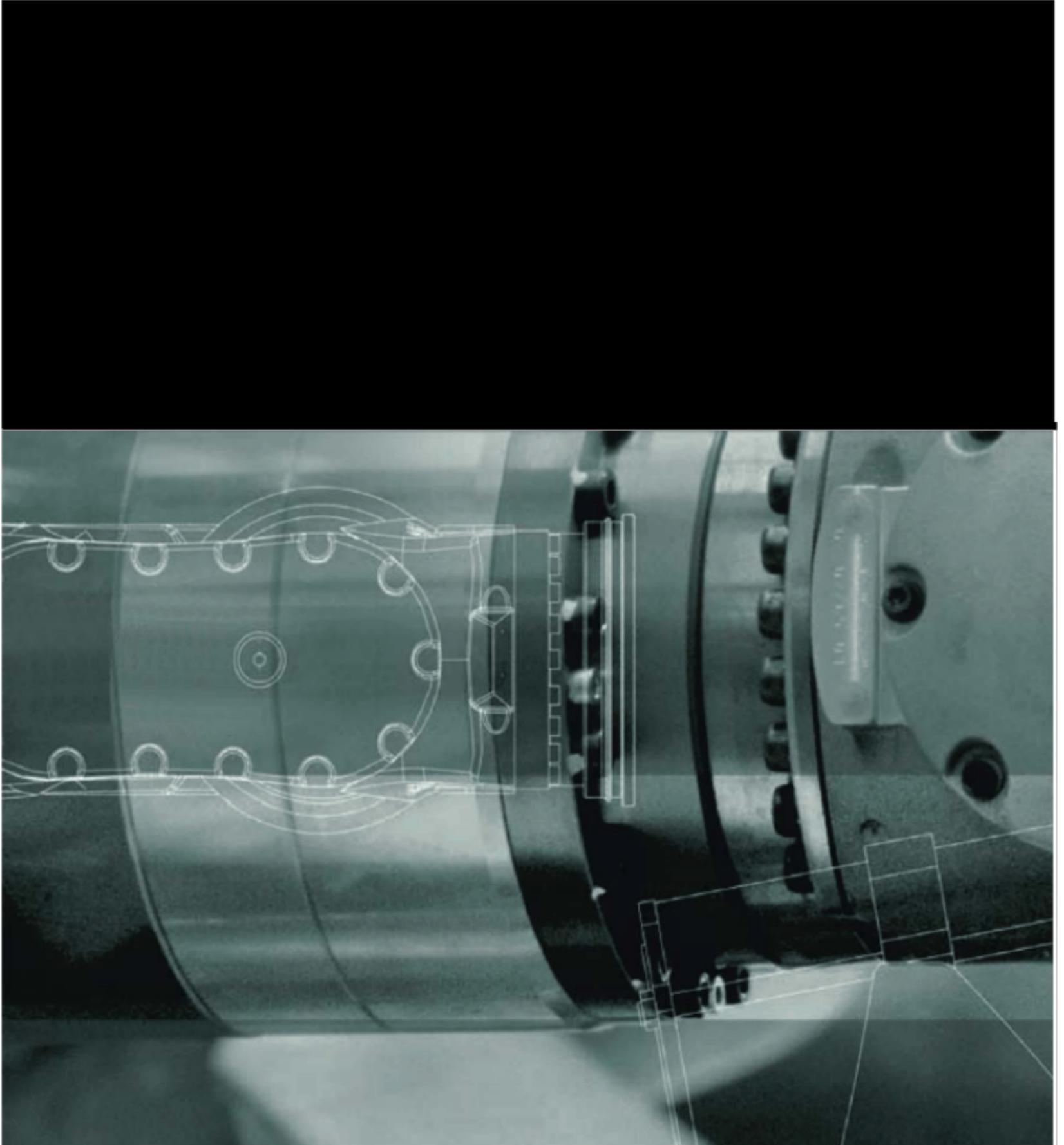


KUKA



发布日期 : 15.02.2011

版本 : KSS 8.2 END V1 zh



© 版权 2011

KUKA Roboter GmbH
Zugspitzstraße 140
D-86165 Augsburg
德国

此文献或节选只有在征得库卡机器人集团公司明确同意的情况下才允许复制或对第三方开放。

除了本文献中说明的功能外，控制系统还可能具有其他功能。 但是在新供货或进行维修时，无权要求库卡公司提供这些功能。

我们已就印刷品的内容与描述的硬件和软件内容是否一致进行了校对。 但是不排除有不一致的情况，我们对此不承担责任。 但是我们定期校对印刷品的内容，并在之后的版本中作必要的更改。

我们保留在不影响功能的情况下进行技术更改的权利。

原版文件的翻译

KIM-PS5-DOC

Publication: Pub KSS 8.2 END zh
Bookstructure: KSS 8.2 END V1.1
Label: KSS 8.2 END V1 zh

目录

1	引言	9
1.1	目标群体	9
1.2	工业机器人文献	9
1.3	提示的图示	9
1.4	商标	9
2	产品说明	11
2.1	工业机器人概览	11
2.2	软件组成部分概览	11
2.3	库卡系统软件概览 (KSS)	11
3	安全	13
3.1	一般	13
3.1.1	责任说明	13
3.1.2	按规定使用工业机器人	13
3.1.3	欧盟一致性声明及安装说明	14
3.1.4	使用的概念	14
3.2	相关人员	15
3.3	工作区域、防护区域及危险区域	17
3.4	停机反应的触发器	17
3.5	安全功能	18
3.5.1	安全功能概览	18
3.5.2	安全控制系统	18
3.5.3	运行方式选择	19
3.5.4	操作人员防护装置	19
3.5.5	紧急停止装置	19
3.5.6	从上一级安全控制系统中退出登录	20
3.5.7	外部紧急停止装置	20
3.5.8	确认装置	20
3.5.9	外部确认装置	21
3.5.10	外部安全运行停止	21
3.5.11	外部安全停止 1 和外部安全停止 2	21
3.5.12	T1 的速度监控	21
3.6	附加防护装备	21
3.6.1	点动运行	21
3.6.2	软件极限开关	21
3.6.3	机械终端卡位	22
3.6.4	机械式轴范围限制装置 (选项)	22
3.6.5	轴范围监控装置 (选项)	22
3.6.6	自由旋转装置 (选项)	22
3.6.7	工业机器人上的标识	23
3.6.8	外部防护装置	23
3.7	运行方式和防护功能概览	23
3.8	安全措施	24
3.8.1	通用安全措施	24
3.8.2	运输	25
3.8.3	投入运行和重新投入运行	25

3.8.3.1	投入运行模式	26
3.8.4	手动运行	27
3.8.5	模拟	28
3.8.6	自动运行	28
3.8.7	保养和维修	28
3.8.8	停止运转，仓储和废料处理	29
3.8.9	单点控制（Single Point of Control）的安全措施	29
3.9	应用标准和规定	31
4	操作	33
4.1	库卡 smartPAD 手持编程器	33
4.1.1	前部	33
4.1.2	背面	35
4.1.3	取下和插入 smartPAD	36
4.2	操作界面 KUKA smartHMI	37
4.2.1	状态栏	38
4.2.2	状态显示“提交解释器”	38
4.2.3	键盘	39
4.3	接通机器人控制系统，并启动库卡系统软件（KSS）	39
4.4	调用主菜单	39
4.5	KSS 结束或重新启动	40
4.6	启动类型	42
4.7	关闭机器人控制系统。	42
4.8	设定操作界面的语种	42
4.9	更换用户组	42
4.10	锁闭机器人控制系统	43
4.11	更换运行方式	43
4.12	坐标系	44
4.13	手动运行机器人	46
4.13.1	窗口“手动移动选项”	46
4.13.1.1	选项卡“一般设置”	47
4.13.1.2	选项卡“按键”	47
4.13.1.3	选项卡“鼠标”	48
4.13.1.4	选项卡“Kcp 项号”	49
4.13.1.5	选项卡“激活的基坐标 / 工具”	49
4.13.2	激活运行模式	50
4.13.3	设定手动倍率（HOV）	50
4.13.4	选择刀具和基础系	50
4.13.5	用运行键进行与轴有关的移动	50
4.13.6	用运行键按笛卡尔坐标移动	51
4.13.7	配置空间鼠标	51
4.13.8	确定空间鼠标定位	52
4.13.9	用空间鼠标按笛卡尔坐标移动	53
4.13.10	增量式手动模式	54
4.14	手动运行附加轴	54
4.15	桥接工作空间监控	55
4.16	显示功能	55
4.16.1	显示实际位置	55
4.16.2	显示数字输入 / 输出端	56

4.16.3	显示模拟信号输入 / 输出端	58
4.16.4	显示外部自动运行的输入 / 输出端	59
4.16.5	显示测量数据	60
4.16.6	显示关于机器人和机器人控制系统的信息	60
4.16.7	显示 / 编辑机器人数据	61
5	投入运行和重新投入运行	63
5.1	投入运行助手	63
5.2	检查机床数据	63
5.3	机器人在没有上级安全控制系统的情况下运行	63
5.4	检查定位精确的机器人型号的启动	64
5.5	调整	65
5.5.1	调整方法	65
5.5.2	将轴移入预调位置	66
5.5.3	使用 EMD 调整	67
5.5.3.1	用 EMD 进行首次调整	67
5.5.3.2	偏差学习	70
5.5.3.3	检查有偏差的负载调整	70
5.5.4	使用千分表进行调整	71
5.5.5	调整附加轴	72
5.5.6	参照调整	73
5.5.7	手动将轴取消调节	74
5.6	测量	74
5.6.1	测量工具	74
5.6.1.1	测量 TCP : XYZ 4 点法	75
5.6.1.2	测量 TCP : XYZ 参照法	76
5.6.1.3	确定取向 : ABC 世界坐标法	77
5.6.1.4	确定取向 : ABC 2 点法	78
5.6.1.5	数字输入	80
5.6.2	测量基准	80
5.6.2.1	3 点法	80
5.6.2.2	间接方法	81
5.6.2.3	数字输入	82
5.6.3	测量固定工具	82
5.6.3.1	测量外部 TCP	83
5.6.3.2	输入外部 TCP 数值	84
5.6.3.3	测量工件 : 直接方法	85
5.6.3.4	测量工件 : 间接方法	86
5.6.4	工具 / 基坐标系改名	87
5.6.5	线性滑轨	87
5.6.5.1	检查是否必须测量线性滑轨	87
5.6.5.2	测量线性滑轨	88
5.6.5.3	输入线性滑轨数值	89
5.6.6	测量外部动作	89
5.6.6.1	测量基点	90
5.6.6.2	输入基点数值	91
5.6.6.3	测量工件基坐标系	91
5.6.6.4	输入工具基坐标系数值	93
5.6.6.5	测量外部工具	93

5.6.6.6	输入外部工具数值	94
5.7	负载数据	94
5.7.1	用 KUKA.Load 检测负载	94
5.7.2	用 KUKA.LoadDataDetermination 计算负载	95
5.7.3	输入承载数据	95
5.7.4	输入附加负荷数据	95
6	程序管理	97
6.1	文件管理导航器	97
6.1.1	选择过滤器	98
6.1.2	新建文件夹	98
6.1.3	新建程序	98
6.1.4	文件更名	98
6.2	选择或打开程序	99
6.2.1	选择和取消选择程序	99
6.2.2	打开程序	100
6.2.3	在导航器和程序之间切换	101
6.3	KRL 程序的结构	101
6.3.1	起始位置	102
6.4	打开 / 关闭程序段	102
6.4.1	显示 / 隐藏 DEF 行	102
6.4.2	显示详细说明显示	103
6.4.3	启动或关闭断行功能	103
6.5	启动程序	103
6.5.1	选择程序运行方式	103
6.5.2	程序运行方式	104
6.5.3	预进	104
6.5.4	设定程序倍率 (POV)	104
6.5.5	接通 / 关闭驱动装置	104
6.5.6	机器人解释器状态显示	105
6.5.7	启动正向运行程序 (手动)	105
6.5.8	启动正向运行程序 (自动)	105
6.5.9	进行语句选择	106
6.5.10	启动反向运行程序	106
6.5.11	复位程序	107
6.5.12	启动外部自动运行	107
6.6	编辑程序	107
6.6.1	插入注释或印章	108
6.6.2	删除程序行	109
6.6.3	更多编辑功能	109
6.7	程序打印	110
6.8	存档和还原数据	110
6.8.1	存档概览	110
6.8.2	在 U 盘上存档	111
6.8.3	保存在网络上	111
6.8.4	日志存档	112
6.8.5	还原数据	112
6.8.6	打包数据以便由库卡公司进行故障分析	112

7	运动编程基础	115
7.1	运动方式概览	115
7.2	点至点 (PTP) 运动方式	115
7.3	LIN 运动方式	115
7.4	CIRC 运动方式	116
7.5	滑过	116
7.6	LIN 和 CIRC 运动的方向导引	118
7.7	样条运动方式	119
7.7.1	样条运动的速度曲线	120
7.7.2	样条运动的语句选择	121
7.7.3	更改样条组	122
7.7.4	样条运动的圆滑过渡	124
7.7.5	以样条组替代偏滑运动	125
7.7.5.1	SLIN-SPL-SLIN 过渡段	127
7.8	样条导向	128
7.8.1	“导向”和“圆周方向导引”相结合	130
7.9	奇点	131
8	应用人员用户组编程 (联机表格)	133
8.1	联机表格中的名称	133
8.2	对 PTP、LIN、CIRC 运动进行编程	133
8.2.1	对 PTP 运动进行编程	133
8.2.2	联机表格 PTP	134
8.2.3	对 LIN 运动进行编程	134
8.2.4	联机表格 LIN	134
8.2.5	对 CIRC 运动进行编程	135
8.2.6	联机表格 CIRC	135
8.2.7	帧选项窗口	136
8.2.8	运动参数选项窗口 (PTP)	137
8.2.9	选项窗口运动参数 (LIN, CIRC)	137
8.3	样条运动	138
8.3.1	样条运动的编程提示	138
8.3.2	对 SLIN 运动进行编程 (单一动作)	139
8.3.2.1	SLIN 的联机表格	139
8.3.2.2	运动参数选项窗口 (SLIN)	140
8.3.3	对 SCIRC 运动进行编程 (单一动作)	141
8.3.3.1	SCIRC 联机表格	141
8.3.3.2	运动参数选项窗口 (SCIRC)	142
8.3.4	对样条组进行编程	143
8.3.4.1	样条组联机表格	143
8.3.4.2	框架选项窗口 (样条组)	144
8.3.4.3	运动参数选项窗口 (样条组)	145
8.3.4.4	对 SPL 段或 SLIN 段进行编程	145
8.3.4.5	对 SCIRC 段进行编程	146
8.3.4.6	样条段联机表格	146
8.3.4.7	框架选项窗口 (样条段)	147
8.3.4.8	选项窗口运动参数 (样条段)	147
8.3.4.9	对样条组中的触发器进行编程	148

8.3.4.10	样条触发器联机表格, 类型为 “设定输出端 ”	149
8.3.4.11	样条触发器联机表格, 类型为 “设定脉冲输出端 ”	150
8.3.4.12	样条触发器联机表格, 类型为 “触发器分配 ”	150
8.3.4.13	样条触发器联机表格, 类型为 “触发器功能调用 ”	151
8.3.4.14	样条触发器中的功能限制	152
8.3.5	复制样条联机表格	152
8.3.6	转换 8.1 的样条联机表格	153
8.4	更改运动参数	153
8.5	更改一个经过示教的点的坐标	154
8.6	对逻辑指令进行编程	154
8.6.1	输入 / 输出端	154
8.6.2	设置数字输出端 - OUT	154
8.6.3	联机表格 OUT	155
8.6.4	设置脉冲输出端 - PULSE	155
8.6.5	PULSE 的联机表格	155
8.6.6	设置模拟输出端 - ANOUT	156
8.6.7	静态 ANOUT 联机表格	156
8.6.8	动态 ANOUT 联机表格	157
8.6.9	给等待时间编程 - WAIT	157
8.6.10	WAIT 的联机表格	157
8.6.11	对与信号有关的等待功能进行编程 - WAITFOR	158
8.6.12	WAITFOR 的联机表格	158
8.6.13	轨道上的切换 - SYN OUT	159
8.6.14	SYN OUT 联机表格, 选项 START/END	160
8.6.15	联机表格 SYN OUT, 选项 PATH	162
8.6.16	轨道上的脉冲设定 - SYN PULSE	164
8.6.17	SYN PULSE 的联机表格	164
8.6.18	更改逻辑指令	165
9	信息	167
9.1	故障信息, 外部自动运行	167
10	库卡服务	169
10.1	技术支持咨询	169
10.2	库卡客户支持系统	169
	索引	177

1 引言

1.1 目标群体

本文献针对具有下列知识的用户：

具备有关工业机器人的基本知识



我们推荐客户在库卡学院进行培训，以便能以最佳方式使用我们的产品。有关培训项目信息请访问公司主页 www.kuka.com 或直接在公司分支机构处获得。

1.2 工业机器人文献

工业机器人文献由以下部分组成：

机器人机械装置文献

机器人控制器文献

库卡系统软件操作及编程指南

选项及附件指南

保存在数据载体上的部件目录

每份指南均独立成篇。

1.3 提示的图示

安全

这些说明是安全提示， 必须 遵守。

	该提示表示，如果不采取预防措施，则 将导致死亡或严重的身体伤害。
	该提示表示，如果不采取预防措施，则 可能导致死亡或严重的身体伤害。
	该提示表示，如果不采取预防措施，则 可能导致轻微的身体伤害。
	该提示表示，如果不采取预防措施，则 可能导致财产损失。
	该提示包含安全相关信息的说明或通用安全措施。 该提示不针对个别的危险或个别的预防措施。

提示

这些提示可使工作便利或提供进一步信息的说明。



用来使工作便利或提供进一步说明信息的提示。

1.4 商标

Windows 是微软公司的商标。

WordPad 是微软公司的商标。

2 产品说明

2.1 工业机器人概览

工业机器人由下列部件构成：

机械手
 机器人控制器
 手持式编程器
 连接线缆
 软件
 选项，附件

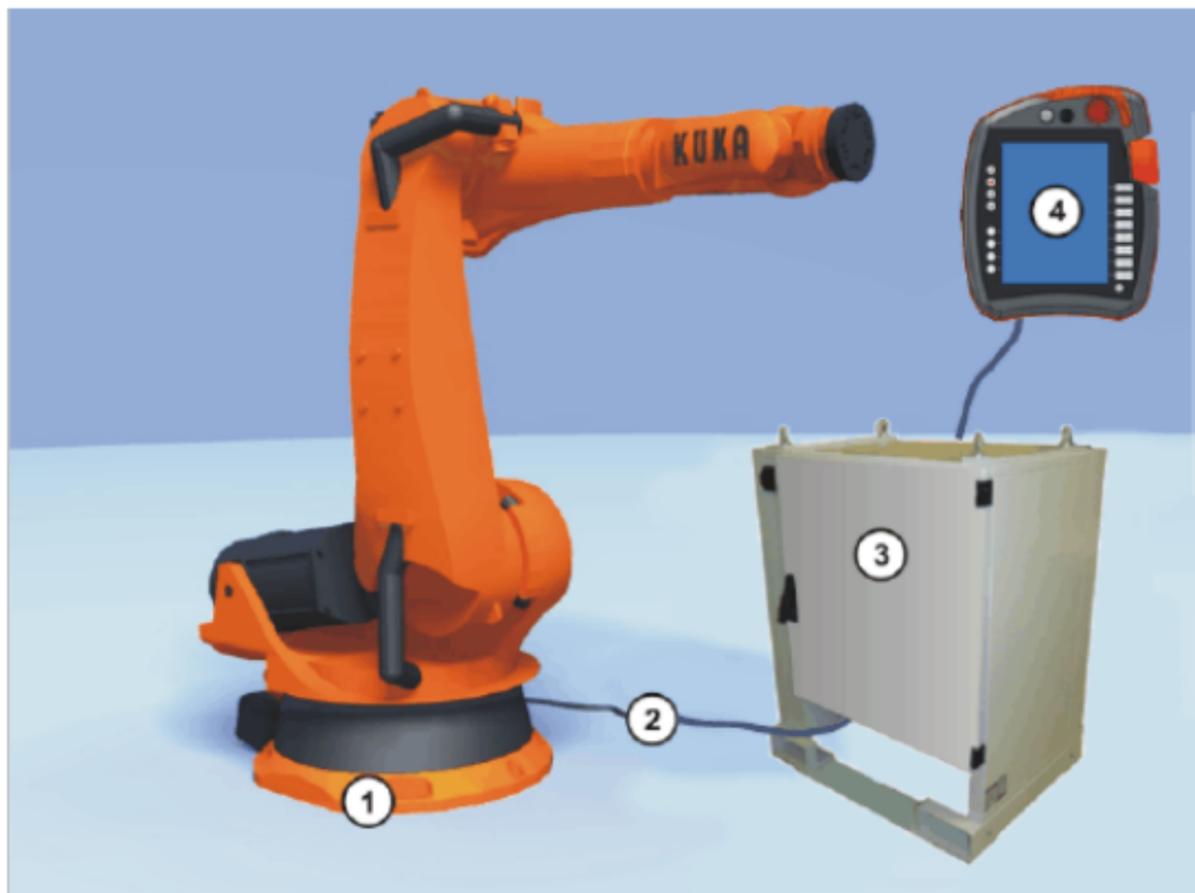


图 2-1: 工业机器人示例

- | | |
|--------|-----------|
| 1 机械手 | 3 机器人控制系统 |
| 2 连接线缆 | 4 手持式编程器 |

2.2 软件组成部分概览

概览

下列软件组成部分被应用：

库卡系统软件 8.2
 Windows XPe V3.0.0

2.3 库卡系统软件概览 (KSS)

说明

库卡系统软件 (KSS) 承担着工业机器人运行所需的所有基本功能。

轨道设计
 I/O 管理
 数据与文件管理
 等

系统中可能还装有其它的工艺数据包，包含与应用程序相关的指令和配置。

smartHMI

库卡系统软件的操作界面称作

KUKA smartHMI (smart

人机对话接口)。

特征：

用户管理

程序编辑器

KRL 库卡机器人编程语言

用于编程的联机表格

信息显示

配置窗口

等

(>>> 4.2 " 操作界面 KUKA smartHMI" 页码 37)



根据用户的设定，操作界面可能与标准型有所不同。

3 安全

3.1 一般

3.1.1 责任说明

本文献中所说明的设备可以是工业机器人，也可以是它其中的一个部件。

工业机器人的部件：

- 机械手
- 机器人控制系统
- 手持式编程器
- 连接线缆
- 附加轴（选项）
- 例如：线性滑轨、旋转倾卸台、定位设备
- 软件
- 选项，附件

工业机器人符合当前技术水平及现行的安全技术规定。尽管如此，违规使用可能会导致人身伤害、机器人系统及其他设备损伤。

只允许在机器完好的状态下按规定且有安全防患意识地使用工业机器人。必须遵守本文献及供货时附带的安装说明使用工业机器人。必须及时排除有安全隐患的故障。

库卡机器人有限公司致力于提供可靠的安全信息，但不对此承担责任。即使一切操作都按照安全操作说明进行，也不能确保工业机器人不会造成人身和财产方面的损失。

未经库卡机器人有限公司的同意不得更改工业机器人。不属于库卡机器人有限公司的附加部件（工具、软件等等）也可能纳入到工业机器人中。如果由这些部件造成工业机器人损坏，其责任由运营商承担。

除安全章节外，本文献中还含有其他安全提示。这些也必须注意。

3.1.2 按规定使用工业机器人

工业机器人只允许用于操作指南或安装指南中“规定用途”一章中提及的用途。



其他信息请参见工业机器人操作指南或安装指南中“规定用途”一章。

其他使用或除此以外的使用都属于违规使用，都是不允许的。生产厂家不承担由此造成的损失。只由运营商自行承担风险。

按规定使用还包括始终遵守各单个部件的操作指南和安装指南，尤其应遵守保养规定。

违规使用

所有不符合规定的使用都属于违规使用，不允许进行。比如其中包括：

- 运输人员和动物
- 用作攀升的辅助工具
- 在允许的运行范围之外使用
- 在有爆炸危险的环境中使用
- 在不使用附加的防护装置的情况下使用
- 在室外使用

3.1.3 欧盟一致性声明及安装说明

此工业机器人是指符合 EC 机械指令的非整机。此工业机器人只有在满足下列前提条件下才允许投入运行：

- 工业机器人已集成到设备中。
- 或 工业机器人与其他机器一起组成一套设备。
- 或 工业机器人装备了欧盟机械指令中规定的设备必备的所有安全功能和防护装置。
- 设备符合欧盟机械指令。 对此已通过一致性评价方法进行了确定。

一致性声明	系统集成商必须为整套设备制作一份符合机械指令的一致性声明。 该一致性声明是设备获得 CE 标志的前提。 仅允许按照各国的法律、规定及标准来运行工业机器人。
	机器人控制系统具有符合电磁兼容指令和低压指令的 CE 认证。
安装说明	工业机器人作为非整机在供货时附带了符合机械指令 2006/42/EG 中附录 II B 规定的安装说明。 此安装说明中包含一份根据附录 I 所遵守的基本要求列表以及安装指南。
	安装说明中指出，非整机在集成到一台或与其他部件一起组装成一台符合欧盟机械指令并具备符合附录 II A 的欧盟一致性声明的机器之前不允许投入运行。
	安装说明及其附录作为整机的技术文献的一部分由系统集成商保管。

3.1.4 使用的概念

STOP 0、STOP 1 和 STOP 2 是指按照 EN 60204-1:2006 划分的停机定义。

概念	说明
轴范围	以度或毫米表示的轴允许运动范围。 必须为每根轴定义轴运动范围。
停止行程	停止行程 = 反应路程 + 制动路程 停止行程是危险区域的一部分。
工作区域	机械手允许在工作范围内运动。 工作范围由各单个轴范围得出。
运营商 (用户)	工业机器人的运营商可以是对工业机器人的使用负责的企业主、雇主或其委托的专人。
危险区域	危险区域包括工作范围及停止行程。
KCP	手持式编程器 KCP (库卡控制面板) 具有工业机器人操作和编程所需的各种操作和显示功能。 KR C4 的 KCP 的类型叫做库卡 smartPAD。本文献中通常仍使用 KCP 的一般名称。
机械手	机器人机械装置及所属的电气部件
防护区域	防护范围处于危险范围之外。
安全运行停止	安全运行停止是一种停机监控。 它不停止机器人动作，而是监控机器人轴是否静止。 如果机器人轴在安全运行停止时有动作，则安全运行停止触发安全停止 STOP 0。 安全运行停止也可由外部触发。 如果安全运行停止被触发，则机器人控制系统会触发一个现场总线的输出端。 如果在触发安全运行停止时不是所有的轴都停止，并以此触发了安全停止 STOP 0，则也会触发该输出端。
安全停止 STOP 0	一种由安全控制系统触发并执行的停止。 安全控制系统立即关断制动器的驱动装置和供电电源。 提示：该停止在文件中称作安全停止 0。

概念	说明
安全停止 STOP 1	<p>一种由安全控制系统触发并监控的停止。该制动过程由机器人控制系统与安全无关的部件执行并由安全控制系统监控。一旦机械手静止下来，安全控制系统就关断制动器的驱动器和供电电源。</p> <p>如果安全停止 STOP 1 被触发，则机器人控制系统便触发一个现场总线的输出端。</p> <p>安全停止 STOP 1 也可由外部触发。</p> <p>提示：该停止在文件中称作安全停止 1。</p>
安全停止 STOP 2	<p>一种由安全控制系统触发并监控的停止。该制动过程由机器人控制系统与安全无关的部件执行并由安全控制系统监控。驱动保持接通状态，制动器打开着。一旦机械手停止下来，安全运行停止即被触发。</p> <p>如果安全停止 STOP 2 被触发，则机器人控制系统便触发一个现场总线的输出端。</p> <p>安全停止 STOP 2 也可由外部触发。</p> <p>提示：该停止在文件中称作安全停止 2。</p>
停机类别 0	<p>驱动装置立即关断，制动器制动。机械手和附加轴（选项）近轨道制动。</p> <p>提示：此停机类别在文件中被称为 STOP 0。</p>
停机类别 1	<p>机械手和附加轴（选项）在轨道处制动。1 秒钟后驱动装置关断，制动器制动。</p> <p>提示：此停机类别在文件中被称为 STOP 1。</p>
停机类别 2	<p>驱动装置不被关断，制动器不制动。机械手及附加轴（选项）通过一个轨道制动斜坡进行制动。</p> <p>提示：此停机类别在文件中被称为 STOP 2。</p>
系统集成商 (设备集成商)	系统集成商是指将工业机器人按照安全规定集成到一套设备并进行投入运行调试的人员。
T1	手动慢速测试运行方式 ($\leq 250 \text{ mm/s}$)
T2	手动快速测试运行方式 (允许 $> 250 \text{ mm/s}$)
附加轴	不属于机械手但由机器人控制系统控制的运动轴，例如：库卡线性滑轨、双轴转台、Posiflex

3.2 相关人员

针对工业机器人定义了下列人员或人员组别：

运营商

工作人员



所有在工业机器人上工作的人员，必须阅读并理解含有机器人系统安全章节的文献。

运营商

运营商必须注意遵守劳工法方面的规定。比如其中包括：

运营商必须履行其监督义务。

运营商必须定期举办培训指导。

工作人员

在工作之前必须对相关人员进行工作的方式和规模以及可能存在的危险进行说明。必须定期进行指导说明。此外，在每次发生意外事故或进行技术更改后必须重新进行一次指导说明。

相关人员包括：

系统集成商

使用者分为：

- 投入运行人员、维修服务人员
- 操作人员
- 清洁人员



安置、更换、设定、操作、保养和维修工作只允许经特殊培训过的人员按工业机器人各组件的操作指南来进行。

系统集成商

工业机器人必须由系统集成商按照安全规定集成到一套设备中。

系统集成商负责以下工作：

- 安置工业机器人
- 连接工业机器人
- 进行风险评估
- 使用必要的安全功能和防护装置
- 开具一致性声明
- CE 标志的粘贴
- 制作设备的操作指南

用户

用户须满足以下条件：

- 用户必须接受所从事工作方面的培训。
- 工业机器人上的作业只允许由具有专业资格的人员执行。即受过专业培训、具有该方面知识和经验，且熟知规定的标准，并由此能对准备从事的工作做出正确判断、能够辨别潜在危险的人员。

示例

工作人员的任务可按下表进行分配。

工作任务	操作人员	程序员	系统集成商
启动或关闭机器人控制系统	X	X	X
启动程序	X	X	X
选择程序	X	X	X
选择运行方式	X	X	X
测量 (工具, 基点)		X	X
校准机械手		X	X
配置		X	X
编程		X	X
投入运行			X
保养			X
维修			X
停止运转			X
运输			X



工业机器人电气或机械方面的工作只允许由专业人员进行。

3.3 工作区域、防护区域及危险区域

工作区域必须限定在需要的最小范围内。通过防护装置确保工作区域安全。

防护装置（例如防护门）必须位于防护区域中。停机时，机械手和附加轴（选项）被制动并停在危险区内。

危险区域包括工作区域及机械手和附加轴（选项）的停止行程。可通过隔离性防护装置对该区域加以保护，以免人员或财产受到损失。

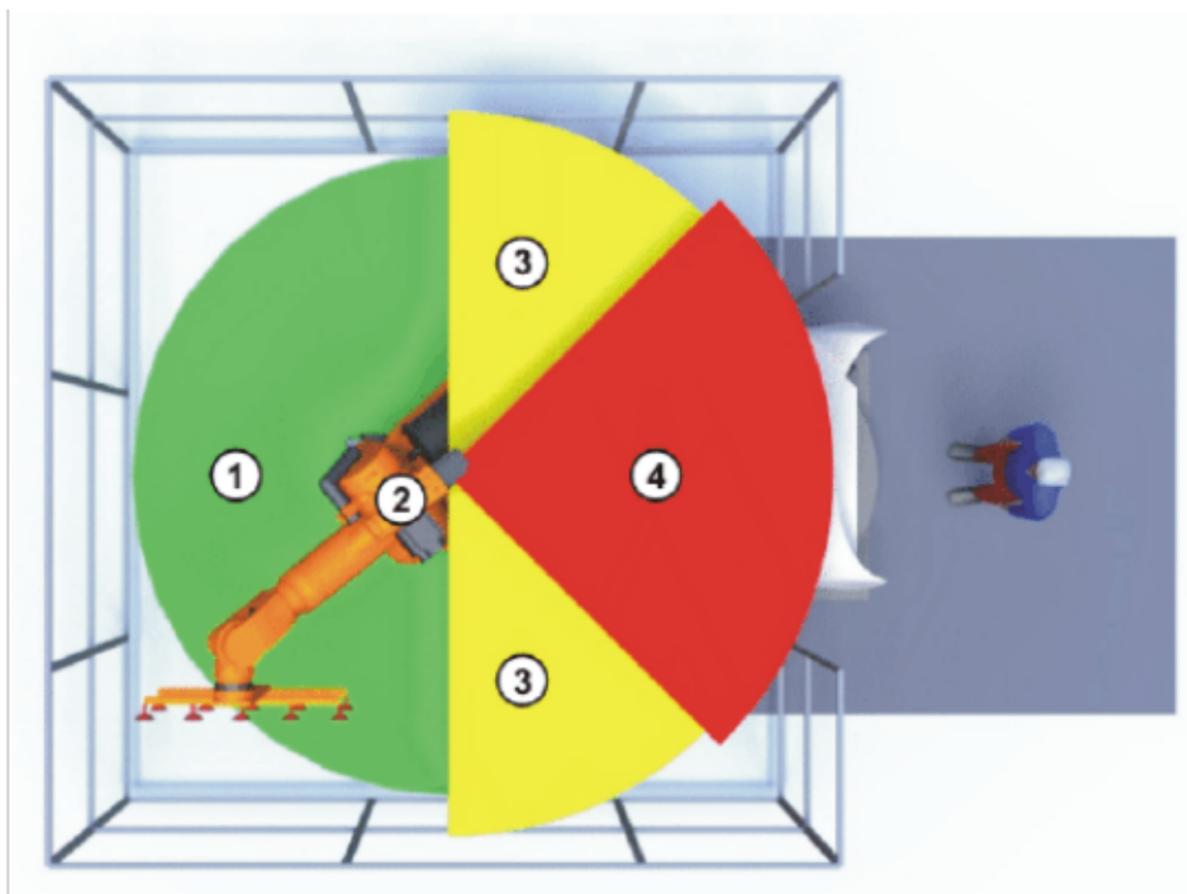


图 3-1: A1 轴范围示例

- | | |
|--------|--------|
| 1 工作区域 | 3 停止行程 |
| 2 机械手 | 4 防护区域 |

3.4 停机反应的触发器

工业机器人会在操作或在监控和出现故障信息时做出停机反应。下面的表格中列出了停机反应与所设定的运行方式的关系。

触发器	T1,T2	AUT, AUT EXT
松开启动键	STOP 2 (停机 2)	-
按下停机键	STOP 2 (停机 2)	
驱动装置关断	STOP 1 (停机 2)	
输入端无 “运行许可 ”	STOP 2 (停机 2)	
关闭机器人控制系统 (断电)	STOP 0 (停机 2)	
机器人控制系统与安全无关的部件中的内部故障	STOP 0 或 STOP 1 (取决于故障原因)	
在运行中切换运行方式	安全停止 2	
打开防护门 (操作人员防护装置)	-	安全停止 1
解除确认	安全停止 2	-
按下确认或故障	安全停止 1	-

触发器	T1,T2	AUT, AUT EXT
触发紧急停止	安全停止	1
安全控制系统或安全控制系统外围设备中的故障	安全停止	0

3.5 安全功能

3.5.1 安全功能概览

工业机器人具有以下安全功能：

- 运行方式选择
- 操作人员防护装置（= 用于闭锁隔离性防护装置的接口）
- 紧急停止装置
- 确认装置
- 外部安全运行停止
- 外部安全停止 1
- 外部安全停止 2
- T1 速度监控

工业机器人的安全功能具备以下能力：符合 EN ISO 13849-1:2008 标准 3 类和性能级 d。这相当于 EN 62061 标准的 SIL 2 和 HFT 1。

然而该性能的前提条件如下：

- 紧急停止按键至少每 6 个月操作一次。

安全功能涉及以下部件：

- 控制系统 PC 机中的安全控制系统
- 库卡控制面板（库卡 smartPAD）
- 控制柜（CCU）
- 分解器数字转换器（RDC）
- 库卡 Power Pack (KPP)
- 库卡 Servo Pack (KSP)

另外还有工业机器人外部部件和其它机器人控制系统的接口。

 **危险** 在安全功能和防护装置功能不完善的情况下，工业机器人可能会导致人员或财产受到损失。在安全功能或防护装置取消激活或被拆下的情况下，不允许运行工业机器人。

 在规划设备时，也必须规划并设计总设备的安全功能。必须将工业机器人集成到总设备的安全系统中。

3.5.2 安全控制系统

安全控制系统是控制系统 PC 的一个内部单元。它把与安全相关的信号以及与安全相关的监控联系起来。

安全控制系统的工作：

- 关断驱动器，触发制动
- 监控制动斜坡
- 停机监控（在停机后）
- T1 速度监控

评估与安全相关的信号
触发与安全相关的输出端

3.5.3 运行方式选择

工业机器人可以以下列方式运行：

手动慢速运行 (T1)
手动快速运行 (T2)
自动运行 (AUT)
外部自动运行 (AUT EXT)

 在程序运行期间，请勿更换运行方式。如果在程序运行过程中改变了运行方式，则工业机器人会由安全停止 2 停止。

运行方式	应用	速度
T1	用于测试运行、编程和示教	程序验证： 编程速度 最高 250 mm/s 手动运行： 手动运行速度，最高 250 mm/s
T2	用于测试运行	程序验证： 编程速度 手动运行：无法进行
AUT	用于不带上级控制系统的工业机器人	编程运行： 编程速度 手动运行：无法进行
AUT EXT	用于带有上级控制系统（例如 PLC）的工业机器人	编程运行： 编程速度 手动运行：无法进行

3.5.4 操作人员防护装置

操作人员防护装置信号用于锁闭隔离性防护装置，如防护门。没有此信号，就无法使用自动运行方式。如果在自动运行期间出现信号缺失的情况（例如防护门被打开），则机械手将以安全停止 1 的方式停机。

在手动慢速测试运行方式（T1）和手动快速测试运行方式（T2）下，操作人员防护装置不启用。

 **警告** 在出现信号缺失后，不允许仅仅通过关闭防护装置来重新继续自动运行方式，而是要先进行确认。系统集成商必须对此负责。由此可以避免在危险区域中有人停留时因疏忽比如防护门意外闭合而继续进行自动运行。

确认必须被设置为可事先对危险区域进行实际检查。不具备此种设置的确认（比如它在防护装置关闭时自动确认）是不允许的。

如果没有注意这一点，则可能会造成人员死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。

3.5.5 紧急停止装置

工业机器人的紧急停止装置是位于 KCP(库卡控制面板)上的紧急停止按钮。在出现危险情况或紧急情况时必须按下此键。

按下紧急停止按键时，工业机器人的反应：

机械手及附加轴（可选）以安全停止 1 的方式停机。

若欲继续运行，则必须旋转紧急停止按键以将其解锁。

警告 与机械手相连的工具或其他装置如可能引发危险，则必须将其连入设备侧的紧急停止回路中。如果没有遵照执行这一规定，则可能会造成死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。

至少安装有一个外部紧急停止装置。它确保即使在 KCP 已拔出的情况下也有紧急停止装置可供使用。

(>>> 3.5.7 " 外部紧急停止装置 " 页码 20)

3.5.6 从上一级安全控制系统中退出登录

如果机器人控制系统连接了上一级安全控制系统，则机器人控制系统关断时该连接被强制中断。库卡安全控制系统这时发出一个信号，使得上一级控制系统不触发总设备的紧急停止。

警告 系统集成商在其风险评估中必须考虑，机器人控制系统关闭时未触发紧急停止的情况是否危险以及如何应对危险。如果没有考虑到这一点，则可能会造成人员死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。

警告 当机器人控制系统关闭时，KCP 上的紧急停止按键不起作用。运营商应负责将 KCP 遮盖住或将其从设备中取出。目的是为了防止混淆有效的和无效的紧急停止装置。如果没有注意该措施，则可能会造成人员死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。

3.5.7 外部紧急停止装置

在每个会有机器人动作或其他危险情况发生的工作站上都必须有紧急停止装置可供使用。在此由系统集成商来承担责任。

至少安装有一个外部紧急停止装置。它确保即使在 KCP 已拔出的情况下也有紧急停止装置可供使用。

外部紧急停止装置通过客户方的接口连接。外部紧急停止装置不包括在工业机器人的供货范围中。

3.5.8 确认装置

工业机器人的确认装置是库卡控制面板上的确认开关。

库卡控制面板（KCP）上装有 3 个确认开关。确认开关具有 3 个位置：

- 未按下
- 中间位置
- 完全按下（警报位置）

只有当一个确认开关保持在中间位置时，方可在测试运行方式下运行机械手。

松开确认开关会触发一个安全停止 2。

按下确认开关会触发一个安全停止 1。

可以同时将 2 个确认开关临时保持在中间位置。这样，便可以从一个确认开关移至另一个。如果 2 个确认开关都较长时间处于中间位置，则在几秒钟后触发一个安全停止。

在出现确认开关功能故障时（夹紧）工业机器人可通过下列方法关停：

- 按下确认开关
- 按下紧急停止装置
- 松开启动键

 **警告** 不允许用胶带或其他辅助材料固定确认开关或以其他方式影响其功能。否则会造成死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。

3.5.9 外部确认装置

在工业机器人的危险区域内有多个人员停留的情况下，外部确认开关的使用非常必要。它通过机器人控制系统上的客户接口来连接。

外部确认装置不在工业机器人的供货范围内。

3.5.10 外部安全运行停止

安全停止可通过客户接口上的输入端触发。该状态在外部信号为 FALSE 时一直保持。当外部信号为 TRUE 时，机械手可以重新被操作。此处无需确认。

3.5.11 外部安全停止 1 和外部安全停止 2

安全停止 1 和安全停止 2 可通过客户接口上的输入端被触发。该状态在外部信号为 FALSE 时一直保持。当外部信号为 TRUE 时，机械手可以重新被操作。此处无需确认。

3.5.12 T1 的速度监控

在运行方式 T1 下 TCP 上的速度受监控。如果速度因故障而超过了 250 mm/s，则安全停止 0 被触发。

3.6 附加防护装备

3.6.1 点动运行

在手动慢速运行方式（T1）和手动快速运行方式（T2）下机器人控制系统只能点动完成一个程序。这意味着：要完成一个程序，必须按住一个确认开关和启动按键。

- 松开确认开关会触发一个安全停止 2。
- 按下确认开关会触发一个安全停止 1。
- 松开启动键会触发一个停机 2。

3.6.2 软件极限开关

通过可设定的软件限位开关，可限制所有机械手和定位轴的轴范围。该软件限位开关仅用作机器防护装置，并设定为可防止机械手 / 定位设备行驶到机械末端挡板。

软件限位开关在工业机器人投入运行时被设定。



更多信息可在操作及编程指南中找到。

3.6.3 机械终端卡位

基本轴 A1 至 A3 以及机械手的手轴 A5 的轴范围均由带缓冲器的机械终端卡位进行限制。

附加轴上可安装另外的机械终端卡位。

注意 如机械手或一个附加轴在行驶中撞到障碍物、机械终端止挡位置或轴范围限制处的缓冲器，则会导致工业机器人损坏。将工业机器人重新投入运行之前，须先联系库卡机器人有限公司（电话：+49 7141 10-1000，库卡服务 " 页码 169） 。在继续运行工业机器人之前，所涉及到的缓冲器必须立即用新的替换。如机械手（附加轴）以超过 250 mm/s 的速度撞到缓冲器，则必须更换机械手（附加轴）或由库卡机器人有限公司执行重新投入运行的操作。

3.6.4 机械式轴范围限制装置（选项）

某些机械手可在轴 A1 至 A3 内装备机械式轴范围限制装置。该可调式轴范围限制装置可将工作范围限制在所要求的最小值。由此提高人员及设备的安全保障。

对于没有装备机械式轴范围限制装置的机械手来说，必须使其工作区域在没有装备机械式轴范围限制装置的情况下也不会出现人员损伤和财产损失的情况。

如果不能保证这一点，则必须通过设备侧光栅、光幕或障碍物对工作区域进行隔离。在上料和传送区域不允许存在可能会造成割伤或挤伤的地方。

i 并非所有类型的机器人都具备此选项。有关特定类型的机器人的信息，请咨询库卡机器人有限公司。

3.6.5 轴范围监控装置（选项）

对某些机械手来说，可在基本轴 A1 至 A3 内装配双信道轴运动范围监控装置。定位轴可以另外配备其他的轴运动范围监控装置。通过轴运动范围监控装置可为轴设定安全区域并进行监控。由此提高人员及设备的安全保障。

i 并非所有类型的机器人都具备此选项。有关特定类型的机器人的信息，请咨询库卡机器人有限公司。

3.6.6 自由旋转装置（选项）

说明 发生事故或故障后，可借助自由旋转装置手动移动机械手。自由旋转装置可用于基轴驱动电机，也可根据不同机器人类型用于手动轴驱动电机。该装置只允许用于意外或紧急情况，例如用于解救被困人员。

△小心 运行期间，电机将达到的温度可能导致皮肤烫伤。避免与其接触。请务必采取适宜的安全防护措施，例如佩戴防护手套。

操作步骤

1. 关断机器人控制系统，并做好保护（例如用挂锁锁住），防止未经许可的意外重启。
2. 拆下电机处的防护盖。
3. 将自由旋转装置置于相应的电机上，并将轴向所希望的方向运动。方向用电机上的箭头标明。须克服电机机械制动器的阻力，且必要时还须克服额外的轴负载。

 **警告** 在使用自由旋转装置移动轴时，可能会导致人员伤害及设备损伤。可能会损坏电机制动器。可能在使用自由旋转装置后必须更换相应的电机。

3.6.7 工业机器人上的标识

所有铭牌、说明、图标和标记都是与工业机器人的安全有关的。不允许对其进行更改或将其去除。

工业机器人上的标识包括：

- 功率铭牌
- 警告性说明
- 安全图标
- 名称标牌
- 导线标记
- 型号铭牌

 详细信息请见工业机器人部件的操作指南或安装指南中的技术数据。

3.6.8 外部防护装置

必须使用防护装置以防止人员进入工业机器人的危险区域。该工作由系统集成商负责。

隔离性防护装置必须符合下列要求：

- 符合 EN 953 的要求。
- 能够阻止人员进入危险区域并不能被轻易越过。
- 已牢固固定并且能够承受可预见的运行和环境作用力。
- 本身不存在危险且不会引发危险。
- 遵守规定的至危险区域的最小距离。

防护门（保养门）必须符合下列要求：

- 其数量限定为所需的最小数量。
- 闭锁装置（例如防护门开关）通过防护门开关装置或安全 PLC 与机器人控制系统的操作人员防护装置输入端相连。
- 开关装置、开关和开关方式符合 EN ISO 13849-1 中第 3 类的规定以及性能级 d 的要求。
- 视危险情况：防护门额外加装了一个闭锁装置，使防护门只在机械手安全停止后才可打开。
- 防护门的确认键装在用防护装置隔离的区域之外。

 更多信息请见相关的标准及规定。EN 953 也同样适用。

其他防护装置 其他防护装置必须按照相应标准及规定内置于设备中。

3.7 运行方式和防护功能概览

下列表格显示在何种运行方式下应激活防护功能。

防护功能	T1	T2	AUT	AUT EXT
操作人员防护装置	-	-	激活	激活
紧急停止装置	激活	激活	激活	激活
确认装置	激活	激活	-	-
程序验证时低速运行	激活	-	-	-
点动运行	激活	激活	-	-
软件极限开关	激活	激活	激活	激活

3.8 安全措施

3.8.1 通用安全措施

只允许在机器装备技术情况完好的状态下按规定且有安全意识地使用工业机器人。 不正确的使用会导致人员伤害及财产损失。

即使在机器人控制系统已关断且已进行安全防护的情况下，仍应考虑到工业机器人可能进行的运动。 错误的安装（例如超载）或机械性损坏（例如制动闸故障）会导致机械手或附加轴向下沉降。 如在已关断的工业机器人上作业，则须先将机械手及附加轴行驶至一个无论在有负载或无负载情况下都不会自行运动的位置。 如没有这种可能，则必须对机械手及附加轴作相应地安全防护。

危险 在安全功能和防护装置功能不完善的情况下，工业机器人可能会导致人员或财产受到损失。 在安全功能或防护装置取消激活或被拆下的情况下，不允许运行工业机器人。

警告 在机器人机械系统下停留可能会导致死亡或严重身体伤害。 出于此原因禁止在机器人机械系统下停留！

小心 运行期间，电机将达到的温度可能导致皮肤烫伤。 避免与其接触。 请务必采取适宜的安全防护措施，例如佩戴防护手套。

KCP

运营商必须确保只允许经授权的人员来操作带库卡控制面板的工业机器人。

如果设备上连有多个库卡控制面板（KCP），必须注意每个 KCP 能与相应的工业机器人清楚地对应起来。 不允许出现混淆。

警告 运营商应负责将脱开的库卡控制面板从设备中取出并将其妥善保管。 保管处应远离在工业机器人上作业的人员的视线和接触范围。 目的是为了防止混淆有效的和无效的紧急停止装置。 如果没有遵照执行这一规定，则可能会造成死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。

外接键盘，外接鼠标

只允许在符合下列前提条件下使用外部键盘和外部鼠标：

- 已进行了投入运行或保养工作。
- 已关断驱动装置。
- 在机器的危险区域内无人逗留。

只要连接了一个外接键盘和 / 或鼠标，就不允许使用 KCP。

投入运行或保养工作一旦完成或连接了 KCP，就必须移走外接键盘和 / 或鼠标。

故障

工业机器人出现故障时的操作步骤：

关断机器人控制系统，并做好保护（例如用挂锁锁住），防止未经许可的意外重启。

通过有相应提示的标牌来标明故障。

对故障进行记录。

排除故障并进行功能检查。

更改 对工业机器人进行了改动后必须检查其是否符合必需的安全要求。 必须遵守所在国家和地区的劳动保护规定来进行检查。 此外还必须测试所有安全电路的安全性能。

新的或者经过更改的程序必须始终先在手动慢速运行方式（T1）下进行测试。

对工业机器人进行了改动后必须始终先在手动慢速运行方式（T1）下进行测试。 此项适用于工业机器人的所有部件并且包括对软件和配置设置的更改。

3.8.2 运输

机械手 务必注意遵守规定的机械手运输方式。 须按照机械手操作指南或安装指南中的指示进行运输。

机器人控制系统 机器人控制系统在运输及置放时均应保持竖直状态。 运输过程中要避免震动或碰撞，以防止对机器人控制系统造成损伤。

务必按照机器人控制系统操作指南或安装指南进行运输。

附加轴（选项） 务必注意对附加轴（例如库卡线性滑轨、双轴转台、定位设备）所规定的运输方式。 须按照附加轴操作指南或安装指南进行运输。

3.8.3 投入运行和重新投入运行

设备和装置第一次投入运行前必须进行一次检查以确保设备和装置完整且功能完好，可以安全运行并识别出故障。

必须遵守所在国家和地区的劳动保护规定来进行检查。 此外还必须测试所有安全电路的安全性能。



用于在库卡系统软件中以专家和管理者身份登录的密码必须在投入运行前更改，且只允许通知经授权的人员。



危险 机器人控制系统已就各个工业机器人作了预配置。 如果缆线安装错误，机械手和附加轴（可选）可能会接受到错误数据，导致人员伤害或设备损坏。 如果一个设备由多个机械手组成，连接缆线应始终与机械手和对应的机器人控制系统连接。



如果要在工业机器人中集成不属于库卡机器人有限公司的供货范围的附加部件（例如线缆），则应由运营商确保这些部件不会影响安全功能或将这些部件停用。



注意 如机器人控制系统的柜内温度与环境温度相差较大，则可能会因形成冷凝水而导致电子产品受到损坏。 只有在柜内温度与环境温度相适应的情况下，方可将机器人控制系统投入运行。

功能检查 在投入运行和重新投入运行之前必须进行下列检查：

一般检查：

须确保：

按照文献中的说明正确地放置和固定工业机器人。

工业机器人内没有异物或损坏、脱落、松散的部件。

所有必需的防护装置已正确安装且功能完好。
 工业机器人的设备功率与当地的电源电压和电网制式相符。
 接地安全引线和电位平衡导线设计容量充足并已正确连接。
 连接电缆已正确连接，插头已闭锁。

检查安全功能：

对下列安全功能必须进行功能测试，以确保其正常工作：

本机紧急停止装置 （ KCP 上的紧急停止按键）
 外部紧急停止装置 （ 输入端和输出端）
 确认装置 （ 在测试运行方式下）
 操作人员防护装置
 所有其他使用的与安全相关的输入端和输出端
 其它外部安全功能

检查低速控制系统：

进行此项检查的步骤如下：

1. 编程设计一条直线轨道， 编程时采用可能的最高速度。
2. 确定轨道的长度。
3. 在运行方式 T1 下以 100 % 的调节量让机器人沿设计的轨道运行，并同时用秒表测运行时间。



警告 在进行轨道运行期间，不允许有人员滞留在危险区域内。 由此会造成死亡、严重身体伤害。

4. 从轨道长度和测得的运行时间可算出速度。

在达到下列结果的情况下，低速控制系统可以正常运行：

由此测得的速度不允许大于 250 mm/s 。
 机械手按照编程设定进行轨道运行 （ 即直线运行，无偏差） 。

机器数据

必须确保机器人控制系统铭牌上的机器数据与安装说明中登记的机器数据一致。 在投入运行时，必须在机械手及附加轴 （ 选项）的铭牌上登记机器数据。



警告 如果载入了错误的机床数据，则不得运行工业机器人！ 否则会造成死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。 必须已载入正确的机床数据。

在更改机器数据之后必须检查安全配置。



其他信息请见系统集成商操作及编程指南。

在更改机器数据之后必须检查低速控制系统。

3.8.3.1 投入运行模式

说明

工业机器人可通过操作界面 smartHMI 设定为投入运行模式。 在该模式下，机械手可在无外围安全装置的情况下以 T1 方式运行。

如果存在或建立了与上一级安全系统的连接，则机器人控制系统闭锁或结束投入运行模式。

危险

使用投入运行模式时可能发生的危险和风险：

人员走进机械手的危险区域。
 未经授权的人员操作机械手。
 在危险情况下操作了未被激活的外部紧急停止装置，机械手未被关断。

投入运行模式下规避风险的附加措施：

盖住非功能性紧急停止装置或以相应的警告牌示明非功能性紧急停止装置。

如果没有防护栅，则必须以其他措施避免人员进入机械手的危险区域，如使用封锁带。

必须借助管理措施尽可能地限制或避免使用投入运行模式。

应用

按规定使用投入运行模式：

只有受过安全指导的维修人员才允许使用投入运行模式。

在外部防护装置尚未安装好或未投入运行时，以 T1 运行方式投入运行。此时危险区域必须至少用封锁带隔离。

进行故障隔离（外围设备故障）。

 危险	在使用投入运行模式时，所有外部防护装置处于停止运行状态。维修人员必须保证在防护装置停止运行期间，没有人员在机械手的危险区域内或附近停留。
---	--

违规使用

所有不符合规定的使用都属于违规使用，必须禁止。此处包括如维修人员之外其他人员的使用。

对于由此而造成的损失，库卡机器人公司不负任何责任。而完全由运营商自行承担风险。

3.8.4 手动运行

手动运行用于调试工作。调试工作是指所有为使工业机器人可以进行自动运行而必须执行的工作。调试工作包括：

- 点动运行
- 示教
- 编程
- 程序验证

进行手动运行时应注意如下事项：

如不需要驱动装置，则必须将其关闭，由此可保证不会无意中开动机械手或附加轴（可选）。

新的或者经过更改的程序必须始终先在手动慢速运行方式（T1）下进行测试。

工具、机械手或附加轴（可选）绝不允许碰触隔栅或伸出隔栅。

不允许因工业机器人开动而造成工件、工具或其他部件卡住、短路或掉落。

所有调试工作必须尽可能在由防护装置隔离的区域之外进行。

如果调试工作必须在由防护装置隔离的区域内进行，则必须注意以下事项：

在手动慢速运行方式（T1）下：

在不必要的情况下，不允许其他人员在防护装置隔离的区域内停留。

如果有多个工作人员在防护装置隔离的区域内停留，则必须注意以下事项：

每个工作人员必须配备一个确认装置。

所有人员必须能够不受妨碍地看到工业机器人。

必须保证所有人员之间可以有目光接触。

操作人员必须选定一个合适的操作位置，使其可以看到危险区域并避开危险。

在手动快速 运行方式下 (T2) :

只有在必须以大于手动慢速运行的速度进行测试时，才允许使用此运行方式。

在此运行方式下不允许进行示教和编程。

在测试前，操作人员必须确保确认装置的功能完好。

操作人员的操作位置必须处于危险区域之外。

不允许其他人员在防护装置隔离的区域内停留。 操作人员必须对此负责。

3.8.5 模拟

模拟软件与真实情况并不完全相符。模拟软件中生成的机器人程序必须在设备的手动慢速运行方式 (T1) 下进行测试。必要时必须更改程序。

3.8.6 自动运行

只有在遵守了以下安全措施的前提下，才允许使用自动运行模式。

已安装了所有必需的防护装置且防护装置的功能完好。

不得有人员在设备内逗留。

务必遵守规定的工作流程。

如机械手或附加轴 (选项) 停机原因不明， 则只允许在已启动紧急停止功能后才可进入危险区。

3.8.7 保养和维修

进行了保养和维修工作后必须检查其是否符合必要的安全要求。必须遵守所在国家和地区的劳动保护规定来进行检查。此外还必须测试所有安全电路的安全性能。

通过维修和保养应确保设备的功能正常或在出现故障时使其恢复正常功能。维修包括故障查找和修理。

操作工业机器人时应采取的安全措施包括：

在危险区域之外进行操作。 如果必须在危险区域内进行操作时， 运营商必须采取附加防护措施， 以确保人员安全。

关断工业机器人并采取措施 (例如用挂锁锁住) 防止重启。 如果必须在机器人控制系统接通的情况下进行操作，运营商必须采取附加防护措施， 以确保人员安全。

如果必须在机器人控制系统接通的情况下作业，则只允许在 T1 运行方式下进行操作。

要在设备上用标牌来表明正在执行的作业。 暂时停止作业时也应将此标牌保留在设备处。

紧急停止装置必须处于激活状态。 如因保养或维修工作将安全功能或防护装置关闭，之后则必须立即将其接通。



警告 在机器人系统的导电部件上作业前必须将主开关关闭并采取措
施以防重新接通！ 之后必须确定其无电压。

在导电部件上作业前不允许只触发紧急停止、安全停止或关断驱动装置，因
为在这种情况下新一代的驱动系统并不会关断机器人系统的电源。 有些部件
仍带电。 由此会造成死亡、严重身体伤害。

损坏部件必须采用具有相同编号的部件或由库卡机器人有限公司确认的同等质量的其他部件来替代。

必须按操作指南进行清洁养护工作。

机器人控制系统	<p>即使机器人控制系统已关断，与外围设备连接的部件也可能带电。因此，如需在机器人控制系统上作业，必须关断外部电源。</p> <p>在对机器人控制系统的组件进行操作时，必须遵守欧洲工会联盟 (EGB) 的规定。</p> <p>关断机器人控制系统后，不同的部件上仍可在长达几分钟的时间内载有超过 50 V (最高至 780 V) 的电压。为避免造成致命伤害，不允许在此期间操作工业机器人。</p> <p>必须防止水和灰尘进入机器人控制系统。</p>
重量平衡	<p>一些机器人类型配有用于重量平衡的液压气动式平衡器、弹簧平衡器或平衡气缸。</p> <p>液压气动式平衡器和平衡气缸属于压力设备，必须对其进行监控。视机器人类型的不同，重量平衡系统与压力设备指令中流体类 2 中的类别 0、II 或 III 相符。</p> <p>运营商必须注意遵守各国有关压力设备方面的法律、规定及标准。</p> <p>在德国境内检查期限应遵守运行安全规范 § 14 和 § 15 中的规定。在投入运行前由运营商在安置地点进行检查。</p> <p>操作重量平衡系统时应采取的安全措施：</p> <ul style="list-style-type: none"> 对由重量平衡系统支持的机械手组件必须采取保护措施。 只允许具有专业资格的人员对重量平衡系统进行操作。
危险性物品	<p>使用危险性物品时的安全措施：</p> <ul style="list-style-type: none"> 避免皮肤长时间且频繁与之接触。 避免吸入油雾和油气。 注意皮肤的清洗和护理。



为确保产品的安全使用，我们建议客户定期向危险性物品的制造商索取安全数据说明。

3.8.8 停止运转，仓储和废料处理

工业机器人的停止运转、仓储和废料处理必须按照各国的法律、规定及标准进行。

3.8.9 单点控制 (Single Point of Control) 的安全措施

概览

如果要在工业机器人上使用特定的部件，则必须采取安全措施，以确保完全实现单点控制 (SPOC)。

部件：

- 提交解释器
- PLC
- OPC 服务器
- 远程控制器 (Remote Control Tools)
- 用于配置带在线功能的总线系统的工具
- KUKA.RobotSensorInterface
- 外接键盘 / 鼠标



必要时可能需要采取其他安全措施。对此必须由系统集成商、编程人员或设备的运营商视具体情况而定。

因只有系统集成商了解机器人控制系统外围设备的执行器的安全状态， 所以由其负责使这些执行器进入安全状态，例如在紧急停止时。

T1,T2 在测试运行方式下，如果以下信号处于下列状态，则上面提及的部件（外部键盘 / 鼠标除外）仅允许在工业机器人上调用：

信号	SPOC 所需状态
\$USER_SAF	正确
\$SPOC_MOTION_ENABLE	正确

提交解释器， PLC 如果由一个提交解释器或 PLC 通过输入/输出系统来控制运动（例如驱动装置或机械手），且此运动没有采取其他保护措施，则此控制行为在运行方式 T1 和 T2 下或在紧急停止状态下仍起作用。

如果通过提交解释器或 PLC 改变了决定机器人运动的变量（例如：调节量），则此变化在运行方式 T1 和 T2 下或在紧急停止状态下也起作用。

安全措施：

在测试运行方式下，不允许从提交解释器或 PLC 写入系统变量 \$OV_PRO 的数据。

不通过提交解释器或 PLC 更改与安全有关的信号和变量（例如：运行方式、紧急停止、保护门触点）。

如需进行更改，则在连接所有与安全有关的信号和变量时必须使其不会被提交解释器或 PLC 控制而进入有安全危险的状态。

OPC 服务器，远程控制器 (Remote Control Tools) 用此部件可以通过写入权对机器人控制系统的程序、输出端或其他参数进行更改，而不被设备中的人员觉察到。

安全措施：

库卡公司将此部件仅设计用于诊断和图文显示。

不允许用此部件对机器人控制系统的程序、输出端或其他参数进行更改。

如果使用了这些部件，则要对可能引发危险的输出端进行风险评估。 这些输出端必须配置为不未经确认便无法生效。 这可以通过外部确认装置执行。

配置总线系统的工具 如果此部件可以使用在线功能，则可通过写入权对机器人控制系统的程序、输出端或其他参数进行更改，而不被设备中的人员觉察到。

库卡的 WorkVisual

其它制造商的工具

安全措施：

在测试运行方式下，不允许用此部件对机器人控制系统的程序、输出端或其他参数进行更改。

外接键盘 / 鼠标 用此部件可以对机器人控制系统的程序、输出端或其他参数进行更改，但却不被设备中的人员觉察到。

安全措施：

每一个机器人控制系统只使用一个操作单元。

如果通过 KCP 对设备进行操作，则应在在此之前将键盘和鼠标从机器人控制系统上拆卸下来。

3.9 应用标准和规定

名称	定义	版本
2006/42/EG	机械指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 2006 年 5 月 17 日颁布的包括对 95/16/EG 进行更改的机械指令 2006/42/EG (新版)	2006
2004/108/EG	电磁兼容指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 2004 年 12 月 15 日颁布的为均衡各成员国之间电磁兼容性法规以及废除 89/336/EG 指令的 2004/108/EG 指令	2004
97/23/EG	压力设备指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 1997 年 5 月 29 日颁布的为均衡各成员国之间压力设备法规的 97/23/EG 指令	1997
EN ISO 13850	机器安全： 紧急停止设计造型导则	2008
EN ISO 13849-1	机器安全： 控制系统安全部件；第 1 部分 通用设计造型导则	2008
EN ISO 13849-2	机器安全： 控制系统安全部件；第 2 部分 验证	2008
EN ISO 12100-1	机器安全： 基本概念，通用设计造型导则；第 1 部分 基本专业术语，方法	2003
EN ISO 12100-2	机器安全： 基本概念，通用设计造型导则；第 2 部分 技术指令	2003
EN ISO 10218-1	工业机器人： 安全	2008
EN 614-1	机器安全： 人类工程学造型指令；第 1 部分 概念及通用指令	2006
EN 61000-6-2	电磁兼容性 (EMC)： 第 6-2 部分：通用标准；工业环境中的抗扰度	2005
EN 61000-6-4	电磁兼容性 (EMC)： 第 6-4 部分：通用标准；工业环境中的发射干扰	2007
EN 60204-1	机器安全： 机器上的电气装备；第 1 部分 通用要求	2006



在 EN ISO 10218-1 标准的附录 B 中对于停止时间和停止距离信息有要求。该信息尚未完全确定用于所有机器人型号，连同机器人控制系统 KR C4。

在这一点上，工业机器人不完全符合 EN ISO 10218-1 标准要求。

4 操作

4.1 库卡 smartPAD 手持编程器

4.1.1 前部

功能 smartPAD 是用于工业机器人的手持编程器。 smartPAD 具有工业机器人操作和编程所需的各种操作和显示功能。

smartPAD 配备一个触摸屏： smartHMI 可用手指或指示笔进行操作。 无需外部鼠标和外部键盘。



在该文献内， smartPAD 通常以一般名称 "KCP" (KUKA 控制面板) 命名。

概览



图 4-1: 库卡 smartPAD 前部

项目	说明
1	用于拔下 smartPAD 的按钮 (>>> 4.1.3 " 取下和插入 smartPAD" 页码 36)
2	用于调出连接管理器的钥匙开关。 只有插入了钥匙后，开关才可以被转换。 可以通过连接管理器切换运行模式。 (>>> 4.11 " 更换运行方式 " 页码 43)
3	紧急停止按钮。 用于在危险情况下使机器人停机。 紧急停止按钮在被按下时将自行闭锁。
4	空间鼠标。 用于手动移动机器人。 (>>> 4.13 " 手动运行机器人 " 页码 46)
5	运行键。 用于手动移动机器人。 (>>> 4.13 " 手动运行机器人 " 页码 46)
6	用于设定程序调节量的按键
7	用于设定手动调节量的按键
8	主菜单按钮。 用来在 smartHMI 上将菜单项显示出来。 (>>> 4.4 " 调用主菜单 " 页码 39)
9	技术密钥。 技术密钥主要用于设定技术包中的参数。 其确切的功能取决于所安装的技术包。
10	启动键。 通过启动键可启动一个程序。
11	启动逆向运行按钮。 通过启动逆向运行按钮，可启动一个程序的逆向运行。 程序将逐步运行。
12	停机键。 用停机键可暂停正运行中的程序。
13	键盘按钮 显示键盘。 通常不必特地将键盘显示出来， smartHMI 可识别需要通过键盘输入的情况并自动显示键盘。 (>>> 4.2.3 " 键盘 " 页码 39)

4.1.2 背面

概览

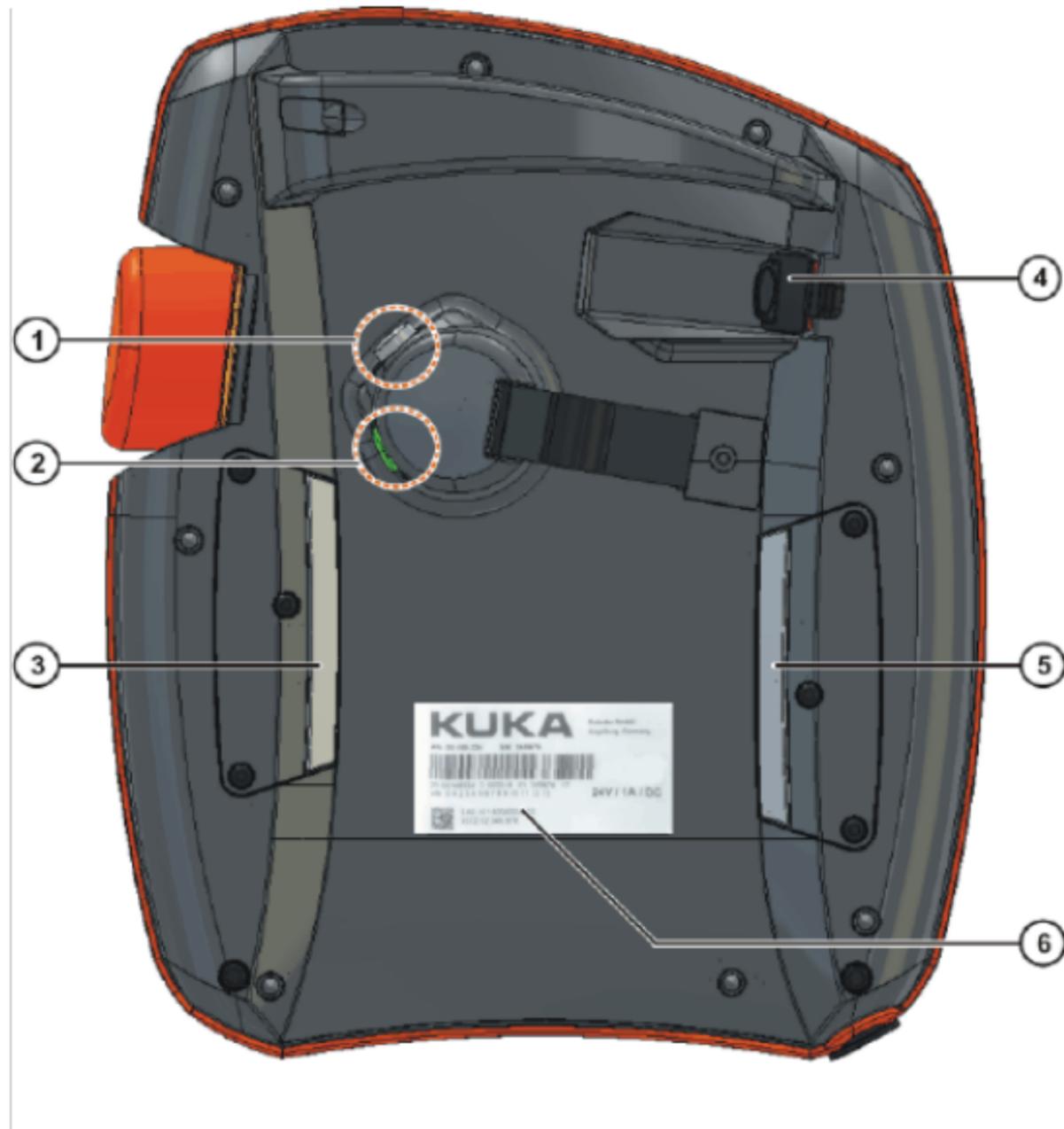


图 4-2: 库卡 smartPAD 背面

- | | | | |
|---|----------|---|--------|
| 1 | 确认开关 | 4 | USB 接口 |
| 2 | 启动键 (绿色) | 5 | 确认开关 |
| 3 | 确认开关 | 6 | 型号铭牌 |

说明

元件	说明
型号铭牌	型号铭牌
启动键	通过启动键，可启动一个程序。
确认开关	<p>确认开关有 3 个位置：</p> <p>未按下</p> <p>中间位置</p> <p>完全按下</p> <p>在运行方式 T1 或 T2 中，确认开关必须保持在中间位置，方可开动机器人。</p> <p>在采用自动运行模式和外部自动运行模式时，确认开关不起作用。</p>
USB 接口	<p>USB 接口被用于存档 / 还原等方面。</p> <p>仅适于 FAT32 格式的 USB。</p>

4.1.3 取下和插入 smartPAD

说明 可在机器人系统接通时取下 smartPAD 。

警告 如果已取下 smartPAD，则无法再通过 smartPAD 上的紧急停止按钮来关断设备。因此必须在机器人控制系统上外接一个紧急停止装置。
 运营商应负责将脱开的 smartPAD 立即从设备中取出并将其妥善保管。保管处应远离在工业机器人上作业的人员的视线和接触范围。目的是为了混淆有效的和无效的紧急停止装置。
 如果没有注意该措施，则可能会造成人员死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。

操作步骤

拔下：

1. 按用来拔下 smartPAD 的按钮。
 smartHMI 上会显示一个信息和一个计时器。计时器会计时 30 秒。在此期间内可从机器人控制器上拔下 smartPAD 。

i 如果在计数器未运行的情况下取下 smartPAD，会触发紧急停止。只有重新插入 smartPAD 才能取消紧急停止。

2. 从机器人控制器上拔下 smartPAD。
 如果在计时器计时期间没有拔下 smartPAD，则此次计时失效。可任意多次按下用于拔下的按钮，以再次显示计时器。

插入：

将 smartPAD 插入机器人控制器。

可随时插入 smartPAD。前提：与拔出的 smartPAD 类型相同。插入 30 秒后，紧急停止和确认开关再次恢复功能。将自动重新显示 smartHMI。（可能需要 30 秒以上。）

插入的 smartPAD 会应用机器人控制器的当前运行方式。

i 当前运行方式并不总是与拔出 smartPAD 之前相同：如果是一个 RoboTeam 的机器人控制系统，则运行方式可能在拔出之后发生变化，例如通过主设备（Master）。

警告 将 smartPAD 插在机器人控制器上的用户，之后至少必须在 smartPAD 旁停留 30 秒，就是说直到紧急停止和确认开关再次恢复正常功能。这样就可避免，例如另一用户在紧急情况下使用暂时无效的紧急停止。
 如果没有注意这一点，则可能会造成人员死亡、身体伤害或财产损失。

4.2 操作界面 KUKA smartHMI

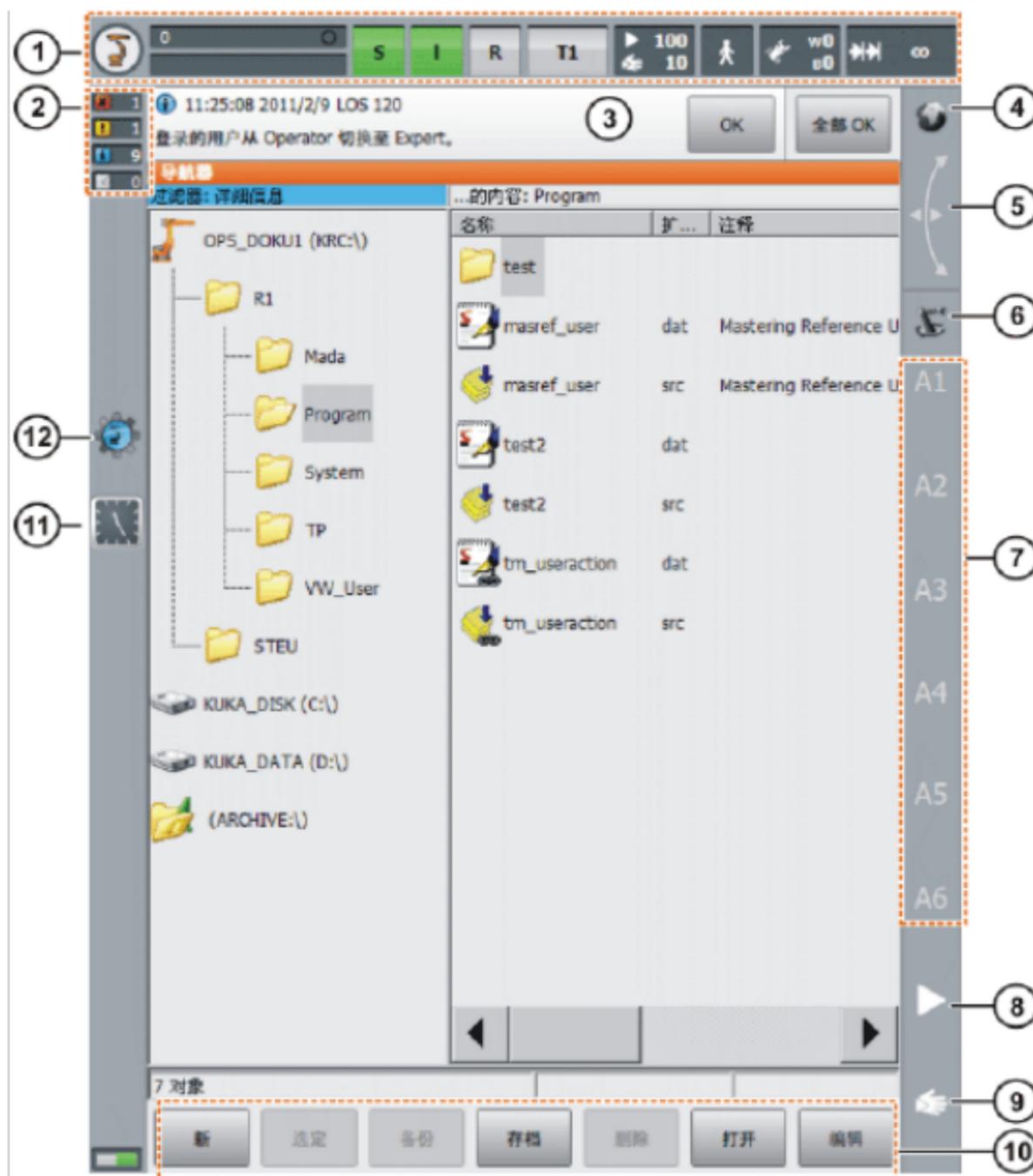


图 4-3: 操作界面 KUKA smartHMI

项号	说明
1	状态栏 (>>> 4.2.1 " 状态栏 " 页码 38)
2	信息提示计数器 信息提示计数器显示，每种信息类型各有多少信息提示等待处理。 触摸信息提示计数器可放大显示。
3	信息窗口 根据默认设置将只显示最后一个信息提示。 触摸信息窗口可放大该窗口并显示所有待处理的信息。 可以被确认的信息可用 OK 键确认。 所有可以被确认的信息可用 全部 OK 键一次性全部确认。
4	状态显示 空间鼠标 该显示会显示用空间鼠标手动运行的当前坐标系。 触摸该显示就可以显示所有坐标系并选择另一个坐标系。
5	显示 空间鼠标定位 触摸该显示会打开一个显示空间鼠标当前定位的窗口，在窗口中可以修改定位。 (>>> 4.13.8 " 确定空间鼠标定位 " 页码 52)

项号	说明
6	<p>状态显示 运行键</p> <p>该显示可显示用运行键手动运行的当前坐标系。 触摸该显示就可以显示所有坐标系并选择另一个坐标系。</p>
7	<p>运行键标记</p> <p>如果选择了与轴相关的运行，这里将显示轴号 (A1、 A2 等)。 如果选择了笛卡尔式运行，这里将显示坐标系的方向 (X、 Y、 Z、 A、 B、 C)。</p> <p>触摸标记会显示选择了哪种运动系统组。</p>
8	<p>程序倍率</p> <p>(>>> 6.5.4 " 设定程序倍率 (POV) " 页码 104)</p>
9	<p>手动倍率</p> <p>(>>> 4.13.3 " 设定手动倍率 (HOV) " 页码 50)</p>
10	<p>按键栏。 按键栏将动态进行变化，并总是针对 smartHMI 上当前激活的窗口。</p> <p>最右侧是按键 编辑。 用这个按键可以调用导航器的多个指令。</p>
11	<p>时钟</p> <p>时钟可显示系统时间。 触摸时钟就会以数码形式显示系统时间以及当前日期。</p>
12	<p>WorkVisual 图标</p> <p>如果无法打开任何项目，则位于右下方的图标上会显示一个红色的小 X。 这种情况会发生在例如项目所属文件丢失时。 在此情况下系统只有部分功能可用，例如将无法打开安全配置。</p>

4.2.1 状态栏

状态栏显示工业机器人特定中央设置的状态。 多数情况下通过触摸就会打开一个窗口，可在其中更改设置。

概览

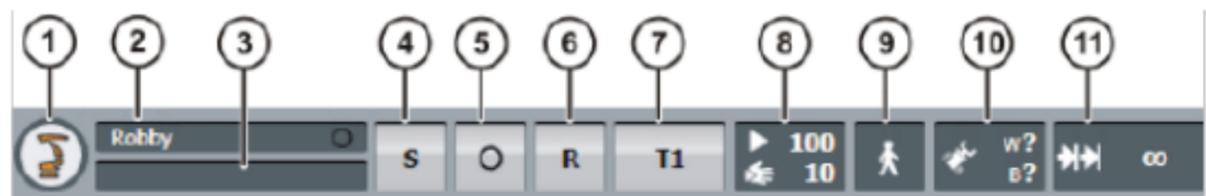


图 4-4: KUKA smartHMI 状态栏

4.2.2 状态显示 “提交解释器 ”

图标	颜色	说明
	黄色	选择了提交解释器。 语句指针位于所选提交程序的首行。
	绿色	提交解释器正在运行。

图标	颜色	说明
	红色	提交解释器被停止。
	灰色	提交解释器未被选择。

4.2.3 键盘

smartPAD 配备一个触摸屏： smartHMI 可用手指或指示笔进行操作。

smartHMI 上有一个键盘可用于输入字母和数字。 smartHMI 可识别到，什么时候需要输入字母或数字并自动显示键盘。

键盘只显示需要的字符。 例如如果需要编辑一个只允许输入数字的栏，则只会显示数字而不会显示字母。



图 4-5: 键盘示例

4.3 接通机器人控制系统，并启动库卡系统软件 (KSS)

操作步骤 将机器人控制系统上的主开关置于 ON(开)。
操作系统和库卡系统软件 (KSS) 自动启动。

若 KSS 未能自动启动，例如因自动启动功能被禁止，则从路径 C:\KRC 中启动程序 StartKRC.exe。

如果机器人控制器将在网络上登录，则启动过程会较长。

4.4 调用主菜单

操作步骤 点击 KCP 上的主菜单按键。 窗口主菜单 打开。
会总是显示上次关闭窗口时的视图。

说明 主菜单 窗口属性：
左栏中显示主菜单。

用箭头触及一个菜单项将显示其所属的下级菜单（例如 配置）。

视打开下级菜单的层数多少，可能会看不到主菜单栏，而是只能看到下级菜单。

右上箭头键重新显示上一个打开的下级菜单。

左上 Home 键显示所有打开的下级菜单。

在下部区域将显示上一个所选择的菜单项（最多 6 个）

这样能直接再次选择这些菜单项，而无须先关闭打开的下级菜单。

左侧白叉关闭窗口。



图 4-6: 例如 :已打开下级菜单 配置

4.5 KSS 结束或重新启动

前提条件 应用人员用户群
运行方式 T1 或 T2

操作步骤

1. 在主菜单中选择 关闭。
2. 选择所需的选项。
3. 按下 结束 KRC。 点击是 确认安全询问。
KSS 将结束。

注意 如果在结束时选择了选项 重新启动 ，则只要重启还未完成，就不允许操作机器人控制器上的主开关。 否则会损坏系统文件。如果在结束时没有选择该选项，则在关断控制系统时可以操作主开关。



如果机器人控制系统识别出一个系统错误或确认有数据发生改变，则无论选择的是何种启动方式，KSS 都将以冷启动方式启动。

说明



图 4-7: 窗关机

下列选项可供使用：

选项	说明
启动类型 - 冷启动	机器人控制系统在切断电源后以冷启动方式启动。（切断电源和启动通常由断开和接通机器人控制系统上的主开关引起。） 该设定只有在专家用户组内才能修改。 (>>> 4.6 " 启动类型 " 页码 42)
启动类型 - 休眠	机器人控制系统在切断电源后以休眠后的启动方式启动。（切断电源和启动通常由断开和接通机器人控制系统上的主开关引起。） 该设定只有在专家用户组内才能修改。 (>>> 4.6 " 启动类型 " 页码 42)
关机等待时间	机器人控制系统关机前的等待时间。等待时间可使得例如在系统出现极短时间供电中断的情况下不立即关闭，而依靠等待时间度过断电。 该值只有在专家用户组内才能修改。
强制冷启动	该设置仅对下次启动有效。该设置只有在专家用户组内才能修改。 激活：下一次启动为冷启动。如果在启动类型下选择了选项 休眠，该设置也有效。
关机等待时间	激活：等待时间在下次关机时被考虑进去。 未激活：等待时间在下次关机时不被考虑。

选项	说明
控制系统 PC 关机	仅在运行方式 T1 和 T2 下可供使用。 机器人控制系统被关机。
重新启动控制系统 PC	仅在运行方式 T1 和 T2 下可供使用。 机器人控制系统被关机，然后又立刻重新启动。
关闭驱动总线 / 接通驱动总线	仅在运行方式 T1 和 T2 下可供使用。 可以关闭或接通驱动总线。 驱动总线状态 的显示： 绿色： 驱动总线接通。 红色： 驱动总线关闭。 灰色 驱动总线状态未知。

4.6 启动类型

启动类型	说明
冷启动	冷启动之后机器人控制系统显示导航器。 没有选定任何程序。 控制器将完全初始化，例如，所有的用户输出端均被置为 FALSE 。
休眠	以休眠方式启动后可以继续执行先前选定的机器人程序。 基础系统的状态，例如程序、语句显示器、变量内容和输出端，均全部得以恢复。 此外，所有与机器人控制系统同时打开的程序又重新打开并处于关机前的状态。 Windows 也重新恢复到之前的状态。

4.7 关闭机器人控制系统。

操作步骤 将机器人控制系统的主开关切换到 OFF 位置。
机器人控制系统自动备份数据。

注意 如果 KSS 之前已用选项 重新启动控制系统 PC退出，并且重新启动尚未结束，则不得按机器人控制系统上的主开关。 否则会损坏系统文件。

4.8 设定操作界面的语种

操作步骤

1. 在主菜单中选择 配置 > 工具 > 语种。
2. 标记所需的语种。 用 OK 键确认。

4.9 更换用户组

操作步骤

1. 在主菜单中选择 配置 > 用户组 。 将显示出当前用户组。
2. 若欲切换至默认用户组，则： 按下标准 。（ 如果已经在默认的用户组中，则不能使用 标准 。）
若欲切换至其它用户组，则： 按下登录 ...。 选定所需的用户组。
3. 如果需要： 输入密码并用 登录 确认。

说明 在库卡系统软件 (KSS) 中，视用户组的不同有不同功能可供选择。 共有下列用户组：

操作人员

操作人员用户组。 此为默认用户组。

用户

操作人员用户群。 (在默认设置中操作人员和应用人员的目标群是一样的。)

专家

程序员用户组。 此用户组通过一个密码进行保护。

安全维护人员

调试人员用户群。 该用户可以激活和配置机器人的安全配置。

此用户组通过一个密码进行保护。

安全投入运行人员

只有当使用 KUKA.SafeOperation 或 KUKA.SafeRangeMonitoring 时，该用户组才相关。 该用户组通过一个密码进行保护。

管理员

功能与专家用户组一样。 另外可以将插件 (Plug-Ins) 集成到机器人控制系统中。

此用户组通过一个密码进行保护。

默认密码为 “kuka”。

新启动时将选择默认用户组。

如果要切换至 AUT (自动) 运行方式或 AUT EXT 运行方式 (外部自动运行)，则机器人控制器将出于安全原因切换至默认用户组。 如果希望选择另外一个用户组，则须此后进行切换。

如果在一段固定时间内未在操作界面进行任何操作，则机器人控制系统将出于安全原因切换至默认用户组。 默认设置为 300 秒。

4.10 锁闭机器人控制系统

说明

机器人控制系统可被锁闭。 由此可将其对所有的动作均锁闭，除了重新登录之外。

在默认用户组中无法锁闭机器人控制系统。

前提

默认用户组未被选择。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 配置 > 用户组。
2. 请按下 锁闭。 机器人控制系统将对除了登录之外的所有动作均锁闭。 将显示出当前用户组。
3. 重新登录：
 - 作为默认用户登录： 请按下 标准。
 - 作为其它用户登录： 点击登录 ...。 选定所需用户组并用 登录 确认。
 - 如果需要： 输入密码并用 登录 确认。

i 当用与先前同样的用户组登录时，之前用户的所有窗口和程序均保留打开状态。 数据不会丢失。
当用与先前不同的用户组登录时，之前用户的窗口和程序将可能关闭。 数据可能会丢失！

4.11 更换运行方式

i 在程序运行期间，请勿更换运行方式。 如果在程序运行过程中改变了运行方式，则工业机器人会由安全停止 2 停止。

- 前提条件 机器人控制器不处理任何程序。
调用连接管理器的开关的钥匙
- 操作步骤
1. 在 smartPAD 上转动用于连接管理器的开关。 会显示连接管理器。
 2. 选择运行方式。
 3. 将用于连接管理器的开关再次转回初始位置。
所选的运行方式会显示在 smartPAD 的状态栏中。

运行方式	应用	速度
T1	用于测试运行、编程和示教	程序验证： 编程速度 最高 250 mm/s 手动运行： 手动运行速度，最高 250 mm/s
T2	用于测试运行	程序验证： 编程速度 手动运行： 无法进行
AUT	用于不带上级控制系统的工业机器人	编程运行： 编程速度 手动运行： 无法进行
AUT EXT	用于带有上级控制系统（例如 PLC）的工业机器人	编程运行： 编程速度 手动运行： 无法进行

4.12 坐标系

概览 在机器人控制系统中定义了下列笛卡尔坐标系：

世界
ROBROOT
基础
工具

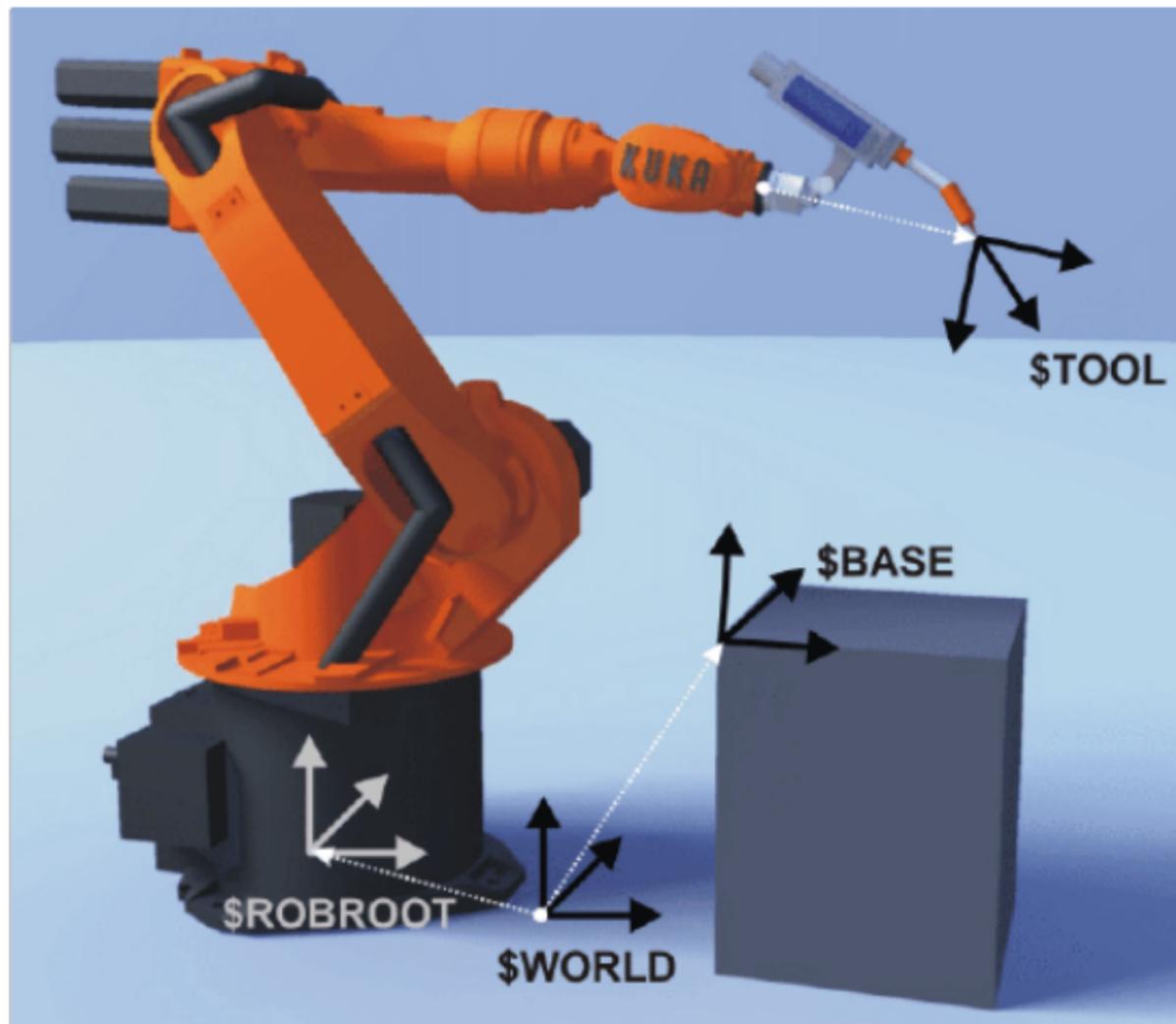


图 4-8: 坐标系概览

说明

世界

世界坐标系是一个固定定义的笛卡尔坐标系，`$WORLD` 是用于 `$ROBROOT` 坐标系和基础坐标系的原点坐标系。

在默认配置中，世界坐标系位于机器人足部。

ROBROOT

`$ROBROOT` 坐标系是一个笛卡尔坐标系，固定位于机器人足部。`$ROBROOT` 可以根据世界坐标系说明机器人的位置。

在默认配置中，`$ROBROOT` 坐标系与世界坐标系是一致的。`$ROBROOT` 用 `$ROBROOT` 可以定义机器人相对于世界坐标系的移动。

基础

基础坐标系是一个笛卡尔坐标系，用来说明工件的位置。`$BASE` 它以世界坐标系为参照基准。

在默认配置中，基础坐标系与世界坐标系是一致的。`$BASE` 由用户将其移入工件。

(>>> 5.6.2 " 测量基准 " 页码 80)

工具

工具坐标系是一个笛卡尔坐标系，位于工具的工作点中。

在默认配置中，工具坐标系的原点在法兰中心点上。`$TOOL` (因而被称作法兰坐标系。) 工具坐标系由用户移入工具的工作点。

(>>> 5.6.1 " 测量工具 " 页码 74)

机器人坐标系的转角

转角	绕轴旋转
转角 A	绕 Z 轴旋转
转角 B	绕 Y 轴旋转
转角 C	绕 X 轴旋转

4.13 手动运行机器人

说明 手动运行机器人分为 2 种方式：

笛卡尔式运行

TCP 沿着一个坐标系的轴正向或反向运行。

与轴相关的运行

每个轴均可以独立地正向或反向运行。

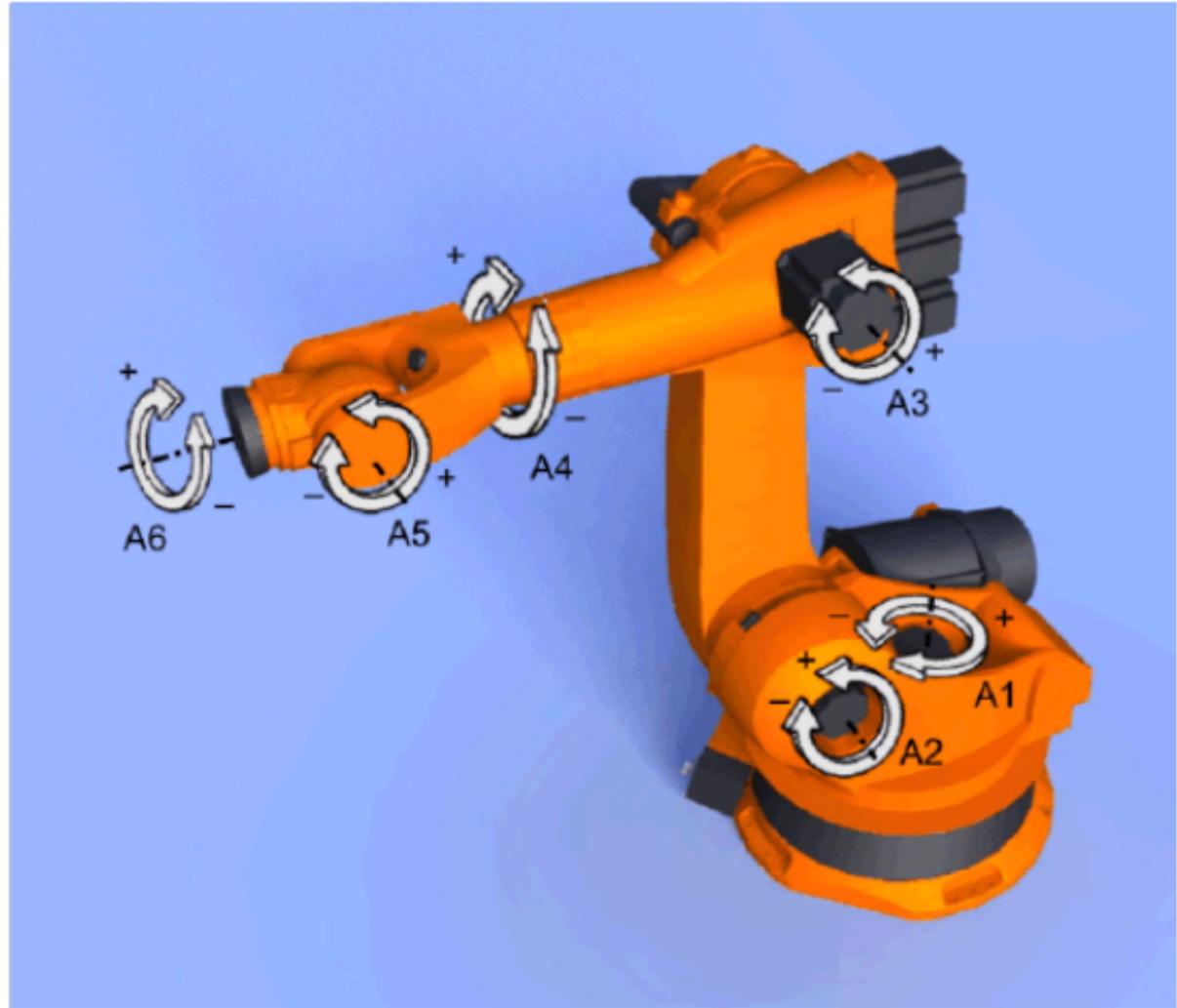


图 4-9: 与轴相关的运行

有 2 个操作元件可以用来运行机器人：

运行键

空间鼠标

概览

	笛卡尔式运行	与轴相关的运行
运行键	(>>> 4.13.6 " 用运行键按笛卡尔坐标移动 " 页码 51)	(>>> 4.13.5 " 用运行键进行与轴有关的移动 " 页码 50)
空间鼠标	(>>> 4.13.9 " 用空间鼠标按笛卡尔坐标移动 " 页码 53)	可以用空间鼠标进行与轴相关的运行，但本文不予介绍。

4.13.1 窗口“手动移动选项”

说明 用于手动移动机器人的所有参数均可在 手动移动选项 窗口中设置。

操作步骤 打开 手动移动选项 窗口：

1. 在 smartHMI 上打开一个状态显示窗，例如状态显示 POV。（无法显示 提交解释器、驱动装置 和 机器人解释器 的状态。）一个窗口打开。
2. 点击 选项。窗口手动移动选项 打开。

对于大多数参数来说，无需专门打开 手动移动选项 窗口。您可以通过 smartHMI 的状态显示来设置。

4.13.1.1 选项卡 “一般设置 ”

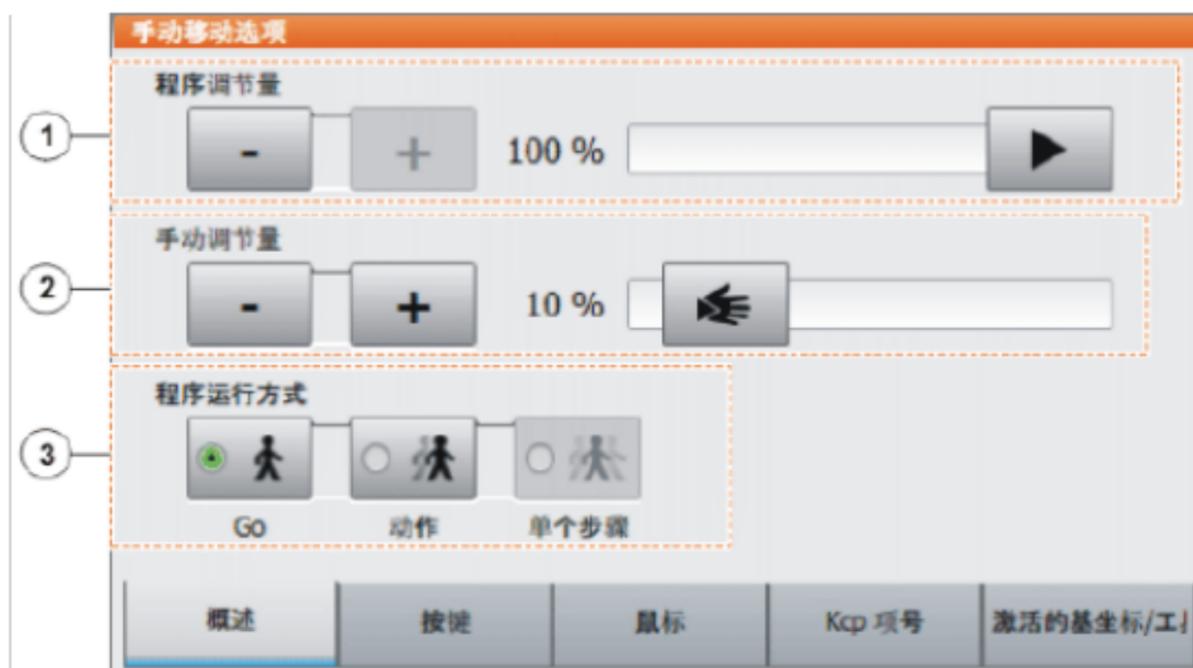


图 4-10: 选项卡一般设置

说明

项号	说明
1	设定程序倍率。 (>>> 6.5.4 " 设定程序倍率 (POV) " 页码 104)
2	设定手动倍率 (>>> 4.13.3 " 设定手动倍率 (HOV) " 页码 50)
3	选择程序运行方式 (>>> 6.5.2 " 程序运行方式 " 页码 104)

4.13.1.2 选项卡 “按键 ”



图 4-11: 选项-按键

说明

项号	说明
1	激活运行模式 “运行键” (>>> 4.13.2 “激活运行模式” 页码 50)
2	选择运动系统组。 运动系统组定义了运行键针对哪个轴。 默认： 机器人轴 (= A1 ... A6) 根据不同的设备配置，可能还有其他的运动系统组。 (>>> 4.14 “手动运行附加轴” 页码 54)
3	用运行键选择运行的坐标系
4	增量式手动移动 (>>> 4.13.10 “增量式手动模式” 页码 54)

4.13.1.3 选项卡 “鼠标”



图 4-12: 选项-鼠标

说明

项号	说明
1	激活运行模式 “空间鼠标” (>>> 4.13.2 “激活运行模式” 页码 50)
2	配置空间鼠标 (>>> 4.13.7 “配置空间鼠标” 页码 51)
3	用空间鼠标选择运行的坐标系

4.13.1.4 选项卡 “ Kcp 项号 ”



图 4-13: 选项卡Kcp 项号

说明

项号	说明
1	(>>> 4.13.8 " 确定空间鼠标定位 " 页码 52)

4.13.1.5 选项卡 “ 激活的基坐标 / 工具 ”



图 4-14: 选项卡激活的基坐标 / 工具

说明

项号	说明
1	此处显示当前的工具。 可选择另一个工具。 (>>> 4.13.4 " 选择刀具和基础系 " 页码 50) 显示未知 [?] 表示还没有测量过工具。
2	此处显示当前的基础系。 可选择另一个基础系。 (>>> 4.13.4 " 选择刀具和基础系 " 页码 50) 显示未知 [?] 表示还没有测量过基础系。
3	选择插补模式： 法兰 : 该工具已安装在连接法兰处。 外部 工具 : 该工具为一个固定工具。

4.13.2 激活运行模式

操作步骤

1. 打开 手动移动选项 窗口。
(>>> 4.13.1 " 窗口 "手动移动选项 " " 页码6)
2. 激活 "运行键 "运行模式时：
在选项卡 按键 中激活复选框 激活按键 。
激活 "空间鼠标 "运行模式时：
在选项卡 鼠标 中激活复选框 激活鼠标 。

说明

可同时激活 "运行键 "和 "空间鼠标 "这两种运行模式。 如果用运行键运行机器人，则空间鼠标被锁闭，直到机器人再次静止。 如果操作了空间鼠标，则运行键被锁闭。

4.13.3 设定手动倍率 (HOV)

说明

手动调节量是手动运行时机器人的速度。 它以百分比表示，以机器人在手动运行时的最大可能速度为基准。 该值为 250mm/s 。

操作步骤

1. 触摸状态显示 POV/HOV 。 关闭窗口 倍率 将打开。
2. 设定所希望的手动倍率。 可通过正负键或通过调节器进行设定。
正负键： 可以以 100%、75%、50%、30%、10%、3%、1% 步距为单位进行设定
调节器： 倍率可以以 1% 步距为单位进行更改。
3. 重新触摸状态显示 POV/HOV 。 (或触摸窗口外的区域。)
窗口关闭并应用所需的倍率。

 在窗口 倍率 中可通过 选项 打开窗口 手动移动选项 。

另一种方法

也可使用 KCP 右侧的正负按键来设定倍率。

可以以 100%、75%、50%、30%、10%、3%、1% 步距为单位进行设定。

4.13.4 选择刀具和基础系

说明

最多可在机器人控制系统中储存 16 个工具坐标系和 32 个基础坐标系。使用笛卡尔方法时，必须选择一个工具 (工具坐标系) 和一个基座 (基础坐标系) 。

操作步骤

1. 触摸状态显示 工具 / 基坐标 。 激活的基坐标 / 工具 窗口打开。
2. 选择所需的工具和所需的基坐标。
3. 窗口关闭并应用选项。

4.13.5 用运行键进行与轴有关的移动

前提条件

运行模式 "运行键 "已激活。
运行方式 T1

操作步骤

1. 选择 轴 作为运行键的坐标系。
2. 设定手动倍率。
3. 按住确认开关。
在运行键旁边将显示轴 A1 至 A6 。
4. 按下正或负运行键，以使轴朝正方向或反方向运动。



机器人在运行时的位置可通过如下方法显示：选择主菜单 显示 > 实际位置。

4.13.6 用运行键按笛卡尔坐标移动

前提条件

运行模式 “运行键 ”已激活。

运行方式 T1

工具和基坐标系已选定。

(>>> 4.13.4 " 选择刀具和基础系 " 页码 50)

操作步骤

1. 选择运行键的坐标系统 世界、基准 或工具。
2. 设定手动倍率。
3. 按住确认开关。

运行键旁边会显示以下名称：

X、Y、Z：用于沿选定坐标系的轴进行线性运动

A、B、C：用于沿选定坐标系的轴进行旋转运动

4. 按下正或负运行键，以使机器人朝正或反方向运动。



机器人在运行时的位置可通过如下方法显示：选择主菜单 显示 > 实际位置。

4.13.7 配置空间鼠标

操作步骤

1. 打开窗口 手动移动选项 并选择选项卡 鼠标。
(>>> 4.13.1 " 窗口 “手动移动选项 ” " 页码6)
2. 组别 鼠标设置：
 - 复选框 主要
 - 按需要接通或关闭主要模式。
 - 选项栏 6D；XYZ；ABC：
 - 选择 TCP 以直线式、旋转式还是两者并用的方式运动。
3. 关闭窗口 手动移动选项。

说明



图 4-15: 鼠标设置

复选框 主要

根据主要模式，可以用空间鼠标仅运行一个轴或同时运行几个轴。

复选框	说明
激活	主要模式已接通。只运行通过空间鼠标达到最大偏移的轴。
未激活	主要模式已关闭。根据轴的选择，可以同时运行 3 或 6 个轴。

选项	说明
6D	只能通过拉动、按压、转动或倾斜空间鼠标来移动机器人。 采用笛卡尔坐标系运行时可以进行下列动作： 沿 X、Y 和 Z 方向平移 围绕 X、Y 和 Z 轴的旋转动作
XYZ	只能通过拉动或按压空间鼠标来移动机器人。 采用笛卡尔坐标系运行时可以进行下列动作： 沿 X、Y 和 Z 方向平移
ABC	只能通过转动或倾斜空间鼠标来移动机器人。 采用笛卡尔坐标系运行时可以进行下列动作： 围绕 X、Y 和 Z 轴的旋转动作

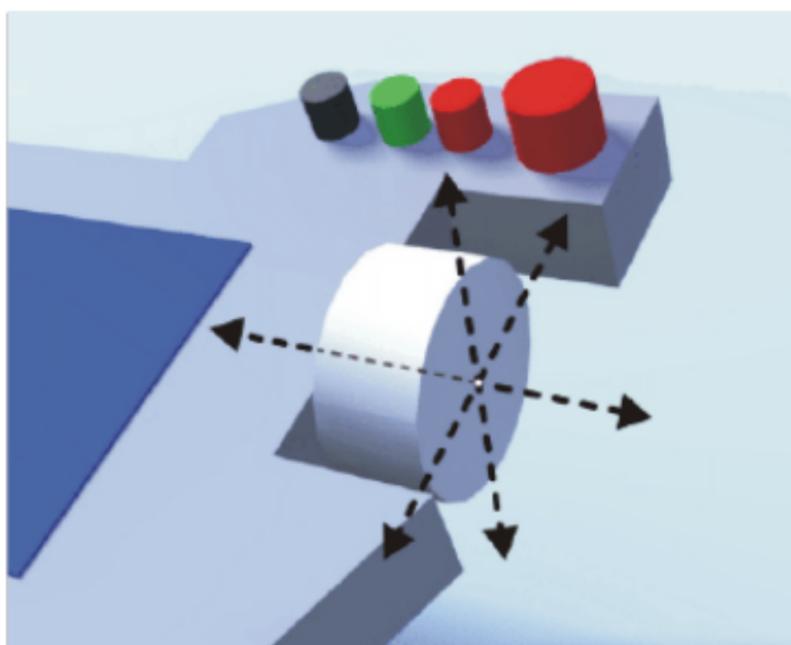


图 4-16: 拉动和按压空间鼠标

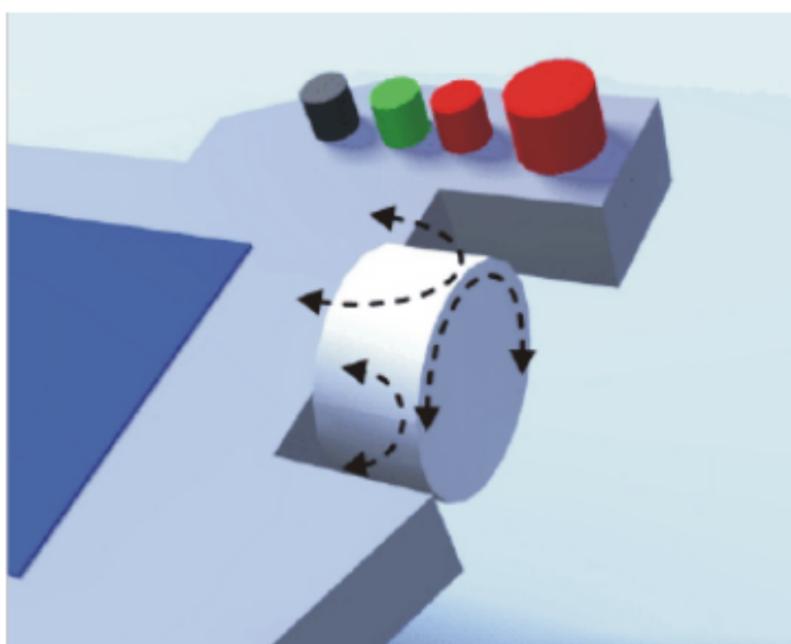


图 4-17: 转动或倾斜空间鼠标

4.13.8 确定空间鼠标定位

说明

Space Mouse（空间鼠标）可按用户所在地进行调整适配，以使

TCP 的移动

方向和 Space Mouse 的偏转动作相适应。

用户所在地则以角度为单位给出。该角度数据的参照点是机床基座上的接线盒。机器人或轴的位置不重要。

默认设置： 0° 。这相当于一位使用人员站在接线盒的对面。

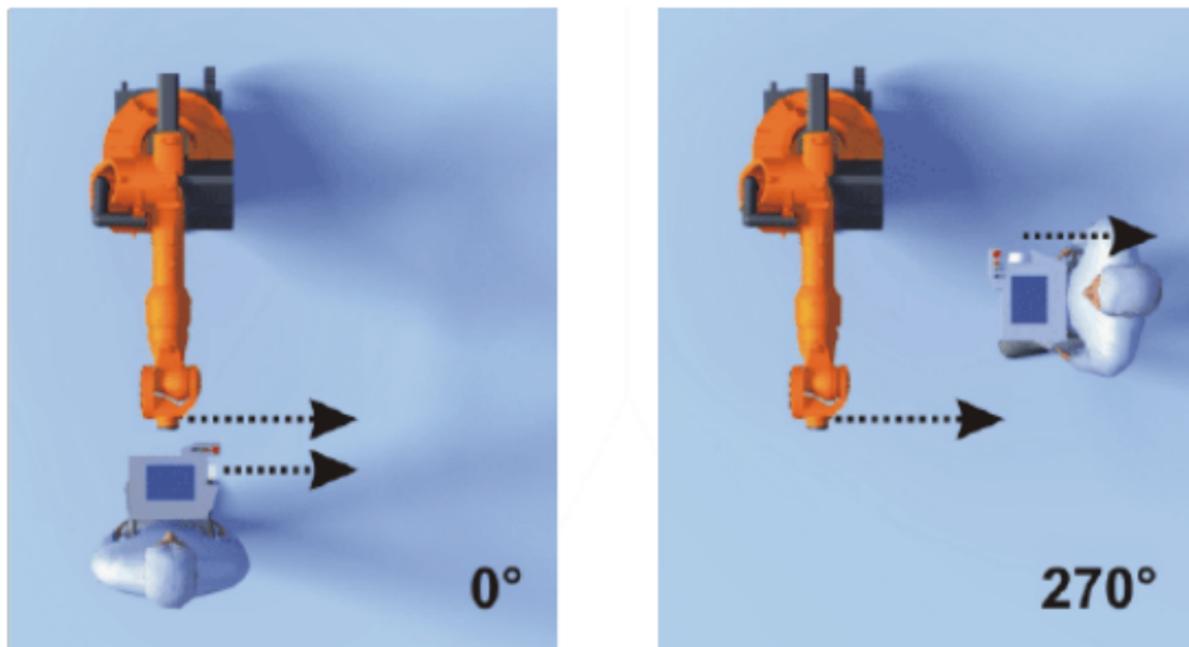


图 4-18: 空间鼠标： 0° 和 270°

前提条件

运行方式 T1

操作步骤

1. 打开窗口 手动移动选项 并选择选项卡 Kcp 项号。



图 4-19: 确定空间鼠标定位

2. 将 KCP 拉到用户所在地相应的位置上。（步距刻度 = 45° ）
3. 关闭窗口 手动移动选项 。



在切换到自动化外部运行方式时，空间鼠标自动定位为

0° 。

4.13.9 用空间鼠标按笛卡尔坐标移动

前提条件

“空间鼠标”运行方式激活。

运行方式 T1

工具和基坐标系已选定。

(>>> 4.13.4 “选择刀具和基础系” 页码 50)

空间鼠标已配置。

(>>> 4.13.7 “配置空间鼠标” 页码 51)

空间鼠标已完成校准。

(>>> 4.13.8 “确定空间鼠标定位” 页码 52)

- 操作步骤
1. 选择空间鼠标的坐标系统 世界、基坐标系 或工具。
 2. 设定手动倍率。
 3. 按住确认开关。
 4. 用空间鼠标将机器人朝所需方向移动。

 机器人在运行时的位置可通过如下方法显示： 选择主菜单 显示 > 实际位置。

4.13.10 增量式手动模式

说明 增量式手动运行模式可以使机器人移动所定义的距离，如 10 mm 或 3° 然后机器人自行停止。

运行时可以用运行键接通增量式手动运行模式。 用空间鼠标运行时不能用增量式手动运行模式。

应用范围：

- 以同等间距进行点的定位
- 从一个位置移出所定义距离，如在故障情况下
- 使用测量表调整

下列选项可供使用：

设置	说明
持续的	已关闭增量式手动移动。
100mm / 10 °	1 增量 = 100 mm 或 10 °
10mm / 3 °	1 增量 = 10 mm 或 3 °
1mm / 1 °	1 增量 = 1 mm 或 1 °
0.1mm / 0.005 °	1 增量 = 0.1 mm 或 0.005 °

增量单位为 mm：

适用于在 X、Y 或 Z 方向的笛卡尔运动。

以度为单位的增量：

适用于在 A、B 或 C 方向的笛卡尔运动。

适用于与轴相关的运动。

前提条件 运行模式 “运行键”已激活。

运行方式 T1

- 操作步骤
1. 在状态栏中选择增量值。
 2. 用运行键运行机器人。 可以采用笛卡尔或与轴相关的模式运行。
如果已达到设定的增量，则机器人停止运行。

 如果机器人的运动被中断，如因放开了确认开关，则在下一个动作中被中断的增量不会继续，而会开始一个新的增量。

4.14 手动运行附加轴

附加轴不能通过空间鼠标来运行。 如果选择了 “空间鼠标”运行模式，则只能用空间鼠标来移动机器人。 而附加轴则必须用运行键来运行。

前提条件 运行模式 “运行键”已激活。

运行方式 T1

- 操作步骤**
1. 在手移动选项 窗口中的 按键 选项卡里选择所希望的运动系统，例如 附加轴。
运动系统组的可用种类和数量取决于设备配置。
 2. 设定手动倍率。
 3. 按住确认开关。
在运行键旁边将显示所选择运动系统组的轴。
 4. 按下正或负运行键，以使轴朝正方向或反方向运动。

说明 根据不同的设备配置，可能还有下列运动系统组：

运动系统组	说明
机器人轴	用运行键可运行机器人轴。 附加轴则无法运行。
附加轴	使用运行键可以运行所有已配置的附加轴，如附加轴 E1 ... E5。
名称 / 外部运动系统组 n	用运行键可运行外部运动系统的轴。 名称将采用系统变量中的 \$ETn_NAME (n = 外部运动系统编号)。如果 \$ETn_NAME 为空，则显示 外部运动系统组 n 作为默认名称。
[用户定义的运动系统组]	用运行键可以运行用户定义的运动系统组的轴。 该名称与用户定义的运动系统组名称吻合。

4.15 桥接工作空间监控

说明 可为一台机器人配置工作空间。 作业空间为设备提供安全保障。

工作空间的类型分为两种：

- 工作空间为禁区。
- 只允许机器人在该工作空间外部运行。
- 仅工作空间为允许区域。
- 机器人不得在该工作空间外部运行。

机器人超出工作空间范围时会发生何种反应，则取决于其配置情况。

可能发生的反应例如：机器人停机，并给出一条信息。 在此情况下，必须将工作空间监控功能进行桥接。 此后机器人可重新从禁区中移出。

前提 专家用户群
运行方式 T1

- 操作步骤**
1. 在主菜单中选择 配置 > 工具 > 工作空间监控 > 桥接。
 2. 手动将机器人从禁区内驶出。
当机器人离开禁区之后，工作空间监控功能则自动重新激活。

4.16 显示功能

4.16.1 显示实际位置

- 操作步骤**
1. 选择主菜单 显示 > 实际位置。 将显示笛卡尔式实际位置。
 2. 按与轴相关 以显示与轴相关的实际位置。
 3. 按笛卡尔式 以再次显示笛卡尔式实际位置。

说明 笛卡尔式实际位置：

显示 TCP 的当前位置 (X、Y、Z) 和方向 (A、B、C)。 另外还显示当前的工具和基础坐标系，以及状态和步骤顺序。

轴相关的实际位置

将显示轴 A1 至 A6 的当前位置。如果有附加轴，也显示附加轴的位置。

在机器人运行过程中，也能显示实际位置。

机器人位置 (笛卡尔式)			
名称	值	单位	
位置			
X	2930.00	mm	
Y	0.00	mm	
Z	1145.00	mm	
取向			
A	0.00	deg	
B	90.00	deg	
C	0.00	deg	
机器人位置			
S	010	二进制	
T	000000	二进制	

图 4-20: 笛卡尔式实际位置

机器人位置 (与轴相关的)			
轴	位置[度, mm]	电机[deg]	
A1	0.00	0.00	
A2	0.00	0.00	
A3	0.00	0.00	
A4	0.00	0.00	
A5	0.00	0.00	
A6	0.00	0.00	
E1	0.00	0.00	

图 4-21: 轴相关的实际位置

4.16.2 显示数字输入 / 输出端

操作步骤

1. 在主菜单中选择 显示 > 输入 / 输出端 > 数字输入 / 输出端 (E/A)。
2. 为显示某一特定输入端 / 输出端：
 - 选定 编号 列的任意一行。
 - 通过键盘输入编号。
 - 显示将跳至带此编号的输入 / 输出端。

说明

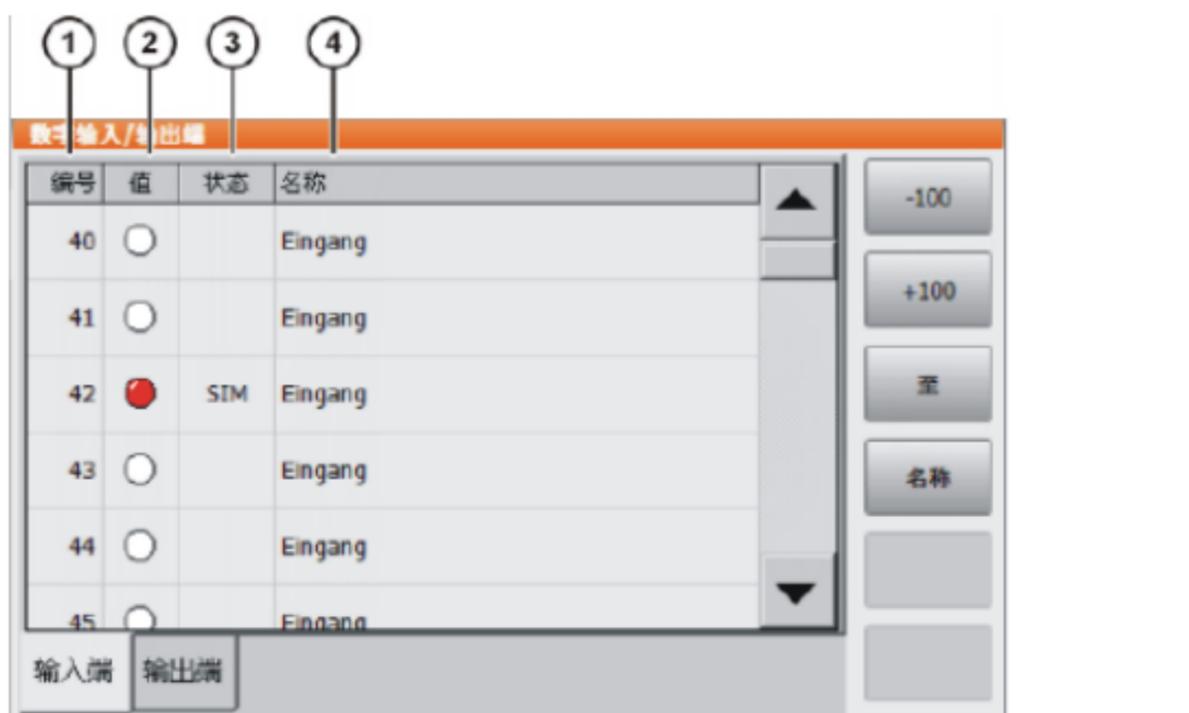


图 4-22: 数字输入端

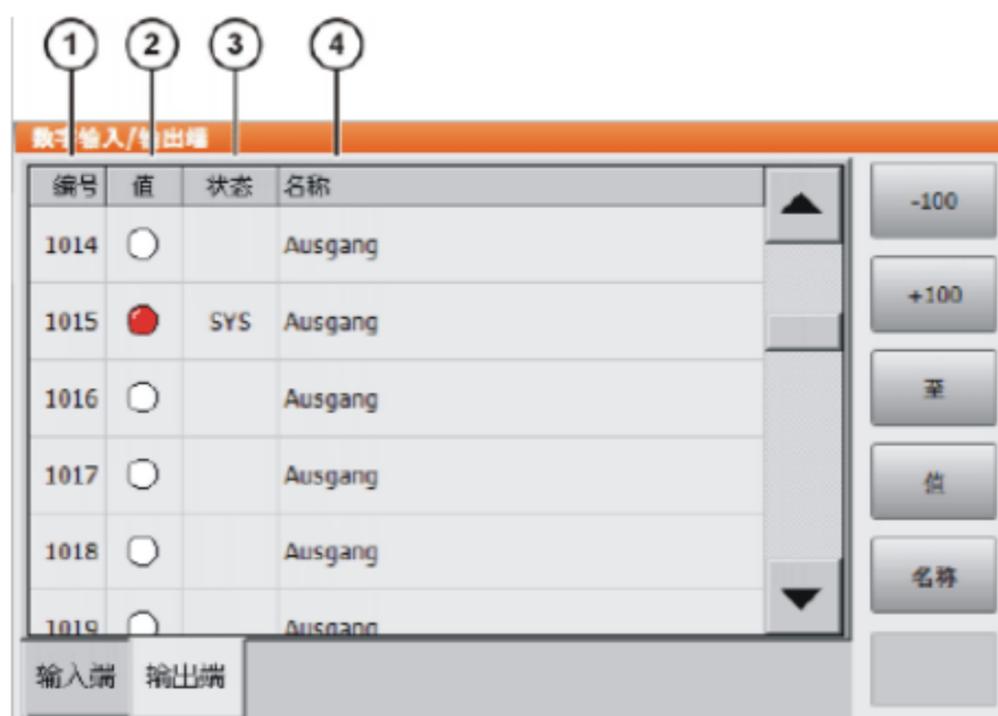


图 4-23: 数字输出端

项号	说明
1	输入 / 输出端编号
2	输入 / 输出端数值。 如果一个输入或输出端为 TRUE，则被标记为红色。
3	SIM 输入： 已模拟输入 / 输出端。 SYS 输入： 输入 / 输出端的值储存在系统变量中。 此输入 / 输出端已写保护。
4	输入 / 输出端名称

下列按键可供使用：

按键	说明
-100	在显示中切换到之前的 100 个输入或输出端。
+100	在显示中切换到之后的 100 个输入或输出端。
至	可输入需搜索的输入或输出端编号。

按键	说明
值	将标记的输入或输出端在 TRUE 和 FALSE 之间转换。前提：确认开关被按下。 在 AUT EXT（外部自动运行）方式下无此按键可用，且在模拟接通时才能用于输入端。
名称	标记的输入 / 输出端名称可更改。

4.16.3 显示模拟信号输入 / 输出端

操作步骤

1. 在主菜单中选择 显示 > 输入 / 输出端 > 模拟输入 / 输出端（E/A）。
2. 为显示某一特定输入端 / 输出端：
 - 选定 编号 列的任意一行。
 - 通过键盘输入编号。
 - 显示将跳至带此编号的输入 / 输出端。

说明

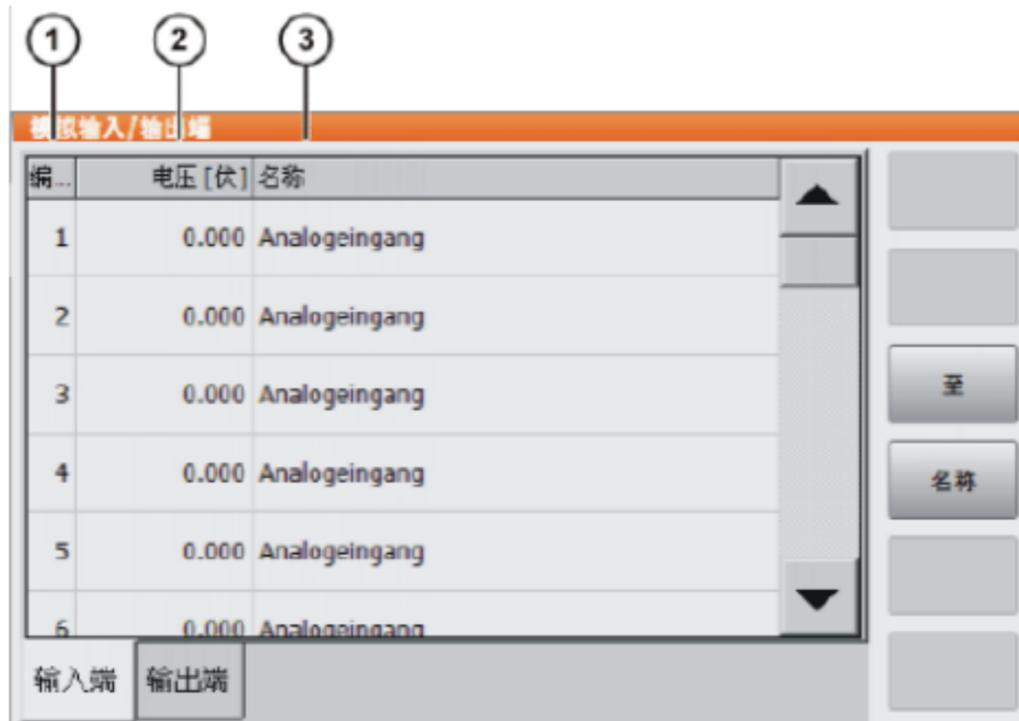


图 4-24: 模拟输入端

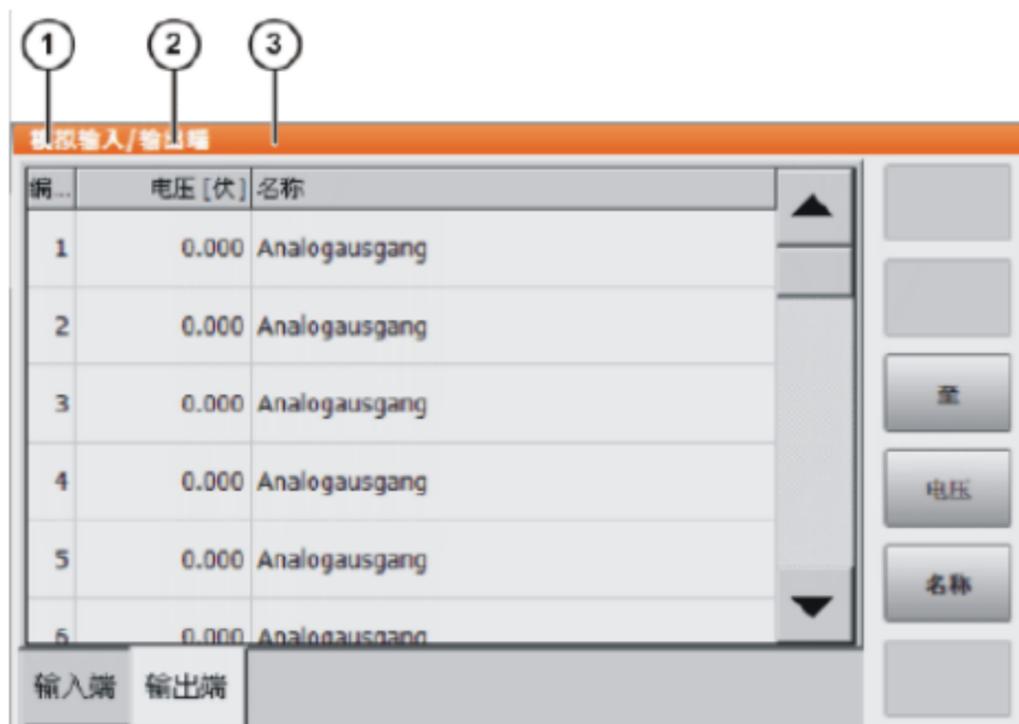


图 4-25: 模拟输出端

项号	说明
1	输入 / 输出端编号
2	输入 / 输出端的电压 -10 ... 10 V
3	输入 / 输出端名称

下列按键可供使用：

按键	说明
电压	对已标记出的输出端可输入一个电压值。 -10 ... 10 V 输入端无此按键可使用。
名称	可改变已标记出的输入 / 输出端的名称。

4.16.4 显示外部自动运行的输入 / 输出端

操作步骤

在主菜单中选择 显示 > 输入 / 输出端 > 外部自动运行 。

说明

件数	名称	类	名称	值
1	0 当前程序号	PGNO	PGNO	0
2	程序号类型	PGNO_TYPE	PGNO_TYPE	1
3	程序号位字节宽度	PGNO_LENGTH	PGNO_LENGTH	8
4	程序编号第一位	PGNO_FBIT	PGNO_FBIT	33
5	奇偶位	PGNO_PARITY	PGNO_PARITY	41
6	程序编号有效	PGNO_VALID	PGNO_VALID	42
7	程序启动	\$EXT_START	\$EXT_START	1026
8	运行开通	\$MOVE_ENABLE	\$MOVE_ENABLE	1025
9	错误确认	\$CONF_MESS	\$CONF_MESS	1026
10	驱动器关闭 (invers)	\$DRIVES_OFF	\$DRIVES_OFF	1025
11	驱动装置接通	\$DRIVES_ON	\$DRIVES_ON	140
12	激活接口	\$I_O_ACT	\$I_O_ACT	1025

图 4-26: 外部自动运行的输入端 (详细显示)

件数	名称	类	名称	值
1	控制器就绪	\$RC_RDY1	\$RC_RDY1	137
2	紧急关闭环路关闭	\$ALARM_STOP	\$ALARM_STOP	1013
3	操作人员保护装置关闭	\$USER_SAF	\$USER_SAF	1011
4	驱动装置处于待机运行状态	\$PERI_RDY	\$PERI_RDY	1012
5	机器人已校准	\$ROB_CAL	\$ROB_CAL	1001
6	接口激活	\$I_O_ACTCONF	\$I_O_ACTCONF	140
7	集合故障	\$STOPMESS	\$STOPMESS	1010
8	内部紧急关闭	内部紧急关闭	内部紧急关闭	1002

图 4-27: 外部自动运行的输出端 (详细显示)

项号	说明
1	编号
2	状态 灰色：未激活（FALSE） 红色：激活（TRUE）
3	输入 / 输出端的长文本名称
4	类型 绿色：输入 / 输出端 黄色：变量或系统变量（\$...）
5	信号或变量的名称
6	输入 / 输出端编号或信道编号

只在按下 详细信息 后，才显示第 4、5 和 6 列。

下列按键可供使用：

按键	说明
配置	切换为外部自动运行配置。
输入端 / 输出端	在输入端和输出端窗口之间切换。
详细信息 / 正常	在视图 详细信息 和 一般 之间进行切换。

4.16.5 显示测量数据

操作步骤

- 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 测量点，并选出所需菜单项：
工具类型
基座型号
外部轴
- 输入工具、基座或者外部动作的编号。
显示测量方式和测量数据。

4.16.6 显示关于机器人和机器人控制系统的信息

操作步骤

在主菜单中选择 帮助 > 信息。

说明

例如在向库卡客户支持系统咨询时会需要机器人系统的相关信息。

选项卡包括以下信息：

选项卡	说明
信息	机器人控制系统的型号 机器人控制系统的版本 操作界面的版本 基本系统的版本
机器人	机器人名称 机器人的型号和配置 运行时间 在驱动装置接通后，运行小时计数器开始运转。也 可通过 \$ROBRUNTIME 变量显示运行时间。 轴数 附加轴列表 机床数据的版本

选项卡	说明
系统	控制系统 PC 机的名称 操作系统版本 存储容量
选项	附加安装选项和工艺数据包
注释	附加注释
模块	重要系统文件的名称和版本 用按键 储存 可将选项卡 模块 的内容输出至文件 C:\KRC\ROBOTER\LOG\OCXVER.TXT。

4.16.7 显示 / 编辑机器人数据

操作步骤

在主菜单中选择 投入运行 > 机器人数据 。

说明

图 4-28: 窗 机器人数据

项号	说明
1	序列号
2	运行时间。 在驱动装置接通后，运行小时计数器开始运转。 也可通过 \$ROBRUNTIME 变量显示运行时间。
3	机床数据名称
4	机器人名称。 机器人名称可以更改。
5	机器人控制器的数据可以保存到网络路径中。 (>>> 6.8.3 " 保存在网络上 " 页码 111) 这里可确定此时应保存数据的路径。
6	只有在复选框未激活的情况下，才能显示该栏 同时也采用存档名称中的机器人名称。 。 这里可以确定存档文件的名称。
7	复选框打勾 : 会将机器人名称用作存档文件的名称。 如果没有确定机器人的名称，则会使用 archive (存档) 作为名称。 复选框未打勾 : 可为存档文件确定自己的名称。

此按钮不适用于应用人员用户群。

5 投入运行和重新投入运行

5.1 投入运行助手

说明 可借助投入运行助手执行投入运行。 该助手教用户投入运行的基本步骤。

操作步骤 在主菜单中选择 投入运行 > 投入运行助手 。

5.2 检查机床数据

说明 必须已载入正确的机床数据。 检查时必须将已载入的机床数据与铭牌上的机床数据进行对比。

如果要载入新的机床数据，则机床数据的状态必须与库卡系统软件 (KSS) 状态完全吻合。 这样才能确保， 如果要使用机床数据， 则机床数据与所应用的 KSS 版本是一起交付的。

危险 如果载入了错误的机床数据，则不得运行机器人！ 否则会造成死亡、严重身体伤害或巨大的财产损失。 必须已载入正确的机床数据。

KUKA Roboter GmbH Augsburg Germany			
Typ	Type	Type	KR XXX LXXX Xx-2 K-W-F XxxXYZ
Artikel-Nr.	Article-No.	No.d'article	XXXXXXXXXX
Serie-Nr.	Serial-No.	No.Série	XXXXXX
Hergestellt	Manufactured	Fabriqué	2004-02
Gewicht	Weight	Poids	1200 kg
\$TRAFONAME()="#....."			TRAF01513321654984649352841
...MADA\			MADA15133216549846493554861

图 5-1: 型号铭牌

操作步骤 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 机器人数据 。

机器人数据 窗口打开。

2. 调整以下数据：

机器人数据 窗口里： 机床数据 栏内的数据

在机器人基座的铭牌上： \$TRAFONAME()="# 行中的数据 "



机床数据在 CD 上的存储路径请见铭牌的 一行。

5.3 机器人在没有上级安全控制系统的情况下运行

说明 为能让机器人在没有上级安全控制系统的情况下运行，必须激活投入运行模式。 机器人就能在 T1 运行方式下移动。

如果已连接到上级安全控制系统，则无法激活投入运行模式。 如果机器人处于投入运行模式，此时与上级安全控制系统建立连接，则投入运行模式将自动取消激活。

 危险	在投入运行模式下外部防护装置将失去作用。 在投入运行模式的相关安全提示。 (>>> 3.8.3.1 " 投入运行模式 " 页码 26)	请注意投入运行模式的相关安全提示。
---	--	-------------------

在投入运行模式中将切换为如下模拟初始状态：

- 防护门打开。
- 没有待处理的外部紧急停止指令。
- 安全停止 2 未被请求。

前提条件

未与上级安全控制系统连接
运行方式 T1

操作步骤

在主菜单中选择 投入运行 > 服务 > 投入运行模式 。

菜单	说明
	投入运行模式激活。 触摸该菜单项取消激活此模式。
	投入运行模式未激活。 触摸该菜单项激活此模式。

5.4 检查定位精确的机器人型号的启动

说明

如果使用定位精确的机器人，则必须检查是否已激活了定位精确的机器人型号。

对于定位精确的机器人，会因各台机器人的部件公差和弹性效应而对位置偏差进行补偿。 定位精确的机器人会在公差极限内将已编程的 TCP 定位在整个笛卡尔工作空间中。 将在一个测量位置上测定定位精确的机器人的型号参数并将其长期保存在机器人上 (RDC) 。

	定位精确的机器人型号只适用于机器人的供货状态。 改装或加装机器人后，例如加长机械臂或更换新的机械手后，必须重新测量机器人。
---	---

功能

定位精确的机器人有以下功能：

- 定位精度提高，约提高系数 10
- 轨道精确度提高

	在机器人控制器中正确输入负载数据是提高定位和轨道精确度的前提条件。
---	-----------------------------------

更换机器人时可以简便的应用程序 (无需重新示教)
使用 WorkVisual 离线编程后可简便的应用程序 (无需重新示教)

操作步骤

1. 在主菜单中选择 帮助 > 信息 。
2. 在选项卡 机器人 中检查是否已激活了定位精确的机器人型号。 (= 定位精确的机器人 说明)

5.5 调整

概览

每个机器人都必须进行调整。机器人只有在调整之后方可进行笛卡尔运动并移至编程位置。机器人的机械位置和电子位置会在调整过程中协调一致。为此必须将机器人置于一个已经定义的机械位置，即调整位置。然后，每个轴的传感器值均被储存下来。

所有机器人的调整位置都相似，但不完全相同。精确位置在同一机器人型号的不同机器人之间也会有所不同。



图 5-2: 调整位置 - 大概位置

在以下情况下必须对机器人进行调整：

情况	备注
在投入运行时	---
在进行维护操作之后，如更换了电机或者 RDC，机器人的调整值丢失	(>>> 5.5.6 " 参照调整 " 页码 73)
若机器人在无机器人控制系统操控的情况下运动（例如借助自由旋转装置）	---
更换传动装置后	进行新的调整之前必须将原有调整数据删除！通过手动将轴取消调节来删除调整数据。
以高于 250 mm/s 的速度上行移至一个极限卡位之后	
在碰撞后	

5.5.1 调整方法

概览

调整机器人有下列方法：

- 用 EMD (Electronic Mastering Device)
- (>>> 5.5.3 " 使用 EMD 调整 " 页码 67)

用千分表

(>>> 5.5.4 " 使用千分表进行调整 " 页码 71)

在每次调整之前都必须将轴移至预调位置。



建议使用 EMD 进行调整。

此外还可使用 "参照调整" 方法。 只在进行了特定的维护之后才使用本方法调整机器人。

(>>> 5.5.6 " 参照调整 " 页码 73)

5.5.2 将轴移入预调位置

说明

运行各轴，使调整标记重叠。

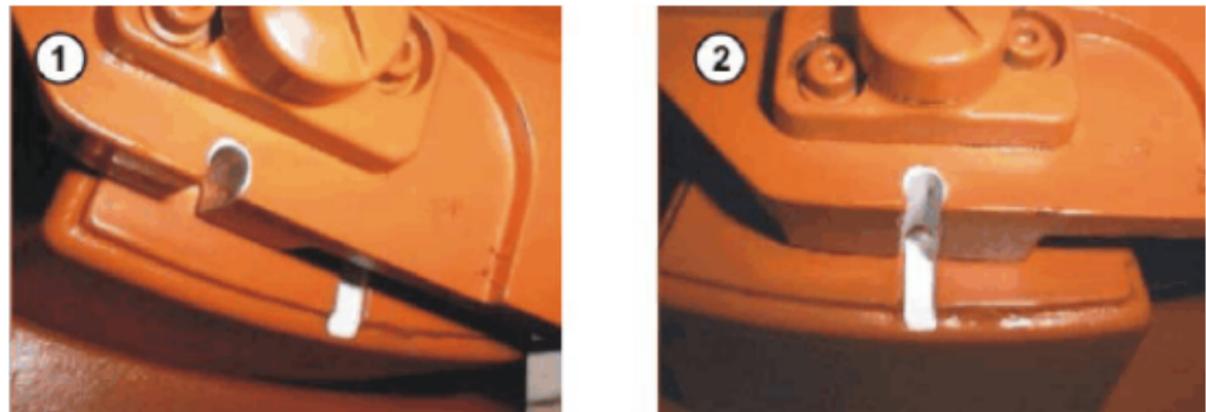


图 5-3: 将轴运行到预调位置

调整标记位于机器人上的下列位置：

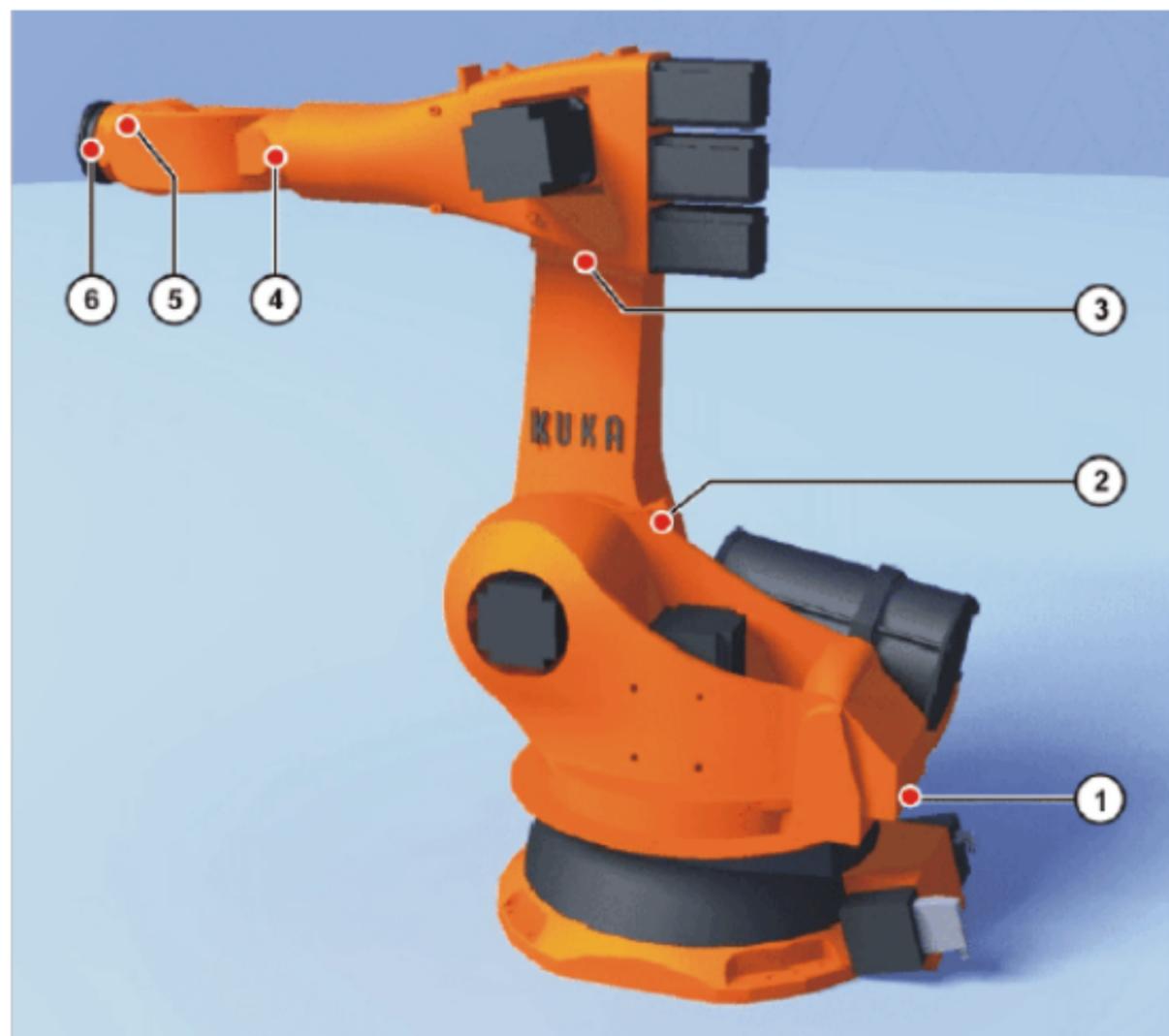


图 5-4: 机器人上的调整标记



由于机器人的型号不同，调整标记的位置会与插图稍有差异。

前提条件

运行模式 “运行键 ”已激活。

运行方式 T1

操作步骤

1. 选择 轴 作为运行键的坐标系。
2. 按住确认开关。
在运行键旁边将显示轴 A1 至 A6 。
3. 按下正或负运行键，以使轴朝正方向或反方向运动。
4. 将轴从 A1 开始运行，使调整标记相互重叠。

注意

如果 A4 和 A6 进入预调位置，则需要注意，供电系统（如果有的话）应处在正确位置，不得翻转 360°。

5.5.3 使用 EMD 调整

概览

在使用 EMD 调整时，机器人控制系统自动将机器人移动至调整位置。先不带负载调整，然后带负载调整。可以储存不同负载的多种调整。

用 EMD 进行的调整工作由以下步骤组成：

步骤	说明
1	首次零点校正 (>>> 5.5.3.1 " 用 EMD 进行首次调整 " 页码 67) 进行首次调整时不加负载。
2	偏差学习 (>>> 5.5.3.2 " 偏差学习 " 页码 70) 进行带负载的 “偏差学习 ”。与首次调整的差值被储存。
3	需要时： 检查有偏差的负载调整 (>>> 5.5.3.3 " 检查有偏差的负载调整 " 页码 70) “检查有偏差的负载调整 ”为带负载进行，针对的是已经学习过偏差的负载。 应用范围： 首次调整的检查 如果首次调整丢失（如在更换电机或碰撞后），则还原首次调整。由于学习过的偏差在调整丢失后仍然存在，所以机器人可以计算出首次调整。

5.5.3.1 用 EMD 进行首次调整

前提

机器人没有负载。也就是说，没有安装工具或工件和附加负载。

所有轴都处于预调位置。

没有选择程序。

运行方式 T1

操作步骤

注意

始终将 EMD 不带测量导线拧到测量筒上。然后方可将测量导线接到 EMD 上。否则测量导线会被损坏。同样在拆除 EMD 时也始终先拆下 EMD 的测量导线。然后才将 EMD 从测量筒上拆下。在调整之后，将测量导线从接口 X32 上取下。否则会出现干扰信号或导致损坏。

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 调整 > EMD > 带负载校正 > 首次调整。一个窗口打开。所有待调整的轴都显示出来。编号最小的轴已被选定。
2. 取下接口 X32 上的盖子。

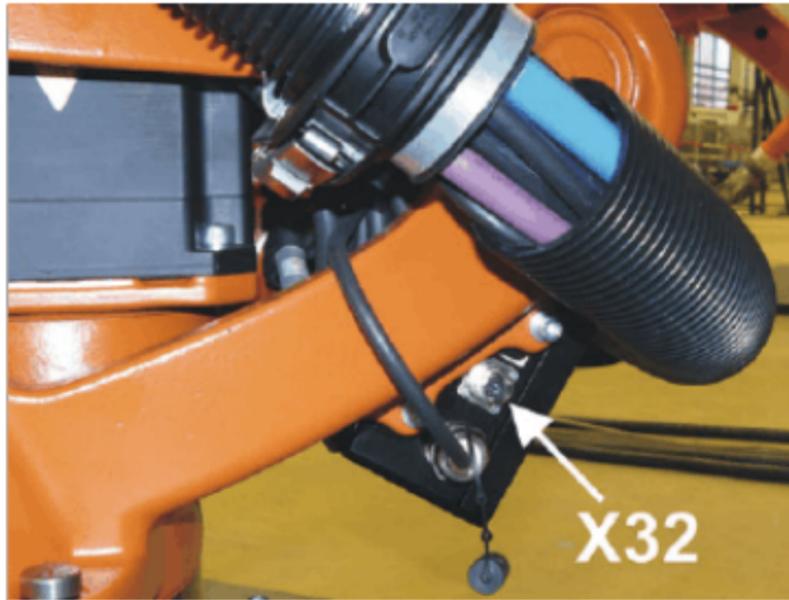


图 5-5: 取下 X32 上的盖子

3. 将测量导线接到 X32 上。

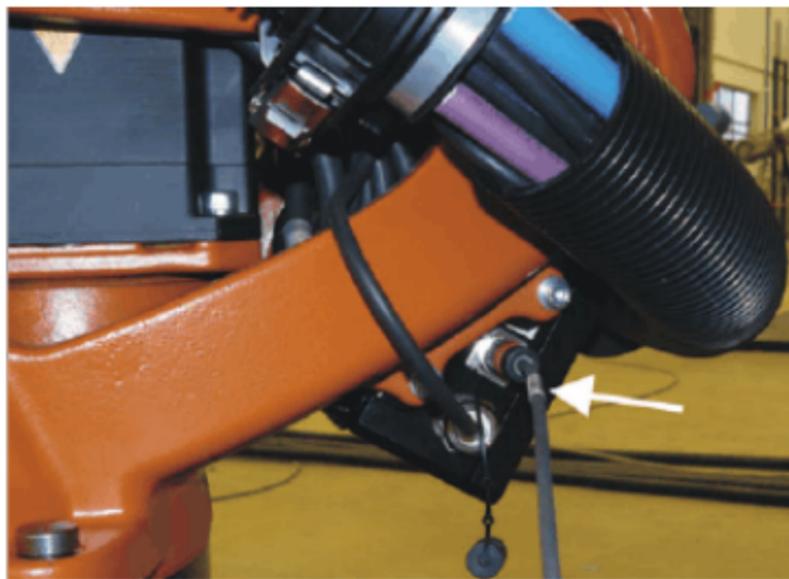


图 5-6: 将测量导线接到 X32 上

4. 从窗口中选定的轴上取下测量筒的防护盖。（翻转过来的 EMD 可用作螺丝刀。）



图 5-7: 取下测量筒的防护盖

5. 将 EMD 拧到测量筒上。



图 5-8: 将 EMD 拧到测量筒上

6. 将测量导线接到 EMD 上。在此过程中，将插头的红点对准 EMD 内的槽口。



图 5-9: 将测量导线接到 EMD 上

7. 点击 调整。

8. 按下确认开关和启动键。

如果 EMD 已经通过了测量切口，则调整位置将被计算。
运行。数值被储存。该轴在窗口中消失。

机器人自动停止

9. 将测量导线从 EMD 上取下。然后从测量筒上取下 EMD，并将防护盖重新装好。
10. 对所有待调整的轴重复步骤 4 至 9。
11. 关闭窗口。
12. 将测量导线从接口 X32 上取下。

5.5.3.2 偏差学习

说明

进行带负载的“偏差学习”。与首次调整的差值被储存。

如果机器人带各种不同负载工作，则必须对每个负载都进行“偏差学习”。对于抓取沉重部件的夹持器来说，则必须对夹持器分别在不带部件时和带部件时进行“偏差学习”。

前提

与首次调整时同样的环境条件（温度等）

负载已装在机器人上。

所有轴都处于预调位置。

没有选择任何程序。

运行方式 T1

操作步骤

注意 始终将 EMD 不带测量导线拧到测量筒上。然后方可将测量导线接到 EMD 上。否则测量导线会被损坏。同样在拆除 EMD 时也始终先拆下 EMD 的测量导线。然后才将 EMD 从测量筒上拆下。在调整之后，将测量导线从接口 X32 上取下。否则会出现干扰信号或导致损坏。

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 调整 > EMD > 带负载校正 > 偏差学习。
2. 输入工具编号。用工具 OK 确认。
一个窗口打开。所有未学习工具的轴都显示出来。编号最小的轴已被选定。
3. 取下接口 X32 上的盖子，然后将测量导线接上。
4. 从窗口中选定的轴上取下测量筒的防护盖。（翻转过来的 EMD 可用作螺丝刀。）
5. 将 EMD 拧到测量筒上。
6. 将测量导线接到 EMD 上。在此过程中，将插头的红点对准 EMD 内的槽口。
7. 按下学习。
8. 按下确认开关和启动键。
如果 EMD 已经通过了测量切口，则调整位置将被计算。机器人自动停止运行。一个窗口打开。该轴上与首次调整的偏差以增量和度的形式显示出来。
9. 用 OK 键确认。该轴在窗口中消失。
10. 将测量导线从 EMD 上取下。然后从测量筒上取下 EMD，并将防护盖重新装好。
11. 对所有待调整的轴重复步骤 4 至 10。
12. 关闭窗口。
13. 将测量导线从接口 X32 上取下。

5.5.3.3 检查有偏差的负载调整

说明

应用范围：

首次调整的检查

如果首次调整丢失（如在更换电机或碰撞后），则还原首次调整。由于学习过的偏差在调整丢失后仍然存在，所以机器人可以计算出首次调整。



对某个轴进行检查之前，必须完成对所有较低编号的轴的调整。

前提

与首次调整时同样的环境条件（温度等）
 在机器人上装有一个负载，并且此负载已进行过“偏差学习”。
 所有轴都处于预调位置。
 没有选定任何程序。
 运行方式 T1

操作步骤

注意

始终将 EMD 不带测量导线拧到测量筒上。然后方可将测量导线接到 EMD 上。否则测量导线会被损坏。
 同样在拆除 EMD 时也始终先拆下 EMD 的测量导线。然后才将 EMD 从测量筒上拆下。
 在调整之后，将测量导线从接口 X32 上取下。否则会出现干扰信号或导致损坏。

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 调整 > EMD > 带负载校正 > 负载调整 > 带偏差。
2. 输入工具编号。用工具 OK 确认。
 一个窗口打开。所有已用此工具学习过偏差的轴都显示出来。编号最小的轴已被选定。
3. 取下接口 X32 上的盖子，然后将测量导线接上。
4. 从窗口中选定的轴上取下测量筒的防护盖。（翻转过来的 EMD 可用作螺丝刀。）
5. 将 EMD 拧到测量筒上。
6. 将测量导线接到 EMD 上。在此过程中，将插头的红点对准 EMD 内的槽口。
7. 按下 检查。
8. 按住确认开关并按下启动键。
 如果 EMD 已经通过了测量切口，则调整位置将被计算。机器人自动停止运行。与“偏差学习”的差异被显示出来。
9. 需要时，使用 备份 来储存这些数值。旧的调整值因而被删除。
 如果要恢复丢失的首次调整，必须保存这些数值。



轴 A4、A5 和 A6 以机械方式相连。即：
 当轴 A4 数值被删除时，轴 A5 和 A6 的数值也被删除。
 当轴 A5 数值被删除时，A6 的数值也被删除。

10. 将测量导线从 EMD 上取下。然后从测量筒上取下 EMD，并将防护盖重新装好。
11. 对所有待调整的轴重复步骤 4 至 10。
12. 关闭窗口。
13. 将测量导线从接口 X32 上取下。

5.5.4 使用千分表进行调整

说明

采用测量表调整时由用户手动将机器人移动至调整位置。必须带负载调整。此方法无法将不同负载的多种调整都储存下来。



图 5-10: 测量表

前提条件

负载已装在机器人上。
 所有轴都处于预调位置。
 移动方式 “移动键” 激活，并且 轴 被选择为坐标系统。
 没有选定任何程序。
 运行方式 T1

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 调整 > 千分表。
 一个窗口打开。 所有未经调整的轴均会显示出来。 必须首先调整的轴被标记出。
2. 从轴上取下测量筒的防护盖，将千分表装到测量筒上。
 用内六角扳手松开千分表颈部的螺栓。 转动表盘，直至能清晰读数。 将测量表的螺栓按入千分表直至止挡处。
 用内六角扳手重新拧紧千分表颈部的螺栓。
3. 将手动倍率降低到 1%。
4. 将轴由 “+向” 运行。 在测量切口的最低位置即可以看到指针反转处，将千分表置为零位。
 如果无意间超过了最低位置，则将轴来回运行，直至达到最低位置。 至于
 是由 “+向” -或由 “-向” +运行，则无关紧要。
5. 重新将轴移回预调位置。
6. 将轴由 “+向” 运动，直至指针处于零位前约 5 至 10 个分度。
7. 切换到增量式手动运行模式。
8. 将轴由 “+向” 运行，直至到达零位。



如果超过零位： 重复步骤 5 至 8。

9. 点击 调整。 已调整过的轴从选项窗口中消失。
10. 从测量筒上取下千分表，将防护盖重新装好。
11. 由增量式手动运行模式重新切换到普通正常运行模式。
12. 对所有待调整的轴重复步骤 2 至 11。
13. 关闭窗口。

5.5.5 调整附加轴

说明

KUKA 生产的附加轴不仅可以通过 EMD 进行调整，还可以通过千分表进行调整。

非 KUKA 出品的附加轴则可使用千分表调整。如果希望使用 EMD 进行调整，则必须为其配备相应的测量筒。

操作步骤

附加轴的调整过程与机器人轴的调整过程相同。轴选择列表上除了显示机器人轴，现在也显示所设计的附加轴。

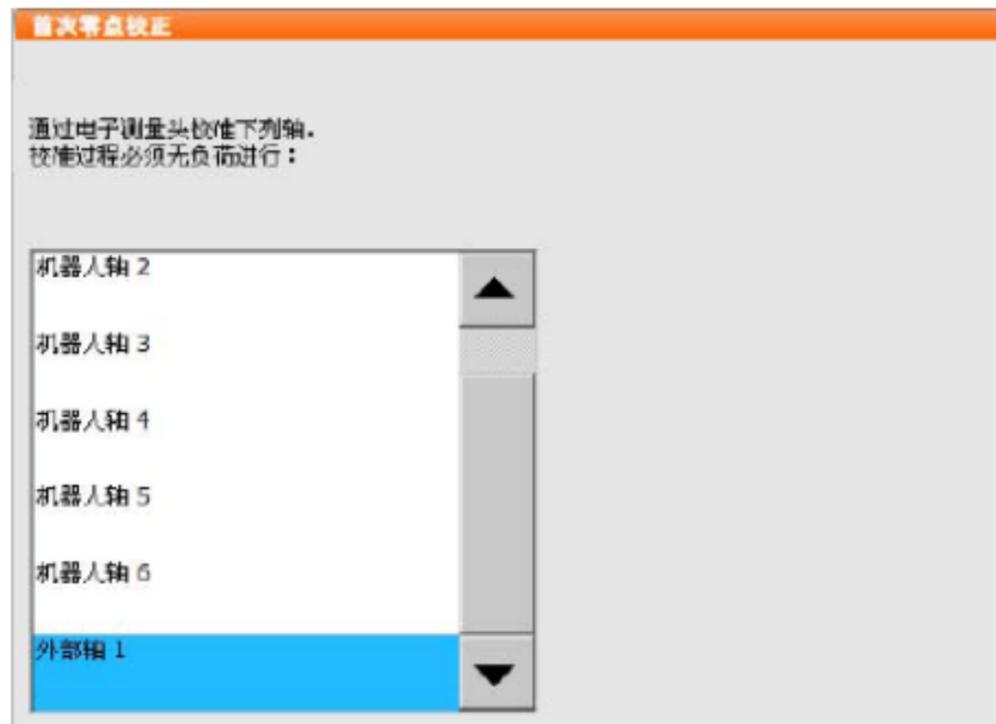


图 5-11: 待调整轴的选择列表



带 2 个以上附加轴的机器人系统的调整：如果系统中带有多于 8 个轴，则必须注意，必要时将 EMD 的测量导线连接到第二个 RDC 上。

5.5.6 参照调整



参照调整不允许在机器人投入运行时进行。

说明

参照调整适用于对正确调整的机器人进行维护并由此导致调整值丢失时进行。示例：

更换 RDC
更换电机

机器人在进行维护之前将移动至位置 $\$MAMES$ 之后，机器人通过参照调整重新被赋予系统变量的轴值。这样，机器人便重新回到调整值丢失之前的状态。已学习的偏差会保存下来。不需要使用 EMD 或千分表。

在参照调整时，机器人上是否装有负载无关紧要。参照调整也可用于附加轴。

准备

在进行维护之前将机器人移动至位置 $\$MAMES$ 为此给 PTP $\$MAMES$ 点编程，并移至此点。此操作仅可由专家用户组进行！



警告 机器人不得移动至默认起始位置来代替 $\$MAMES$ 位置。 $\$MAMES$ 位置有时、但并非总是与默认起始位置一致。只有当机器人处于位置 $\$MAMES$ 时才可通过参照调整正确地调整。如果机器人没有处于 $\$MAMES$ 位置而处于其他位置，则在参照调整时可能造成人员伤害和财产损失。

前提条件

没有选定任何程序。
在维护操作过程中机器人的位置没有更改。

如果更换了 RDC：则机器人数据已从硬盘传输到 RDC 上。（此操作仅可由专家用户组进行！）

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 调整 > 参照。
选项窗口 参照调整 打开。所有未经调整的轴均会显示出来。必须首先调整的轴被标记出。
2. 点击 调整。标记的轴进行调整并从选项窗口中消失。
3. 对所有待调整的轴重复步骤 2。

5.5.7 手动将轴取消调节

说明

可将各个轴的调整值删除。取消调节时轴不动。



轴 A4、A5 和 A6 以机械方式相连。即：
当轴 A4 数值被删除时，轴 A5 和 A6 的数值也被删除。
当轴 A5 数值被删除时，A6 的数值也被删除。

注意

对于已去调节的机器人，软件限位开关已关闭。机器人可能会驶向极限卡位的缓冲器，由此可能使其受损，以至必须更换。尽可能不运行已去调节的机器人，或尽量减少手动倍率。

前提

没有选择程序。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 调整 > 取消调整。一个窗口打开。
2. 标记需进行取消调节的轴。
3. 请按下 取消调节。轴的调整数据被删除。
4. 对于所有需要取消调整的轴重复第 2 和第 3 步骤。
5. 关闭窗口。

5.6 测量

5.6.1 测量工具

说明

进行工具测量时，用户给安装在连接法兰处的工具分配一套笛卡尔坐标系（工具坐标系）

该工具坐标系以用户设定的一个点作为其原点。此点称做 TCP（Tool Center Point，工具中心点）。通常，TCP 落在工具的工作点上。



此处说明的测量方法不得用于固定工具。对于固定工具必须使用专用的测量方式。（>>> 5.6.3 " 测量固定工具 " 页码 82）

工具测量的优点：

工具可以在碰撞方向上直线移动。

工具可以围绕 TCP 转动，而 TCP 位置不会发生变化。

在程序运行中：沿着 TCP 上的轨道保持已编程的运行速度。

最多可储存 16 个工具坐标系。变量：TOOL_DATA[1 ... 16]。

下列数据被储存：

X、Y、Z：

工具坐标系的原点，相对于法兰坐标系

A、B、C：

工具坐标系的取向，相对于法兰坐标系

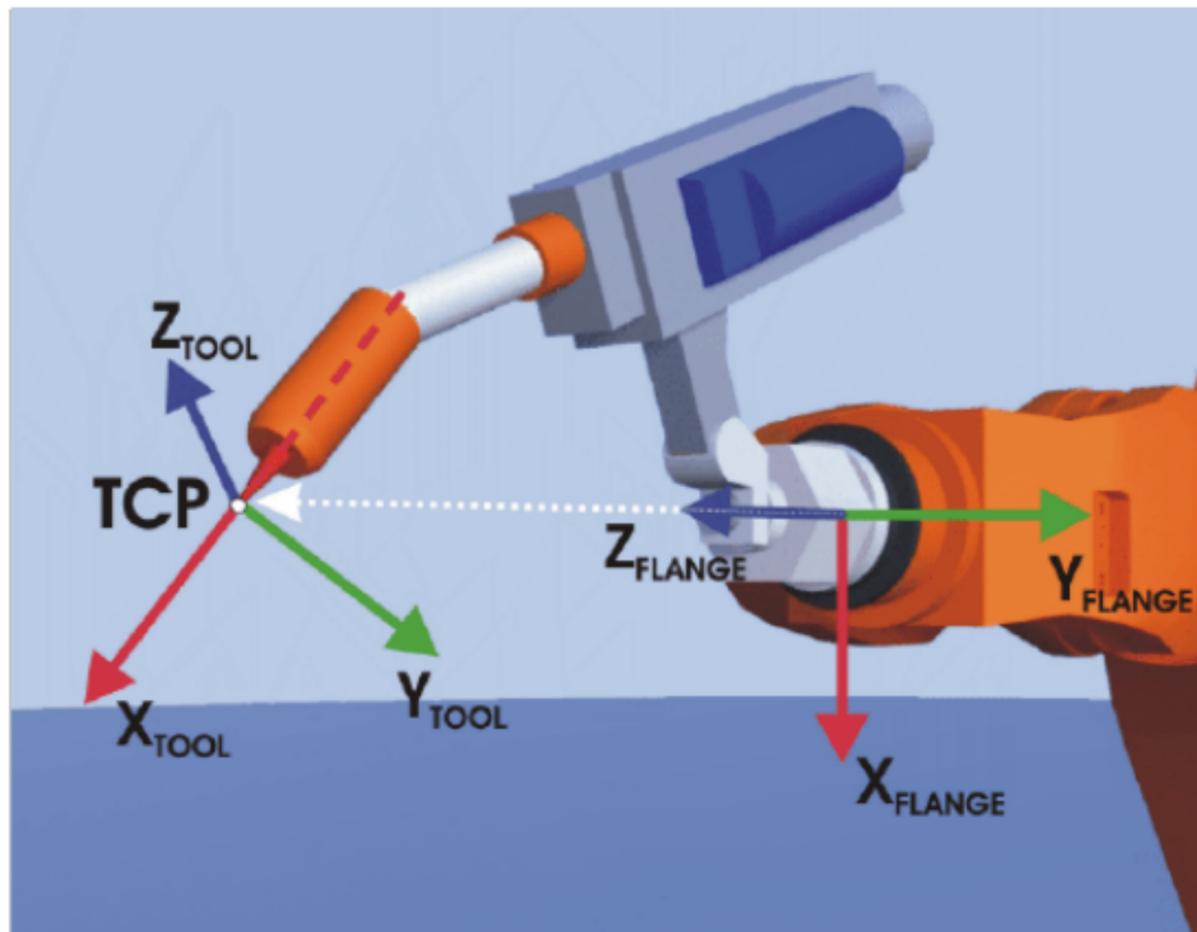


图 5-12: TCP 测量原理

概览

工具测量分为 2 步：

步骤	说明
1	确定工具坐标系统的原点 可选择以下方法： XYZ 4 点法 (>>> 5.6.1.1 " 测量 TCP : XYZ 4 点法 " 页码 75) XYZ 参照法 (>>> 5.6.1.2 " 测量 TCP : XYZ 参照法 " 页码 76)
2	确定工具坐标系的取向 可选择以下方法： ABC 2 点法 (>>> 5.6.1.4 " 确定取向 : ABC 2 点法 " 页码 78) ABC 世界坐标法 (>>> 5.6.1.3 " 确定取向 : ABC 世界坐标法 " 页码 77)

如果测量数据已知，则可将其直接输入。 (>>> 5.6.1.5 " 数字输入 " 页码 80)

5.6.1.1 测量 TCP : XYZ 4 点法



XYZ 4 点法不能用于卸码垛机器人。

说明

将待测量工具的 TCP 从 4 个不同方向移向一个参照点。参照点可以任意选择。机器人控制系统从不同的法兰位置值中计算出 TCP。



驶至参照点所用的 4 个法兰位置必须分散开足够的距离。

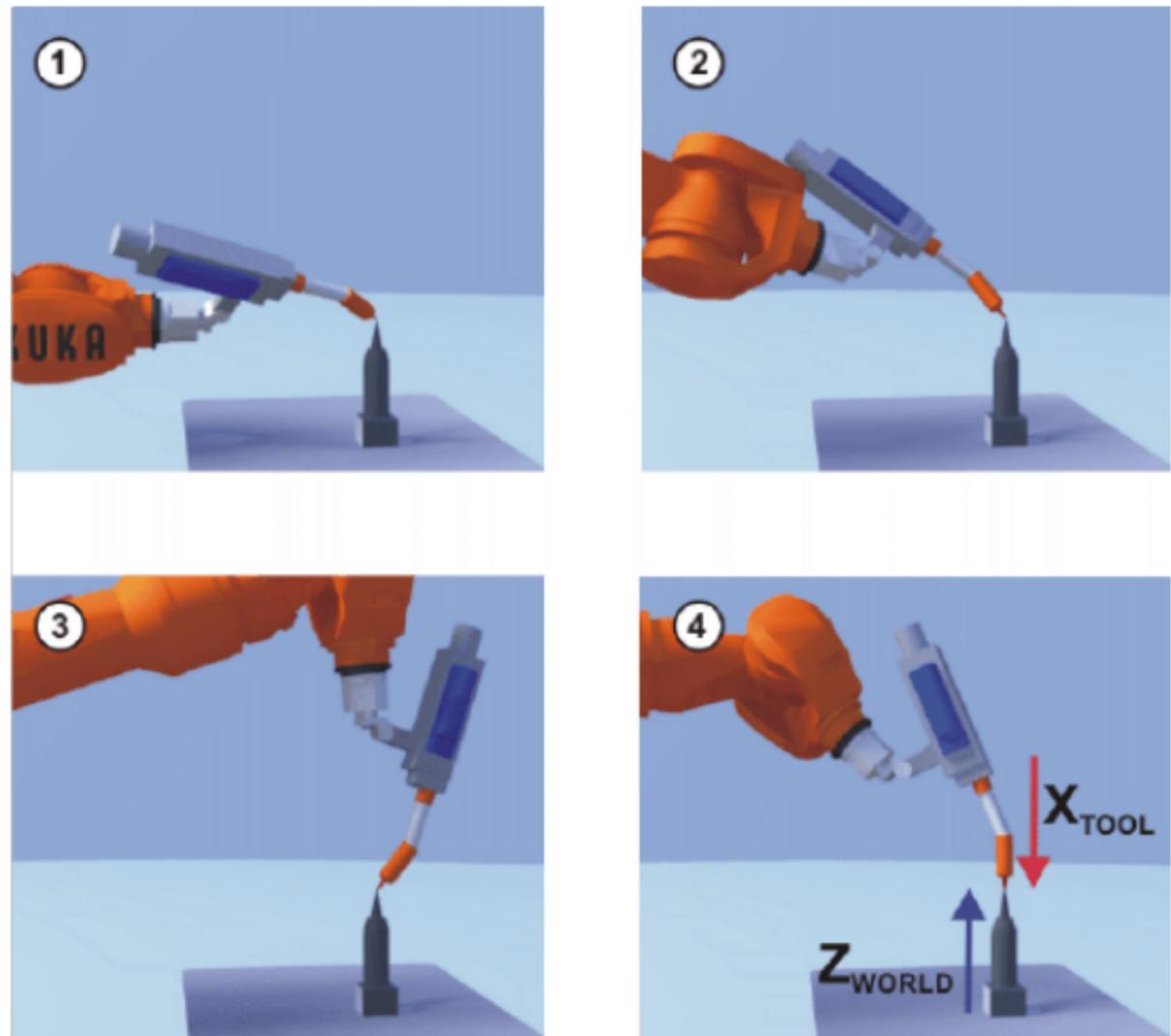


图 5-13: XYZ 4 点法

前提条件

要测量的工具已安装在连接法兰上。

运行方式 T1

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 工具 > XYZ 4 点。
2. 为待测量的工具给定一个号码和一个名称。 用继续 键确认。
3. 用 TCP 移至任意一个参照点。 点击测量。 用继续 键确认。
4. 用 TCP 从一个其他方向朝参照点移动。 点击测量。 用继续 键确认。
5. 将步骤 4 重复两次。
6. 按保存。 数据被保存，窗口关闭。

或按 负载数据 。 数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入负载数据。

(>>> 5.7.3 " 输入承载数据 " 页码 95)

或按下 ABC 2 点法 或 ABC 世界坐标法 。 数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入工具坐标系的方向。

(>>> 5.6.1.4 " 确定取向： ABC 2 点法 " 页码 78)

(>>> 5.6.1.3 " 确定取向： ABC 世界坐标法 " 页码 77)

5.6.1.2 测量 TCP：XYZ 参照法

说明

采用 XYZ 参照法时，将对一件新工具与一件已测量过的工具进行比较测量。机器人控制系统比较法兰位置，并对新工具的 TCP 进行计算。

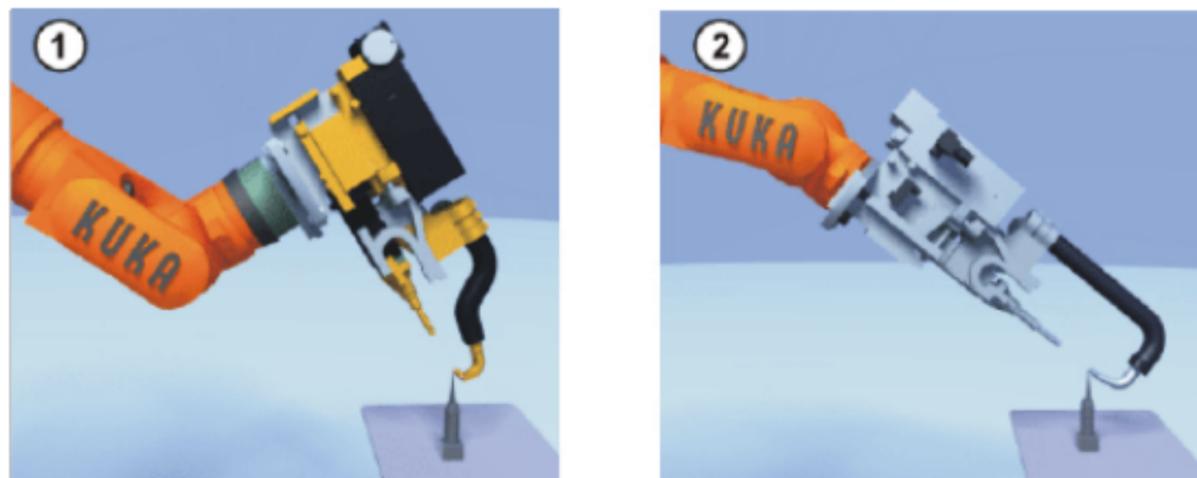


图 5-14: XYZ 参照法

前提条件	在连接法兰上装有一个已测量过的工具。 运行方式 T1
准备	计算已测量的工具的 TCP 数据： <ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 工具 > XYZ 参照。 2. 输入已经测量的工具编号。 3. 记录 X、Y 和 Z 值。 4. 关闭窗口。
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 工具 > XYZ 参照。 2. 为新工具给定一个号码和一个名称。用继续 键确认。 3. 输入已经测量的工具的 TCP 数据。用继续 键确认。 4. 用 TCP 移至任意一个参照点。点击测量。用继续 键确认。 5. 将工具空移，然后拆下。安装上新工具。 6. 将新工具的 TCP 移至参照点。点击测量。用继续 键确认。 7. 按保存。数据被保存，窗口关闭。 <p>或按 负载数据。数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入负载数据。</p> <p>(>>> 5.7.3 " 输入承载数据 " 页码 95)</p> <p>或按下 ABC 2 点法 或 ABC 世界坐标法。数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入工具坐标系的方向。</p> <p>(>>> 5.6.1.4 " 确定取向：ABC 2 点法 " 页码 78)</p> <p>(>>> 5.6.1.3 " 确定取向：ABC 世界坐标法 " 页码 77)</p>
5.6.1.3 确定取向：ABC 世界坐标法	
说明	<p>用户将工具坐标系的轴调整为与世界坐标系的轴平行。机器人控制器从而得知 TOOL 坐标系的取向。</p> <p>此方法有两种方式：</p> <p>5D：用户将工具的碰撞方向告知机器人控制系统。碰撞方向默认为 X 轴。其他轴的取向将由系统确定，用户对此没有影响力。</p> <p>系统总是为其它轴确定相同的取向。如果之后必须对工具重新进行测量，比如在发生碰撞后，仅需要重新确定碰撞方向。而无需考虑碰撞方向的转度。</p> <p>6D：用户将所有三个轴的取向告知机器人控制系统。</p>
前提条件	<p>要测量的工具已安装在连接法兰上。</p> <p>工具的 TCP 已测量。</p> <p>运行方式 T1</p>



下述操作步骤适用于工具碰撞方向为默认碰撞方向 (= X 向) 的情况。如果碰撞方向改为 Y 向或 Z 向，操作步骤也必须相应地进行更改。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 工具 > ABC 世界。
2. 输入工具编号。用继续 键确认。
3. 在 5D/6D 栏中选择一种规格。用继续 键确认。
4. 如果选择 5D :
将 +X 工具坐标 调整至平行于 -Z 世界坐标 的方向。(+X 工具坐标 = 碰撞方向)
如果选择 6D :
按如下方法对准工具坐标系的轴。
使 +X_{TOOL} 与 -Z_{WORLD} 平行。(+X 工具坐标 = 碰撞方向)
+Y_{TOOL} 与 +Y_{WORLD} 平行
+Z_{TOOL} 与 +X_{WORLD} 平行
5. 点击 测量。用继续 键确认。
6. 按 保存。数据被保存，窗口关闭。
或按 负载数据。数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入负载数据。
(>>> 5.7.3 " 输入承载数据 " 页码 95)

5.6.1.4 确定取向：ABC 2 点法

说明

通过移至 X 轴上一个点和 XY 平面上一个点的方法，机器人控制器可得知 TOOL 坐标系的轴数据。

当轴方向必须特别精确地确定时，将使用此方法。

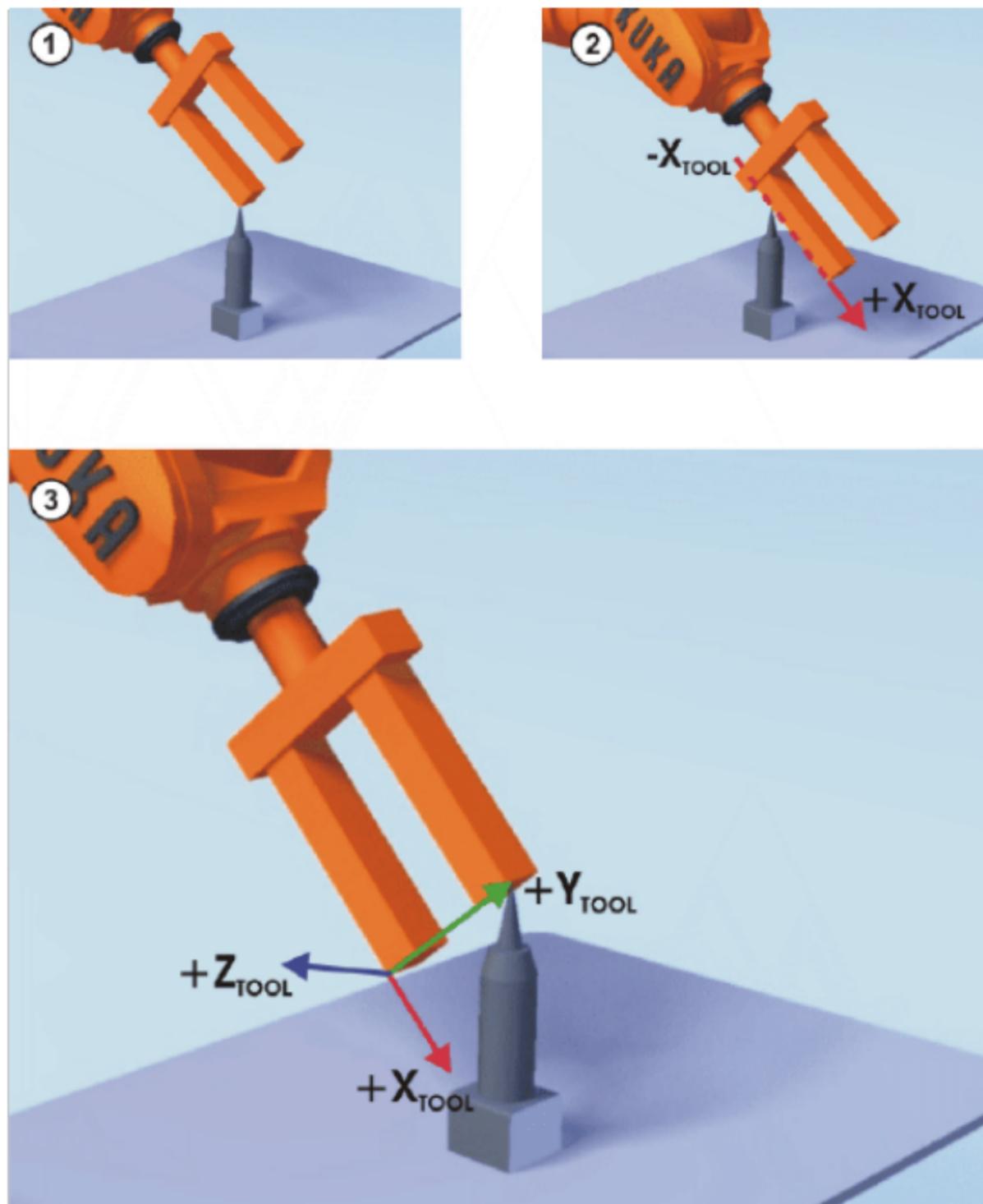


图 5-15: ABC 2 点法

前提条件

要测量的工具已安装在连接法兰上。

工具的 TCP 已测量。

运行方式 T1



下述操作步骤适用于工具碰撞方向为默认碰撞方向 (= X 向) 的情况。如果碰撞方向改为 Y 向或 Z 向, 操作步骤也必须相应地进行更改。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 工具 > ABC 2 点。
2. 输入已安装工具的编号。 用继续 键确认。
3. 用 TCP 移至任意一个参照点。 点击测量 。 用继续 键确认。
4. 移动工具, 使参照点在 X 轴上与一个在 X 负向上的点重合(即沿着碰撞方向)。 点击测量 。 用继续 键确认。
5. 移动工具, 使参照点在 X、Y 平面上与一个在 Y 正向上的点重合。点击测量。 用继续 键确认。
6. 按保存 。 数据被保存, 窗口关闭。
或按 负载数据 。 数据被保存, 一个窗口将自动打开, 可以在此窗口中输入负载数据。

(>>> 5.6.1.4 " 确定取向: ABC 2 点法" 页码 78)

5.6.1.5 数字输入

说明

工具的数据可以手动输入。

可能的数据源：

CAD

外部测量的工具

工具生产厂商的说明



卸码垛机器人有 4 个轴，例如 KR 180PA，必须在工具数据中以数字形式输入。XYZ 和 ABC 法均无法使用，因为此类机器人只可有限制地进行改向。

前提条件

下列数值已知：

相对于法兰坐标系的 X、Y、Z

相对于法兰坐标系的 A、B、C

运行方式 T1

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 工具 > 数字输入。
2. 为待测量的工具给定一个号码和一个名称。用继续 键确认。
3. 输入数据。用继续 键确认。
4. 按保存。数据被保存，窗口关闭。
或按 负载数据。数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入负载数据。
(>>> 5.7.3 " 输入承载数据 " 页码 95)

5.6.2 测量基准

说明

在基准测量时，用户配给工作面或工件一个笛卡尔坐标系（基础坐标系）。基础坐标系的原点为用户指定的一个点。



如果工件已装在连接法兰上，就不得使用此处描述的测量方法。对于连接法兰上的工件必须使用专用的测量方式。（>>> 5.6.3 " 测量固定工具 " 页码 82）

基准测量的优点：

TCP 可以沿着工作面或工件的边缘手动运行。

可以相对于基准对这些点示教。如果必须移动基准，例如由于工作面被移动，这些点也随之移动，但不必重新进行示教。

最多可储存 32 个基础坐标系。变量：BASE_DATA[1 ... 32]。

概览

有 2 种测量基准的方法：

3 点法 (>>> 5.6.2.1 "3 点法 页码 80)

间接法 (>>> 5.6.2.2 " 间接方法 " 页码 81)

如果测量数据已知，则可将其直接输入。（>>> 5.6.2.3 " 数字输入 " 页码 82)

5.6.2.1 3 点法

说明

移至新基础坐标系的原点和其它 2 个点。这 3 个点定义了新的基础系。

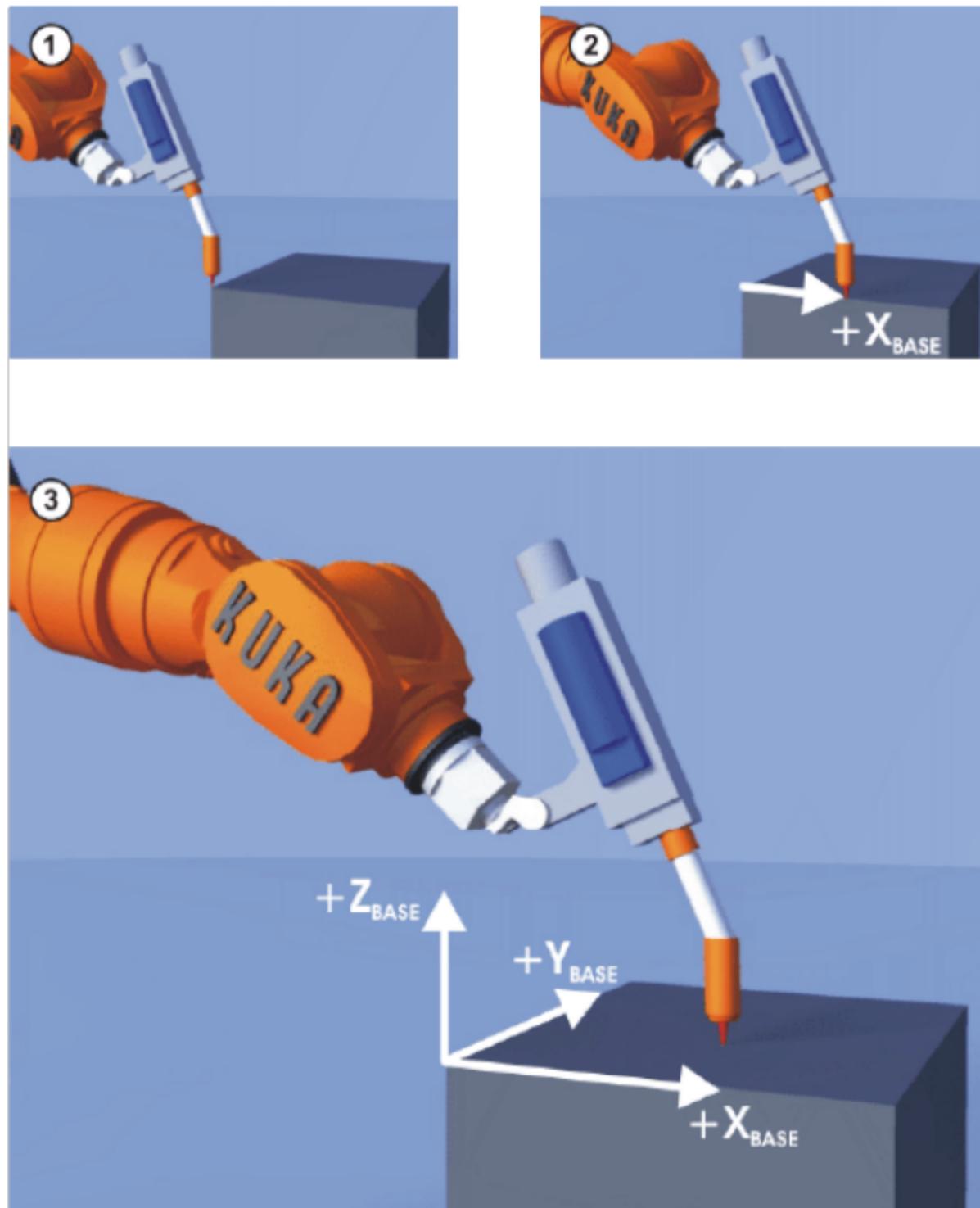


图 5-16: 3 点法

前提条件	在连接法兰上装有一个已测量过的工具。
	运行方式 T1
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 基坐标系 > 3 点。 2. 为基坐标系给定一个号码和一个名称。 用继续 键确认。 3. 输入已安装工具的编号。 用继续 键确认。 4. 用 TCP 驶至新基坐标系的原点。 点击测量。 用继续 键确认。 5. 将 TCP 移至新基坐标系正向 X 轴上的一个点。点击测量。 用继续 键确认。 6. 将 TCP 移至 XY 平面上一个带有正 Y 值的点。点击测量。 用继续 键确认。 7. 按下 保存 键。

5.6.2.2 间接方法

说明	<p>当无法移入基准原点时，例如，由于该点位于工件内部，或位于机器人作业空间之外时，须采用间接的方法。</p> <p>此时须移至基准的 4 个点 其坐标值必须已知。 机器人控制系统将以这些点为基础对基准进行计算。</p>
----	--

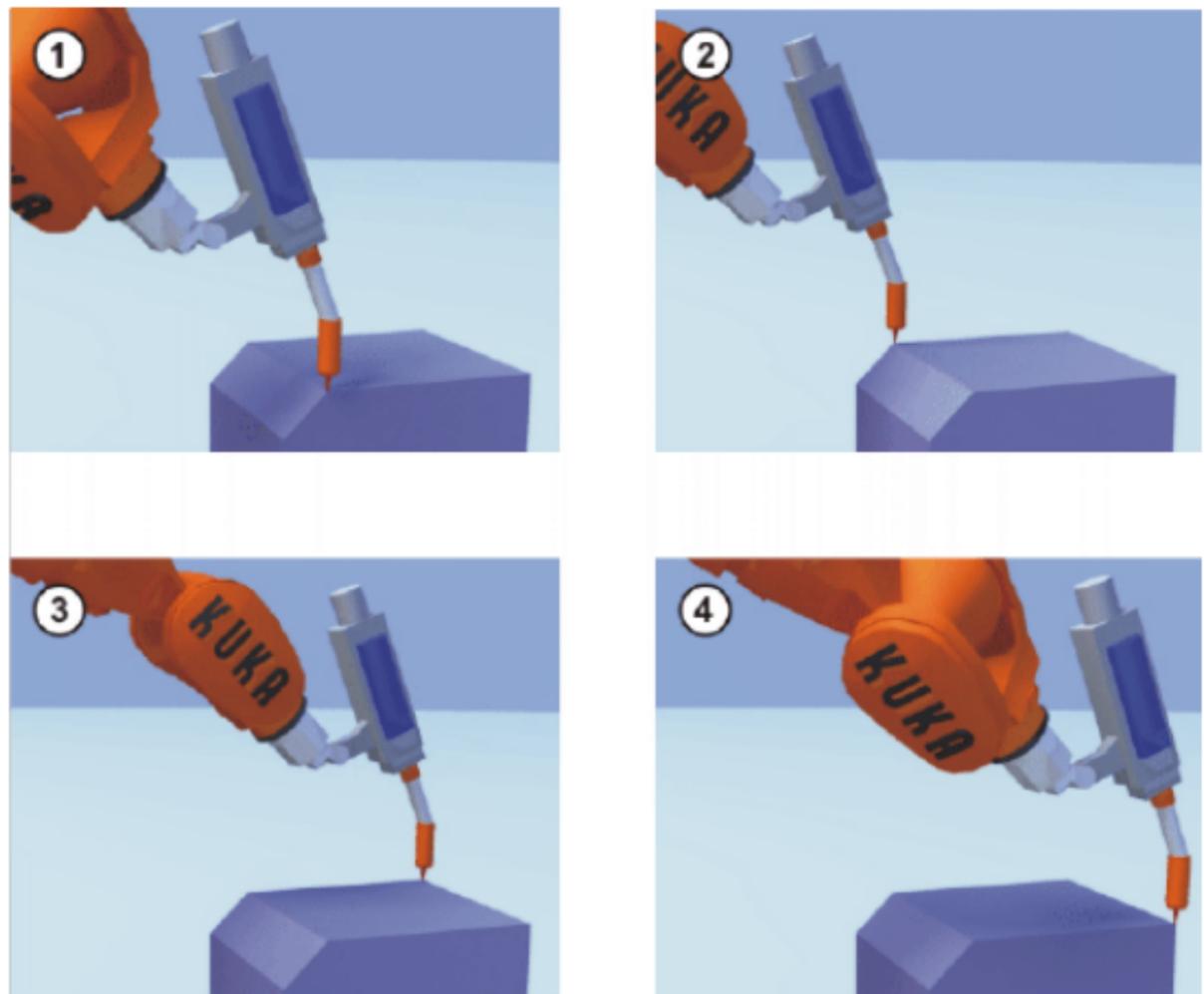


图 5-17: 间接法

前提条件	<p>连接法兰处已经安装了测量过的工具。</p> <p>新基础系的 4 个点的坐标已知，例如从 CAD 中得知。这 4 个点对于 TCP 来说是可到达的。</p> <p>运行方式 T1</p>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 基坐标 > 间接。 2. 为基坐标系给定一个号码和一个名称。用继续 键确认。 3. 输入已安装工具的编号。用继续 键确认。 4. 输入新基准的一个已知点的坐标，并用 TCP 移至该点。点击测量。用继续 键确认。 5. 将步骤 4 重复三次。 6. 按下 保存 键。

5.6.2.3 数字输入

前提条件	<p>已知下列数值，例如从 CAD 中获得：</p> <p>基座的原点与世界坐标系原点的距离</p> <p>基座坐标轴相对于世界坐标系的旋转</p> <p>运行方式 T1</p>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 基坐标系 > 数字输入。 2. 为基坐标系给定一个号码和一个名称。用继续 键确认。 3. 输入数据。用继续 键确认。 4. 按下 保存 键。

5.6.3 测量固定工具

概览	固定工具的测量分为 2 步：
----	----------------

步骤	说明
1	测量固定工具的 TCP 固定工具的 TCP 被称为外部 TCP。如果测量数据已知，则可直接输入。 (>>> 5.6.3.1 " 测量外部 TCP" 页码 83) (>>> 5.6.3.2 " 输入外部 TCP 数值" 页码 84)
2	测量工件 可选择以下方法： 直接方法 (>>> 5.6.3.3 " 测量工件：直接方法" 页码 85) 间接方法 (>>> 5.6.3.4 " 测量工件：间接方法" 页码 86)

机器人控制系统将外部 TCP 作为基础坐标系、工件作为工具坐标系予以存储。总共最多可以存储 32 个基础坐标系以及 16 个工具坐标系。

5.6.3.1 测量外部 TCP

说明

首先，将固定工具的 TCP 告知机器人控制系统。为此用一个已经测量过的工具移至 TCP。

之后，将固定工具的坐标系取向告知机器人控制系统。为此用户对一个已经测量过的工具坐标系平行于新的坐标系进行校准。有两种方式：

5D：用户将工具的碰撞方向告知机器人控制系统。该碰撞方向默认为 X 轴。其他轴的取向将由系统确定，用户对此没有影响力。

系统总是为其它轴确定相同的取向。如果之后必须对工具重新进行测量，比如在发生碰撞后，仅需要重新确定碰撞方向。而无需考虑碰撞方向的转度。

6D：用户将所有三个轴的取向告知机器人控制系统。

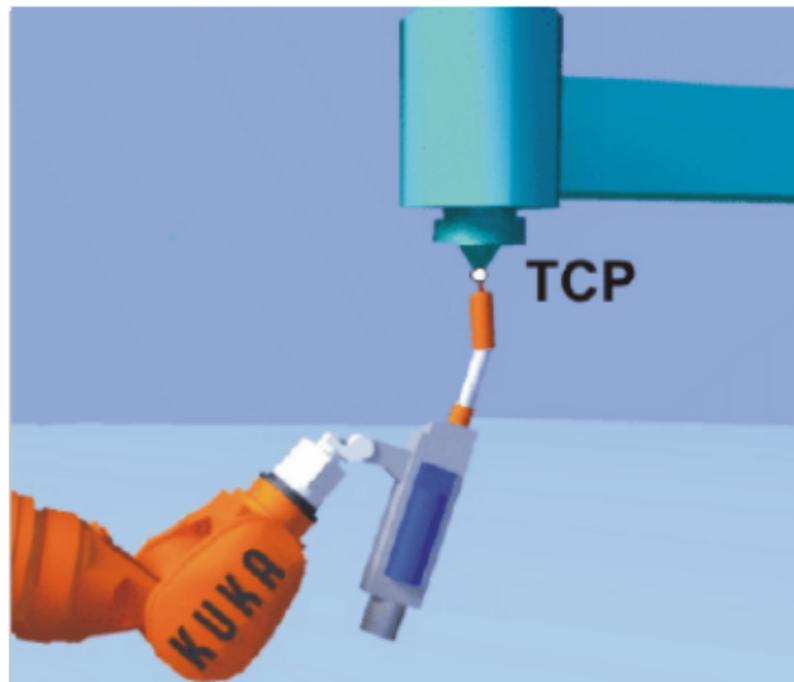


图 5-18: 移至外部 TCP

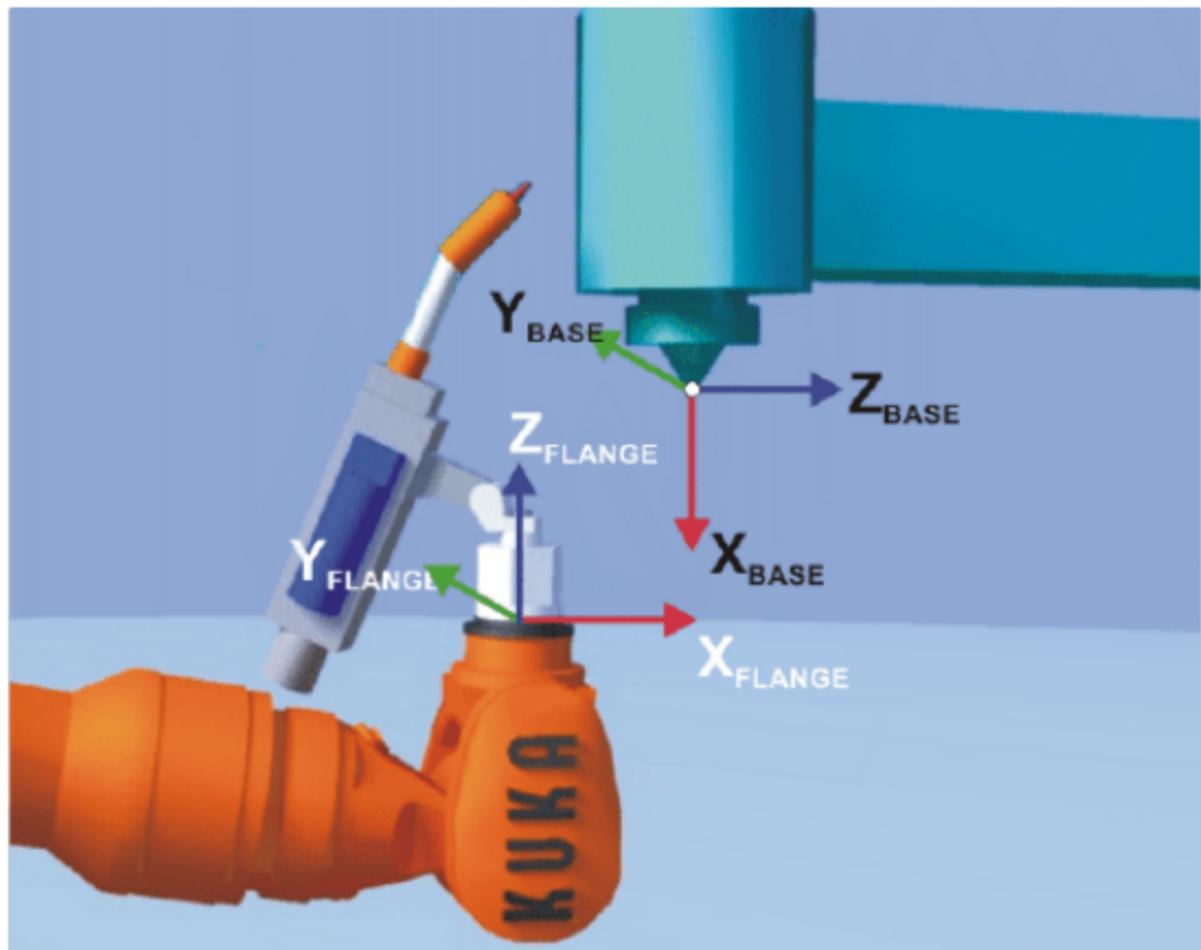


图 5-19: 对坐标系进行平行校准

前提条件

在连接法兰上装有一个已测量过的工具。

运行方式 T1



下述操作步骤适用于工具碰撞方向为默认碰撞方向 (= X 向) 的情况。如果碰撞方向改为 Y 向或 Z 向, 操作步骤也必须相应地进行更改。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 固定工具 > 工具。
2. 为固定工具给定一个号码和一个名称。用继续 键确认。
3. 输入已经测量过的工具编号。用继续 键确认。
4. 在 5D/6D 栏中选择一种规格。用继续 键确认。
5. 用已测量工具的 TCP 移至固定工具的 TCP。点击测量。用继续 键确认。
6. 如果选择 5D :
将 +X 基础坐标系 平行对准 -Z 法兰坐标系。
(也就是将连接法兰调整至与固定工具的碰撞方向垂直的方向。)
- 如果选择 6D :
应对连接法兰进行调整, 使得它的轴平行于固定工具的轴 :
+X 基础坐标系 平行于 -Z 法兰坐标系
(也就是将连接法兰调整至与工具的碰撞方向垂直的方向。)
+Y 基础坐标系 平行于 +Y 法兰坐标系
+Z 基础坐标系 平行于 +X 法兰坐标系
7. 点击 测量。用继续 键确认。
8. 按下 保存 键。

5.6.3.2 输入外部 TCP 数值

前提条件

已知下列数值, 例如从 CAD 中获得 :

固定工具的 TCP 至世界坐标系 (X, Y, Z) 原点的距离

固定工具轴相对于世界坐标系 (A, B, C) 的转度

运行方式 T1

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 固定工具 > 数字输入。
2. 为固定工具给定一个号码和一个名称。 用继续 键确认。
3. 输入数据。 用继续 键确认。
4. 按下 保存 键。

5.6.3.3 测量工件：直接方法

说明

将机器人的原点和工件的另外 2 个点通知机器人控制系统。此 3 个点将该工件清楚地定义出来。

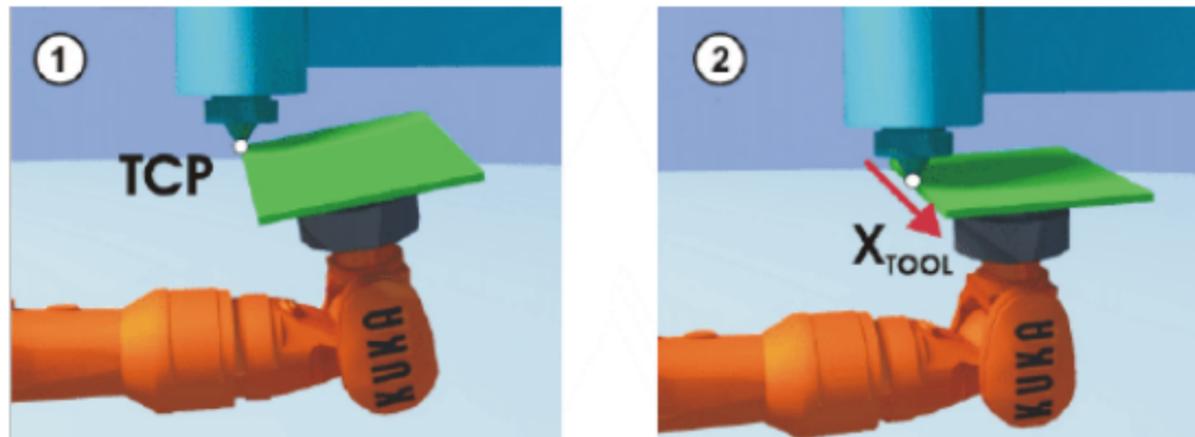


图 5-20

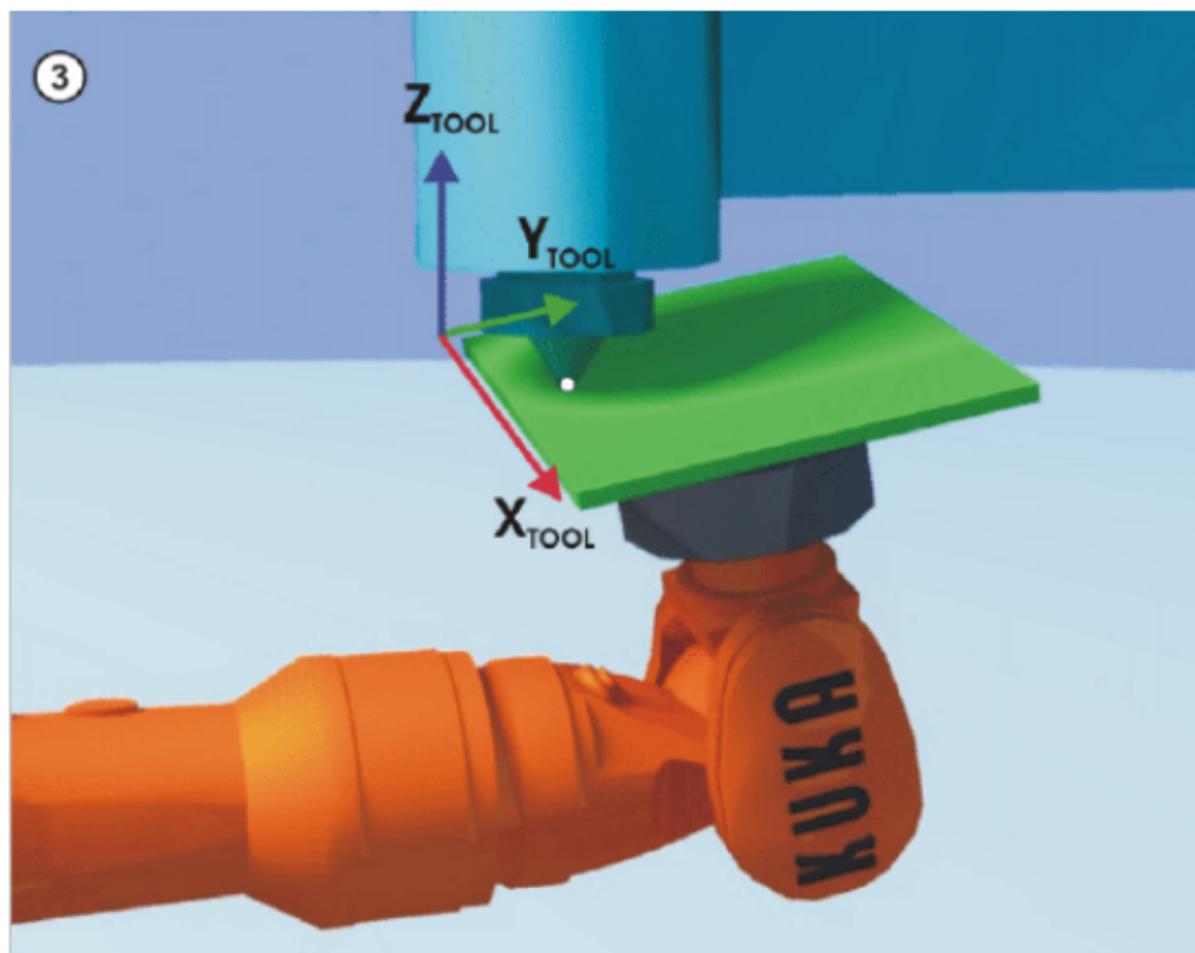


图 5-21: 测量工件：直接法

前提条件

工件已安装在连接法兰上。
已安装一个已测量过的固定工具。
运行方式 T1

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 固定工具 > 工件 > 直接测量。
2. 为工件给定一个号码和一个名称。 用继续 键确认。
3. 输入固定工具的编号。 用继续 键确认。
4. 将工件坐标系的原点移至固定工具的 TCP。点击测量。 用继续 键确认。

5. 将在工件坐标系的正向 X 轴上的一点移至固定工具的 TCP 点击测量。用继续 键确认。
6. 将一个位于工件坐标系的 XY 平面上、且 Y 值为正的点移至固定工具的 TCP。点击测量。用继续 键确认。
7. 按保存。数据被保存，窗口关闭。
或按 负载数据。数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入负载数据。
(>>> 5.7.3 " 输入承载数据 " 页码 95)

5.6.3.4 测量工件：间接方法

说明 机器人控制系统在 4 个点(其坐标必须已知)的基础上计算工件。将不用移至工件原点。

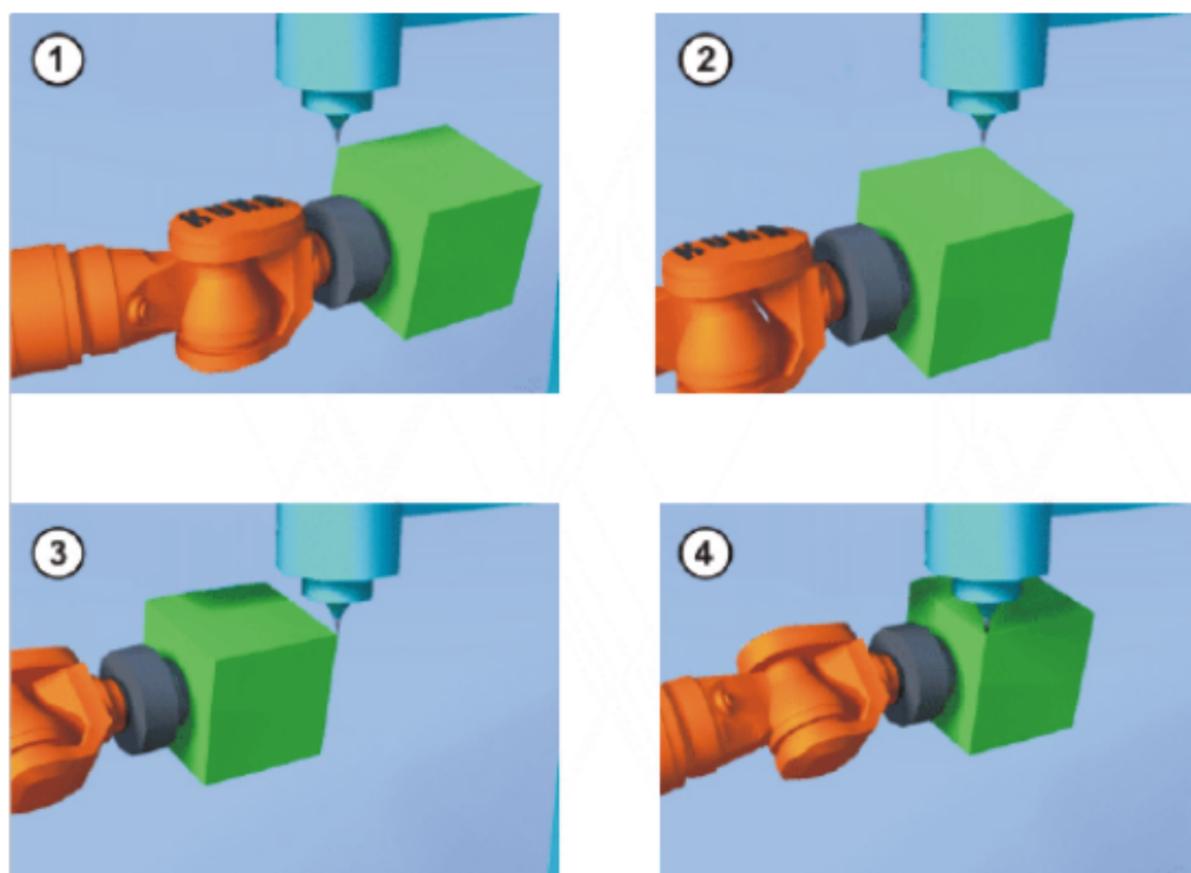


图 5-22: 测量工件：间接法

前提条件

已安装一个已测量过的固定工具。
要测量的工件已安装在连接法兰上。
新工件的 4 点坐标已知，如通过 CAD。这 4 个点对于 TCP 来说是可以到达的。
运行方式 T1

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 固定工具 > 工件 > 间接测量。
2. 为工件给定一个号码和一个名称。用继续 键确认。
3. 输入固定工具的编号。用继续 键确认。
4. 输入工件的一个已知点的坐标，用此点移至固定工具的 TCP 点击测量。用继续 键确认。
5. 将步骤 4 重复三次。
6. 按保存。数据被保存，窗口关闭。
或按 负载数据。数据被保存，一个窗口将自动打开，可以在此窗口中输入负载数据。
(>>> 5.7.3 " 输入承载数据 " 页码 95)

5.6.4 工具 / 基坐标系改名

前提条件 运行方式 T1

- 操作步骤
1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 工具 或 基坐标系 > 更改名称 。
 2. 标记工具或基坐标系并按 名称 。
 3. 输入新的名称并用 保存 确认。

5.6.5 线性滑轨

KUKA 线性滑轨是一个安装在地板或者天花板上的独立单轴线性滑轨。线性滑轨用于机器人的直线运行，由机器人控制系统象对附加轴那样控制。

线性滑轨是一个 ROBROOT 动作装置。线性滑轨移动时机器人在世界坐标系中的位置发生变化。机器人在世界坐标系中的当前位置由矢量 \$ROBROOT_C 来描述。

\$ROBROOT_C组成如下：

\$ERSYSROOT (静态部分)

线性滑轨的基点数值，针对 \$WORLD 默认基点数值为线性滑轨的零位，且与 \$MAMES 相关。

#ERSYS (动态部分)

机器人在线性滑轨上的当前位置，针对 \$ERSYSROOT

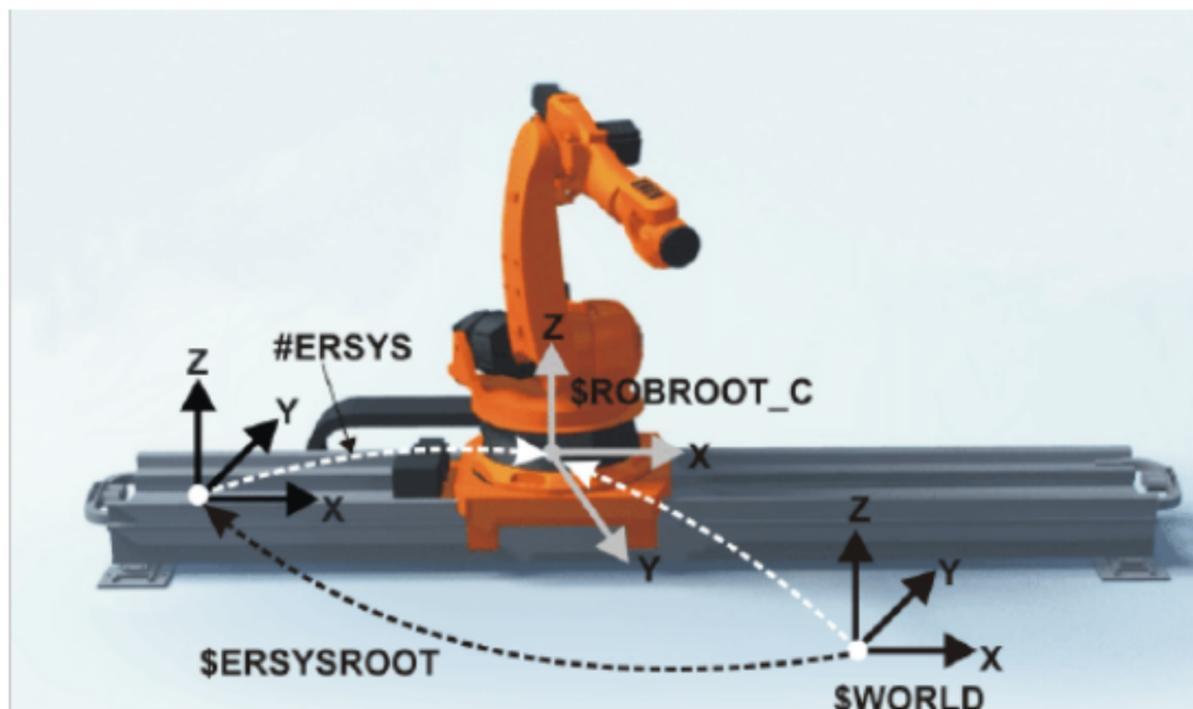


图 5-23: ROBROOT 动作 - 线性滑轨

5.6.5.1 检查是否必须测量线性滑轨

说明 机器人位于线性滑轨的法兰上。在理想情况下，机器人的 ROBROOT 坐标系与线性滑轨的法兰坐标系一致。事实上这里常常会有微小的误差，且可能会导致无法正确驶入位置。通过测量可计算并修正这些误差。（线性滑轨运动方向上的转度不能修改。但它们并不会导致在驶入位置时发生错误。）

如果没有误差，则无需测量线性滑轨。按照以下步骤可检查是否需要测量滑轨。

前提条件 已配置好线性滑轨的机器数据并已传输到机器人控制器。
在连接法兰上装有一个已测量过的工具。
没有打开或选择程序。
运行方式 T1

操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将 TCP 校准到任意点并观察。 2. 按笛卡尔坐标移动线性滑轨。 (与轴无关!) 如果 TCP 停止不动: 则无需测量线性滑轨。 如果 TCP 运动: 则必须测量线性滑轨。 (>>> 5.6.5.2 " 测量线性滑轨 " 页码 88) <p>如果已知测量数据 (例如从 CAD 中), 则可以直接输入这些数据。 (>>> 5.6.5.3 " 输入线性滑轨数值 " 页码 89)</p>
5.6.5.2 测量线性滑轨	
说明	<p>测量时会用一个已经过测量的工具的 TCP 3 次驶入参照点。</p> <p>参照点可以任意选择。</p> <p>机器人在线性滑轨上 3 次驶至参照点的出发位置必须各不相同。这 3 个出发位置必须相隔足够远。</p> <p>通过测量得出的修正值会进入系统变量 SET_TFLA3。</p>
前提条件	<p>已配置好线性滑轨的机器数据并已传输到机器人控制器。</p> <p>在连接法兰上装有一个已测量过的工具。</p> <p>没有打开或选择程序。</p> <p>运行方式 T1</p>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 外部运动机构 > 线性滑轨。 机器人控制系统自动检测到线性滑轨并显示下列数据: 外部 运动系统编号 : 外部运动系统的编号 (1 ... 6)(EX_KIN) 轴 : 附加轴的编号 (1 ... 6)(SET_x_AX) 外部运动系统的名称 (SET_x_NAME) (如果机器人控制系统无法检测到这些值, 例如因尚未配置线性滑轨, 则无法继续测量。) 2. 用运行键 “ + ” 移动线性滑轨。 3. 规定线性滑轨是沿 “ + ” 还是沿 “ - ” 方向移动键确认。 4. 用 TCP 驶至参照点。 5. 点击 测量 。 6. 重复步骤 4 和 5 两次, 但在每次重复前均移动线性滑轨, 以便可从不同的出发位置驶入参照点。 7. 按下 保存 键。 测量数据即被存储。 8. 现在显示是否要修正已示教位置的询问。 如果在测量之前还没有对任何位置进行过示教, 用 是 或者 否 来回答询问则无关紧要。 如果在测量之前对某些位置进行过示教: 若用 是 回答询问, 则这些位置被自动用基坐标 0 进行修正。其它的位置不被修正! 若用 否 回答询问, 则所有的位置都不被修正。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>注意 测量线性滑轨后, 必须执行以下安全措施:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 检查线性滑轨的软件限位开关, 必要时进行调整。 2. 在 T1 中测试程序。 <p>否则会导致财产损失。</p> </div>

5.6.5.3 输入线性滑轨数值

- 前提条件**
- 已配置好线性滑轨的机器数据并已传输到机器人控制器。
没有打开或选择程序。
已知下列数值，例如从 CAD 中获得：
- 机器人足部法兰至 ERSYSROOT 坐标系 (X, Y, Z) 原点的距离
机器人足部法兰相对于 ERSYSROOT 坐标系 (A, B, C) 的方向
运行方式 T1
- 操作步骤**
- 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 外部运动系统 > 线性滑轨 (数字) 。
机器人控制系统自动检测到线性滑轨并显示下列数据：
外部 运动系统编号 : 外部运动系统的编号 (1 ... 6)
轴 : 附加轴的编号 (1 ... 6)
外部运动系统的名称 运动系统
(如果机器人控制系统无法检测到这些值，例如因尚未配置线性滑轨，则无法继续测量。)
 - 用运行键 “ + ” 移动线性滑轨。
 - 规定线性滑轨是沿 “ + ” 还是沿 “ - ” 方向移动。用继续键确认。
 - 输入数据。 用继续 键确认。
 - 按下 保存 键。 测量数据即被存储。
 - 现在显示是否要修正已示教位置的询问。
如果在测量之前还没有对任何位置进行过示教，用 是 或者 否 来回答询问则无关紧要。
如果在测量之前对某些位置进行过示教：
若用 是 回答询问，则这些位置被自动用基坐标 0 进行修正。其它的位置不被修正！
若用 否 回答询问，则所有的位置都不被修正。

注意

测量线性滑轨后，必须执行以下安全措施：

- 检查线性滑轨的软件限位开关，必要时进行调整。
 - 在 T1 中测试程序。
- 否则会导致财产损失。

5.6.6 测量外部动作

说明

必须测量外部运动系统，从而使运动系统的轴与机器人轴的运动同步并且数学上耦合。 外部运动系统可能是例如旋转倾卸台或定位设备。



此处描述的测量方法不允许用于线性滑轨。 对于线性滑轨必须只使用其专有的测量方式。
(>>> 5.6.5 " 线性滑轨 " 页码 87)

概览

外部动作的测量分为 2 步：

步骤	说明
1	<p>测量外部动作的基点。</p> <p>(>>> 5.6.6.1 " 测量基点 " 页码 90)</p> <p>如果测量数据已知，则可将其直接输入。</p> <p>(>>> 5.6.6.2 " 输入基点数值 " 页码 91)</p>
2	<p>如果外部运动系统上有一个工件： 测量工件的基坐标系。</p> <p>(>>> 5.6.6.3 " 测量工件基坐标系 " 页码 91)</p> <p>如果测量数据已知，则可将其直接输入。</p> <p>(>>> 5.6.6.4 " 输入工具基坐标系数值 " 页码 93)</p> <p>如果外部运动系统上安装了一个工具： 测量外部工具。</p> <p>(>>> 5.6.6.5 " 测量外部工具 " 页码 93)</p> <p>如果测量数据已知，则可将其直接输入。</p> <p>(>>> 5.6.6.6 " 输入外部工具数值 " 页码 94)</p>

5.6.6.1 测量基点

说明

为了使机器人的运行与动作数学上协调一致，机器人必须能识别动作的精确位置。此位置由基点测量得出。

将一个已测量工具的 TCP 4 次驶入运动系统上的参照点。参考点的位置必须每次都不同。这可以通过移动运动系统的轴来实现。机器人控制系统会根据参照点的不同位置计算出运动系统的基点。

如果使用库卡的外部运动系统，则参照点在系统变量 $\$EITPINFL$ 中进行了配置。它包含着参照点相对于运动系统法兰坐标系的位置。（ $x =$ 运动系统的编号。）此外还在运动系统上标记了参照点。测量时必须驶至此参照点。

对于并非库卡出品的外部运动系统，必须在机器数据中配置参照点。

机器人控制器将基点的坐标保存为基础坐标系。

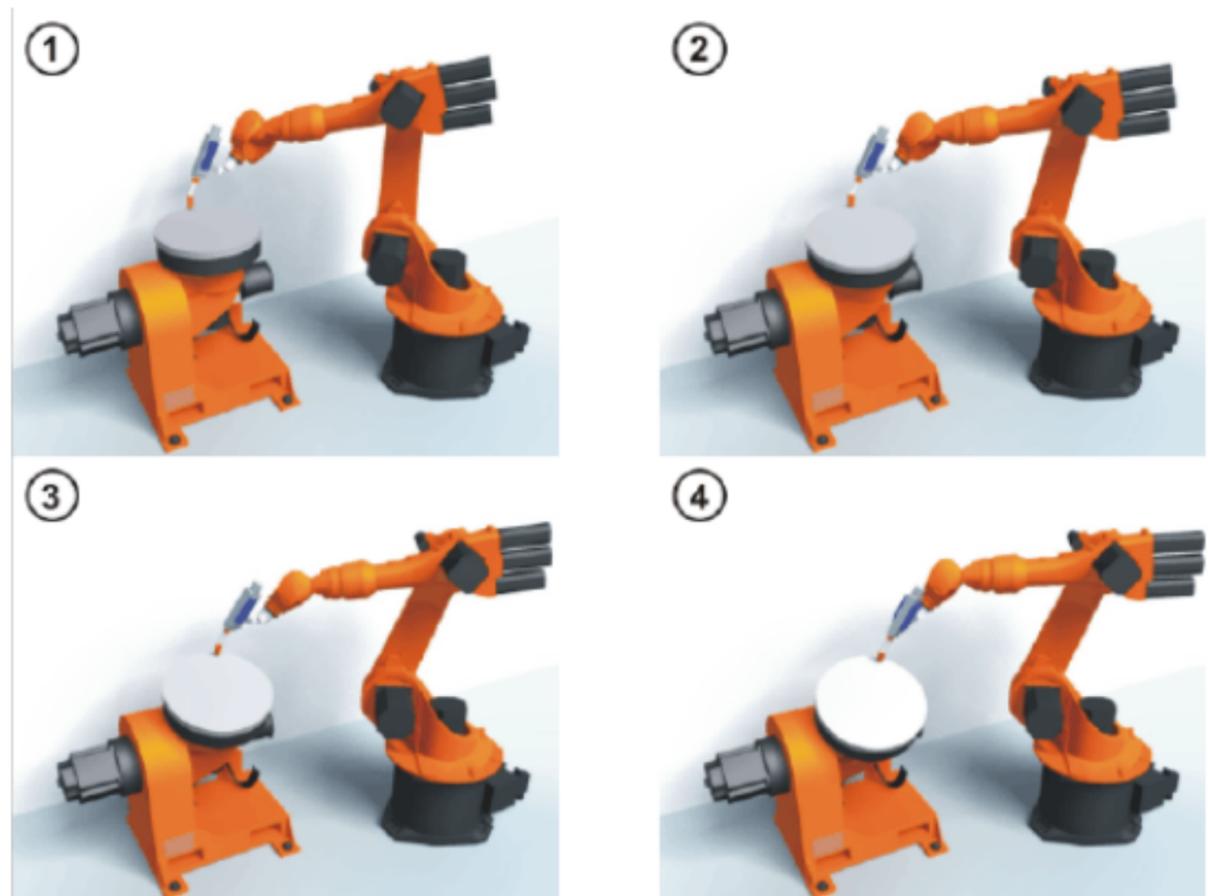


图 5-24: 基点测量原理

前提条件	<p>已配置好运动系统的机器数据并已传输到机器人控制器。</p> <p>已知外部运动系统的编号。</p> <p>在连接法兰上装有一个已测量过的工具。</p> <p>如果应更改 <code>\$ETx_TPINFL</code> : 专家用户组</p> <p>运行方式 T1</p>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 外部运动系统 > 基点。 2. 选择应保存基点的基础坐标系的编号。 用继续 键确认。 3. 输入外部运动系统的编号。 4. 为外部运动系统给定一个名称。 用继续 键确认。 5. 输入参考工具的编号。 用继续 键确认。 6. 将显示 <code>\$ETx_TPINFL</code> 的值。 <ul style="list-style-type: none"> 如果该值不正确： 在专家用户组中可更改这个值。 如果该值正确： 用继续 键确认。 7. 用 TCP 驶至参照点。 8. 点击 测量。 用继续 键确认。 9. 重复步骤 7 和 8 三次。每次重复之前都要移动运动系统，以便能从不同的出发位置驶入参照点。 10. 按下 保存 键。

5.6.6.2 输入基点数值

前提条件	<p>已知下列数值，例如从 CAD 中获得：</p> <p>ROOT (根) 坐标系的原点至 WORLD (世界) 坐标系 (X, Y, Z) 原点的距离</p> <p>根坐标系相对于世界坐标系 (A, B, C) 的方向</p> <p>已知外部运动系统的编号。</p> <p>运行方式 T1</p>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 外部运动系统 > 基点 (数字)。 2. 选择应保存基点的基础坐标系的编号。 用继续 键确认。 3. 输入外部运动系统的编号。 4. 为外部运动系统给定一个名称。 用继续 键确认。 (该名称也会自动与基础坐标系对应。) 5. 输入根坐标系的数据。 用继续 键确认。 6. 按下 保存 键。

5.6.6.3 测量工件基坐标系

说明	<p>在此测量中，用户配给运动系统上的一个工件一套基础坐标系。 该基础坐标系以运动系统的法兰坐标系为基准。 这样基坐标系就成为一个可移动基坐标系，并按照与运动系统相同的方式运动。</p> <p>无须测量基坐标系。 如果没有进行测量，则将运动系统的法兰坐标系用作基坐标系。</p> <p>在测量时，用已测量工具的 TCP 驶至所需基坐标系的原点及另外两点。 这 3 个点定义了基坐标系。 每个运动系统只能测量一个基坐标系。</p>
----	--

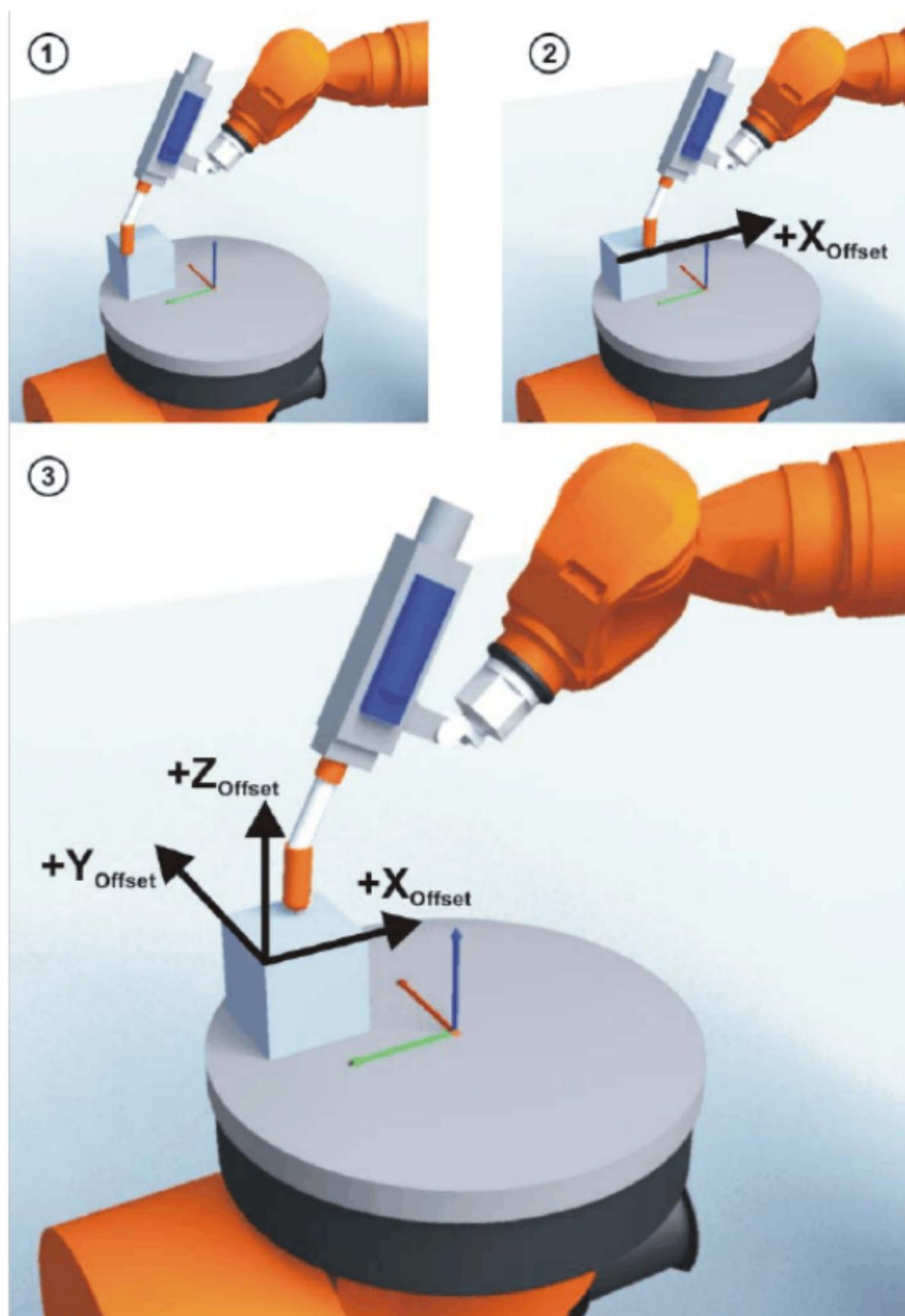


图 5-25: 基本测量原理

前提条件

已配置好运动系统的机器数据并已传输到机器人控制器。
 在连接法兰上装有一个已测量过的工具。
 已测量外部运动系统的基点。
 已知外部运动系统的编号。
 运行方式 T1

操作步骤

1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 外部运动系统 > 偏差。
2. 选择保存着基点的基础坐标系的编号。 将显示基础坐标系的名称。
用继续 键确认。
3. 输入外部运动系统的编号。 将显示外部运动系统的名称。
用继续 键确认。
4. 输入参考工具的编号。 用继续 键确认。
5. 将 TCP 驶至工件基坐标系的原点。 点击测量 键并用 继续 键确认。

6. 将 TCP 驶至工件坐标系正向 X 轴上的一个点。点击测量 键并用 继续 键确认。
7. 将 TCP 移至 XY 平面上一个带有正 Y 值的点。点击测量 键并用 继续 键确认。
8. 按下 保存 键。

5.6.6.4 输入工具坐标系数值

前提条件	<p>已知下列数值，例如从 CAD 中获得：</p> <p>工件坐标系的原点至动作法兰坐标系 (X , Y , Z) 原点的距离</p> <p>工件坐标系轴相对于动作法兰坐标系 (A , B , C) 的旋转</p> <p>已测量外部运动系统的基点。</p> <p>已知外部运动系统的编号。</p> <p>运行方式 T1</p>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 外部运动系统 > 偏差 (数字) 。 2. 选择保存着基点的基础坐标系的编号。 将显示基础坐标系的名称。 用 继续 键确认。 3. 输入外部运动系统的编号。 将显示外部运动系统的名称。 用 继续 键确认。 4. 输入数据。 用继续 键确认。 5. 按下 保存 键。

5.6.6.5 测量外部工具

说明	<p>在测量外部工具时，用户为安装在运动系统上的工具分配一套坐标系统。 该坐标系以外部工具的 TCP 为其原点并以运动系统的法兰坐标系为基准。</p> <p>首先，用户将安装在运动系统上的工具的 TCP 告知机器人控制系统。 为此用一个已经测量过的工具移至 TCP 。</p> <p>之后，将工具的坐标系统取向告知机器人控制器。 为此用户对一个已经测量过的工具坐标系平行于新的坐标系进行校准。 有两种方式：</p> <p>5D：用户将工具的碰撞方向告知机器人控制系统。 该碰撞方向默认为 X 轴。 其他轴的取向将由系统确定，用户对此没有影响力。</p> <p>系统总是为其它轴确定相同的取向。 如果之后必须对工具重新进行测量，比如在发生碰撞后，仅需要重新确定碰撞方向。 而无需考虑碰撞方向的转度。</p> <p>6D：用户将所有三个轴的取向告知机器人控制系统。</p>
----	--



如果使用 6D：建议对所有轴的校准情况进行记录。 如果之后必须对工具重新进行测量，比如在发生碰撞后，必须象首次校准时那样对轴重新校准，以确保可以继续正确地移到现有的点。

机器人控制器将外部工具的坐标保存为基础坐标系。

前提条件	<p>已配置好运动系统的机器数据并已传输到机器人控制器。</p> <p>在连接法兰上装有一个已测量过的工具。</p> <p>已测量外部运动系统的基点。</p> <p>已知外部运动系统的编号。</p> <p>运行方式 T1</p>
------	--



下述操作步骤适用于工具碰撞方向为默认碰撞方向 (= X 向) 的情况。 如果碰撞方向改为 Y 向或 Z 向，则操作步骤也必须相应地进行更改。

- 操作步骤
1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 固定工具 > 外部运动系统偏量。
 2. 选择保存着基点的基础坐标系的编号。 将显示基础坐标系的名称。
用继续 键确认。
 3. 输入外部运动系统的编号。 将显示外部运动系统的名称。
用继续 键确认。
 4. 输入参考工具的编号。 用继续 键确认。
 5. 在 5D/6D 栏中选择一种规格。 用继续 键确认。
 6. 用已测量工具的 TCP 移至外部工具的 TCP。点击测量 键并用 继续 键确认。
 7. 如果选择 5D :
将 +X 基础坐标系 平行对准 -Z 法兰坐标系。
(也就是将连接法兰调整至与外部工具的碰撞方向垂直的方向。)
如果选择 6D :
应对连接法兰进行调整,使得它的轴平行于外部工具的轴:
+X 基础坐标系 平行于 -Z 法兰坐标系
(也就是将连接法兰调整至与外部工具的碰撞方向垂直的方向。)
+Y 基础坐标系 平行于 +Y 法兰坐标系
+Z 基础坐标系 平行于 +X 法兰坐标系
 8. 点击 测量 键并用 继续 键确认。
 9. 按下 保存 键。

5.6.6.6 输入外部工具数值

前提条件 已知下列数值,例如从 CAD 中获得:
外部工具的 TCP 至动作法兰坐标系 (X, Y, Z) 原点的距离
外部工具轴相对于动作法兰坐标系 (A, B, C) 的旋转
运行方式 T1

- 操作步骤
1. 在主菜单中选择 投入运行 > 测量 > 固定工具 > 数字输入。
 2. 为外部工具给定一个号码和一个名称。 用继续 键确认。
 3. 输入数据。 用继续 键确认。
 4. 按下 保存 键。

5.7 负载数据

负载数据进入轨道和加速的计算中,并用于优化节拍时间。 负载数据必须输入
机器人控制系统。

来源 负载数据的可能来源如下:

KUKA.LoadDataDetermination 软件选项 (仅用与法兰上的负载)
生产厂商数据
人工计算
CAD 程序

5.7.1 用 KUKA.Load 检测负载

所有负载数据 (负载及附加负载)都必须用 KUKA.Load 软件检查。例外: 如果用 KUKA.LoadDataDetermination 进行负载检查,则无需再使用 KUKA.Load 进行检查。

使用 KUKA.Load 可以生成负载验收记录 (Sign Off Sheet)。KUKA.Load 以及文献资料均可从库卡网站 www.kuka.com 上免费下载。



详细信息请见 KUKA.Load 文献。

5.7.2 用 KUKA.LoadDataDetermination 计算负载

说明 用 KUKA.LoadDataDetermination 可以精确确定负载重量并将其传输至机器人控制系统。

操作步骤 在主菜单中选择 投入运行 > 服务 > 负载数据计算。



详细信息请见 KUKA.LoadDataDetermination 文献。

5.7.3 输入承载数据

说明 必须将负载数据输入机器人控制系统，并分配给正确的工具。

例外：如果负载数据已经由 KUKA.LoadDataDetermination 传输到机器人控制系统中，则无需再手工输入。

前提条件 负载数据已用 KUKA.Load 或 KUKA.LoadDataDetermination 进行检查，机器人适合于该负载。

操作步骤

1. 选择主菜单 投入运行 > 测量 > 工具 > 工具负载数据。
2. 在工具编号 栏中输入工具的编号。用继续 键确认。
3. 输入负载数据：
 - M 栏：质量
 - X、Y、Z 栏：相对于法兰的重心位置
 - A、B、C 栏：主惯性轴相对于法兰的取向
 - JX、JY、JZ 栏：惯性矩

(JX 是坐标系统 X 轴的惯性 该坐标系通过 A、B 和 C 相对于法兰转过一定角度。以此类推，JY 和 JZ 是指绕 Y 轴和 Z 轴的惯性。
4. 用继续 键确认。
5. 按下 保存 键。

5.7.4 输入附加负荷数据

说明 附加负载数据必须输入机器人控制系统。

附加负载的 X、Y、Z 值的参考系：

负载	参考系
附加负载 A1	ROBROOT坐标系 A1 = 0 °
附加负载 A2	ROBROOT坐标系 A2 = -90 °
附加负载 A3	法兰坐标系 A4 = 0 °, A5 = 0 °, A6 = 0 °

前提 附加负载数据已由 KUKA.Load 进行检查，并适合于该机器人类型。

操作步骤

1. 选择主菜单 投入运行 > 测量 > 附加负载数据 。
2. 输入其上将固定附加负荷的轴编号。 用继续 键确认。
3. 输入负荷数据。 用继续 键确认。
4. 按下 保存 键。

6 程序管理

6.1 文件管理导航器

概览

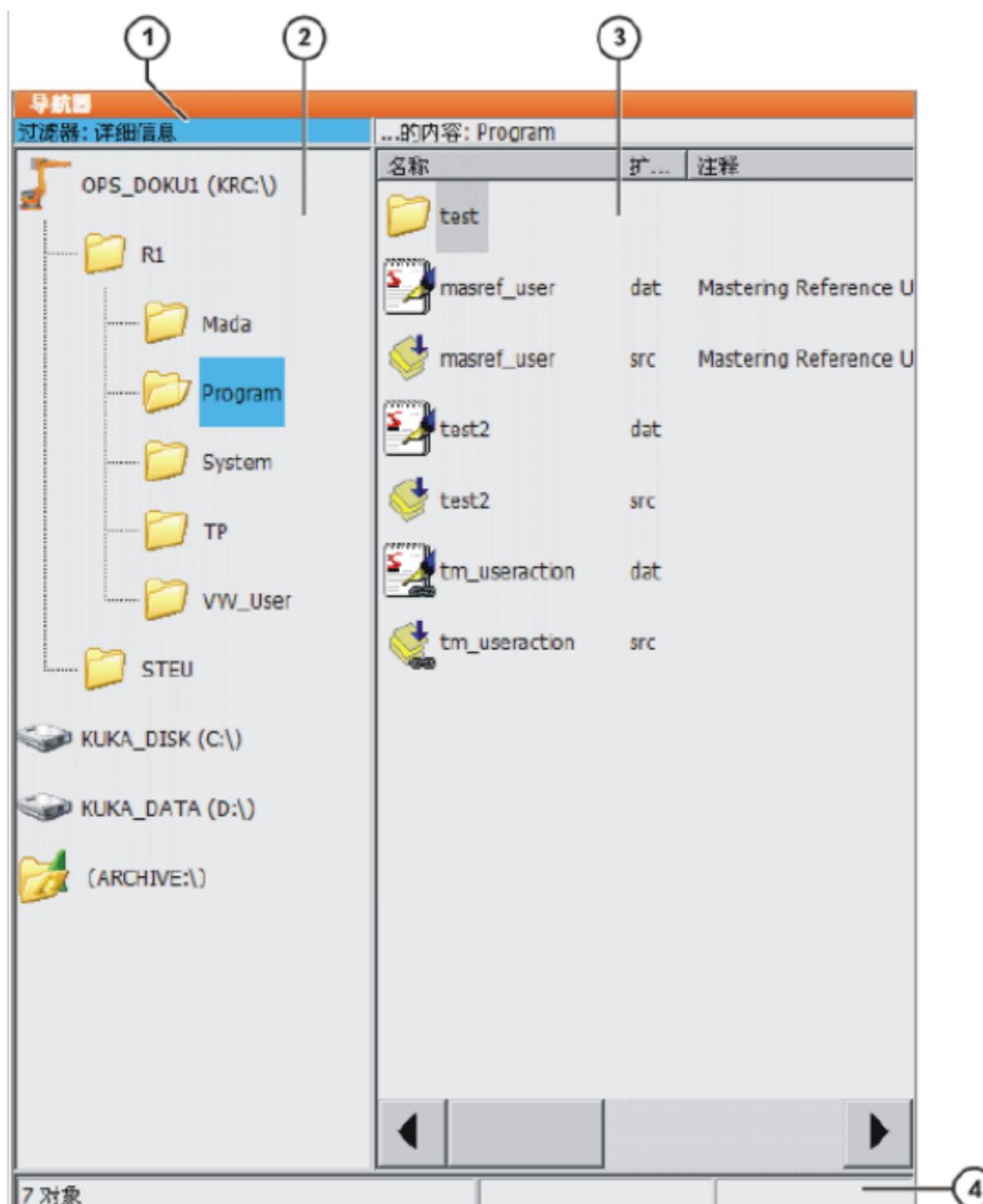


图 6-1: 导航器

说明

用户可在导航器中管理程序及所有系统相关文件。

标题行

左侧区域： 显示选定的过滤器。

(>>> 6.1.1 " 选择过滤器 " 页码 98)

右侧区域： 显示在目录结构中标记的目录或驱动器。

目录结构

目录和驱动器概览。 显示哪个目录和驱动器，取决于用户组和配置。

文件列表

显示在目录结构中标记的目录或驱动器的内容。 所显示的程序格式取决于选择的过滤器。

状态行

状态行可显示下列信息：

标记的对象

正在运行的动作
 用户对话
 对用户的输入要求
 安全提问

6.1.1 选择过滤器

说明

“应用人员”用户组无法使用本功能。

过滤器决定了在文件清单中如何显示程序。 以下过滤器可供选择：

详细信息

程序以 SRC 和 DAT 文件形式显示。 (默认设置)

模块

程序以模块显示。

前提

专家用户组

操作步骤

1. 选择菜单序列 编辑 > 过滤器。
2. 在导航器的左侧区域标记所需的过滤器。
3. 用 OK 键确认。

6.1.2 新建文件夹

前提条件

导航器已被显示。

操作步骤

1. 在目录结构中选定要在其中创建新文件夹的文件夹，例如文件夹 R1。
(不是在所有的文件夹中都能创建新文件夹) 在应用人员和操作人员用户组中，只能在文件夹 R1 中创建新的文件夹。
2. 按下 新建。
3. 给出文件夹的名称，并用 OK 确认。

6.1.3 新建程序

前提条件

导航器已被显示。

操作步骤

1. 在目录结构中选定要在其中建立程序的文件夹，例如文件夹 程序。(不是在所有的文件夹中都能建立程序)
2. 按下 新建。
3. 仅限于在专家用户组中：
窗口 选择模板 将自动打开。 选定所需模板并用 OK 确认。
4. 输入程序名称，并按 OK 确认。



在应用人员用户组中不可选择模板。 将默认生成一个“模块”类型的程序。

6.1.4 文件更名

前提条件

导航器已被显示。

操作步骤

1. 在目录结构中标记文件所在的文件夹。
2. 在文件列表中标记文件。
3. 选择 编辑 > 改名。
4. 用新的名称覆盖原文件名，并用 OK 确认。

6.2 选择或打开程序

概览	<p>可以选择或打开一个程序。之后将显示出一个编辑器和程序，而不是导航器。</p> <p>(>>> 6.2.1 " 选择和取消选择程序 " 页码 99)</p> <p>(>>> 6.2.2 " 打开程序 " 页码 100)</p> <p>在程序显示和导航器之间可以来回切换。</p> <p>(>>> 6.2.3 " 在导航器和程序之间切换 " 页码 101)</p>
区别	<p>程序已选定：</p> <ul style="list-style-type: none"> 语句指针将被显示。 程序可以启动。 可以有限地对程序进行编辑。 选定的程序尤其适用于应用人员用户组进行编辑的情况。 例如：不允许使用多行的 KRL 指令(例如 LOOP ... ENDLOOP)。 在取消选择时，无需回答安全提问即可应用更改。如果对不允许的更改进行了编程，则会显示出一则故障信息。 <p>程序已打开：</p> <ul style="list-style-type: none"> 程序不能启动。 程序可以编辑。 打开的程序尤其适用于专家用户组进行编辑的情况。 关闭时会弹出一个安全询问。可以应用或取消更改。

6.2.1 选择和取消选择程序



如果在专家用户群中对一个选定程序进行了编辑，则在编辑完成后必须将光标从被编辑行移开至另外任意一行中。只有这样才能保证在程序被取消选择时可以保存编辑内容。

前提	运行方式 T1 、 T2 或 AUT
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在导航器中选定程序并按 选择 。 编辑器中将显示该程序。至于选定的是一个模块、还是一个 SRC 文件还是一个 DAT 文件则无关紧要。编辑器中始终显示 SRC 文件。 2. 启动或编辑程序。 3. 重新取消选择程序： <ul style="list-style-type: none"> 选择 编辑 > 取消程序选择 。 或：在状态栏中触摸状态显示 机器人解释器 。一个窗口打开。选择取消程序。
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>在取消选择时，无需回答安全提问即可应用更改。</p> </div>
	如果程序正在运行，则在取消程序选择前必须将程序停止。
说明	<p>如果已选定了一个程序，则状态显示 机器人解释器 会显示该程序。</p> <p>(>>> 6.5.6 " 机器人解释器状态显示 " 页码 105)</p>

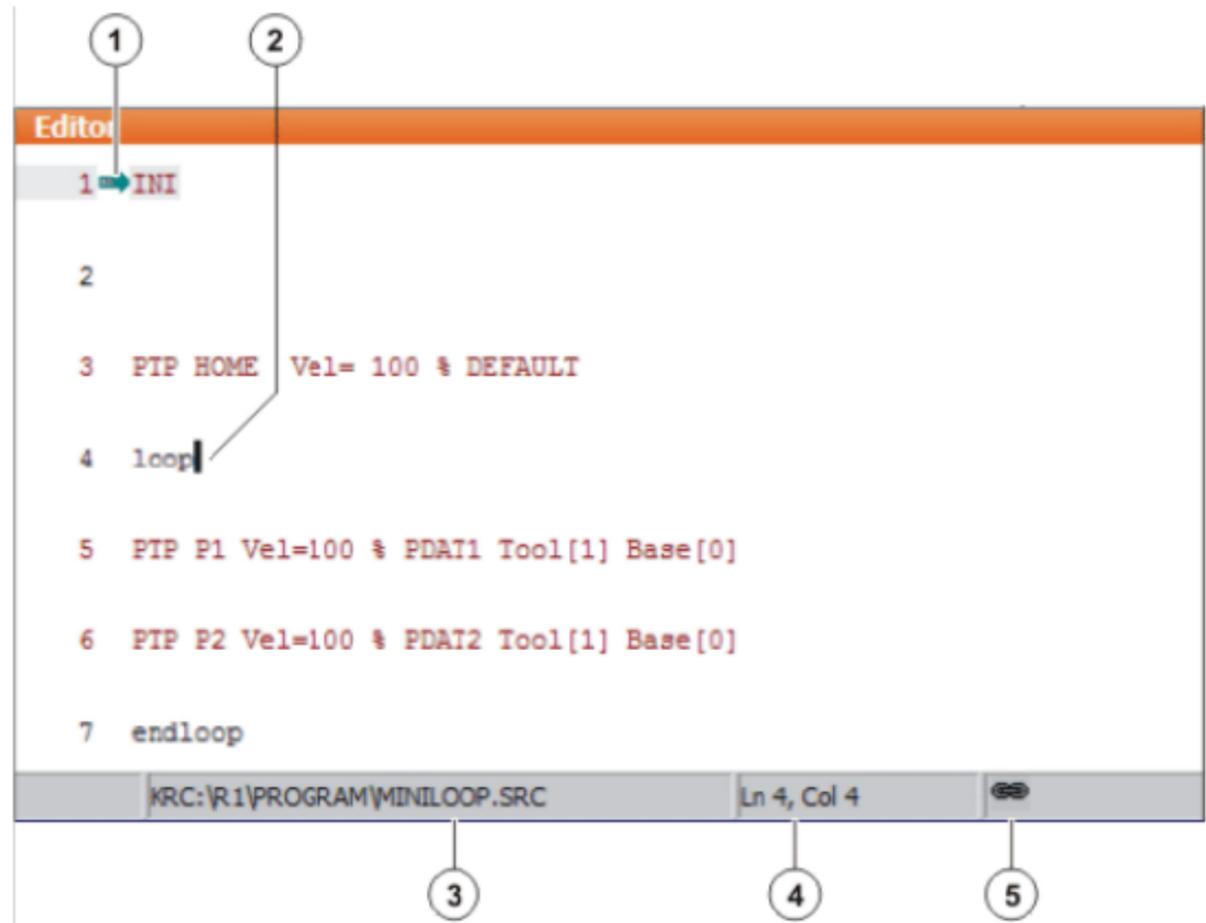


图 6-2: 程序已选定

- 1 语句指针
- 2 光标
- 3 程序的路径和文件名
- 4 程序中光标的位置
- 5 图标显示程序已被选定。

6.2.2 打开程序

前提

运行方式 T1 、 T2 或 AUT

在外部自动运行 (AUT EXT) 方式下可以打开一个程序，但是不能对其进行编辑。

操作步骤

1. 在导航器中选定程序并按 打开。编辑器中将显示该程序。
如果选定了一个模块， SRC 文件将显示在编辑器中。 如果选定了一个 SRC 或 DAT 文件，则相应的文件会显示在编辑器中。
2. 编辑程序。
3. 关闭程序。
4. 为应用更改，点击 是 是回答安全询问。

说明

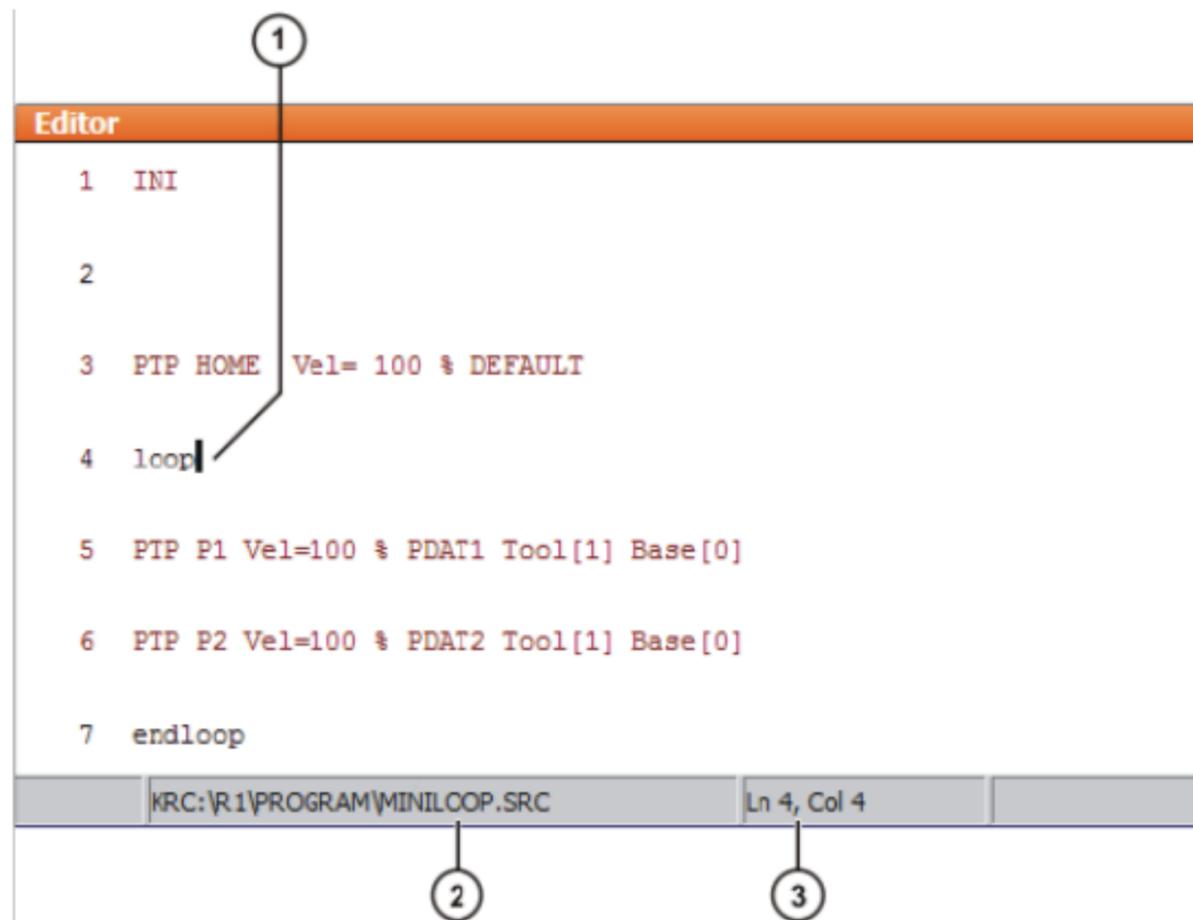


图 6-3: 程序已打开

- 1 光标
- 2 程序的路径和文件名
- 3 程序中光标的位置

6.2.3 在导航器和程序之间切换

说明

如果已选定或打开了一个程序，则仍可以重新显示导航器，而不必取消选择程序或关闭程序。 然后可以重新返回程序。

操作步骤

程序已选定：

从程序切换到导航器： 选择菜单序列 编辑 > 导航器。

从导航器切换到程序： 按程序。

程序已打开：

从程序切换到导航器： 选择菜单序列 编辑 > 导航器。

从导航器切换到程序： 按编辑器。



必须先停止正在运行或已暂停的程序，才能使用这里提及的菜单序列和按键。

6.3 KRL 程序的结构

```

1 DEF my_program( )
2 INI
3
4 PTP HOME Vel= 100 % DEFAULT
...
8 LIN point_5 CONT Vel= 2 m/s CPDAT1 Tool[3] Base[4]
...
14 PTP point_1 CONT Vel= 100 % PDAT1 Tool[3] Base[4]
...
20 PTP HOME Vel= 100 % DEFAULT
21
22 END

```

行	说明
1	DEF 行显示程序名称。 如果程序是一个函数，则 DEF 行以“ DEFFCT”开头并包括其它说明。 DEF 行可以显示或隐藏。 (>>> 6.4.1 " 显示 / 隐藏 DEF 行 " 页码 102)
2	INI 行包括内部变量和参数初始化的内容。
4	起始位置 (>>> 6.3.1 " 起始位置 " 页码 102)
8	LIN 运动 (>>> 8.2.3 " 对 LIN 运动进行编程 " 页码 134)
14	PTP 运动 (>>> 8.2.1 " 对 PTP 运动进行编程 " 页码 133)
20	起始位置
22	END 行是各程序的最后一行。 如果程序是一个函数，则 END 行为“ ENDFCT”。END 行不得删除！

KRL 程序中的第一个运动指令必须定义一个明确的初始位置。 当起始位置存储为机器人控制系统的默认设置时，这一点得到了保证。

如果第一个运动指令不是默认起始位置或该位置被修改，则必须使用下列指令中的一个：

POS 型或 E6POS 型的完整 PTP 指令

AXIS 型或 E6AXIS 型的完整 PTP 指令

“完整”表示必须输入目标点的所有组成内容。

 警告	如果变更了起始位置，则将对所有使用它的程序产生影响。可能导致人身伤害和财产损失。	可
---	--	---

在只能作为次级程序使用的程序中，也可以使用其它指令作为第一个运动指令。

6.3.1 起始位置

起始位置是一个在整个程序范围内均有效的位置。 起始位置一般用作程序的开头和末尾位置，因为它定义明确但不起关键作用。

在默认设置下，起始位置位于机器人控制系统中，并带有下列数值：

轴	A1	A2	A3	A4	A5	A6
项号	0 °	- 90 °	+ 90 °	0 °	0 °	0 °

也可以示教其它起始位置。 起始位置必须满足下列条件：

对程序运行有利的输出端位置

有利的停机位置。 例如，机器人在停机后不会成为阻碍。

 警告	如果变更了起始位置，则将对所有使用它的程序产生影响。可能导致人身伤害和财产损失。	可
---	--	---

6.4 打开 / 关闭程序段

6.4.1 显示 / 隐藏 DEF 行

说明 默认为不显示 DEF 行。如果显示 DEF 行，则在程序中只能执行说明部分。

对于那些打开并选择了的程序来说，DEF 行将分别显示或隐藏。如果详细说明界面打开，则 DEF 行将显示出来，无需专门进行显示操作。

前提	专家用户群 已选定或者已打开程序。
操作步骤	选择菜单序列 编辑 > 视图 > DEF 行。 在菜单中打勾：显示 DEF 行。 在菜单中未打勾：隐藏 DEF 行。

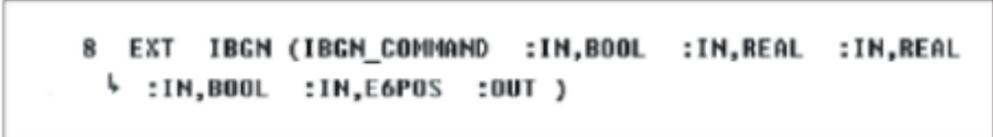
6.4.2 显示详细说明显示

说明	此时详细说明显示将默认关闭，以保证程序显示清晰明了。如果打开了详细说明显示，则隐藏程序行将被显示出来，例如 FOLD、ENDFOLD 语句行以及 DEF 语句行。 对于那些已打开并选择了的程序，将分别显示或关闭其详细说明显示。
----	--

前提	专家用户组
操作步骤	选择菜单序列 编辑 > 视图 > 详细说明显示 (ASCII)。 在菜单中打勾：此详细说明界面已被打开。 在菜单中未打勾：此详细说明界面已被关闭。

6.4.3 启动或关闭断行功能

说明	如果程序行的长度超出程序窗口，则会根据默认设置换行。该断行部分则没有行号，并用一个黑色的 L 形箭头标记。可关闭断行功能。
----	---



```

8 EXT IBGN (IBGN_COMMAND :IN,BOOL :IN,REAL :IN,REAL
↳ :IN,BOOL :IN,E6POS :OUT )

```

图 6-4: 换行

对于那些已打开并选择了的程序，将分别启用或关闭此断行功能。

前提	专家用户群 已选定或者已打开程序。
操作步骤	选择菜单序列 编辑 > 视图 > 换行。 在菜单中打勾：此断行功能即被打开。 在菜单中未打勾：此断行功能即被关闭。

6.5 启动程序

6.5.1 选择程序运行方式

操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 触摸状态显示 程序运行方式 。 窗口程序运行方式 打开。 2. 选择所需的程序运行方式。 (>>> 6.5.2 " 程序运行方式 " 页码 104) 窗口关闭并将应用选定的程序运行方式。
------	--

6.5.2 程序运行方式

程序运行方式	说明
Go #GO	程序不停顿地运行，直至程序结尾。
动作 #MSTEP	程序在每一运动组后暂停。对每一个运动组都必须重新按下启动键。
单个步骤 #ISTEP	程序在每一程序行后暂停。看不见的程序行和空行也包括在内。对每一个行都必须重新按下启动键。 单个步骤 只供专家用户组使用。
逆向 #BSTEP	如果按下逆向启动键，则会自动选择这种程序运行方式。

 在采用 动作 和 单个步骤 时，程序直接开始而不进行预运行。

6.5.3 预进

预运行是机器人控制系统在程序运行时预先计算和计划的 最大 数量的运动组。实际 数量取决于计算机的利用率。默认值为 3。预运行与程序段指示器的当前位置有关。此外，为了能计算滑过运动也有必要进行预运行。

有些指令引发预运行停止。其中包括影响外围设备的指令，如 OUT 指令。

6.5.4 设定程序倍率 (POV)

说明 程序倍率是程序进程中机器人的速度。程序倍率以百分比形式表示，以已编程的速度为基准。

 在运行方式 T1 中，最大速度为 250mm/s，与所设定的值无关。

操作步骤

1. 触摸状态显示 POV/HOV。关闭窗口 倍率 将打开。
2. 设定所希望的程序倍率。可通过正负键或通过调节器进行设定。
正负键：可以以 100%、75%、50%、30%、10%、3%、1% 步距为单位进行设定
调节器：倍率可以以 1% 步距为单位进行更改。
3. 重新触摸状态显示 POV/HOV。（或触摸窗口外的区域。）
窗口关闭并应用所需的倍率。

 在窗口 倍率 中可通过 选项 打开窗口 手动移动选项。

另一种方法

也可使用 KCP 右侧的正负按键来设定倍率。

可以以 100%、75%、50%、30%、10%、3%、1% 步距为单位进行设定。

6.5.5 接通 / 关闭驱动装置

驱动装置的状态将显示在状态栏中。也可在此处接通或关断驱动装置。

图标	颜色	说明
	绿色	驱动装置待机
	红色	驱动部分尚未就绪

6.5.6 机器人解释器状态显示

图标	颜色	说明
	灰色	未选定程序。
	黄色	语句指针位于所选程序的首行。
	绿色	已经选择程序，并运行完毕。
	红色	所选并启动的程序被暂停。
	黑色	所选程序的最后就是语句指针。

6.5.7 启动正向运行程序（手动）

前提

程序已选定。
运行方式 T1 或 T2

操作步骤

1. 选择程序运行方式。
2. 按住确认开关，直至显示状态栏 “驱动器已准备就绪”：



图 6-5

3. 执行 SAK 运动：按住启动按键，直至信息窗显示 “SAK 到达 机器人停下”。

 警告	SAK 运行必须作为 PTP 动作从实际位置移动到目标位置。观察此运动，防止碰撞。在 SAK 运行中速度自动降低。
---	---

4. 按下启动键并按住。
程序开始运行，根据程序运行方式带暂停或不带暂停。

如果要停止一个手动启动的程序，可松开启动键。

6.5.8 启动正向运行程序（自动）

前提

程序已选定。

自动运行方式（不是外部自动运行）

操作步骤

1. 选择程序运行方式 Go。
2. 接通驱动装置。
3. 执行 SAK 运动：
按住启动按键，直至信息窗显示 “达到 SAK ”。机器人停下。

 **警告** SAK 运行必须作为 PTP 动作从实际位置移动到目标位置。观察此运动，防止碰撞。在 SAK 运行中速度自动降低。

4. 按下启动键。程序开始运行。
为了停止在自动运行中启动的程序，请按下停止键。

6.5.9 进行语句选择

说明

使用语句选择可使一个程序在任意点启动。

前提

程序已选定。
运行方式 T1 或 T2

操作步骤

1. 选择程序运行方式。
2. 选定应在该处启动程序的运动语句。
3. 点击 语句选择 。语句指针指在动作语句上。
4. 按住确认开关，直至状态栏 “驱动器已准备就绪 ”显示：



5. 执行 SAK 运动：按住启动按键，直至信息窗显示 “SAK 到达 机器人停下”。

 **警告** SAK 运行必须作为 PTP 动作从实际位置移动到目标位置。观察此运动，防止碰撞。在 SAK 运行中速度自动降低。

6. 程序现在可以手动或自动启动。无需再次执行 SAK 运动。

6.5.10 启动反向运行程序

说明

在反向运行时，机器人在每一点上都停留。无法滑过。

前提

程序已选定。
运行方式 T1 或 T2

操作步骤

1. 按住确认开关，直至状态栏 “驱动器已准备就绪 ”显示：



2. 执行 SAK 运动：按住启动按键，直至信息窗显示 “SAK 到达 机器人停下”。

 **警告** SAK 运行必须作为 PTP 动作从实际位置移动到目标位置。观察此运动，防止碰撞。在 SAK 运行中速度自动降低。

3. 按下逆向启动键。
4. 对每一个运动组都要重新按下逆向启动键。

6.5.11 复位程序

说明	如果要从头重新开始一个中断的程序，则必须将其复位。这样可使程序回到起始状态。
前提	程序已选定。
操作步骤	选择菜单序列 编辑 > 复位程序 。
另一种方法	在状态栏中触摸状态显示 机器人解释器 。 一个窗口打开。 选择 复位程序 。

6.5.12 启动外部自动运行

 **警告** 在外部自动运行中没有 SAK 运行。这表明，机器人在启动之后以编程的速度（没有减速）到达了第一个编程位置，并且在那里没有停止。

前提	运行方式 T1 或 T2 用于外部自动运行的输入 / 输出端和 CELL.SRC 程序已配置。
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在导航器中选择 CELL.SRC 程序。（在文件夹 “ R1 ” 中。 2. 将程序倍率设定为 100%。（以上为建议的设定值。也可根据需要设定其它数值。） 3. 执行 SAK 运动： 按住确认开关。 按住启动按键，直至信息窗显示 “ SAK 到达”

 **警告** SAK 运行必须作为 PTP 动作从实际位置移动到目标位置。观察此运动，防止碰撞。在 SAK 运行中速度自动降低。

4. 选择 “外部自动化 ”运行方式
5. 程序从上一级控制系统 (PLC) 开始启动。

为了停止在自动运行中启动的程序，请按下停止键。

6.6 编辑程序

概览	<p>对一个正在运行的程序无法进行编辑。</p> <p>在外部自动运行 (AUT EXT) 方式下不能对程序进行编辑。</p>
----	---

 如果在专家用户群中对一个选定程序进行了编辑，则在编辑完成后必须将光标从被编辑行移开至另外任意一行中。
只有这样才能保证在程序被取消选择时可以保存编辑内容。

操作	在下列用户组中的应用可能性
插入注释或印章	应用人员 : 是 专家 : 是
删除行	应用人员 : 是 专家 : 是
创建文件夹	应用人员 : 否 专家 : 是
复制	应用人员 : 否 专家 : 是

操作	在下列用户组中的应用可能性
添加	应用人员 : 否 专家 : 是
添加空行 (按回车键)	应用人员 : 否 专家 : 是
剪切	应用人员 : 否 专家 : 是
查找	应用人员 : 是 专家 : 是 在程序打开时和在外部自动运行 (AUT EXT) 方式下适用于所有用户组。
替换	应用人员 : 否 专家 : 是 (程序已打开, 但未选定)
用联机表格编程	应用人员 : 是 专家 : 是
KRL 编程	应用人员 : 只在一定程度上可以。 不允许使用多行的 KRL 指令 (例如 LOOP ... ENDLOOP) 。 专家 : 是

6.6.1 插入注释或印章

前提 已选定或者已打开程序。
运行方式 T1 、 T2 或 AUT

- 操作步骤
1. 标记其后应插入注释或印章的那一行。
 2. 选择菜单序列 指令 > 注释 > 正常 或 印章。
 3. 输入所希望的数据。 如果事先已经插入了注释或印章，则联机表格中还保留着相同数据。
插入注释时，可用 新文本 来清空注释栏，以便输入新的文字。
插入印章时，可用 新时间 来更新系统时间，并用 新名称 清空 名称 栏。
 4. 用指令 OK 存储。

注释说明

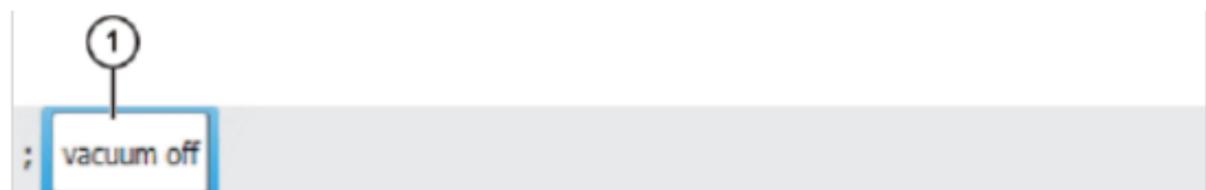


图 6-6: 注释的联机表单

项号	说明
1	任意文本

印章说明

印章是一个增添了系统日期、时间和用户识别标识的注释。

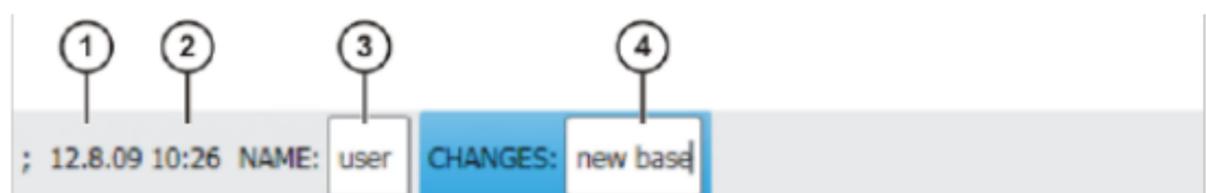


图 6-7: 印章的联机表格

项号	说明
1	系统日期 (不可编辑)
2	系统时间
3	用户的名称或标识
4	任意文本

6.6.2 删除程序行

前提 已选定或者已打开程序。
运行方式 T1 、 T2 或 AUT

操作步骤

1. 选定应删除的程序行。 (该程序行不必是彩色背景。 如果光标位于程序行中, 就足够了。)
如果要删除多个相连的程序行: 用手指或指示笔下拉到所需的区域。 (该区域必须是彩色背景。)
2. 选择菜单序列 编辑 > 删除。
3. 点击 是 确认安全询问。

 删除的程序行不能重新被恢复!

 如果一个包含有运动指令的程序行被删除, 点名称和点坐标仍会储存在 DAT 文件中。 该点可以应用到其它运动指令中, 不必再次示教。

6.6.3 更多编辑功能

下列更多的程序编辑功能可通过 编辑 调用:

复制

前提:

已选定或者已打开程序。
专家用户组
运行方式 T1 、 T2 或 AUT

粘贴

前提:

已选定或者已打开程序。
专家用户组
运行方式 T1 、 T2 或 AUT

剪切

前提:

已选定或者已打开程序。
专家用户组
运行方式 T1 、 T2 或 AUT

搜索

前提:

已选定或者已打开程序。

替换

前提：

程序已打开。

专家用户组

6.7 程序打印

操作步骤

1. 在导航器中标记程序。 也可以标记多个程序。
2. 选择菜单序列 编辑 > 打印。

6.8 存档和还原数据

6.8.1 存档概览

目标位置

可保存到以下目标位置：

KCP 或机器人控制器上的 U 盘

网络

菜单项

可选择以下菜单项：

菜单选项	目录 / 文件存档
所有	<p>\Roboter\log*.dmp (不会还原)</p> <p>\Roboter\log\poslog\poslog.xml (不会还原)</p>
应用	<p>KRC:\R1\Programm</p> <p>KRC:\R1\cell*</p> <p>KRC:\Steu\\$config*</p>
配置	

菜单选项	目录 / 文件存档
Log 数据	\Roboter\log*.dmp (不会还原) \Roboter\log\poslog\poslog.xml (不会还原)
KrcDiag	如果要由库卡机器人有限公司分析故障，则可以通过该菜单选项将需要的数据打包，以便将数据发送给库卡公司。 除此之外，也可以通过 文件 > 存档 将这些数据用其它方法打包。 (>>> 6.8.6 " 打包数据以便由库卡公司进行故障分析 " 页码 112)

如果通过菜单选项 全部 进行存档，并且有一个已存档案，则原有档案被覆盖。

如果没有选择 全部 而选择了其他菜单选项或者 KrcDiag 进行存档，并且有一个已存档案，则机器人控制系统将机器人名称与档案名进行比较。如果两个名称不同，则会弹出一个安全询问。

如果多次用 KrcDiag 进行存档，则最多能创建 10 个档案。档案再增加时则覆盖最老的档案。

此外，还可以将运行日志存档。 (>>> 6.8.4 " 日志存档 " 页码 112)

6.8.2 在 U 盘上存档

说明

该操作步骤会在 U 盘上生成一个压缩文件。在默认情况下，这个文件名称与机器人名称相同。但在机器人数据 下也可以为此文件确定一个自己的名称。

(>>> 4.16.7 " 显示 / 编辑机器人数据 " 页码 61)

此存档会显示在导航器的 ARCHIVE:\ 目录中。除 U 盘外还会自动将其保存在 D:\ 上。这里会生成一个 INTERN.ZIP 文件。

特殊情况 KrcDiag :

这个菜单项会在 U 盘上生成文件夹 KRCDiag。文件夹中包含一个压缩文件。此外还会将此压缩文件自动存档到 C:\KUKA\KRCDiag 上。

注意

仅允许使用 U 盘 KUKA.USBData。如果使用其他 U 盘则可能造成数据丢失或数据被更改。

前提条件

已连接了 U 盘 KUKA.USBData。
可以将该 U 盘连接到 KCP 或者机器人控制系统上。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 文件 > 存档 > USB (KCP) 或 USB(控制柜) 然后选择所需的子程序。
2. 点击 是 确认安全询问。 将生成档案。
当存档过程结束时，将在信息窗口中显示出来。 特殊情况 KrcDiag : 如果通过此菜单项存档，当存档过程结束时，将在一个单独的窗口中显示。 之后该窗口将自行消失。
3. 当 U 盘上的 LED 指示灯熄灭之后，可将其取下。

6.8.3 保存在网络上

说明

该操作步骤会在网络路径上生成一个压缩文件。在默认情况下，这个文件名称与机器人名称相同。但在机器人数据 下也可以为此文件确定一个自己的名称。

必须在 机器人数据 中对用于存档的网络路径进行配置。

(>>> 4.16.7 " 显示 / 编辑机器人数据 " 页码 61)

此存档会显示在导航器的 ARCHIVE:\ 目录中。除网络路径外还会自动将其保存在 D:\ 上。这里会生成一个 INTERN.ZIP 文件。

特殊情况 KrcDiag :

这个菜单项会在网络路径上生成文件夹 KRCDiag 。文件夹中包含一个压缩文件。此外还会将此压缩文件自动存档到 C:\KUKA\KRCDiag 上。

前提条件

已配置好用作存档路径的网络路径。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 文件 > 存档 > 网络 然后选择所需的子程序。
2. 点击 是 确认安全询问。 将生成档案。

当存档过程结束时，将在信息窗口中显示出来。 特殊情况 KrcDiag : 如果通过此菜单项存档，当存档过程结束时，将在一个单独的窗口中显示。 之后该窗口将自行消失。

6.8.4 日志存档

说明

作为存档会在目录 C:\KRC\ROBOTER\LOG 中生成 Logbuch.txt 文件。

操作步骤

在主菜单中选择 文件 > 存档 > 运行日志 。

将生成档案。 当存档过程结束时，将在信息窗口中显示出来。

6.8.5 还原数据

说明

 **警告** 在 KSS 8.2 里只准载入 KSS 8.2 的存档资料。如果载入其他档案，则可能出现以下后果：

错误信息

机器人控制器无法运行。

人员受伤以及财产损失

还原时可选择以下菜单项：

所有

应用

配置

如果存档的文件与系统文件的版本不一样，则在还原时会出现错误信息。

如果存档的技术包的版本与安装的版本不一致，也会显示故障信息。

前提条件

如果应由 U 盘还原数据：已连接了含有存档的 U 盘 KUKA.USBData 。
可以将该 U 盘连接到 KCP 或者机器人控制系统上。

操作步骤

1. 在主菜单中选择 文件 > 还原 ，然后选择所需的子程序。
2. 点击 是 确认安全询问。 存档的文件即被还原到机器人控制系统上。 当还原过程结束时，显示信息。
3. 如果是由 U 盘进行的还原：当 U 盘上的 LED 指示灯熄灭之后再取下 U 盘。
4. 重新启动机器人控制系统。

6.8.6 打包数据以便由库卡公司进行故障分析

说明

如果必须由库卡机器人有限公司分析故障，则可以通过此操作步骤将需数据打包，以便将数据发送给库卡公司。 该操作步骤会在 C:\KUKA\KRCDiag 上生成一个压缩文件。 此压缩文件内包含了库卡机器人有限公司进行故障分析所需的数据。（这里也包括有关系统资源的信息、截图和其他许多数据。）

- “诊断”的进行步骤 在主菜单中选择 诊断 > KrcDiag 。
数据即被打包。 进度将显示在一个窗口中。 当此过程结束时，也会显示在这个窗口中。 之后该窗口将自行消失。
- 使用 smartPAD 的操作步骤 此操作步骤不会使用任何菜单项， 而是使用 smartPAD 上的按键。 因此也在没有 smartHMI 可供使用的情况下（例如因视窗操作系统出现问题）使用此操作步骤。
- 前提：
smartPAD 已插在机器人控制器上。
机器人控制器已接通。
-  必须在 2 秒钟内按按键。 此时 smartHMI 上是否显示主菜单和键盘无关紧要。
1. 按主菜单按键并按住。
 2. 按键盘按键 2 次。
 3. 放开主菜单按键。
- 数据即被打包。 进度将显示在一个窗口中。 当此过程结束时，也会显示在这个窗口中。 之后该窗口将自行消失。
- 使用“存档”的操作步骤 此外也可以通过 文件 > 存档 > [...] 将数据打包。 这里也可以将数据存放到 U 盘或网络路径中。
- (>>> 6.8 " 存档和还原数据 " 页码 110)

7 运动编程基础

7.1 运动方式概览

可对下列运动方式进行编程：

点到点运动 (PTP)

(>>> 7.2 "点至点 (PTP) 运动方式" 页码 115)

线性运动 (LIN)

(>>> 7.3 "LIN 运动方式" 页码 115)

圆周运动 (CIRC)

(>>> 7.4 "CIRC 运动方式" 页码 116)

样条运动

(>>> 7.7 "样条运动方式" 页码 119)

LIN 和 CIRC 运动也被称为“CP 运动”(“连续轨迹 = Continuous Path”)。

一个运动的起点必须是前一个运动的目标点。

7.2 点至点 (PTP) 运动方式

机器人沿最快的轨道将 TCP 引至目标点。一般情况下最快的轨道并不是最短的轨道，也就是说并非直线。因为机器人轴进行回转运动，所以曲线轨道比直线轨道进行更快。

无法事先知道精确的运动过程。

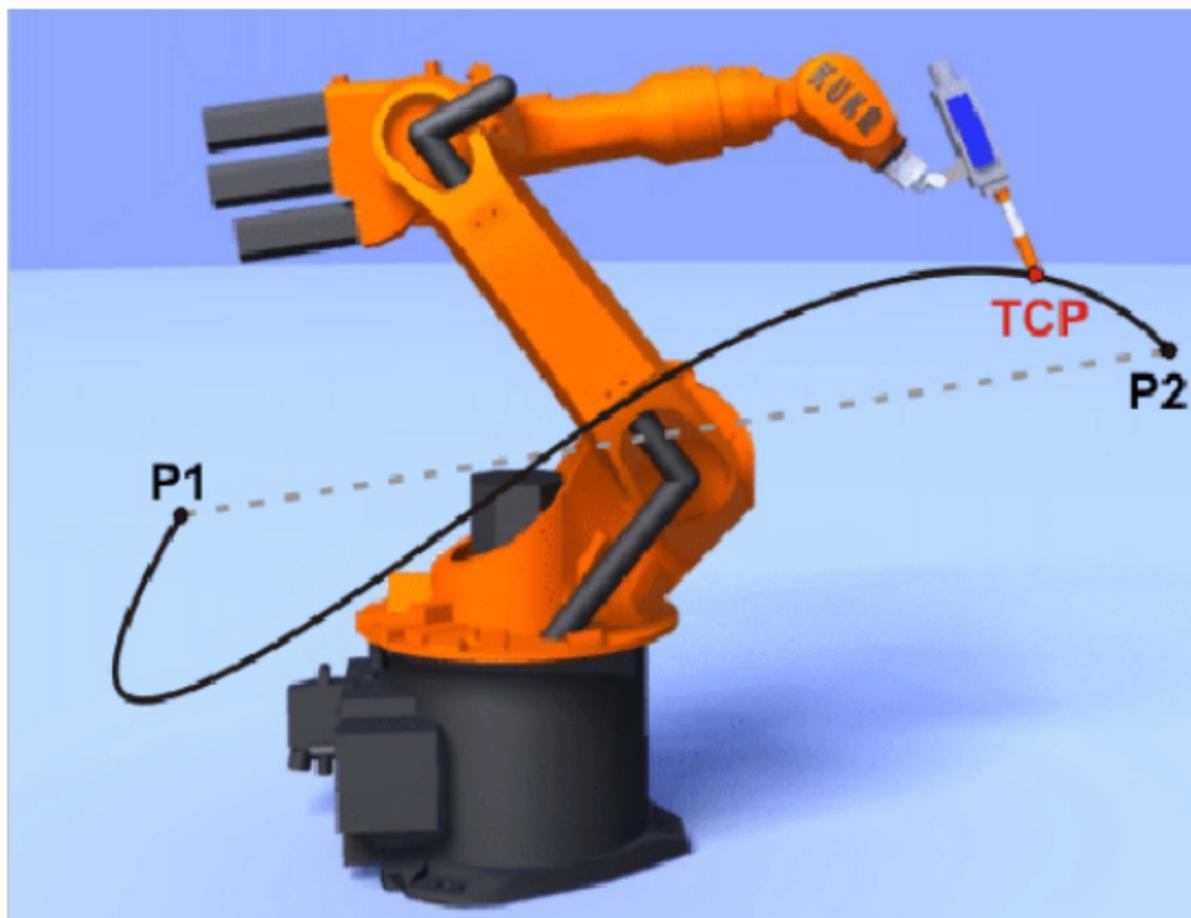


图 7-1: PTP 运动

7.3 LIN 运动方式

机器人沿一条直线以定义的速度将 TCP 引至目标点。

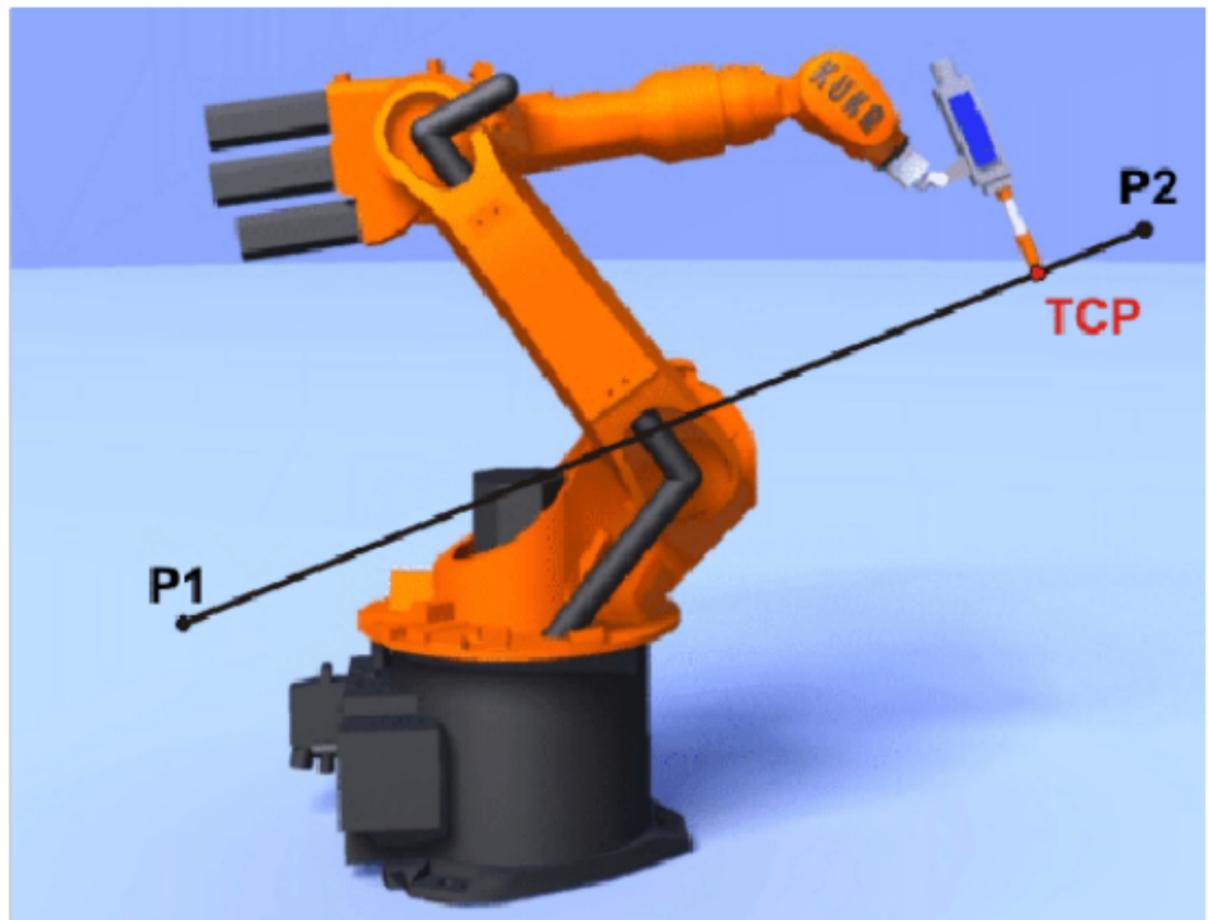


图 7-2: LIN 运动

7.4 CIRC 运动方式

机器人沿圆形轨道以定义的速度将

TCP 移动至目标点。圆形轨道是通过起

点、辅助点和目标点定义的。

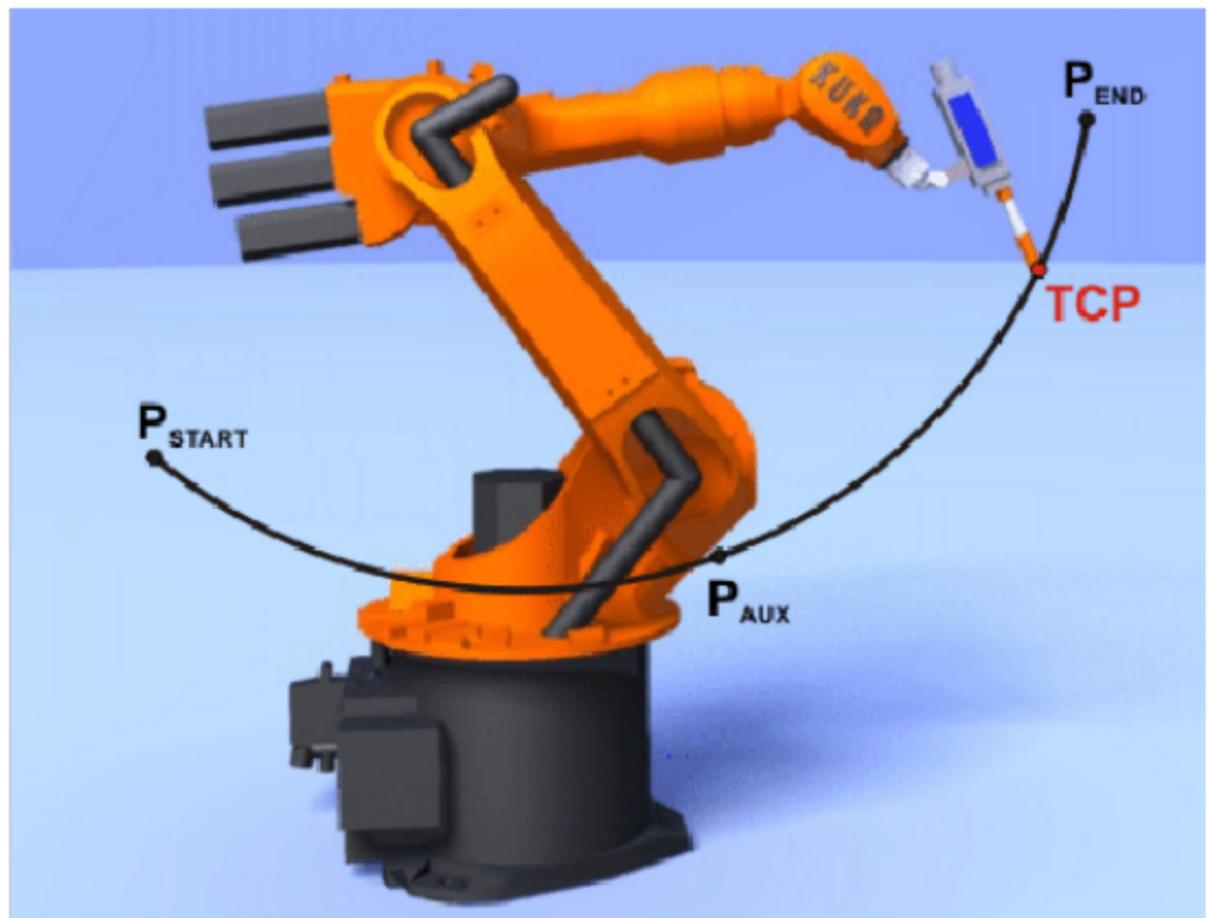


图 7-3: CIRC 运动

7.5 滑过

滑过的意思是：没有准确驶至编程的点。圆滑过渡是一个选项，可在进行运动编程时选择。



当在运动指令之后跟着一个触发预进停止的指令时，无法进行圆滑过渡。

PTP 运动

TCP 离开可以准确到达目标点的轨道，采用另一条更快的轨道。进行运动编程时将确定至目标点的距离，TCP 最早允许在此距离处离开其原有轨道。

当发生一个圆滑过渡的 PTP 运动时，轨道变化不可预见。而且，滑过点在轨道的哪一侧经过也无法预测。

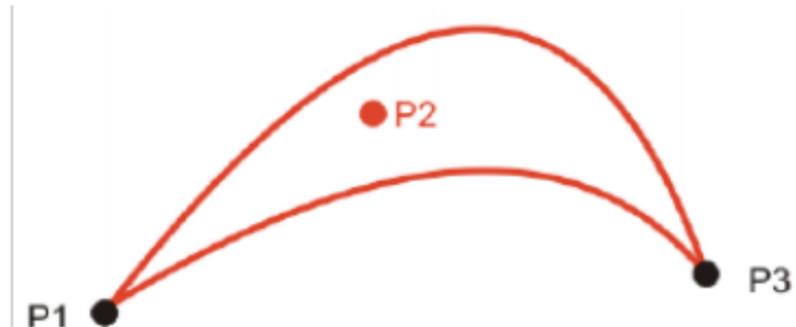


图 7-4: PTP 运动，P2 已滑过

LIN 运动

TCP 将离开其上有应精确移至的目标点的轨道，在一条更短的轨道上运行。进行运动编程时将确定至目标点的距离，TCP 最早允许在此距离处离开其原有轨道。

滑过区域内的轨道路线不是圆弧形。



图 7-5: LIN 运动，P2 已滑过

CIRC 运动

TCP 将离开其上有应精确移至的目标点的轨道，在一条更短的轨道上运行。进行运动编程时将确定至目标点的距离，TCP 最早允许在此距离处离开其原有轨道。

辅助点总能准确到达。

滑过区域内的轨道路线不是圆弧形。

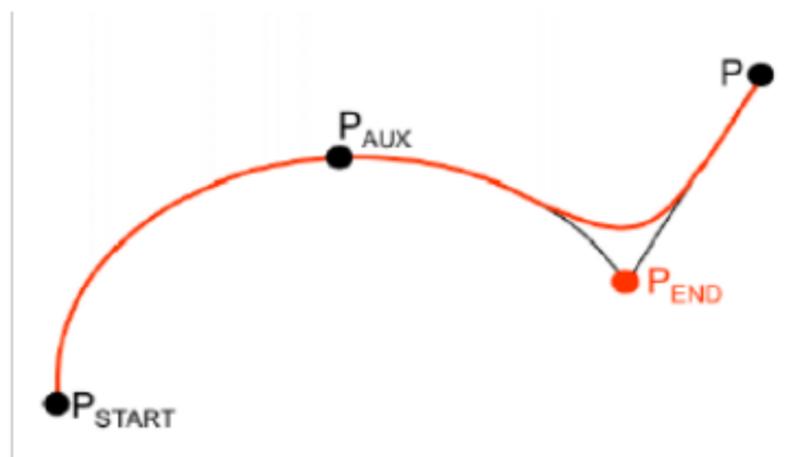


图 7-6: CIRC 运动，P_{END} 已滑过

7.6 LIN 和 CIRC 运动的方向导引

说明 TCP 在运动的起始点和目标点处的方向可能不同。起始方向可能以多种方式过渡到目标方向。在 CP 运动编程时必须选择一种方式。

LIN 和 CIRC 运动的方向导引按如下方式进行设定：

在选项窗口 运动参数 中

(>>> 8.2.9 " 选项窗口运动参数 (LIN, CIRC)" 页码137)

LIN 运动

方向导引	说明
恒定的方向	TCP 的方向在运动过程中保持不变。 对于目标点来说，已编程方向将被忽略，而起始点的编程方向仍然保持不变。
标准	TCP 的方向在运动过程中不断变化。 提示：如果机器人在 标准 模式下出现手轴奇点，则可用 手动 PTP 来代替。
手动 PTP	TCP 的方向在运动过程中不断变化。这是由手轴角度的线性转换（与轴相关的运行）造成的。 提示：如果机器人在 标准 模式下出现了手轴奇点，则可使用 手动 PTP。 TCP 的方向在运动过程中不断变化，但变化并不均匀。所以，当机器人必须精确地保持特定方向运行时（如在进行激光焊接时），则不宜使用 手动 PTP。

i 如果机器人在 标准 模式下出现了手轴奇点，而采用 手动 PTP 又无法足够精确地保持所需方向，则推荐采取下列措施：
重新进行起点和 / 或目标点的示教。同时校准方向，使得不出现奇点并采用 标准 模式沿轨道移动。

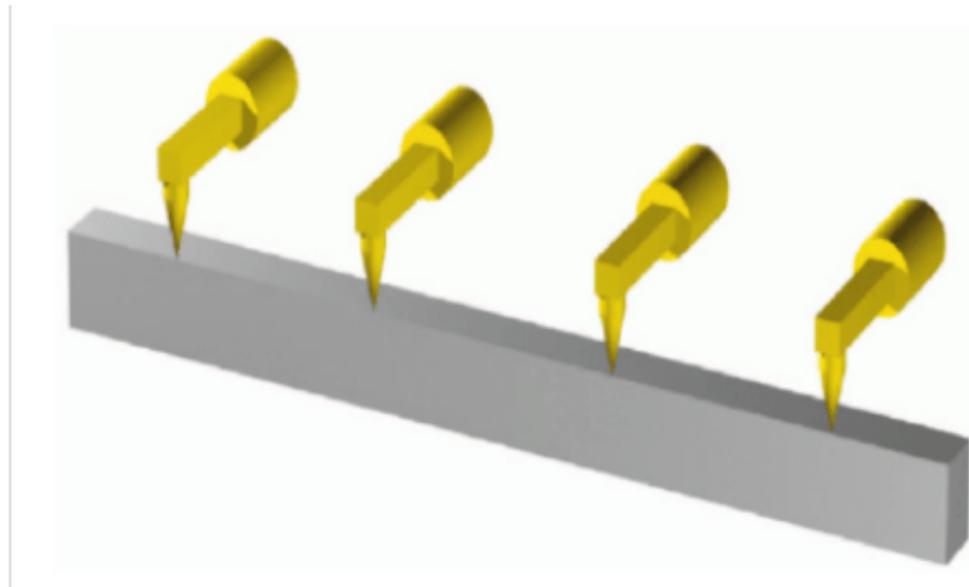


图 7-7: 稳定的方向导引

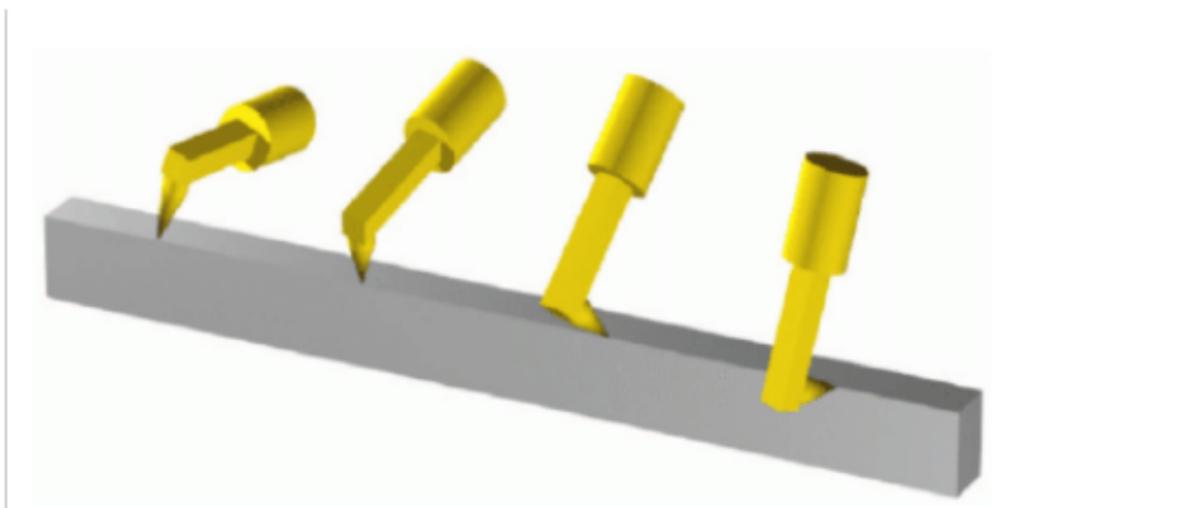


图 7-8: 标准 或手动 PTP

CIRC 运动

对于 CIRC 运动来说，方向导引的选项与 LIN 运动相同。

在 CIRC 运动中，机器人控制系统仅考虑目标点的编程方向。辅助点的编程方向则被忽略。

7.7 样条运动方式

样条是一种尤其适用于复杂曲线轨道的笛卡尔式运动方式。这种轨道原则上也可以通过偏向滑过的 LIN 运动和 CIRC 运动生成，但是样条更有优势。

顺滑的 LIN 运动和 CIRC 运动的缺点：

轨道通过不位于轨道上的顺滑点定义。顺滑区域很难预测。生成所需的轨道非常繁琐。

在很多情况下会造成减速量很难预计，例如在顺滑区域和很邻近的点。

例如如果出于时间原因无法顺滑，则轨道运行会改变。

轨道的运行受调节量、速度或加速度的影响。

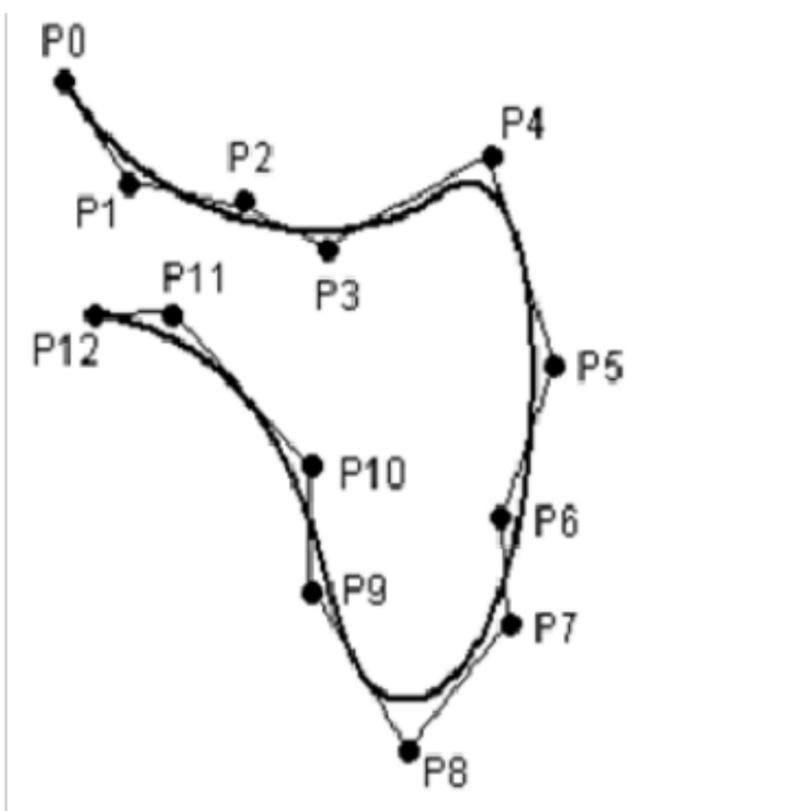


图 7-9: 带 LIN 的曲线轨道

使用样条的优点：

轨道通过位于轨道上的点定义。可以简单生成所需轨道。

可以保持编程的速度。只在少数情况下才会出现减速情况。

(>>> 7.7.1 " 样条运动的速度曲线 " 页码 120)

轨道的运行保持不变，不受倍率、速度或加速度的影响。

可以精确地沿圆周和狭窄的半径运行。

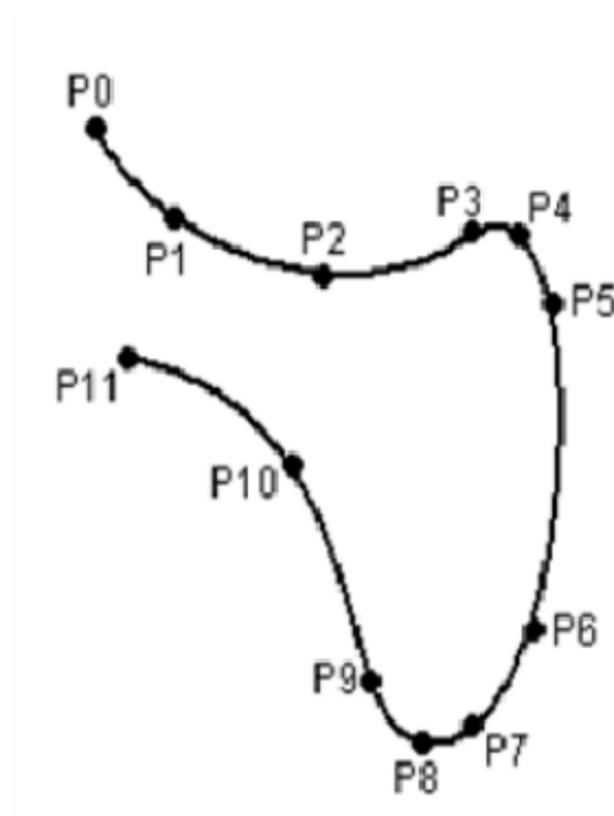


图 7-10: 带样条组的曲线轨道

一个样条运行可以由多个单个运动即样条段组成。可以对其单独进行示教。段
被连成所谓的样条组并从而构成了整个运动。机器人控制系统把一个样条组作
为一个运动语句进行设计和执行。

此外还可以进行单个的 SLIN 和 SCIRC 运动(无样条组)。

所有样条运动的其他特征：

如果所有点都在一个平面上，则轨道也在此平面上。

如果所有点都位于一条直线上，那么轨道也位于一条直线上。

7.7.1 样条运动的速度曲线

轨道的运行轨迹保持不变，不受倍率、速度或加速度的影响。只是动态效果可
能会在不同的速度下有偏差。

编程的加速度不只适用于沿轨道方向运行，而且也适用于垂直于轨道方向运
行。加速变量限值也是如此。例如有下列影响作用：

对于圆周来说需考虑离心加速度。可达到的速度同时还受程序设定的加速
度和圆周半径的影响。

曲线的最大允许速度通过曲线半径、加速度和加速变量限值得出。

减速

对于样条来说，速度在某些情况下低于编程的速度。尤其在以下情况下：

突出的角

大转向

附加轴进行较大运动



在点与点之间的间距很小时不减速。

速度减至 0

适用于以下情况：

笛卡尔坐标相同的相连的点

相连的 SLIN 段或 SCIRC 段。原因：速度方向的间断变化。

因为圆不同于直线而是曲线，当直线与圆相切时，SLIN 与 CIRC 的过渡段的速度也降为 0。

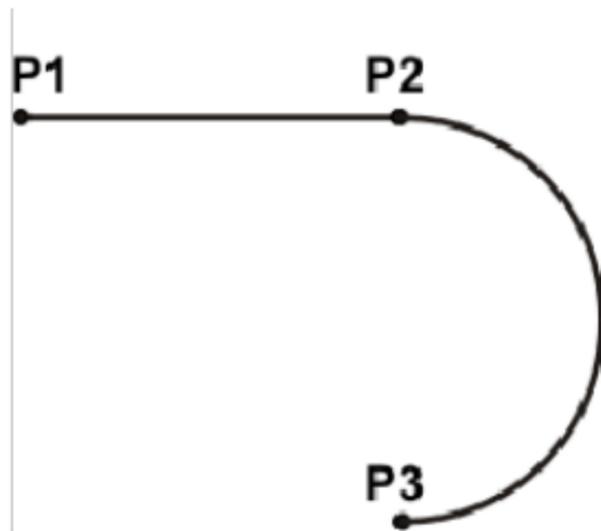


图 7-11: 在 P2 点处精确暂停



图 7-12: 在 P2 点处精确暂停

例外：

如果 SLIN 段是相连的并构成一条直线且方向均匀变化，则速度也不会降低。

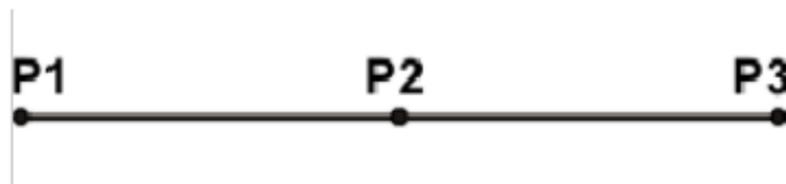


图 7-13: 在 P2 点处不暂停而直接前行

如果两个圆的圆心和半径一样或者方向均匀变化，SCIRC 和 SCIRC 过渡段的速度不降低。（很难进行示教，所以需要点对进行计算和编程）



有时对圆心和半径相同的圆进行编程，以保证圆 360°。一个更简单的方法是对圆弧进行编程。

7.7.2 样条运动的语句选择

样条组

机器人控制系统把一个样条组作为一个运动语句进行设计和执行。也可以对一个样条段进行语句选择。SAK 运行将作为 LIN 运动被执行。这通过一则必须确认的信息来提示。

如果样条组中的第二个段是一个 SPL 段，则在下列情况下运行轨道会发生变化：

针对样条组中的第一个段选择语句

针对样条组选择语句

针对样条组前面的一行选择语句，如果该行不含有运动指令且样条组前面没有运动指令

如果在 SAK 运行后按下启动键，则会显示一则必须确认的信息，此信息提示轨道已改变。

例如：

```

1 PTP P0
2 SPLINE
3 SPL P1
4 SPL P2
5 SPL P3
6 SPL P4
7 SCIRC P5, P6
8 SPL P7
9 SLIN P8
10 ENDSPLINE
    
```

行	说明
2	样条组的起始
3 ... 9	样条段
10	样条组的末尾

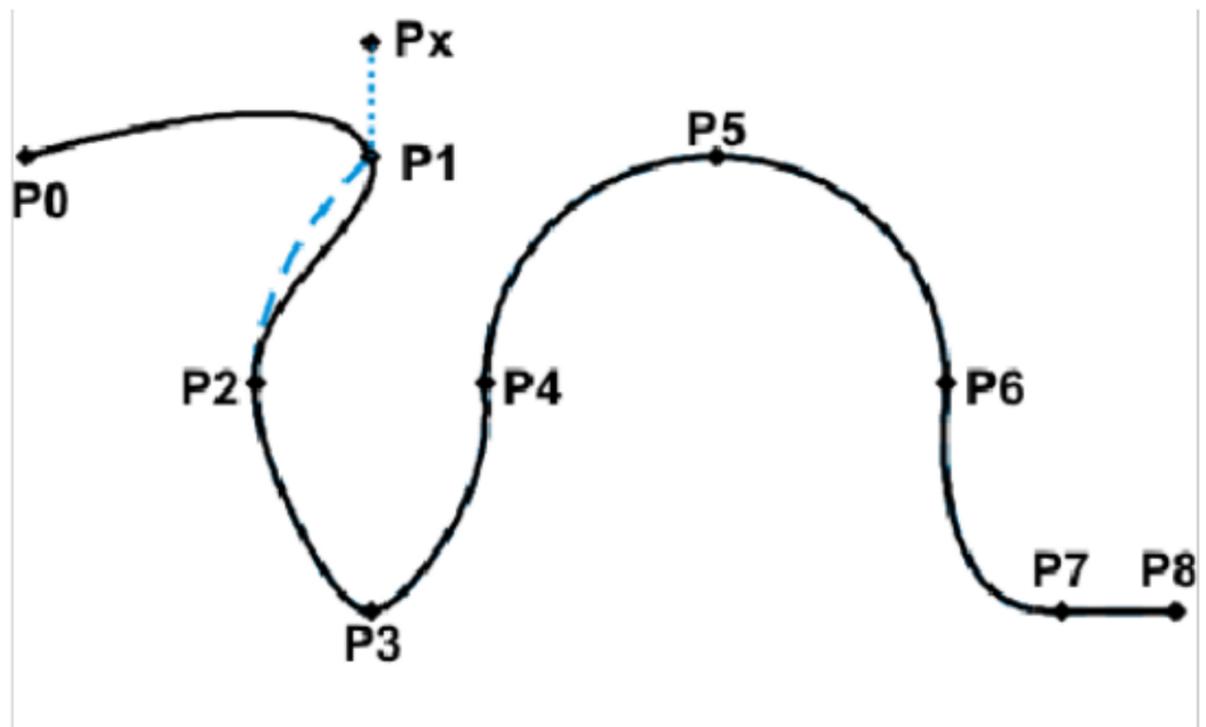


图 7-14: 例如 :在 P1 点选择语句时轨道的改变

SCIRC

在对一个编程了圆弧的 SCIRC 指令选择语句时，机器人将移动到目标点（包括圆弧），前提条件是机器人控制系统可以识别起始点。如果不行的话，则会移至编程的目标点。在这种情况下会显示一则信息，提示未考虑圆弧。

SCIRC 指令的位置 / 类型	语句选择的目标点
SCIRC 段是样条组中的第一个段	圆弧未被考虑
样条组中的其他 SCIRC 段	圆弧被考虑在内
SCIRC 单一动作	圆弧未被考虑

7.7.3 更改样条组

说明

更改点的位置：

如果移动了一个样条组中的一个点，则轨道最多会在此点前的两个段中和在此点后的两个段中发生变化。

小幅度的点平移通常不会引起轨道变化。对于相连的很长的和很短的段而言，很小的改动也会有很大的影响，因为在这种情况下切线和曲率会发生很大的变化。

段类型的更改：

如果将一个 SPL 段变成一个 SLIN 段或反过来，则前一个段和后一个段的轨道会改变。

示例 1

```

PTP P0
SPLINE
SPL P1
SPL P2
SPL P3
SPL P4
SCIRC P5, P6
SPL P7
SLIN P8
ENDSPLINE

```

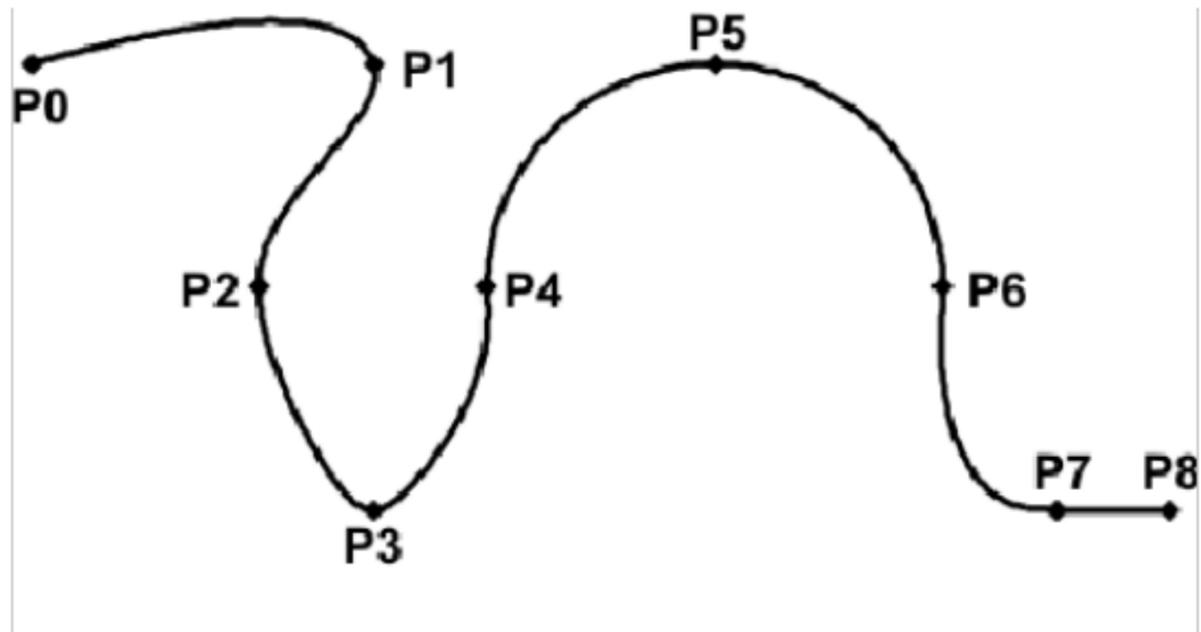


图 7-15: 原有轨道

P3 被移动。由此会改变段 P1 - P2、P2 - P3 和 P3 - P4 的轨道。在这种情况下，段 P4 - P5 不改变，因为它属于 SCIRC 并由此确定圆周轨道。

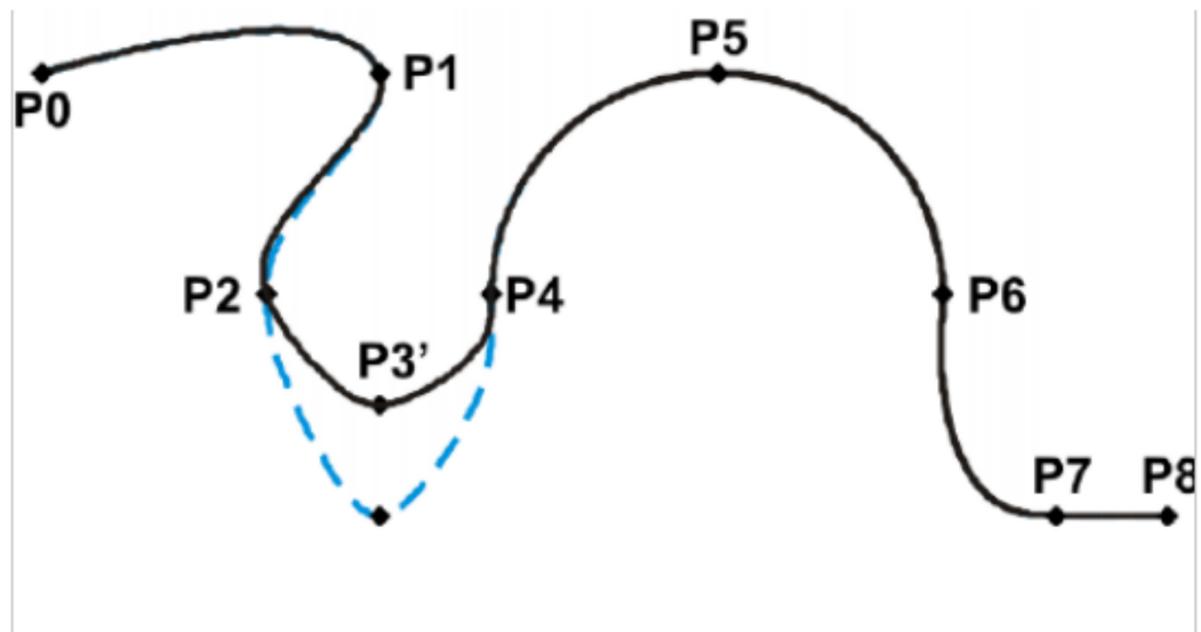


图 7-16: 点被移动

原来轨道的 P2 - P3 段类型由 SPL 变为 SLIN 段 P1 - P2、P2 - P3 和 P3 - P4 的轨道会发生变化。

```

PTP P0
SPLINE
SPL P1
SPL P2
SLIN P3
SPL P4
SCIRC P5, P6
SPL P7
SLIN P8
ENDSPLINE

```

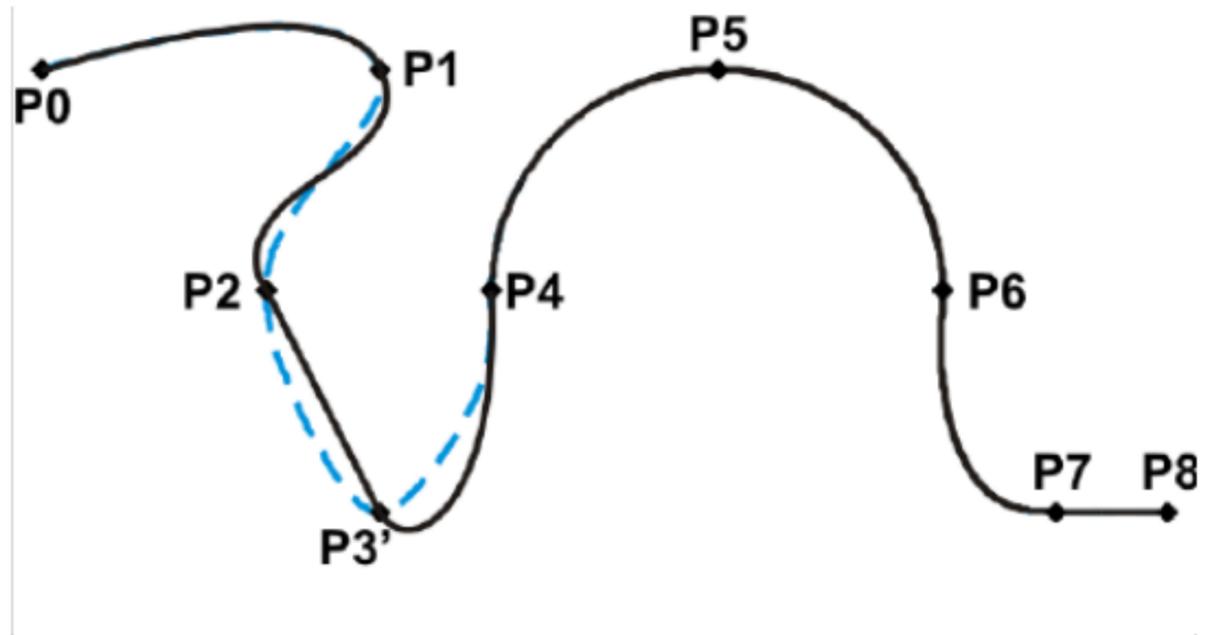


图 7-17: 段类型已被更改

示例 2

```

...
SPLINE
SPL {X 100, Y 0, ...}
SPL {X 102, Y 0}
SPL {X 104, Y 0}
SPL {X 204, Y 0}
ENDSPLINE
    
```

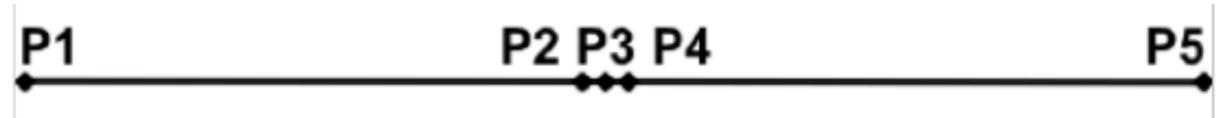


图 7-18: 原有轨道

P3 被移动。由此图示的所有段的轨道会发生变化。因为 P2 - P3 段和 P3 - P4 段很短，P1 - P2 段和 P4 - P5 段很长，所以很小的移动也会引起轨道发生很大的变化。

```

...
SPLINE
SPL {X 100, Y 0, ...}
SPL {X 102, Y 1}
SPL {X 104, Y 0}
SPL {X 204, Y 0}
ENDSPLINE
    
```

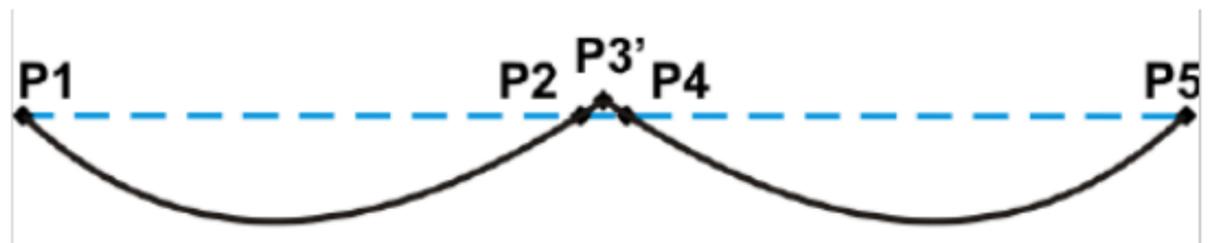


图 7-19: 点被移动

补救措施：

均匀分配点的间距

将直线（除了很短的直线）作为 SLIN 段编程

7.7.4 样条运动的圆滑过渡

样条运动（SLIN 单一动作和 SCIRC 单一动作以及样条组）之间可以圆滑过渡。

样条运动和 LIN、CIRC 或 PTP 之间不可以圆滑过渡。

因为时间或预运行停止无法圆滑过渡：

如果因为时间原因或因预运行停止无法圆滑过渡，则机器人在偏滑弧形的起始处等待。

如果因为时间原因： 只要可以设计下一个语句，则机器人继续移动。

如果因为预运行停止： 偏滑弧形的起始处即是当前语句的终点。 即预运行停止被取消，机器人控制系统可以设计下一个语句。 机器人继续移动。

在这两种情况下，机器人沿偏滑弧形移动。 确切地说可以圆滑过渡，只是时间上会有推迟。

这与 LIN 运动、CIRC 运动或 PTP 运动相反。如果因为上述原因不能圆滑过渡，则会精确移至目标点。

MSTEP 和 ISTEP 中没有圆滑过渡：

在 MSTEP 和 ISTEP 程序运行方式下，即使在圆滑过渡时也会精确移至目标点。

在从样条组圆滑过渡至样条组时，精确暂停的结果是第一个样条组的最后一个段的轨道和第二个样条组的第一个段的轨道与 GO 程序运行方式下不同。

这两个样条组中的所有其他段的轨道在 MSTEP、ISTEP 和 GO 模式下是一样的。

7.7.5 以样条组替代偏滑运动

说明

为以样条组替代传统的偏滑运动，必须对程序进行下列更改：

用 SLIN - SPL - SLIN 替代 LIN - LIN 。

用 SLIN - SPL - SCIRC 替代 LIN - CIRC 。

建议：使 SPL 有一段进入原来的圆周内。这样 SCIRC 开始就晚于原来的 CIRC。

偏滑运动时要对角点进行编程。 在样条组中则将对圆滑起点和终点处的点进行编程。



根据倍率不同，偏滑运动的偏滑弧形也有所不同。 因此如果复制一个偏滑运动，必须注意使其以所希望的倍率运行。

应复制下列偏滑运动：

```
LIN P1 C_DIS
LIN P2
```

样条运动：

```
SPLINE
SLIN P1A
SPL P1B
SLIN P2
ENDSPLINE
```

P1A = 圆滑起点， P1B = 圆滑终点

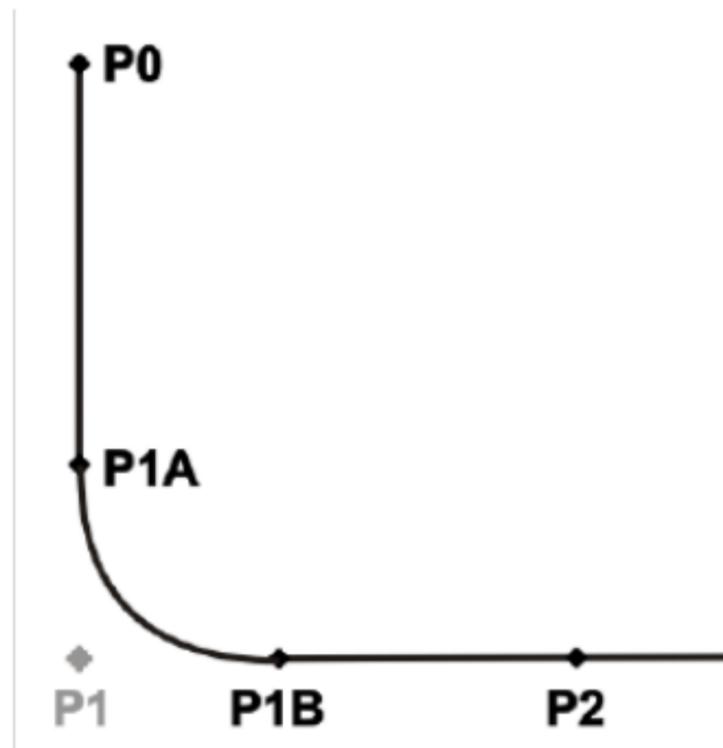


图 7-20: 偏滑运动 - 样条运动

得出 P1A 和 P1B 的可能：

行驶过顺滑轨道，通过触发器储存所希望位置。

在程序中用 KRL 计算该点。

可从圆滑过渡标准中得出圆滑起点。 例如：如果给出了圆滑过渡标准 C_DIS，则从圆滑起点至角点的距离就相应于 \$APO.CDIS 的数值。

圆滑终点取决于程序编定的速度。

即便 P1A 和 P1B 正好在圆滑起点和终点处，SPL 轨道也不会精确地与偏滑弧形吻合。为能得到精确的偏滑弧形，必须在样条上插入附加点。一般来说插入一个点就足够了。

示例

应复制下列偏滑运动：

```
$APO.CDIS=20
$VEL.CP=0.5
LIN {Z 10} C_DIS
LIN {Y 60}
```

样条运动：

```
SPLINE WITH $VEL.CP=0.5
SLIN {Z 30}
SPL {Y 30, Z 10}
SLIN {Y 60}
ENDSPLINE
```

已从圆滑过渡标准中得出偏滑弧形的起点。

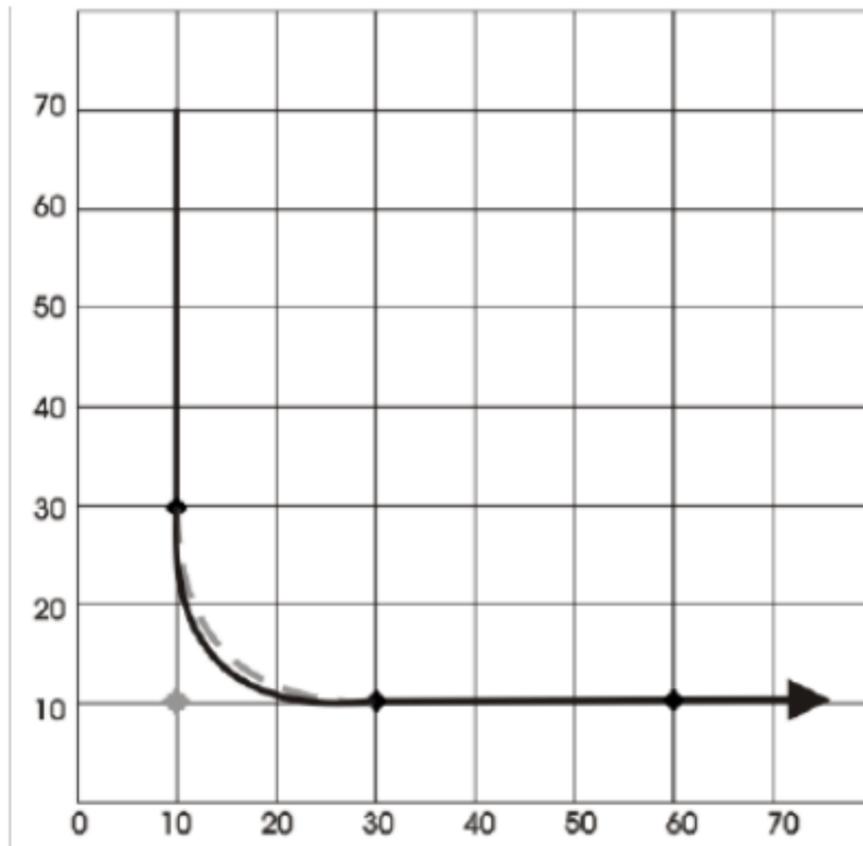


图 7-21: 例如 :偏滑运动 - 样条运动, 1

SPL 轨道与偏滑弧形还未完全吻合。因此在样条中再插入一个 SPL 段。

```
SPLINE WITH $VEL.CP=0.5
SLIN {Z 30}
SPL {Y 15, Z 15}
SPL {Y 30, Z 10}
SLIN {Y 60}
ENDSPLINE
```

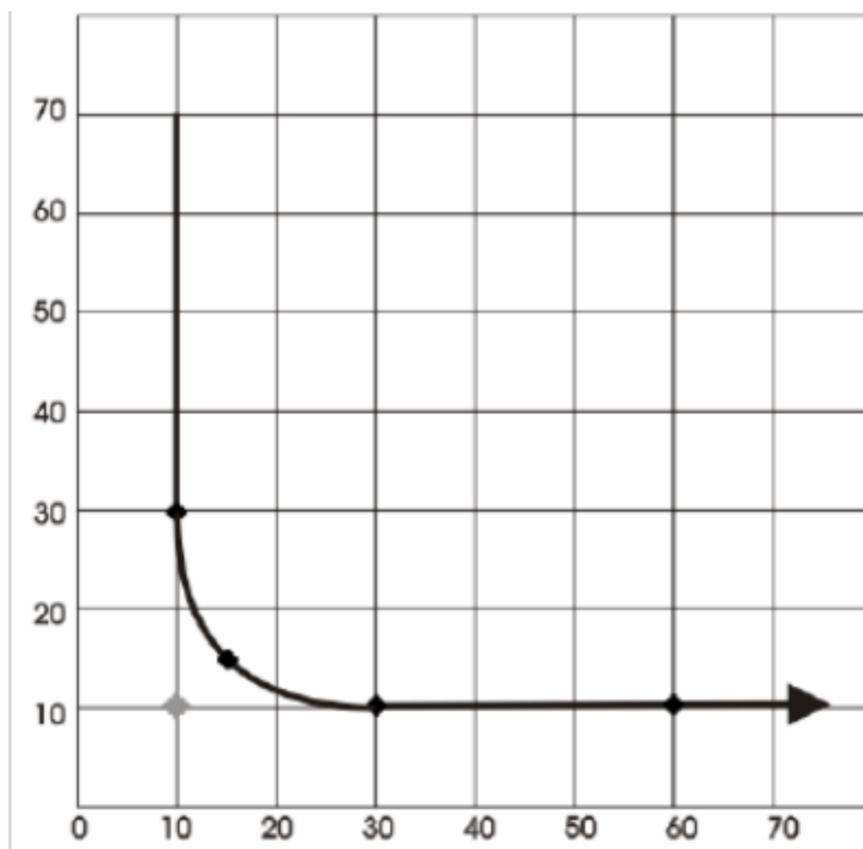


图 7-22: 例如 :偏滑运动 - 样条运动, 2

现在通过该附加点使轨道与偏滑弧形吻合。

7.7.5.1 SLIN-SPL-SLIN 过渡段

对于段序列 SLIN-SPL-SLIN，通常要求 SPL 段在两条直线的较小交角之内运行。根据 SPL 段的起点与目标点，该轨道也可能在此范围之外运行。

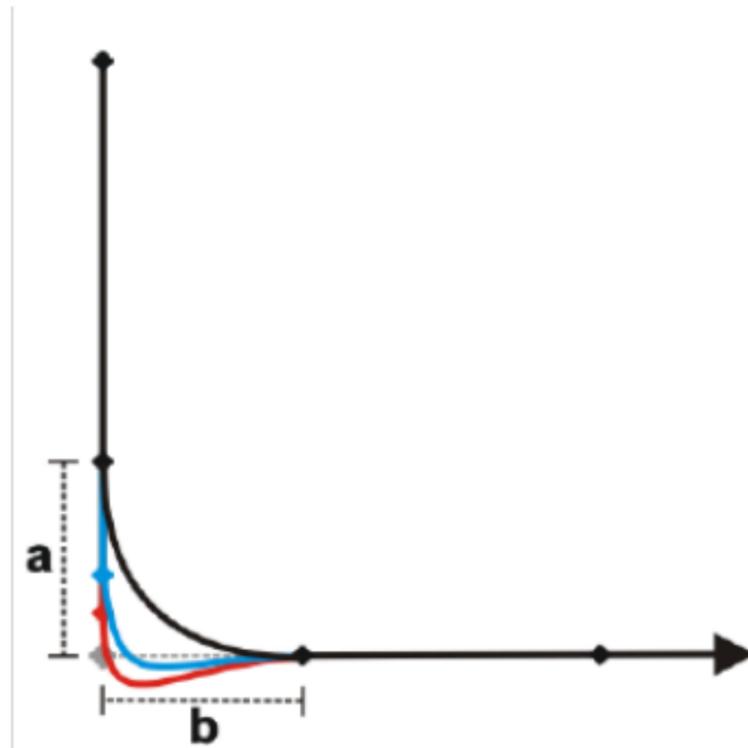


图 7-23: SLIN-SPL-SLIN

满足下列条件时，轨道在该范围内运行：

两个 SLIN 段在其延长线上相交。

$$\frac{2}{3} \quad a/b \quad \frac{3}{2}$$

$a =$ 从 SPL 段的起点至 SLIN 段的交点的距离

$a =$ 从 SLIN 段的交点至 SPL 段的目标点的距离

7.8 样条导向

说明

TCP 在运动的起始点和目标点处的方向可能不同。在 CP 运动编程时必须选择应如何应对不同的方向。

SLIN 和 SCIRC 运动的方向导引按如下方式进行设定：

在选项窗口 运动参数 中

(>>> 8.3.2.2 " 运动参数选项窗口 (SLIN)" 页码 140)

(>>> 8.3.3.2 " 运动参数选项窗口 (SCIRC)" 页码 42)

(>>> 8.3.4.3 " 运动参数选项窗口 (样条组)" 页码 145)

(>>> 8.3.4.8 " 选项窗口运动参数 (样条段)" 页码 147)

方向导引	说明
恒定的方向	TCP 的方向在运动过程中保持不变。 起始点的方向保持不变。目标点的编程方向不被考虑。
标准	TCP 的方向在运动过程中不断变化。TCP 在目标点的方向为编程的方向。
无取向	此选项仅用于样条段。（不适用于样条组或样条单一动作。） 如果无需对一个点确定方向，则可以使用此选项。 (>>> " 无取向 " 页码 129)

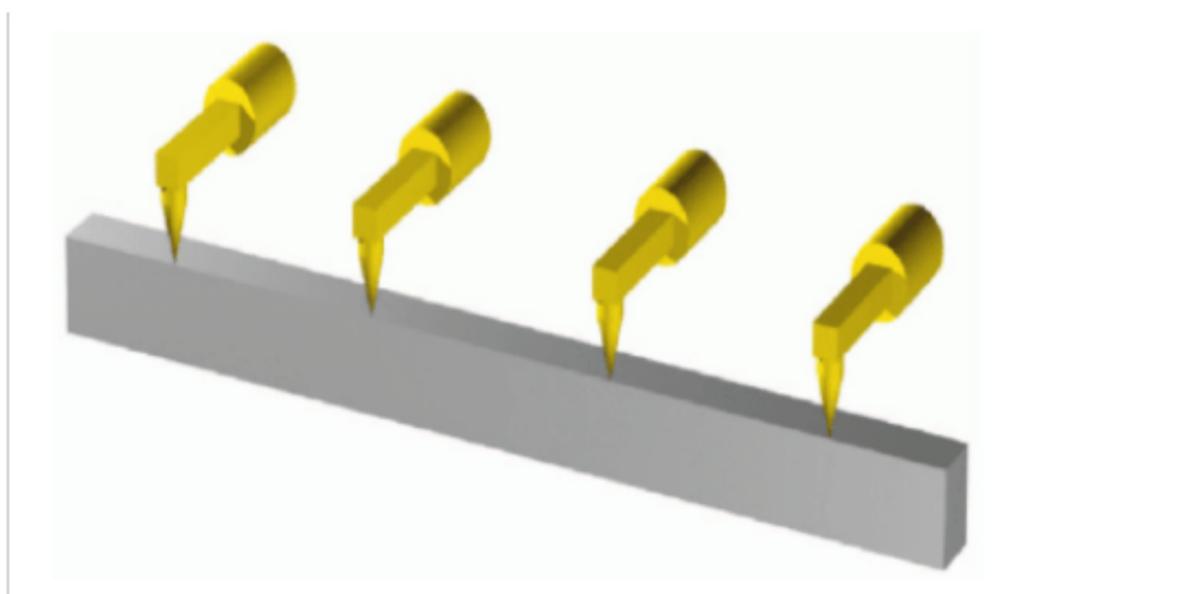


图 7-24: 稳定的方向导引

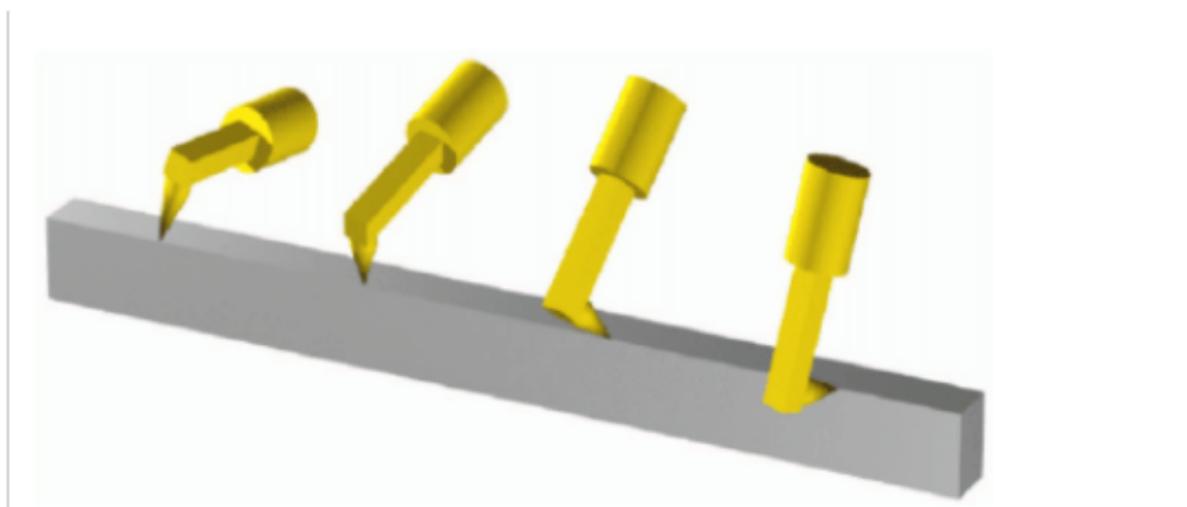


图 7-25: 标准

无取向

如果无需对一个点确定方向，则可以使用选项 `无取向`。若选择了此选项，则示教或编程过的点的取向不起作用。机器人控制系统会根据周围点的方向确定此点的最佳方向。

无取向 的特征：

在 MSTEP 和 ISTEP 程序运行方式下，机器人停止时的取向为机器人控制系统计算的取向。

在选择 无取向 的点的语句时，机器人采用机器人控制系统计算出的取向。

无取向 不允许用于下列段：

一个样条组中的第一个段

一个样条组中的最后一个段

带圆周方向导引 的 SCIRC 段 = 以轨道为参照

其后是一个 SCIRC 段、带圆周方向导引 的段 = 以轨道为参照

其后是一个 SCIRC 段、带方向导引 的段 = 恒定取向

如果笛卡尔坐标相同的多个段是相连的，则无取向 不允许用于第一个和最后一个段。

SCIRC

对于 SCIRC 运动来说，方向导引的选项与 SLIN 运动相同。此外还可以为 SCIRC 运动确定导向应以空间为参照还是以轨道为参照。

方向导引	说明
以基准为参照	圆周运动过程中以基准为参照的导向
以轨道为参照	圆周运动过程中以轨道为参照的导向

(>>> 7.8.1 " 导向 " 和 " 圆周方向导引 " 相结合 " 页码 130)

选项 以轨道为参照 不允许用于下列运动：

导向 无取向 适用的 SCIRC 段

导向 无取向 适用的一个样条段之后的 SCIRC 运动。

辅助点的方向：

在进行以导向为标准的 SCIRC 运动时，机器人控制系统会考虑到辅助点的编程取向，但仅限于特定情况。

在包含了辅助点编程取向的移动路径中，起始点取向会过渡到目标点取向，即在移动过程中辅助点的取向会被采用，但并不一定在辅助点处被采用。

7.8.1 “导向”和“圆周方向导引”相结合

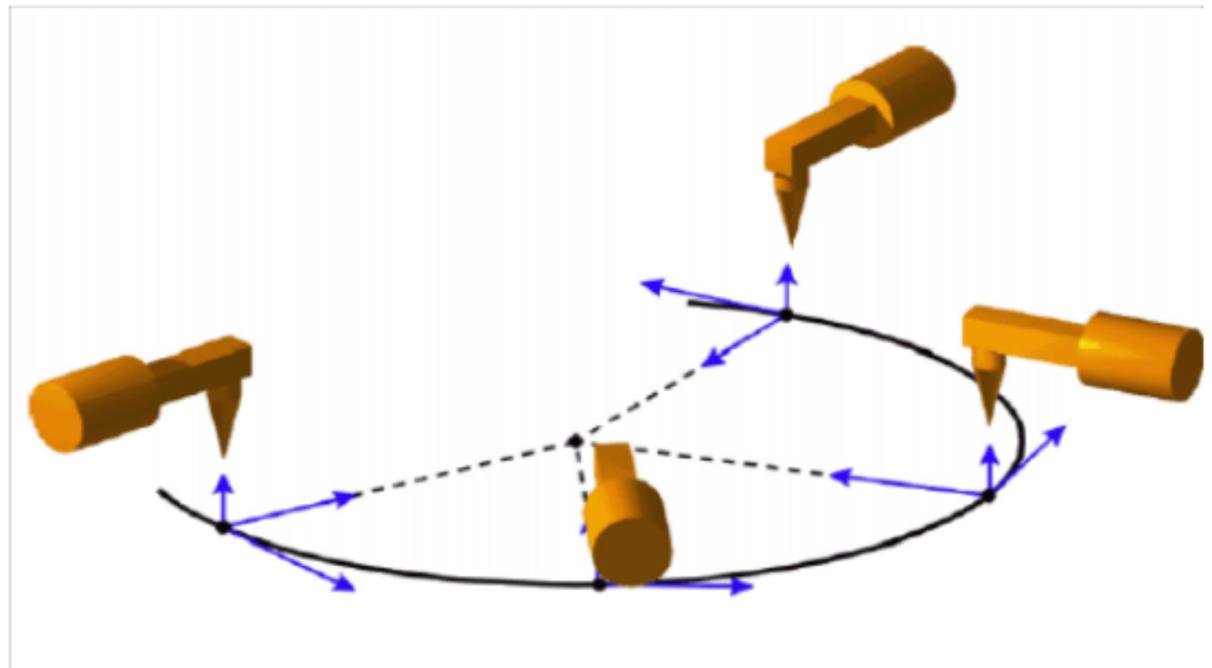


图 7-26: 稳定的方向导引 + 以轨道为参照

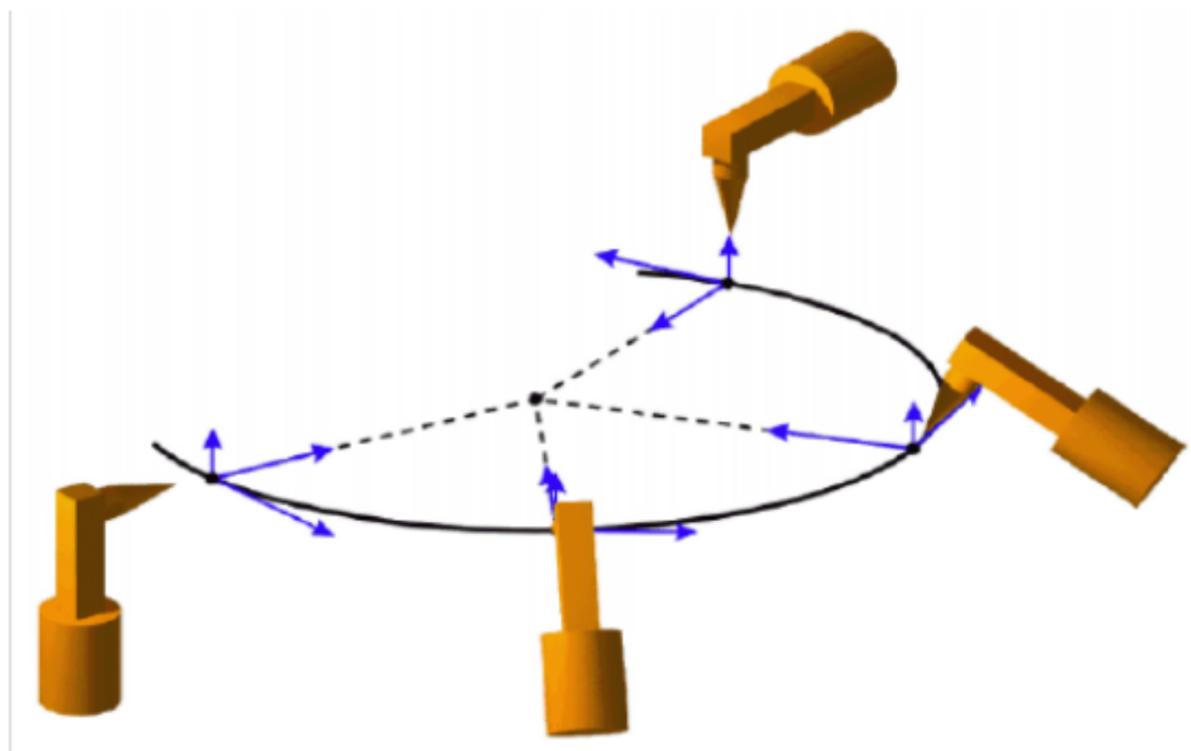


图 7-27: 标准 + 以轨道为参照

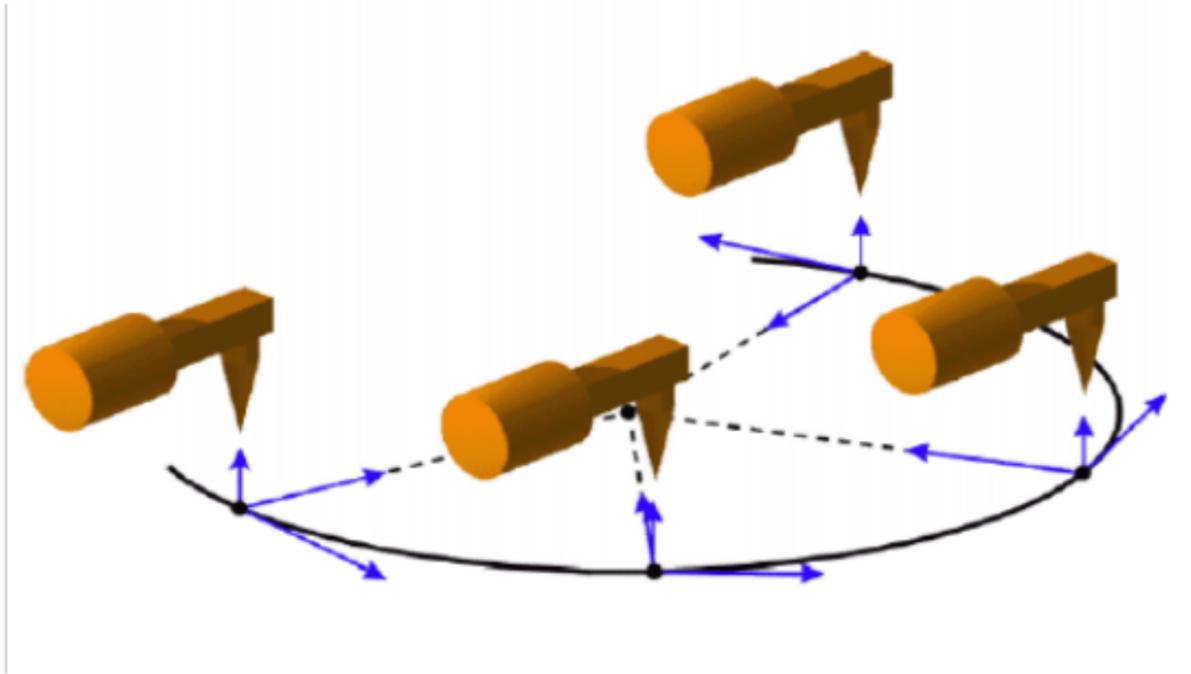


图 7-28: 恒定的方向导引 + 以基准为参照

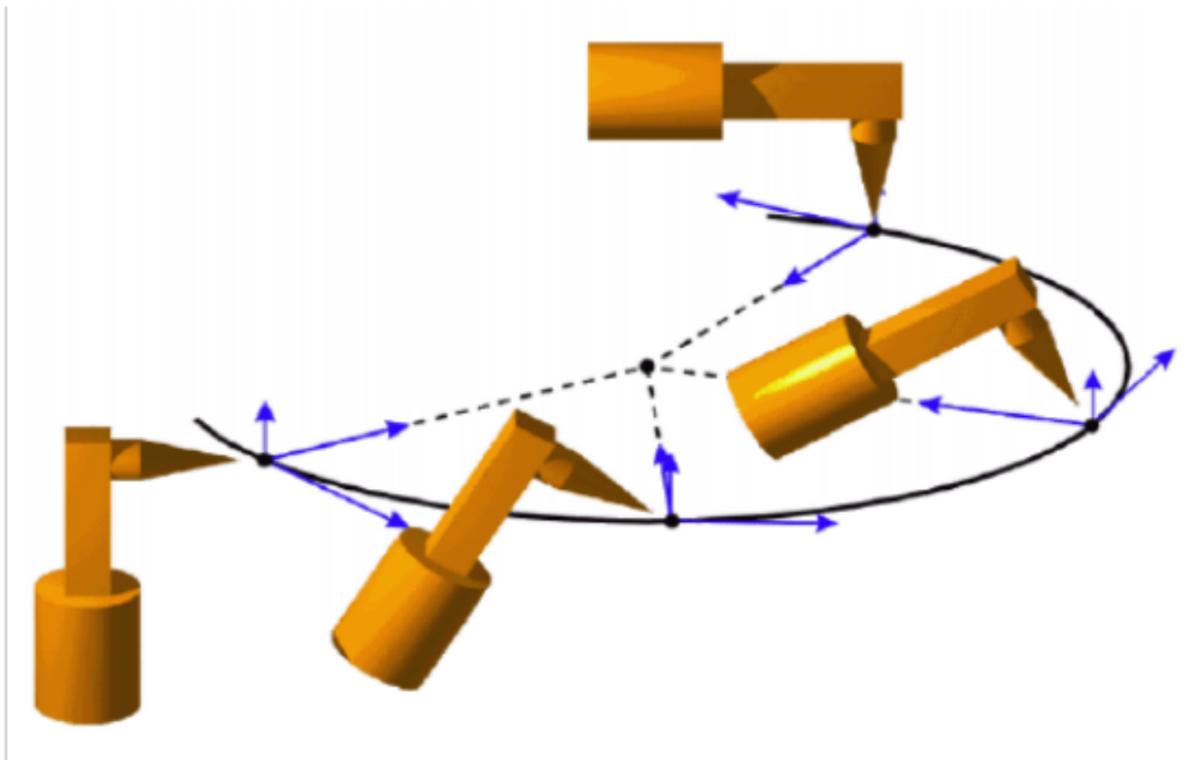


图 7-29: 标准 + 以基准为参照

7.9 奇点

有着 6 级自由度的库卡机器人具有 3 种不同的奇点位置。

顶置奇点

延伸位置奇点

手轴奇点

即便在给定状态和步骤顺序的情况下，也无法通过逆向变换（将笛卡尔坐标转换成极坐标值）得出唯一数值时，即可认为是一个奇点位置。这种情况下，或者当最小的笛卡尔变化也能导致非常大的轴角度变化时，即为奇点位置。

顶置

对于顶置奇点来说，腕点（即轴 A5 的中点）垂直于机器人的轴 A1。

轴 A1 的位置不能通过逆向变换明确确定，且因此可以赋以任意值。

若有一条 PTP 运动语句的目标点位于该顶置奇点中，则机器人控制系统可通过系统变量 \$SINGUL_POS[1] 作出以下反应：

0: 轴 A1 的角度被确定为 0 (默认设定)

1: 轴 A1 的角度从起始点一直到目标点保持不变。

- 延伸位置** 对于延伸位置奇点来说，腕点（即轴 A5 的中点）垂直于机器人的轴 A2 和 A3。
- 机器人处于其工作范围的边缘。
- 通过逆向变换将得出唯一的轴角度，但较小的笛卡尔速度变化将导致轴 A2 和 A3 的轴速较大。
- 若有一条 PTP（点至点）运动语句的目标点位于该延伸位置奇点上，则机器人控制系统可通过系统变量 \$SINGUL_POS[2] 作出以下反应：
- 0: 轴 A2 的角度被确定为 0 (默认设定)
 - 1: 轴 A2 的角度从起始点一直到目标点保持不变。
- 手轴** 对于手轴奇点来说，轴 A4 和 A6 彼此平行,并且轴 A5 处于 ± 0.01812 的范围内。
- 通过逆向变换无法明确确定两轴的位置。轴 A4 和 A6 的位置可以有任意多的可能性，但其轴角度总和均相同。
- 若有一条 PTP（点至点）运动语句的目标点位于该手轴奇点上，则机器人控制系统可通过系统变量 \$SINGUL_POS[3] 作出以下反应：
- 0: 轴 A4 的角度被确定为 0 (默认设定)
 - 1: 轴 A4 的角度从起始点一直到目标点保持不变。



对于 Scara 机器人来说，只可能出现延伸位置奇点。这种情况下，机器人将会非常快。

8 应用人员用户组编程 (联机表格)

KSS 中提供常用的联机表格指令。 这些指令可简化编程操作。



也可以在没有联机表格的情况下编写程序指令。 为此使用编程语言 KRL (库卡机器人语言) 。 其他信息请见系统集成商操作及编程指南。

注意

对于涉及以下轴运动或位置的程序，轴的传动装置上可能会发生油膜中断的情况：

运动 $< 3^\circ$

振荡运动

传动区域长期位于上方

必须确保传动装置的供油充足。 为此，在为振荡运动或小幅运动 ($< 3^\circ$) 编程时，应使相关的轴定期 (例如在每个循环周期) 做大于 40° 的运动。 如果传动区域长期位于上方，则必须编程使中央机械手转向以实现足够的供油。 通过这种方式，润滑油由于重力作用可进入所有传动区域。 所需的转向频率：

负载较小时 (传动装置温度 $< +35^\circ\text{C}$) 每天 1 次

负载中等时 (传动装置温度 $+35$ 至 55°C) 每小时

负载较大时 (传动装置温度 $> +55^\circ\text{C}$) 每 10 分钟

如果没有遵守此规定，可能导致传动装置损坏。

8.1 联机表格中的名称

在联机表格中可以输入数据组名称。 例如点名称、运动数据组名称等。

但名称必须满足如下限制：

最长为 23 个字符

不允许使用除 \$ 以外的特殊字符

第一位不能是数字。

此限制不适用于输出端名称。

对于工艺数据包中的联机表格可能有另外的限制。

8.2 对 PTP、LIN、CIRC 运动进行编程

8.2.1 对 PTP 运动进行编程

注意

运动编程时应确保在所编程序运行时供电系统不会出现绕线或受到损坏。

前提条件

程序已选定。

运行方式 T1

操作步骤

1. 将 TCP 移向应被设为目标点的位置。
2. 将光标置于其后应添加运动指令的那一行中。
3. 选择菜单序列 指令 > 运动 > PTP。
4. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.2.2 " 联机表格 PTP" 页码 134)
5. 用指令 OK 存储指令。

8.2.2 联机表格 PTP

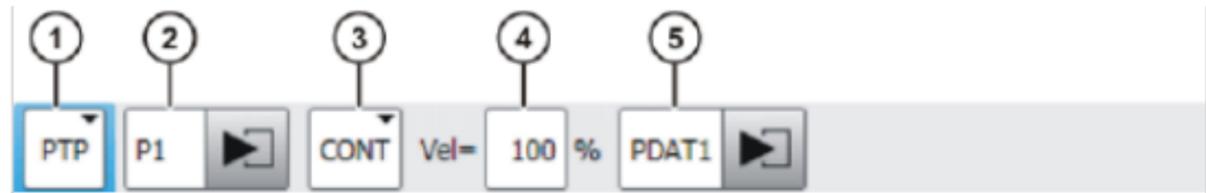


图 8-1: PTP 运动的联机表格

项号	说明
1	运动方式 PTP
2	目标点名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 (>>> 8.1 " 联机表格中的名称 " 页码 133) 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.2.7 " 帧选项窗口 " 页码 136)
3	CONT : 目标点被滑过。 [空白]: 将精确地移至目标点。
4	速度 1 ... 100 %
5	运动数据组的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.2.8 " 运动参数选项窗口 (PTP) " 页码 137)

8.2.3 对 LIN 运动进行编程

注意 运动编程时应确保在所编程序运行时供电系统不会出现绕线或受到损坏。

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1

操作步骤

1. 将 TCP 移向应被设为目标点的位置。
2. 将光标置于其后应添加运动指令的那一行中。
3. 选择菜单序列 指令 > 运动 > LIN。
4. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.2.4 " 联机表格 LIN" 页码134)
5. 用指令 OK 存储指令。

8.2.4 联机表格 LIN

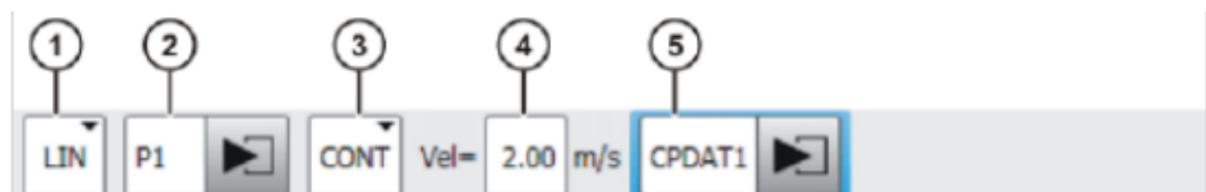


图 8-2: LIN 运动的联机表格

项号	说明
1	运动方式 LIN
2	目标点名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 (>>> 8.1 " 联机表格中的名称 " 页码 133) 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.2.7 " 帧选项窗口 " 页码 136)
3	CONT : 目标点被滑过。 [空白] : 将精确地移至目标点。
4	速度 0.001 ... 2 m/s
5	运动数据组的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.2.9 " 选项窗口运动参数 (LIN, CIRC) " 页码137)

8.2.5 对 CIRC 运动进行编程

注意

运动编程时应确保在所编程序运行时供电系统不会出现绕线或受到损坏。

前提条件

程序已选定。

运行方式 T1

操作步骤

1. 将 TCP 驶向应示教为辅助点的位置。
2. 将光标置于其后应添加运动指令的那一行中。
3. 选择菜单序列 指令 > 运动 > CIRC 。
4. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.2.6 " 联机表格 CIRC" 页码 135)
5. 点击软键 Touchup HP 。
6. 将 TCP 移向应被设为目标点的位置。
7. 用指令 OK 存储指令。

8.2.6 联机表格 CIRC

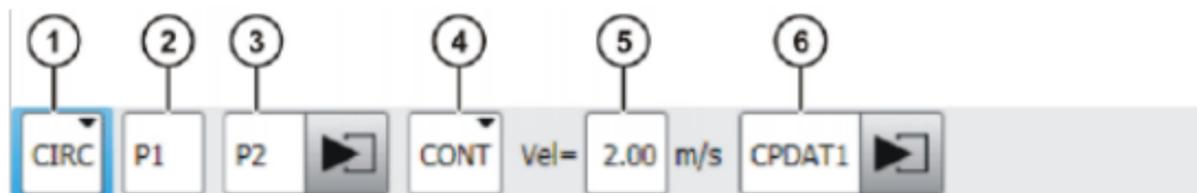


图 8-3: CIRC 运动联机表格

项号	说明
1	运行方式 CIRC
2	辅助点的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 (>>> 8.1 " 联机表格中的名称 " 页码 133)

项号	说明
3	目标点名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.2.7 " 帧选项窗口 " 页码 136)
4	CONT : 目标点被滑过。 [空白] : 将精确地移至目标点。
5	速度 0.001 ... 2 m/s
6	运动数据组的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.2.9 " 选项窗口运动参数 (LIN, CIRC) " 页码137)

8.2.7 帧选项窗口



图 8-4: 帧选项窗口

项号	说明
1	选择工具。 如果 外部 TCP 栏中显示 True : 选择工具。 值域 : [1] ... [16]
2	选择基准。 如果 外部 TCP 栏中显示 True : 选择固定工具。 值域 : [1] ... [32]
3	插补模式 False : 该工具已安装在连接法兰处。 True : 该工具为一个固定工具。
4	True : 机器人控制系统为此运动计算轴的扭矩。 此值用于碰撞识别。 False : 机器人控制系统为此运动不计算轴的扭矩。 因此对此运动无法进行碰撞识别。

8.2.8 运动参数选项窗口 (PTP)

此选项窗口可从下列联机表格中调出：

PTP

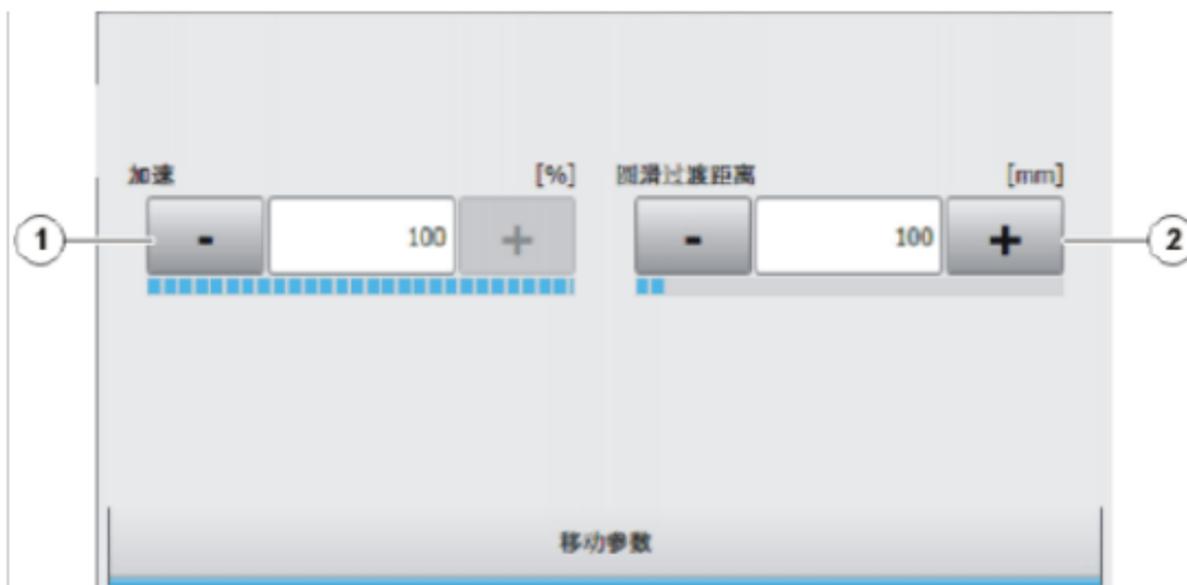


图 8-5: 运行参数 选项窗口 (PTP)

项号	说明
1	<p>加速度</p> <p>以机床数据中给定的最大值为参照基准。此最大值与机器人类型和所设定的运行方式有关。</p> <p>1 ... 100 %</p>
2	<p>只有在联机表格中选择了 CONT 之后，此栏才显示。</p> <p>离目标点的距离，即最早开始滑过的距离。</p> <p>最大距离 100%：起点和目标点间距的一半，针对无圆滑过渡的 PTP 运动轮廓</p> <p>1 ... 100 %</p>

8.2.9 选项窗口运动参数 (LIN, CIRC)

此选项窗口可从下列联机表格中调出：

LIN , CIRC



图 8-6: 选项窗口运动参数 (LIN, CIRC)

项号	说明
1	<p>加速度</p> <p>以机床数据中给定的最大值为参照基准。此最大值与机器人类型和所设定的运行方式有关。</p>
2	<p>至目标点的距离，最早在此处开始圆滑过渡</p> <p>此距离最大可为起始点至目标点距离的一半。如果在此处输入了一个更大数值，则此值将被忽略而采用最大值。</p> <p>只有在联机表格中选择了 CONT 之后，此栏才显示。</p>
3	<p>选择方向导引。</p> <p>标准</p> <p>手动 PTP</p> <p>稳定的方向导引</p> <p>(>>> 7.6 "LIN 和 CIRC 运动的方向导引" 页码 118)</p>

8.3 样条运动

8.3.1 样条运动的编程提示

样条组应只包括一个过程（比如一条粘胶线）。样条组中如果有多个过程会使程序不清晰明了，而且会加大更改难度。

如果规定工件须在某处使用直线和弧线，则使用 SLIN 和 SCIRC 段。（例外：对于很短的直线使用 SPL 段）否则使用 SPL 段，尤其是当点的间距很小时。

确定轨道时的操作步骤：

- 首先对几个特殊的点进行示教或计算。例如：曲线上的折点。
- 测试轨道。在达不到规定精确度的位置添加其他 SPL 点。

避免相连的 SLIN 段和或 SCIRC 段，因为速度经常会降到 0。

对 SLIN 段和 SCIRC 段之间的 SPL 段进行编程。SPL 段的长度必须大于 0.5 mm。根据具体的轨道轨迹可能需要更长的 SPL 段。

避免笛卡尔坐标相同的相连的点，因为速度会因此降到 0。

分配给样条组的参数（工具、基点、速度等）的作用与其被分配给样条组前的作用是一样的。分配给样条组的优点是在选择语句时可以读取正确的参数。

如果无需确定一个点的取向，则使用选项 没有方向。机器人控制系统会根据周围点的方向确定此点的最佳方向。由此可以将两个点间较大的方向变化通过中间的点以最佳方式进行平衡。

可以为加速变量的限值进行编程。加速变量是指加速度的变化量。

操作步骤：

- 首先使用默认值。
- 如果在小的边角处出现振动：减小数值。
如果出现减速或达不到所需速度：加大数值或加速度。

如果机器人沿着工作面上的点移动，可能会在移到第一个点时与工作面发生碰撞。



图 8-7: 与工作面发生碰撞

为避免发生碰撞, 请注意参照有关 SLIN-SPL-SLIN 过渡段的建议。
(>>> 7.7.5.1 "SLIN-SPL-SLIN 过渡段 页码 127)



图 8-8: 避免与工作面碰撞

8.3.2 对 SLIN 运动进行编程 (单一动作)

注意

运动编程时应确保在所编程序运行时供电系统不会出现绕线或受到损坏。

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1

操作步骤

1. 将 TCP 移到目标点。
2. 将光标置于其后应添加运动指令的语句行处。
(但是不要在一个样条组中, 在此另外一个联机表格将自动打开。)
(>>> 8.3.4.6 "样条段联机表格" 页码 146)
3. 选择菜单序列 指令 > 运动 > LIN。
4. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.3.2.1 "SLIN 的联机表格 页码 139)
5. 按下指令 OK 键。

8.3.2.1 SLIN 的联机表格



图 8-9: SLIN 联机表格(单一动作)

项号	说明
1	运动方式 SLIN
2	目标点的名称。 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 (>>> 8.1 " 联机表格中的名称 " 页码 133) 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.2.7 " 帧选项窗口 " 页码 136)
3	CONT : 目标点被滑过。 [空白] : 将精确地移至目标点。
4	速度 0.001 ... 2 m/s
5	运动数据组的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.3.2.2 " 运动参数选项窗口 (SLIN)" 页码140)

8.3.2.2 运动参数选项窗口 (SLIN)

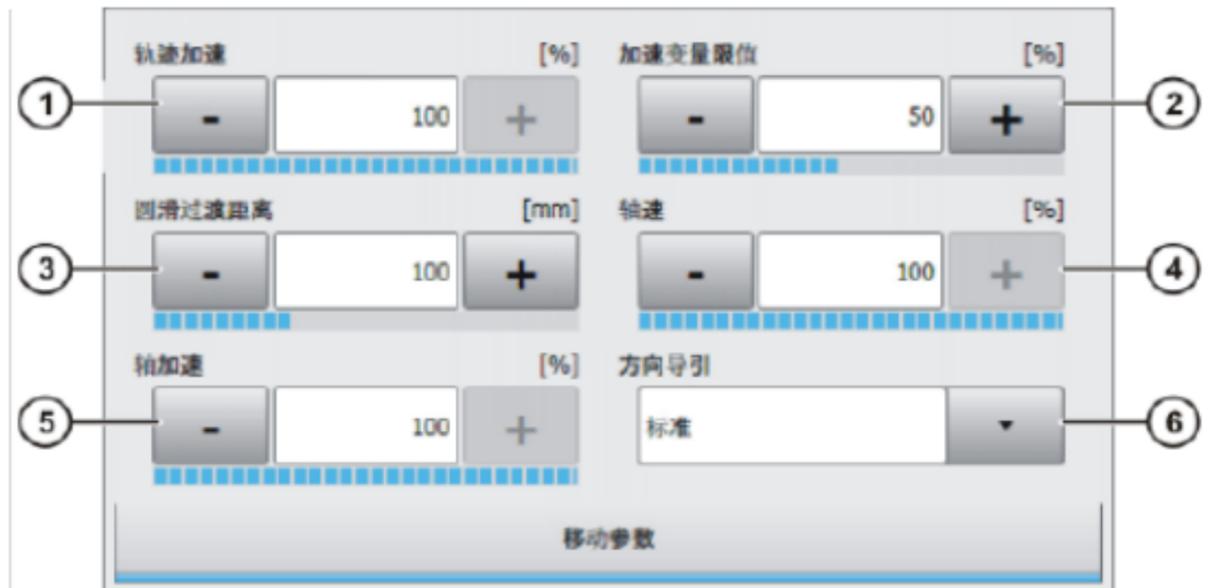


图 8-10: 选项窗口运动参数 (SLIN)

项号	说明
1	轨迹加速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
2	限制加速变量。 加速变量是指加速度的变化量。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
3	只有在联机表格中选择了 CONT 之后, 此栏才显示。 目标点之前的距离, 最早在此处开始圆滑过渡 此距离最大可为起始点至目标点距离的一半。 如果在此处输入了一个更大数值, 则此值将被忽略而采用最大值。
4	轴速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
5	轴加速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
6	选择导向。

8.3.3 对 SCIRC 运动进行编程 (单一动作)

注意

运动编程时应确保在所编程序运行时供电系统不会出现绕线或受到损坏。

前提条件

程序已选定。

运行方式 T1

操作步骤

1. 将 TCP 移到辅助点。
2. 将光标置于其后应添加运动指令的语句行处。
(但是不在一个样条组中, 在此另外一个联机表格将自动打开。)
3. 选择菜单序列 指令 > 运动 > SCIRC。
4. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.3.3.1 "SCIRC 联机表格" 页码 141)
5. 点击软键 Touchup HP。
6. 将 TCP 移到目标点。
7. 按下指令 OK 键。

8.3.3.1 SCIRC 联机表格

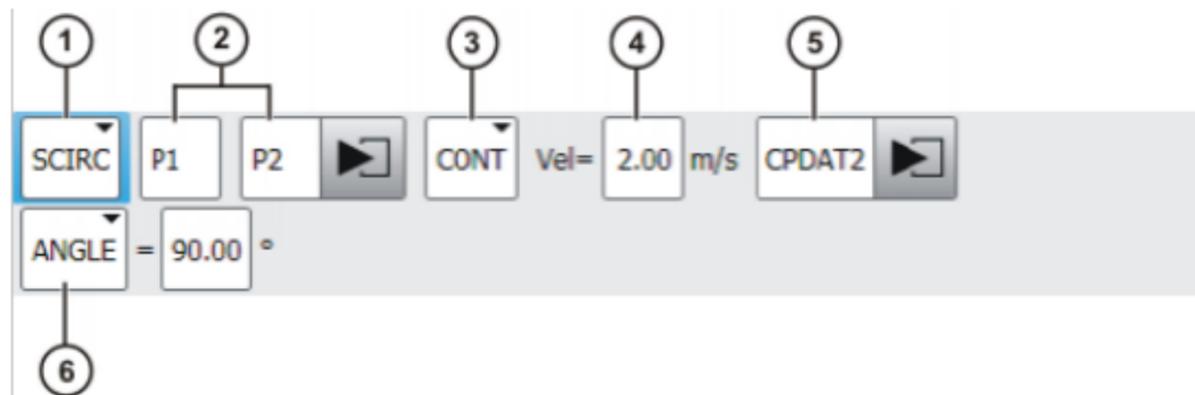


图 8-11: SCIRC 联机表格 (单一动作)

项号	说明
1	运动方式 SCIRC
2	<p>辅助点和目标点的名称。系统自动赋予一个名称。名称可以被盖写。</p> <p>(>>> 8.1 "联机表格中的名称" 页码 133)</p> <p>需要编辑点数据时请触摸箭头。相关选项窗口即打开。</p> <p>(>>> 8.2.7 "帧选项窗口" 页码 136)</p>
3	<p>CONT : 目标点被滑过。</p> <p>[空白] : 将精确地移至目标点。</p>
4	<p>速度</p> <p>0.001 ... 2 m/s</p>

项号	说明
5	运动数据组的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.3.3.2 " 运动参数选项窗口 (SCIRC)" 页码42)
6	给出圆周运动的总弧度。 通过延长编程的目标点的运动或将其缩短来实现。 因此实际的目标点与编程的目标点不相符。 正向圆弧： 沿起点 ? 辅助点 ? 目标点方向绕圆周轨道移动。 负向圆弧： 沿起点 ? 目标点 ? 辅助点方向绕圆周轨道移动。 - 9 999 ° ... + 9 999 ° 如果输入的圆弧小于 - 400 或大于 + 400 ° , 则在保存联机表格时会自动询问是否要确认或取消输入。

8.3.3.2 运动参数选项窗口 (SCIRC)



图 8-12: 选项窗口运动参数 (SCIRC)

项号	说明
1	轨迹加速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
2	限制加速变量。 加速变量是指加速度的变化量。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
3	目标点之前的距离, 最早在此处开始圆滑过渡 此距离最大可为起始点至目标点距离的一半。 如果在此处输入了一个更大数值, 则此值将被忽略而采用最大值。 只有在联机表格中选择了 CONT 之后, 此栏才显示。
4	轴速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
5	轴加速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
6	选择方向导引

项号	说明
7	选择方向导引的参照系。
8	此选项卡中将显示圆周运动参数。 这些变量不可以更改。

8.3.4 对样条组进行编程

说明	<p>用一个样条组可以将多个 SPL、SLIN 和 / 或 SCIRC 段组合成一个整体运动。如果一个样条组不包含任何段，就不算是运动指令。</p> <p>一个样条组允许包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> 样条段 (数量受存储器容量限制。) PATH 触发器 注释和空行 含样条功能的技术包中的联机指令 <p>一个样条组不允许含有其他指令如变量赋值或逻辑指令。 一个样条组不会触发预运行停止。</p>
前提条件	<p>程序已选定。</p> <p>运行方式 T1</p>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将光标放到其后应插入样条组的一行上。 2. 选择菜单序列 指令 > 运动 > 样条组。 3. 在联机表格中设置参数。 (>>> 8.3.4.1 " 样条组联机表格 " 页码 143) 4. 按下 指令 OK 键。 5. 按下 打开 / 关闭 Fold。现在可以在样条组中添加样条段和其他行。 (>>> 8.3.4.4 " 对 SPL 段或 SLIN 段进行编程 " 页码 145) (>>> 8.3.4.5 " 对 SCIRC 段进行编程 " 页码 146) (>>> 8.3.4.9 " 对样条组中的触发器进行编程 " 页码 148)

8.3.4.1 样条组联机表格

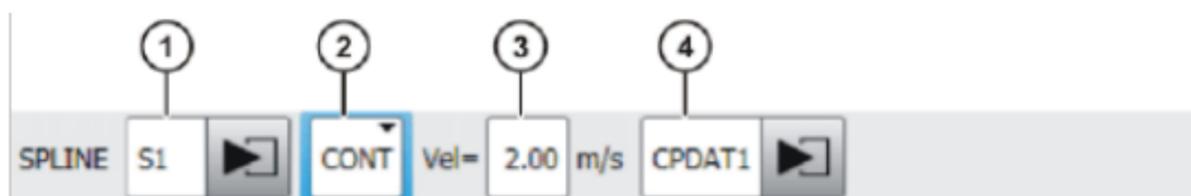


图 8-13: 样条组联机表格

项号	说明
1	<p>样条组的名称。 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。</p> <p>(>>> 8.1 " 联机表格中的名称 " 页码 133)</p> <p>需要编辑运动数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。</p> <p>(>>> 8.3.4.2 " 框架选项窗口 (样条组) " 页码 144)</p>
2	<p>CONT : 目标点被滑过。</p> <p>[空白] : 将精确地移至目标点。</p>

项号	说明
3	此速度被默认适用于整个样条组。 此外还可以将其单独对单个段进行定义。 0.001 ... 2 m/s
4	运动数据组的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑运动数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.3.4.3 " 运动参数选项窗口 (样条组) " 页码145) 此运动数据被默认适用于整个样条组。 此外还可以将其单独对单个段进行定义。

8.3.4.2 框架选项窗口 (样条组)

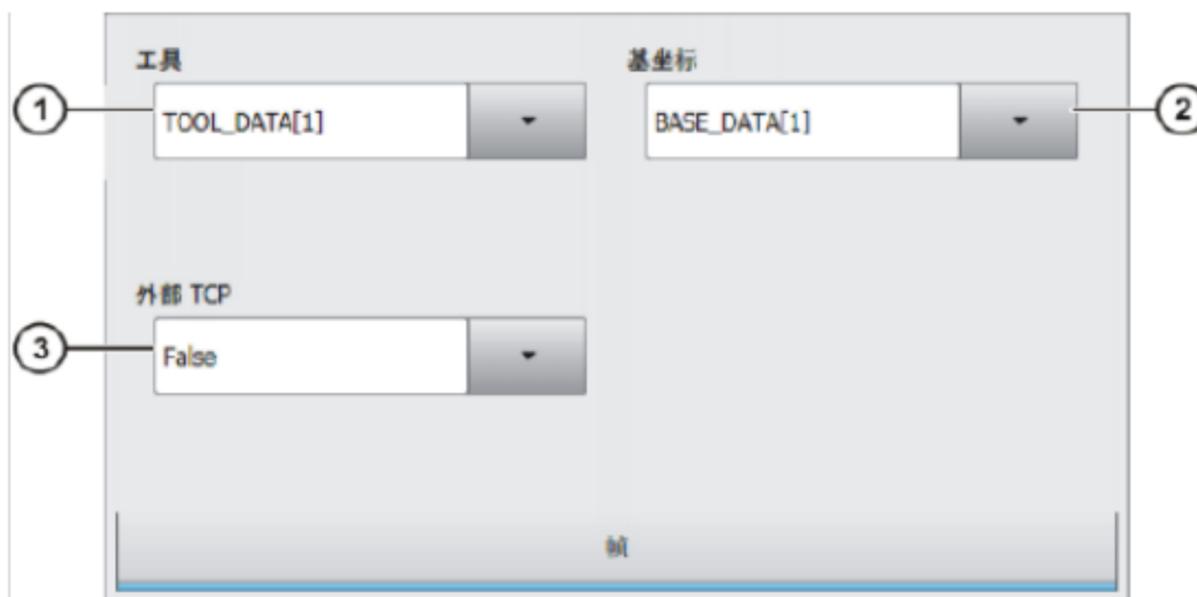


图 8-14: 选项窗口框架 (样条组)

项号	说明
1	选择工具。 如果 外部 TCP 栏中显示 True : 选择工具。 [1] ... [16]
2	选择基准。 如果 外部 TCP 栏中显示 True : 选择固定工具。 [1] ... [32]
3	插补模式 False : 该工具已安装在连接法兰处。 True : 该工具为一个固定工具。

8.3.4.3 运动参数选项窗口 (样条组)

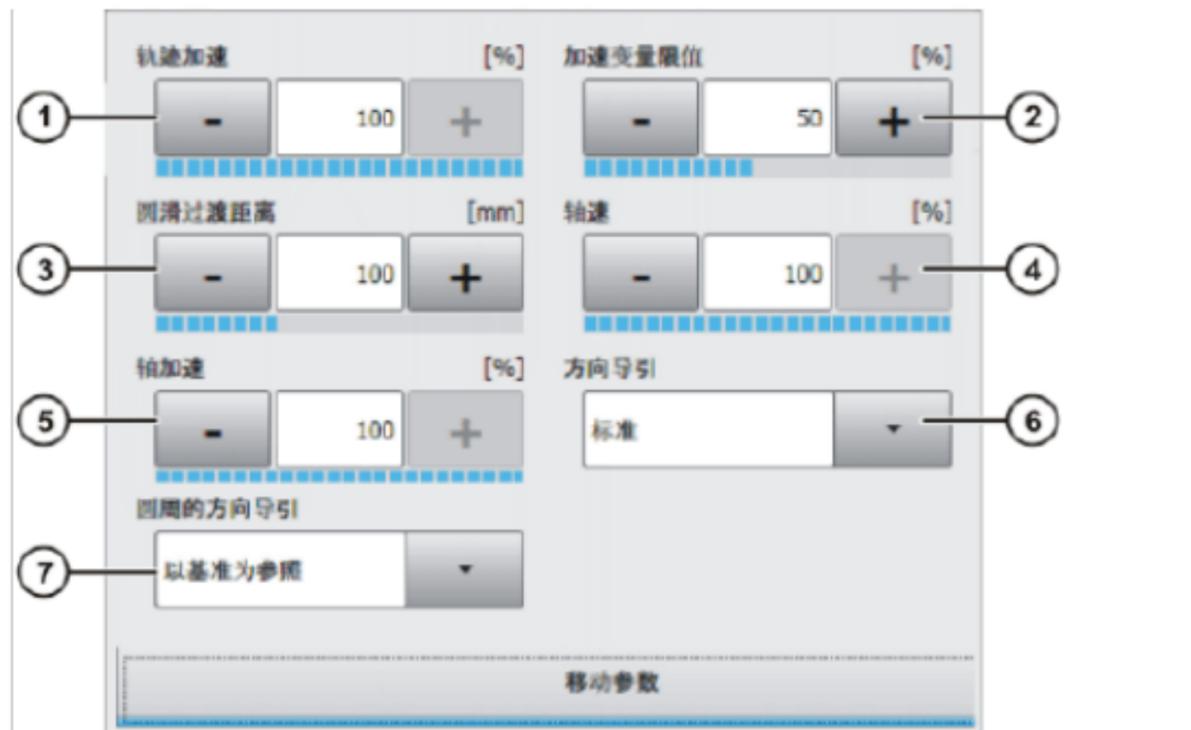


图 8-15: 选项窗口运动参数 (样条组)

项号	说明
1	轨迹加速。数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
2	限制加速变量。加速变量是指加速度的变化量。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
3	只有在联机表格中选择了 CONT 之后, 此栏才显示。 目标点之前的距离, 最早在此处开始圆滑过渡 最大间距可以为样条中的最后一个段。如果只有一个段, 则间距可以最大为半个段的长度。如果在此处输入了一个更大数值, 则此值将被忽略而采用最大值。
4	轴速。数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
5	轴加速。数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
6	选择方向导引
7	选择方向导引的参照系。 此参数只对样条组中的 SCIRC 段(如果有的话)起作用。

8.3.4.4 对 SPL 段或 SLIN 段进行编程

注意

运动编程时应确保在所编程序运行时供电系统不会出现绕线或受到损坏。

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1
样条组的 Fold 被打开。

操作步骤

1. 将 TCP 移到目标点。

2. 将光标放到其后应插入样条组的一行上。
3. 选择菜单序列 指令 > 运动 > SPL 或 SLIN 。
4. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.3.4.6 " 样条段联机表格 " 页码 146)
5. 按下指令 OK 键。

8.3.4.5 对 SCIRC 段进行编程

注意 运动编程时应确保在所编程序运行时供电系统不会出现绕线或受到损坏。

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1
样条组的 Fold 被打开。

操作步骤

1. 将 TCP 移到辅助点。
2. 将光标放到其后应插入样条组的一行上。
3. 选择菜单序列 指令 > 运动 > SCIRC 。
4. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.3.4.6 " 样条段联机表格 " 页码 146)
5. 点击软键 Touchup HP 。
6. 将 TCP 移到目标点。
7. 按下指令 OK 键。

8.3.4.6 样条段联机表格



图 8-16: 样条段 联机表格

联机表格的栏可以用 参数切换 逐步显示或隐藏。

项号	说明
1	运动方式 SPL SLIN SCIRC
2	目标点的名称。 仅针对 SCIRC: 辅助点和目标点的名称。 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 (>>> 8.1 " 联机表格中的名称 " 页码 133) 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.3.4.7 " 框架选项窗口 (样条段) " 页码147)
3	速度 此数据只针对其所属的段。 它对之后的段不起作用。 0.001 ... 2 m/s

项号	说明
4	<p>运动数据组的名称 系统自动赋予一个名称。 名称可以被盖写。 需要编辑点数据时请触摸箭头。 相关选项窗口即打开。 (>>> 8.3.4.8 " 选项窗口运动参数 (样条段) " 页码147) 此运动数据只针对其所属的段。 它对之后的段不起作用。</p>
5	<p>只有在选择了 SCIRC 运动方式时,才可使用。 给出圆周运动的总弧度。 通过延长编程的目标点的运动或将其缩短来实现。 因此实际的目标点与编程的目标点不相符。 正向圆弧: 沿起点 ? 辅助点 ? 目标点方向绕圆周轨道移动。 负向圆弧: 沿起点 ? 目标点 ? 辅助点方向绕圆周轨道移动。 - 9 999 ° ... + 9 999 ° 如果输入的圆弧小于 - 400 或大于 + 400 °,则在保存联机表格时会自动询问是否要确认或取消输入。</p>

8.3.4.7 框架选项窗口 (样条段)

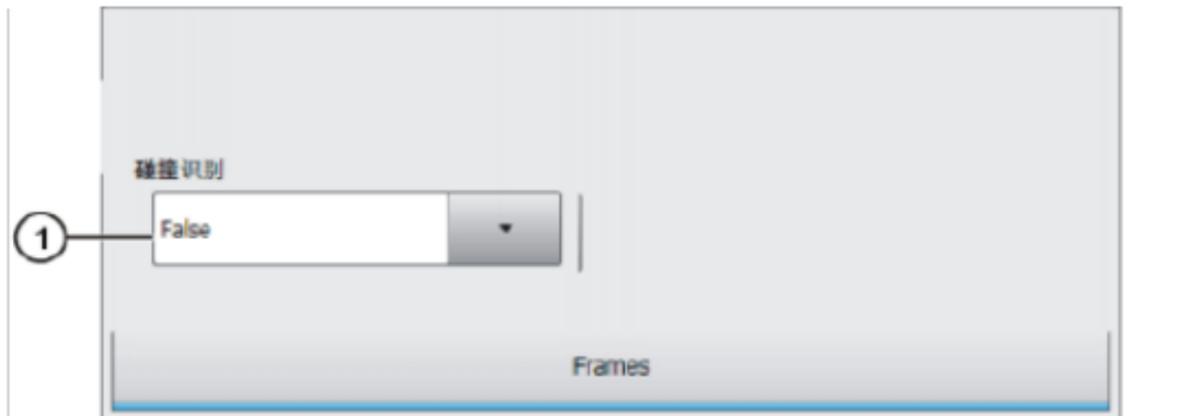


图 8-17: 框架选项窗口 (样条段)

项号	说明
1	<p>True : 机器人控制系统为此运动计算轴的扭矩。 此值用于碰撞识别。 False : 机器人控制系统为此运动不计算轴的扭矩。 因此对此运动无法进行碰撞识别。</p>

8.3.4.8 选项窗口运动参数 (样条段)



图 8-18: 选项窗口运动参数 (样条段)

项号	说明
1	轨迹加速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
2	限制加速变量。 加速变量是指加速度的变化量。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
3	轴速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
4	轴加速。 数值以机床数据中给出的最大值为基准。 1 ... 100 %
5	选择方向导引
6	仅针对 SCIRC 区段：选择方向导引的参照系。
7	仅针对 SCIRC 区段：此选项卡中将显示圆周运动参数。 这些变量不可以更改。

8.3.4.9 对样条组中的触发器进行编程

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1
样条组的 Fold 被打开。

操作步骤

1. 将光标放到其后应插入触发器的一行上。
2. 选择菜单序列 指令 > 逻辑 > 样条触发器 。
3. 根据默认设置会显示联机表格 设定输出端 。通过按键 切换 类型可显示另一联机表格。
4. 在联机表格中设置参数。
5. 按下 指令 OK 键。

说明

显示哪个联机表单，取决于通过 切换 类型所选择的类型。

联机表单类型	说明
设定输出端	触发器设定了一个输出端。 (>>> 8.3.4.10 " 样条触发器联机表格，类型为 设定输出端 " " 页码49)
设定脉冲输出端	触发器设定了一个定义了长度的脉冲。 (>>> 8.3.4.11 " 样条触发器联机表格，类型为 设定脉冲输出端 " " 页码50)
触发器分配	触发器给变量赋值。 仅在专家用户组中可用。 (>>> 8.3.4.12 " 样条触发器联机表格，类型为 触发器分配 " " 页码50)
触发器功能调用	触发器调用一个次级程序。 仅在专家用户组中可用。 (>>> 8.3.4.13 " 样条触发器联机表格，类型为 触发器功能调用 " " 页码51)



更多关于触发器、切换点的移动和移动的限值请参阅系统集成商操作和编程指南。

8.3.4.10 样条触发器联机表格, 类型为 “设定输出端”

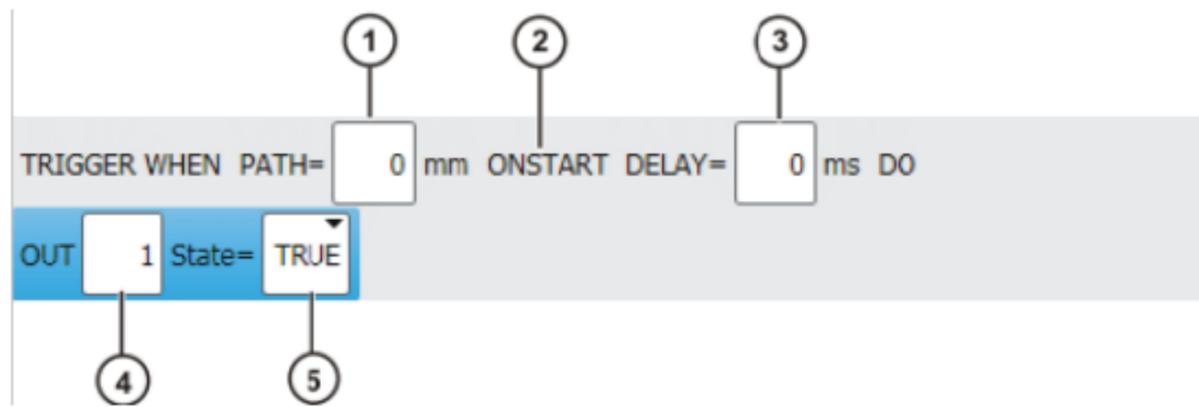


图 8-19: 样条触发器联机表格, 类型为 设定输出端

项号	说明
1	<p>如果需要将指令移到其他位置, 则必须在此输入所需的至起始点和目标点的距离。 如果无需对其进行移动, 则输入数值 0。</p> <p>正值: 向运动结束方向推移该指令。 负值: 向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用: 切换 路径功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。 对这些功能均存在限制。 (>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
2	<p>用切换 OnStart 可以设置或取消参数 ONSTART 。</p> <p>没有 ONSTART : PATH 值是指目标点。 有 ONSTART : PATH 值是指起始点。</p>
3	<p>如果需要在时间上推迟执行指令 (相对于项号 1 的值), 则必须在此输入所需的时间。 如果无需在时间上进行推移, 则输入数值 0。</p> <p>正值: 向运动结束方向推移该指令。 最大值: 1 000 ms 负值: 向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用: 切换 迟滞功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。 对这些功能均存在限制。 (>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
4	<p>输出端编号</p> <p>1 ... 4096</p>
5	<p>输出端接通的状态</p> <p>正确 错误</p>

8.3.4.11 样条触发器联机表格，类型为 “设定脉冲输出端”

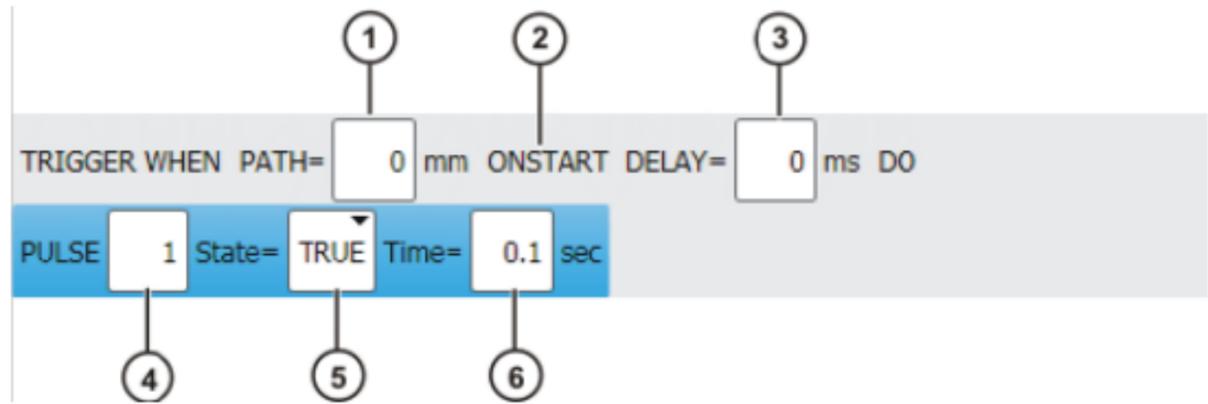


图 8-20: 样条触发器联机表格，类型为 设定脉冲输出端

项号	说明
1	<p>如果需要将指令移到其他位置，则必须在此输入所需的至起始点和目标点的距离。 如果无需对其进行移动，则输入数值 0。</p> <p>正值： 向运动结束方向推移该指令。 负值： 向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用： 切换 路径功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。 对这些功能均存在限制。 (>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
2	<p>用切换 OnStart 可以设置或取消参数 ONSTART 。</p> <p>没有 ONSTART : PATH 值是指目标点。 有 ONSTART : PATH 值是指起始点。</p>
3	<p>如果需要在时间上推迟执行指令 (相对于项号 1 的值), 则必须在此输入所需的时间。 如果无需在时间上进行推移, 则输入数值 0。</p> <p>正值： 向运动结束方向推移该指令。 最大值： 1 000 ms 负值： 向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用： 切换 迟滞功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。 对这些功能均存在限制。 (>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
4	<p>输出端编号</p> <p>1 ... 4096</p>
5	<p>输出端接通的状态</p> <p>TRUE : 高 "电平 FALSE : 低 "电平</p>
6	<p>脉冲长度</p> <p>0.10 ... 3.00 s</p>

8.3.4.12 样条触发器联机表格，类型为 “触发器分配”

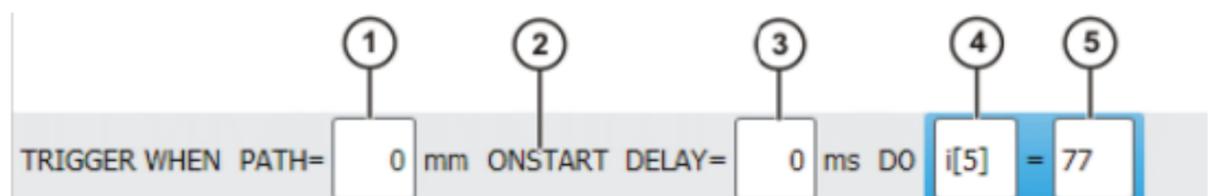


图 8-21: 样条触发器联机表格，类型为 触发器分配

项号	说明
1	<p>如果需要将指令移到其他位置,则必须在此输入所需的至起始点和目标点的距离。 如果无需对其进行移动,则输入数值 0。</p> <p>正值: 向运动结束方向推移该指令。 负值: 向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用: 切换 路径功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。 对这些功能均存在限制。 (>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
2	<p>用切换 OnStart 可以设置或取消参数 ONSTART。</p> <p>没有 ONSTART: PATH 值是指目标点。 有 ONSTART: PATH 值是指起始点。</p>
3	<p>如果需要在时间上推迟执行指令 (相对于项号 1 的值),则必须在此输入所需的时间。 如果无需在时间上进行推移,则输入数值 0。</p> <p>正值: 向运动结束方向推移该指令。 最大值: 1 000 ms 负值: 向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用: 切换 迟滞功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。 对这些功能均存在限制。 (>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
4	<p>应被赋予值的变量</p> <p>提示: 不能使用运行时间变量。</p>
5	<p>应分配给变量的值</p>

8.3.4.13 样条触发器联机表格,类型为 "触发器功能调用"

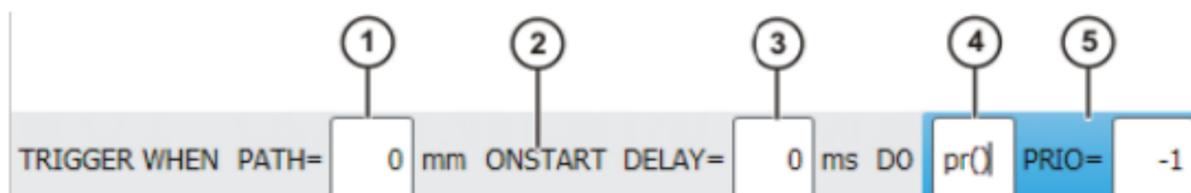


图 8-22: 样条触发器联机表格,类型为 功能调用触发器

项号	说明
1	<p>如果需要将指令移到其他位置,则必须在此输入所需的至起始点和目标点的距离。 如果无需对其进行移动,则输入数值 0。</p> <p>正值: 向运动结束方向推移该指令。 负值: 向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用: 切换 路径功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。 对这些功能均存在限制。 (>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
2	<p>用切换 OnStart 可以设置或取消参数 ONSTART。</p> <p>没有 ONSTART: PATH 值是指目标点。 有 ONSTART: PATH 值是指起始点。</p>

项号	说明
3	<p>如果需要在时间上推迟执行指令（相对于项号 1 的值），则必须在此输入所需的时间。如果无需在时间上进行推移，则输入数值 0。</p> <p>正值：向运动结束方向推移该指令。最大值：1 000 ms 负值：向运动开始方向推移该指令。</p> <p>仅限于专家用户组使用：切换迟滞功能可用于在此栏中输入一个变量、恒量或函数。对这些功能均存在限制。</p> <p>(>>> 8.3.4.14 " 样条触发器中的功能限制 " 页码 152)</p>
4	应调用的子程序的名称
5	<p>在 PRIO 栏中必须给出优先级。可供选用的优先级有 1、2、4 - 39 和 81 - 128。优先级 3 和 40 - 80 用于系统自动给出优先级的情况。如果优先级应由系统自动给出，则应如下进行编程：PRIO = -1。</p> <p>如果多个触发器同时调出子程序，则先执行最高优先级的触发器，然后再执行低优先级的触发器。1 = 最高优先级。</p>

8.3.4.14 样条触发器中的功能限制

PATH 和 DELAY 的值均可通过功能进行分配。但这些功能受到以下限制：

包含此功能的 KRL 程序必须具有隐藏的属性。

功能必须全局有效。

这些功能只允许包含以下指令或元素：

- 赋值
- IF 指令
- 注释
- 空行
- RETURN
- 读取系统变量
- 调用预定义的 KRL 功能

8.3.5 复制样条联机表格

概览

可进行下列复制：

- 复制样条组中的一个单一动作
- 复制一个样条组
- 将一个样条段复制到另一个样条组中
- 将一个样条段复制到另一个样条组之外

前提条件

- 专家用户组
- 已选定或者已打开程序。
- 运行方式 T1、T2 或 AUT

复制

复制一个单一动作到样条组中：

可复制下列单一动作，并将其插入一个样条组中：

- SLIN
- SCIRC
- LIN

CIRC

前提：

单一运动和段的下列帧数据 (= 选项窗口 帧) 均相同：工具，基准和插补模式

复制样条组：

可以复制一个样条组，并将其插入程序的其他位置处。此时始终仅插入空段。
无法将样条组及其内容同时插入。

其内容必须单独复制插入。

将一个样条段复制到另一个样条组中：

复制一个或多个样条段，并将其插入另外组中。

前提：

样条组的下列帧数据 (= 选项窗口 帧) 均相同：工具，基准和插补模式

将一个样条段复制到另一个样条组之外：

可复制一个或多个样条段，并将其插入到一个样条组之外。运动方式将发生如下变化：

样条段 转为单一动作
SLIN	SLIN
SCIRC	SCIRC
SPL	PTP

对于单一动作 SLIN、SCIRC 来说：帧和运动数据将取自样条段，如果有的话；否则将取自样条组。

对于单一动作 PTP 来说：位置和帧数据将从 SPL 传至 PTP。运动数据将不接受。

8.3.6 转换 8.1 的样条联机表格

说明

在 KSS 8.2 中，样条联机表格可设定的参数多于 KSS 8.1 通过这种方式可更详细的确定行驶性能。

使用 8.1 联机表格的程序可在 8.2 中使用为此必须为新的参数分配值。这可以通过打开并再次关闭联机表格实现。所有新的参数均会自动分配到默认值。

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1

操作步骤

1. 将光标置于联机表格所在行中。
2. 点击 更改。联机表格打开。所有新的参数均会自动设为默认值。
3. 需要时：修改值。
4. 按下 指令 OK 键。
5. 对程序中的所有样条联机表格重复步骤 1 至 4。

8.4 更改运动参数

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1

操作步骤

1. 将光标放到要更改的指令行中。
2. 点击 更改。指令相关的联机表格将打开。
3. 更改参数。

4. 用软键 指令 OK 存储变更。

8.5 更改一个经过示教的点的坐标

说明	可以改变一个已示教的点的坐标。 为此须移至所需的新位置，并用新位置的坐标盖写旧的点。
前提条件	程序已选定。 运行方式 T1
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将 TCP 移至所需位置。 2. 将光标放到要更改的运动指令行中。 3. 点击 更改。 指令相关的联机表格将打开。 4. 对于 PTP 以及 LIN 运动 按 Touch Up ，将当前 TCP 位置用作为新的目标点。 对于 CIRC 运动： 按 Touchup HP （辅助点坐标） ，以便确认 TCP 的当前位置为新的辅助点。 或者按 Touchup ZP （目标点坐标） ，以便确认 TCP 的当前位置为新的目标点。 5. 点击 是 确认安全询问。 6. 用指令 OK 存储变更。

8.6 对逻辑指令进行编程

8.6.1 输入 / 输出端

数字输入 / 输出端

机器人控制系统最多可以管理 4096 个数字输入端和 4096 个数字输出端配置是按用户要求而定的。

模拟输入 / 输出端

机器人控制系统可以管理 32 个模拟信号输入端和 32 个模拟信号输出端配置是按用户要求而定的。

模拟输入 / 输出端允许的数值范围： -1.0 至 +1.0 该值相当于电压范围 -10 V 至 +10 V 。如果超过该值，则输入 / 输出端会采用最大值并显示一条信息，直至数值又回到允许范围内。

输入 / 输出端可通过以下系统变量管理：

	输入端	输出端
数字	\$IN[1] ... \$IN[4096]	\$OUT[1] ... \$OUT[4096]
模拟	\$ANIN[1] ... \$ANIN[32]	\$ANOUT[1] ... \$ANOUT[32]

8.6.2 设置数字输出端 - OUT

前提条件	程序已选定。 运行方式 T1
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将光标放到其后应插入逻辑指令的一行上。 2. 选择菜单序列 指令 > 逻辑 > OUT > OUT。 3. 在联机表格中设置参数。 (>>> 8.6.3 " 联机表格 OUT" 页码 155)

4. 用指令 OK 存储指令。

8.6.3 联机表格 OUT

指令设置了一个数字输出端。

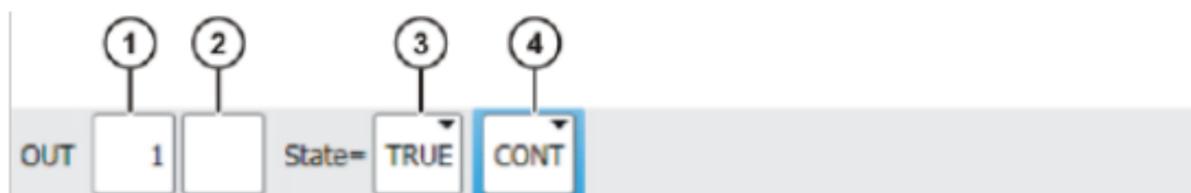


图 8-23: 联机表格 OUT

项号	说明
1	输出端编号 1 ... 4096
2	如果输出端已有名称则会显示出来。 仅限于专家用户组使用： 通过点击 长文本 可输入名称。 名称可以自由选择。
3	输出端接通的状态 正确 错误
4	CONT : 在预运行中进行的编辑 [空白]: 在预运行停止时的编辑

8.6.4 设置脉冲输出端 - PULSE

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1

操作步骤

1. 将光标放到其后应插入逻辑指令的一行上。
2. 选择菜单序列 指令 > 逻辑 > OUT > PULSE 。
3. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.6.5 "PULSE 的联机表格 " 页码 155)
4. 用指令 OK 存储指令。

8.6.5 PULSE 的联机表格

指令设置了一个定义了长度的脉冲。

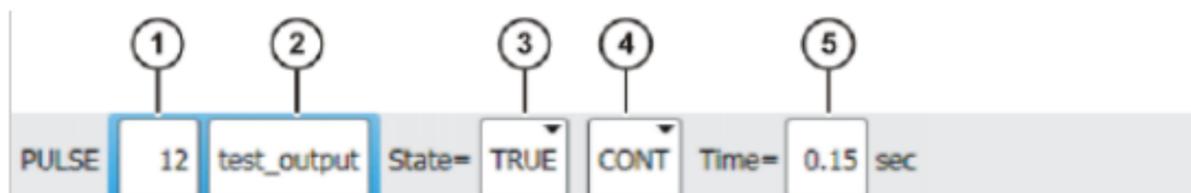


图 8-24: PULSE 的联机表格

项号	说明
1	输出端编号 1 ... 4096
2	如果输出端已有名称则会显示出来。 仅限于专家用户组使用： 通过点击 长文本 可输入名称。 名称可以自由选择。
3	输出端接通的状态 TRUE : 高 "电平 FALSE : 低 "电平
4	CONT : 在预运行中进行的编辑 [空白] : 在预运行停止时的编辑
5	脉冲长度 0.10 ... 3.00 s

8.6.6 设置模拟输出端 - ANOUT

前提条件 程序已选定。
运行方式 T1

- 操作步骤
1. 将光标放到其后应插入指示的那一行中。
 2. 选择 指令 > 模拟输出 > 静态 或 动态 。
 3. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.6.7 " 静态 ANOUT 联机表格 " 页码 156)
(>>> 8.6.8 " 动态 ANOUT 联机表格 " 页码 157)
 4. 用指令 OK 存储指令。

8.6.7 静态 ANOUT 联机表格

指令设定了一个静态模拟输出端。

最多可同时使用 8 个模拟输出端（包括静态和动态）。ANOUT 触发一次预运行停止。

电压由一个系数设置在一个固定值上。实际电压的大小取决于所使用的模拟模块。例如当系数为 0.5 时，一个 10 V 模块产生的电压为 5 V。



图 8-25: 静态 ANOUT 联机表格

项号	说明
1	模拟输出端编号 CHANNEL_1 ... CHANNEL_32
2	电压系数 0 ... 1 (分级 : 0.01)

8.6.8 动态 ANOUT 联机表格

该指令可关闭或打开一个动态的模拟输出端。

最多可以同时接通 4 个动态模拟输出端。ANOUT 触发一次预运行停止。

电压由一个系数决定。实际电压的大小取决于下列各值：

速度或函数发生器

例如，系数为 0.5 时，1m/s 的速度产生电压 5 V。

偏差

例如，0.5 V 电压有 +0.15 的偏差，会产生电压 6.5 V。

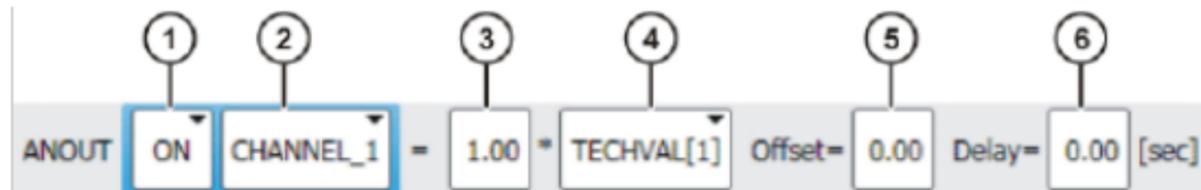


图 8-26: 动态 ANOUT 联机表格

项号	说明
1	模拟输出端的接通或关闭 ON 关闭 (OFF)
2	模拟输出端编号 CHANNEL_1 ... CHANNEL_32
3	电压系数 0 ... 10 (分级: 0.01)
4	VEL_ACT : 电压取决于速度。 TECHVAL[1] ... TECHVAL[6] : 电压通过一个函数发生器控制。
5	提高或降低电压的数值 -1 ... +1 (分级: 0.01)
6	延迟 (+) 或提前 (-) 发出输出信号的时间 -0.2 ... +0.5 s

8.6.9 给等待时间编程 - WAIT

前提条件

程序已选定。

运行方式 T1

操作步骤

1. 将光标放到其后应插入逻辑指令的一行上。
2. 选择菜单序列 指令 > 逻辑 > WAIT。
3. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.6.10 "WAIT 的联机表格" 页码 157)
4. 用指令 OK 存储指令。

8.6.10 WAIT 的联机表格

可以用 WAIT 对等待时间进行编程。在编程时间内，机器人动作暂停。WAIT 总是触发一次预运行停止。



图 8-27: WAIT 的联机表格

项号	说明
1	等待时间 0 s

8.6.11 对与信号有关的等待功能进行编程 - WAITFOR

前提条件 程序已选定。
运行方式 T1

- 操作步骤
1. 将光标放到其后应插入逻辑指令的一行上。
 2. 选择菜单序列 指令 > 逻辑 > WAITFOR 。
 3. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.6.12 "WAITFOR 的联机表格 " 页码 158)
 4. 用指令 OK 存储指令。

8.6.12 WAITFOR 的联机表格

指令设定了一个与信号有关的等候功能。

需要时可将多个信号（最多 12 个）按逻辑连接。如果添加了一个逻辑连接，则联机表格中会出现用于附加信号和其它逻辑连接的栏。

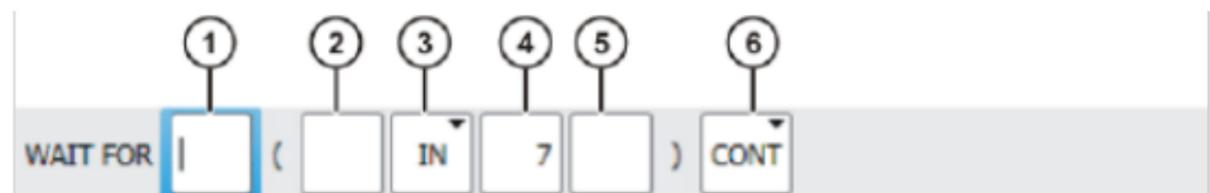


图 8-28: WAITFOR 的联机表格

项号	说明
1	<p>添加外部连接。 算符位于加括号的表达式之间。</p> <p>AND OR EXOR</p> <p>添加 NOT。 NOT [leer]</p> <p>用相应的按键添加所需的算符。</p>
2	<p>添加内部连接。 算符位于一个加括号的表达式内。</p> <p>AND OR EXOR</p> <p>添加 NOT。 NOT [leer]</p> <p>用相应的按键添加所需的算符。</p>
3	<p>等待的信号</p> <p>IN OUT CYCFLAG TIMER FLAG</p>
4	<p>信号的编号</p> <p>1 ... 4096</p>
5	<p>如果信号已有名称则会显示出来。</p> <p>仅限于专家用户组使用：</p> <p>通过点击 长文本 可输入名称。 名称可以自由选择。</p>
6	<p>CONT : 在预运行中进行的编辑</p> <p>[空白]: 在预运行停止时的编辑</p>

8.6.13 轨道上的切换 - SYN OUT

前提条件

程序已选定。
运行方式 T1

操作步骤

1. 将光标放到其后应插入逻辑指令的一行上。
2. 选择菜单序列 指令 > 逻辑 > OUT > SYN OUT 。
3. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.6.14 "SYN OUT 联机表格, 选项 START/END" 页码 160)
(>>> 8.6.15 " 联机表格 SYN OUT, 选项 PATH" 页码 162)
4. 用指令 OK 存储指令。

8.6.14 SYN OUT 联机表格，选项 START/END

可相对于运动语句的起始点或目标点触发切换动作。 切换动作的时间可推移。
 动作语句可以是 LIN、CIRC 或 PTP 运动。

应用情况例如：

- 进行点焊时关闭或打开焊钳
- 进行轨道焊接时接通或关闭焊接电路
- 粘贴或密封时接通或关断体积流量

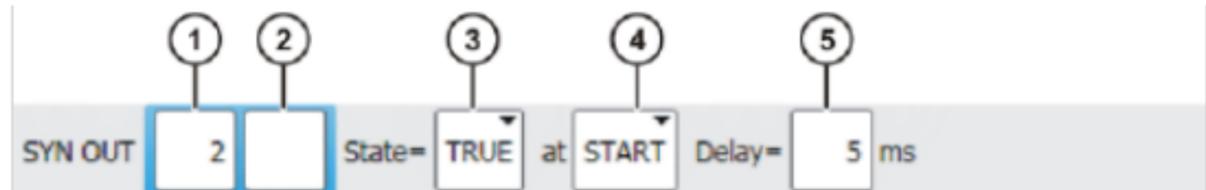


图 8-29: SYN OUT 联机表格，选项 START/END

项号	说明
1	输出端编号 1 ... 4096
2	如果输出端已有名称则会显示出来。 仅限于专家用户组使用： 通过点击 长文本 可输入名称。 名称可以自由选择。
3	输出端接通的状态 正确 错误
4	切换位置点 开始：在动作语句的起始点进行切换。 结束：在动作语句的目标点进行切换。 PATH：
5	切换动作的时间推移 -1 000 ... +1 000 ms 提示：此时间数值为绝对值。 视机器人速度不同，切换点将随之变化。

示例 1

起始点和目标点均为精确停止点。

```

LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
LIN P2 VEL=0.3m/s CPDAT2
SYN OUT 1 " State= TRUE at START Delay=20ms
SYN OUT 2 " State= TRUE at END Delay=-20ms
LIN P3 VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
    
```

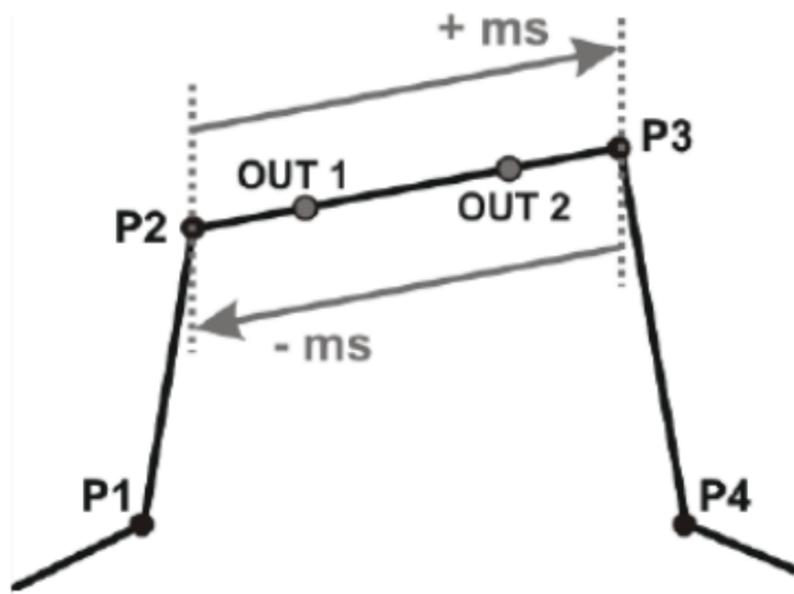


图 8-30

OUT 1 和 OUT 2 确定了切换的大概位置。虚线确定了切换极限。

切换极限：

开始：切换点最大可延迟至精确停止点 P3 (+ ms)。

结束：切换点最大可前移至精确停止点 P2 (- ms)。

如果时间推移给定的数值过大，则控制系统将自动在切换极限处进行切换。

示例 2

起始点是精确停止点，目标点被圆滑过渡。

```
LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
LIN P2 VEL=0.3m/s CPDAT2
SYN OUT 1 " State= TRUE at START Delay=20ms
SYN OUT 2 " State= TRUE at END Delay=-20ms
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
```

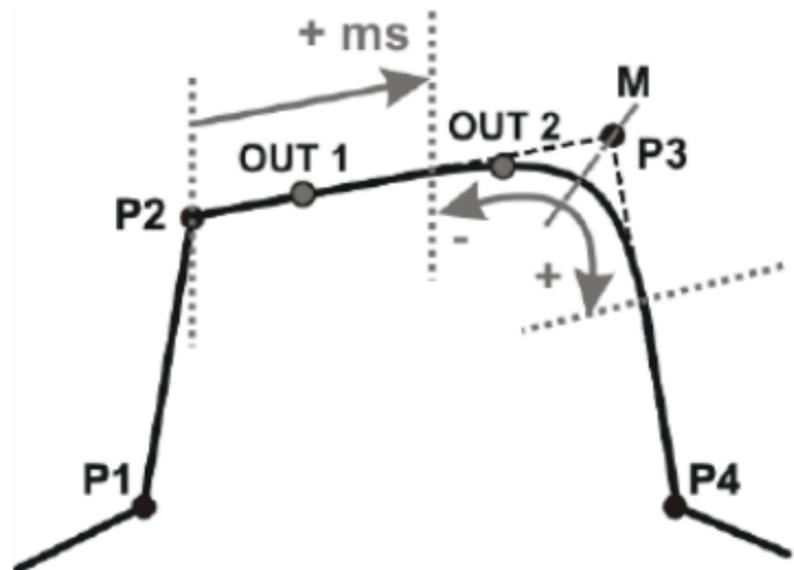


图 8-31

OUT 1 和 OUT 2 确定了切换的大概位置。虚线确定了切换极限。M = 滑过区域中点。

切换极限：

开始：切换点最大可延迟至 P3 滑过区域的起始处 (+ ms)。

结束：切换点最大可前移至 P3 滑过区域的起始处 (-)。

切换点最大可延迟至 P3 滑过区域的结束处 (+)。

如果时间推移给定的数值过大，则控制系统将自动在切换极限处进行切换。

示例 3

起始点和目标点均被圆滑过渡。

```

LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
LIN P2 CONT VEL=0.3m/s CPDAT2
SYN OUT 1 " State= TRUE at START Delay=20ms
SYN OUT 2 " State= TRUE at END Delay=-20ms
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
    
```

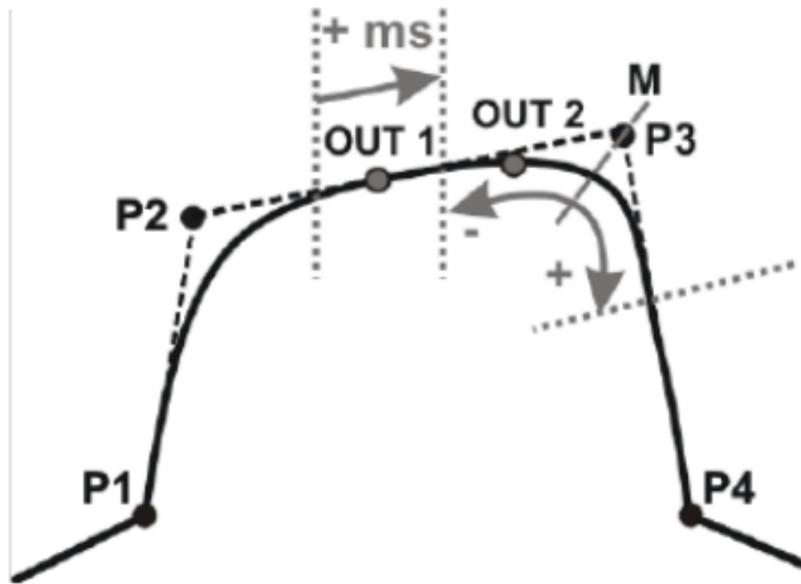


图 8-32

OUT 1 和 OUT 2 确定了切换的大概位置。 虚线确定了切换极限。 M = 滑过区域中点。

切换极限：

- 开始： 切换点最早可位于 P2 滑过区域的结束处。
- 切换点最大可延迟至 P3 滑过区域的起始处 (+ ms)。
- 结束： 切换点最大可前移至 P3 滑过区域的起始处 (-)。
- 切换点最大可延迟至 P3 滑过区域的结束处 (+)。

如果时间推移给定的数值过大，则控制系统将自动在切换极限处进行切换。

8.6.15 联机表格 SYN OUT , 选项 PATH

可相对于运动语句的目标点触发切换动作。 切换动作的位置和时间均可进行推移。 动作语句可以是 LIN 或 CIRC 运动但不能是 PTP 运动。

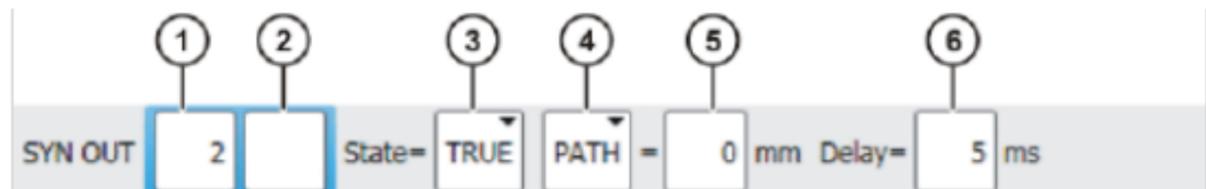


图 8-33: 联机表格 SYN OUT , 选项 PATH

项号	说明
1	输出端编号 1 ... 4096
2	如果输出端已有名称则会显示出来。 仅限于专家用户组使用： 通过点击 长文本 可输入名称。 名称可以自由选择。
3	输出端接通的状态 正确 错误

项号	说明
4	切换位置点 PATH : 在动作语句的目标点进行切换。 开始 : (>>> 8.6.14 "SYN OUT 联机表格, 选项 START/END" 页码 160) 结束 : (>>> 8.6.14 "SYN OUT 联机表格, 选项 START/END" 页码 160)
5	切换点至目标点的距离 -2 000 ... +2 000 mm 此区域仅在选择 PATH 之后才会显示。
6	切换动作的时间推移 -1 000 ... +1 000 ms 提示 : 此时间数值为绝对值。 视机器人速度不同, 切换点将随之变化。

示例 1

起始点是精确停止点, 目标点被圆滑过渡。

```

LIN P1 VEL=0.3m/s CPDAT1
SYN OUT 1 " State= TRUE at START PATH=20mm Delay=-5ms
LIN P2 CONT VEL=0.3m/s CPDAT2
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
  
```

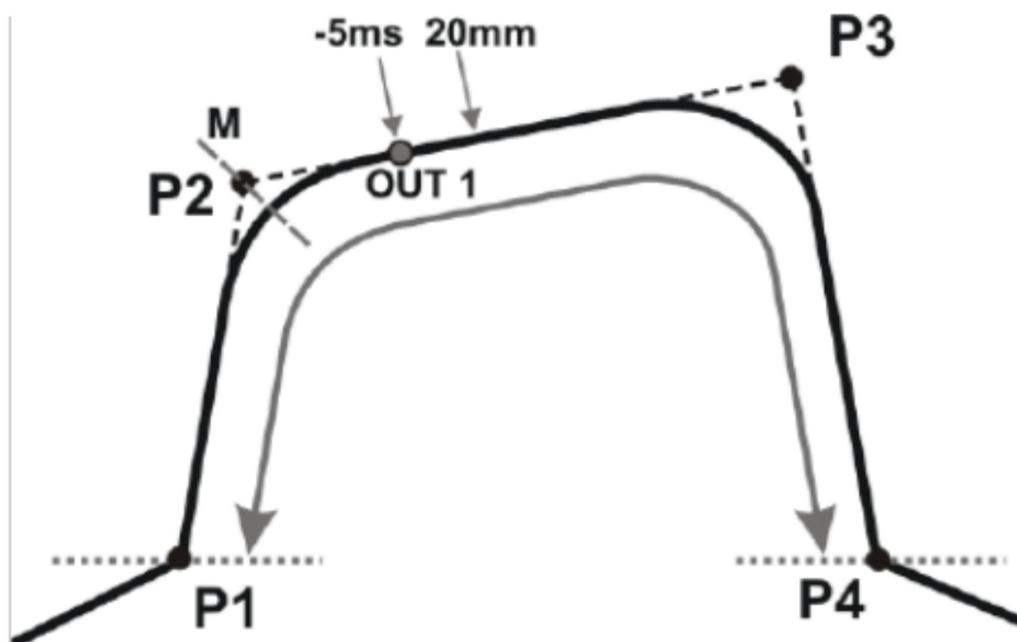


图 8-34

OUT 1 确定了进行切换的大概位置。 虚线确定了切换极限。 M = 滑过区域中点。

切换极限 :

切换点最早可前移至精确停止点 P1。

切换点最大可延迟至下一个的精确停止点 P4 如果 P3 是一个精确停止点, 则切换点最多可延迟至 P3。

如果位置或时间推移给出的数值过大, 则控制装备将自动在切换极限处进行切换。

示例 2

起始点和目标点均被圆滑过渡。

```

LIN P1 CONT VEL=0.3m/s CPDAT1
SYN OUT 1 " State= TRUE at START PATH=20mm Delay=-5ms
LIN P2 CONT VEL=0.3m/s CPDAT2
LIN P3 CONT VEL=0.3m/s CPDAT3
LIN P4 VEL=0.3m/s CPDAT4
  
```

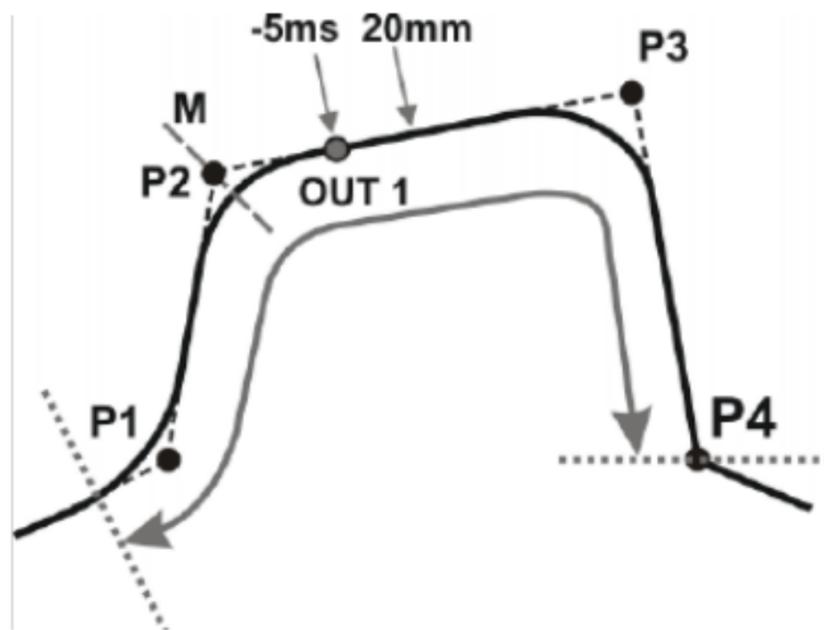


图 8-35

OUT 1 确定了进行切换的大概位置。 虚线确定了切换极限。 M = 滑过区域中点。

切换极限：

切换点最早可前移至 P1 滑过区域的起始处。

切换点最大可延迟至下一个的精确停止点 P4 如果 P3 是一个精确停止点，则切换点最多可延迟至 P3。

如果位置或时间推移给出的数值过大，则控制装备将自动在切换极限处进行切换。

8.6.16 轨道上的脉冲设定 - SYN PULSE

前提条件

程序已选定。

运行方式 T1

操作步骤

1. 将光标放到其后应插入逻辑指令的一行上。
2. 选择菜单序列 指令 > 逻辑 > OUT > SYN PULSE 。
3. 在联机表格中设置参数。
(>>> 8.6.17 "SYN PULSE 的联机表格 " 页码 164)
4. 用指令 OK 存储指令。

8.6.17 SYN PULSE 的联机表格

脉冲可针对动作语句的起始点或目标点而被触发。

脉冲的位置和时间均可进行推移。



图 8-36: SYN PULSE 的联机表格

项号	说明
1	输出端编号 1 ... 4096
2	如果输出端已有名称则会显示出来。 仅限于专家用户组使用： 通过点击 长文本 可输入名称。 名称可以自由选择。
3	输出端接通的状态 正确 错误
4	脉冲持续时间 0.1 ... 3 s
5	开始：脉冲在动作语句的起始点处被触发。 结束：脉冲在动作语句的目标点处被触发。 示例和切换极限见 SYN OUT。 (>>> 8.6.14 "SYN OUT 联机表格, 选项 START/END" 页码 160) PATH：脉冲在动作语句的目标点处被触发。 示例和切换极限见 SYN OUT。 (>>> 8.6.15 " 联机表格 SYN OUT, 选项 PATH" 页码 162)
6	切换点至目标点的距离 -2 000 ... +2 000 mm 此区域仅在选择了 PATH 之后才会显示。
7	切换动作的时间推移 -1 000 ... +1 000 ms 提示：此时间数值为绝对值。 视机器人速度不同，切换点将随之变化。

8.6.18 更改逻辑指令

前提条件

程序已选定。

运行方式 T1

操作步骤

1. 将光标放在须改变的指令行里。
2. 点击 更改。 指令相关的联机表格将打开。
3. 更改参数。
4. 用软键 指令 OK 存储变更。

9 信息

9.1 故障信息，外部自动运行

编号	信息文本	原因
P00:1	PGNO_TYPE的值错误 允许值 (1 , 2 , 3)	为程序号规定了错误的数据类型。
P00:2	PGNO_LENGTH的值错误 值域 1 PGNO_LENGTH 16	为程序号设计的位宽错误。
P00:3	PGNO_LENGTH的值错误 允许值 (4 , 8 , 12 , 16)	如果选择了 BCD 格式来读取程序号，则必须设定一个相应的位宽。
P00:4	PGNO_FBIT 的值错误 超出 \$IN 范围	程序号的第一位被指定为 “ 0” 或者一个不存在的输入端。
P00:7	PGNO_REQ的值错误 超出 \$OUT 范围	要求程序号的输出端被指定为 “ 0 ” 或者一个不存在的输出端。
P00:10	传输错误 奇偶校验错误	检查奇偶校验时发现不一致。肯定出现了传输错误。
P00:11	传输错误 程序号错误	上一级的控制系统发出了一个程序号，在文件 CELL.SRC 中不存在用于此程序号的 CASE 分支程序。
P00:12	传输错误 BCD 编码错误	以 BCD 格式读取程序号时导致读取结果无效。
P00:13	运行方式错误	输入 / 输出接口尚未激活，即系统变量 \$I_O_ACTCONF 的当前值为 FALSE。可能原因如下： 运行方式选择开关未处于 “外部自动运行” 位置。 信号 \$I_O_ACT 的当前值为 FALSE。
P00:14	以运行方式 T1 移至起始位置	机器人没有到达起始位置。
P00:15	程序号出现错误	在 “ n 选 1” 中设定的输入端多于 1。

10 库卡服务

10.1 技术支持咨询

引言 库卡机器人有限公司的文献将提供有关机器运行及操作的信息，并可帮助您排除故障。当地各分支机构将乐于为您提供详细咨询。

信息 提供咨询时需要以下信息：

- 机器人型号及生产序列号
- 控制系统型号及序列号
- 线性滑轨型号及序列号 (可选)
- 库卡系统软件版本
- 作为可选项的软件或修正版
- 软件档案
- 现有的应用程序
- 现有的附加轴 (可选)
- 问题描述、故障持续时间及频率

10.2 库卡客户支持系统

可用性 在许多国家内均可使用库卡客户支持系统。如果您有问题，我们非常乐意为您提供咨询！

阿根廷 Ruben Costantini S.A. 公司 (代理公司)
Luis Angel Huergo 13 20
Parque Industrial
2400 San Francisco (CBA)
阿根廷
电话 +54 3564 421033
传真 +54 3564 428877
ventas@costantini-sa.com

澳大利亚 Headland Machinery Pty. 有限公司
Victoria (Head Office & Showroom)
95 Highbury Road
Burwood
Victoria 31 25
澳大利亚
电话 +61 3 9244-3500
传真 +61 3 9244-3501
vic@headland.com.au
www.headland.com.au

比利时	库卡自动化及机器人 N.V 公司 Centrum Zuid 1031 3530 Houthalen 比利时 电话 +32 11 516160 传真 +32 11 526794 info@kuka.be www.kuka.be
巴西	库卡机器人巴西有限公司 (KUKA Roboter do Brasil Ltda.) Avenida Franz Liszt, 80 Parque Novo Mundo Jd. Guan?? CEP 02151 900 S?o Paulo SP Brasilien 电话 +55 11 69844900 传真 +55 11 62017883 info@kuka-roboter.com.br
智利	Robotec S.A. (代理公司) Santiago de Chile 智利 电话 +56 2 331-5951 传真 +56 2 331-5952 robotec@robotec.cl www.robotec.cl
中国	库卡柔性系统制造 (上海) 有限公司 Songjiang Industrial Zone No. 388 Minshen Road 201612 Shanghai 中国 电话 +86 21 6787-1808 传真 +86 21 6787-1805 info@kuka-sha.com.cn www.kuka.cn
德国	库卡机器人有限公司 Zugspitzstr. 140 86165 Augsburg 德国 电话 +49 821 797-4000 传真 +49 821 797-1616 info@kuka-roboter.de www.kuka-roboter.de

法国	库卡自动化及机器人有限公司 Techvall é e 6, Avenue du Parc 91140 Villebon S/Yvette 法国 电话 +33 1 6931660-0 传真 +33 1 6931660-1 commercial@kuka.fr www.kuka.fr
印度	库卡机器人（印度）私人 有限公司 Office Number-7, German Centre, Level 12, Building No. - 9B DLF Cyber City Phase III 122 002 Gurgaon Haryana 印度 电话 +91 124 4635774 传真 +91 124 4635773 info@kuka.in www.kuka.in
意大利	KUKA Roboter Italia S.p.A 公司 Via Pavia 9/a - int.6 10098 Rivoli (TO) 意大利 电话 +39 011 959-5013 传真 +39 011 959-5141 kuka@kuka.it www.kuka.it
日本	库卡机器人日本株式会社 Daiba Garden City Building 1F 2-3-5 Daiba, Minato-ku Tokyo 135-0091 日本 电话 +81 3 6380-7311 传真 +81 3 6380-7312 info@kuka.co.jp
韩国	库卡机器人韩国有限公司 RIT Center 306, Gyeonggi Technopark 1271-11 Sa 3-dong, Sangnok-gu Ansan City, Gyeonggi Do 426-901 韩国 电话 +82 31 501-1451 传真 +82 31 501-1461 info@kukakorea.com

马来西亚	库卡机器人自动化 Sdn Bhd 公司 South East Asia Regional Office No. 24, Jalan TPP 1/10 Taman Industri Puchong 47100 Puchong Selangor 马来西亚 电话 +60 3 8061-0613 or -0614 传真 +60 3 8061-7386 info@kuka.com.my
墨西哥	KUKA de Mexico S. de R.L. de C.V. 公司 Rio San Joaquin #339, Local 5 Colonia Pensil Sur C.P. 11490 Mexico D.F. 墨西哥 电话 +52 55 5203-8407 传真 +52 55 5203-8148 info@kuka.com.mx
挪威	库卡 Sveiseanlegg + Roboter 公司 Bryggeveien 9 2821 Gjøvik 挪威 电话 +47 61 133422 传真 +47 61 186200 geir.ulsrud@kuka.no
奥地利	KUKA Roboter Austria GmbH (库卡机器人奥地利有限公司) Regensburger Strasse 9/1 4020 Linz 奥地利 电话 +43 732 784752 传真 +43 732 793880 office@kuka-roboter.at www.kuka-roboter.at
波兰	KUKA Roboter Austria GmbH (库卡机器人奥地利有限公司) Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Oddział w Polsce Ul. Porcelanowa 10 40-246 Katowice 波兰 电话 +48 327 30 32 13 or -14 传真 +48 327 30 32 26 ServicePL@kuka-roboter.de

葡萄牙	库卡自动化系统有限公司 Rua do Alto da Guerra n.º 50 Armazém 04 2910 011 Setúbal 葡萄牙 电话 +351 265 729780 传真 +351 265 729782 kuka@mail.telepac.pt
俄罗斯	ООО库卡机器人俄罗斯公司 Webnaja ul. 8A 107143 Moskau 俄罗斯 电话 +7 495 781-31-20 传真 +7 495 781-31-19 kuka-robotics.ru
瑞典	库卡自动化及机器人公司 (KUKA Sistemas de Automatizaci ó n S.A.) A. Odhners gata 15 421 30 V?stra Fr?lunda 瑞典 电话 +46 31 7266-200 传真 +46 31 7266-201 info@kuka.se
瑞士	库卡机器人 (瑞士) 股份公司 Industriestr. 9 5432 Neuenhof 瑞士 电话 +41 44 74490-90 传真 +41 44 74490-91 info@kuka-roboter.ch www.kuka-roboter.ch
西班牙	KUKA Robots IB é RICA, S.A. Pol. Industrial Torrent de la Pastera Carrer del Bages s/n 08800 Vilanova i la Geltrú (Barcelona) 西班牙 电话 +34 93 8142-353 传真 +34 93 8142-950 Comercial@kuka-e.com www.kuka-e.com

南非	Jendamark Automation 有限公司 (代理公司) 76a York Road North End 6000 Port Elizabeth 南非 电话 +27 41 391 4700 传真 +27 41 373 3869 www.jendamark.co.za
台湾	库卡机器人自动化 (台湾) 有限公司 No. 249 Pujong Road Jungli City, Taoyuan County 320 台湾 电话 +886 3 4331988 传真 +886 3 4331948 info@kuka.com.tw www.kuka.com.tw
泰国	库卡机器人自动化 (泰国 (M) Sdn Bhd) 公司 Thailand Office c/o Maccall System Co. Ltd. 49/9-10 Soi Kingkaew 30 Kingkaew Road Tt. Rachatheva, A. Bangpli Samutprakarn 10540 泰国 电话 +66 2 7502737 传真 +66 2 6612355 atika@ji-net.com www.kuka-roboter.de
捷克	KUKA Roboter Austria GmbH (库卡机器人奥地利有限公司) Organisation Tschechien und Slowakei Sezemick á 2757/2 193 00 Praha Horn í Po?ernice 捷克共和国 电话 +420 22 62 12 27 2 传真 +420 22 62 12 27 0 support@kuka.cz
匈牙利	KUKA Robotics Hung á ria Kft. 公司 F? ú t 140 2335 Taksony 匈牙利 电话 +36 24 501609 传真 +36 24 477031 info@kuka-robotics.hu

美国

库卡机器人公司
22500 Key Drive
Clinton Township
48036
Michigan
美国
电话 +1 866 8735852
传真 +1 586 5692087
info@kukarobotics.com
www.kukarobotics.com

英国

库卡自动化及机器人公司
Hereward Rise
Halesowen
B62 8AN
英国
电话 +44 121 585-0800
传真 +44 121 585-0900
sales@kuka.co.uk

索引

图标

#BSTEP 104
 #ISTEP 104
 #MSTEP 104
 \$ANIN 154
 \$ANOUT 154
 \$IN 154
 \$OUT 154
 \$ROBRUNTIME 60, 61

数字

2004/108/EG 31
 2006/42/EG 31
 3 点法 80
 89/336/EWG 31
 95/16/EG 31
 97/23/EG 31

A

ABC 2 点法 78
 ABC 世界坐标法 77
 ANOUT 156

C

CE 标志 14
 CELL.SRC 107
 CIRC 运动 135
 CIRC, 运动方式 116
 CP 运动 115

D

DEF 行, 显示 / 隐藏 102
 DEF 行 (菜单项) 103

E

Electronic Mastering Device (电子控制设备)
 67
 EMD 67
 EN 60204-1 31
 EN 61000-6-2 31
 EN 61000-6-4 31
 EN 614-1 31
 EN ISO 10218-1 31
 EN ISO 12100-1 31
 EN ISO 12100-2 31
 EN ISO 13849-1 31
 EN ISO 13849-2 31
 EN ISO 13850 31

H

HOV 50

I

INTERN.ZIP 111, 112

K

KCP 14, 24, 33
 KUKA smartHMI 37

KUKA 控制面板 33
 KUKA.Load 94
 KUKA.LoadDataDetermination 95

L

LIN 和 CIRC 运动的方向导引 118
 LIN 运动 134
 LIN 运动方式 115

O

OUT 154

P

POV 104
 PTP 运动 133
 PTP, 运动方式 115
 PULSE 155

R

RDC, 更换 73
 ROBROOT坐标系 44

S

SCIRC 段, 编程 146
 SCIRC 运动, 编程 141
 Single Point of Control 29
 SLIN 段, 编程 145
 SLIN 运动, 编程 139
 smartHMI 12, 37
 smartPAD 14, 33
 SPL 段, 编程 145
 SPOC 29
 STOP 0 14, 15
 STOP 1 14, 15
 STOP 2 14, 15
 SYN OUT 159
 SYN PULSE 164

T

T1 15
 T2 15
 TCP 74

U

USB 接口 35

W

WAIT 157
 WAITFOR 158

X

XYZ 4 点法 75
 XYZ 参照法 76

Z

安全 13
 安全, 一般 13
 安全概念 14

- 安全功能, 概览 18
- 安全控制系统 18
- 安全提示 9
- 安全停止 0 14
- 安全停止 1 15
- 安全停止 2 15
- 安全停止 STOP 0 14
- 安全停止 STOP 1 15
- 安全停止 STOP 2 15
- 安全停止, 外部 21
- 安全运行停止 14, 21
- 安装说明 13, 14
- 按规定使用 13
- 版本, 操作界面 60
- 版本, 操作系统 61
- 版本, 机器人控制系统 60
- 版本, 基本系统 60
- 保养 28
- 倍率 50, 104
- 本机紧急停止 26
- 编程, 联机表格 133
- 编程, 应用人员 133
- 编辑 (按键) 38
- 编辑器 99
- 标识 23
- 参照调整 73
- 仓储 29
- 操作 33
- 操作界面 37
- 操作人员 43
- 操作人员防护装置 18, 19, 24
- 测量 74
- 测量, 动作基点 90
- 测量, 工件 83
- 测量, 工具 74
- 测量, 工具运动 93
- 测量, 固定工具 82
- 测量, 基准 80
- 测量, 外部 TCP 83
- 测量, 外部动作 89
- 测量, 线性滑轨 88
- 测量点 (菜单项) 60
- 插补模式 136, 144
- 产品说明 11
- 超载 24
- 承载数据 95
- 程序, 编辑 107
- 程序, 复位 107
- 程序, 关闭 100
- 程序, 启动反向运行 106
- 程序, 取消选择 99
- 程序, 手动启动 105
- 程序, 停止 105, 106, 107
- 程序, 新建 98
- 程序, 自动启动 105
- 程序倍率 104
- 程序管理 97
- 程序行, 删除 109
- 程序员 43
- 程序运行方式 104
- 程序运行方式, 选择 103
- 触发器, 用于样条 148
- 触摸屏 33, 39
- 存储容量 61
- 存档, U 盘 111
- 存档, 概览 110
- 存档, 日志 112
- 存档, 网络 111
- 打开程序 99
- 打印, 程序 110
- 刀具, 选择 50
- 导航器 97
- 导向, 样条 128
- 等待功能, 与信号有关 158
- 等待时间 157
- 低压指令 14
- 点到点 115
- 点动运行 21, 24
- 电磁兼容指令 14, 31
- 电压 59, 154, 156, 157
- 调整 65
- 调整, 方法 65
- 调整标记 66
- 调整丢失 67, 71
- 定位精确的机器人型号, 检查启动 64
- 定位设备 13, 89
- 法兰坐标系 45, 74
- 反向运行 106
- 反应路程 14
- 方向导引 138
- 方向导引 (样条) 142, 145, 148
- 防护功能 24
- 防护区域 14, 17
- 防护装备 21
- 防护装置, 外部 23
- 废料处理 29
- 服务, 库卡机器人 169
- 辅助点 116
- 负载数据 94
- 附加负载数据 (菜单项) 96
- 附加轴 13, 15, 56, 60
- 附件 11, 13
- 复制 109
- 改名, 工具 87
- 更改, 逻辑指令 165
- 更改, 运动参数 153
- 更改, 坐标 154
- 更换电机 73
- 更名, 文件 98
- 工件坐标系, 测量 91
- 工具, 测量 74
- 工具, 固定的 82
- 工具, 外部 93
- 工具负载数据 (菜单项) 95
- 工具坐标系, 输入数值 93
- 工具坐标系 44, 74
- 工具坐标系中心点 74
- 工业机器人 11, 13
- 工业机器人概览 11
- 工艺数据包 11, 61, 133
- 工作区域 14, 17
- 功能检查 25

- 故障 24
- 故障信息, 外部自动运行 167
- 关闭 (菜单选项) 40
- 管理员 43
- 过滤器 98
- 滑过 116, 137
- 还原, 数据 112
- 换行 (菜单项) 103
- 机床数据 60, 61, 63
- 机器人控制器 11
- 机器人控制系统 13
- 机器人数据 (菜单项) 61
- 机器数据 26
- 机械式轴范围限制装置 22
- 机械手 11, 13, 14, 17
- 机械指令 14, 31
- 机械终端卡位 22
- 基础系, 选择 50
- 基础坐标系 44, 80
- 基准, 测量 80
- 基坐标系, 改名 87
- 技术密钥 34
- 技术支持咨询 169
- 加速变量 140, 142, 145, 148
- 加速变量限值 140, 142, 145, 148
- 间接方法 81
- 监控, 速度 21
- 剪切 109
- 键盘 34, 39
- 键盘按键 34
- 接通, 机器人控制系统 39
- 结束, KSS 40
- 紧急停止 34
- 紧急停止按键 19, 26
- 紧急停止装置 19, 20, 24
- 警报位置 20
- 空间鼠标 34, 46, 51, 52, 53
- 库卡 smartPAD 14, 33
- 库卡客户支持系统 60, 169
- 冷启动 42
- 连接管理器 34
- 连接线缆 11, 13
- 连续轨迹 (Continuous Path) 115
- 联机表格 133
- 脉冲 155
- 脉冲, 轨道相关 164
- 名称, 存档 61
- 名称, 机器人 60, 61
- 名称, 控制系统 PC 机 61
- 模拟 28
- 模拟输入 / 输出端 58
- 默认用户组 43
- 目标群体 9
- 欧盟一致性声明 14
- 培训 9
- 偏差 67, 70, 157
- 奇点 131
- 启动, 程序 105
- 启动, 库卡系统软件 (KSS) 39
- 启动键 34, 35
- 启动逆向运行按键 34
- 启动外部自动运行 107
- 起始位置 102
- 千分表 71
- 桥接 (菜单项) 55
- 桥接工作空间监控 55
- 切换动作, 轨道相关 159
- 清洁工作 28
- 取消调节 74
- 取消选择, 程序 99
- 确认开关 20, 35
- 确认装置 20, 24
- 确认装置, 外部 21
- 软件 11, 13
- 软件极限开关 21, 24
- 软件限位开关 74
- 软件组成部分 11
- 删除调整 74
- 商标 9
- 设备集成商 15
- 实际位置 55
- 使用, 不当 13
- 使用, 违规 13
- 世界坐标系 44
- 示教 154
- 手持式编程器 11, 13
- 手动倍率 50
- 手动运行 27
- 首次调整 67
- 输出端, 模拟 156
- 输出端, 数字式 154
- 输入 / 输出端, 模拟 154
- 输入 / 输出端, 数字式 56, 154
- 输入 / 输出端, 外部自动运行 59
- 输入线性滑轨数值 89
- 数值输入, 动作基点 91
- 数值输入, 外部 TCP 84
- 数字输入, 工具 80
- 数字输入, 基坐标系 82
- 数字输入, 外部工具 94
- 搜索 109
- 速度 50, 104
- 速度, 监控 21
- 锁闭, 机器人控制系统 43
- 锁闭隔离性防护装置 19
- 特殊字符 133
- 提交解释器, 状态显示 38
- 提示 9
- 替换 109
- 停机反应 17
- 停机键 34
- 停机类别 0 15
- 停机类别 1 15
- 停机类别 2 15
- 停止行程 14, 17
- 停止运转 29
- 通用安全措施 24
- 投入运行 25, 63
- 投入运行模式 26
- 投入运行助手 63
- 外部 TCP 83
- 外部动作, 测量 89

- 外部紧急停止 20, 26
- 外部自动运行, 故障信息 167
- 外接键盘 24
- 外接鼠标 24
- 腕点 131, 132
- 危险区域 14
- 危险性物品 29
- 维修 28
- 文件, 更名 98
- 文件夹, 新建 98
- 文献, 工业机器人 9
- 系统集成商 14, 15, 16
- 显示, 关于机器人的信息 60
- 显示, 关于机器人控制系统的信息 60
- 线性滑轨 13, 87
- 相关人员 15
- 详细说明显示, 显示 103
- 详细说明显示 (ASCII) (菜单项) 103
- 卸码垛机器人 75, 80
- 新程序, 建立 98
- 新文件夹, 建立 98
- 信息 167
- 信息 (菜单项) 60
- 型号, 机器人 60
- 型号, 机器人控制系统 60
- 型号铭牌 35, 63
- 性能级 18
- 休眠 42
- 序列号 61
- 旋转倾卸台 13, 89
- 选项 11, 13
- 选择程序 99
- 压力设备指令 29, 31
- 养护工作 28
- 样条运动, 方向导引 142, 145, 148
- 样条运动方式 119
- 样条组, 编程 143
- 一致性声明 14
- 移动, 按笛卡尔坐标 51, 53
- 引言 9
- 印章 108
- 应用标准和规定 31
- 用户 14, 16
- 用户组, 更换 42
- 与轴有关的移动 50
- 语句选择 106, 121
- 语句指针 100
- 语种 42
- 预调位置 66
- 预进 104
- 圆弧 142, 147
- 圆滑过渡 138
- 运动编程, 基础 115
- 运动方式 115
- 运动系统组 38, 48
- 运输 25
- 运输方式 25
- 运行, 笛卡尔式 46
- 运行, 手动, 附加轴 54
- 运行, 手动, 机器人 46
- 运行, 与轴相关的 46
- 运行方式, 更换 43
- 运行方式选择 18, 19
- 运行键 34, 46, 50, 51
- 运行模式 空间鼠标 ” 48
- 运行模式 运行键 ” 48
- 运行模式, 激活 50
- 运行时间 60, 61
- 运行小时计数器 61
- 运营商 14, 15
- 在维护操作之后进行的调整 73
- 责任说明 13
- 增量 54
- 增量式手动模式 54
- 粘贴 109
- 制动路程 14
- 制动闸故障 24
- 重量平衡 29
- 重新投入运行 25, 63
- 轴范围 14
- 轴范围监控装置 22
- 轴范围限制装置 22
- 主菜单, 调用 39
- 注释 108
- 状态栏 37, 38
- 自动运行 28
- 自由旋转装置 22
- 坐标系 44
- 坐标系, 方向 45
- 坐标系, 用于空间鼠标 37
- 坐标系, 用于运行键 38
- 坐标系, 转角 45

