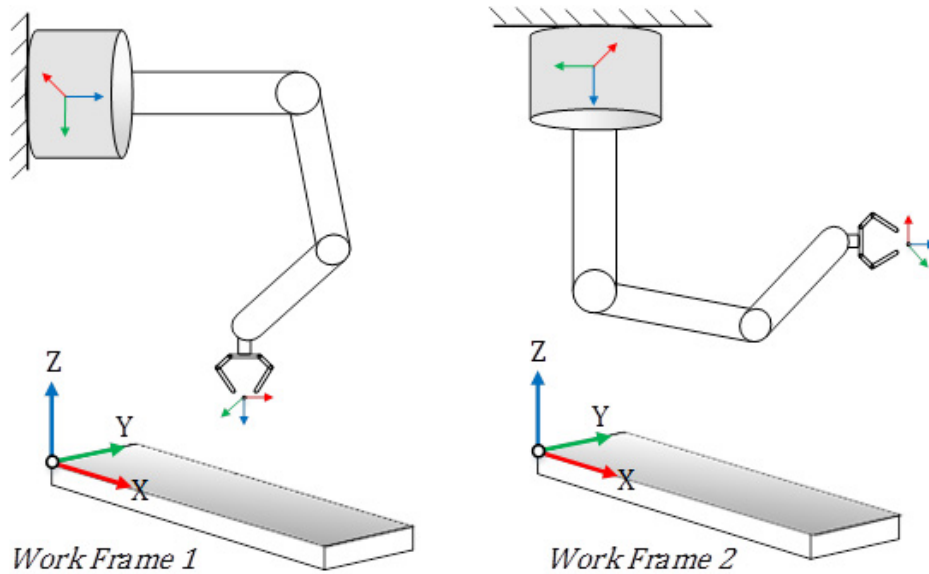


工作坐标系	工作 ID	工作坐标系偏移					
		X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
工作坐标系 1	0	-50	100	-800	0	0	0
工作坐标系 2	1	100	50	-800	0	0	-90
工作坐标系 3	2	50	-100	-800	0	0	180
工作坐标系 4	3	-100	-50	-800	0	0	90

机器人位置不同的工作坐标系

可以安装姿态不同（例如水平倒置放置）的机器人。工作坐标系偏移可设置工作坐标系与基本坐标系之间的关系，以便于用户通过程序设定目标位置。

下图展示了水平倒置安装的机器人。工作坐标系偏移 1 和 2 将目标位置转换为传送带坐标系（假设放置在地面上）。



工作坐标系	工作 ID	工作坐标系偏移					
		X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
工作坐标系 1	0	100	500	100	90	0	90
工作坐标系 2	1	-100	100	500	180	0	90

提示: 要使用这些运动学示例项目，可在**帮助 (Help)** 菜单中，单击**供应商示例项目 (Vendor Sample Projects)**，然后单击**运动 (Motion)** 类别。

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

c:\Users\Public\Public Documents\Studio 5000\Sample\ENU\v<current_release>\Rockwell Automation

另请参见

[定义坐标系](#) 参考页数 158

[工作坐标系偏移](#) 参考页数 159

[工具坐标系偏移](#) 参考页数 164

[工具坐标系示例](#) 参考页数 166

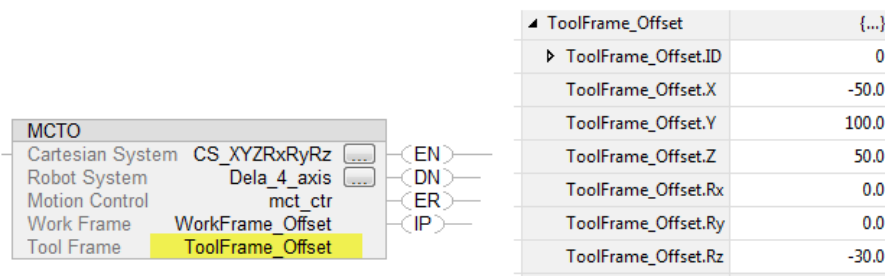
工具坐标系偏移

工作坐标系偏移是一组用于定义位于手臂末端 (EOA) 坐标系中工具中心点 (TCP) 的工具坐标系的 (XYZRxRyRz) 坐标值。X、Y 和 Z 表示用于定义 EOA 坐标系中 TCP 的平移坐标值，Rx、Ry 和 Rz 表示绕这些轴旋转的角度。

配置偏移参数

在 Logix Designer 应用程序中配置 MCTO 或 MCTPO 指令中的工具坐标系偏移。参照机器人 EOA 坐标系轴测量工具坐标系的偏移距离和旋转角度。以度为单位在 Rx、Ry 和 Rz 标签成员中输入旋转偏移度数。然后，以坐标单位在 X、Y 和 Z 标签成员中输入偏移距离。

对于平移，工具坐标系偏移的默认值设为 (0, 0, 0)，对于旋转，默认值设为 (0, 0, 0)。这会将机器人 EOA 坐标系设为默认 TCP 点。借助工具坐标系 ID，可使用 ID 编号不同的同一标签变量定义多个工具。将 ID 成员设置为大于或等于零的值。下图展示了 MCTO 指令中的工具坐标系偏移配置以及为工具坐标系标签 **ToolFrame_Offset** 定义的偏移值。

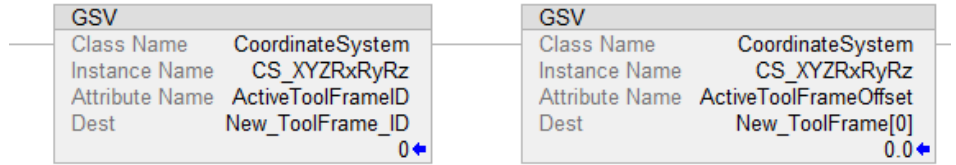


状态属性

ActiveToolFrameID 和 ActiveToolFrameOffset

- **ActiveToolFrameID** 和 **ActiveToolFrameOffset** 属性反映 MCTO 指令激活时在工具坐标系操作数中指定的信息。
- 执行 MCTO 指令时，会将 MCTO 指令工具坐标系操作数的工具坐标系 ID 和工具坐标系偏移成员复制到 MCTO 指令中指定的源坐标系统的 **ActiveToolID**、**ActiveToolOffset** 成员。
- 未激活工具坐标系时，**ActiveToolFrameID** 将设为默认值 -1。变换指令终止时，也将复位为该值。变换指令终止时，**ActiveToolFrameOffset** 值会清零。

- 坐标系统的这两个属性通过 GSV 指令展示给用户，如下图所示。



ToolChangeAllowedStatus

- 借助 **ToolChangeAllowedStatus** 属性，用户可在协调运动完成时，或者任何源轴通过 MAG 或 MAPC 指令作为从轴运动时，通过 MCTO 指令动态更换工具。
- ToolChangeAllowed** 位在所有坐标系统中都存在，此位在**激活 MCTO** 指令的源坐标系统和目标坐标系统中设置。
- 当 MCTO 指令转到 IP 状态时，此位置位。源轴或目标轴上有任何运动处于激活状态时，此位清零。当 MAG 和 MAPC 指令的输出在任何与**激活 MCTO** 指令的源坐标系统相关的轴上生成运动时，此位保持置位状态。
- 无论 MCTO 指令出于何种原因（如 MCS、MGS、MGSD、MGSDR、MASR、MASD 和 MSF）终止时，ToolChangeAllowed 位都清零。

限制

在机器人几何结构中（如 Delta 机器人），有些工具坐标系姿态偏移受到限制。这样可避免通过工具坐标系偏移将机器人设为无法到达的位置。

下表列出了 Logix Designer 应用程序支持的不同机器人几何结构目前存在的工具坐标系偏移相关限制。

几何类型	坐标定义	工具坐标系偏移					
		X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Delta	J1J2J6	允许	允许	允许	不允许	不允许	允许
	J1J2J3J6	允许	允许	允许	不允许	不允许	允许
	J1J2J3J4J5	允许	允许	允许	不允许	允许	不允许

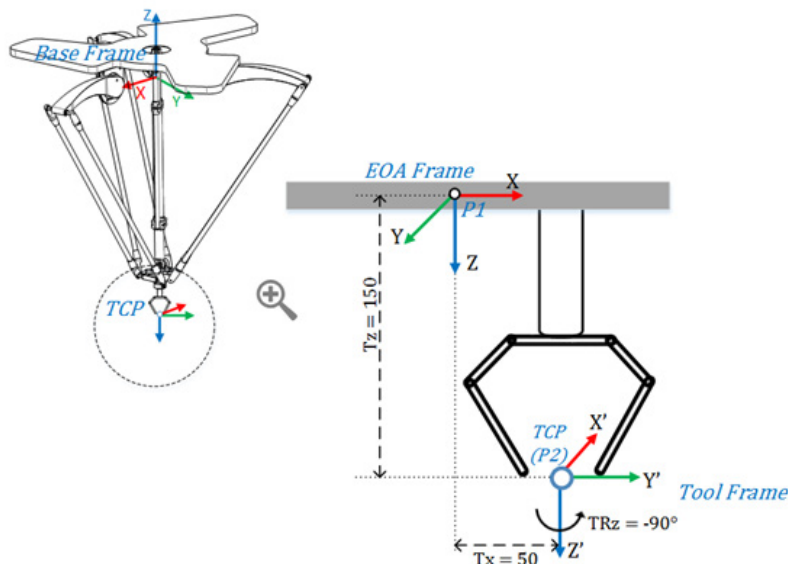
提示 对于受限的姿态偏移输入，偏移值必须设为 0°。如果姿态偏移无效，MCTO/MCTPO 指令会生成错误 #148。

建立工具坐标系

下图展示了如何通过 EOA 坐标系 (XYZ) 建立新的工具坐标系 (X'Y'Z')，以及机器人终点位置 P 参照新工具坐标系的变化。

将简单的夹持器工具安装到 4 轴 Delta 机器人的端板上。TCP 点从端板的 EOA 坐标系测得。工具坐标系 X'Y'Z' 位于 EOA 坐标系 XYZ 的 X 轴上 50 单位，Y 轴上 150 单位，Z 轴上旋转 -90 度的位置。工具坐标系偏移值设为 (X = 50, Y = 0, Z = 150, Rx = 0, Ry = 0, Rz = -90°)

假设在机器人基本坐标系 (EOA 坐标系) 中测得的机器人终点位置 (P) 为 $P_1 (X = 0, Y = 0, Z = -800, Rx = 180^\circ, Ry = 0, Rz = 0)$ 。参照新的工具坐标系, 终点位置 (P) 将变为 $P_2 (X = 50, Y = 0, Z = -950, Rx = 180, Ry = 0, Rz = 90^\circ)$ 。



基本坐标系中的终点位置 (P1): $(X = 0, Y = 0, Z = -800, Rx = 180^\circ, Ry = 0, Rz = 0)$
 工具坐标系偏移: $(Tx = 50, Ty = 0, Tz = 150, TRx = 0, TRy = 0, TRz = -90^\circ)$
 工具坐标系中终点位置 (P2): $(X = 50, Y = 0, Z = -950, Rx = 180^\circ, Ry = 0, Rz = 90^\circ)$

如需了解用于工具的相关工具偏移值, 请参见制造商的 CAD 图纸或数据表。

另请参见

[定义坐标系统](#) 参考页数 158

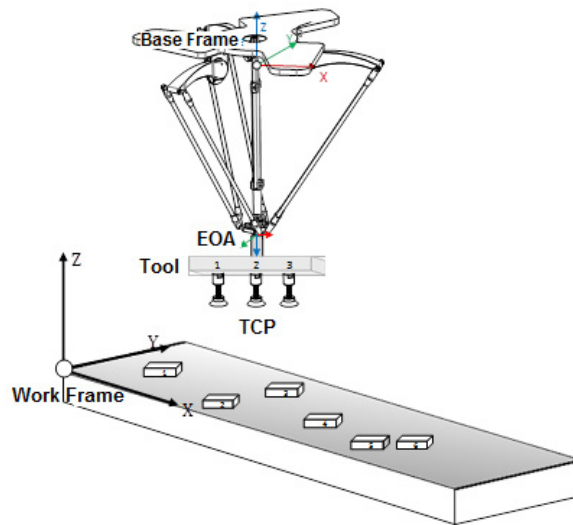
[工具坐标系示例](#) 参考页数 166

[工作坐标系示例](#) 参考页数 161

[工作坐标系偏移](#) 参考页数 159

工具坐标系示例

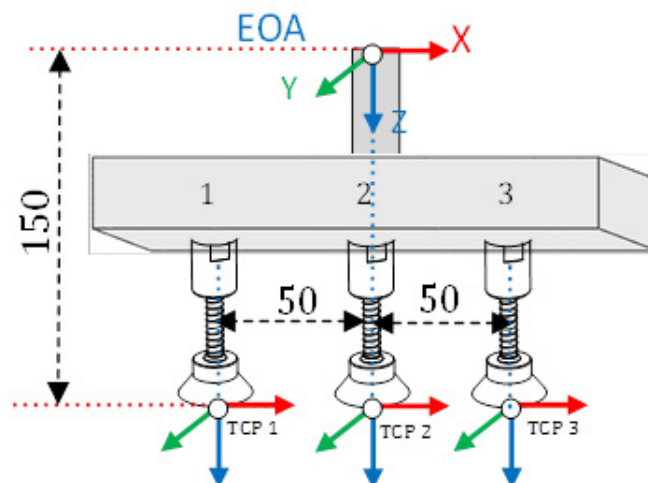
下图所示为在取放应用中使用工具坐标系的示例。配有三个夹持器 (1、2 和 3) 的自定义工具安装到 4 轴 Delta 机器人末端。每个夹持器都将拾取运动着的传送带上以不同姿态放置的物体 (1、2、3...6), 然后将这些物体放到姿态相同的包装箱中。



每个夹持器都通过程序设定为独立的工具，各工具坐标系都与其相关联。所有三个 TCP 位置都是通过图中所示的工具偏移值测量。各工具坐标系通过下表所列的工具坐标系偏移建立。

在应用程序中，使用 MCTO 指令动态更换工具，同时使用 MAG 或 MAPC 指令跟踪传送带位置。启动 MCTO 指令并采用第一个夹持器工具坐标系偏移值。机器人在传送带运动过程中使用第一个夹持器拾取物体。第一次运动完成后，启动新的 MCTO 指令并采用第二个夹持器工具坐标系偏移值。机器人使用第二个夹持器拾取另一个物体。

提示： 有关动态更改工具坐标系偏移的信息，请参见 ToolChangeAllowedStatus 状态位。如果此位未置位，并且启用了新的 MCTO 指令来更换工具，则新的 MCTO 指令将生成 #61 错误，扩展错误 #10。成功启用另一条 MCTO 指令后，会先将 MCTO 指令位 (IP) 清零。



工具坐标系	工具 ID	工具坐标系偏移					
		X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
工具 1	0	-50	0	150	0	0	0

工具坐标系	工具 ID	工具坐标系偏移					
工具 2	1	0	0	150	0	0	0
工具 3	2	50	0	150	0	0	0

提示: 若要使用此运动学示例项目，可在**帮助 (Help)** 菜单中，单击**供应商示例项目 (Vendor Sample Projects)**，然后单击**运动 (Motion)** 类别。

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

c:\Users\Public\Public Documents\Studio 5000\Sample\ENU\v<current_release>\Rockwell Automation

另请参见

[定义坐标系](#) 参考页数 158

[工具坐标系偏移](#) 参考页数 164

[工作坐标系偏移](#) 参考页数 159

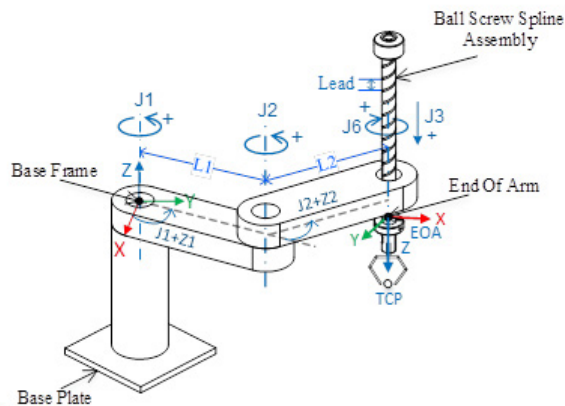
[工作坐标系示例](#) 参考页数 161

配置 SCARA 独立 J1J2J3J6 坐标系统

下图所示为 SCARA 独立 J1J2J3J6 坐标系统机器人。典型的 SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人有三个旋转关节和一个棱柱关节。在基本坐标系中，连杆 1 (L1) 是连接关节 J1/J2 的刚性臂，连杆 2 (L2) 是连接 J2/J3/J6 的刚性臂。两个分别在关节 1 (J1) 和关节 2 (J2) 处产生协调运动的独立电机控制 SCARA 的 X-Y 运动。关节 3 (J3) 和关节 6 (J6) 在手臂末端产生 Z-Rz 运动。

一些 SCARA 几何结构采用滚珠丝杠花键组件。此组件可提供线性和旋转运动以及组合的螺旋运动，其中 J3 控制 Z 轴的线性运动，J6 控制旋转运动。

配置 SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人时，应参考下列指南。



另请参阅

[机器人的配置参数](#) 参考页数 171

[SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的机器人配置](#) 参考页数 178

[SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的最大关节限位条件](#) 参考页数 181

[SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的示例项目](#) 参考页数 182

为 SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人建立参考坐标系

参考坐标系是作为机器人基本坐标系的笛卡尔坐标系，所有目标点均相对于此基本坐标系指定。机器人变换设置为从基本坐标系到手臂末端坐标系的变换，可将任何笛卡尔坐标目标位置变换为关节空间，反之亦然。为确保变换正常进行，请相对于机器人笛卡尔基本坐标系，为关节空间内的所有轴建立原点。

SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的参考坐标系是连杆 L1 的底座。手臂末端 (End of Arm, EOA) 坐标系和基本坐标系位于同一 XY 平面中。

校准机器人

可执行以下步骤来校准 SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人：

1. 从机器人制造商处获得 J1、J2、J3 和 J6 在校准位置的角度值。使用这些值建立参考位置。
2. 参照制造商数据表确定相关规格的电机是否包含连接电机与连杆或关节处的致动装置并使机器人运动的内部或外部变速箱。
3. 在“轴属性”对话框 -“缩放”选项卡中，在“传动比输入/输出 (I/O)”中设置每个轴的传动比。
4. 在“标定”中，输入应用于各轴 (J1、J2 和 J6) 的标定系数，使得绕连杆 1 旋转一圈 (负载单位转) 等于 360 度。
J3 为线性轴，单位以 mm 为单位定义。请使用制造商的数据表将其转换为电机转数。
5. 当关节轴处于开环状态时，通过程序控制点动机器人或手动移动机器人，将所有关节移动到机器人制造商的校准位置。
6. 执行下列操作之一：
 - 使用运动位置重设 (Motion Redefine Position, MRP) 指令，将关节轴的位置设置为在步骤 1 中获得的校准值。
 - 使用在步骤 1 中获得的校准值，设置关节轴零点位置的配置值，并对每个关节轴执行运动轴归零 (MAH) 指令。
7. 将每个关节 (J1、J2、J3 和 J6) 移至绝对位置 0.0。确定每个关节位置的读数均为 0，且相应的 L1 和 L2 已对齐。这将确定要变换的基本坐标系和机器人基本坐标系的 X 轴。
8. 如果 J1、J2 和 J6 轴所需的参考位置不同于变换位置零，则可使用零角度偏移调整任何旋转轴 (J1、J2 和 J6) 的位置。
9. 使 J6 移至绝对位置 0.0。确认关节位置的读数为 0，且 J6 位置在手臂末端坐标系的 Z 轴方向。



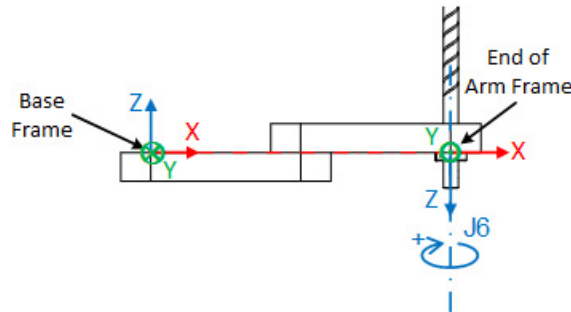
提示：由于机器人轴是绝对轴，因此需只建立一次参考位置。如果参考位置因控制器更换等原因而丢失，则可重新建立参考位置。

建立手臂末端坐标系

手臂末端 (End of Arm, EOA) XYZ 参考坐标系设在连杆 L_2 末端。该坐标系参照基本坐标系旋转 $R_x = -180^\circ$ 度。因此, X 轴与基本坐标系的 X 轴方向相同, 但 Z 轴方向指向下方, 朝向工具接近矢量的方向。

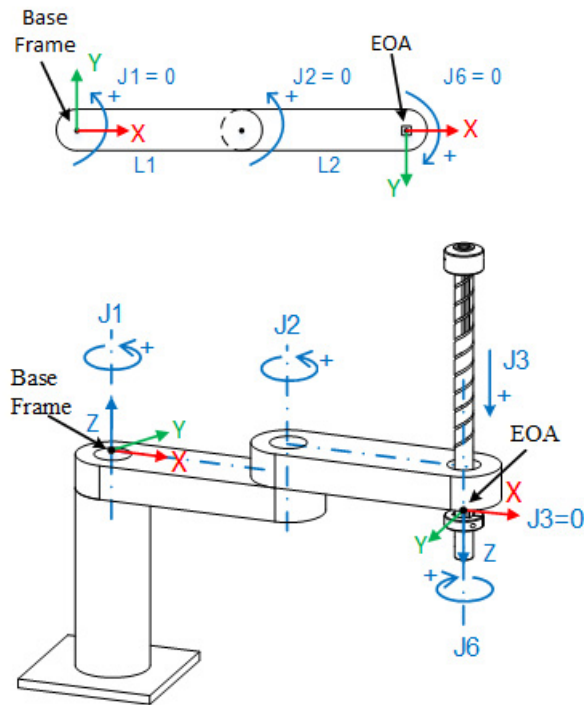
J6 旋转轴与基本坐标系的 Z 轴对齐。

要设置 J6 轴的零点位置, 应使 J6 轴运动, 使 EOA 的 X 轴与连杆 (L_1 , 即基本坐标系的 X 轴) 对齐。



建立基本坐标系

SCARA 几何结构的参考 XYZ 坐标系 (基本坐标系) 位于关节 1 (J_1) 轴的中心附近, 如下面的几张图所示。第一张图所示为顶视图。第二张图所示为侧视图。



当 L_1 沿基本坐标系的 X 轴时, $+J_1$ 从 $J_1 = 0$ 角度开始绕基本坐标系的 $+Z$ 轴逆时针方向测得。

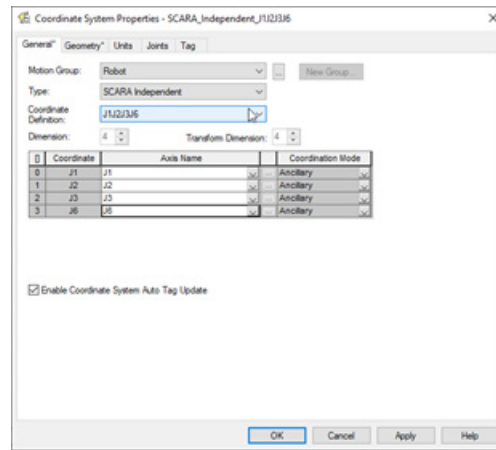
当连杆 L_2 与连杆 L_1 对齐时, $+J_2$ 从 $J_2 = 0$ 开始绕基本坐标系的 $+Z$ 轴逆时针方向测得。

$+J_3$ 是沿基本坐标系轴的 $-Z$ 方向运动的棱柱轴。 J_3 在 EOA 坐标系的连杆 L_2 末端具有绝对零位置, 当它沿正方向运动时, 它会沿着 EOA 坐标系的 Z 轴向下运动。

$+J_6$ 从 $J_6 = 0$ 开始, 绕基本坐标系的 $+Z$ 轴顺时针方向测得。

为 SCARA 独立 $J_1J_2J_3J_6$ 机器人配置机器人坐标系统的参数时, 请遵守以下指导原则:

由于所有四个轴 J_1 、 J_2 、 J_3 和 J_6 都参与变换, 因此“维度”和“变换维度”值自动设置为 4 且不可修改。



机器人的配置参数

可配置 Logix Designer 应用程序, 以便控制不同工作范围和有效载荷能力的机器人。机器人的配置参数值包括:

- 连杆长度
- 零角度方向
- 滚珠丝杠导程

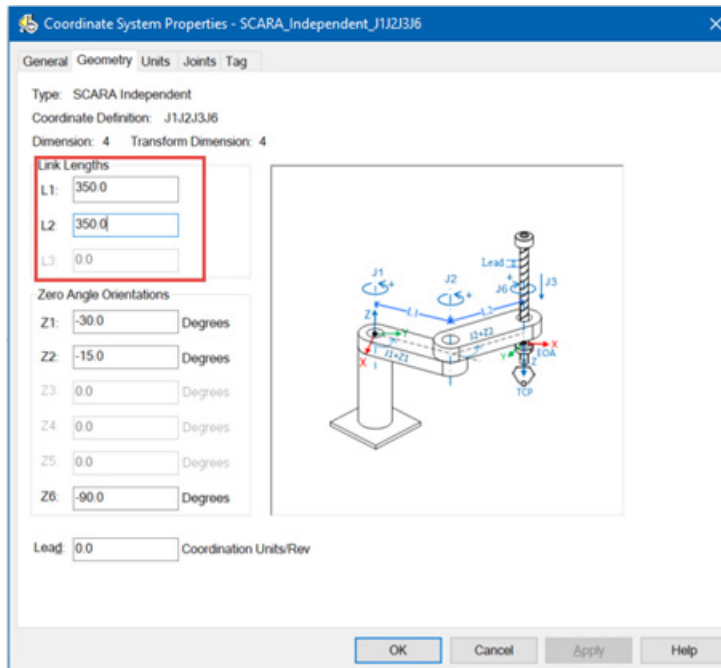
配置参数信息可从机器人制造商处获取。



提示: 基点偏移和末端执行器偏移不适用于 SCARA 独立 $J_1J_2J_3J_6$ 机器人。

SCARA 独立 $J_1J_2J_3J_6$ 机器人的连杆长度

连杆长度是连接到关节的刚性机械体。在“坐标系统属性”对话框的“几何结构”选项卡中配置“连杆长度” L_1 和 L_2 。



SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的零角度姿态

对于 SCARA 机器人几何结构，Logix Designer 应用程序中的内部变换方程假定：

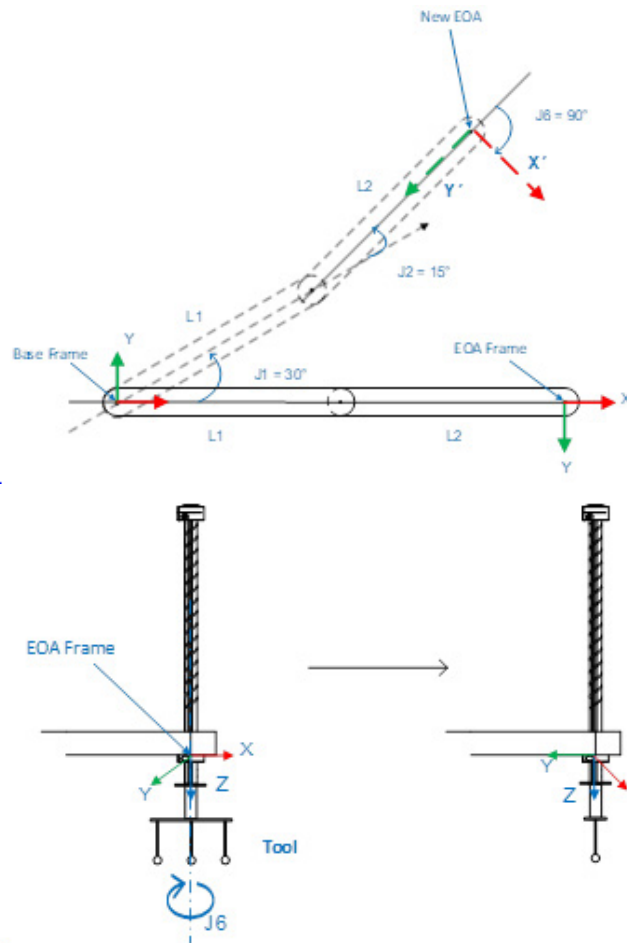
- 当连杆 L_1 与 L_2 以及基本坐标系的 X 轴对齐时， J_1 和 J_2 均处于 0° 。
- J_6 旋转轴与手臂末端坐标系的 Z 轴(手臂末端坐标系的 Z 轴相对于基本坐标系指向下方)对齐，或者在 J_6 为 0 时与基本坐标系的 Z 轴平行。

为使关节 J_1 、 J_2 和 J_6 的角度位置为 0 以外的任意值，请在“坐标系统属性”对话框的“几何结构”选项卡上配置“零角度姿态”值，使关节角度位置与内部方程相符。

例如：

- 关节 J_1 从其默认零点位置运动 30° ， J_2 运动 15° ，这是 J_1 和 J_2 的新零点位置。如果需要应用程序将该新位置的值读为零，请在“几何结构”选项卡上的 Z_1 和 Z_2 参数中输入 -30° 和 -15° 。
- Z_6 偏移用于将 J_6 轴零点位置设置为除默认的 0 位置以外的其他位置。在此示例中，关节 J_6 从默认零点位置运动 -90° 。为获取 J_6 的新零点位置，需要将 Z_6 设置为 -90° 。

第一张图所示为具有零角度姿态的顶视图。第二张图所示为在 -90° 旋转之前和之后采用零角度偏移的 J_6 的侧视图。



Coordinate System Properties - SCARA_Independent_J1J2J3J6

General Geometry Units Joints Tag

Type: SCARA Independent
 Coordinate Definition: J1J2J3J6
 Dimension: 4 Transform Dimension: 4

Link Lengths
 L1: 350.0
 L2: 350.0
 L3: 0.0

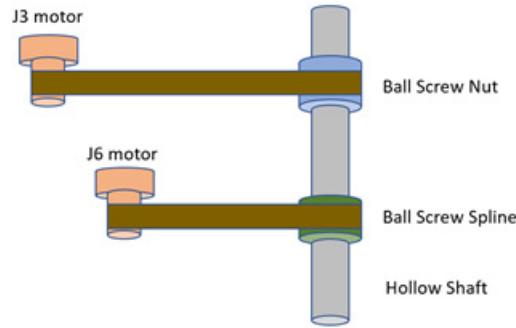
Zero Angle Orientations
 Z1: -30.0 Degrees
 Z2: -15.0 Degrees
 Z3: 0.0 Degrees
 Z4: 0.0 Degrees
 Z5: 0.0 Degrees
 Z6: -90.0 Degrees

Lead: 0.0 Coordination Units/Rev

OK Cancel Apply Help

SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的滚珠丝杠耦合

在一些 SCARA 机器人中，使用滚珠丝杠和花键机构，通过单轴设置实现旋转和线性运动。



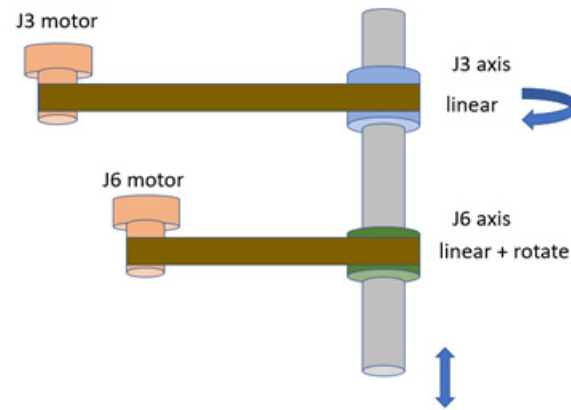
通常，如该图所示，要控制轴的位置和姿态，滚珠丝杠螺母和滚珠花键螺母需要配合工作。

滚珠丝杠螺母只引入轴的线性运动（向上和向下，无旋转），运动方向取决于滚珠丝杠的螺纹类型。J3 电机通过旋转滚珠丝杠螺母来产生线性运动。

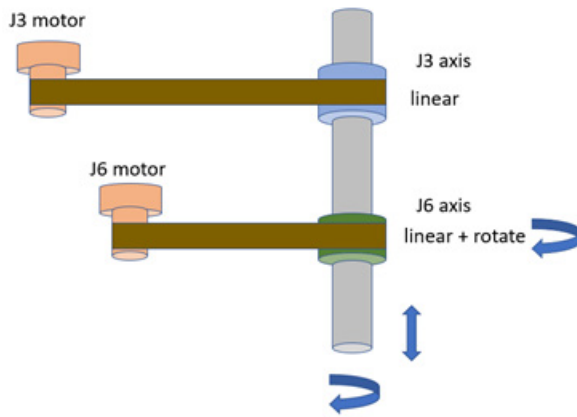
对于滚珠花键螺母，它引入的是轴的旋转，轴的线性位置也会改变。滚珠花键螺母由 J6 电机旋转。

在许多情况下，将配合使用滚珠丝杠螺母和滚珠花键螺母来补偿彼此的线性运动，以引入轴的仅旋转运动。

对于 SCARA 机器人，在 Logix 固件中，J3 与滚珠丝杠螺母相关联；而 J6 与滚珠花键螺母相关联。



如上图所示，J3 执行线性运动以更改轴的笛卡尔 Z 位置。要仅更改轴的线性位置，请使用 J3。

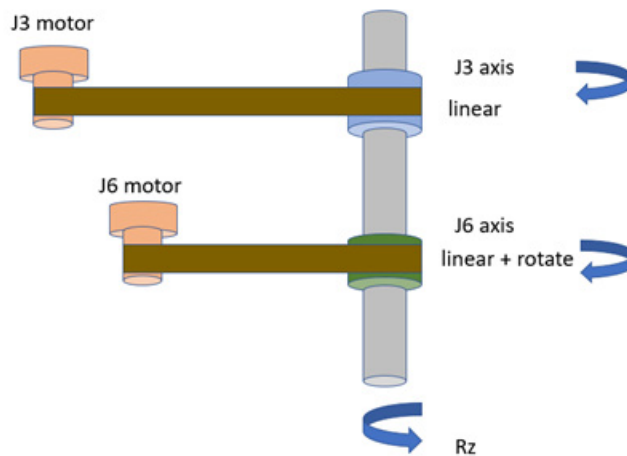


在上图中，J6 旋转引入轴的旋转，这也会带来线性运动。

轴旋转引起的线性运动距离由“导程”参数计算，公式为：

$$\text{导程} = \text{线性运动距离} / \text{旋转一转。}$$

如上图所示，J3 可执行线性运动以更改轴的笛卡尔 Z 位置。要仅更改轴的线性位置，请使用 J3。



如上图所示，要仅旋转轴而不进行线性运动，让 J3 和 J6 运动。

在 Studio 5000 Logix Designer 应用程序中，仅当设定 Rz 运动且 Z 保持不变时，控制器中的运动学变换才会通过对 J3 轴产生相反的运动来补偿由 J6 轴机械耦合引起的向上或向下运动。净效应是仅观察到旋转的 Rz 运动。

这些示例解决了图中所示的三个场景。

假定“导程”为 36 mm/转，J3、J6、Z 和 Rz 均设置为 0。

示例 1: 仅 J3 运动:

如果 J3 向上运动 3 mm，则 $J3 = -3 \text{ mm}$

$$Z = -J3$$

$$= 3 \text{ mm}$$

示例 2: 仅 J6 运动:

如果 J6 顺时针旋转 30 度。

$$Rz = -J6 = -30$$

$$Z = -J6 * \text{ 导程}$$

$$= -30 * 36/360$$

$$= -3 \text{ mm}$$

示例 3: 仅 Rz 运动:

如果 Rz 以顺时针方向旋转 30 度。

$$Rz = -30$$

则:

$$J6 = -Rz = 30$$

由于 J6 运动 30 度, 因此在 Z 轴上产生线性运动。要补偿这种线性运动效应, J3 需要沿相反方向运动。

$$J3 = -J6 * \text{ 导程}$$

$$= -30 * 36/360$$

$$= -3 \text{ mm}$$

因此:

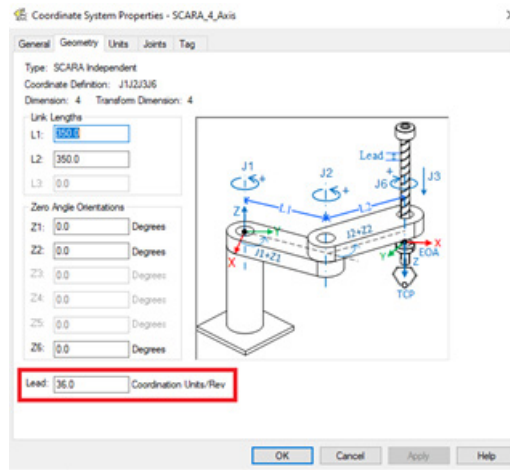
$$Z = 0$$

表示无线性运动。

下表包含了这三个示例。

关节配置 (导程 = 36 mm/转)	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
原始设置, J3 = 0, J6 = 0	0	0	0	0	0	0
示例 1: J3 = -3	0	0	3	0	0	0
示例 2: J6 = 30	0	0	-3	0	0	-30
示例 3: J3 = -3, J6 = 30	0	0	0	0	0	-30

在 Studio 5000 Logix Designer 中显示了这三个示例。



SCARA 4 轴示例如下所示。

首先，将“导程”参数设置为每转 36.0 坐标单位。

Rz.CommandPosition	Controller	0.0
J6.CommandPosition	Controller	0.0
J3.CommandPosition	Controller	0.0
Z.CommandPosition	Controller	0.0

当前，在关节空间中， $J_3 = 0$ 且 $J_6 = 0$ ，如上图所示。

在笛卡尔空间中， $Z = 0$ 且 $Rz = 0$ 。

首先，让 J_3 运动到 -3 位置。

Rz.CommandPosition	Controller	-30.0
J6.CommandPosition	Controller	30.0
J3.CommandPosition	Controller	0.0
Z.CommandPosition	Controller	-3.0

现在， $Z = -J_3 = 3$ ，如上图所示。

然后，将所有参数复位为 0 并让 J_6 运动到 30。

Rz.CommandPosition	Controller	-30.0
J6.CommandPosition	Controller	30.0
J3.CommandPosition	Controller	0.0
Z.CommandPosition	Controller	-3.0

现在，在上图中， $Rz = -30$ 且 $Z = -3$ ，这与示例 2 的结果一致。

再次复位所有参数，并让 J_3 运动到 3， J_6 运动到 30。

Rz.CommandPosition	Controller	-30.0
J6.CommandPosition	Controller	30.0
J3.CommandPosition	Controller	-3.0
Z.CommandPosition	Controller	0.0

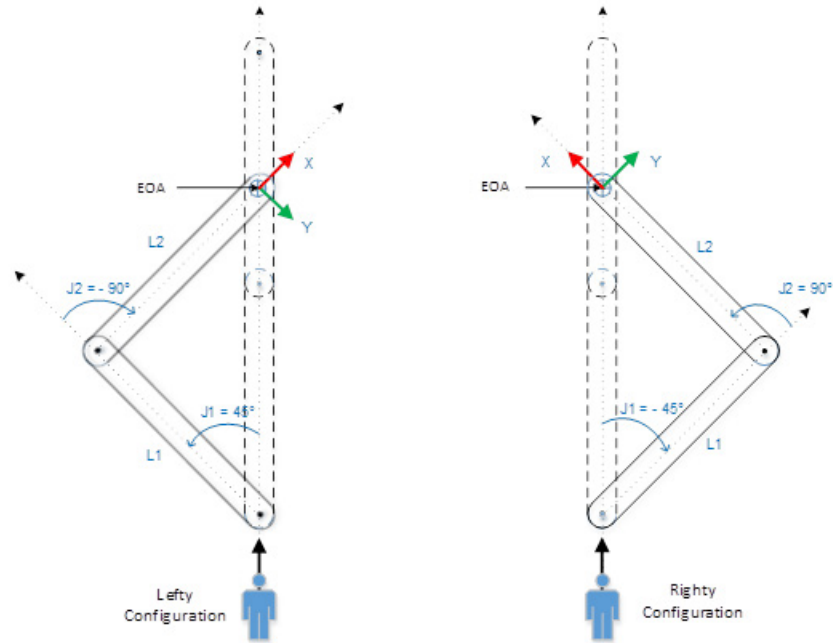
现在，在上图中， $Z = 0$ 且 $Rz = -30$ ，这与示例 3 一致。

SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的机器人配置

SCARA 机器人在尝试到达给定位置时具有两个运动学解。

在实现给定目标位置时，如果 J_2 相对于连杆 $L1$ 末端的坐标系沿负方向运动 (J_2 角度为负)，则将配置视为“左侧配置”。如果 J_2 相对于连杆 $L1$ 末端的坐标系沿正方向运动 (J_2 角度为正)，则将配置视为“右侧配置”。

下图所示为“右侧配置”和“左侧配置”实现的相同笛卡尔坐标位置。



MCPM 指令中的机器人配置

- 查看 EOA 时：
 - 如果肘部位于右侧，则配置为“右侧”。
 - 如果肘部位于左侧，则配置为“左侧”。
- 当 MCTO 启动时，它会根据当前的 J_2 位置来设置机器人配置，当 MCTO 处于激活状态时，它会保持相同的配置。
- 如果用来设定 MCPM 连续路径 (Continuous Path, CP) 运动的机器人配置参数不同于由 MCTO 指令设置的机器人配置，则会给出错误 136。

有关错误代码和指令详细信息，请参见 MCPM 指令部分。

MCTPO 指令中的机器人配置

在 MCTPO 中，将忽略机器人配置的位置。 “机器人配置”参数是 MCTPO 指令的输入和输出参数，具体取决于所使用的变换方向。

- 如果 MCTPO 变换方向设置为“正向变换”，则系统计算用户的机器人配置并更新标签数据。
- 如果 MCTPO 变换方向设置为“反向变换”，则用户提供机器人配置作为输入标签。

机器人配置为 DINT 数据类型标签，其定义如下表所示：

位位置	3	2	1	0
说明	翻转 (1)/ 无翻转 (0)	上 (1)/ 下 (0)	左 (1)/ 右 (0)	变化 (1)/ 不变 (0)
配置为“右”的机器人	不适用	不适用	0	x
配置为“左”的机器人	不适用	不适用	1	x

表示法:

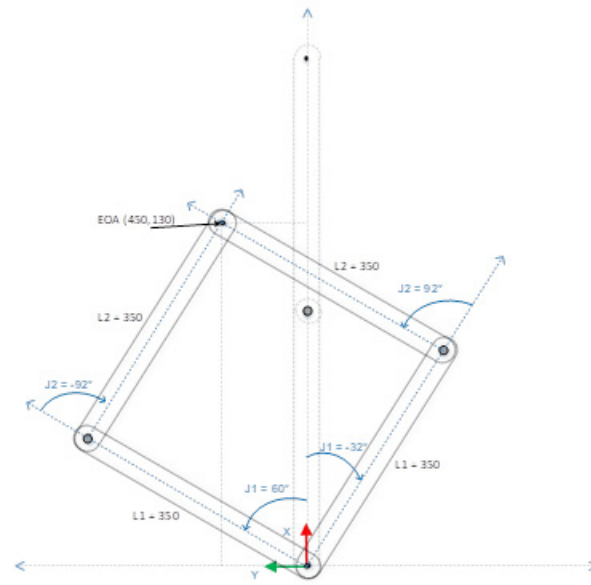
N/A: 不适用于 SCARA J1J2J3J6 机器人。

x: 值将被忽略。

有关更多错误代码和指令详细信息, 请参见 MCTPO 指令部分。

机器人配置示例

例如, 假设我们有 L1 和 L2, 每个的长度均为 350 单位。SCARA 机器人需要运动到 EOA 的以下笛卡尔坐标: $x=450$, $y=130$ 。下图显示了这两个解。

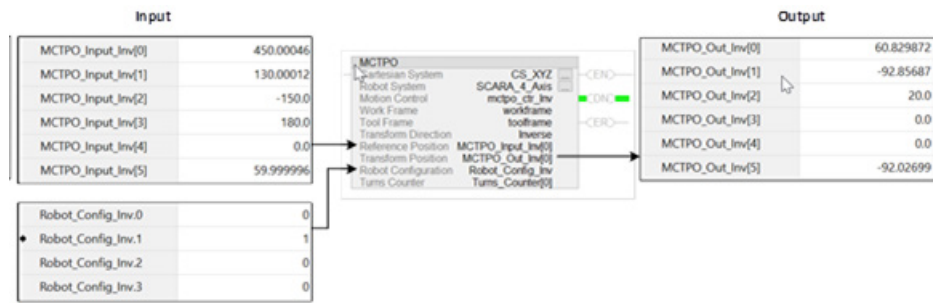


Studio 5000 Logix Designer 应用程序检测到某个笛卡尔坐标位置, 需要了解相对于特定机器人配置的关节位置。

该示例展示了变换方向为反向的 MCTPO 指令, 其中, 用户输入左侧配置的“笛卡尔坐标位置”和“机器人配置”作为输入。该指令会计算相应的目标关节角度位置, 然后将值写入“变换位置”参数作为输出。

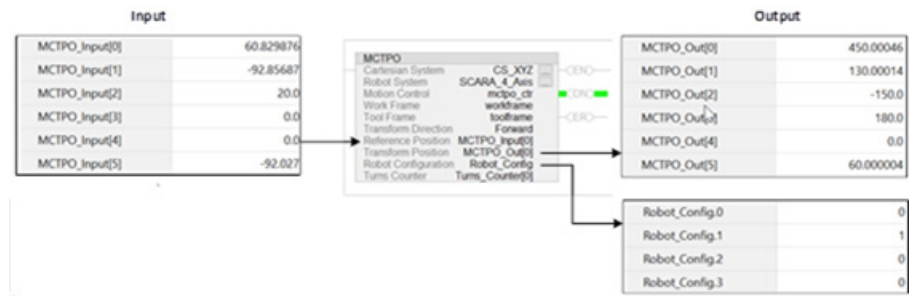
MCTPO1

该示例展示了变换方向为反向的 MCTPO 指令, 其中, 用户输入右侧配置的“笛卡尔坐标位置”和“机器人配置”作为输入。该指令会计算相应的目标关节角度位置, 然后将值写入“变换位置”参数作为输出。



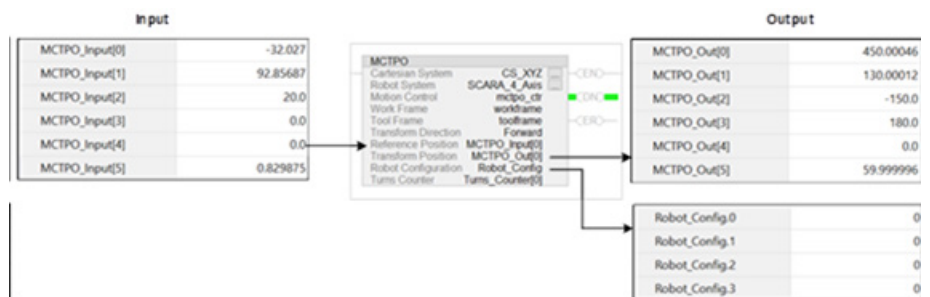
应用程序知道关节位置,并想知道与该机器人位置相关的“笛卡尔坐标位置”和“机器人配置”。

该示例展示了变换方向为正向的 MCTPO 指令。将配置的目标位置引导至“参考位置”操作数作为输入。该指令会计算并输出相应的笛卡尔坐标位置和机器人配置。在此示例中,目标位置按左侧配置进行求值。将配置的目标位置引导至“参考位置”操作数作为输入。该指令会计算相应的笛卡尔坐标和机器人配置 (Robot Configuration) 的值,并将此作为输出。在此示例中,目标位置按右侧配置进行求值。



Studio 5000 Logix Designer 应用程序知道关节位置,并想知道与该机器人位置相关的“笛卡尔坐标位置”和“机器人配置”。

该示例展示了变换方向为正向的 MCTPO 指令。将配置的目标位置引导至“参考位置”操作数作为输入。该指令会计算相应的笛卡尔坐标和机器人配置 (Robot Configuration) 的值,并将此作为输出。在给定示例中,目标位置按左侧配置进行求值。

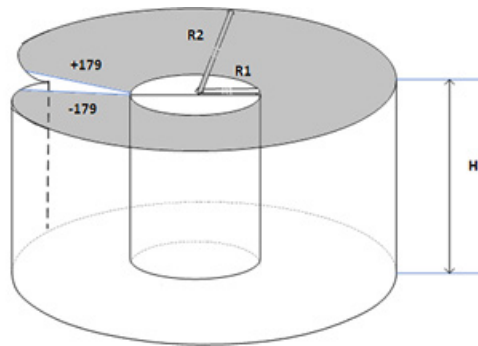


该示例展示了变换方向为正向的 MCTPO 指令。将配置的目标位置引导至“参考位置”操作数作为输入。该指令会计算相应的笛卡尔坐标和机器人配

置 (Robot Configuration) 的值，并将此作为输出。在给定示例中，目标位置按右侧配置进行求值。

确定机器人的工作空间 工作空间是用来定义 SCARA 独立 J1J2J3J6 机械臂工作范围边界的三维空间区域。SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的工作空间是一个空心圆柱体，其具体参数如下：

- 高度 (H) 等于 J3 轴的行程限位。
- 内径 (R1) 等于 $|L1-L2|$ 。
- 外径 (R2) 等于 $|L1+L2|$ 。



但是，由于单个关节 J1 和 J2 的运动范围有限，因此工作空间可能并不是完整的圆柱体。

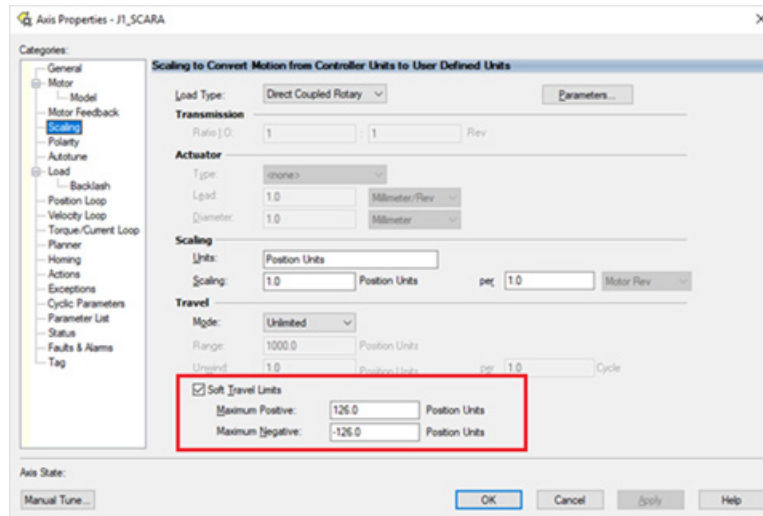
如果已将工具连接到 SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人，则该机器人的工作空间会有所变化。工具形状和尺寸可能会改变工作空间。

SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的最大关节限位条件

- 用于配置关节 1(J1) 和关节 2(J2) 轴的最大关节限位为 $\pm 179^\circ$ 。如果关节超出该限位，则运动协调变换指令会生成错误代码为 151 (JOINT_ANGLE_BEYOND_LIMIT) 且带有扩展错误代码的错误，指出哪个关节超出限位。
- 关节 3(J3) 为线性轴，没有任何运动学限位。J3 范围取决于制造商提供的冲程长度值。
- 关节 6(J6) 轴是可以旋转多圈的旋转轴。支持的最大圈数为 ± 127 。根据 J6 支持的圈数检查最大正向和负向范围。

配置关节限位

其他关节限位在“轴属性”对话框的“标定”选项卡中以“软行程限位”的形式进行设置。



SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位

在 MCTO 和 MCTPO 指令中定义工作坐标系和工具坐标系偏移值。SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人几何结构在手臂末端有姿态限制，因此工作坐标系和工具坐标系偏移值限制在可达到的工作空间内。

对于工作坐标系和工具坐标系，允许使用这些偏移值。如果偏移值无效，MCTO 和 MCTPO 指令会生成错误 148。

- 对于工作坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移量受限，必须设为 0。通过 MCTO 和 MCTPO 指令中的“工作坐标系”参数指定这些偏移值。
- 对于工具坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移值受限，且必须设为 0。通过 MCTO 和 MCTPO 指令中的“工具坐标系”参数指定这些偏移值

SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人的示例项目

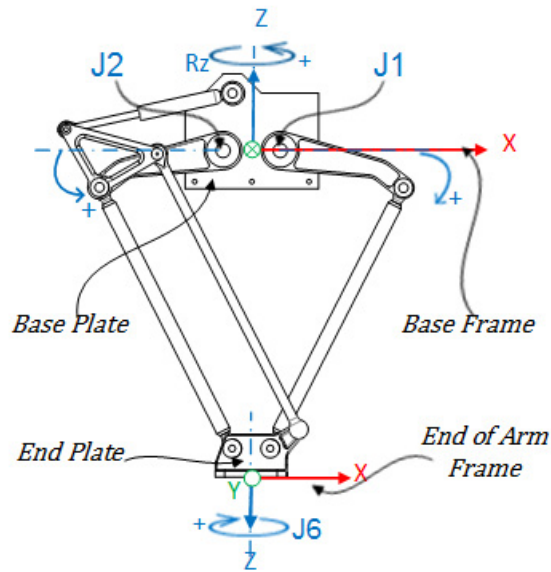
要使用运动学示例项目来配置 SCARA 独立 J1J2J3J6 机器人，可在帮助菜单中选择“供应商示例项目”，然后选择“运动”类别。

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

```
c:\Users\Public\Public Documents\Studio
5000\Sample\ENU\v<current_release>\Rockwell Automation
```

配置 Delta J1J2J6 坐标系系统

下图显示了在三维笛卡尔 (X, Z, Rz) 坐标空间中运动的三轴 Delta 机器人。

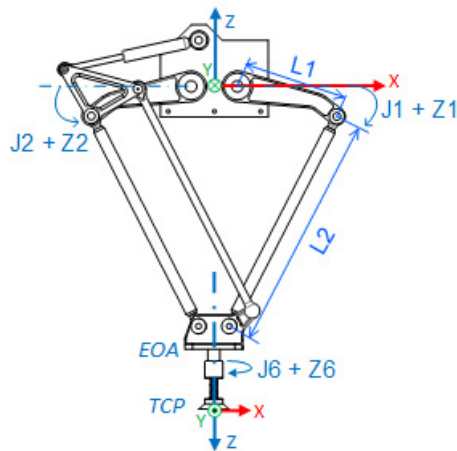


在 Logix Designer 应用程序中，该机器人的三个自由度配置为机器人坐标系中的关节 1 (J1)、关节 2 (J2) 和关节 6 (J6) 轴。

这三个关节轴：

- 可直接在关节空间编程。
- 在应用程序中执行指令时，由运动计算结果自动控制，在虚拟笛卡尔坐标系统中设定。

该机器人带有一块固定顶板（基板）和一块活动底板（端板）。固定顶板通过两个机械臂长度相同的连杆臂组件（L1 和 L2）连接到活动底板。



关节 (J1、J2) 旋转时，与这些关节相连的手臂会在 (X, Z) 平面中运动，端板与第二连杆 (L2) 末端之间通过球形关节进行机械连接，确保基板和端板保持平行。

J6 连接到端板末端，在手臂末端实现旋转。使用默认的工作和工具坐标系设置，将手臂末端 (EOA) 设为 (X, Z, Rz) 坐标。如果将工具安装到 EOA

或定义了其他工作坐标系(非默认工作坐标系),则将工具中心点(TCP)设为全部六个轴的笛卡尔坐标点(X, Y, Z, Rx, Ry, Rz)。应用程序会使用设定的矢量动力学参数计算 TCP 从当前位置线性运动到设定的完全笛卡尔坐标位置需要的关节值(J1、J2、J6)。

由于 Rx 和 Ry 姿态轴上不进行旋转,因此 Rx 姿态值仅可设为 180° 值, Ry 始终为 0°, Rz 姿态值设定在 Rz 的固定 XYZ 欧拉角范围内,即 +/-180° 范围内。

另请参见

[建立参考坐标系](#) 参考页数 184

[配置参数](#) 参考页数 186

[确定工作空间](#) 参考页数 190

[最大关节限位条件](#) 参考页数 192

[工作和工具坐标系偏移限位](#) 参考页数 193

[无效笛卡尔坐标位置](#) 参考页数 194

建立 Delta J1J2J6 机器人参考坐标系

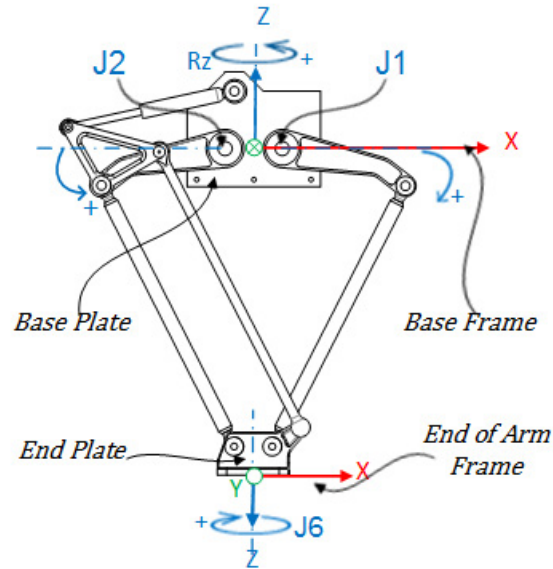
参考坐标系为作为机器人基本坐标系的笛卡尔坐标系,所有目标点均相对于此基本坐标系指定。机器人变换为从基本坐标系到手臂末端坐标系变换,可将任何笛卡尔坐标目标位置变换为关节空间,反之亦然。为正常进行变换,需要为关节空间内的所有轴建立相对于机器人笛卡尔基本坐标系的原点。

建立基本坐标系

Delta 几何结构的 XYZ 参考坐标系(基本坐标系)位于基板中心附近,在关节 1 与关节 2 之间,相隔 180°。其中一个手臂的顶部连杆沿 X 轴正向对齐,另一个沿 X 轴负向对齐。根据右手定则,Z 轴正向是指向上方的轴(顶视图中指向纸外的方向),如图所示。

- +J1 旋转角度是绕基本坐标系的 -Y 轴顺时针测量(+Y 轴指向内侧)。
- 如果关节轴(J1 和 J2)的方向处于正向,会使顶部连杆(与 J1 或 J2 轴相关)沿向下方向运动。两个关节轴均配置为线性轴。

- 基本坐标系中 Rz 姿态的方向如图所示。



建立手臂末端坐标系

手臂末端 (EOA) XYZ 参考坐标系设在端板末端。该坐标系参照基本坐标系旋转 $R_x = 180^\circ$ 。因此, X 轴与基本坐标系的 X 轴方向相同, 但 Z 轴方向向下, 朝向工具接近矢量的方向。

J6 旋转轴与基本坐标系的 Z 轴对齐。

- 要设置 J6 轴的零点位置, 应使 J6 轴运动, 使 EOA 的 X 轴与手臂的顶部连杆 (即基本坐标系的 X 轴) 对齐。
- +J6 角度绕基本坐标系的 +Z 轴顺时针测量。

另请参见

[校准 Delta J1J2J6 机器人](#) 参考页数 185

校准 Delta J1J2J6 机器人

可执行以下步骤来校准 Delta J1J2J6 机器人。

校准 Delta J1J2J6 机器人:

1. 从机器人制造商处获得 J1、J2 和 J6 在校准位置的角度值。使用这些值建立参考位置。
2. 参照制造商数据表确定相关规格的电机是否包含连接电机与连杆或关节处的致动装置并使机器人运动的内部或外部变速箱。
3. 在 **轴属性** (Axis Properties) 对话框**标定** (Scaling) 选项卡的**传动比 I/O** (Transmission Ratio I/O) 框中, 设置各轴的传动比。

4. 在**标定 (Scaling)** 对话框中, 输入应用于各轴 (J1、J2) 的标定系数, 使得绕连杆 1 旋转一圈 (负载单位转) 等于 360° 。
对 J6 轴应用相同的标定系数。J6 轴旋转一圈也等于 360° 。
5. 当关节轴处于开环状态时, 通过程序控制点动机器人或手动移动机器人, 以将所有关节移动到校准位置。
6. 执行以下一项操作:
 - a. 使用在步骤 1 中获得的校准值, 通过运动位置重设 (MRP) 指令设置关节轴的位置。
 - b. 使用在步骤 1 中获得的校准值, 设置关节轴零点位置的配置值, 并对每个关节轴执行运动轴归零 (MAH) 指令。
7. 将每个关节 (J1、J2) 移至绝对位置 0.0。确定每个关节位置的读数均为 0° , 且相应的 L1 处于水平位置 (XY 平面)。
8. 如果手臂顶部连杆 (L1) 未处于水平位置, 则在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框的**几何结构 (Geometry)** 选项卡中, 将**零角度偏移 (Zero Angle Offsets)** 值配置为等于处于水平位置时关节的值。
9. 使 J6 移至绝对位置 0.0。确认关节位置的读数为 0° 。

提示: 由于机器人轴是绝对轴, 因此需只建立一次参考位置。如果参考位置因控制器更换等原因而丢失, 则可重新建立参考位置。

另请参见

[建立 Delta J1J2J6 机器人参考坐标系](#) 参考页数 184

Delta J1J2J6 机器人的配置参数

可配置 Logix Designer 应用程序, 以便控制不同工作范围和有效载荷能力的机器人。机器人的配置参数值包括:

- 连杆长度
- 基点偏移
- 执行器板偏移
- 摇臂偏移
- 零角度姿态

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

重要事项 (IMPORTANT) 确认以相同计量单位在“坐标系统属性”对话框中输入“连杆长度”、“基本偏移量”和“末端执行器偏移量”值。

另请参见

[Delta J1J2J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 187

[Delta J1J2J6 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 187

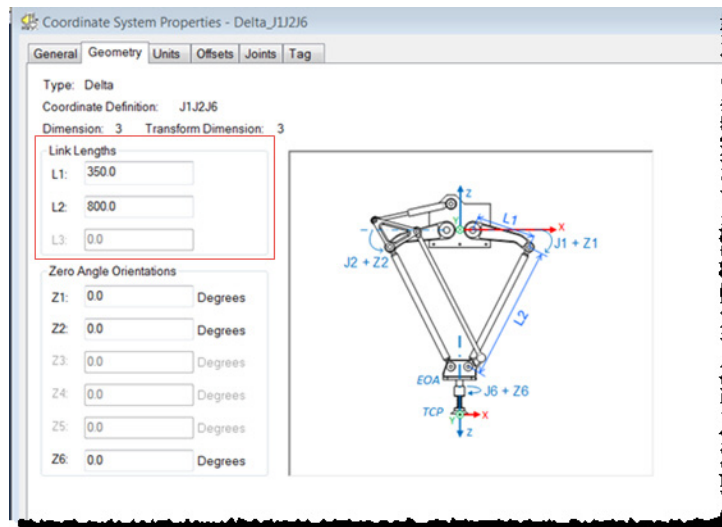
[Delta J1J2J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 188

[配置 Delta J1J2J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 189

Delta J1J2J6 机器人的连杆长度 连杆是连接到旋转关节的刚性机械体。Delta 三维机器人的几何结构包含两对连杆 (L_1 和 L_2)，二者构成了手臂的顶部连杆。每对连杆的尺寸相同。

- **L1** - 安装在各驱动关节 (J_1 和 J_2) 的连杆。
- **L2** - 一端连接 L_1 ，另一端连接端板的连杆

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡中，输入连杆长度。



另请参见

[Delta J1J2J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 186

[Delta J1J2J6 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 187

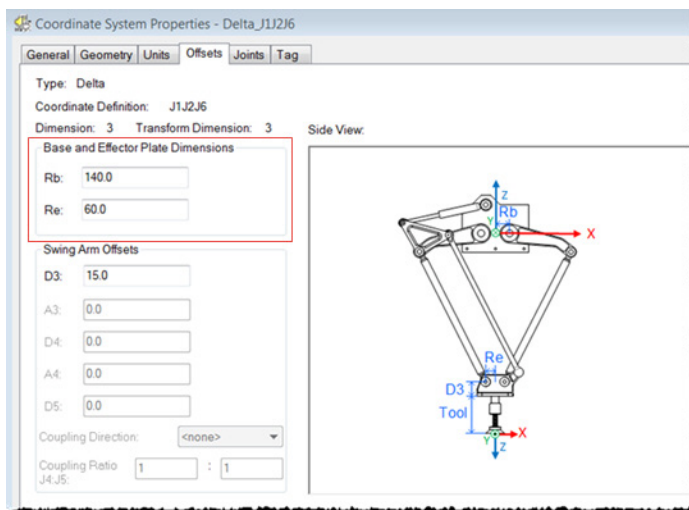
[Delta J1J2J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 188

[配置 Delta J1J2J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 189

Delta J1J2J6 机器人的基板和执行器板尺寸 在三轴 Delta 机器人配置中，基板和端板偏移以 R_b 和 R_e 偏移表示。

- **Rb** - 此偏移表示基板偏移值。输入从机器人坐标系统原点到某个传动器关节的距离值。
- **Re** - 此偏移表示末端板偏移值。输入从活动末端板中心到平行臂 (L_2) 下部球形关节的距离值。

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的**偏移 (Offsets)** 选项卡中，输入三轴 Delta 机器人的基点偏移和执行器板偏移。



另请参见

[Delta_J1J2J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 186

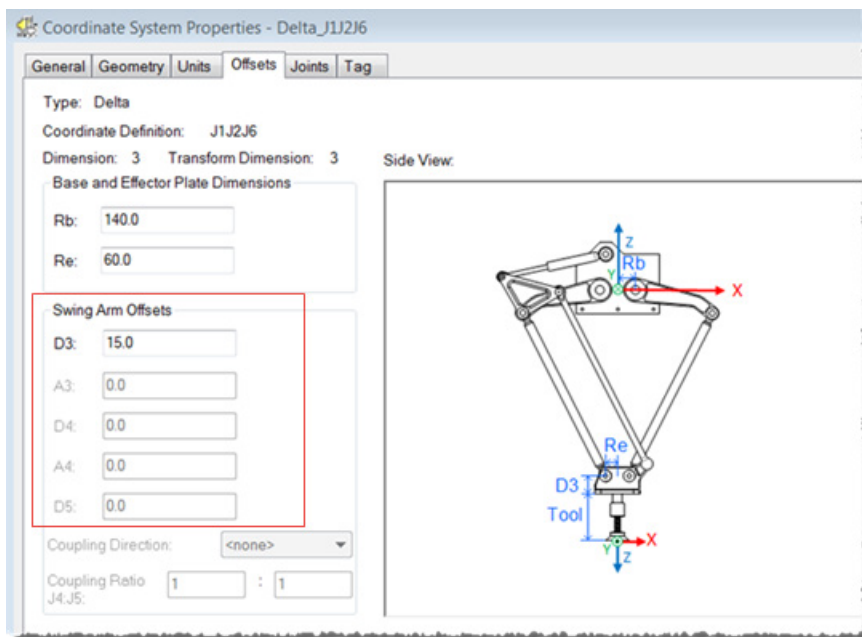
[Delta_J1J2J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 188

[配置 Delta_J1J2J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 189

[在 GSV/SSV 指令中配置偏移变量](#) 参考页数 189

Delta J1J2J6 机器人的摇臂偏移

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的**偏移 (Offsets)** 选项卡中，输入 D3 摇臂偏移值。**D3** 是 Z 轴上端板中心到 J6 旋转轴的距离。



可使用 Denavit - Hartenberg (DH) 表示法配置这些偏移值。将端板中心点的 XYZ 轴方向 (如图所示) 用作参考坐标系来测量偏移值。根据 DH 约定, 偏移值是正值还是负值基于此处所示的 XYZ 参考坐标系而定。

提示: 对于所有摇臂偏移, Z 轴正向指端板中心点处向下方向。

如需了解用于机器人的相关摇臂偏移值, 请参见制造商的 CAD 图纸或数据表。根据机械设置, 有些偏移值将为零。

另请参见

[Delta J1J2J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 186

[配置 Delta J1J2J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 189

[在 GSV/SSV 指令中配置偏移变量](#) 参考页数 189

在 GSV/SSV 指令中配置偏移变量

对于三轴 Delta 机器人, 坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中的**偏移** (Offset) 参数不会与 GSV/SSV 指令中的同名属性进行映射。可借助下表, 将坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中的参数与 GSV/SSV 指令中的属性相关联。

坐标系统 (Coordinate System) 对话框中的参数	类名称	属性名称	数据类型	GSV	SSV
基板尺寸: Rb	CoordinateSystem	BaseOffset1	REAL	是	是
基板尺寸: Re	CoordinateSystem	EndEffectorOffset1	REAL	是	是
摇臂偏移: D3	CoordinateSystem	EndEffectorOffset3	REAL	是	是

另请参见

[Delta J1J2J6 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 187

[Delta J1J2J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 188

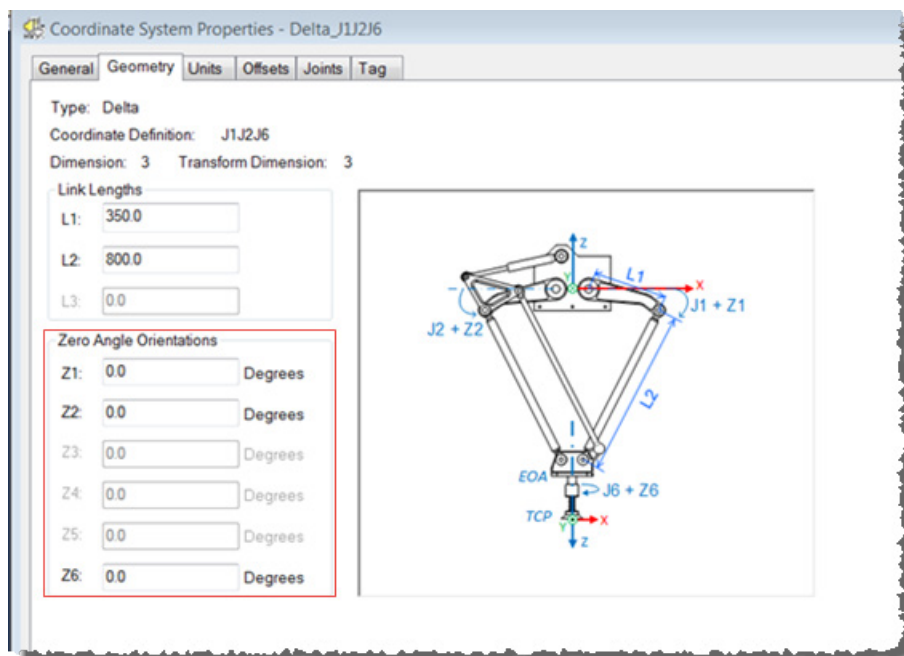
配置 Delta J1J2J6 机器人的零角度姿态

对于 Delta 机器人几何结构, Logix Designer 应用程序中的内部变换方程假定:

- 当连杆 L1 处于水平位置, 与 XY 平面平行时, J1 和 J2 位于 0° 位置。
- 每个顶部连杆 (L1) 向下移动时, 其相应关节轴 (J1 或 J2) 沿正向旋转。
- J6 位于 0° 位置时, 关节 6 旋转轴与基本坐标系的 Z 轴对齐。
- 相对于基本坐标系而言, 手臂末端 (EOA) 坐标系的 Rx 值为 180°, 因此 Z 轴指向下方。

为使关节 J_1 和 J_2 角度位置在 L_1 处于水平位置时为 0° 以外的任意值，应在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡上配置零角度姿态 (Zero Angle Orientation) 值，使关节角度位置与内部方程相符。

例如，安装 Delta 机器人时，如果使连接至顶板的关节的零点位于水平以下正向 30° 处，同时希望应用程序将该位置的值读为零，则应在几何结构 (Geometry) 选项卡上的 Z_1 和 Z_2 参数中输入 -30° 。 Z_6 偏移用于将 J_6 轴设置为除默认的 0° 位置以外的其他位置。



另请参见

[Delta J1J2J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 186

[连杆长度](#) 参考页数 187

[基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 187

[摇臂偏移](#) 参考页数 188

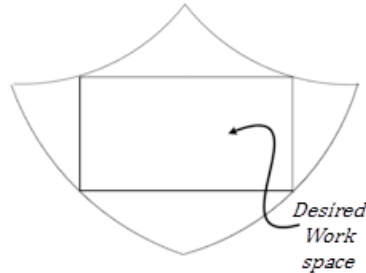
确定 Delta J1J2J6 机器人的工作空间

对于 Delta 机器人几何结构，Logix Designer 应用程序中的内部变换方程假定：

- 当连杆 L_1 处于水平位置，与 XY 平行时，关节 (J_1, J_2) 位于 0° 位置。

工作空间是用来定义机械臂工作范围边界的二维空间区域（使用默认工作坐标系和工具坐标系设置）。如本例所示，Delta 机器人的典型工作空间类似于倒置的二维伞形：

二维 Delta 机器人工作空间示例



有关确切的工作空间区域，请参见机器人制造商提供的相关文档。

在机器人工作空间内部定义的矩形内（理想工作空间）对机器人进行编程。该矩形可通过 X、Z 虚拟源轴的正负尺寸来定义。

为避免出现奇异点位置问题，带姿态的运动协调变换（MCTO）指令将在内部计算 Delta 机器人几何结构的关节限位。首次调用 MCTO 指令时，应用程序内部将根据在坐标系统属性（Coordinate System Properties）对话框几何结构（Geometry）和偏移（Offsets）选项卡中输入的连杆长度值和偏移值来计算关节的最大正向和负向关节限位值。

有关最大正向和负向关节限位的详细信息，请参见：

- 最大关节限位条件
- 工作和工具坐标系偏移限位

每次扫描期间，都会检查关节位置，确保它们处于最大和最小关节限位范围内。

如果将关节轴归零或移动到算得的关节限位以外的位置，随后调用 MCTO 指令时，将导致错误 67（变换位置无效）。有关错误代码的更多信息，请参见联机帮助中的 MCTO 指令或 LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual（出版号 [MOTION-RM002](#)）。

另请参见

[Delta J1J2J6 机器人的最大关节限位条件](#) 参考页数 192

[Delta J1J2J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位](#) 参考页数 193

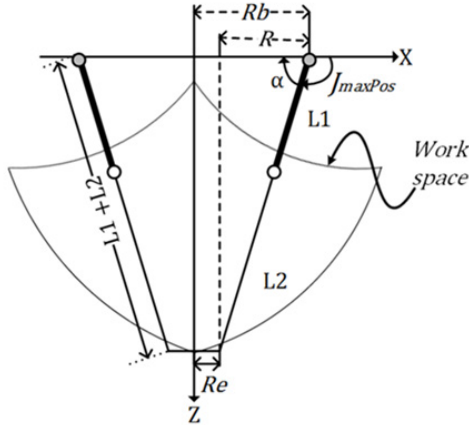
[Delta J1J2J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 187

Delta J1J2J6 机器人的最大关节限位条件

参考下列指南确定四维机器人的最大关节限位条件。

最大 J1、J2 正向关节限位条件

当 L1 和 L2 共线时，适用最大正向关节限位条件。



最大正向关节限位位置
R = (Rb - Re) 的绝对值

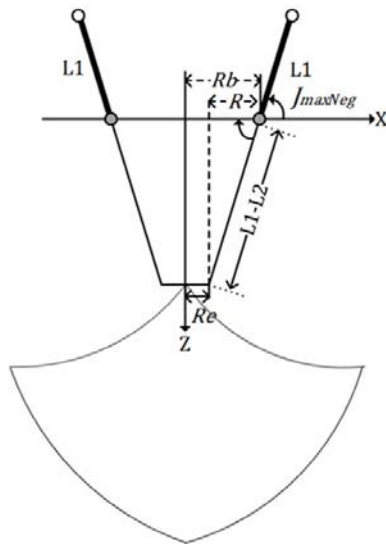
$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{R}{L1 + L2}\right)$$

$$J_{maxPos} = 180 - \alpha$$

最大 J1、J2 负向关节限位条件

当 L1 和 L2 在彼此上方折回时，适用最大负向关节限位条件。

R 使用基点偏移和末端执行器偏移值 (Rb 和 Re) 计算而来。



最大负向关节限位条件
R = (Rb - Re) 的绝对值

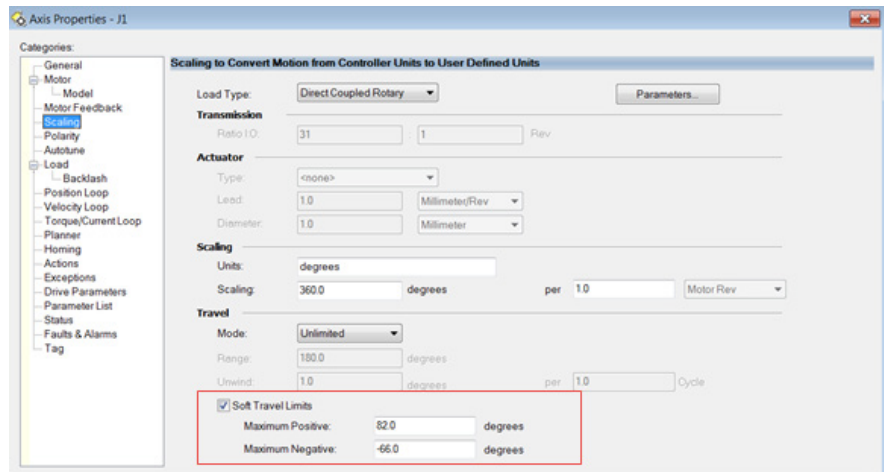
$$J_{maxNeg} = -\cos^{-1}\left(\frac{R}{L1 - L2}\right)$$

最大 J6 关节限位条件

J6 轴是可以旋转多圈的旋转轴。支持的最大圈数为 +/-127。根据 J6 支持的圈数检查最大正向和负向范围。

配置关节限位

请参见机器人制造商提供的数据表，计算 J1、J2 和 J6 轴的范围。这些限位在轴属性 (Axis Properties) 对话框的标定 (Scaling) 选项卡中以软行程限位 (Soft Travel Limit) 的形式进行设置。



另请参见

[确定 Delta J1J2J6 机器人的工作空间](#) 参考页数 190

Delta J1J2J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位的偏移限位

三轴 Delta 机器人的工作空间与 MCTO 指令中定义的工作坐标系和工具坐标系偏移值有关。目标端点位置范围会根据工作和工具坐标系偏移发生变化。

在 Delta 机器人中，端板始终平行于基板，且三轴 Delta 机器人最远仅可到达限定的姿态位置。工作和工具坐标系偏移值限制在可达到的工作空间内。对于工作和工具坐标系，允许使用以下偏移值。如果偏移值无效，MCTO 指令将生成错误 148。

- 对于工作坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移受到限制，且必须设为 0°。通过 MCTO 指令中的 **WorkFrame** 参数指定这些偏移值。
- 对于工具坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移受到限制，且必须设为 0°。通过 MCTO 指令中的 **ToolFrame** 参数指定这些偏移值。

另请参见

[确定工作空间](#) 参考页数 190

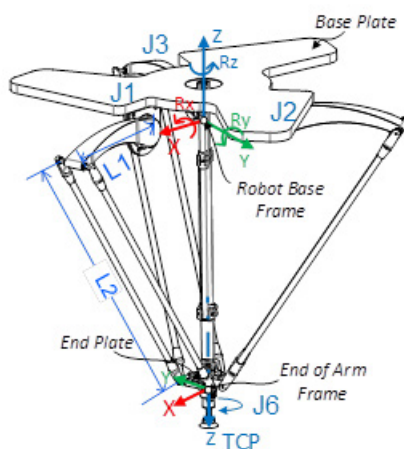
无效笛卡尔坐标位置

手臂末端 (EOA) 使用默认工作坐标系和工具坐标系设置, 仅可以 (X, Z, Rz) 形式进行编程。请注意以下事项:

- 如果存在 Y 分量 (Y 轴上的平移不等于 0), MCTO 和 MCTPO 指令会出错, 错误代码: 153, 扩展错误代码: 2。
- 如果存在 Rx 分量 (Rx 轴上的姿态不等于 180°), MCTO 和 MCTPO 指令会出错, 错误代码: 67, 扩展错误代码: 1。
- 如果存在 Ry 分量 (Ry 轴上的姿态不等于 0), MCTO 和 MCTPO 指令会出错, 错误代码: 67, 扩展错误代码: 2。

配置 Delta J1J2J3J6 坐标系

在六维笛卡尔 (X, Y, Z, Rx, Ry, Rz) 空间中运动的四轴 Delta 机器人通常成为蜘蛛机器人或伞形机器人。此图以四维 Delta 机器人为例。



在 Logix Designer 应用程序中, 四个自由度配置为机器人坐标系统中的四个关节轴 (J1、J2、J3 和 J6)。所有关节轴:

- 可直接在关节空间编程。
- 由应用程序中嵌入的运动学软件通过在虚拟笛卡尔坐标系统中编程的指令自动控制。

该机器人带有一块固定顶板 (基板) 和一块活动底板 (端板)。固定顶板通过三个连杆臂组件连接到活动底板。三个连杆臂组件都配有顶部连杆臂 (L1) 和底部连杆臂 (L2)。

各轴 (J1、J2、J3) 旋转时, 端板始终在平行于基板的 XYZ 平面中运动。连杆 L2 通过球形关节进行机械连接, 确保底板和端板相互保持平行。

当每个顶部连杆 (L1) 向下移动时, 假定相应的关节轴 (J1、J2 或 J3) 沿正向旋转。机器人的三个关节轴被配置为线性轴。

J6 连接到端板末端, 在手臂末端实现旋转。

如果不使用工作坐标系和工具坐标系, 则将手臂末端 (EOA) 设为 (X, Y, Z, Rz) 坐标。如果将工具安装到 EOA 或定义了其他工作坐标系 (非默认工作坐标系), 则可将工具中心点 (TCP) 设为全部六个轴的笛卡尔坐标点 (X、Y、Z、Rx、Ry 和 Rz)。MCTO 指令会使用设定的矢量动力学参数计算 TCP 从当前位置线性运动到设定的完全笛卡尔坐标位置需要的关节值 (J1、J2、J3 和 J6)。

在四轴 Delta 机器人中, 端板始终与基板保持平行 (在 XY 平面中)。因此, 需使用以下有效值范围设置 Rx、Ry 和 Rz 姿态值。

姿态轴	有效范围
Rx	180°
Ry	0°
Rz	-179.9999° 至 180°

另请参见

[建立 Delta J1J2J3J6 机器人参考坐标系](#) 参考页数 195

[校准 Delta J1J2J3J6 机器人](#) 参考页数 197

[Delta J1J2J3J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 198

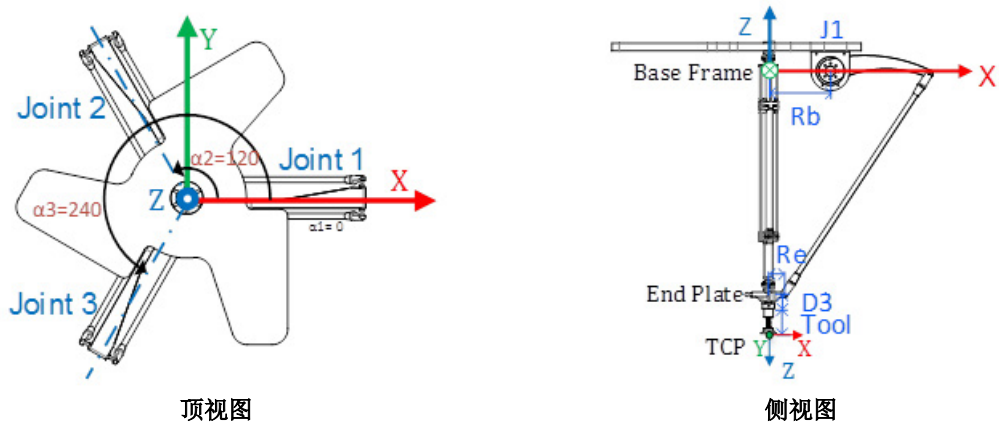
[确定 Delta J1J2J3J6 机器人的工作空间](#) 参考页数 203

[Delta J1J2J3J6 机器人的最大关节限位条件](#) 参考页数 204

[Delta J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位](#) 参考页数 206

建立 Delta J1J2J3J6 机器人参考坐标系

参考坐标系为作为机器人基本坐标系的笛卡尔坐标系, 所有目标点均相对于此基本坐标系指定。机器人变换为从基本坐标系到手臂末端坐标系变换, 可将任何笛卡尔坐标目标位置变换为关节空间, 反之亦然。为正常进行变换, 需要为关节空间内的所有轴建立相对于机器人笛卡尔基本坐标系的原点。



建立基本坐标系

Delta 几何结构的参考 XYZ 坐标系（基本坐标系）位于基板中心附近。关节 1 (J1)、关节 2 (J2) 和关节 3 (J3) 是驱动关节，三者相隔 120° ，如 α_1 、 α_2 和 α_3 所示。

在 Logix Designer 应用程序中配置 Delta J1J2J3J6 坐标系统时，如果关节零位位于 XY 平面中的 0° 位置，则 L1 连杆会沿顶视图所示的 X 正向轴对齐。侧视图显示 X 轴将通过 J1 电机中心到达连杆 L1 和 L2 关节的中心。

从 J1 沿逆时针方向运动到 J2 和 J3 时，Y 轴将与 X 轴正交。根据右手定则，Z 正向轴是侧视图中指向上方的轴（顶视图中指向纸外的方向）。

- +J1 旋转角度是绕基本坐标系的 -Y 轴顺时针测量（侧视图中 +Y 轴指向内侧）。
- 每个顶部连杆 (L1) 向下移动时，其相应关节轴 (J1、J2 或 J3) 沿正向旋转。

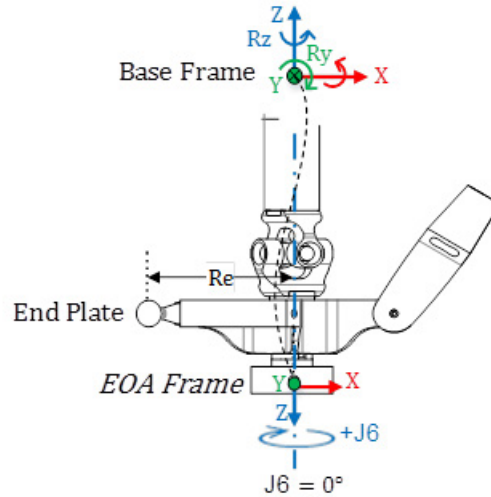
建立手臂末端坐标系

手臂末端 (EOA) XYZ 参考坐标系设在端板末端。该坐标系参照基本坐标系旋转 $R_x = 180^\circ$ 。因此，X 轴与基本坐标系的 X 轴方向相同，但 Z 轴方向指向下方，朝向工具接近矢量的方向。

J6 旋转轴与基本坐标系的 Z 轴对齐。

- 要设置 J6 轴的零点位置，应使 J6 轴运动，使 EOA 的 X 轴与手臂 (J1) 的顶部连杆 (L1，即基本坐标系的 X 轴) 对齐。
- +J6 角度绕基本坐标系的 +Z 轴顺时针测量。

下图显示了 J6 轴的旋转及其方向。



另请参见

[校准 Delta J1J2J3J6 机器人](#) 参考页数 197

校准 Delta J1J2J3J6 机器人

可执行以下步骤来校准 Delta J1J2J3J6 机器人。

校准 Delta J1J2J3J6 机器人：

1. 从机器人制造商处获得 J1、J2、J3 和 J6 在校准位置的角度值。使用这些值建立参考位置。
2. 参照制造商数据表确定相关规格的电机是否包含连接电机与连杆或关节处的致动装置并使机器人运动的内部或外部变速箱。
3. 在 **轴属性** (Axis Properties) 对话框**标定** (Scaling) 选项卡的**传动比 I/O** (Transmission Ratio I/O) 框中，设置各轴的传动比。
4. 在**标定** (Scaling) 对话框中，输入应用于各轴 (J1、J2 和 J3) 的标定系数，使得绕连杆 1 旋转一圈 (负载单位转) 等于 360° 。
对 J6 轴应用相同的标定系数。J6 轴旋转一圈应等于 360° 。
5. 当关节轴处于开环状态时，通过程序控制点动机器人或手动移动机器人，以将所有关节移动到校准位置。
6. 执行以下一项操作：
 - a. 使用在步骤 1 中获得的校准值，通过运动位置重设 (MRP) 指令设置关节轴的位置。
 - b. 使用在步骤 1 中获得的校准值，设置关节轴零点位置的配置值，并对每个关节轴执行运动轴归零 (MAH) 指令。

7. 将各 J1、J2、J3 关节移至绝对位置 0.0。确定每个关节位置的读数均为 0°，且相应的 L1 处于水平位置（XY 平面）。
8. 如果手臂顶部连杆（L1）未处于水平位置，则在**坐标系统属性**（Coordinate System Properties）对话框的**几何结构**（Geometry）选项卡中，将**零角度偏移**（Zero Angle Offsets）值配置为等于处于水平位置时关节的值。
9. 使 J6 移至绝对位置 0.0。确认关节位置的读数为 0°，且 J6 位置在基本坐标系的 Z 轴方向。

提示： 由于机器人轴是绝对轴，因此需只建立一次参考位置。如果参考位置因控制器更换等原因而丢失，则可重新建立参考位置。

另请参见

[建立 Delta J1J2J3J6 机器人参考坐标系](#) 参考页数 195

Delta J1J2J3J6 机器人的配置参数

可配置 Logix Designer 应用程序，以便控制不同工作范围和有效载荷能力的机器人。机器人的配置参数值包括：

- 连杆长度
- 基点偏移
- 末端执行器偏移
- 摇臂偏移
- 配置零角度姿态

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

重要事项 确认以相同计量单位在“坐标系统属性”对话框中输入“连杆长度”、“基本偏移量”和“末端执行器偏移量”值。
(IMPORTANT)

另请参见

[Delta J1J2J3J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 198

[Delta J1J2J3J6 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 199

[Delta J1J2J3J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 200

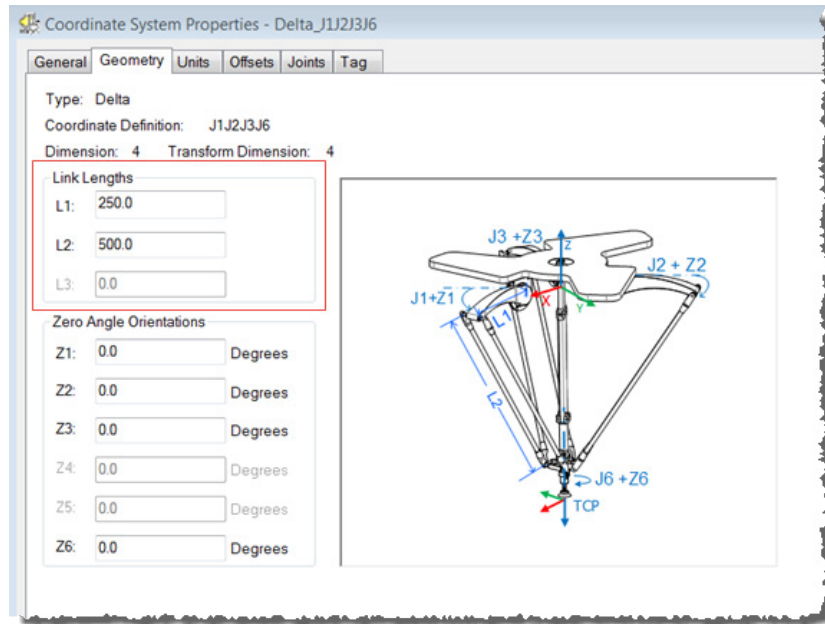
[配置 Delta J1J2J3J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 202

Delta J1J2J3J6 机器人的连杆长度

连杆是连接到旋转关节的刚性机械体。Delta 四维机器人的几何结构包含三对连杆，每对连杆由 L1 和 L2 组成。每对连杆的尺寸相同。

- L1 - 连接到各驱动关节（J1、J2 和 J3）的连杆
- L2 - 一端连接 L1，另一端连接端板的连杆

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡中，输入连杆长度。



另请参见

[Delta_J1J2J3J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 198

[Delta_J1J2J3J6 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 199

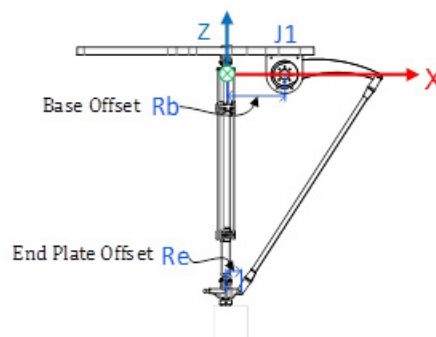
[Delta_J1J2J3J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 200

[配置 Delta_J1J2J3J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 202

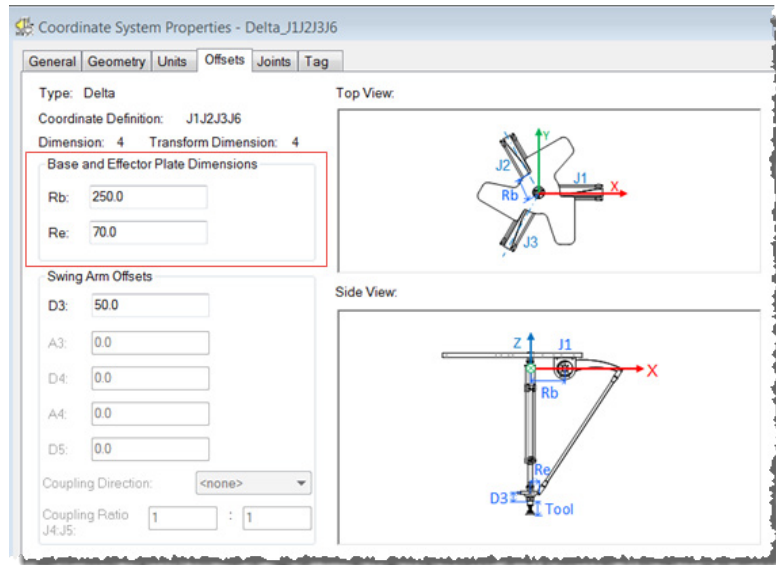
Delta J1J2J3J6 机器人的基板和执行器板尺寸

在四轴 Delta 机器人配置中，基板和端板偏移以 **Rb** 和 **Re** 偏移表示。

- **Rb** - 此偏移表示基板偏移值。输入从机器人坐标系统原点到某个传动器关节的距离值。
- **Re** - 此偏移表示末端板偏移值。输入从活动末端板中心到平行臂 (L2) 下部球形关节的距离值。



在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offsets) 选项卡中, 输入四轴 Delta 机器人的基板偏移和执行器板偏移。



另请参见

[Delta_J1J2J3J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 198

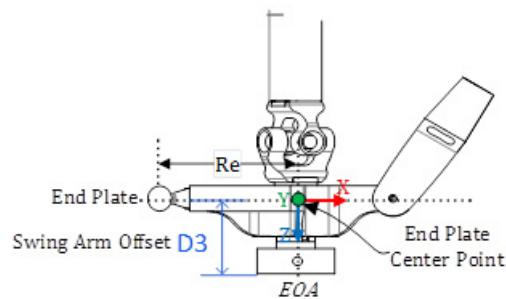
[Delta_J1J2J3J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 200

[在 GSV/SSV 指令中配置偏移变量](#) 参考页数 201

[配置 Delta_J1J2J3J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 202

Delta J1J2J3J6 机器人的摇臂偏移

在四轴 Delta 机器人配置中, 仅允许配置一个摇臂偏移 (D3)。D3 是 Z 轴上端板中心到 J6 旋转轴的距离。

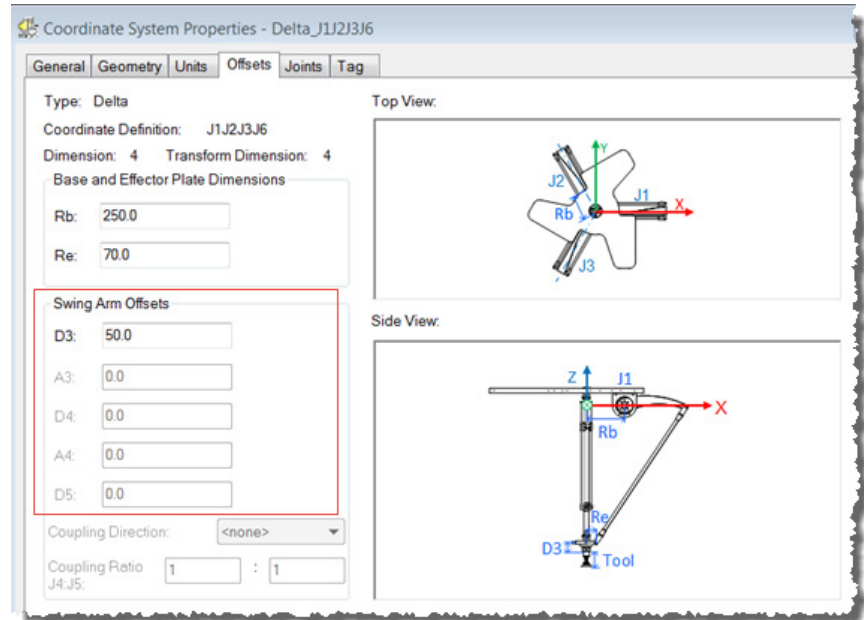


关节 6 的轴使用摇臂偏移 D3 配置。可使用 Denavit - Hartenberg (DH) 表示法配置这些偏移值, 其中, Z 方向的关节偏移显示为 D3。偏移值可以是正值, 也可以是负值。

提示: 对于摇臂偏移, Z 轴正向是指端板中心点处向下方向。

如需了解用于项目的相关摇臂偏移值，请参见制造商的 CAD 图纸或数据表。

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offsets) 选项卡中，输入摇臂偏移值。



另请参见

[Delta_J1J2J3J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 198

[可配置变量与属性名称之间的映射](#) 参考页数 201

[配置 Delta_J1J2J3J6 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 202

在 GSV/SSV 指令中配置偏移变量

对于四轴 Delta 机器人，坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中的偏移 (Offset) 参数不会与 GSV/SSV 指令中的同名属性进行映射。可借助下表，将坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中的参数与 GSV/SSV 指令中的属性相关联。

坐标系统 (Coordinate System) 对话框中的参数	类名称	属性名称	数据类型	GSV	SSV
基板尺寸: Rb	CoordinateSystem	BaseOffset1	REAL	是	是
基板尺寸: Re	CoordinateSystem	EndEffectorOffset1	REAL	是	是
摇臂偏移: D3	CoordinateSystem	EndEffectorOffset3	REAL	是	是

另请参见

[Delta_J1J2J3J6 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 199

[Delta_J1J2J3J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 200

配置 Delta J1J2J3J6 机器人的零角度姿态

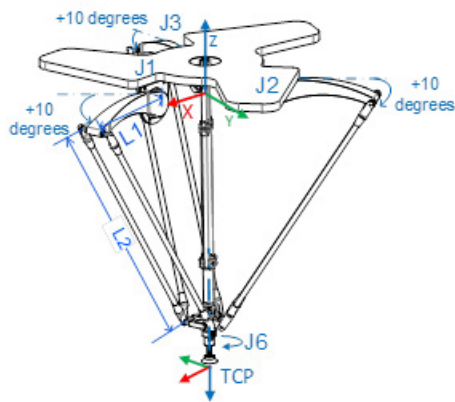
对于 Delta 机器人几何结构，Logix Designer 应用程序中的内部变换方程假定：

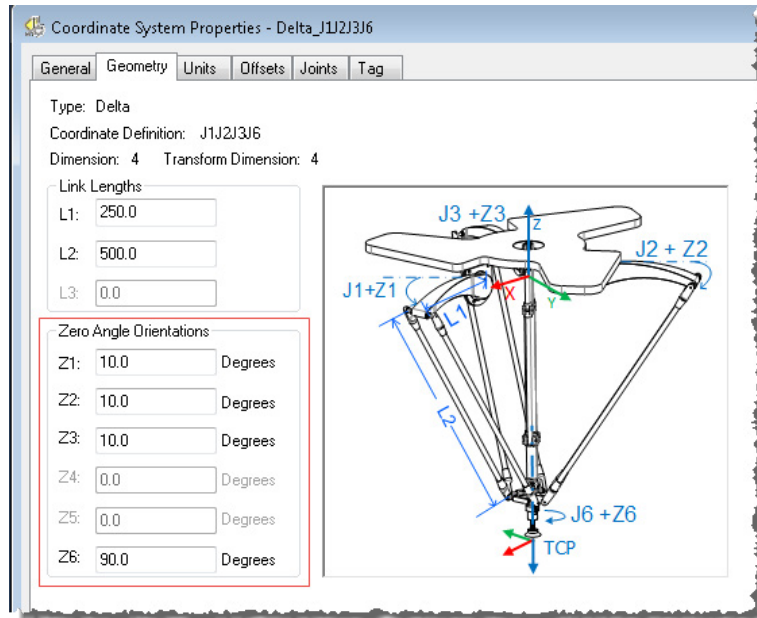
- 当连杆 L_1 在 XY 平面中处于水平位置时，关节 (J_1 、 J_2 和 J_3) 均处于 0° 位置。
- 每个顶部连杆 (L_1) 向下移动时，其相应关节轴 (J_1 、 J_2 或 J_3) 沿正向旋转。
- 关节 6 旋转轴与基本坐标系的 Z 轴对齐。 J_6 位于 0° 位置时，手臂末端 (EOA) 坐标系相对于基本坐标系在 Rx 上旋转 180° (Z 轴指向下方)。

为使关节 J_1 、 J_2 和 J_3 的角度位置在 L_1 处于水平位置时为 0° 以外的任意值，应在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡上配置零角度姿态 (Zero Angle Orientation) 值，使关节角度位置与内部方程相符。

例如，安装 Delta 机器人时，如果使连接至顶板的关节的零点位于水平以下正向 10° 处，同时希望机器人坐标系统的实际位置标签值在该位置为零，则应在几何结构 (Geometry) 选项卡上的 Z_1 、 Z_2 和 Z_3 参数中输入 -10° 。 Z_6 偏移用于将 J_6 轴设置为除默认的 0° 位置以外的其他位置。

四轴 Delta 机器人零角度姿态设置示例





另请参见

- [Delta_J1J2J3J6 机器人的配置参数](#) 参考页数 198
- [Delta_J1J2J3J6 机器人的连杆长度](#) 参考页数 198
- [Delta_J1J2J3J6 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 199
- [Delta_J1J2J3J6 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 200

确定 Delta J1J2J3J6 机器人的工作空间

工作空间是用来定义机械臂工作范围边界的三维空间区域。Delta 机器人的典型工作空间上部区域类似于平面，侧面类似于六棱柱，下部区域类似于球面。有关 Delta 四维机器人工作空间的更多详细信息，请参见机器人制造商提供的文档。

在机器人工作区域内部定义的长方体内对机器人进行编程。该长方体可通过 X、Y、Z 虚拟源轴的正负尺寸来定义。确保机器人位置不超出长方体之外。在事件任务中检查机器人位置。

为避免出现奇异点位置问题，带姿态的运动协调变换 (MCTO) 指令将在内部计算 Delta 机器人几何结构的关节限位。首次调用 MCTO 指令时，应用程序内部将根据在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框几何结构 (Geometry) 和偏移 (Offsets) 选项卡中输入的连杆长度值和偏移值来计算关节的最大正向和负向关节限位值。

有关最大正向和负向关节限位的详细信息，请参见：

- 最大关节限位条件

- 工作和工具坐标系偏移限位

每次扫描期间，都会检查关节位置，确保它们处于最大和最小关节限位范围内。

如果将关节轴归零或移动到算得的关节限位以外的位置，随后调用 MCTO 指令时，将导致错误 67（变换位置无效）。有关错误代码的更多信息，请参见联机帮助中的 MCTO 指令或 LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual（出版号 [MOTION-RM002](#)）。

另请参见

[Delta J1J2J3J6 机器人的最大关节限位条件](#) 参考页数 204

[Delta J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位](#) 参考页数 206

Delta J1J2J3J6 机器人的最大关节限位条件

参考下列指南确定四维机器人的最大关节限位条件。

最大 J1、J2、J3 正向关节限位条件

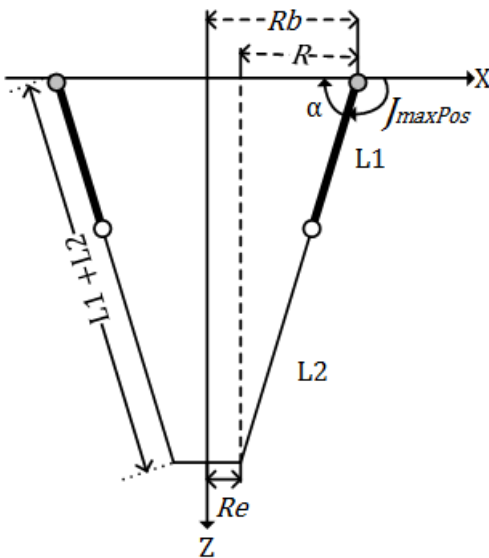
当 L1 和 L2 共线时，适用最大正向关节限位条件。

最大正向关节限位位置

$R = (Rb - Re)$ 的绝对值

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{R}{L1 + L2}\right)$$

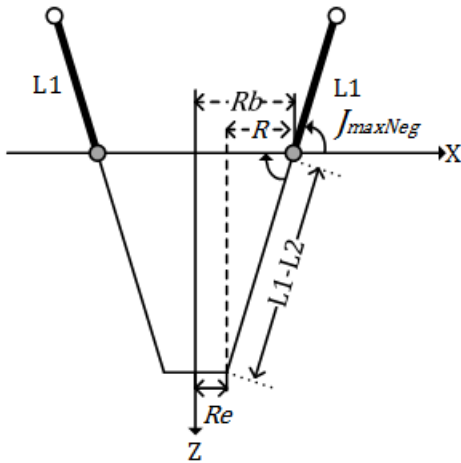
$$J_{maxPos} = 180 - \alpha$$



最大 J1、J2、J3 负向关节限位条件

当 L1 和 L2 在彼此上方折回时，适用最大负向关节限位条件。

R 使用基点偏移和末端执行器偏移值 (Rb 和 Re) 计算而来。



最大负向关节限位条件

$R = (R_b - R_e)$ 的绝对值

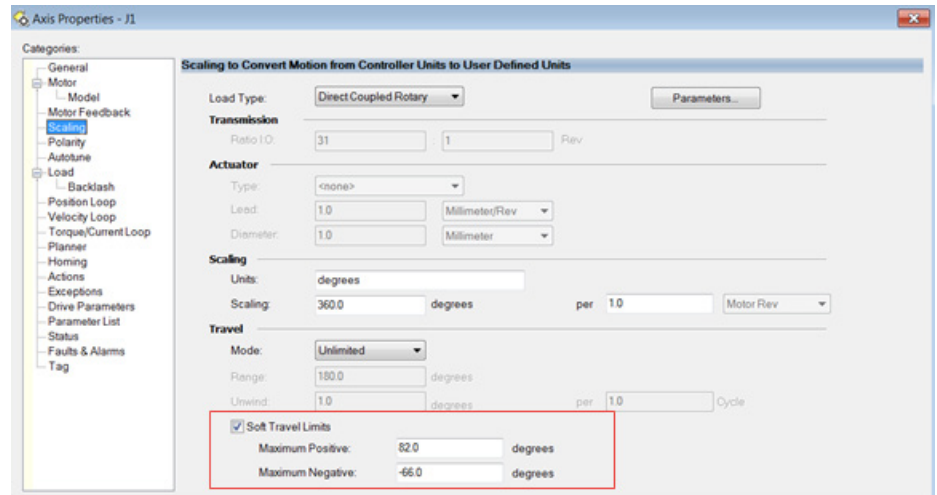
$$J_{maxNeg} = -\cos^{-1}\left(\frac{R}{L_1 - L_2}\right)$$

最大 J6 关节限位条件

J6 轴是可以旋转多圈的旋转轴。支持的最大圈数为 +/-127。根据 J6 支持的圈数检查最大正向和负向范围。

配置关节限位

请参见机器人制造商提供的数据表，计算 J1、J2、J3 和 J6 轴的范围。这些限位在轴属性 (Axis Properties) 对话框的标定 (Scaling) 选项卡中以软行程限位 (Soft Travel Limit) 的形式进行设置。



另请参见

[确定 Delta J1J2J3J6 机器人的工作空间](#) 参考页数 203

Delta J1J2J3J6 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移限位

四轴 Delta 机器人的工作空间与 MCTO 和 MCTPO 指令中定义的工作坐标系和工具坐标系偏移值有关。目标端点位置范围会根据工作和工具坐标系偏移发生变化。

在 Delta 机器人中，端板始终平行于基板，且四轴 Delta 机器人最远仅可到达限定的姿态位置。工作和工具坐标系偏移值限制在可达到的工作空间内。对于工作和工具坐标系，允许使用以下偏移值。如果偏移值无效，MCTO 和 MCTPO 指令会生成错误 148。

- 对于工作坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移值受限，且必须设为 0°。通过 MCTO 和 MCTPO 指令中的 **WorkFrame** 参数指定这些偏移值。
- 对于工具坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移值受限，且必须设为 0°。通过 MCTO 和 MCTPO 指令中的 **ToolFrame** 参数指定这些偏移值。

另请参见

[确定 Delta J1J2J3J6 机器人的工作空间](#) 参考页数 203

Delta J1J2J3J6 机器人示例项目

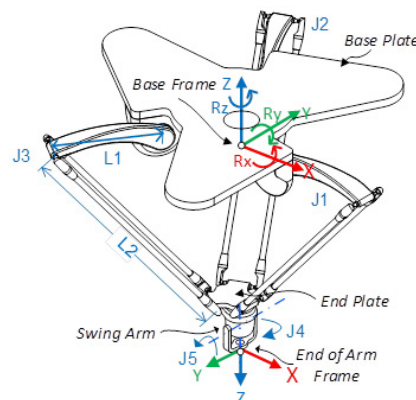
若要使用运动学示例项目来配置 Delta J1J2J3J6 Delta 机器人，可在帮助 (Help) 菜单中，单击供应商示例项目 (Vendor Sample Projects)，然后单击运动 (Motion) 类别。

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

**c:\Users\Public\Public Documents\Studio
5000\Sample\ENU\v<current_release>\Rockwell Automation**

配置 Delta J1J2J3J4J5 坐标系统

下图显示了在六维笛卡尔 (X, Y, Z, Rx, Ry, Rz) 坐标空间中运动的五轴 Delta 机器人。这种类型的机器人通常称为蜘蛛机器人或伞形机器人。



在 Logix Designer 应用程序中, 五个自由度配置为机器人坐标系统中的五个关节轴 (J1、J2、J3、J4、J5)。这五个关节轴:

- 可直接在关节空间编程。
- 由应用程序中嵌入的运动学软件通过在虚拟笛卡尔坐标系统中编程的指令自动控制。

该机器人带有一块固定顶板 (基板) 和一块活动底板 (端板)。固定顶板通过三个连杆臂组件连接到活动底板。三个连杆臂组件都配有一个顶部连杆臂 (L1) 和一个底部连杆臂 (L2)。

各轴 (J1、J2、J3) 旋转时, 端板会沿 (X, Y, Z) 方向相应地运动。平行四边形机构通过球形关节进行机械连接, 确保底板和端板相互保持平行。

当每个顶部连杆 (L1) 向下移动时, 假定相应的关节轴 (J1、J2 或 J3) 沿正向旋转。机器人的三个关节轴被配置为线性轴。

构成摇臂的 J4 和 J5 轴连接到端板末端, 在手臂末端实现产品的旋转和倾斜。

有些五维 Delta 机器人在摇臂旋转机构和倾斜运动机构之间存在机械耦合机构 (传动装置)。如果机器人仅移动 J4 轴, 则会通过内部传动装置使摇臂旋转和倾斜。为补偿这一倾斜效应, 机器人需要移动 J5 轴。这种关系通过坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框偏移 (Offsets) 选项卡上的 J4:J5 耦合比 (J4:J5 Coupling Ratio) 和耦合方向 (Coupling Direction) 进行设置。

将工具中心点 (TCP) 设为 (X, Y, Z, Rx, Ry, Rz) 坐标。然后, 应用程序会计算各个关节 (J1、J2、J3、J4、J5) 以设定的矢量动力学参数将 TCP 从当前 (X, Y, Z, Rx, Ry, Rz) 位置线性移动到设定的 (X, Y, Z, Rx, Ry, Rz) 位置所需的命令。基本坐标系中 Rx、Ry、Rz 姿态的方向如上图所示。

在五轴 Delta 机器人中, 端板始终与基板保持平行 (在 XY 平面中)。因此, Rx 姿态值只能设为 0° 或 180° 。Ry 和 Rz 姿态值设定为固定的坐标系 XYZ 欧拉角, 其范围分别为 $\pm 90^\circ$ 和 $\pm 180^\circ$ 。

另请参见

[建立 Delta J1J2J3J4J5 机器人参考坐标系](#) 参考页数 208

[校准 Delta J1J2J3J4J5 机器人](#) 参考页数 210

[Delta J1J2J3J4J5 机器人配置参数](#) 参考页数 211

[确定 Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作空间](#) 参考页数 219

[Delta J1J2J3J4J5 机器人的最大关节限位条件](#) 参考页数 220

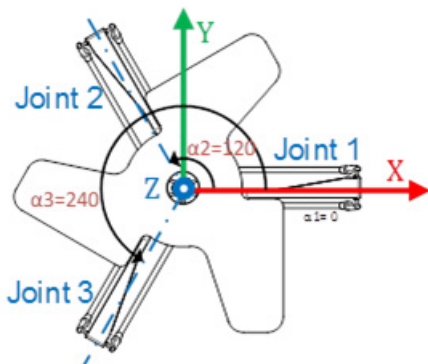
[Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作坐标系和工具坐标系的偏移](#) 参考页数 222

为 Delta J1J2J3J4J5 机器人建立参考坐标系

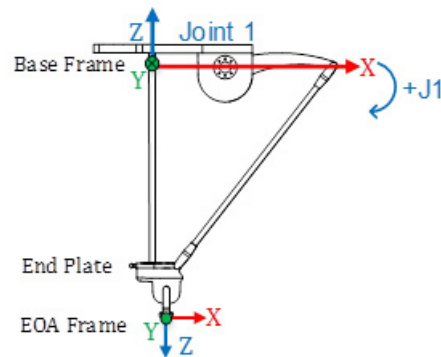
参考坐标系是作为机器人基础坐标系的笛卡尔坐标系，所有目标点均对照该基础坐标系指定。机器人变换设置为从基础坐标系变换为臂端坐标系，用于将任何笛卡尔目标位置变换为结点空间，反之亦然。为正常进行变换，需要对照机器人笛卡尔基础坐标系为结点空间中的所有轴 (axis) 建立原点。

建立基础坐标系

Delta 几何结构的参考 XYZ 坐标系 (基础坐标系) 位于基板中心附近。结点 1、结点 2 和结点 3 是传动结点，三者相隔 120° ，如 α_1 、 α_2 和 α_3 所示。



上视图



侧视图

如果在 Logix Designer 应用程序中配置 Delta J1J2J3J4J5 坐标系统，且将结点自动导引到 XY 平面 0° 位置，则其中一对连杆的 L_1 会沿 X 正向轴 (axis) 对齐 (如图所示)。侧视图显示 X 轴 (axis) 通过结点 1 电机中心并到达连杆 L_1 和 L_2 结点的中心。

从结点 1 沿逆时针方向移动到结点 2 和结点 3 时，Y 轴 (axis) 将与 X 轴 (axis) 正交。根据右手定则，Z 正向轴 (axis) 是侧视图中朝上的轴 (axis) (上视图中指向纸外)。

- +J1 旋转角度是绕基础坐标系的 -Y 轴 (axis) 顺时针测量 (侧视图中的 +Y 轴 (axis) 朝内)。
- 每个顶部连杆 (L_1) 向下移动时，其相应的结点轴 (axis) (J_1 、 J_2 或 J_3) 朝正向旋转。

建立臂端坐标系

结点 4 和结点 5 是摇臂轴 (axis), 用于实现摇臂的旋转和倾斜运动。XYZ 参考坐标系中的臂端 (End of Arm, EOA) 设置在摇臂末端。EOA 坐标系的方向是相对于基础坐标系围绕 Rx 轴旋转 180° 。在 EOA 中, X 轴 (axis) 与基础坐标系的 X 轴 (axis) 方向相同, Z 轴 (axis) 方向朝下, 指向工具途径矢量的方向。

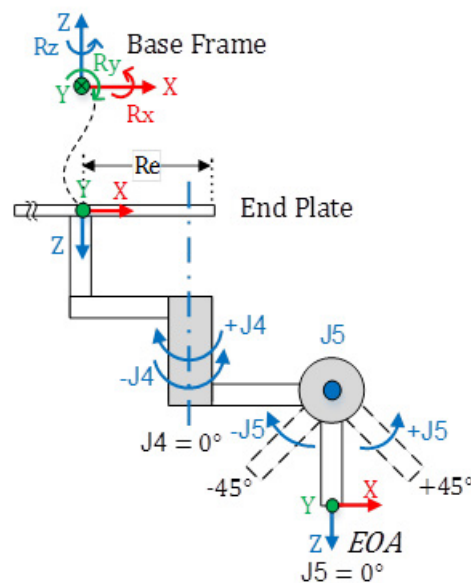
结点 4 旋转轴 (axis) 与基础坐标系的 Z 轴 (axis) 对齐, 结点 5 旋转轴与基础坐标系的 Y 轴 (axis) 对齐。

- 要设置 J4 轴 (axis) 的自动导引位置, 请移动 J4 轴 (axis) 和 J5 轴 (axis), 使 EOA 的 X 轴 (axis) 与 J1 轴 (axis) (即基础坐标系的 X 轴 (axis)) 的连杆 L1 对齐。
- J5 轴 (axis) 的自动导引位置参照 J4 位置进行设置。当 J4 轴 (axis) 自动导引到 0° 位置时, J5 旋转轴 (axis) 与基础坐标系的 Y 轴 (axis) 对齐。在 J5 自动导引位置上, 摇臂连杆 (D5) 应当与基础坐标系的 X 轴 (axis) 垂直。

下图显示了 J4 和 J5 的旋转轴 (axis) 及其方向。



提示: 如果通过耦合来防止因 J4 自动导引导致的倾斜运动, 请先将 J4 自动导引至 0° , 然后参照 J4 自动导引位置将 J5 自动导引到 0° 。



- 围绕基础坐标系中的 +Z 轴 (axis) 顺时针测量 +J4。
- 当 J4 自动导引至 0° 位置时, 绕基础坐标系 (+Y 轴 (axis) 朝内) 的 -Y 轴 (axis) 逆时针测量 +J5。

另请参阅

[校准 Delta J1J2J3J4J5 机器人](#) 参考页数 210

校准 Delta J1J2J3J4J5 机器人

可执行以下步骤来校准五维机器人。

校准 Delta J1J2J3J4J5 机器人：

1. 从机器人制造商处获得 J1、J2、J3、J4 和 J5 在校准位置的角度值。这些值用于建立参考位置。
2. 参照制造商数据表确定相关规格的电机是否包含连接电机与连杆或关节处的致动装置并使机器人运动的内部或外部变速箱。
3. 在 **轴属性 (Axis Properties)** 对话框**标定 (Scaling)** 选项卡的**传动比 I/O (Transmission Ratio I/O)** 框中，设置各轴的传动比。
4. 在**标定 (Scaling)** 框中，输入应用于各轴（J1、J2 和 J3）的标定系数，使得绕连杆 1 旋转一圈（负载单位转）等于 360 度。
对 J4 和 J5 轴应用相同的标定系数。J4 或 J5 轴旋转一圈也应等于 360 度。
5. 当关节轴处于开环状态时，通过程序控制点动机器人或手动移动机器人，以将所有关节移动到校准位置。
6. 执行以下一项操作：
 - a. 使用在步骤 1 中获得的校准值，通过**运动位置重设 (MRP)** 指令设置关节轴的位置。
 - b. 使用在步骤 1 中获得的校准值，设置**关节轴零点位置的配置值**，并对每个关节轴执行**运动轴归零 (MAH)** 指令。
7. 将各 J1、J2、J3 关节移至绝对位置 0.0。确定每个关节位置的读数均为 0 度，且相应的 L1 处在水平位置（XY 平面）。
如果 L1 未处于水平位置，则在**坐标系统属性 (Coordinate System Properties)** 对话框的**几何结构 (Geometry)** 选项卡中，将**零角度偏移 (Zero Angle Offsets)** 值配置为等于处于水平位置时关节的值。
8. 将每个 J4、J5 关节移至绝对位置 0.0。确认每个关节位置的读数均为 0 度，J4 和 J5 的位置分别位于基本坐标系的 Z 轴和 Y 轴方向。

提示： 由于机器人轴是绝对轴，因此需只建立一次参考位置。如果参考位置因控制器更换等原因而丢失，则可重新建立参考位置。

另请参见

[建立 Delta J1J2J3J4J5 机器人参考坐标系](#) 参考页数 208

Delta J1J2J3J4J5 机器人配置参数

可配置 Logix Designer 应用程序，以便控制不同工作范围和有效载荷能力的机器人。机器人的配置参数值包括：

- 连杆长度
- 基点偏移
- 末端执行器偏移
- 摇臂偏移
- 耦合比

可以从机械制造商处获得配置参数的信息。

重要事项 (IMPORTANT) 确认以相同计量单位在“坐标系统属性”对话框中输入“连杆长度”、“基本偏移量”和“末端执行器偏移量”值。

另请参见

[Delta J1J2J3J4J5 机器人的连杆长度](#) 参考页数 211

[Delta J1J2J3J4J5 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 212

[Delta J1J2J3J4J5 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 213

[J4 和 J5 轴之间的耦合](#) 参考页数 216

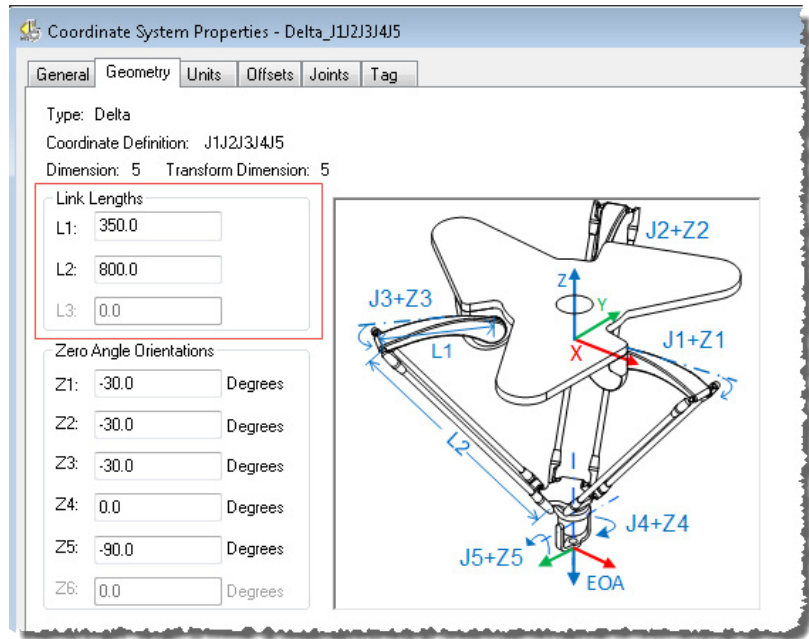
[配置 Delta J1J2J3J4J5 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 218

Delta J1J2J3J4J5 机器人的连杆长度

连杆是连接到旋转关节的刚性机械体。Delta 五维机器人的几何结构包含三对连杆，每对连杆由 **L1** 和 **L2** 组成。每对连杆的尺寸相同。

- **L1** - 连接到各驱动关节（J1、J2 和 J3）的连杆
- **L2** - 连接到 **L1** 的平行杆

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的几何结构 (Geometry) 选项卡中，输入连杆长度。



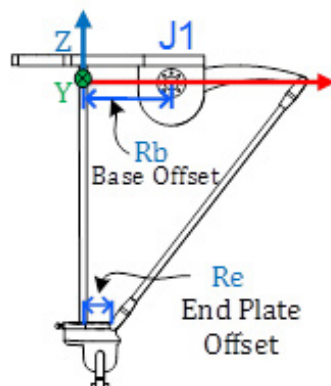
另请参见

- [Delta_J1J2J3J4J5 机器人配置参数](#) 参考页数 211
- [Delta_J1J2J3J4J5 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 212
- [Delta_J1J2J3J4J5 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 213
- [J4 和 J5 轴之间的耦合](#) 参考页数 216
- [配置 Delta_J1J2J3J4J5 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 218

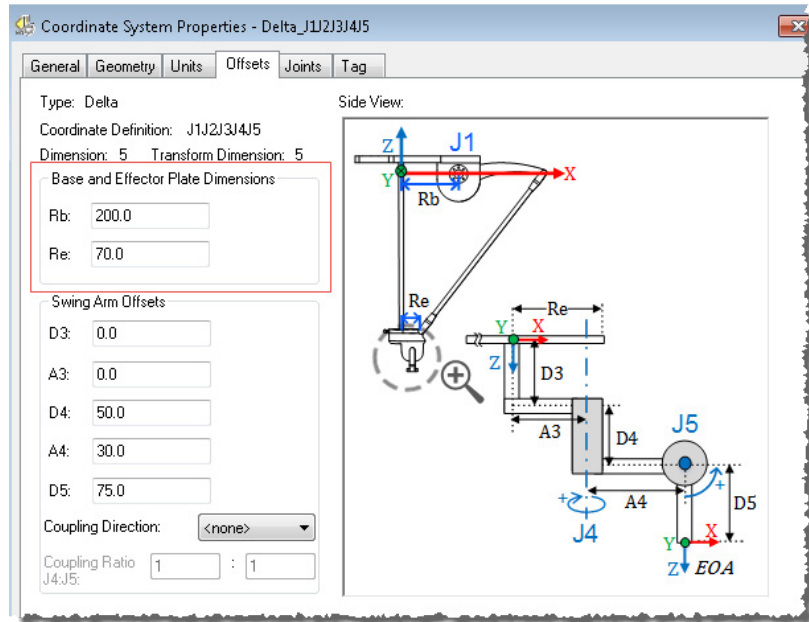
Delta J1J2J3J4J5 机器人的基板和执行器板尺寸

在五轴 Delta 机器人配置中，基板和端板偏移以 R_b 和 R_e 偏移表示。

- R_b - 此偏移表示基板偏移值。输入从机器人坐标系原点到某个传动器关节的距离值。
- R_e - 此偏移表示末端板偏移值。输入从活动末端板中心到平行臂 (L2) 下部球形关节的距离值。



在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offsets) 选项卡中, 输入五轴 Delta 机器人的基板和执行器板偏移。



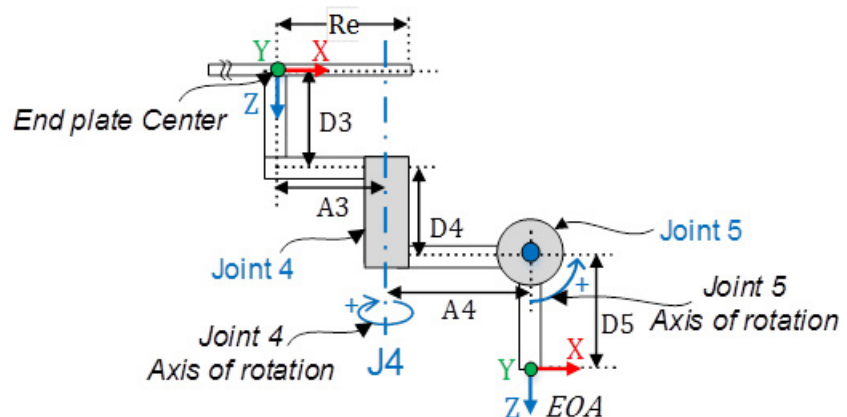
另请参见

[Delta_J1J2J3J4J5 机器人配置参数](#) 参考页数 211

[Delta_J1J2J3J4J5 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 213

Delta J1J2J3J4J5 机器人的摇臂偏移

在五轴 Delta 机器人配置中, 关节 4 和关节 5 轴使用摇臂偏移 A_3 、 D_3 、 A_4 、 D_4 和 D_5 进行配置。可使用 Denavit - Hartenberg (DH) 表示法配置这些偏移值。将端板中心点的 XYZ 轴方向 (如图所示) 用作参考坐标系来测量偏移值。根据 DH 约定, X 方向的关节偏移以 A_3 和 A_4 表示, Z 方向的关节偏移以 D_3 、 D_4 和 D_5 表示。偏移值是正值还是负值基于图中所示的 XYZ 参考坐标系而定。



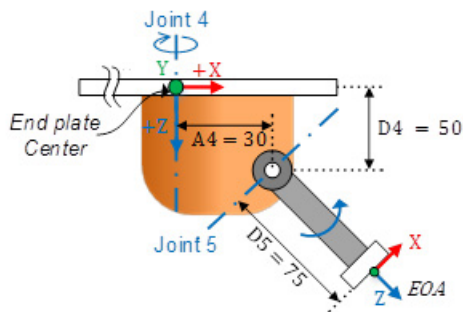
- **D3** - Z 轴上从端板中心到 J4 旋转轴的距离。
- **A3** - X 轴上从端板中心到 J4 旋转轴的距离。
- **D4** - Z 轴上从 J4 旋转轴到 J5 旋转轴的距离。
- **A4** - X 轴上从 J4 旋转轴到 J5 旋转轴的距离。
- **D5** - Z 轴上从 J5 旋转轴到 EOA 坐标系的距离。

提示: 对于所有摇臂偏移, Z 轴正向指端板中心点处向下方向。

可参阅制造商的 CAD 图纸或数据表, 查找用于项目的相关摇臂偏移值。根据机械设置, 有些偏移值将为零。以下示例展示了如何针对两种不同的机械设置对摇臂偏移进行配置。

示例 1

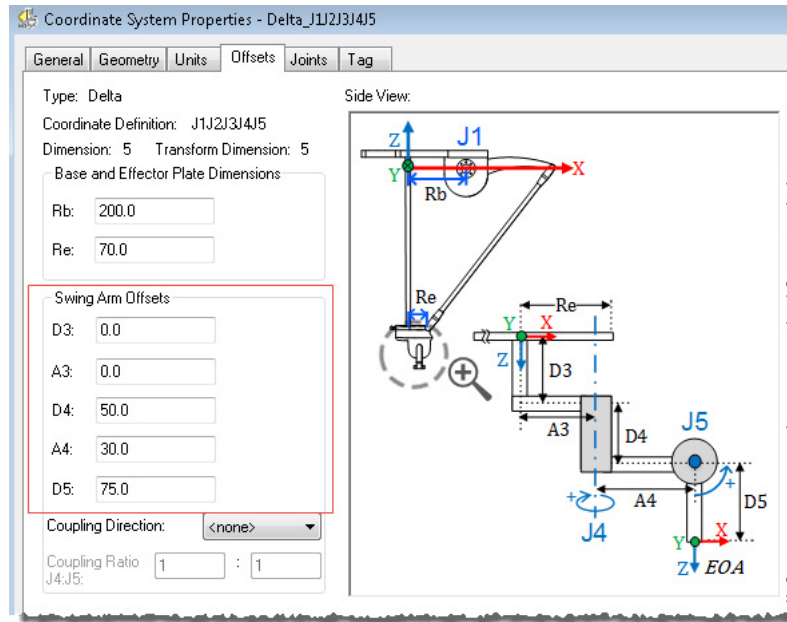
图中所示为摇臂机构的一种典型设置。其中, 关节 4 轴和关节 5 轴并未相交。关节 4 轴穿过端板中心点。



下表显示了偏移配置方法和摇臂偏移值:

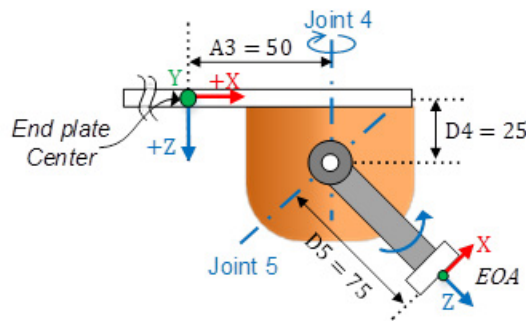
偏移配置方法	摇臂偏移值
关节 4 轴的起点正好为端板中心点, 因此 A3 和 D3 偏移为零。	D3 = 0 A3 = 0
关节 5 与关节 4 之间还有一段距离。正 X 轴上的距离配置为 A4 = 30 mm, 正 Z 轴上测得的距离为 D4 = 50 mm。	D4 = 50 A4 = 30
从关节 5 到 EOA 测得的距离为 D5 = 75 mm。	D5 = 75

在**坐标系统属性** (Coordinate System Properties) 对话框的**偏移** (Offsets) 选项卡中, 输入这些偏移值。



示例 2

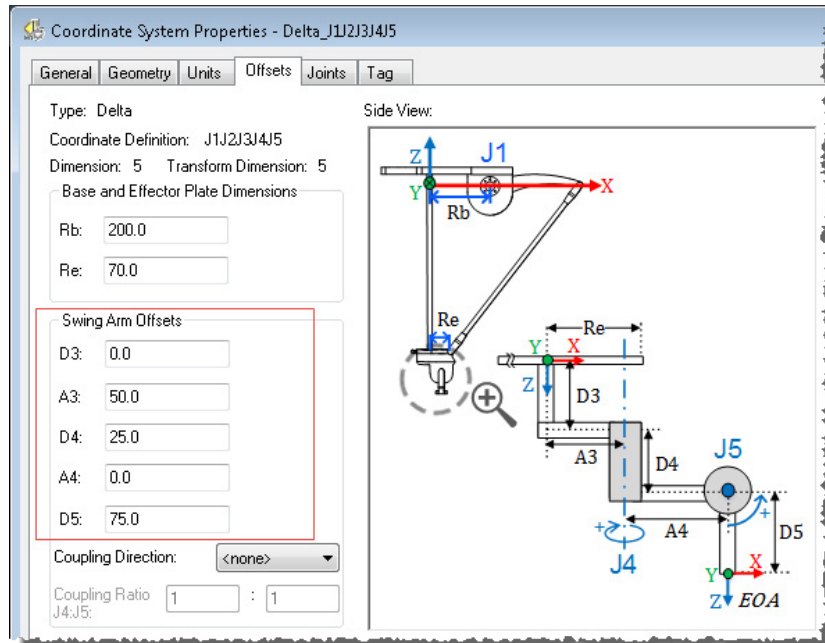
在本例中，关节 4 旋转轴到端板中心点有一段距离。关节 4 和关节 5 轴彼此相交。



下表显示了偏移配置方法和摇臂偏移值：

偏移配置方法	摇臂偏移值
关节 4 轴到端板中心点有一段距离。在 X 轴正向测得的偏移距离为 $A3 = 50$ mm，在 Z 轴正向测得的偏移距离为 $D4 = 25$ mm。（在此设置中， $D3$ 也可用于代替 $D4$ ）。	$A3 = 50$ $D4 = 25$
关节 4 和关节 5 轴彼此相交，因此 $D3$ 和 $A4$ 偏移值均为零。	$D3 = 0$ $A4 = 0$
从关节 5 到 EOA 测得的距离为 $D5 = 75$ mm。	$D5 = 75$

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offsets) 选项卡中，输入这些偏移值。



另请参见

[J4 和 J5 轴之间的耦合](#) 参考页数 216

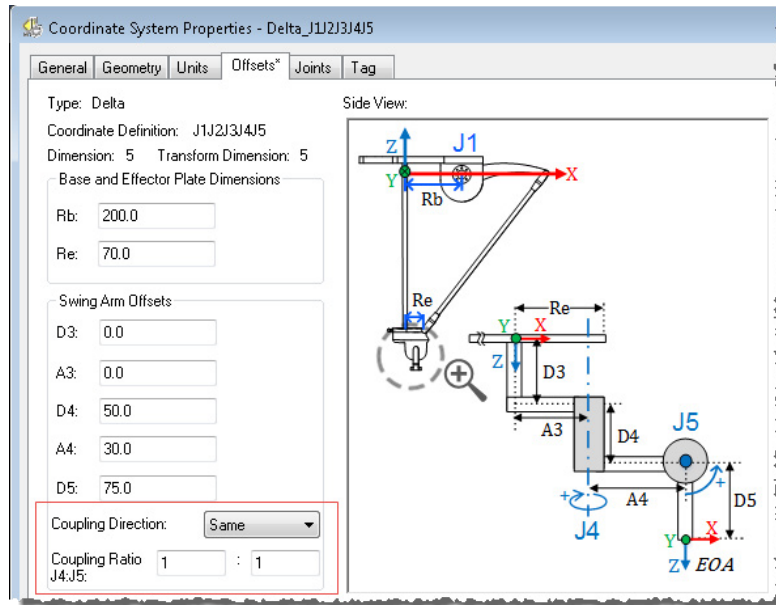
[Delta J1J2J3J4J5 机器人配置参数](#) 参考页数 211

[配置 Delta J1J2J3J4J5 机器人的零角度姿态](#) 参考页数 218

J4 和 J5 轴之间的耦合

有些五维 Delta 机器人在 J4 和 J5 轴之间存在机械耦合机构。摇臂旋转会导致 D5 偏移连杆发生倾斜运动。为补偿这种倾斜运动，可以采用相对传动比使 J5 轴沿 J4 轴运动的相同或相反方向移动。

在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框的偏移 (Offsets) 选项卡上，将传动比配置为耦合比 **J4:J5** (Coupling Ratio J4:J5)，将传动方向配置为耦合方向 (Coupling Direction)。



如需了解 J4 与 J5 轴之间的耦合关系，请参见制造商提供的手册。

提示： 这些耦合属性仅适用于 Delta J1J2J3J4J5 机器人。

耦合方向 (Coupling Direction)

此参数用于指示 J4 与 J5 之间的耦合方向。共有 3 个选项可供选择：

- <无> (<none>) - J4 与 J5 之间无耦合关系。
- 相同 (Same) - J4 与 J5 之间的耦合方向相同，即，J4 正向旋转会带动与 J5 正向运动相同方向的倾斜运动。
- 相反 (Opposite) - J4 与 J5 之间的耦合方向相反，即，J4 正向旋转会带动与 J5 正向运动相反方向的倾斜运动。

耦合比 J4:J5 (Coupling Ratio J4:J5)

仅当耦合方向 (Coupling Direction) 设置为相同 (Same) 或相反 (Opposite) 时，此参数才可用。此参数包括“摇臂耦合比分子”和“摇臂耦合比分母”两部分。

$$\text{Coupling Ratio} = \frac{\text{Joint 4}}{\text{Joint 5}} = \frac{\text{Swing Arm Coupling Ratio Numerator}}{\text{Swing Arm Coupling Ratio Denominator}}$$

分子是耦合比参数的第一个值。它表示以 J4 轴旋转作为 J5 轴运动的参考。

分母是耦合比参数的第二个值。它表示 J4 轴带动的 J5 轴旋转。

例如，当 J4 轴转动 10 度 (或转) 时，带动 5 度 (或转) 的倾斜运动，则 J4:J5 耦合比应设为 2:1。

提示： 两个轴的旋转应采用相同的单位（度或转）计量。分子和分母默认值为 1，且不能设为零。

另请参见

[Delta J1J2J3J4J5 机器人配置参数](#) 参考页数 211

配置 Delta J1J2J3J4J5 机器人的零角度姿态

对于 Delta 机器人几何结构，Logix Designer 应用程序中的内部变换方程假定：

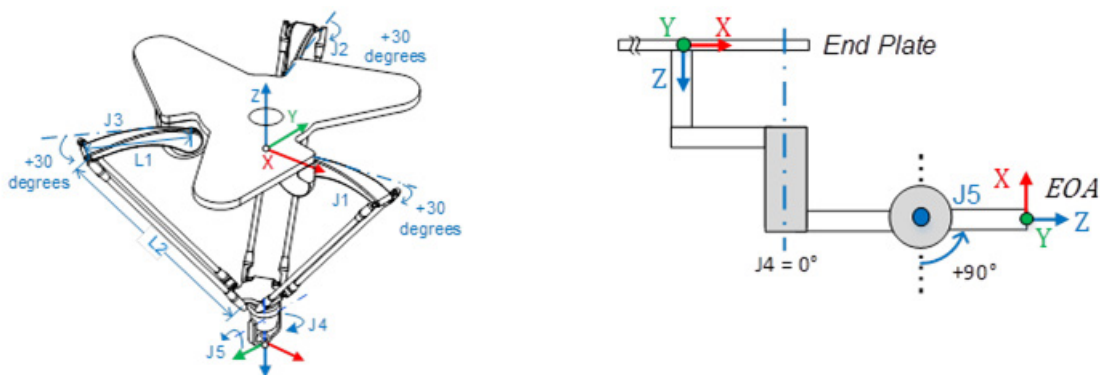
- 当连杆 L1 在 XY 平面中处于水平位置时，关节 (J1、J2 和 J3) 均处于 0° 位置。
- 每个顶部连杆 (L1) 向下移动时，其相应关节轴 (J1、J2 或 J3) 沿正向旋转。
- 关节 4 旋转轴与基本坐标系的 Z 轴对齐，关节 5 旋转轴与基本坐标系的 Y 轴对齐。当 J4 和 J5 处于 0° 位置时，手臂末端 (EOA) 坐标系相对基本坐标系在 Rx 上旋转 180° (Z 轴指向下方)。

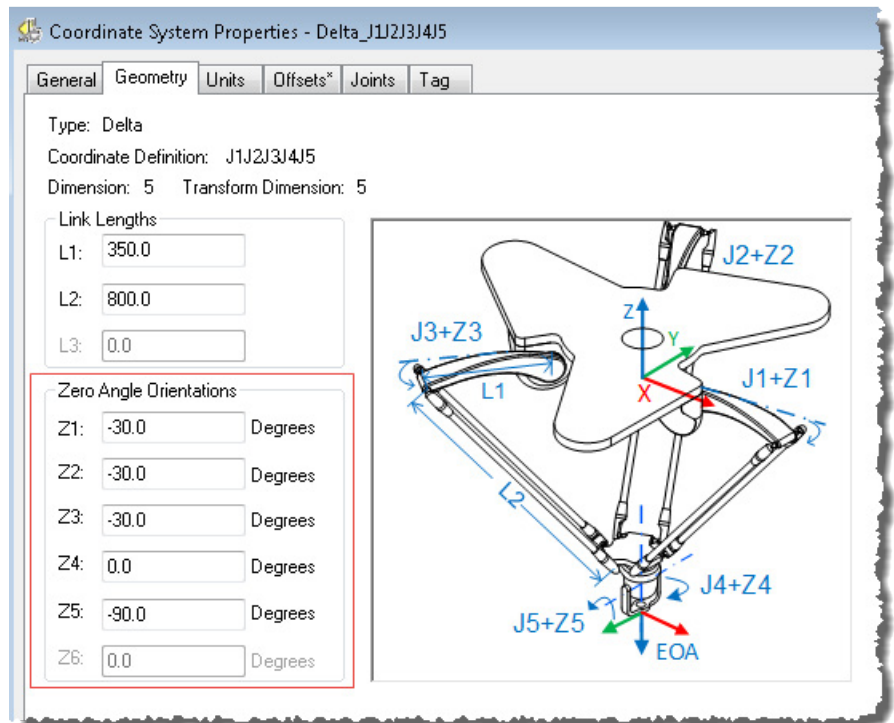
为使关节 J1、J2 和 J3 的角度位置在 L1 处于水平位置时为 0° 以外的任意值，应在**坐标系统属性** (Coordinate System Properties) 对话框的**几何结构** (Geometry) 选项卡上配置**零角度姿态** (Zero Angle Orientation) 值，使关节角度位置与内部方程相符。

例如，安装 Delta 机器人时，如果使连接至顶板的关节的零点位于水平以下正向 30° 处，同时希望应用程序在该位置的读取值为零，则应在几何结构 (Geometry) 选项卡上的 Z1、Z2 和 Z3 参数中输入 -30°。

如果希望在 D5 连杆处于水平位置 (如下图所示) 时关节 5 轴位置设为 0°，可将关节 5 的 Z5 参数设为 -90°。Z4 偏移用于将关节 4 轴设置为除默认的 0° 位置以外的其他位置。

五轴 Delta 机器人零角度姿态设置示例





另请参见

- [Delta_J1J2J3J4J5 机器人配置参数](#) 参考页数 211
- [Delta_J1J2J3J4J5 机器人的连杆长度](#) 参考页数 211
- [Delta_J1J2J3J4J5 机器人的基板和执行器板尺寸](#) 参考页数 212
- [Delta_J1J2J3J4J5 机器人的摇臂偏移](#) 参考页数 213

确定 Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作空间

工作空间是用来定义机械臂工作范围边界的三维空间区域。Delta 机器人的典型工作空间上部区域类似于平面，侧面类似于六棱柱，下部区域类似于球面。有关 Delta 五维机器人工作空间的更多详细信息，请参见机器人制造商提供的文档。

在机器人工作区域内部定义的长方体内对机器人进行编程。该长方体可通过 X、Y、Z 虚拟源轴的正负尺寸来定义。确保机器人位置不超出长方体之外。在由执行运动组任务触发的事件任务中对该位置进行检查。

为避免出现奇异点位置问题，带姿态的运动协调变换 (MCTO) 指令将在内部计算 Delta 机器人几何结构的关节限位。首次调用 MCTO 指令时，应用程序内部将根据在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框几何结构 (Geometry) 和偏移 (Offsets) 选项卡中输入的连杆长度值和偏移值来计算关节的最大正向和负向关节限位值。

有关最大正向和负向关节限位的详细信息，请参见：

- 最大关节限位条件
- 工作和工具坐标系偏移限位。

每次扫描期间，都会检查关节位置，确保它们处于最大和最小关节限位范围内。

如果将关节轴归零或移动到算得的关节限位以外的位置，随后调用 MCTO 指令时，将导致错误 67（变换位置无效）。有关错误代码的更多信息，请参见联机帮助中的 MCTO 指令或 LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual（出版号 [MOTION-RM002](#)）。

另请参见

[Delta J1J2J3J4J5 机器人的最大关节限位条件](#) 参考页数 220

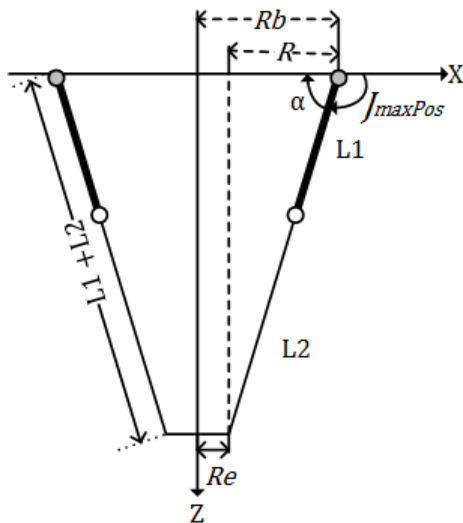
[Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作和工具坐标系偏移限位](#) 参考页数 222

Delta J1J2J3J4J5 机器人的最大关节限位条件

参考下列指南确定五维机器人的最大关节限位条件。

最大 J1、J2、J3 正向关节限位条件

当 L1 和 L2 共线时，适用最大正向关节限位条件。



最大正向关节限位位置

$R = (Rb - Re)$ 的绝对值

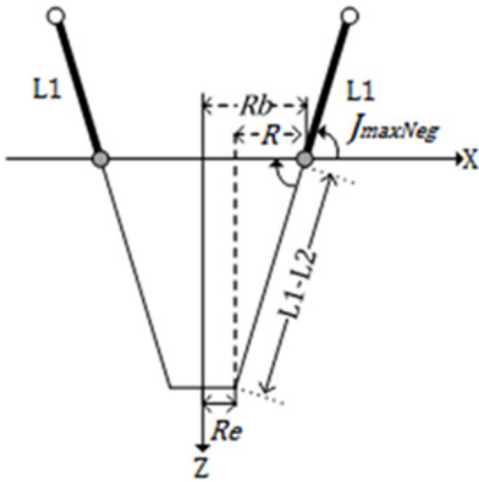
$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{R}{L1 + L2}\right)$$

$$J_{maxPos} = 180 - \alpha$$

最大 J1、J2、J3 负向关节限位条件

当 L1 和 L2 在彼此上方折回时，适用最大负向关节限位条件。

R 使用基点偏移和末端执行器偏移值 (Rb 和 Re) 计算而来。



最大负向关节限位条件

$R = (Rb - Re)$ 的绝对值

$$J_{\max \text{Neg}} = -\cos^{-1}\left(\frac{R}{L1 - L2}\right)$$

最大 J4 关节限位条件

J4 轴是可以旋转多圈的旋转轴。支持的最大圈数为 +/-127。根据 J4 支持的圈数检查最大正向和负向范围。

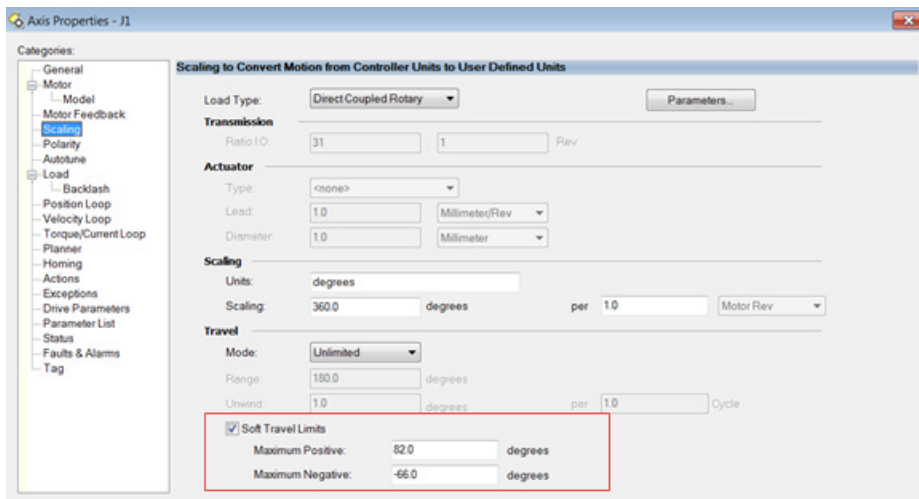
最大 J5 关节限位条件

J5 轴的最大正负限位限制在 -179° 到 $+179^\circ$ 范围内，以免出现奇异点条件。实际上，摇臂的倾斜运动限制在 $-/+179^\circ$ 范围内。

如果存在机械耦合，J5 轴的最大限位根据 J4 轴限位进行计算。J5 轴的运动可超出此 $-/+179^\circ$ 范围，但有效的摇臂倾斜运动限制在 $+/-179^\circ$ 范围内。例如，如果 J4:J5 耦合比为 2:1，J4 范围为 $-/+720^\circ$ ，则 J5 最多可运动 $-/+360^\circ$ ，以补偿耦合效应。

配置关节限位

请参见机器人制造商提供的数据表，计算 J1、J2、J3、J4 和 J5 轴的范围。这些限位在轴属性 (Axis Properties) 对话框的标定 (Scaling) 选项卡中以软行程限位 (Soft Travel Limit) 的形式进行设置。



另请参见

[确定 Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作空间](#) 参考页数 219

Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作和工具坐标系偏移限位

五轴 Delta 机器人的工作空间与 MCTO 指令中定义的工作坐标系和工具坐标系偏移值有关。目标端点位置范围会根据工作和工具坐标系偏移发生变化。

在 Delta 机器人中，端板始终平行于基板，而五轴 Delta 机器人可达到的姿态位置。工作和工具坐标系偏移值限制在可达到的工作空间内。对于工作和工具坐标系，允许使用以下偏移值。如果偏移值无效，MCTO 指令将生成错误 148。

- 对于工作坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Rz 轴上的偏移值。Rx 和 Ry 偏移值受限，且必须设为 0°。通过 MCTO 指令中的 **WorkFrame** 参数指定这些偏移。
- 对于工具坐标系偏移，允许使用 X、Y、Z 和 Ry 轴上的偏移值。Rx 和 Rz 偏移值受限，且必须设为 0°。通过 MCTO 指令中的 **ToolFrame** 参数指定这些偏移。

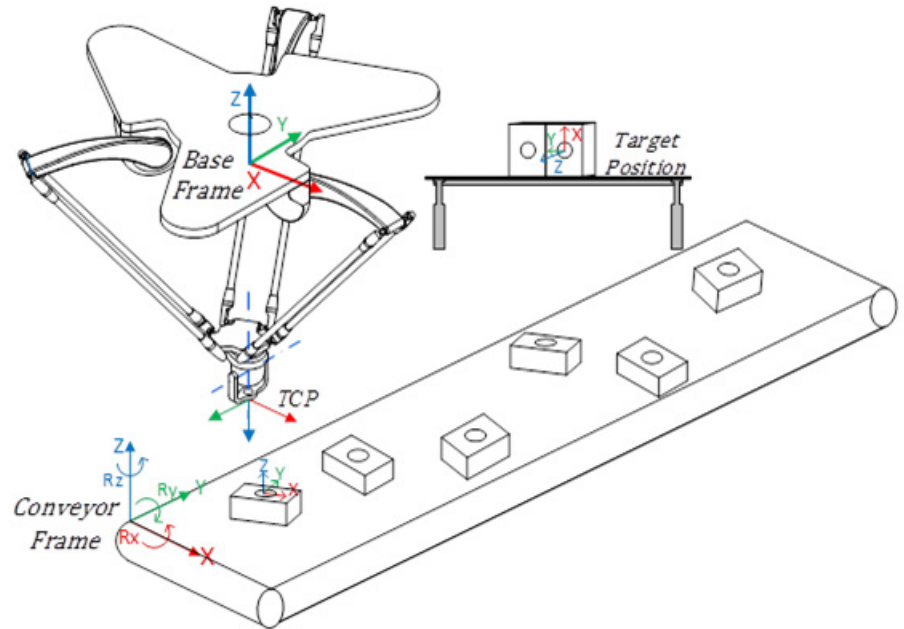
另请参见

[确定 Delta J1J2J3J4J5 机器人的工作空间](#) 参考页数 219

Delta J1J2J3J4J5 机器人拾放应用示例

下图所示为 Delta 机器人典型拾放应用示例。图中展示了五轴 Delta 机器人从传送带上拾取包装箱，然后将其放置在具有不同 Ry 和 Rz 轴姿态的桌子上，假定所有目标位置五轴 Delta 机器人均可及。

传送带坐标系统用作此应用的参考坐标系。传送带上所有包装箱的位置均使用此参考坐标系进行测量。



工作坐标系偏移设定了从机器人基本坐标系到传送带参考坐标系的距离。例如,如果机器人基本坐标系到传送带参考坐标系的 XYZ 偏移为 (-200, -100 和 -1000), 而 Rz 轴的姿态偏移为 -30° , 可在带姿态的运动协调变换 (MCTO) 指令中将工作坐标系偏移设为 [-200,-100,-1000, 0, 0,-30]。

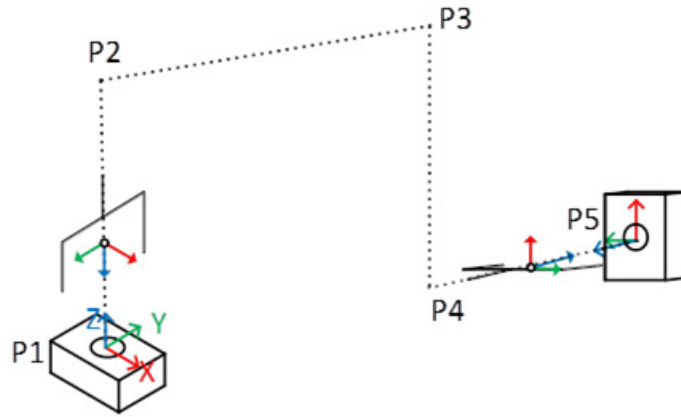
在坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框中, 输入连杆长度、基板和执行器板尺寸以及摇臂偏移, 从而配置机器人。

下图显示了从传送带到桌子的拾放路径详情。从 P1 点拾取物体后沿 Z 轴移动到 P2 点。在从 P2 点到 P3 点的水平移动过程中, Ry 和 Rz 姿态位置已发生变化, 但在移向 P4 和 P5 的过程中会保持该姿态。

- 传送带坐标系中各个包装箱的不同位置用作运动协调路径运动 (MCPM) 指令中的目标位置。例如, 传送带上第一个包装箱的 XYZ 位置为 (200, 200, 50), 并且绕 Rz 轴旋转 30° , 因此, 在 MCPM 指令中将 P1 位置设定为 [200, 200, 50, 180, 0, 30]。
- 在从 P2 点到 P3 点的移动过程中, TCP 的 Rz 值从 30° 变为 90° , Ry 值从 0° 变为 -90° 。
- 包装箱放在具有不同 Rx、Ry 和 Rz 姿态的桌子上。例如, 传送带上第一个包装箱的 XYZ 位置为 (400, 500, 100), 绕 Ry 和 Rz 轴旋转 -90° , 因此, 在 MCPM 指令中将 P5 位置设定为 [400, 500, 100, 0, -90, -90]。

提示: 此处, Rx、Ry 和 Rz 姿态位置使用固定的坐标系 XYZ 欧拉角表示法进行测量, 其中 Ry 范围为 $\pm 90^\circ$, 可翻转。Rx 和 Rz 值在 Ry 翻转位置进行翻转。

- 对于传送带上具有不同 XYZ 位置和其他包装箱，将重复执行此过程。

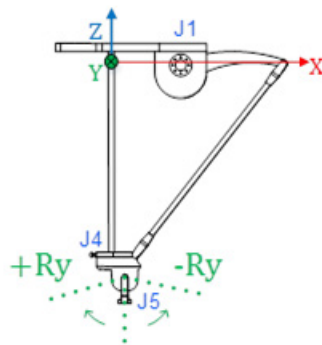


拾放应用的不同目标位置

仅位置	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
P1	200	200	50	180	0	30
P2	200	200	200	180	0	30
P3	400	400	200	0	-90	-90
P4	400	400	100	0	-90	-90
P5	400	500	100	0	-90	90

MCPM 镜像姿态轴特性

对于 ControlLogix 集成运动学变换中支持的许多机器人几何结构，它们的自由度都不足以支持 Ry 轴的姿态运动，其中包括 SCARA J1J2J3J6 和 Delta J1J2J3J6。有些机器人几何结构，例如 Delta J1J2J3J4J5 等，确实支持 Ry 轴的姿态运动。类似的这些系统允许对 Ry 轴位置进行编程，展示出镜像姿态特性。这会导致指定此类系统姿态运动的方式发生一些重大变化。



- 提示:**
- 仅当带姿态的运动协调变换 (MCTO) 指令激活时，才会发生镜像行为。
 - 镜像位置数据假定未应用工具或工作坐标系姿态偏移。
 - Delta J1J2J3J4J5 上 Ry 姿态的符号与 J5 关节位置的符号相反。更多详细信息，请参见“配置 Delta J1J2J3J4J5 坐标系统”。

重要事项: 请勿对姿态轴使用运动轴运动 (MAM) 指令, 以免机器出现意外运动。规划这些轴的运动时, 不考虑欧拉角翻转规则或 Ry 镜像姿态的影响。

另请参见

[Ry 姿态镜像](#) 参考页数 225

[Rx 和 Rz 轴镜像和翻转行为示例](#) 参考页数 227

[姿态镜像限制](#) 参考页数 227

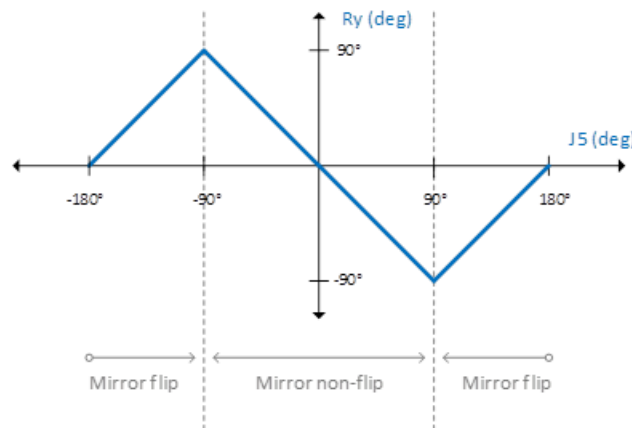
[使用 MCPM 以镜像位置为几何结构设定 Ry 绝对运动](#) 参考页数 228

[配置 Delta J1J2J3J4J5 坐标系](#) 参考页数 194

Ry 姿态镜像

根据欧拉角规则, Ry 的范围在 $\pm 90^\circ$ 之间。关于 XYZ 固定角和欧拉角表示法的信息, 请参阅“姿态规范”。镜像是指 Ry 位置趋势图相对于 $\pm 90^\circ$ 的方向。

Ry Mirror Image Position versus J5 Position



当 J5 轴位置在 $-90.0^\circ > J5 > +90.0^\circ$ 范围内时, Ry 轴位置与 J5 轴位置逆向相关。这一操作范围称为镜像非翻转区域, 在行为上与 Rz/J4 变换位置关系类似。

当 J5 轴穿过九十度边界时, Ry 轴位置不再跟踪 J5 的逆向运动。Ry 位置会与 J5 表现出正向相关。这一操作范围称为镜像翻转区域。

另请参见

[镜像非翻转区域和翻转区域中 Rx 轴的位置](#) 参考页数 226

[镜像非翻转区域和翻转区域中 Rz 轴的位置](#) 参考页数 226

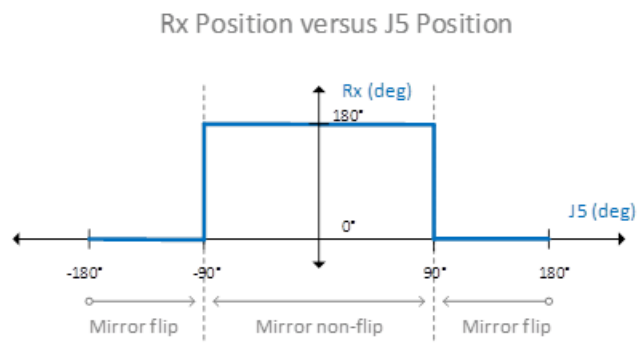
[指定姿态](#) 参考页数 149

镜像非翻转区和镜像翻转区域中 Rx 轴的位置

对于某些几何结构，如 Delta J1J2J3J4J5，不会直接控制 Rx 轴。Rx 的值可以是两个离散值之一（取决于 J5/Ry 位置）：

区域	Rx 位置
镜像非翻转	180.0°
镜像翻转	0.0°

图形显示如下。



重要事项： 按照欧拉角约定，-180.0° 等于 +180.0°，这也是镜像非翻转区域中的有效 Rx 位置。但为了支持 J4 圈数计数器，设定了相关限制，因此在指定 Rx 位置时不允许使用该值。

另请参见

[镜像非翻转区和镜像翻转区域中 Rz 轴的位置](#) 参考页数 226

[Ry 姿态镜像](#) 参考页数 225

镜像非翻转区和镜像翻转区域中 Rz 轴的位置

展现镜像 Ry 位置行为的机器人几何结构会影响 Rz 位置，具体视 Ry 轴所在的操作区域而定。下表中列出了这种关系。

区域	J4 范围	Rz 位置
镜像非翻转	$-180^\circ \leq J4 < 180^\circ$	$-(J4)$
镜像翻转	$0 \leq J4 < 180^\circ$	$-(J4) + 180.0^\circ$
镜像翻转	$-180^\circ \leq J4 < 0$	$-(J4) - 180.0^\circ$

提示： Rz 位置翻转不会引发 J4 轴上的任何运动。

另请参见

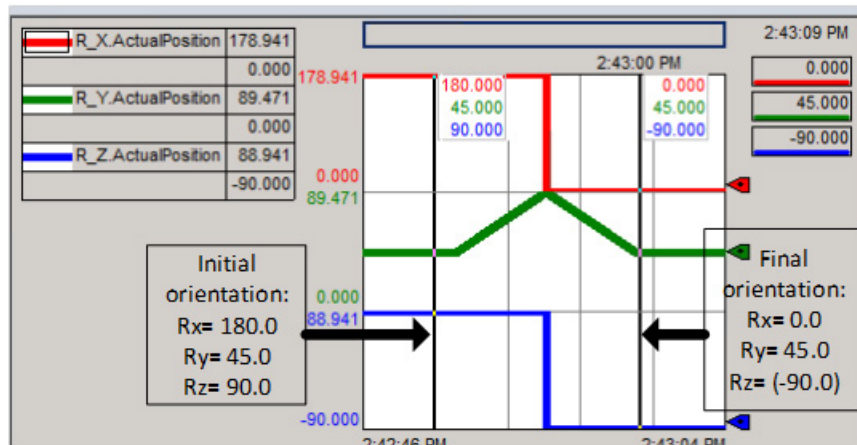
[Ry 姿态镜像](#) 参考页数 225

[镜像非翻转区域和翻转区域中 Rx 轴的位置](#) 参考页数 226

[Rx 和 Rz 轴镜像和翻转行为示例](#) 参考页数 227

Rx 和 Rz 轴镜像和翻转行为示例

以下趋势图展示了 Ry 镜像姿态以及 Rx 和 Rz 轴的关联翻转行为。



示例中显示的运动为纯粹的 Ry 运动，起点是镜像非翻转区域中的 45.0° 位置 (Rx = 180.0°)，沿正方向运动到翻转区域中的 45.0° 处 (Rx = 0°)。

- 提示：
- Ry 穿过位于 90° 处的镜像边界时，Rx 和 Rz 值会翻转。
 - 除了 Ry 轴发生运动之外，在 Rx 或 Rz 轴上不会引发运动。

提示： 要使用这些运动学示例项目，可在帮助 (Help) 菜单中，单击**供应商示例项目** (Vendor Sample Projects)，然后单击**运动** (Motion) 类别。

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

c:\Users\Public\Public Documents\Studio 5000\Sample\ENU\w<current_release>\Rockwell Automation

姿态镜像限制

由于存在具有多个解的奇异点条件或存在涉及欧拉角规范的其他情况，不允许在 Logix Designer 应用程序中指定以下姿态角：

- 在数学上，姿态 [Rx = 180.0° , Ry = 90.0°] 是正确的，但由于这种姿态会与 [Rx = 0.0° , Ry = 90.0°] 产生混淆，因此在 Logix Designer 应用程序中不允许使用。指定 **Ry = 90.0°** 时，务必使用 **Rx = 0.0°**。
- 不允许使用从 [Rx = 180.0° , Ry = 0.0°] 到 [Rx = 0.0° , Ry = 0.0°] 的绝对姿态运动。请参见“使用 MCPM 以镜像位置为几何结构设定 Ry 绝对运动”中的示例 6。
- 当起点和终点姿态均位于镜像翻转区域时，不允许针对 Ry 轴指定最短旋转路径运动。请参见“使用 MCPM 以镜像位置为几何结构设定 Ry 绝对运动”中的示例 6。

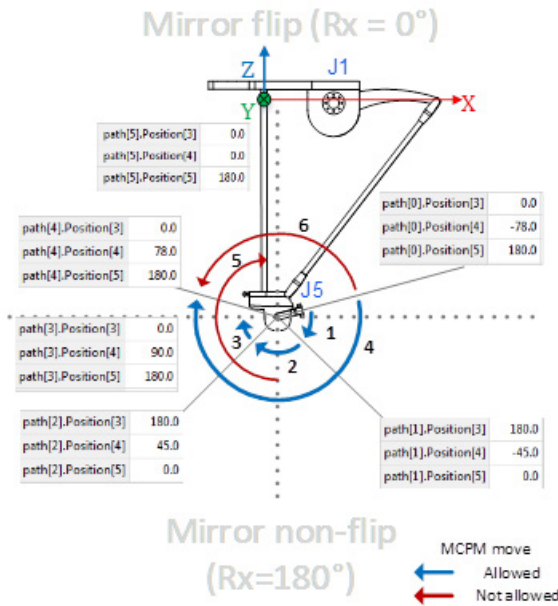
另请参见

[使用 MCPM 以镜像位置为几何结构设定 Ry 绝对运动](#) 参考页数 228

使用 MCPM 以镜像位置为几何结构设定 Ry 绝对运动

下图为 Delta J1J2J3J4J5 手臂的侧视图。图中 Ry 运动的终点以绝对位置指定。

蓝色箭头 [1-4] 指示允许的绝对运动。红色箭头 [5-6] 指示不允许的绝对运动。



由于对于使用镜像的姿态轴，增量运动并不会像绝对运动一样受到影响，因此下面的示例仅限于绝对运动。起点和终点位置的绝对姿态使用 [Rx, Ry, Rz] 表示法指定。此外，在这些示例中，实际运动发生在 J5 轴（对应于 Ry），以说明镜像对 Rx 和 Rz 的影响（不使这些维度中的姿态产生实际变化）。

示例	起始区域	终止区域	备注
1	镜像翻转	镜像非翻转	起始姿态为 [Rx=0, Ry=-78, Rz=180]，通过运动协调路径运动 (MCPM) 指令运动到姿态 [Rx=180, Ry=-45, Rz=0]。 最终产生的运动为：Ry 移动 +57° (J5 移动 -57°)，Ry 穿过 -90° 边界时，Rx 从 0° 翻转为 180°，Rz 从 180° 翻转为 0°。
2	镜像非翻转	镜像非翻转	起始姿态为 [Rx=180, Ry=-45, Rz=0]，通过 MCPM 指令运动到姿态 [Rx=180, Ry=45, Rz=0]。 最终产生的运动为：Ry 移动 +90° (J5 移动 -90°)。由于未穿过任何边界，因此 Rx 或 Rz 的值不会翻转。

示例	起始区域	终止区域	备注
3	镜像非翻转	镜像翻转	起始姿态为 [Rx=180, Ry=45, Rz=0]，通过 MCPM 指令运动到姿态 [Rx=0, Ry=90, Rz=180]。 最终产生的运动为：Ry 移动 +45°（J5 移动 -45°）。穿过正向 90° 边界时，Rx 和 Rz 值翻转。 有关指定 Ry = 90 姿态的更多信息，请参见“镜像姿态限制”。
4	镜像翻转	镜像翻转	起始姿态为 [Rx=0, Ry=-78, Rz=180]，通过 MCPM 指令运动到姿态 [Rx=0, Ry=78, Rz=180]。 最终产生最长旋转路径运动，以避免通过镜像翻转区域中的 0°、或者 Ry 移动 +204°（J5 移动 -204°）。 在镜像翻转区域中，不允许发生 Ry 的最短旋转路径运动。
5	--	---	这是极为个别的情况，从零点位置 [Rx=180, Ry=0] 运动到绝对位置 [Rx=0, Ry=0]。由于行进方向的不确定性（可以是正方向或者负方向，但无法通过指定的绝对姿态确定），因此不允许进行此运动。 提示： 此时允许进行距离为 180° 的增量 Ry 运动，运动方向由距离参数的符号明确指定。
6	镜像翻转	镜像翻转	在镜像翻转区域中，不允许发生 Ry 的最短旋转路径运动。示例 4 说明了此类运动的规划方法。 提示： 增量运动不像绝对运动一样受到限制。但此类增量 Ry 运动在尝试穿过镜像翻转区域中的零度 (J5 = +/- 180°) 时，会发生变换错误。

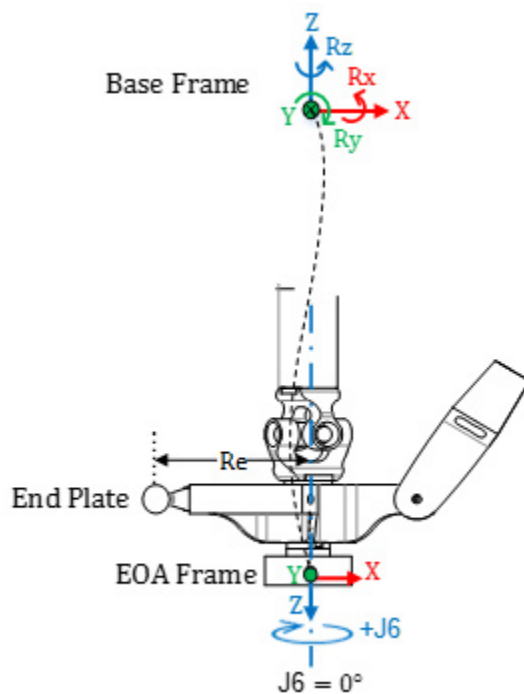
另请参见

[姿态镜像限制](#) 参考页数 227

配置和编程圈数计数器 可使用 MCTO 指令实现笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统（坐标为机器人的关节轴）之间的双向变换。

笛卡尔坐标系的坐标由 XYZ 平移坐标以及固定角度转换中的 RxRyRz 姿态坐标定义。

机器人采用的几何结构配置中，关节轴通常是非正交的。几何结构配置由坐标系统类型指定，如 Delta。坐标定义属性进一步规定机器人坐标系统中关节轴的数量，如 J1、J2、J3、J6。下图展示了采用基本笛卡尔坐标系统和四个关节轴（构成非笛卡尔坐标系统）的 Delta J1J2J3J6 机器人的详细信息。



Delta J1J2J3J6 机器人系统的笛卡尔和关节目标点

空间中的点可通过两种不同方法描述：一种是以一组笛卡尔坐标描述（欧几里得空间），另一种是以一组机器人关节角度描述（关节空间）。

由于 R_x 和 R_y 姿态轴未进行旋转，仅将 R_x 姿态值设为 180° 。 R_y 姿态值始终为 0° ，将 R_z 姿态值设定在 R_z 的固定 XYZ 欧拉角范围内，即 $\pm 180^\circ$ 范围内。

J_1 、 J_2 和 J_3 的关节轴通常配置为具有超程限位的线性轴。 J_6 关节轴也通常配置为具有超程限位的线性轴。

- 提示：**
- 为正常进行变换，请务必首先建立关节坐标系统的参考坐标系。对于 Delta J1J2J3J6 和 Delta J1J2J3J4J5 机器人，在 J_1 、 J_2 和 J_3 连杆处于水平位置时， J_1 、 J_2 和 J_3 轴正常参考位置将归零至 0° 位置。 J_6 轴与 J_1 连杆平时，该轴将归零至 0° 位置。
 - J_6 轴相对机器人基本坐标系的旋转方向与 R_z 相反。

建立机器人参考坐标系后，先使机器人运动到关节空间中的某一位置（如有必要），然后再启用 MCTO 指令。启用 MCTO 指令后，会建立一个双向变换关系，由此，如果控制笛卡尔坐标系统运动到笛卡尔坐标系统目标位置，机器人会沿直线路径运动至笛卡尔目标坐标处。同样，如果控制机器人关节坐标系统运动到关节坐标系统目标位置，机器人会沿非笛卡尔路径运动到目标关节坐标处。启用 MCTO 指令后，系统会为笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统保留坐标系统相关数据（即笛卡尔坐标位置）。

圈数计数器

如上图所示, Rz 正向姿态旋转是指绕机器人基本坐标系的 Z 轴逆时针旋转。但 J6 轴正向旋转是指绕机器人基本坐标系的 Z 轴顺时针旋转, 与 Rz 轴的旋转方向相反。

对于 3D Delta 机器人系统, 由于不能绕基本坐标系的 X 轴和 Y 轴旋转, 只能绕 Z 轴旋转, 因此可通过指定以下平移和姿态描述笛卡尔坐标系统:

X、Y、Z: [-inf,+inf]

Rx: [180.0]

Ry: [0.0]

Rz: [-179.999, +180.0]

Rz 目标位置是绕基本坐标系 Z 轴旋转, 因此, 可使用 $\pm 180^\circ$ 范围内的角度 (-180° 除外) 指定任何旋转。由于 180° 和 -180° 是同一点, 系统不允许将 -180° 指定为 Rz 目标点。

但由于 J6 轴可旋转多圈, 因此这样指定并不全面。系统处理此功能时, 会对指定的每个目标点加上额外指定的圈数计数器值。

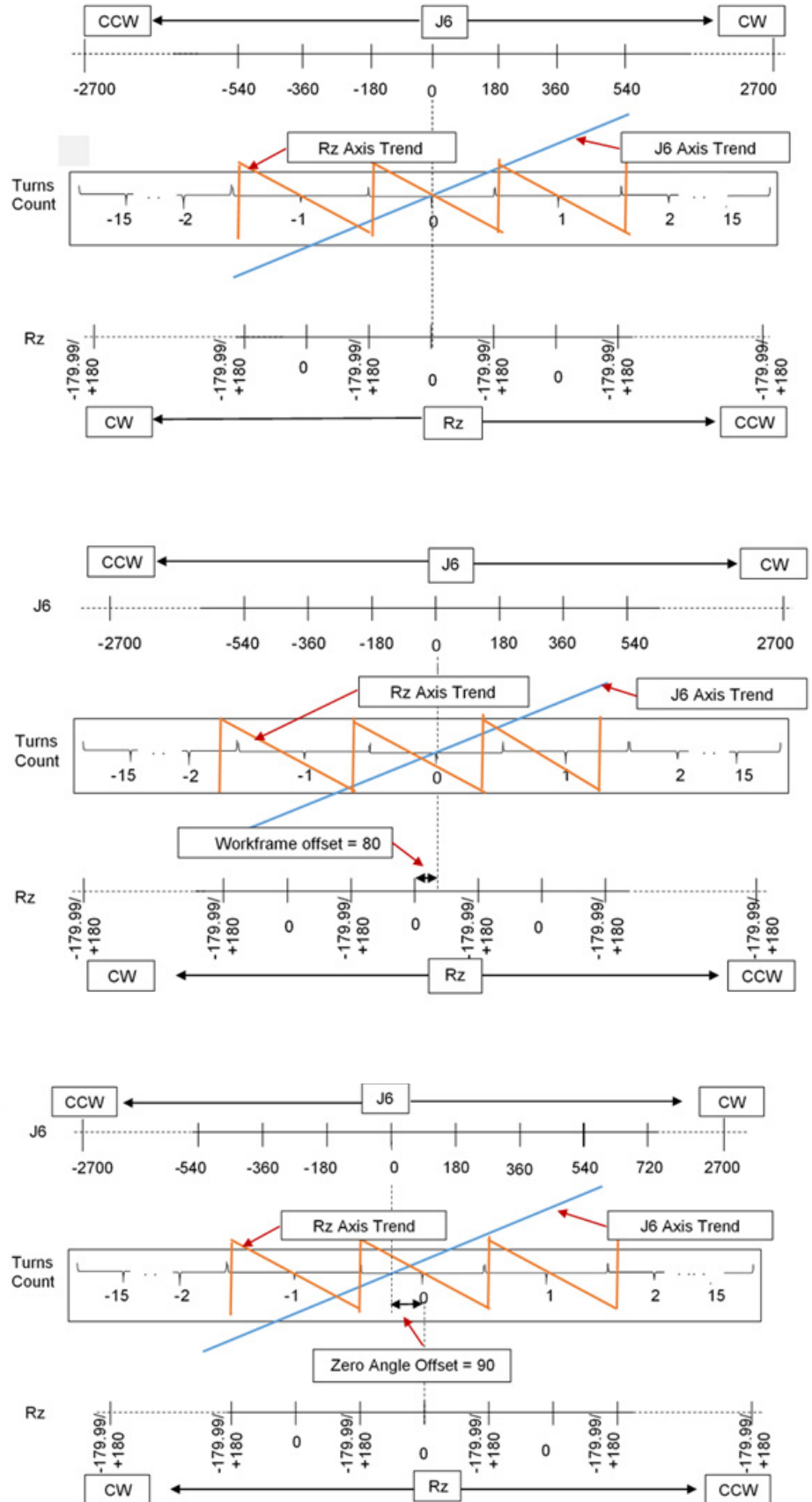
将 Rz 轴与 J6 轴和圈数计数器相关联

此图展示了 Rz 和圈数计数器随 J6 的变化情况 (假定 J6 的工作坐标系偏移、工具坐标系偏移和零角度偏移均为 0)。J6 为线性轴, 假设总行程为 15 转, 范围是 $-7.5 * 360 = -2700$ 到 $+7.5 * 360 = +2700^\circ$ 。因此, 实际上 J6 可旋转多圈, 并具有圈数计数器属性, 可记录与 J6 轴当前位置相关联的圈数。J6 沿顺时针方向经过 180° 点时, 圈数计数器的值递增, Rz 会从 -180° 翻转为 180° , J6 沿逆时针方向经过 180° 点时, 圈数计数器的值会递减, Rz 会从 180.0001° 翻转为 -179.9999° 。

圈数计数器的范围限制为 ± 127 , 但实际的最大圈数与几何结构有关。3 个圈数计数器都是目标坐标系统单一数组属性的元素, 包括 J1、J4 或 J6 轴圈数计数器。

- 提示:**
- 如果 Rz 到达 180° 点位置, 但未经过该点, 则 Rz 不会翻转, 而会停留在 180° 位置。如果 Rz 到达 -180° 点位置, 则会翻转为 $+180^\circ$ 。
 - 如果 Rz 上的工作坐标系偏移或工具坐标系偏移均不为 0, 在 J6 经过 180° 点时, 圈数计数器仍会递增, 但当 J6 经过 $(180^\circ + \text{Rz 上的偏移})$ 点时, Rz 会翻转。也就是说, 翻转点按 Rz 上的偏移大小进行移动, 如图所示。详细信息请参见下文。

Rz、J6 轴位置和圈数计数器趋势和表格



下表列出了上图所示趋势中显示的 Rz、圈数计数器和 J6 值。

Rz	J6 圈数计数器	J6 (如果零角度偏移 = 0°), 且 (Rz 工作坐标系偏移 = 0°)	J6 (如果零角度偏移 = 0°), 且 (Rz 工作坐标系偏移 = 80°)	J6 (如果零角度偏移 = 90°), 且 (工作坐标系偏移 = 0°)
+179.9999	2	540.0001	460.0001	630.0001
+180	2	540	460	630
-179.9999	1	539.9999	459.9999	629.9999
---	---	---		---
0	1	360	280	450
---	---	---		---
+179.9999	1	180.0001	100.0001	270.0001
+180	1	180	100	270
-179.9999	0	179.9999	99.9999	269.9999
---	---	---		---
0	0	0	-80	90
---	---	---		---
+179.9999	0	-179.9999	-259.9999	-89.9999
+180	0	-180	-260	-90
-179.9999	-1	-180.0001	-260.0001	-90.0001

另请参见

[圈数计数器程序示例](#) 参考页数 233

圈数计数器程序示例

下面是圈数计数器的编程示例。

配置笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统

有关为圈数计数器应用示例配置两个坐标系统的详细信息, 请参阅“配置笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统”。本示例使用 Delta J1J2J3J4J5 机器人系统。

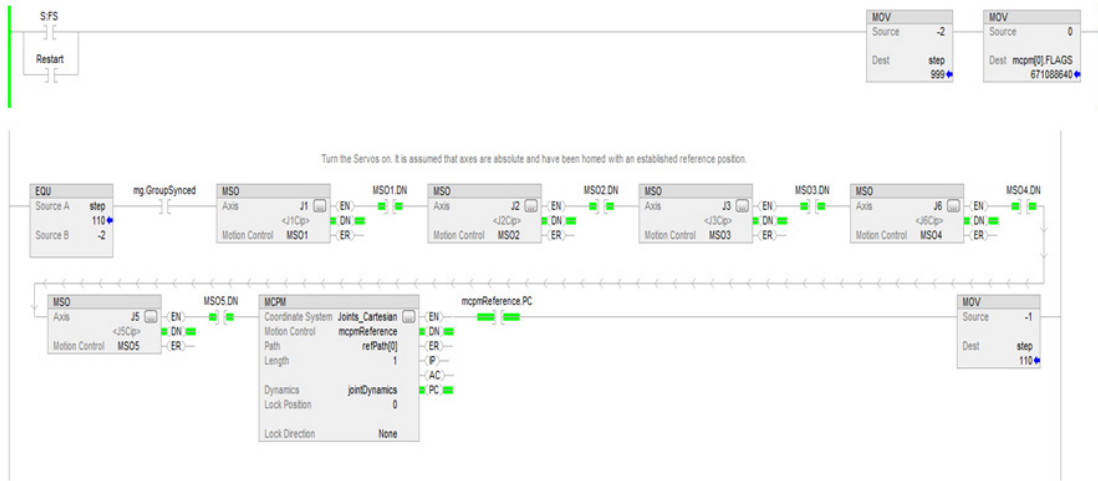
在本例中, 源笛卡尔坐标系统包含六个虚拟轴 X、Y、Z、Rx、Ry、Rz。机器人坐标系统包含五个实际轴 (J1、J2、J3、J4、J5)。本示例使用 MCTO 指令建立这两个坐标系统之间的双向变换关系。

本示例中还包含关节笛卡尔坐标系统, 用于运动到关节坐标目标点, 以确定初始位置或其它关节位置。关节笛卡尔坐标系统包含六个轴 (J1、J2、J3、J4、J5、J6)。J6 是虚拟轴, 其余为实际轴。

提示: 此处描述的关节笛卡尔坐标系统并不用作 MCTO 指令的笛卡尔坐标系统操作数。

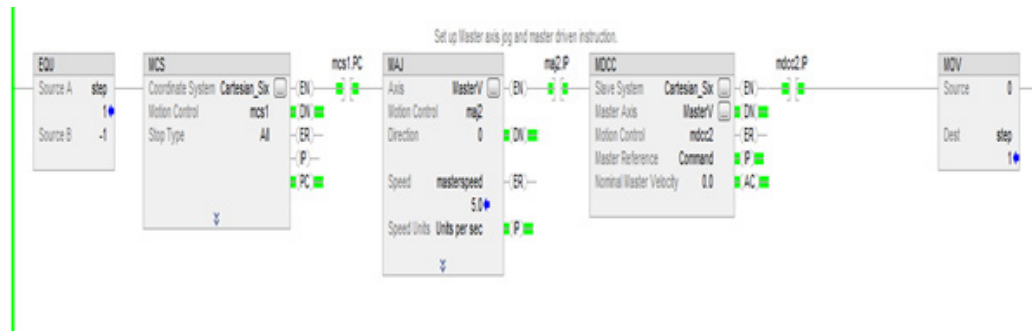
使笛卡尔坐标系统与机器人坐标系统对准

以下梯形图逻辑说明了在启用变换之前如何将机器人坐标系统移动到初始位置。变换会将机器人设置为已知位置。



设置主轴驱动指令实现笛卡尔动力学控制

该梯形图逻辑说明了如何针对该应用设置主轴驱动速度控制 (MDCC) 指令并使主轴实现点动运动。



启动变换指令

该梯形图逻辑说明了如何在源笛卡尔坐标系统与目标 5 轴 Delta 机器人系统之间启用变换指令。



针对指定圈数计数器通过 MCPM 路径数据将源侧移动到所需目标位置

请参考该梯形图逻辑控制机器人运动到笛卡尔空间中由 PATH_DATA 点数组元素指定的目标点。有关如何通过梯形图逻辑使机器人经过一系列此类点实现运动的详细信息，请参见 MCPM 编程说明和示例程序。

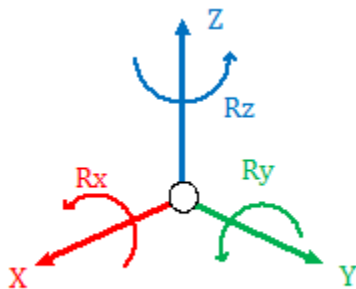


Name	Scope	Value	Force Mask	Description
path_Delta[0]	Controller	(...)	(...)	(...)
path_Delta[0].InterpolationType	Controller	1		
path_Delta[0].Position	Controller	(...)	(...)	(...)
path_Delta[0].Position[0]	Controller	25.0		
path_Delta[0].Position[1]	Controller	25.0		
path_Delta[0].Position[2]	Controller	-1100.0		
path_Delta[0].Position[3]	Controller	180.0		
path_Delta[0].Position[4]	Controller	0.0		
path_Delta[0].Position[5]	Controller	45.0		
path_Delta[0].Position[6]	Controller	0.0		
path_Delta[0].Position[7]	Controller	0.0		
path_Delta[0].Position[8]	Controller	0.0		
path_Delta[0].RobotConfiguration	Controller	0		
path_Delta[0].TurnsCounters	Controller	(...)	(...)	(...)
path_Delta[0].TurnsCounters[0]	Controller	0		
path_Delta[0].TurnsCounters[1]	Controller	1		
path_Delta[0].TurnsCounters[2]	Controller	0		
path_Delta[0].TurnsCounters[3]	Controller	0		
path_Delta[0].MoveType	Controller	0		
path_Delta[0].TerminationType	Controller	1		
path_Delta[0].CommandToleranceLinear	Controller	0.0		

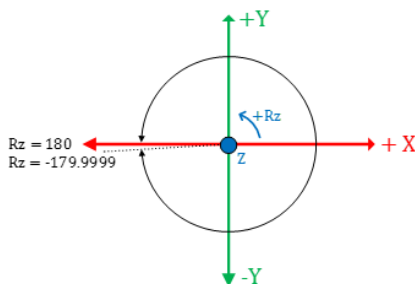
以增量运动模式设定 MCPM 目标点 - MoveType = 0

定义的任何点的目标位置和姿态均有六个坐标 XYZRxRyRz。

平移坐标是目标点相对于基本坐标系统的坐标。姿态坐标是固定角度旋转：首先绕 X 轴旋转、再绕固定机器人基本坐标系的 Y 轴旋转、最后绕固定机器人基本坐标系的 Z 轴旋转。



指定的目标点通常为 $R_x = 180^\circ$ 、 $R_y = 0^\circ$ ， R_z 等于目标姿态。如下图（从 Z 轴正方向看向原点的俯视图）所示， R_z 的旋转范围为 $+180^\circ$ 到 -179.9999° 。

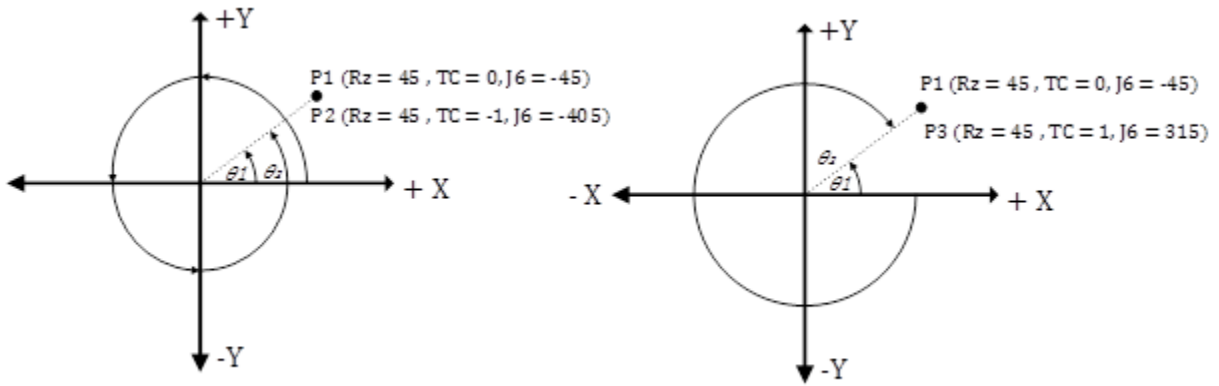


任意目标点的姿态均可完全通过 $R_x = 180^\circ$ 、 $R_y = 0^\circ$ 和 R_z 姿态（范围为 $+180^\circ$ 到 -179.9999° ）指定。

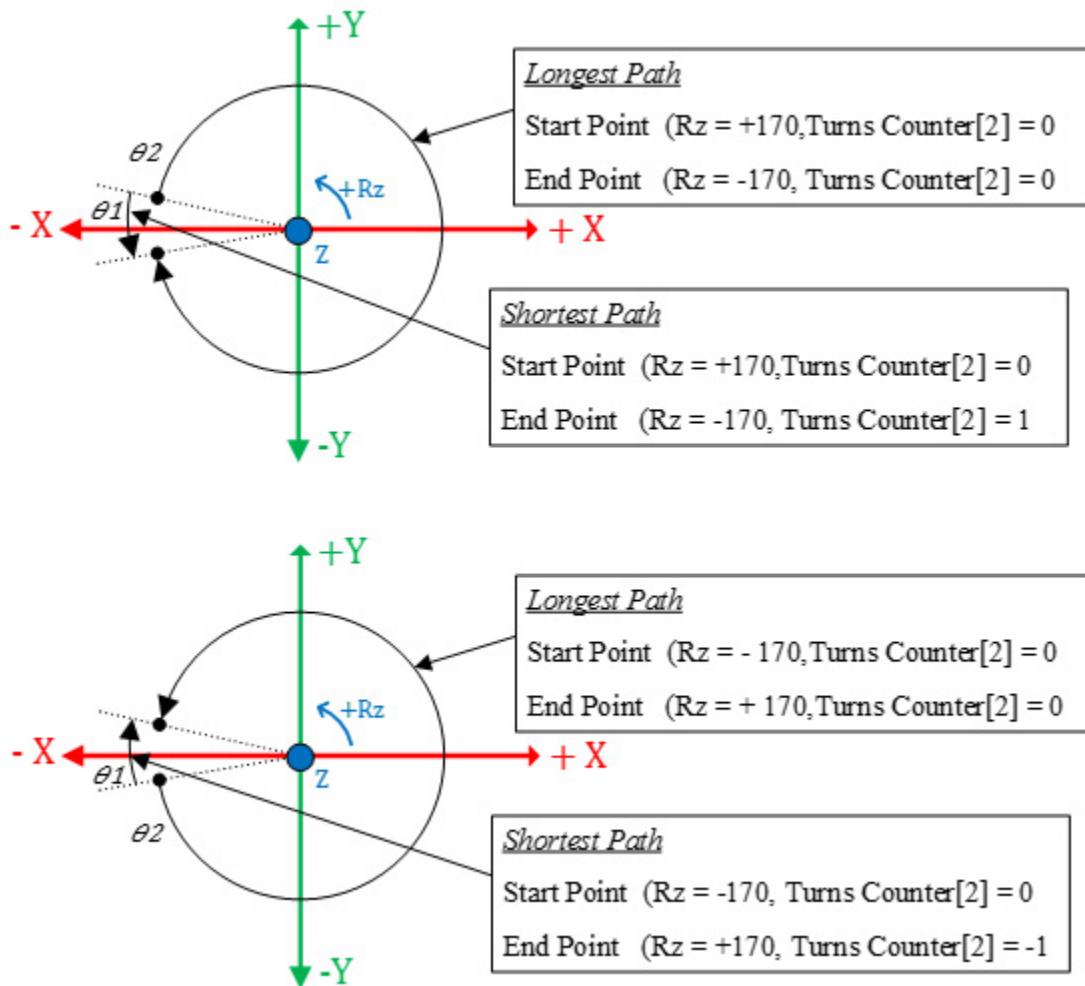
圈数计数器与 R_z 旋转以及 Delta J1J2J6 和 Delta J1J2J3J6 机器人的 J6 轴相关联。对于 Delta J1J2J3J4J5，圈数计数器与 R_z 旋转和 J4 轴相关联。如上图所示，J6 或 J4 轴绕 Z 轴旋转多圈。

要完全指定正确的姿态， R_z 姿态必须指定与关节轴旋转圈数对应的理想姿态。例如，圈数计数器为 0、1 和 -1 时， $+45^\circ$ 代表的姿态相同，但从关节角度旋转角度来看，三种情况相差 360° 。针对指定的笛卡尔目标点，需要为关节行进过程中的任何点额外指定圈数计数器值。下图显示了不同圈数对应的 45° 点。

提示： 只有针对笛卡尔坐标系启用 MCTO 后，圈数计数器才有效。如果未针对笛卡尔坐标系启用 MCTO，则圈数计数器不为零时，MCPM 将出错。



要针对多转轴（例如 Delta J1J2J3J6 的 J6）进行编程，应通过指定 Rz 位置和圈数计数器来指定 J6 轴的最短或最长路径。有关绝对运动，请参见下图。



这些趋势图和表格显示了 J6 行程范围内关节角笛卡尔目标点的完整指定方式。

Excel 电子表格中的这些 PATH_DATA 点显示了 Delta J1J2J3J6 绝对运动 MCPM 指令梯级输入的典型目标点（使用圈数计数器）。

Position [0]	Position [1]	Position [2]	Position [3]	Position [4]	Position [5]	TurnsCounters[0]	TurnsCounters[1]	TurnsCounters[2]	RobotConfiguration	MoveType	InterpolationType	TerminationType
0	0	-782	180	0	90	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	90	0	1	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	180	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	180	0	2	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-127	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-127	0	2	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-179.99	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-179.999	0	-3	0	0	0	1	1

以增量模式设定 MCPM 目标点 - MoveType = 1

增量运动采用不同的编程方法，其范围也不限定在 +/- 180° 之间。进行多圈运动的编程时，只需使用超过一圈的正位移或负位移。在增量运动模式下，系统还会将圈数计数器强制设为 0。

Excel 电子表格中的这些 PATH_DATA 点显示了 Delta J1J2J3J6 增量运动 MCPM 指令梯级输入的典型目标点（使用圈数计数器）。

Position [0]	Position [1]	Position [2]	Position [3]	Position [4]	Position [5]	TurnsCounters[0]	TurnsCounters[1]	TurnsCounters[2]	RobotConfiguration	MoveType	InterpolationType	TerminationType
0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	2520	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-2520	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	45720	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-45720	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	2340.01	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	2340.01	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-4680.02	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-360	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-287	0	0	0	0	1	1	1

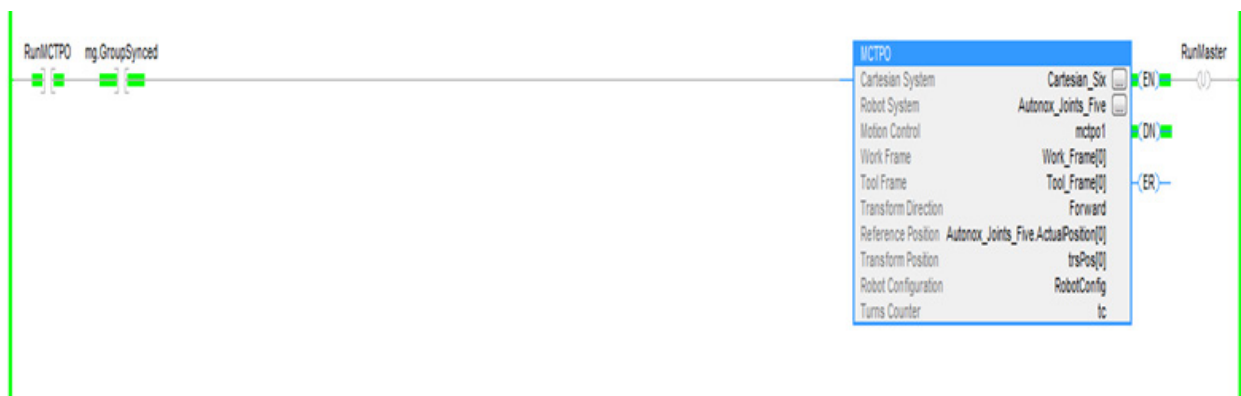
使用坐标系统圈数计数器数据示教 MCPM 指令 PATH_DATA 目标点的位置

本部分将介绍如何为圈数计数器输入目标点。系统的坐标系统标签包含圈数计数器模板属性，一旦针对坐标系统启用 MCTO，该属性便会跟踪记录圈数计数器值。如果未启用 MCTO，这些字段会设为 +128。下图所示为 MCTO 启用状态下的模板信息。可以利用 HMI 面板，将机器人从任意点运动到目标位置，可使用圈数计数器数据和笛卡尔数据设定 MCPM 运动的目标点。

Autonox_Joints_Five.TurnsCounters	(...)	(...) Decimal	INT[4]
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[0]	128	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[1]	-2	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[2]	128	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[3]	0	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.RobotConfiguration	0	Decimal	DINT

使用 MCTPO 圈数计数器数据获取 MCPM 指令 PATH_DATA 目标点的位置

有时在开关机后，在从当前位置继续运动时，只知道关节位置。可以利用 MCTPO 指令执行正向变换，将关节目标点变换为笛卡尔目标点。可在任意点使用 MCTPO 指令获取位置、配置和圈数计数器等相关信息。再利用这些数据设定 MCPM 笛卡尔运动的目标笛卡尔点。以下梯级展示了 MCTPO 指令的典型设置。



提示： 若要使用此运动学示例项目，可在帮助 (Help) 菜单中，单击**供应商示例项目** (Vendor Sample Projects)，然后单击**运动** (Motion) 类别。

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

c:\Users\Public\Public Documents\Studio 5000\Sample\ENU\v<current_release>\Rockwell Automation

另请参见

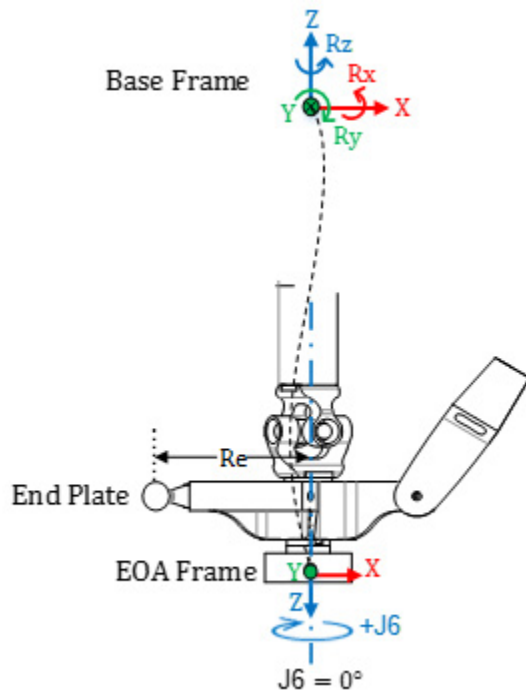
[配置和编程圈数计数器](#) 参考页数 229

配置和编程圈数计数器

可使用 MCTO 指令实现笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统（坐标为机器人的关节轴）之间的双向变换。

笛卡尔坐标系的坐标由 XYZ 平移坐标以及固定角度转换中的 RxRyRz 姿态坐标定义。

机器人采用的几何结构配置中，关节轴通常是非正交的。几何结构配置由坐标系统类型指定，如 Delta。坐标定义属性进一步规定机器人坐标系统中关节轴的数量，如 J1、J2、J3、J6。下图展示了采用基本笛卡尔坐标系统和四个关节轴（构成非笛卡尔坐标系统）的 Delta J1J2J3J6 机器人的详细信息。



Delta J1J2J3J6 机器人系统的笛卡尔和关节目标点

空间中的点可通过两种不同方法描述：一种是以一组笛卡尔坐标描述（欧几里得空间），另一种是以一组机器人关节角度描述（关节空间）。

由于 R_x 和 R_y 姿态轴未进行旋转, 仅将 R_x 姿态值设为 180° 。 R_y 姿态值始终为 0° , 将 R_z 姿态值设定在 R_z 的固定 XYZ 欧拉角范围内, 即 $\pm 180^\circ$ 范围内。

J_1 、 J_2 和 J_3 的关节轴通常配置为具有超程限位的线性轴。 J_6 关节轴也通常配置为具有超程限位的线性轴。

- 提示:**
- 为正常进行变换, 请务必首先建立关节坐标系统的参考坐标系。对于 Delta $J_1J_2J_3J_6$ 和 Delta $J_1J_2J_3J_4J_5$ 机器人, 在 J_1 、 J_2 和 J_3 连杆处于水平位置时, J_1 、 J_2 和 J_3 轴正常参考位置将归零至 0° 位置。 J_6 轴与 J_1 连杆平行时, 该轴将归零至 0° 位置。
 - J_6 轴相对机器人基本坐标系的旋转方向与 R_z 相反。

建立机器人参考坐标系后, 先使机器人运动到关节空间中的某一位置 (如有必要), 然后再启用 MCTO 指令。启用 MCTO 指令后, 会建立一个双向变换关系, 由此, 如果控制笛卡尔坐标系统运动到笛卡尔坐标系统目标位置, 机器人会沿直线路径运动至笛卡尔目标坐标处。同样, 如果控制机器人关节坐标系统运动到关节坐标系统目标位置, 机器人会沿非笛卡尔路径运动到目标关节坐标处。启用 MCTO 指令后, 系统会为笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统保留坐标系统相关数据 (即笛卡尔坐标位置)。

圈数计数器

如上图所示, R_z 正向姿态旋转是指绕机器人基本坐标系的 Z 轴逆时针旋转。但 J_6 轴正向旋转是指绕机器人基本坐标系的 Z 轴顺时针旋转, 与 R_z 轴的旋转方向相反。

对于 3D Delta 机器人系统, 由于不能绕基本坐标系的 X 轴和 Y 轴旋转, 只能绕 Z 轴旋转, 因此可通过指定以下平移和姿态描述笛卡尔坐标系统:

X、Y、Z: [-inf,+inf]

R_x : [180.0]

R_y : [0.0]

R_z : [-179.999, +180.0]

R_z 目标位置是绕基本坐标系 Z 轴旋转, 因此, 可使用 $\pm 180^\circ$ 范围内的角度 (-180° 除外) 指定任何旋转。由于 180° 和 -180° 是同一点, 系统不允许将 -180° 指定为 R_z 目标点。

但由于 J_6 轴可旋转多圈, 因此这样指定并不全面。系统处理此功能时, 会对指定的每个目标点加上额外指定的圈数计数器值。

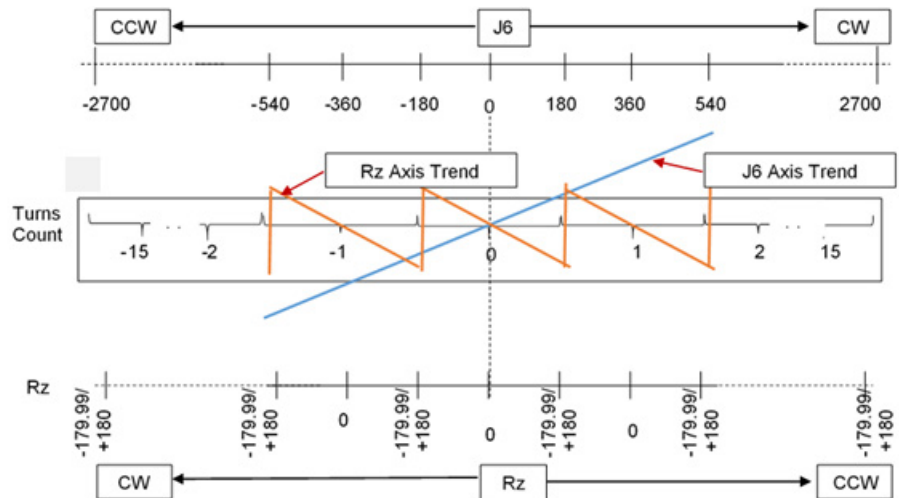
将 Rz 轴与 J6 轴和圈数计数器相关联

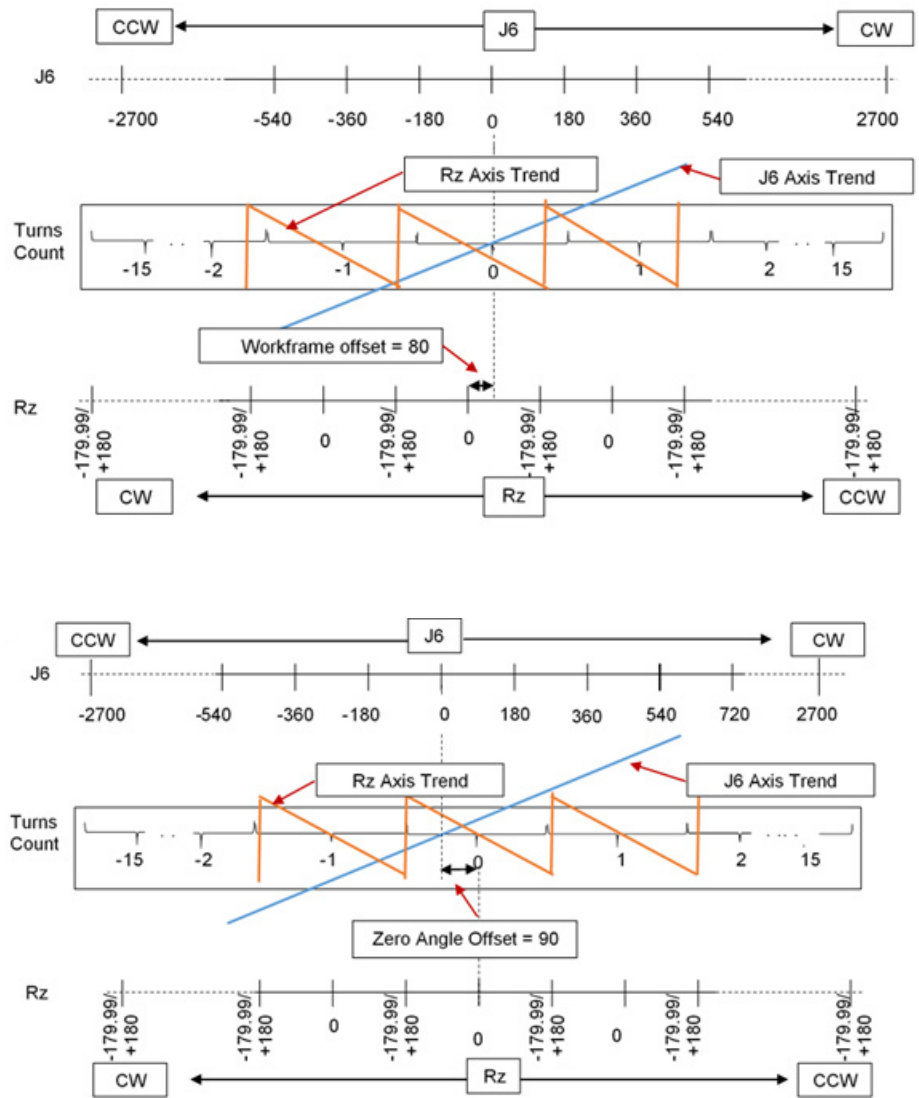
此图展示了 Rz 和圈数计数器随 J6 的变化情况（假定 J6 的工作坐标系偏移、工具坐标系偏移和零角度偏移均为 0）。J6 为线性轴，假设总行程为 15 转，范围是 $-7.5 \times 360 = -2700$ 到 $+7.5 \times 360 = +2700$ 。因此，实际上 J6 可旋转多圈，并具有圈数计数器属性，可记录与 J6 轴当前位置相关联的圈数。J6 沿顺时针方向经过 180° 点时，圈数计数器的值递增，Rz 会从 -180° 翻转为 180° ，J6 沿逆时针方向经过 180° 点时，圈数计数器的值会递减，Rz 会从 180.0001° 翻转为 -179.9999° 。

圈数计数器的范围限制为 ± 127 ，但实际的最大圈数与几何结构有关。3 个圈数计数器都是目标坐标系统单一数组属性的元素，包括 J1、J4 或 J6 轴圈数计数器。

- 提示：**
- 如果 Rz 到达 180° 点位置，但未经过该点，则 Rz 不会翻转，而会停留在 180° 位置。如果 Rz 到达 -180° 点位置，则会翻转为 $+180^\circ$ 。
 - 如果 Rz 上的工作坐标系偏移或工具坐标系偏移均不为 0，在 J6 经过 180° 点时，圈数计数器仍会递增，但当 J6 经过 $(180^\circ + \text{Rz 上的偏移})$ 点时，Rz 会翻转。也就是说，翻转点按 Rz 上的偏移大小进行移动，如图所示。详细信息请参见下文。

Rz、J6 轴位置和圈数计数器趋势和表格





下表列出了上图所示趋势中显示的 Rz、圈数计数器和 J6 值。

Rz	J6 圈数计数器	J6 (如果零角度偏移 = 0°), 且 (Rz 工作坐标系偏移 = 0°)	J6 (如果零角度偏移 = 0°), 且 (Rz 工作坐标系偏移 = 80°)	J6 (如果零角度偏移 = 90°), 且 (工作坐标系偏移 = 0°)
+179.9999	2	540.0001	460.0001	630.0001
+180	2	540	460	630
-179.9999	1	539.9999	459.9999	629.9999
---	---	---		---
0	1	360	280	450
---	---	---		---
+179.9999	1	180.0001	100.0001	270.0001
+180	1	180	100	270
-179.9999	0	179.9999	99.9999	269.9999
---	---	---		---
0	0	0	-80	90
---	---	---		---

Rz	J6 圈数计数器	J6 (如果零角度偏移 = 0°), 且 (Rz 工作坐标系偏移 = 0°)	J6 (如果零角度偏移 = 0°), 且 (Rz 工作坐标系偏移 = 80°)	J6 (如果零角度偏移 = 90°), 且 (工作坐标系偏移 = 0°)
+179.9999	0	-179.9999	-259.9999	-89.9999
+180	0	-180	-260	-90
-179.9999	-1	-180.0001	-260.0001	-90.0001

另请参见

[圈数计数器程序示例](#) 参考页数 233

圈数计数器程序示例

下面是圈数计数器的编程示例。

配置笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统

有关为圈数计数器应用示例配置两个坐标系统的详细信息, 请参阅“配置笛卡尔坐标系统和机器人坐标系统”。本示例使用 Delta J1J2J3J4J5 机器人系统。

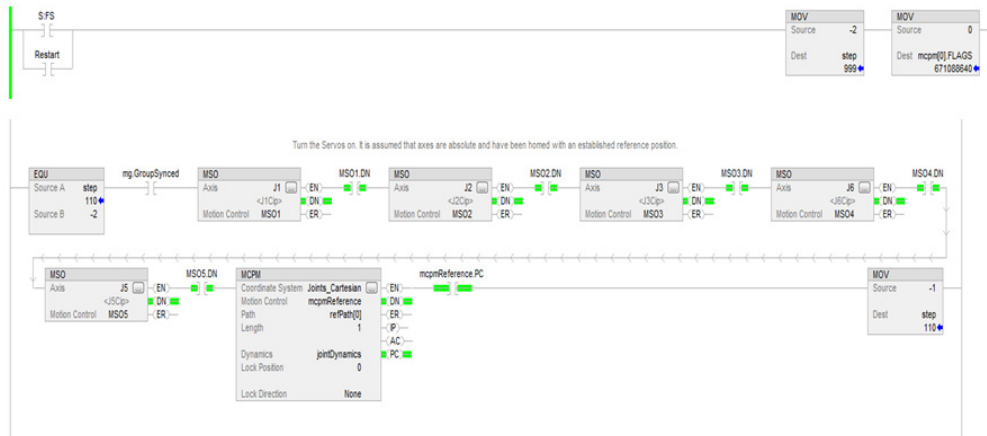
在本例中, 源笛卡尔坐标系统包含六个虚拟轴 X、Y、Z、Rx、Ry、Rz。机器人坐标系统包含五个实际轴 (J1、J2、J3、J4、J5)。本示例使用 MCTO 指令建立这两个坐标系统之间的双向变换关系。

本示例中还包含关节笛卡尔坐标系统, 用于运动到关节坐标目标点, 以确定初始位置或其它关节位置。关节笛卡尔坐标系统包含六个轴 (J1、J2、J3、J4、J5、J6)。J6 是虚拟轴, 其余为实际轴。

提示: 此处描述的关节笛卡尔坐标系统并不用作 MCTO 指令的笛卡尔坐标系统操作数。

使笛卡尔坐标系统与机器人坐标系统对准

以下梯形图逻辑说明了在启用变换之前如何将机器人坐标系统移动到初始位置。变换会将机器人设置为已知位置。



设置主轴驱动指令实现笛卡尔动力学控制

该梯形图逻辑说明了如何针对该应用设置主轴驱动速度控制 (MDCC) 指令并使主轴实现点动运动。



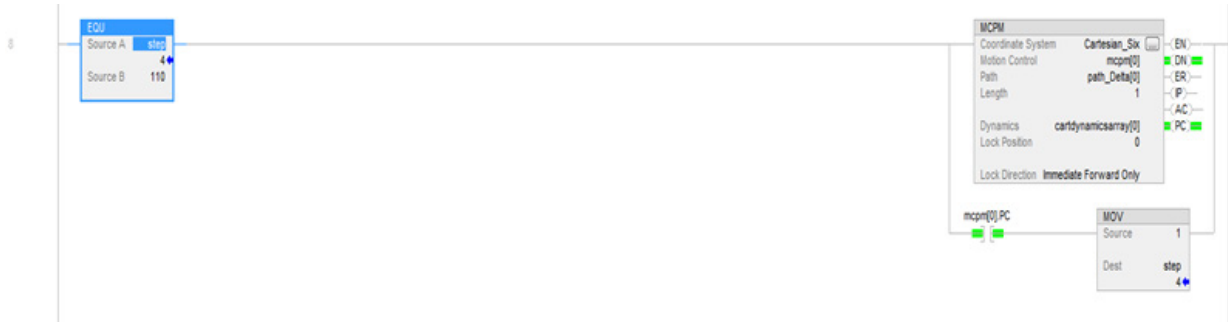
启动变换指令

该梯形图逻辑说明了如何在源笛卡尔坐标系统与目标 5 轴 Delta 机器人系统之间启用变换指令。



针对指定圈数计数器通过 MCPM 路径数据将源侧移动到所需目标位置

请参考该梯形图逻辑控制机器人运动到笛卡尔空间中由 PATH_DATA 点数组元素指定的目标点。有关如何通过梯形图逻辑使机器人经过一系列此类点实现运动的详细信息，请参见 MCPM 编程说明和示例程序。

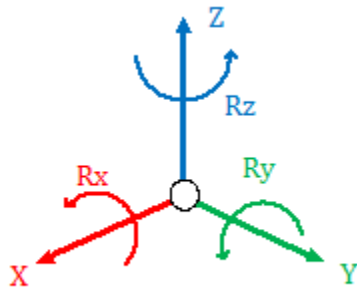


Name	Scope	Value	Force Mask	Description
path_Delta[0]	Controller	(...)		(...)
path_Delta[0].InterpolationType	Controller	1		
path_Delta[0].Position	Controller	(...)		(...)
path_Delta[0].Position[0]	Controller	25.0		
path_Delta[0].Position[1]	Controller	25.0		
path_Delta[0].Position[2]	Controller	-1100.0		
path_Delta[0].Position[3]	Controller	180.0		
path_Delta[0].Position[4]	Controller	0.0		
path_Delta[0].Position[5]	Controller	45.0		
path_Delta[0].Position[6]	Controller	0.0		
path_Delta[0].Position[7]	Controller	0.0		
path_Delta[0].Position[8]	Controller	0.0		
path_Delta[0].RobotConfiguration	Controller	0		
path_Delta[0].TurnsCounters	Controller	(...)		(...)
path_Delta[0].TurnsCounters[0]	Controller	0		
path_Delta[0].TurnsCounters[1]	Controller	1		
path_Delta[0].TurnsCounters[2]	Controller	0		
path_Delta[0].TurnsCounters[3]	Controller	0		
path_Delta[0].MoveType	Controller	0		
path_Delta[0].TerminationType	Controller	1		
path_Delta[0].CommandToleranceLinear	Controller	0.0		

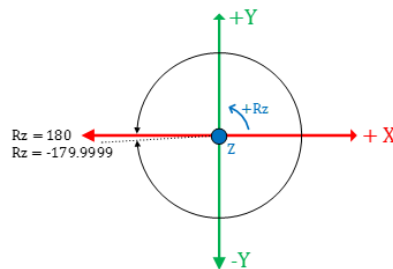
以增量运动模式设定 MCPM 目标点 - MoveType = 0

定义的任何点的目标位置和姿态均有六个坐标 XYZRxRyRz。

平移坐标是目标点相对于基本坐标系统的坐标。姿态坐标是固定角度旋转：首先绕 X 轴旋转、再绕固定机器人基本坐标系的 Y 轴旋转、最后绕固定机器人基本坐标系的 Z 轴旋转。



指定的目标点通常为 $R_x = 180^\circ$ 、 $R_y = 0^\circ$ ， R_z 等于目标姿态。如下图（从 Z 轴正方向看向原点的俯视图）所示， R_z 的旋转范围为 $+180^\circ$ 到 -179.9999° 。

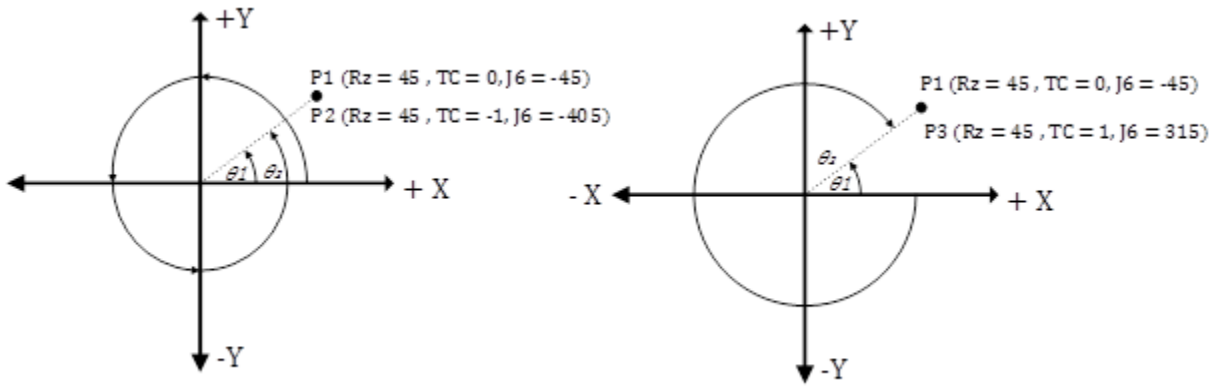


任意目标点的姿态均可完全通过 $R_x = 180^\circ$ 、 $R_y = 0^\circ$ 和 R_z 姿态（范围为 $+180^\circ$ 到 -179.9999° ）指定。

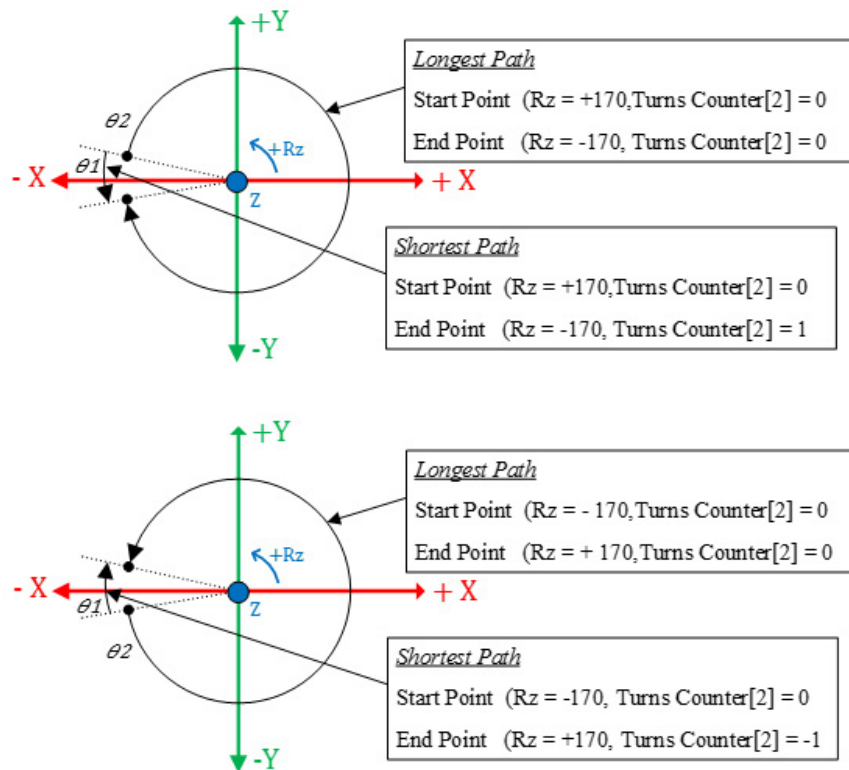
圈数计数器与 R_z 旋转以及 Delta J1J2J6 和 Delta J1J2J3J6 机器人的 J6 轴相关联。对于 Delta J1J2J3J4J5，圈数计数器与 R_z 旋转和 J4 轴相关联。如上图所示，J6 或 J4 轴绕 Z 轴旋转多圈。

要完全指定正确的姿态， R_z 姿态必须指定与关节轴旋转圈数对应的理想姿态。例如，圈数计数器为 0、1 和 -1 时， $+45^\circ$ 代表的姿态相同，但从关节角度旋转角度来看，三种情况相差 360° 。针对指定的笛卡尔目标点，需要为关节行进过程中的任何点额外指定圈数计数器值。下图显示了不同圈数对应的 45° 点。

提示： 只有针对笛卡尔系统启用 MCTO 后，圈数计数器才有效。如果未针对笛卡尔系统启用 MCTO，则圈数计数器不为零时，MCPM 将出错。



要针对多转轴（例如 Delta J1J2J3J6 的 J6）进行编程，应通过指定 Rz 位置和圈数计数器来指定 J6 轴的最短或最长路径。有关绝对运动，请参见下图。



这些趋势图和表格显示了 J6 行程范围内关节角笛卡尔目标点的完整指定方式。

Excel 电子表格中的这些 PATH_DATA 点显示了 Delta J1J2J3J6 绝对运动 MCPM 指令梯级输入的典型目标点（使用圈数计数器）。

Position [0]	Position [1]	Position [2]	Position [3]	Position [4]	Position [5]	TurnsCounters[0]	TurnsCounters[1]	TurnsCounters[2]	RobotConfiguration	MoveType	InterpolationType	TerminationType
0	0	-782	180	0	90	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	90	0	1	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	180	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	180	0	2	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-127	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-127	0	2	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-179.99	0	0	0	0	0	1	1
0	0	-782	180	0	-179.999	0	-3	0	0	0	1	1

以增量模式设定 MCPM 目标点 - MoveType = 1

增量运动采用不同的编程方法，其范围也不限定在 +/- 180° 之间。进行多圈运动的编程时，只需使用超过一圈的正位移或负位移。在增量运动模式下，系统还会将圈数计数器强制设为 0。

Excel 电子表格中的这些 PATH_DATA 点显示了 Delta J1J2J3J6 增量运动 MCPM 指令梯级输入的典型目标点（使用圈数计数器）。

Position [0]	Position [1]	Position [2]	Position [3]	Position [4]	Position [5]	TurnsCounters[0]	TurnsCounters[1]	TurnsCounters[2]	RobotConfiguration	MoveType	InterpolationType	TerminationType
0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	2520	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-2520	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	45720	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-45720	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	2340.01	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	2340.01	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-4680.02	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-360	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	-287	0	0	0	0	1	1	1

使用坐标系统圈数计数器数据示教 MCPM 指令 PATH_DATA 目标点的位置

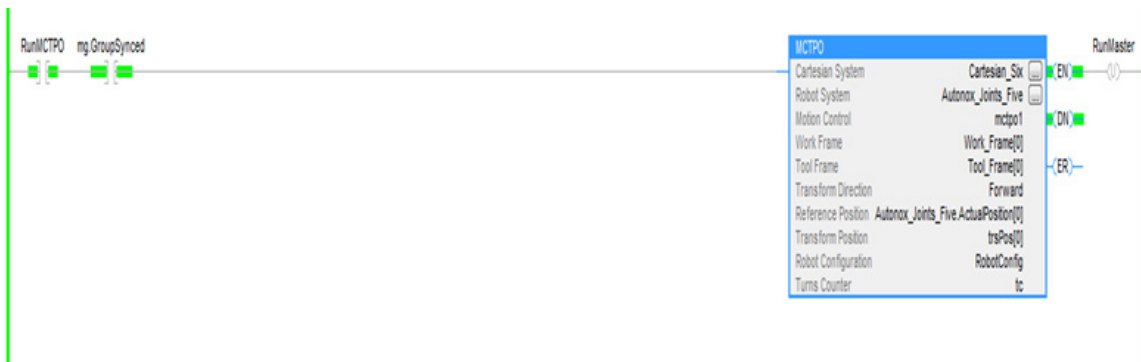
本部分将介绍如何为圈数计数器输入目标点。系统的坐标系统标签包含圈数计数器模板属性，一旦针对坐标系统启用 MCTO，该属性便会跟踪记录圈数计数器值。如果未启用 MCTO，这些字段会设为 +128。下图所示为

MCTO 启用状态下的模板信息。可以利用 HMI 面板，将机器人从任意点运动到目标位置，可使用圈数计数器数据和笛卡尔数据设定 MCPM 运动的目标点。

Autonox_Joints_Five.TurnsCounters	{...}	{...} Decimal	INT[4]
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[0]	128	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[1]	-2	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[2]	128	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.TurnsCounters[3]	0	Decimal	INT
Autonox_Joints_Five.RobotConfiguration	0	Decimal	DINT

使用 MCTPO 圈数计数器数据获取 MCPM 指令 PATH_DATA 目标点的位置

有时在开关机后，在从当前位置继续运动时，只知道关节位置。可以利用 MCTPO 指令执行正向变换，将关节目标点变换为笛卡尔目标点。可在任意点使用 MCTPO 指令获取位置、配置和圈数计数器等相关信息。再利用这些数据设定 MCPM 笛卡尔运动的目标笛卡尔点。以下梯级展示了 MCTPO 指令的典型设置。



提示： 若要使用此运动学示例项目，可在帮助 (Help) 菜单中，单击**供应商示例项目** (Vendor Sample Projects)，然后单击**运动** (Motion) 类别。

罗克韦尔自动化示例项目的默认位置为：

c:\Users\Public\Public Documents\Studio 5000\Sample\ENU\<current_release>\Rockwell Automation

另请参见

[配置和编程圈数计数器](#) 参考页数 229

配置凸轮传动

此信息介绍了凸轮传动的概念。可使用协调运动指令使坐标系统中的最多三个轴运动。有关这些指令的介绍，请参见 [LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#)（出版号 [MOTION-RM002](#)）。

另请参见

[凸轮传动概念](#) 参考页数 251

[凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 252

[使用通用凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 254

[标定凸轮](#) 参考页数 258

[执行计划 \(Execution Schedule\)](#) 参考页数 260

凸轮传动概念

凸轮传动是指用于协调两个轴（主轴和从轴）的运动的过程，其中一个轴的运动完全取决于另一个轴的运动。

凸轮传动分为两种：

- 机械凸轮传动
- 电子凸轮传动

另请参见

[机械凸轮传动](#) 参考页数 251

[电子凸轮传动](#) 参考页数 252

机械凸轮传动

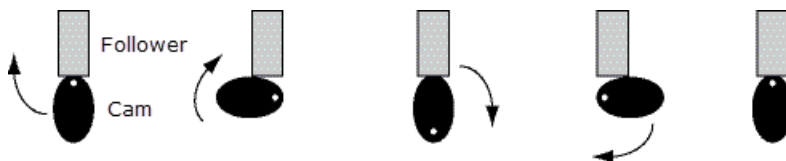
在机械凸轮传动中，主轴将用作凸轮。凸轮是安装在旋转轴上的偏心轮，用于在其他啮合部件（即从轴）中生成变量或往复运动。从轴也称为从动件。

机械凸轮传动具有以下特性：

- 凸轮和从动件之间存在物理连接。
- 从动件在凸轮单元旋转时贴合凸轮形状。

- 运动受凸轮形状的限制。

下图展示了沿顺时针方向旋转的机械凸轮，以及对与其进行物理连接的从动件所产生的影响。



电子凸轮传动

电子凸轮传动是以电子方式代替机械凸轮传动。在这种情况下，仍会有主轴生成变量并控制从轴的往复运动。不过，电子凸轮传动可在两个单独的轴之间无物理连接的情况下协调二者的运动。不需要使用物理凸轮或从动件。除了消除轴之间的物理连接外，电子凸轮传动还具有如下特性：

- 创建基于时间或另一轴相对位置的协调运动轮廓轨迹。
- 允许用户配置更高的凸轮速度。
- 通过使用“点对”值表进行定义。该表包含一组主轴的点定位值以及对应的一组从轴点定位值。

用户定义的位置点数组可使单个闭环轴随另一开环或闭环轴运动。

凸轮轮廓轨迹

凸轮轮廓轨迹是非直线运动的一种表示，即包括起点、终点以及它们之间的所有点和线段的运动曲线。凸轮轮廓轨迹由凸轮元素数组表示。凸轮轮廓轨迹中使用的点对决定着响应主轴位置或时间的从轴运动。

在运动控制应用中，用户可使用两种不同类型的常规凸轮轮廓轨迹来完成电子凸轮传动：

- 位置凸轮轮廓轨迹
- 时间凸轮轮廓轨迹

另请参见

[位置凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 252

[时间凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 253

位置凸轮轮廓轨迹

位置锁定凸轮能够基于凸轮轮廓轨迹在两轴之间实现非线性电子传动关系。执行该指令后，指定的从轴会与指定的主轴同步。位置凸轮轮廓轨迹通过使用点表来定义，表中包含下列信息：

- 由主轴位置值构成的数组

- 由从轴位置值构成的数组

主轴位置值与从轴位置值相对应。换言之，当主轴达到特定位置时，从轴会按凸轮轮廓轨迹点表的规定运动到相应的特定点。

此外，位置凸轮轮廓轨迹具有以下特性：

- 能够实现两轴之间的非线性电子传动关系
- 请勿使用最大速度、加速度或减速度限制。

位置凸轮轮廓轨迹适用于运动轴位置凸轮 (MAPC) 指令。执行该指令后，从轴会与主轴同步。有关如何在 MAPC 指令中配置位置凸轮轮廓轨迹的详细信息，请参见 LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual (出版号 [MOTION-RM002](#))。

线性和三次插补

得到的计算凸轮轮廓轨迹已完全插补。这意味着，如果当前主轴位置或时间未正好对应于生成凸轮轮廓轨迹所使用的凸轮数组中的一点，则从轴位置将通过相邻点之间的线性或三次插补确定。如此一来，可以尽可能地实现最平滑的从轴运动。MCCP 指令通过计算用于确定从轴位置（是主轴位置或时间的函数）的多项式方程的系数来实现上述运动。

用于生成位置凸轮轮廓轨迹的凸轮数组中的各个点均可配置为采用线性或三次插补。电子凸轮传动在为从轴执行的任何后续点动或运动过程中保持激活状态。这样，可使电子凸轮传动运动与点动或运动曲线叠加，生成复杂的运动和同步。

另请参见

[凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 252

时间凸轮轮廓轨迹

时间凸轮轮廓轨迹的作用类似于由恒速电机驱动的凸轮鼓。时间凸轮轮廓轨迹也是通过点表进行定义。不过，对于时间凸轮轮廓轨迹，该表包含下列信息：

- 由主轴时间值构成的数组
- 由从轴位置值构成的数组

主轴时间值与从轴位置值相对应。当主轴达到特定时间点时，从轴会按凸轮轮廓轨迹中的配置运动到特定位置。

时间凸轮轮廓轨迹适用于运动轴时间凸轮 (MATC) 指令。

执行该指令后，从轴会与主轴同步。

有关如何在 MATC 指令中配置位置凸轮轮廓轨迹的详细信息，请参见 [LOGIX 5000 Controllers Motion Instructions Reference Manual](#)（出版号 [MOTION-RM002](#)）。

线性和三次插补

时间凸轮已完全插补。这意味着，如果当前主轴时间值未正好对应于与凸轮轮廓轨迹相关的凸轮表中的一点，则从轴位置将通过相邻点之间的线性或三次插补确定。如此一来，可以尽可能地实现最平滑的从轴运动。用于生成时间凸轮轮廓轨迹的凸轮数组中的各个点均可配置为采用线性或三次插补。电子凸轮传动在为从轴执行的任何后续点动或运动过程中保持激活状态。这样，可使电子凸轮传动运动与点动或运动曲线叠加，生成复杂的运动和同步。

另请参见

[凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 252

计算凸轮轮廓轨迹

用户可使用运动计算凸轮轮廓轨迹 (MCCP) 指令根据凸轮点数组计算凸轮轮廓轨迹。用户可通过编程建立凸轮点数组，也可以使用 Logix Designer 软件凸轮轮廓轨迹编辑器建立。凸轮数组中的每个凸轮点均由从轴位置值、主轴位置值（位置凸轮）或时间值（时间凸轮）以及插补类型（线性或三次）组成。MAPC 或 MATC 指令可使用生成的凸轮轮廓轨迹，根据主轴位置或时间控制从轴运动。

另请参见

[凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 252

使用通用凸轮轮廓轨迹 可用作位置凸轮或时间凸轮轮廓轨迹的常见凸轮轮廓轨迹有四种：

- 加速凸轮轮廓轨迹
- 运行凸轮轮廓轨迹
- 减速凸轮轮廓轨迹
- 停止凸轮轮廓轨迹

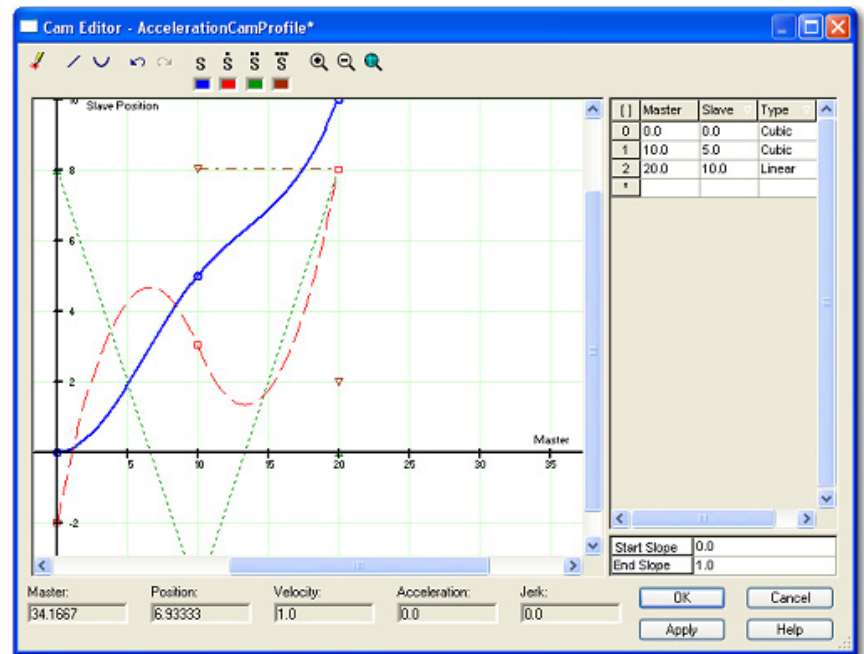
可针对每次所需的从轴位置变化配置凸轮轮廓轨迹，这种变化与特定的主轴位置或时间位置相对应。

另请参见

- [加速凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 255
- [运行凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 255
- [减速凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 256
- [停止凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 257

加速凸轮轮廓轨迹

加速凸轮轮廓轨迹决定了从轴运动至特定位置的加速度。下图显示了 Logix Designer 编程软件凸轮编辑器中的加速凸轮轮廓轨迹示例。

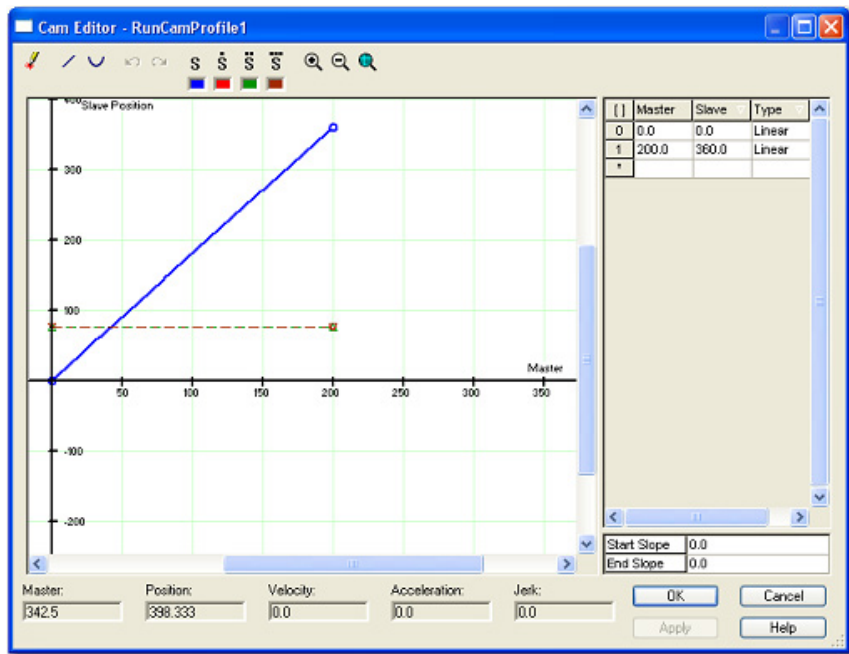


另请参见

- [使用通用凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 254

运行凸轮轮廓轨迹

运行凸轮轮廓轨迹确定了从主轴达到特定位置开始，并在凸轮轮廓轨迹结束前保持稳定的从轴运动。下图显示了 Logix Designer 编程软件凸轮编辑器中的运行凸轮轮廓轨迹示例。

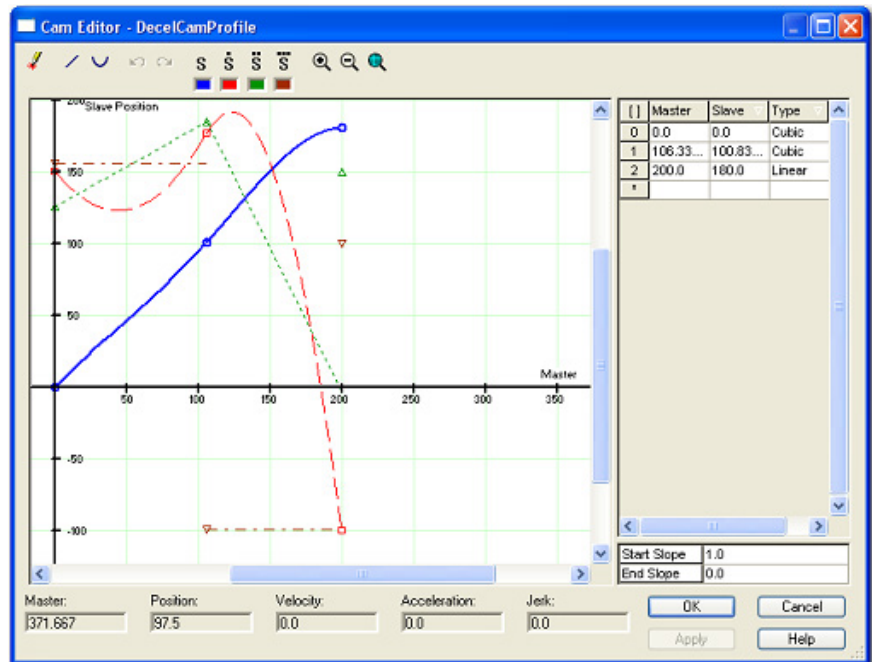


另请参见

[使用通用凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 254

减速凸轮轮廓轨迹

减速凸轮轮廓轨迹决定了从特定位置开始减速的减速度。下图显示了 Logix Designer 编程软件凸轮编辑器中的减速凸轮轮廓轨迹示例。

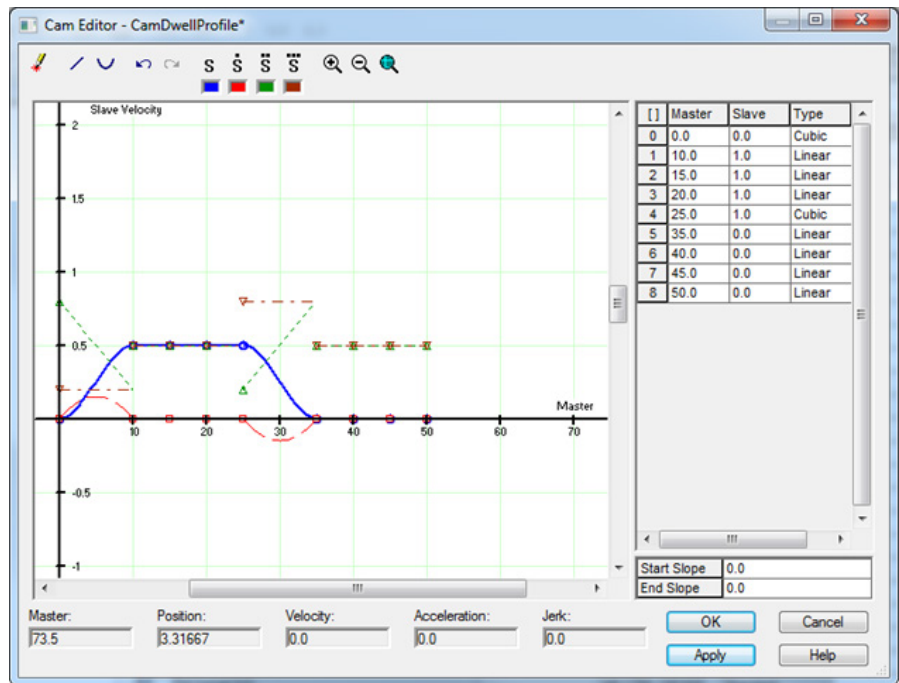


另请参见

[使用通用凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 254

停止凸轮轮廓轨迹

停止凸轮轮廓轨迹用于停止所有从轴运动，直到其他凸轮轮廓轨迹开始运行。通常，停止凸轮轮廓轨迹跟在减速凸轮轮廓轨迹之后。下图显示了 Logix Designer 编程软件凸轮编辑器中的停止凸轮轮廓轨迹示例。



另请参见

[使用通用凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 254

待处理凸轮的行为

如果要运行某个轮廓轨迹并使另一个轮廓轨迹处于待处理状态，则需要按正确顺序执行 MAPC 指令。

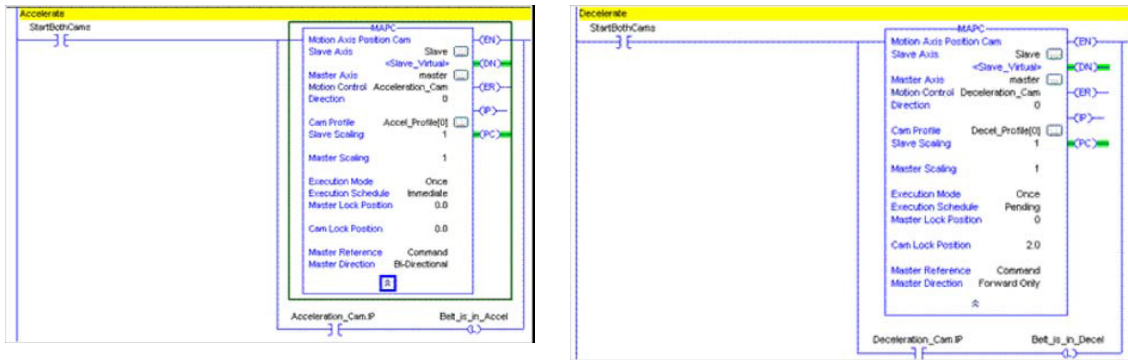
例如，如果希望只运行一个从轴周期，则立即从 Accel_Profile 开始，而使 Decel_Profile 处于待处理状态，从而生成 $2 \times 1/2$ 个周期 = 1 个周期。

下列操作同时执行：

- 在 MAPC 指令中将加速的执行计划设置为“立即”。
- 将减速的执行计划设置为“待处理”。

执行计划：仅立即

执行计划：待处理



另请参见

[使用通用凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 254

标定凸轮

用户可使用标定功能确定采用存储的单一凸轮轮廓轨迹的运动曲线的常规形式。利用此功能，可使用一个标准凸轮轮廓轨迹来生成一系列特定凸轮轮廓轨迹。标定功能用于 MAPC 指令（位置凸轮轮廓轨迹）时的工作方式与用于 MATC 指令（时间凸轮轮廓轨迹）时稍有不同。

另请参见

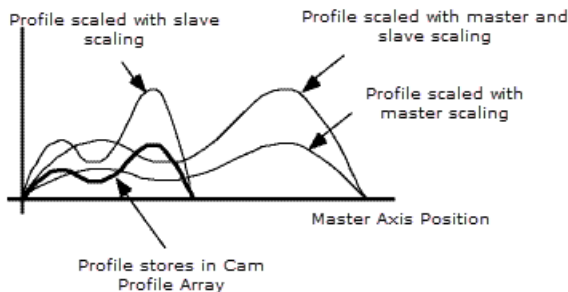
[标定位置凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 258

[标定时间凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 259

标定位置凸轮轮廓轨迹

执行位置凸轮轮廓轨迹时，可以在主轴维度和从轴维度上对其进行变换。随后，使用标定参数定义执行轮廓轨迹的主轴或从轴总行程。

由 MAPC 指令指定位置凸轮轮廓轨迹数组时，该凸轮轮廓轨迹数组定义的主轴和从轴值会分别采用主轴和从轴的位置单位。相比之下，主轴和从轴标定参数则是“无量纲”值，仅用作凸轮轮廓轨迹的倍数。



默认情况下，主轴变换参数和从轴变换参数设置为 1。要变换位置凸轮轮廓轨迹，输入除 1 以外的主轴变换或从轴变换值。若增大位置凸轮轮廓轨迹的主轴标定值，会减小轮廓轨迹的速度和加速度。不过，若增大从轴标定值，则会增大轮廓轨迹的速度和加速度。

要使标定后轮廓轨迹与未标定轮廓轨迹的速度和加速度近似相等，主轴标定值和从轴标定值应相等。例如，如果轮廓轨迹的从轴标定值为 2，则主轴标定值也应该为 2，这样才可在执行标定后位置凸轮轮廓轨迹期间，使速度和加速度都近似相等。

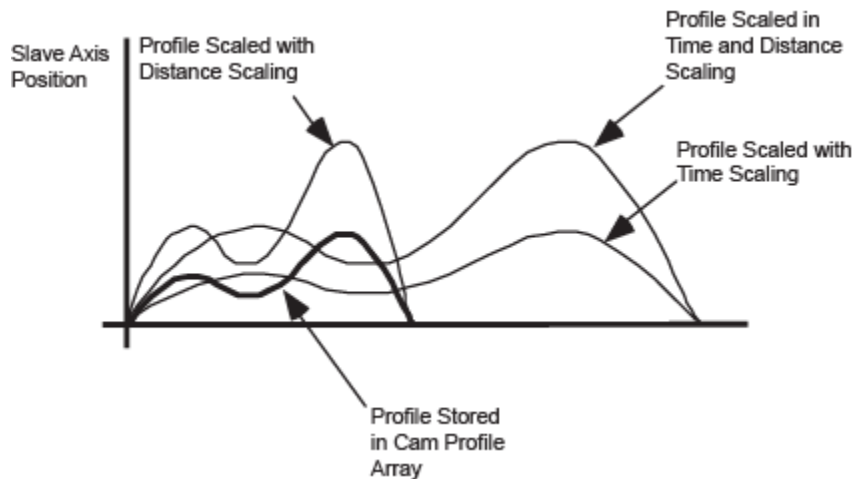
重要事项： 如果降低位置凸轮的主轴变换值或增加从轴变换值，所需的曲线速度和加速度会增大。如果超出驱动系统容量，将造成运动故障。

另请参见

[标定时间凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 259

[标定凸轮](#) 参考页数 258

标定时间凸轮轮廓轨迹 在执行时间凸轮轮廓轨迹时，可从时间和距离上进行标定。凸轮轮廓轨迹数组定义的主轴坐标值会采用时间单位，从轴值会采用从轴单位。在 MATC 指令指定时间凸轮轮廓轨迹数组时会出现该过程。相比之下，时间标定和距离标定参数都是“无单位”值，用作凸轮轮廓轨迹的倍数。



默认情况下，时间标定和距离标定参数都设为 1。若要标定时间凸轮轮廓轨迹，可输入除 1 之外的时间标定值或距离标定值。若增大时间凸轮轮廓轨迹的时间标定值，会减小轮廓轨迹的速度和加速度。不过，若增大距离标定值，则会增大轮廓轨迹的速度和加速度。

要使标定后曲线与未标定曲线的速度和加速度近似相等，时间标定值和距离标定值必须相等。例如，如果轮廓轨迹的距离标定值为 2，则时间标定值也必须是 2。满足此要求后，才能在执行标定后时间凸轮期间使速度和加速度近似相等。

重要事项： 若减小时间凸轮的时间标定值或增大其距离标定值，会增大所需的轮廓轨迹速度和加速度。在超出驱动系统容量使，这将造成运动故障。

另请参见

[标定位置凸轮轮廓轨迹](#) 参考页数 258

[标定凸轮](#) 参考页数 258

凸轮执行模式

凸轮执行模式用于确定凸轮轮廓轨迹是只执行一次还是重复执行。配置 MAPC 或 MATC 指令中的“执行模式”参数。

执行模式 (Execution Mode)	说明 (Description)
一次	仅当主轴运动到凸轮轮廓轨迹起点和终点定义的范围时，从轴凸轮运动才会启动。当主轴运动到定义范围以外时，从轴上的凸轮运动会停止，处理完成位置位。如果主轴运动回凸轮轮廓轨迹范围以内，从轴运动不会恢复。
持续	凸轮轮廓轨迹启动后会无限地执行。在此模式下，主轴位置运动到曲线范围以外时，主轴和从轴位置归位。这种归位会导致凸轮轮廓轨迹重复执行。该功能适用于需要凸轮位置以旋转或往复方式连续运行的旋转应用。
持久 ¹	仅当主轴运动到凸轮轮廓轨迹起点和终点定义的范围时，从轴凸轮运动才会启动。当主轴运动到轮廓轨迹范围以外时，从轴的凸轮运动会停止。仅当主轴运动回起点和终点指定的轮廓轨迹范围内时，凸轮运动才会恢复。

¹ 本节内容仅适用于 MAPC 指令。

执行计划 (Execution Schedule)

“执行计划”参数用于控制指令的执行。配置 MAPC 或 MATC 指令中的“执行计划”参数。“执行计划”选项可能有所不同，具体取决于使用的是 MAPC 指令还是 MATC 指令。

另请参见

[MAPC 指令的执行计划](#) 参考页数 261

[MATC 指令的执行计划](#) 参考页数 263

MAPC 指令的执行计划

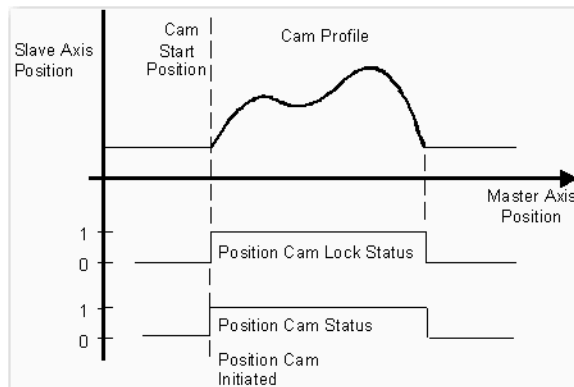
“执行计划”参数选项如下：

- 仅立即
- 待处理
- 仅正向
- 仅反向
- 双向

仅立即

默认情况下，将 MAPC 指令设置为立即执行。在这种情况下，启用位置凸轮传动过程时不会出现延迟，并且

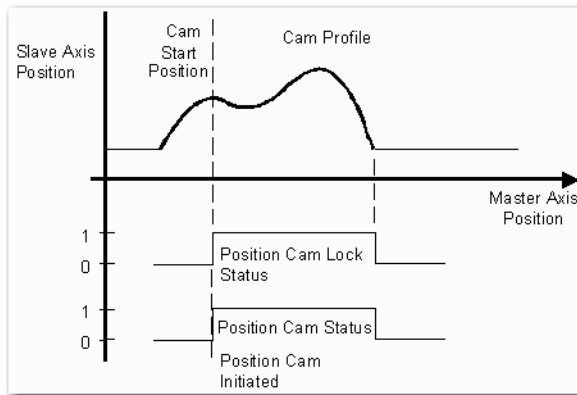
“主轴锁定位置”参数不相关。从轴将立即锁定到主轴，起点位于指定凸轮轮廓轨迹的凸轮锁定位置。执行 MAPC 指令时，会在指定的从轴上发起凸轮传动过程。从轴“运动状态”字的“位置凸轮状态”位也会置位。如果“执行计划”参数设置为“立即”，从轴会根据指定的凸轮轮廓轨迹立即锁定到主轴。如果指定从轴的“位置凸轮锁定状态”位也已置位，则表明出现这种情况。



更改 MAPC 立即执行计划的凸轮锁定位置

MAPC 指令的凸轮锁定位置参数用于确定从轴锁定到主轴时凸轮轮廓轨迹中的起始位置。通常，凸轮锁定位置设置为凸轮轮廓轨迹的起始位置。由于大多数凸轮表的起点都为 0，因此凸轮锁定位置通常设置为 0。或者，凸轮锁定位置可设置为主轴凸轮轮廓轨迹范围内的任意位置。如果指定的凸轮锁定位置超出该范围，MAPC 指令会发生错误。

下图显示了指定的凸轮锁定位置值不是凸轮表起点时所产生的影响。在这种情况下，该值表示凸轮轮廓轨迹本身范围内的位置。必须谨慎定义凸轮起点，避免在主轴运动时从轴上出现速度或加速度不连续的情况。



待处理

可以延迟 MAPC 指令的执行，直到当前执行的位置凸轮完成。用户可以将“执行计划”设置为“待处理”，在不停止运动的情况下将两条位置凸轮轮廓轨迹混合在一起。“待处理凸轮”主题中详细介绍了“执行计划”设置为“待处理”时的情况。

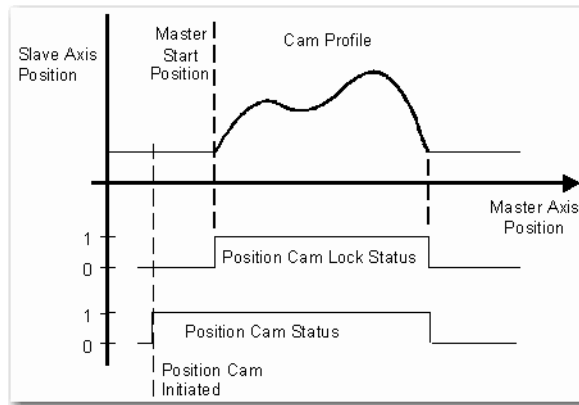
“仅正向”、“仅反向”或“双向”执行计划

在执行计划参数设置为以下选项之一时，若主轴满足指定条件，从轴才能锁定到主轴。

- 仅正向
- 仅反向
- 双向

在选择上述任何选项时，凸轮传动过程都会监视主轴，以确定主轴何时沿指定方向经过指定的主轴锁定位置。在旋转轴配置中，此锁定条件仍然有效，与转数无关。

重要事项： 凸轮轮廓轨迹发生器会根据在重新定义位置操作之前有效的绝对位置参考系统对主轴进行监视。
只有在 MAPC 指令执行之后，但在满足锁定条件之前，通过运动位置重设 (MRP) 指令重新定义了主轴的位置参考时，才会出现该过程。



指定从轴“运动状态”字的“位置凸轮状态”位也会置位。当主轴的绝对位置沿指定方向经过指定的主轴锁定位置时，会出现该过程。然后根据指定凸轮轮廓轨迹（从凸轮轮廓轨迹的指定凸轮锁定位置开始）发起从轴运动。

从这一点开始，仅使用主轴位置的增量变化确定指定凸轮轮廓轨迹中相应的从轴位置。对于主轴是旋转轴的应用而言，这一条件非常重要，因为位置凸轮随后不受位置归位过程的影响。

当主轴运动超出凸轮轮廓轨迹定义的范围时，如果执行模式为“一次”，则会出现以下情况：

- “位置凸轮锁定状态”清零
- “运动状态”字的“位置凸轮状态”位清零

该运动状态位条件表示凸轮过程已完成。相关 MAPC 指令的位行为（PC 位置位，IP 位清零）也反映出了这一点。

主轴可以更改方向，从轴也可以相应地反向运动。当主轴沿“仅正向”或“仅反向”经过指定的主轴锁定位置时，启动位置凸轮运动后就会出现此过程。

如果在已主动进行位置凸轮传动的从轴上执行 MAPC 指令，则会生成“非法动力学参数更改”错误（错误代码 23）。不过，如果执行计划设为“待处理”，则不会出现此错误。

另请参见

[执行计划 \(Execution Schedule\)](#) 参考页数 260

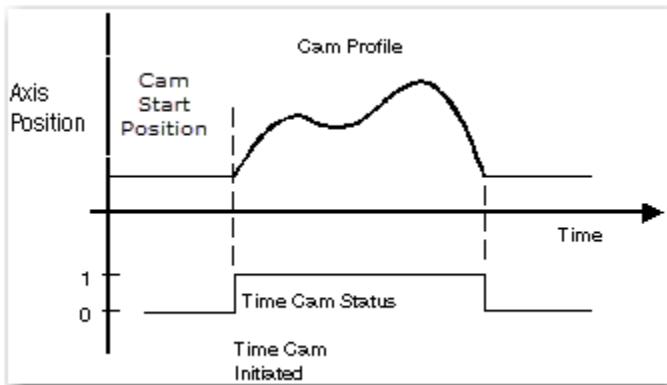
MATC 指令的执行计划

MATC 指令使用以下两种执行计划选项之一：

- 仅立即
- 待处理

仅立即

由于“执行计划”的默认设置为“立即”，MATC 指令会立即执行。在这种情况下，启用时间凸轮传动时不会出现延时。执行 MATC 指令时，会在指定轴上发起凸轮传动过程。轴“运动状态”字的“时间凸轮状态”位也会置位。下图显示了此过程。如果“执行计划”参数设置为“立即”，则可根据指定的凸轮轮廓轨迹将轴立即锁定到时间主坐标。



如果在已主动进行时间凸轮传动的轴上执行 MATC 指令，则会生成“非法动力学参数更改”错误（错误代码 23）。“执行计划”被指定为“待处理”时，不会发生此错误。

待处理

可以延迟 MATC 指令的执行，直到当前执行的时间凸轮轮廓轨迹完成。用户可以将“执行计划”设置为“待处理”，在不停止运动的情况下将两条时间凸轮轮廓轨迹混合在一起。

另请参见

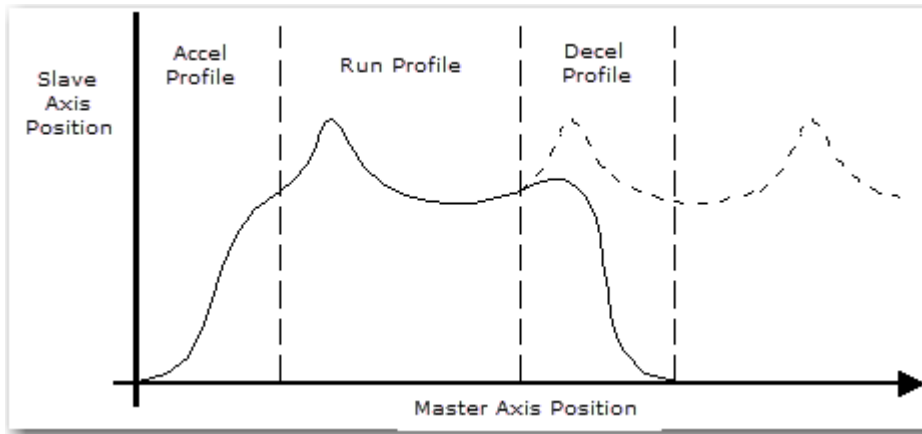
[执行计划 \(Execution Schedule\)](#) 参考页数 260

待处理凸轮

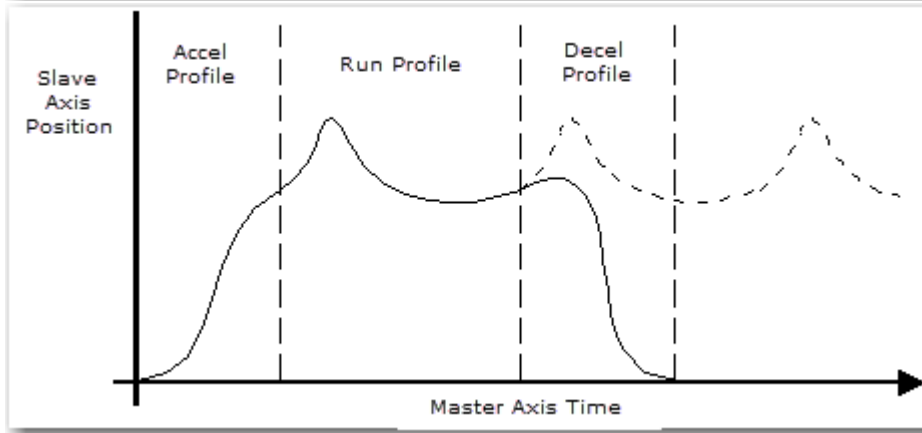
凸轮待处理技术用于在不停止主轴或从轴运动的情况下，将某一凸轮轮廓轨迹与另一凸轮轮廓轨迹相混合。因此，可通过将“执行计划”选为“待处理”在不停止运动的情况下混合两个位置凸轮轮廓轨迹。

对于必须使用特定速度曲线对轴进行加速的应用，“待处理”执行功能非常实用。当此加速曲线完成时，必须平滑地混入正在执行的凸轮轮廓轨迹（通常连续执行）中。若要停止从轴，运行的凸轮轮廓轨迹需平滑地混合到加速曲线中，从而使轴在已知位置停止，如下图所示。

MAPC 指令



MATC 指令



通过在当前轮廓轨迹仍在执行时将位置凸轮轮廓轨迹作为待处理凸轮轮廓轨迹执行，可提前配置适当的凸轮轮廓轨迹参数。在这种情况下，可以从当前轮廓轨迹无缝过渡到待处理轮廓轨迹。同时，主轴与从轴之间将保持同步。不过，为确保转换过程中平稳运动，轮廓轨迹必须按如下设计。在当前轮廓轨迹结束与新轮廓轨迹开始之间，不能存在任何位置、速度或加速度不连续的情况。该过程可通过 Logix Designer 凸轮轮廓轨迹编辑器实现。

执行待处理位置凸轮指令后，新的凸轮轮廓轨迹立即自动生效（并变为当前轮廓轨迹）。当主轴经过当前轮廓轨迹的起止点时，会发生此过程。如果将当前凸轮配置为执行一次，则新的轮廓轨迹会在当前凸轮轮廓轨迹完成时启动。当前激活的指令（MAPC 或 MATC）的 PC 位也会置位。

如果将当前凸轮配置为持续执行，则新的轮廓轨迹会在当前凸轮轮廓轨迹完成时启动。当前激活的指令的 IP 位也会清零。运动控制器会跟踪主轴位置或时间，具体取决于使用的指令。运动控制器会在发生更改时相对于第一个轮廓轨迹对从轴位置进行跟踪，并使用此信息保持轮廓轨迹之间的同步。

如果指令的“执行计划”设置为“立即”，且当前正在处理位置或时间凸轮轮廓轨迹，则指令会报错。在这种情况下，该指令会在编程软件中生成“非法动力学参数更改”错误（错误代码 23）。当轴正在等待锁定到主轴时，甚至也会发生此错误。如果将“执行计划”设置为“待处理”，但当前未处理任何相应的位置或时间凸轮轮廓轨迹，则指令会执行。不过，在启动“执行计划”未设置为“待处理”的另一条指令前，不会执行凸轮运动。借助该过程，可在执行初始凸轮之前预加载待处理凸轮轮廓轨迹。该方法可处理立即执行凸轮在待处理凸轮可靠加载前完成的情况。

指定从轴“运动状态”字的“位置凸轮待处理状态”或“时间凸轮待处理状态”位会设置为 1（真）。在“待处理”位置凸轮配置完成后，会发生该过程。当待处理（新）轮廓轨迹启动并成为当前轮廓轨迹时，“位置凸轮待处理状态”或“时间凸轮待处理状态”位将立即清零，如下图所示。

索引

D

Delta J1J2J3J4J5 222

- J4 和 J5 轴之间的耦合 231
- 基板和执行器板尺寸 227
- 工作和工具坐标系偏移限位 237
- 工作空间 234
- 建立参考坐标系 223
- 拾放应用示例 238
- 摇臂偏移 228
- 最大关节限位条件 235
- 校准 225
- 连杆长度 226
- 配置参数 226
- 零角度姿态 233

Delta J1J2J3J6 210

- GSV/SSV 中的偏移变量 217
- 基板和执行器板尺寸 215
- 工作和工具坐标系偏移限位 221
- 工作空间 219
- 建立参考坐标系 211
- 摇臂偏移 216
- 最大关节限位条件 219
- 校准 212
- 示例项目 221
- 连杆长度 214
- 配置参数 213
- 零角度姿态 217

Delta J1J2J6 197

- GSV/SSV 中的偏移变量 204
- 基板和执行器板尺寸 202
- 工作和工具坐标系偏移限位 209
- 工作空间 205
- 建立参考坐标系 199
- 摇臂偏移 203
- 最大关节限位条件 206
- 校准 200
- 连杆长度 202
- 配置参数 201
- 零角度姿态 204

Delta 三维 130

- 参考坐标系 131
- 基点偏移 136
- 工作空间 133
- 最大正向关节限位条件 133, 134
- 最大负向关节限位条件 133, 135
- 末端执行器偏移 137
- 校准 131
- 连杆长度 135
- 配置参数 135

Delta 二维 137

- 基点偏移 140
- 工作空间 139
- 建立参考坐标系 138
- 末端执行器偏移 141
- 校准 139
- 连杆长度 140
- 配置参数 139

Delta 机器人

- 最大正向关节限位条件 133, 134, 135, 137, 138, 139, 143, 144
- 最大负向关节限位条件 133, 135

L

Logix Designer 凸轮轮廓轨迹编辑器 283

R

RxRyRz、翻转、镜像翻转情形 163

S

SCARA Delta 142

- 基点偏移 145
- 建立参考坐标系 143
- 末端执行器偏移 145
- 确定工作空间 144
- 负 X1b 偏移 145
- 连杆长度 144
- 配置参数 144

SCARA 独立 146

- 参考坐标系 146
- 工作空间 148
- 连杆长度 149
- 配置参数 148

不

不支持姿态的几何结构 63

- Delta 三维 130

Delta 二维 137
 SCARA Delta 142
 SCARA 独立 146
 关节式独立 63
 关节式非独立 104
 笛卡尔坐标 H-bot 150
 笛卡尔坐标龙门 149
 配置 126

位

位置凸轮轮廓轨迹 270

关

关节式独立 63

基点偏移 136
 工作空间 68
 建立参考坐标系 64
 末端执行器偏移 71
 连杆长度 69
 配置参数 68

关节式非独立 104

参考坐标系 105
 基点偏移 109
 定义配置参数 108
 工作空间 107
 末端执行器偏移 110
 连杆长度 108

凸

凸轮传动

执行模式 279
 执行计划 279
 标定 277
 概念 269
 轮廓轨迹 270
 位置 270
 停顿 275
 减速度 274
 加速度 272
 时间 271
 运行 273

凸轮执行模式 279

凸轮挂起 283

凸轮轮廓轨迹 270, 272

圈

圈数计数器 245

坐

坐标系统

定义 171
 工作坐标系偏移 172
 工作坐标系示例 175
 工具坐标系偏移 178
 工具坐标系示例 180

坐标系统属性

偏移 (Offsets) 选项卡 25
 关节 (Joints) 选项卡 26
 几何结构 (Geometry) 选项卡 23
 动力学 (Dynamics) 选项卡 28
 手动调整 30
 单位 (Units) 选项卡 24
 常规 (General) 选项卡 20
 标签 (Tag) 选项卡 32
 编辑 17

坐标系统属性 (Coordinate System Properties) 对话框 19

多

多轴协调运动指令 41, 43

主轴驱动协调控制 (MDCC) 249
 带姿态的运动计算变换位置
 (MCTPO) 43, 172, 178, 209, 249
 运动协调变换 (MCT) 41
 运动协调圆弧运动 (MCCM) 41, 42
 运动协调圆弧运动 (MCTO) 43, 172,
 175, 178, 180, 245
 运动协调直线运动 (MCLM) 41, 42
 运动协调路径运动 (MCPM) 43, 44,
 45, 47, 238, 239, 243, 249
 运动计算变换位置 (MCTP) 41

工

工作坐标系偏移 172

工作坐标系示例 175

工具坐标系偏移 178

工具坐标系示例 180

带

**带姿态的运动计算变换位置 (MCTPO)
 43, 172, 178, 209, 249**

平

平移和旋转示例 169

待

待处理凸轮 283

手**手臂解**

定义

配置 126

执

执行计划 279

MAPC 指令 279

MATC 指令 282

指

指定姿态 161

指定笛卡尔坐标点 153

支

支持姿态的几何结构 153

Delta J1J2J3J4J5 222

Delta J1J2J3J6 210

Delta J1J2J6 197

圈数计数器 245

笛卡尔坐标系 153

镜像姿态特性 239

时

时间凸轮轮廓轨迹 271

机

机械凸轮传动 269

标

标定凸轮 277

位置凸轮轮廓轨迹 277

时间凸轮轮廓轨迹 278

点

点的变换表示形式 156

点转换 163

电

电子凸轮传动 270

确

确定坐标系类型 33

示

示例项目 11

笛

笛卡尔坐标 H-bot 150

建立参考坐标系 152

确定工作空间 152

配置参数 152

笛卡尔坐标系 153

RxRyRz、翻转、镜像翻转情形
163

平移和旋转示例 169

指定姿态 161

指定笛卡尔坐标点 153

点的变换表示形式 156

点转换 163

笛卡尔坐标系

编程（不支持姿态） 41

编程（支持姿态） 43

配置 39

笛卡尔坐标龙门 149

建立参考坐标系 150

确定工作空间 150

配置参数 150

编

编程（不支持姿态） 41

使用 MCLM 或 MCCM 时的混合运
动 42

梯形图示例 42

编程（支持姿态） 43

使用 MCPM 进行叠加运动 47

使用 MCPM 进行混合路径运动

44

使用支持姿态的 MCPM 混合 45

运

运动协调变换 (MCT) 41

运动协调圆弧运动 (MCTO) 43, 172,
175, 178, 180, 245

运动协调路径运动 (MCPM) 43, 44, 45,
47, 238, 239, 243, 249
运动计算变换位置 (MCTP) 41
运动轴位置凸轮 (MAPC) 270, 272, 276,
277, 279, 283
运动轴时间凸轮 (MATC) 271, 277, 279,
282, 283

通

通用凸轮轮廓轨迹 272

镜

镜像姿态特性 239

Rx 轴位置 241
Ry 姿态镜像 240
Rz 轴位置 242
使用 MCPM 编程 Ry 运动 243
示例 242
限制 243

Rockwell Automation 支持

使用这些资源访问支持信息。

技术支持中心	可从实践视频、常见问题解答、聊天、用户论坛和产品更新通知获取帮助。	rok.auto/support
知识库	访问知识库文章。	rok.auto/knowledgebase
当地技术支持电话号码	找到您所在国家/地区的电话号码。	rok.auto/phonesupport
文献库	查找安装说明、手册、宣传册和技术数据出版物。	rok.auto/literature
产品兼容性和下载中心 (PCDC)	获取确定产品交付方式、检查功能和特性以及查找相关固件的帮助信息。	rok.auto/pcdc

文件反馈

注释内容可帮助我们更好地满足文件需求。如果用户有如何改进内容的任何建议，请填写以下网址中的表格：
rok.auto/docfeedback。

废弃电子电气设备 (WEEE)



本设备使用寿命终止时，应将其与未分类的城市垃圾分开收集。

Rockwell Automation 网站中有当前产品的环境信息，网址为 rok.auto/pec。

Allen-Bradley, expanding human possibility, Logix, Rockwell Automation 和 Rockwell Software 是 Rockwell Automation, Inc. 的商标。

EtherNet/IP 是 ODVA, Inc. 的商标。

不属于 Rockwell Automation 的商标是其各自公司的资产。

Rockwell Otomasyon Ticaret A.Ş. Kar Plaza İş Merkezi E Blok Kat:6 34752, İçerenköy, İstanbul, Tel: +90 (216) 5698400 EEE Yönetmeliğine Uygundur

rockwellautomation.com

expanding human possibility™

美洲地区: 罗克韦尔自动化, 南二大街 1201 号, 密尔沃基市, WI 53204-2496 美国, 电话: (1) 414.382.2000, 传真: (1) 414.382.4444

欧洲/中东/非洲: 罗克韦尔自动化, NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 布鲁塞尔, 比利时, 电话: (32) 2 663 0600, 传真: (32) 2 663 0640

亚太地区: 罗克韦尔自动化, 香港数码港道 100 号数码港 3 座 F 区 14 楼 1401-1403, 电话: (852) 2887 4788, 传真: (852) 2508 1846

中国总部: 上海市徐汇区虹梅路 1801 号宏业大厦, 邮编: 200233, 电话: (86 21) 6128 8888, 传真: (86 21) 6128 8899

客户服务电话: 400 620 6620 (中国地区) +852 2887 4666 (香港地区)

罗克韦尔自动化微博



罗克韦尔自动化微信



Allen-Bradley, Automation Fair, CompactLogix, ControlLogix, Encompass, Integrated Architecture Builder, Kinetix, PartnerNetwork, POINT I/O, PowerFlex, ProposalWorks, Rockwell Automation On The Move, Rockwell Automation TechED, Studio 5000, Studio 5000 Architect 和 TechConnect 是罗克韦尔自动化有限公司的商标。

不属于罗克韦尔自动化的商标均为其各自公司的财产。

Rockwell Automation 出版号 MOTION-UM002I-ZH-P-2022 年 3 月

取代出版号 MOTION-UM002F-ZH-P-2018 年 3 月

Copyright © 2022 Rockwell Automation Technologies, Inc. 保留所有权利。美国印刷。