

# 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](http://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

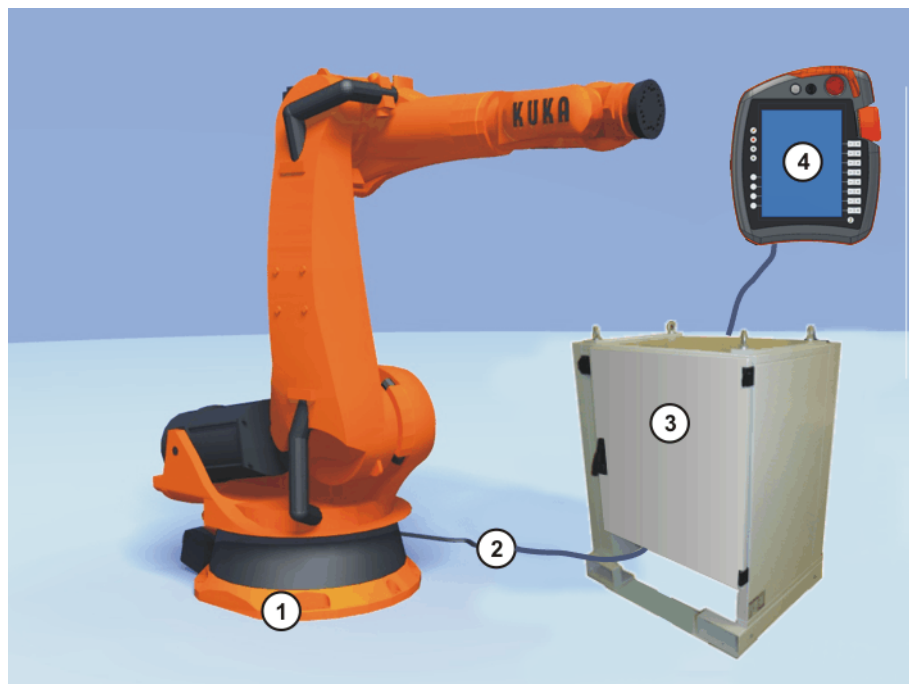


图 2-1: 工业机器人示例

- |        |           |
|--------|-----------|
| 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。  <b>提示：</b> 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><b>提示：</b>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><b>提示：</b>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><b>提示：</b>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><b>提示：</b>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><b>提示：</b>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 ( $\leq 250$ mm/s )
T2	手动快速测试运行方式 ( 允许 $> 250$ 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。

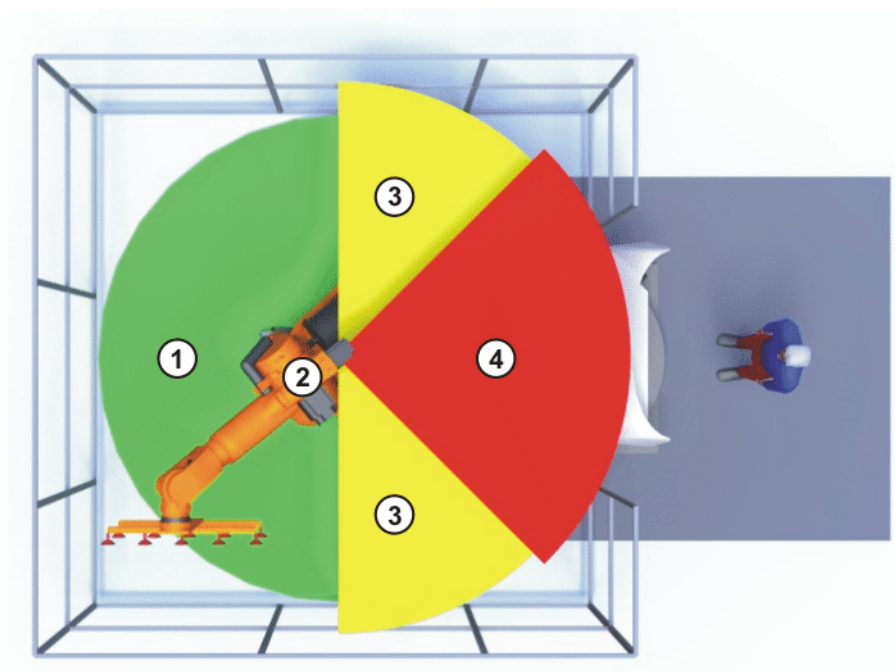


图 3-1: A1 轴范围示例

- |        |        |
|--------|--------|
| 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 标准第 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 程序验证： 编程速度 最高 250 mm/s</li> <li>■ 手动运行： 手动运行速度，最高 250 mm/s</li> </ul>
T2	用于测试运行	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 程序验证： 编程速度</li> <li>■ 手动运行：无法进行</li> </ul>
AUT	用于不带上级控制系统的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 编程运行： 编程速度</li> <li>■ 手动运行：无法进行</li> </ul>
AUT EXT	用于带有上级控制系统（例如 PLC）的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 编程运行： 编程速度</li> <li>■ 手动运行：无法进行</li> </ul>

### 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 A 1 至 A 3 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 (>>> 10 " 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，例如用于解救受困人员。

**△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，可能会损坏电机制动器。可能会导致人员伤害及设备损伤。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：



- 关闭机器人控制系统，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 上的紧急停止按钮）
- 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。  
如果需要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** 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。
- 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。
- 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。
- 必须防止水和灰尘进入机器人控制系统。
- 重量平衡** 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 操作重量平衡系统时应采取的安全措施：
- 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** 使用危险性物品时的安全措施：
- 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/EEG 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	机器人安全： 紧急停止设计造型导则	2008
EN ISO 13849-1	机器人安全： 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	机器人安全： 控制系统安全部件；第 2 部分：验证	2008
EN ISO 12100-1	机器人安全： 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	机器人安全： 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	机器人安全： 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	机器人安全： 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。

**i** 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	紧急停止按键。用于在危险情况下使机器人停机。紧急停止按键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	主菜单按键。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	启动逆向运行按键。通过启动逆向运行按键，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	键盘按键 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 未按下</li> <li>■ 中间位置</li> <li>■ 完全按下</li> </ul> <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 上的紧急停止按键来关断设备。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。

#### 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。

 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。

 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

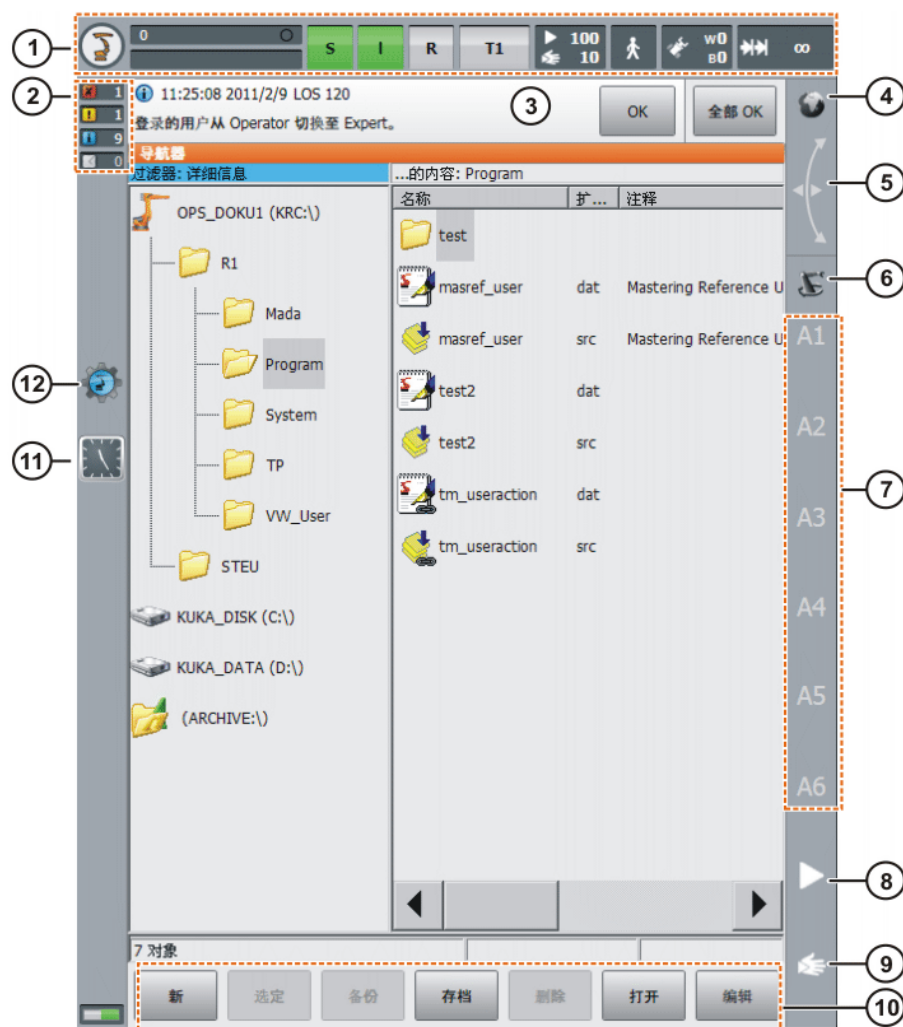


图 4-3: 操作界面 KUKA smartHMI

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 <b>OK</b> 键确认。所有可以被确认的信息可用 <b>全部 OK</b> 键一次性全部确认。
4	状态显示 <b>空间鼠标</b> 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 <b>空间鼠标定位</b> 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	<b>状态显示运行键</b> 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。
7	<b>运行键标记</b> 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）。 触摸标记会显示选择了哪种运动系统组。
8	<b>程序倍率</b> (>>> 6.5.4 " 设定程序倍率 (POV) " 页码 104)
9	<b>手动倍率</b> (>>> 4.13.3 " 设定手动倍率 (HOV) " 页码 50)
10	<b>按键栏</b> 。按键栏将动态进行变化，并总是针对 smartHMI 上当前激活的窗口。 最右侧是按键 <b>编辑</b> 。用这个按键可以调用导航器的多个指令。
11	<b>时钟</b> 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。
12	<b>WorkVisual 图标</b> 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。

#### 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

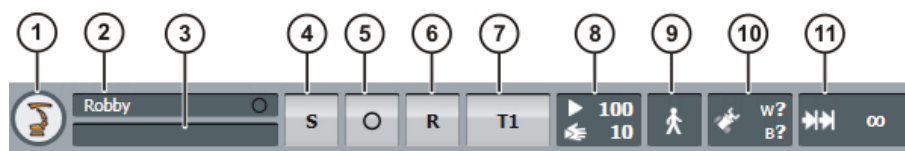




图 4-4: KUKA smartHMI 状态栏

#### 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。

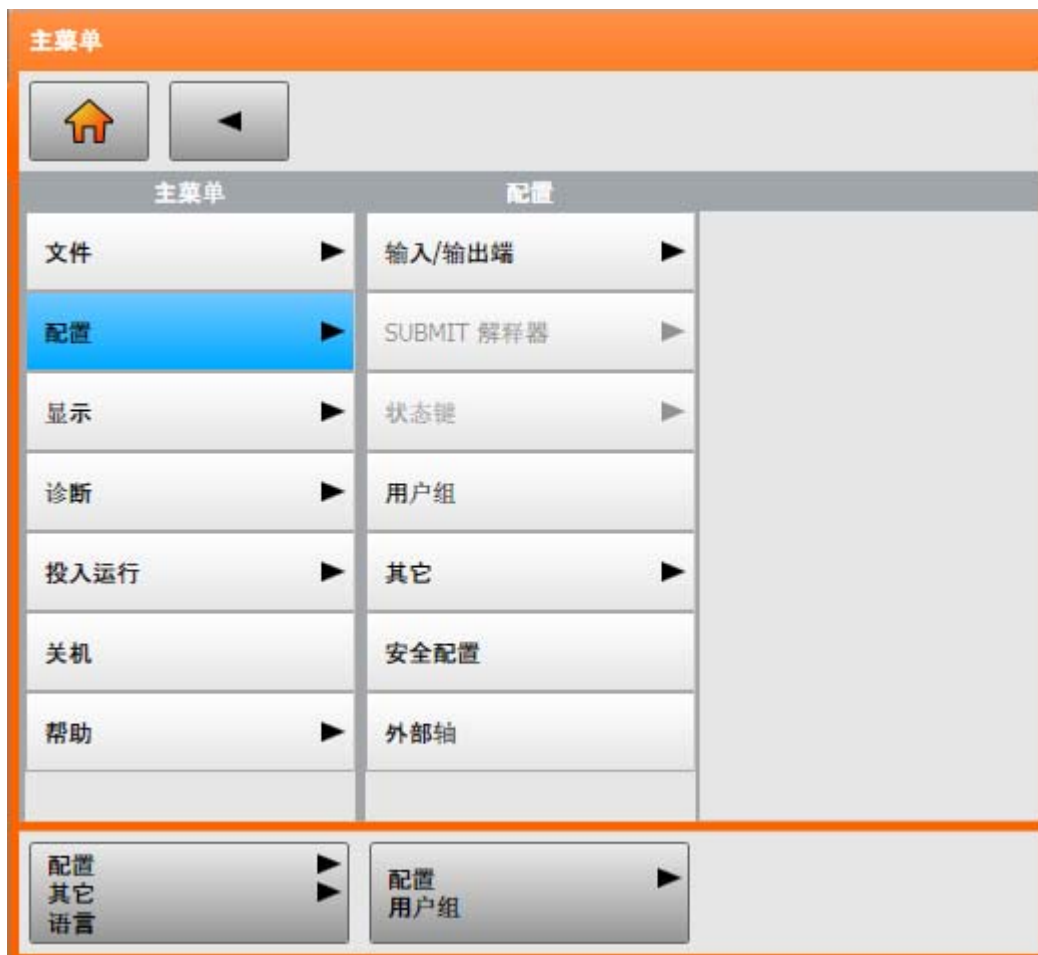


图 4-6: 例如：已打开下级菜单**配置**

#### 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。



**i** 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: 窗口关机

下列选项可供使用：

选项	说明
<b>启动类型 - 冷启动</b>	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)
<b>启动类型 - 休眠</b>	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)
<b>关机等待时间</b>	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。
<b>强制冷启动</b>	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 <b>启动类型</b> 下选择了选项 <b>休眠</b> ，该设置也有效。
<b>关机等待时间</b>	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
<b>控制系统 PC 关机</b>	仅在运行方式 T1 和 T2 下可供使用。 机器人控制系统被关机。
<b>重新启动控制系统 PC</b>	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。
<b>关闭驱动总线 / 接通驱动总线</b>	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。 <b>驱动总线状态的显示：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 绿色：驱动总线接通。</li> <li>■ 红色：驱动总线关闭。</li> <li>■ 灰色 驱动总线状态未知。</li> </ul>

#### 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**。



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



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	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 程序验证： 编程速度 最高 250 mm/s</li> <li>■ 手动运行： 手动运行速度，最高 250 mm/s</li> </ul>
T2	用于测试运行	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 程序验证： 编程速度</li> <li>■ 手动运行：无法进行</li> </ul>
AUT	用于不带上级控制系统的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 编程运行： 编程速度</li> <li>■ 手动运行：无法进行</li> </ul>
AUT EXT	用于带有上级控制系统（例如 PLC）的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 编程运行： 编程速度</li> <li>■ 手动运行：无法进行</li> </ul>

## 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

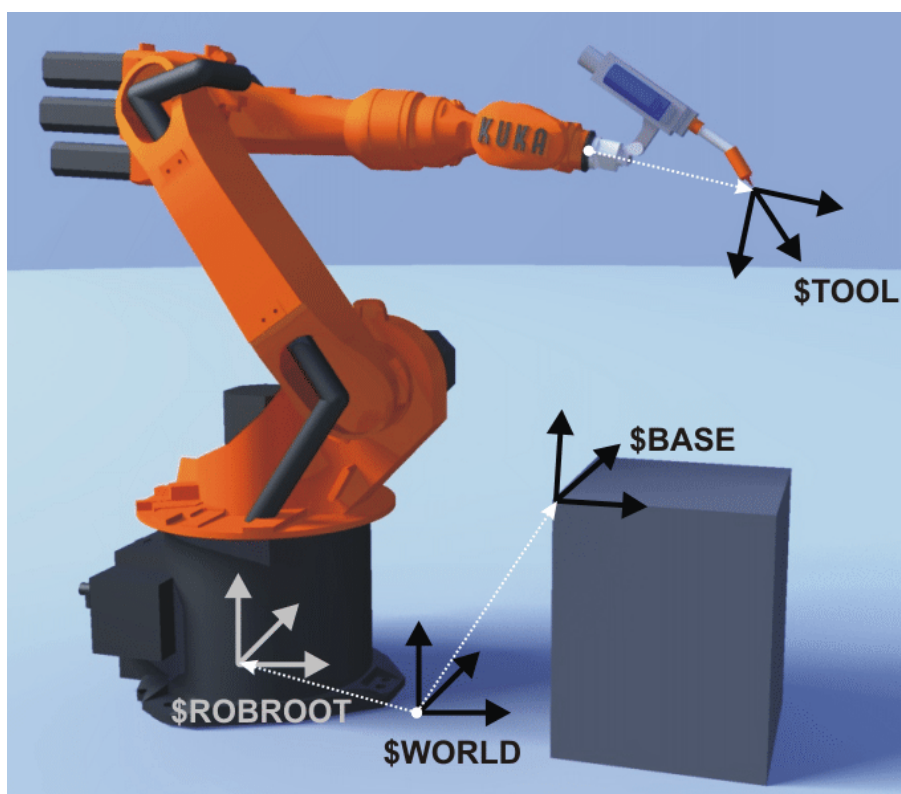


图 4-8: 坐标系概览

## 说明

**世界**

世界坐标系是一个固定定义的笛卡尔坐标系，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。它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。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。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。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。（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。

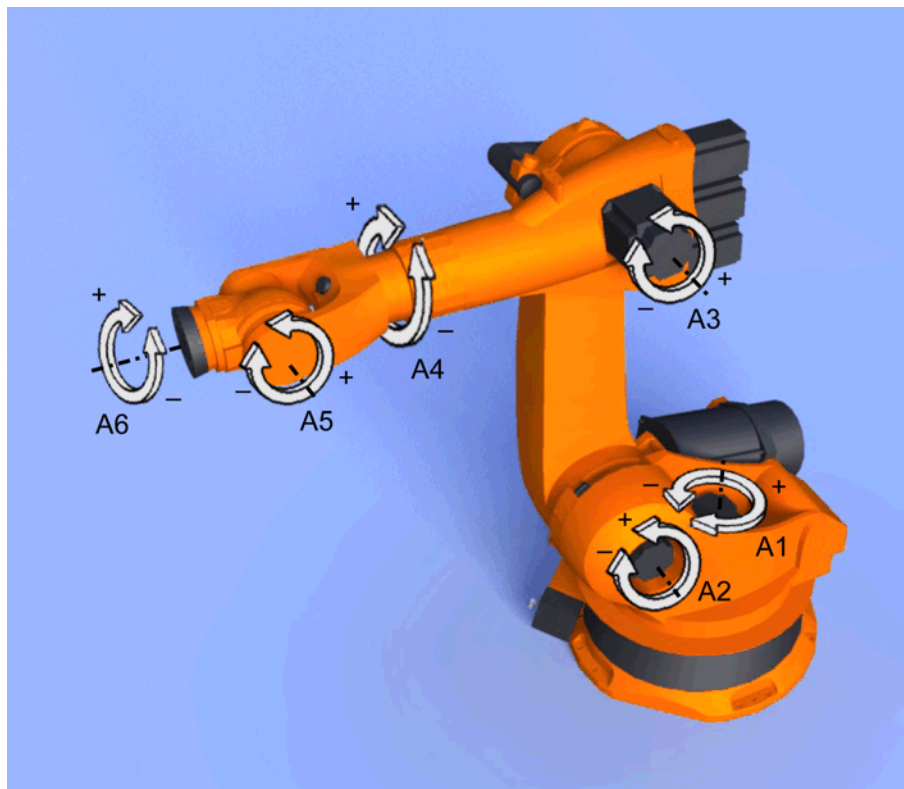


图 4-9: 与轴相关的运行

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: 选项卡**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： <b>机器人轴</b> (= 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: 选项卡鼠标

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： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 法兰：该工具已安装在连接法兰处。</li> <li>■ 外部工具：该工具为一个固定工具。</li> </ul>

#### 4.13.2 激活运行模式

操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 打开<b>手动移动选项</b>窗口。 (&gt;&gt;&gt; 4.13.1 "窗口“手动移动选项”" 页码 46)</li> <li>2. 激活“运行键”运行模式时： 在选项卡<b>按键</b>中激活复选框<b>激活按键</b>。 激活“空间鼠标”运行模式时： 在选项卡<b>鼠标</b>中激活复选框<b>激活鼠标</b>。</li> </ol>
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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 触摸状态显示 <b>POV/HOV</b>。关闭窗口 <b>倍率</b>将打开。</li> <li>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。 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 正负键：可以以 100%、75%、50%、30%、10%、3%、1% 步距为单位进行设定</li> <li>■ 调节器：倍率可以以 1% 步距为单位进行更改。</li> </ul> </li> <li>3. 重新触摸状态显示 <b>POV/HOV</b>。（或触摸窗口外的区域。） 窗口关闭并应用所需的倍率。</li> </ol>

 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	<p>也可使用 KCP 右侧的正负按键来设定倍率。</p> <p>可以以 100%、75%、50%、30%、10%、3%、1% 步距为单位进行设定。</p>
-------	--

#### 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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 触摸状态显示<b>工具 / 基坐标</b>。<b>激活的基坐标 / 工具</b>窗口打开。</li> <li>2. 选择所需的工具和所需的基坐标。</li> <li>3. 窗口关闭并应用选项。</li> </ol>

#### 4.13.5 用运行键进行与轴有关的移动

前提条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 运行模式“运行键”已激活。</li> <li>■ 运行方式 T1</li> </ul>
操作步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 选择<b>轴</b>作为运行键的坐标系。</li> <li>2. 设定手动倍率。</li> <li>3. 按住确认开关。 在运行键旁边将显示轴 A1 至 A6。</li> <li>4. 按下正或负运行键，以使轴朝正方向或反方向运动。</li> </ol>

 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 46)
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

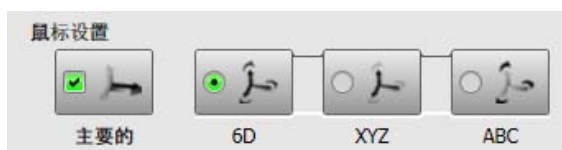


图 4-15: 鼠标设置

##### 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	<p>只能通过拉动、按压、转动或倾斜空间鼠标来移动机器人。</p> <p>采用笛卡尔坐标系运行时可以进行下列动作：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 沿 X、Y 和 Z 方向平移</li> <li>■ 围绕 X、Y 和 Z 轴的旋转动作</li> </ul>
XYZ	<p>只能通过拉动或按压空间鼠标来移动机器人。</p> <p>采用笛卡尔坐标系运行时可以进行下列动作：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 沿 X、Y 和 Z 方向平移</li> </ul>
ABC	<p>只能通过转动或倾斜空间鼠标来移动机器人。</p> <p>采用笛卡尔坐标系运行时可以进行下列动作：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 围绕 X、Y 和 Z 轴的旋转动作</li> </ul>

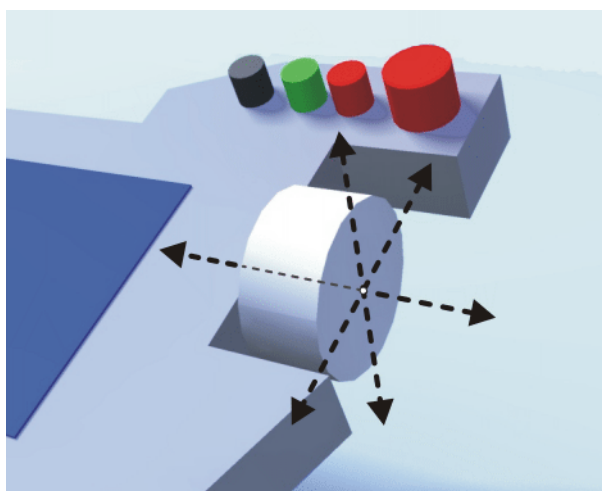


图 4-16: 拉动和按压空间鼠标

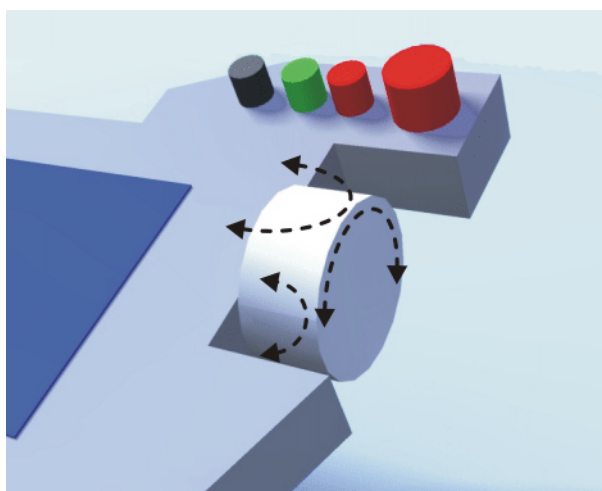


图 4-17: 转动或倾斜空间鼠标

#### 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。

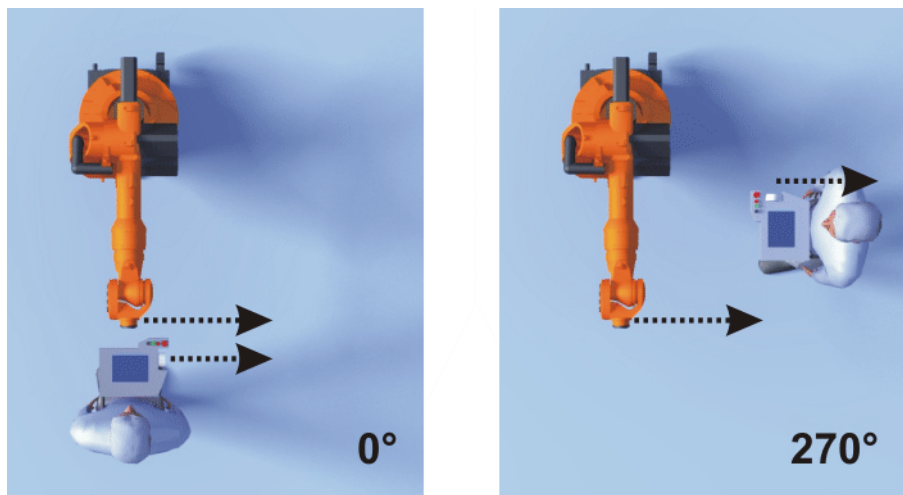


图 4-18: 空间鼠标：0° 和 270°

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
<b>机器人轴</b>	用运行键可运行机器人轴。附加轴则无法运行。
<b>附加轴</b>	使用运行键可以运行所有已配置的附加轴，如附加轴 E1 ... E5。
<i>名称 /</i> <b>外部运动系统组 <math>n</math></b>	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 $\$ET_n\_NAME$ ( $n =$ 外部运动系统编号)。如果 $\$ET_n\_NAME$ 为空，则显示 <b>外部运动系统组 <math>n</math></b> 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

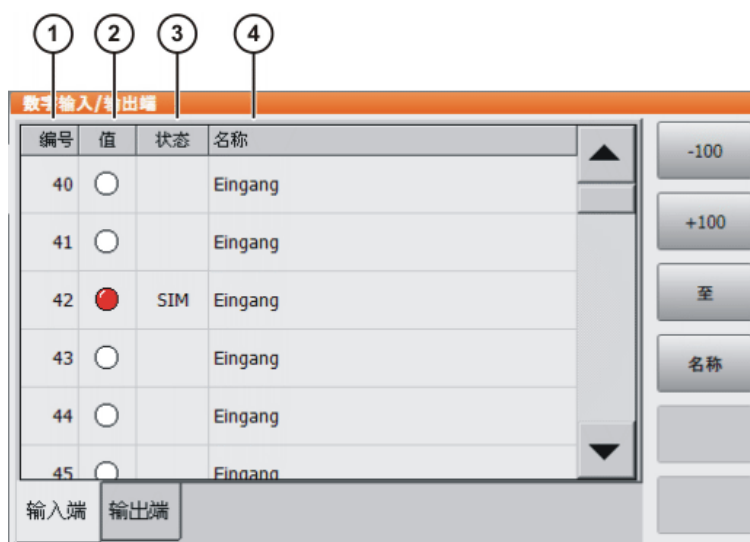


图 4-22: 数字输入端

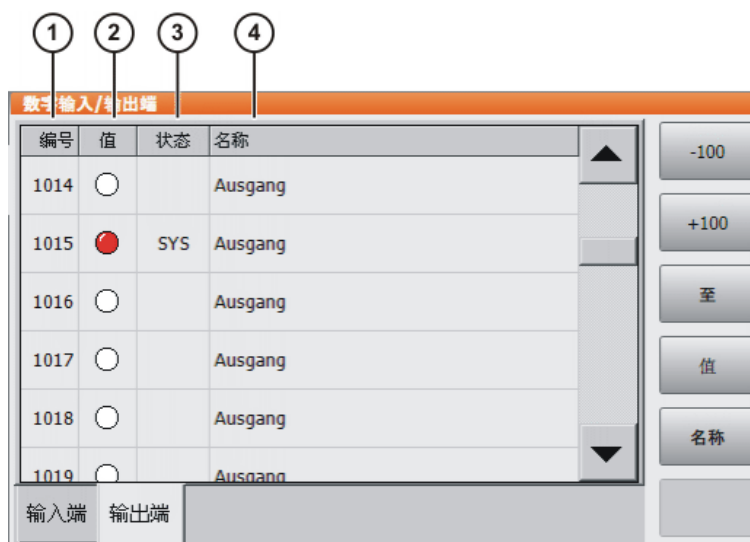


图 4-23: 数字输出端

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

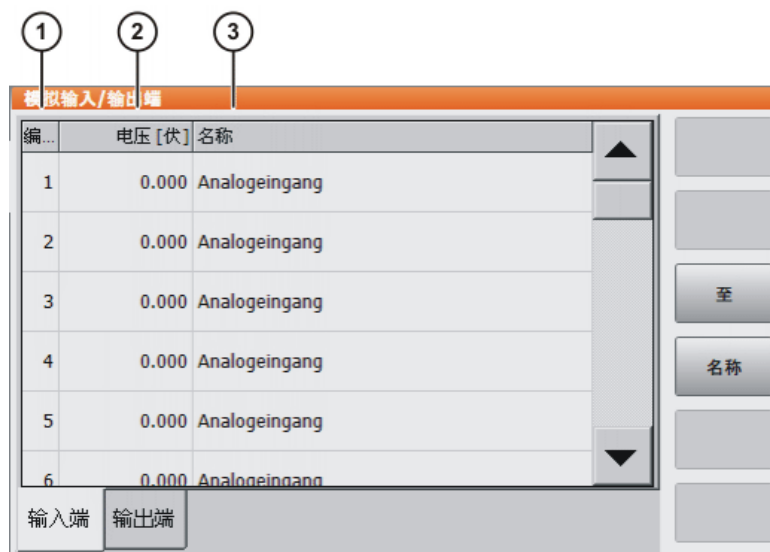


图 4-24: 模拟输入端



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	紧急关断环路关闭	\$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	内部紧急关断	内部紧急关断	内部紧急关断	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 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 灰色：未激活 ( FALSE )</li> <li>■ 红色：激活 ( TRUE )</li> </ul>
3	输入 / 输出端的长文本名称
4	类型 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 绿色：输入 / 输出端</li> <li>■ 黄色：变量或系统变量 ( \$... )</li> </ul>
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
<b>配置</b>	切换为外部自动运行配置。
<b>输入端 / 输出端</b>	在输入端和输出端窗口之间切换。
<b>详细信息 / 正常</b>	在视图 <b>详细信息</b> 和 <b>一般</b> 之间进行切换。

#### 4.16.5 显示测量数据

操作步骤

1. 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**
2. 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
<b>信息</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 机器人控制系统的型号</li> <li>■ 机器人控制系统的版本</li> <li>■ 操作界面的版本</li> <li>■ 基本系统的版本</li> </ul>
<b>机器人</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 机器人名称</li> <li>■ 机器人的型号和配置</li> <li>■ 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。</li> <li>■ 轴数</li> <li>■ 附加轴列表</li> <li>■ 机床数据的版本</li> </ul>

选项卡	说明
系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 控制系统 PC 机的名称</li> <li>■ 操作系统版本</li> <li>■ 存储容量</li> </ul>
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 <b>储存</b> 可将选项卡 <b>模块</b> 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: 窗口**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 <b>同时也采用存档名称中的机器人名称</b> 。 。 这里可以确定存档文件的名称。
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>复选框打勾</b>：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 <i>archive</i> (存档) 作为名称。</li> <li>■ <b>复选框未打勾</b>：可为存档文件确定自己的名称。</li> </ul>

此按键不适用于应用人员用户群。

