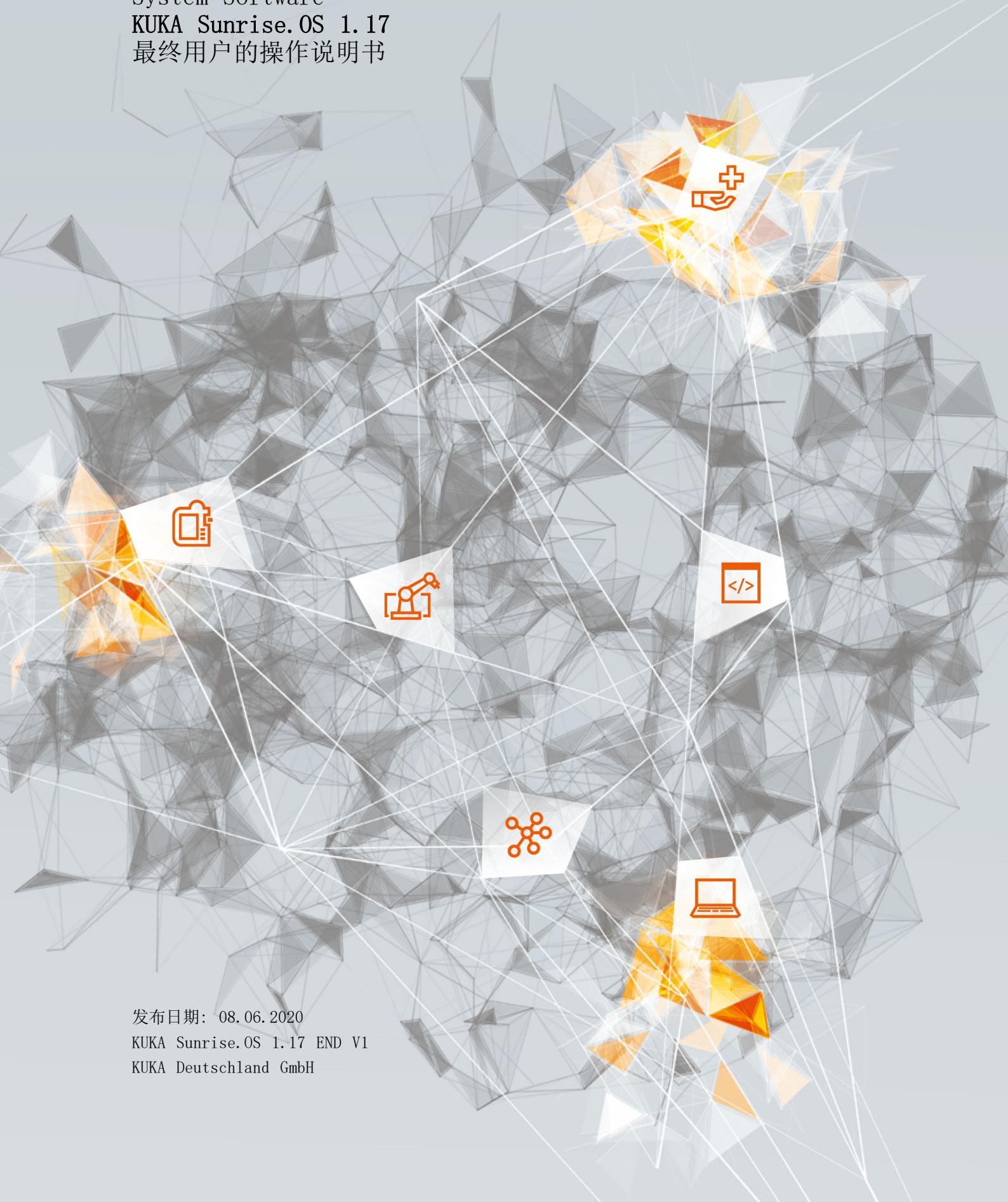


# KUKA



System Software  
KUKA Sunrise.OS 1.17  
最终用户的操作说明书



发布日期: 08.06.2020  
KUKA Sunrise.OS 1.17 END V1  
KUKA Deutschland GmbH

©版权说明 2020

KUKA Deutschland GmbH  
Zugspitzstraße 140  
D-86165 Augsburg  
德国

此文献或节选只有在征得 KUKA Deutschland GmbH 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 KUKA Deutschland GmbH 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。

KIM-PS5-DOC

原版文件的译文

出版物: Pub KUKA Sunrise.OS 1.17 END (PDF) zh  
PB15315

书页构造: KUKA Sunrise.OS 1.17 END V1.1  
BS13844

版本: KUKA Sunrise.OS 1.17 END V1

# 目录

<b>1</b>	<b>引言.....</b>	<b>7</b>
1. 1	目标群体.....	7
1. 2	工业机器人文献.....	7
1. 3	提示的图示.....	7
<b>2</b>	<b>产品说明.....</b>	<b>9</b>
2. 1	工业机器人概览.....	9
2. 2	KUKA Sunrise.OS 概览.....	9
2. 3	按规定使用系统软件.....	11
<b>3</b>	<b>安全.....</b>	<b>13</b>
3. 1	一般.....	13
3. 1. 1	责任说明.....	13
3. 1. 2	欧盟一致性声明及安装说明.....	13
3. 1. 3	“安全”一章中的术语.....	14
3. 2	相关人员.....	15
3. 3	工作区域、防护区域及危险区域.....	16
3. 4	安全停机反应的触发器.....	17
3. 5	安全功能.....	18
3. 5. 1	安全功能.....	19
3. 5. 1. 1	紧急停止装置.....	19
3. 5. 1. 2	使能装置.....	20
3. 5. 1. 3	“操作人员防护装置”信号.....	21
3. 5. 1. 4	外部紧急停止装置.....	21
3. 5. 1. 5	外部安全停止 1 (顺沿轨迹) .....	21
3. 5. 1. 6	外部确认装置.....	21
3. 5. 1. 7	外部安全运行停止.....	22
3. 5. 2	非安全功能.....	22
3. 5. 2. 1	运行方式选择.....	22
3. 5. 2. 2	T1 下的速度监控.....	23
3. 5. 2. 3	软件极限开关.....	23
3. 6	附加防护装备.....	24
3. 6. 1	点动运行.....	24
3. 6. 2	工业机器人上的标识.....	24
3. 6. 3	外部防护装置.....	24
3. 7	安全措施.....	25
3. 7. 1	常规安全措施.....	25
3. 7. 2	IT 安全.....	26
3. 7. 3	运输.....	26
3. 7. 4	投入运行和重新投入运行.....	26
3. 7. 5	手动运行.....	28
3. 7. 6	自动运行.....	29
3. 7. 7	保养和维修.....	29
3. 7. 8	停止运转, 储藏和废料处理.....	30
3. 7. 9	单点控制 (Single Point of Control) 的安全措施.....	30
<b>4</b>	<b>操作.....</b>	<b>33</b>

---

4.1	手持操作设备 KUKA smartPAD.....	33
4.1.1	smartPAD.....	33
4.1.1.1	smartPAD 正面.....	33
4.1.1.2	smartPAD 背面.....	35
4.1.2	smartPAD-2.....	36
4.1.2.1	smartPAD-2 正面.....	36
4.1.2.2	smartPAD-2 背面.....	38
4.2	取下和插入 smartPAD.....	39
4.2.1	拔下 smartPAD.....	39
4.2.2	插上 smartPAD.....	40
4.3	smartPAD 软件更新.....	40
4.4	KUKA smartHMI 操作界面.....	41
4.4.1	导航栏.....	42
4.4.2	状态显示.....	43
4.4.3	键盘.....	44
4.4.4	站点层面.....	44
4.4.5	机器人层面.....	46
4.5	调用主菜单.....	48
4.6	设定操作界面的语言.....	49
4.7	用户组.....	50
4.7.1	更换用户组.....	51
4.8	运行方式 KRF – 在控制下安全回退机器人.....	52
4.9	更换运行模式.....	52
4.10	激活用户按键.....	53
4.11	继续安全控制系统.....	54
4.12	坐标系.....	54
4.13	“倍率”窗口.....	56
4.14	窗口移动方式.....	57
4.15	手动运行机器人.....	58
4.15.1	窗口手动移动选项.....	59
4.15.2	设置手动倍率.....	60
4.15.3	用点动键单轴移动.....	61
4.15.4	用移动按笛卡尔坐标移动.....	62
4.15.4.1	零空间运动.....	62
4.16	手动引导机器人.....	63
4.17	坐标系管理.....	64
4.17.1	视图坐标变换.....	64
4.17.2	创建坐标系.....	65
4.17.3	重新示教坐标系.....	66
4.17.4	用手持控制设备示教坐标系.....	68
4.17.5	手动移向坐标系.....	68
4.18	执行程序.....	69
4.18.1	选择机器人应用程序.....	69
4.18.2	设置程序运行方式.....	71
4.18.2.1	程序运行方式.....	71
4.18.3	设置手动倍率.....	71
4.18.4	启动向前的机器人应用程序（手动）.....	72
4.18.5	启动向前的机器人应用程序（自动）.....	72
4.18.6	重置机器人应用程序.....	73

4.18.7	离开轨迹后重新定位机器人.....	73
4.18.8	手动停止/启动后台应用程序.....	74
4.18.8.1	手动停止后台应用.....	74
4.18.8.2	手动启动后台应用.....	74
4.19	显示功能.....	75
4.19.1	显示当前执行运动的目标坐标系.....	75
4.19.2	显示轴特定的实际位置.....	75
4.19.3	显示笛卡尔式实际位置.....	76
4.19.4	显示轴特定的转矩.....	77
4.19.5	显示输入/输出端组并更改输出端的数值.....	78
4.19.6	显示关于机器人和机器人控制系统的信 息.....	80
4.20	备份管理器.....	81
4.20.1	视图“备份管理器”.....	82
4.20.2	手动备份数据.....	83
4.20.3	手动恢复数据.....	84
4.20.4	配置用于恢复的网络路径.....	84
<b>5</b>	<b>投入运行和重新投入运行.....</b>	<b>87</b>
5.1	接通/关闭机器人控制系统.....	87
5.1.1	接通机器人控制系统.....	87
5.1.2	关闭机器人控制系统.....	87
5.2	执行 PDS 固件升级.....	87
5.3	位置零点标定.....	88
5.3.1	执行无工具的零点标定.....	89
5.3.2	带工具的零点标定：学习偏量.....	89
5.3.3	执行带工具的零点标定.....	91
5.3.4	检查零点标定.....	92
5.3.5	手动删除轴的零点.....	93
5.4	测量.....	94
5.4.1	测定工具.....	94
5.4.1.1	测定 TCP : XYZ 4 点法.....	95
5.4.1.2	确定姿态：ABC 2 点法.....	97
5.4.1.3	确定姿态：ABC 世界法.....	98
5.4.2	测定基坐标系。3 点法.....	99
5.5	执行制动测试.....	100
5.5.1	最大绝对转矩分析的结果（显示）.....	101
5.5.2	制动测试的结果（显示）.....	101
<b>6</b>	<b>诊断.....</b>	<b>103</b>
6.1	显示记录.....	103
6.1.1	视图协议.....	103
6.1.2	筛选记录条目.....	105
6.2	显示病毒扫描器信息.....	106
6.3	为 KUKA 的错误分析收集诊断信息.....	106
6.3.1	通过 smartHMI 创建诊断包.....	106
6.3.2	通过 smartPAD 创建诊断包.....	107
<b>7</b>	<b>KUKA 服务部.....</b>	<b>109</b>
7.1	技术支持咨询.....	109
7.2	KUKA 客户支持系统.....	109



# 1 引言

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



我们建议在 KUKA 学院接受培训，以便能以最佳方式使用 KUKA 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

工业机器人文档由以下几部分组成：

- 机器人机械装置文献
- 机器人控制系统文献
- smartPAD-2 的文件资料（如果使用）
- 系统软件操作及编程指南
- 选项及附件指南
- KUKA Xpert 中的备件概览

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。



#### 危险

该提示表示，如果不采取预防措施，则很可能将导致死亡或重伤。



#### 警告

该提示表示，如果不采取预防措施，则可能导致死亡或重伤。



#### 小心

该提示表示，如果不采取预防措施，则可能导致轻伤。

#### 提示

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。

此提示提醒您注意用于预防或消除紧急情况或故障的操作步骤：

#### 安全须知

必须严格遵守以下操作步骤！

必须严格遵守用此提示所标记的操作步骤。

### 提示

这些提示可使工作便利或提供进一步信息的说明。



用来方便工作或提供补充信息的提示。

## 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
- 机器人控制系统
- 便携式操控设备
- 连接电缆
- 软件
- 选项，附件



图 2-1: 工业机器人示例

- 1 KUKA smartPAD 的连接线
- 2 KUKA smartPAD 手持操作器
- 3 机械手
- 4 机器人控制系统的连接线
- 5 机器人控制系统

### 2.2 KUKA Sunrise.OS 概览

#### 说明

KUKA Sunrise.OS 是一个用于工业机器人的系统软件，它将操作和编程严格分开。

- 用 KUKA Sunrise.Workbench 编程设定机器人应用。
- 通过手持操作设备 KUKA smartPAD 操作机器人单元（站点）。
- 一个站点由一个机器人控制系统、一个机械手和其它设备组成。
- 一个站点可执行多个应用（任务）。

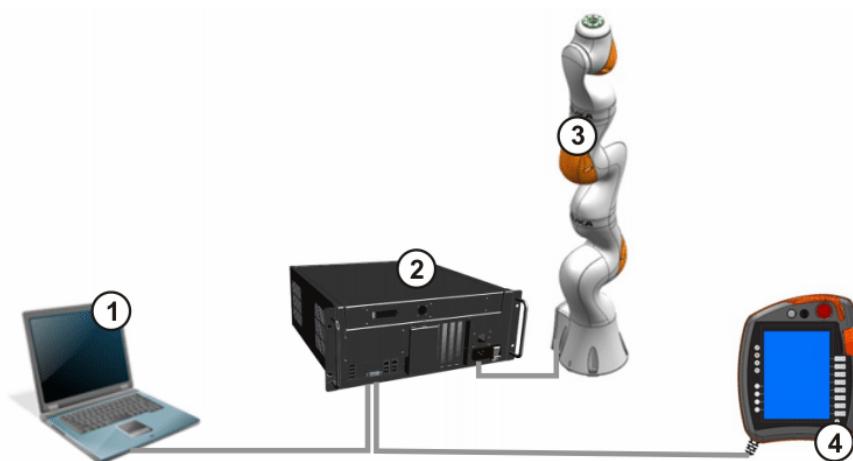


图 2-2：分离操作和编程设定

- 1 带 KUKA Sunrise.Workbench 的开发计算机（通过 KLI 机器人控制系统连接）
- 2 机器人控制系统 KUKA Sunrise Cabinet
- 3 机械手
- 4 手持操作设备 KUKA smartPAD



开发计算机不包含在工业机器人的供货范围内。

## 任务分配

KUKA Sunrise.Workbench 是用于站点投入运行和机器人应用开发的工具。WorkVisual 用于总线配置和总线互联。

在投入运行阶段中，smartPAD 只用于由于实际或安全技术原因无法用 KUKA Sunrise.Workbench 执行的任务。用 smartPAD 标定轴的零点、测定工具、示教点。

在投入运行和应用开发之后，操作人员可以通过 smartPAD 执行简单的维护和操作任务。操作人员无法更改站点和安全配置以及编程设定。

## 概览

任务	WorkVisual	Workbench	smartPAD
站点配置		✓	
软件安装		✓	
总线配置/诊断	✓		
总线互联	✓		
配置安全设置		✓	
激活安全配置			✓
编程		✓	
远程调试		✓	
管理/编辑过程数据		✓	✓
创建坐标系		✓	✓
示教坐标系			✓

任务	WorkVisual	Workbench	smartPAD
运行模式选择			✓
手动移动			✓
零点标定			✓
测量			✓
负载数据确定			✓
设定输出端			✓
询问输入/输出端			✓
开始/结束机器人应用			✓
启动/停止后台应用			✓
创建诊断包		✓	✓

## 2.3 按规定使用系统软件

### 使用

系统软件 KUKA Sunrise.OS 仅规定用于结合 KUKA Sunrise Cabinet 运行工业领域中的 KUKA 轴。KUKA 轴包括工业机器人或者移动平台等。

各版本的系统软件仅允许在满足针对它们的系统前提条件下运行。

### 违规使用

所有不符合规定的使用都属于违规使用并且均被禁止。对于由于违规使用而造成的损失，KUKA Deutschland GmbH 概不承担任何责任。这种风险须由运营者单独承担。

违规使用例如包括：

- 运行非 KUKA 轴的轴
- 在未达到规定的系统前提条件下运行系统软件
- 将另一个调试程序用作 Sunrise.Workbench 的调试程序
- 用于工业应用之外有特定产品要求/标准的领域（例如医疗）



### 3 安全

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组件。

工业机器人的组件：

- 机械手
- 机器人控制系统
- 便携式操控设备
- 连接电缆
- 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、工业机器人及其他设备损伤。

只允许在技术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。

#### 安全信息

制造商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。

未经制造商的同意不得更改工业机器人。未经同意擅自更改，将导致丧失保修和责任索赔权。

不属于制造商供货范围的附加部件（工具、软件等等）也可纳入工业机器人中。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 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。  
或者：工业机器人与其他机器一起组成一套设备。  
或者：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。这一点已通过一致性鉴定程序进行了确认。

#### 欧盟一致性声明

系统集成商必须为整套设备制作一份符合机械指令的 EC 一致性声明。该 EC 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。

机器人控制器具有符合电磁兼容指令和低压指令的 CE 认证标志。

#### 安装说明

非整机在供货时附带了符合机械指令 2006/42/EC 中附录 II B 规定的安装说明。此安装说明中包含一份遵守附录 I 中基本要求的列表以及安装指南。

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共体机械指令并具备符合附录 II A 的欧共体一致性声明的机器之前不允许投入使用。

### 3.1.3 “安全”一章中的术语

术语	说明
轴范围	轴允许运动的范围。必须为每根轴定义轴的运动范围。
停止行程	停止行程 = 反应行程 + 制动行程 停止行程是危险区域的一部分。
工作区域	允许的机械手运动范围。工作区域由各个轴运动范围得出。
自动运行 (AUT)	用于程序运行的运行方式。将使用编程设定的速度移动机械手。
运营商	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。
使用寿命期限	影响安全的部件的使用寿命期限从将部件交付给客户的那一刻即开始计算。 因为影响安全的部件在仓储时也会老化，所以使用寿命期限与部件是否使用无关。
危险区域	危险区域包括机械手的工作区域及停止行程。
KRF	Missing inline element 'emphasis'. Missing inline element 'emphasis'. Missing inline element 'emphasis'. 受控的机器人运行 KRF 作为一种运行方式，只有当工业机器人由于如下的某个原因被安全控制系统停止的情况下才可切换使用： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 工业机器人超出轴监控空间或笛卡尔监控空间。</li> <li>• 与安全相关的工具方向处于监控范围之外。</li> <li>• 工业机器人超出力监控或轴力矩监控。</li> <li>• 位置传感器未校准或未调基准。</li> <li>• 轴力矩传感器未调基准。</li> </ul> 切换到 KRF 运行方式之后，可重新运行工业机器人。
KUKA smartPAD	见“smartPAD”
KUKA smartPAD-2	见“smartPAD”
机械手	机器人机械装置及所属的电气部件
防护范围	防护范围处于危险范围之外。
安全停止	安全停止将会被安全控制系统触发，中断工作进程，并且使得所有机器人的运动停止。在安全停止时，程序数据将会被保留，程序可以在被中断的位置上继续运行。 可以以停机类别 0、停机类别 1 或者停机类别 1（顺沿轨迹）执行安全停止。 <b>提示：</b> 在文件中，停机类别 0 的安全停止被称为安全停止 0；停机类别 1 的安全停止被称为安全停止 1，而停机类别 1（顺沿轨迹）的安全停止则被称为安全停止 1（顺沿轨迹）。

## smartPAD

## 手持操作设备

smartPAD 具备操作机器人所需的各种操作和显示功能。有以下两种模型：

- smartPAD
- smartPAD-2

每个模型又有诸如连接线长度不同的类型。

除非没有明确区分，否则 “KUKA smartPAD” 或 “smartPAD” 名称指的是两种模型。

## 停机类别 0

驱动系统立即关闭，制动器制动。

## 停机类别 1

机械手不会顺沿轨迹制动。通过驱动系统使得机械手停止。一旦有一根轴停止，驱动系统就会被关断，并且制动器制动。

由机器人内部的驱动电子系统对制动过程进行安全监控。一旦出现故障，将会执行停机类别 0。

**提示：**目前只有 LBR iiwa 支持停机类别 1。其他机械手将会执行停机类别 0。

## 停机类别 1（顺沿轨迹）

机械手顺沿轨迹制动。在停止后，驱动系统将被关断，制动器制动。

如果停机类别 1（顺沿轨迹）被安全控制系统触发，安全控制系统将会监控制动过程。最多 1 秒钟后驱动系统将被关断，制动器制动。一旦出现故障，将会执行停机类别 1。

系统集成商  
(设备集成商)

系统集成商负责将工业机器人按照安全规定集成到一套设备中并投入运行。

## T1

手动慢速测试运行方式 ( $\leq 250 \text{ mm/s}$ )

**提示：**在 T1 下手动引导时，速度没有自动降低，而是通过安全速度监控根据安全配置进行限制。

**提示：**如果是移动平台，则不适用  $250 \text{ mm/s}$  的最高速度。

## T2

手动快速测试运行方式 (允许  $> 250 \text{ mm/s}$ )

## 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。
- 运营商必须遵守个人防护用品 (PPE) 的规定。

## 工作人员

在工作之前必须对工作人员就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。

工作人员包括：

- 系统集成商
- 操作者，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 EC 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。
- 只允许具有专业资格的人员对设备进行操作。即受过专业培训、具有该方面知识和经验且熟知相关标准，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。



机械手电气或机械方面的工作只允许由 KUKA Deutschland GmbH 负责完成。

### 3.3 工作区域、防护区域及危险区域

工作区域必须被限制在必要的最小范围内，以免人员或财产受到损失。用于限制轴的运动范围和人员保护所需的可靠监控的轴行程极限是可配置的。



更多关于配置可靠监控轴行程极限的信息请参阅“安全配置”章节中系统软件的系统集成商操作和编程指南。

危险区域包括机械手的工作区域及停止行程。停机时，机械手被制动并停在危险区域内。防护范围是危险范围之外的区域。

可通过隔离性防护装置对危险区域加以保护，例如通过光栅、光幕或者隔栅。如果没有隔离性防护装置，就必须根据 EN ISO 10218，满足人机协作方面的要求。在上料和传送区域不允许存在可能会造成割伤或挤压的地方。

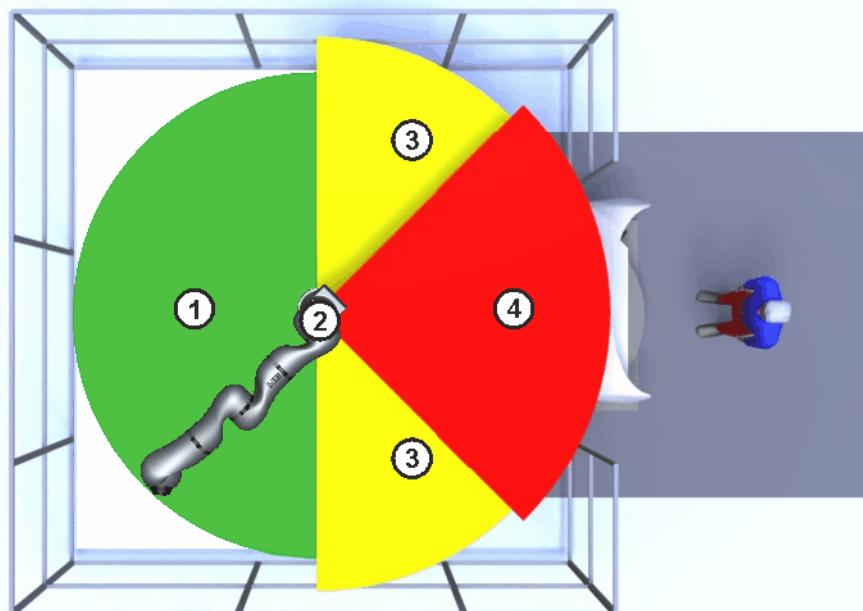


图 3-1: A1 轴范围示例

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

### 3.4 安全停机反应的触发器

会在操作或在监控和出现故障时做出停机反应。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。

#### 概览

在 KUKA Sunrise 中，会区分如下的一些触发器：

- 固定定义的触发器**  
为停机反应固定定义的触发器，所属的停机类别由系统规定，并且不能更改。而在用户专用的安全配置中，可以对所使用的停机反应进行强化。
- 用户专用的触发器**  
除了固定定义的触发器以外，用户可以配置其他用于停机反应的触发器，包括所属的停机类别。



更多关于安全功能配置的信息请参阅“安全配置”章节中系统软件的系统集成商操作和编程指南。

#### 固定定义的触发器

为停机反应固定定义了以下的触发器：

触发器	T1、T2、KRF	AUT（自动运行）
运行期间工作模式被切换	安全停止 1（顺沿轨迹）	
松开确认键	安全停止 1（顺沿轨迹）	-
完全按下确认键（紧急位置）	安全停止 1（顺沿轨迹）	-

触发器	T1、T2、KRF	AUT（自动运行）
按下本地紧急停止	安全停止 1 (顺沿轨迹)	
安全控制系统故障	安全停止 1	

## 用户专用的触发器

在创建一个新的 Sunrise 项目时，将会自动生成具体项目的安全配置。针对停机反应，该配置包含如下由 KUKA 预设的用户专用触发器（除了固定定义的触发器之外）。

触发器	T1、KRF	T2、AUT
打开防护门（操作人员防护装置）	-	安全停止 1 (顺沿轨迹)
按下外部紧急停止	安全停止 1 (顺沿轨迹)	
外部安全停止	安全停止 1 (顺沿轨迹)	



此默认安全配置适用于没有附加安装选项包或编目元素的系统软件。如果已经安装了选项包或编目元素，那么默认的安全配置可能已经改变。

## 手动引导触发器

如果为手动引导配置了一个确认装置，就会额外为停机反应固定定义如下的触发器：

触发器	T1、KRF	T2、AUT
松开手动引导装置确认键	安全停止 1 (顺沿轨迹)	-
完全按下手动引导装置确认键（紧急位置）	安全停止 1 (顺沿轨迹)	-
在手动引导装置发出确认后超出最大允许的速度	安全停止 1 (顺沿轨迹)	

手动引导最大允许的速度被预设为 250 mm/s。可以对最大允许的速度进行调整。

必须在风险评价的基础上确定最大允许的速度值。

## 3.5

## 安全功能

安全功能将会根据它们所满足的安全要求加以区别：

- 用来保护人员的安全功能

工业机器人的安全功能满足如下的安全要求：

- 第 3 类和性能级 d，按 EN ISO 13849-1
- 符合 EN 62061 的 SIL 2

但仅在下列前提下才能满足要求：

- 只要根据工位上的风险评估结果未作其他规定，就应在调试时和至少每 12 个月对工业机器人所有涉及安全的机械和机电组件进行功能检查。其中包括：
  - 手持操作设备上的本机紧急停止装置
  - 手持操作设备上的使能装置
  - 手持控制设备上的使能装置（如有）
  - 外部使能装置（如有）
  - smartPAD（如果用作手持操作设备）上的运行方式选择开关
  - 分布式安全接口的安全输出端



安全技术参数（例如：PFH、SIL、性能级）的说明也可供 SISTEMA 库使用。该库可从 KUKA 网站上下载。

- 用于保护机器的非安全功能  
工业机器人的非安全功能不满足任何特定的安全要求。



### 危险

在必要的安全功能和必要的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。在必要的安全功能或必要的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。



### 将工业机器人集成到总设备的安全系统中

在进行设备规划时，必须对总设备的安全功能进行规划和设计。否则有可能造成死亡、严重身体伤害或财产损失。

- 必须将工业机器人集成到总设备的安全系统中。

## 3.5.1 安全功能

工业机器人配有并且固定定义了以下的安全功能：

- 紧急停止装置
- 确认装置

预设了以下的安全功能，并且可以通过机器人控制系统的安全接口集成到设备中：

- 操作人员防护装置 (= 用于监控隔离性防护装置的接口)
- 外部紧急停止装置
- 外部安全停止 1 (顺沿轨迹)

此外，可以配置其他安全功能，例如：

- 外部确认装置
- 外部安全运行停止
- 轴坐标式作业范围监控
- 笛卡尔坐标式作业范围监控
- 笛卡尔坐标式防护范围监控
- 速度监控
- 停机监控
- 轴力矩监控
- 碰撞识别



更多关于安全功能配置的信息请参阅“安全配置”章节中系统软件的系统集成商操作和编程指南。

在接下来涉及安全的章节将会描述预设的安全功能。

### 3.5.1.1 紧急停止装置

默认情况下，工业机器人的紧急停止装置是位于 smartPAD 手持操作设备上的紧急停止装置。在出现危险情况或紧急情况时必须按下紧急停止装置。

按下紧急停止装置时，工业机器人的反应：

- 机械手以安全停止 1 (顺沿轨迹) 停机。

若欲继续运行，则必须旋转紧急停止装置以将其解锁。



从 KUKA Sunrise.OS 2.4 起，可以配置用于本机紧急停止的输入端。也就是说，可以连接另一个紧急停止装置并将其用于本机紧急停止。

**警告**

**工具和装置没有紧急停止会导致生命危险**

如果与机器人相连的工具和其他装置没有连入紧急停止回路中，则可能导致人员死亡、重伤或财产损失。

- 将工具或其他装置连入紧急停止回路中，如果它们可能引发危险。

如果为手持操作设备使用的托架遮盖了手持操作设备上的紧急停止装置，就必须安装一个随时可以触及的外部紧急停止装置。

(>>> *3.5.1.4 “外部紧急停止装置” 页面 21*)

### 3.5.1.2 使能装置

默认情况下，工业机器人的使能装置是 smartPAD 手持操作设备上的使能开关。

- **smartPAD:** 3 个使能开关
- **smartPAD-2:** 4 个使能开关



从 KUKA Sunrise.OS 2.4 起，可以配置手持操作设备使能装置的输入端。也就是说，可以将另一个手持操作设备与使能装置连接并投入使用。

使能开关具有 3 个位置：

- 未按下
- 中位
- 完全按下（紧急位置）

只有当一个使能开关保持在中间位置时，方可在运行方式 T1、T2 和 KRF 下移动机械手。

可以同时将多个使能开关保持在中间位置。这样，便可以从一个使能开关移至另一个。

在运行方式 T1、T2 和 KRF 下，可以用以下方式停止机械手：

- 按下至少一个使能开关。  
完全按下使能开关会触发一个安全停止 1（顺沿轨迹）。
- 或松开所有使能开关。  
松开所有 (!) 保持在中间位置的使能开关会触发一个安全停止 1（顺沿轨迹）。

**警告**

**松开使能开关时没有反应可能导致生命危险**

松开多个保持在中间位置的使能开关中的一个不会触发停止反应。

如果有多个开关保持在中间位置，则机器人控制系统无法区分其中一个是无意松开还是意外松开。

- 增强安全意识。

在出现确认开关功能故障时（例如在中间位置夹紧）工业机器人可通过一个下列方法关停：

- 按下另一个确认开关。
- 按下紧急停止装置。
- 松开启动键。



### 警告

#### 改动使能开关会导致生命危险

不允许用胶带或其他辅助材料固定使能开关或以其他方式影响其功能。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 对使能开关进行目视检查。
- 取消改动或清除异物。

### 3.5.1.3 “操作人员防护装置”信号

“操作人员保护”信号用于监控隔离性防护装置，例如保护门。在默认配置中，如果没有此信号，则无法采用 T2 和自动运行方式。或者必须根据 EN ISO 10218，满足人机协作方面的要求。

在 T2 或者自动运行过程中信号丢失时工业机器人的反应（默认配置）：

- 机械手以安全停止 1（顺沿轨迹）停机。

在手动慢速（T1）和 KRF 运行方式下，操作人员防护装置默认是不激活的，也就是说，信号将不会被分析处理。



### 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，而是要首先通过一套额外的装置，例如确认按钮，为操作人员防护装置激活信号。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员停留时因疏忽比如防护门意外闭合而继续进行自动运行。

- 这种额外的装置必须被设置为可事先对危险区域进行实际检查。不具备此种设置的装置（比如它们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。

### 3.5.1.4 外部紧急停止装置

每个可能引发机器人运动或其他可能带来危险情况的工位上都必须装配紧急停止装置。在此由系统集成商来承担责任。

按下外部紧急停止装置时，工业机器人的反应（默认配置）：

- 机械手以安全停止 1 停机（顺沿轨迹）。

外部紧急停止装置通过机器人控制系统的安全接口连接。外部紧急停止装置不包括在工业机器人的供货范围内。

### 3.5.1.5 外部安全停止 1（顺沿轨迹）

外部安全停止 1（顺沿轨迹）可通过安全接口上的输入端触发（默认配置）。该状态在外部信号为 FALSE 时一直保持。当外部信号为 TRUE 时，机械手可以重新被移动。此处无需确认。

### 3.5.1.6 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。

可以通过机器人控制系统的安全接口连接多个外部确认装置。外部确认装置不在工业机器人的供货范围内。

可以使用外部确认装置对机器人进行手动引导。在确认激活的情况下，机器人只允许以慢速运行。

对于手动引导，预设了一个安全速度监控，其最大允许的速度为 250 mm/s。可以对最大允许的速度进行调整。

必须在风险评价的基础上确定最大允许的速度值。

### 3.5.1.7 外部安全运行停止

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。

安全运行停止可通过安全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，机械手可以重新被移动。不需要确认。

## 3.5.2 非安全功能

### 3.5.2.1 运行方式选择

#### 运行方式

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)
- 受控的机器人运行 (KRF)

运行模式	使用	速度
T1	编程、示教和程序测试	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序验证：降低的编程设定速度，最高 250 mm/s</li> <li>• 手动运行：手动运行速度，最高 250 mm/s</li> <li>• 手动引导：速度没有限制，而是根据安全配置对速度进行安全监控</li> </ul> <p><b>提示：</b>如果是移动平台，则不适用 250 mm/s 的最高速度。</p>
T2	测试程序	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序验证：编程设定的速度</li> <li>• 手动运行：不可行</li> </ul>
AUT	自动执行程序 用于带有和不带上级控制系统的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序运行：编程设定的速度</li> <li>• 手动运行：不可行</li> </ul>

运行模式	使用	速度
KRF	<p>KRF 作为一种运行方式，只有当工业机器人由于如下的某个原因被安全控制系统停止的情况下才可切换使用：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工业机器人超出轴监控空间或笛卡尔监控空间。</li> <li>与安全相关的工具方向处于监控范围之外。</li> <li>工业机器人超出力监控或轴力矩监控。</li> <li>位置传感器未校准或未调基准。</li> <li>轴力矩传感器未调基准。</li> </ul> <p>切换到 KRF 运行方式之后，可重新运行工业机器人。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>程序验证： 降低的编程设定速度，最高 250 mm/s</li> <li>手动运行： 手动运行速度，最高 250 mm/s</li> <li>手动引导： 速度没有限制，而是根据安全配置对速度进行安全监控</li> </ul>

### 运行方式选择开关

用户可以通过连接管理器来更改运行方式。连接管理器是一个通过 smartPAD 上的运行方式选择开关调用的视图。

运行方式选择开关具有以下规格：

- 带钥匙  
只有在插入钥匙的情况下才能更改运行方式。
- 不带钥匙



#### 警告

**无访问限制的运行方式选择开关可能导致生命危险**

如果 smartPAD 配备了不使用钥匙的运行方式选择开关，则任何人都可以操作运行方式选择开关，无论他们是负责什么任务范畴或具备何种工作资质。有可能造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 必须安装附加的装置，确保仅由受限的群体操作运行方式选择开关。
- 这个装置本身不可以触发工业机器人的运动或其他的危险。

### 3.5.2.2 T1 下的速度监控

在标准安全配置中，T1 下的慢速不是经过安全评估的慢速，也就是说，不会对 T1 下最大允许的笛卡尔速度 250 mm/s 进行安全监控。

如果应用要求 T1 下的安全速度监控，则可以在安全配置中加以补充。安全选项 KUKA Sunrise.SafeOperation 为此提供 笛卡尔速度监控 监控功能。



更多关于配置 T1 安全速度监控的信息请参阅“安全配置”章节中系统软件的系统集成商操作和编程指南。

### 3.5.2.3 软件极限开关

通过不涉及安全的软件限位开关，可限制所有机械手轴的轴范围。这些软件限位开关仅用作机器防护装置，并且被预设为一旦机械手越过了轴的极限，它就会在受控的情况下被停住，同时确保机械装置不会受损。

## 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)、手动快速运行方式 (T2) 和 KRF 运行方式下，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 smartPAD 上的确认开关会触发一个安全停止 1 (顺沿轨迹)。
- 完全按下 smartPAD 上的确认开关会触发一个安全停止 1 (顺沿轨迹)。
- 松开启动键会触发一个停机类别 1 (顺沿轨迹) 的停机。

### 3.6.2 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。

### 3.6.3 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。或者必须根据 EN ISO 10218，满足人机协作方面的要求。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 ISO 14120 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小数量。
- 闭锁装置（例如防护门开关）与配置的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。
- 用于为操作人员防护装置触发信号的装置，例如防护门的确认键装在用防护装置隔离的区域之外。



更多信息可在相关的标准及规定中找到。EN ISO 14120 也同样适用。

## 其他保护装置

其他保护装置必须按照相应标准及规定内置于设备中。

### 3.7 安全措施

#### 3.7.1 常规安全措施

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，则必须对机械手作相应的安全防护。



#### 危险

##### 安全功能或防护装置无效会导致生命危险

在安全功能或防护装置无效的情况下，工业机器人可能会造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 如果安全功能或防护装置已经停用或拆卸，则不得运行工业机器人。



#### 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。尤其是在使用工业机器人移动可能脱落的物体时（例如从机械手中）。出于此原因禁止在机器人机械系统下停留。

## 人机协作 (HRC)

采用人机协作 (HRC) 时，系统必须配备可视化显示器，用于在机器人处于人机协作运行时进行显示。

### smartPAD

运营商必须确保只允许经授权的人员来操作带 smartPAD 的工业机器人。

如果设备上连有多个 smartPAD，必须注意每个 smartPAD 能与相应的工业机器人清楚地对应起来。2 个 smartPAD 不得混淆。

smartPAD 默认可拔下。



#### 警告

##### 紧急停止装置无效会导致生命危险

如果已拔下 smartPAD，则无法再通过 smartPAD 上的急停装置来关断设备。必须防止混淆有效的和无效的紧急停止装置。

可能会造成死亡、身体伤害或财产损失。

- 如果允许拔下 smartPAD，则在机器人控制系统上至少连接一个随时可以触及的外部紧急停止装置。
- 将拔下的 smartPAD 立即从系统中取下并妥善保管，确保远离视线和接触范围。

如果不允许拔下 smartPAD，则可以在站点配置中对其进行配置。

### 改动

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功能的安全性能。

对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) 下对现有程序进行测试。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定的更改。

在机器人控制系统运行期间不得插上或者拔下机器人。

## 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，并锁住（例如用挂锁），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。

## 3.7.2 IT 安全

只允许在技术情况完好的状态下以及按规定且有安全意识地使用 KUKA 产品。

具有安全意识地使用尤其包括在符合当前安全技术水平和 IT 安全总方案基础的 IT 环境中运行。



### 采取 IT 安全措施

IT 安全不仅包括狭义的信息和数据处理方面，而且还涉及以下等领域：

- 技术、组织、人员、基础设施

KUKA 强烈建议其产品运营商引入信息安全管理，可用其设计、协调和监控与信息安全相关的任务。

有关企业 IT 安全的信息来源可能是例如:

- 独立的咨询公司
- 国家信息安全机构 ("national cyber security authorities")

国家机构常常会在互联网中提供其建议。除了其官方语言之外，有些国家机构还会提供英语版本的信息。

## 3.7.3 运输

### 机械手

务必注意遵守规定的机械手运输方式。 务必按照机械手操作指南或安装指南进行运输。

运输过程中要避免震动或碰撞，以防止对机器人机械系统造成损伤。

### 机器人控制器

务必注意遵守规定的机械手运输方式。 务必按照机器人控制系统操作指南或安装指南进行运输。

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。

## 3.7.4 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功能的安全性能。



用户组的密码必须在调试前由管理员更改，然后通过安装传输到机器人控制系统并激活。仅允许将密码通知经授权的人员。



### 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，机械手可能会接收到错误数据，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。



### 不得影响安全功能

不属于 KUKA 公司供货范围的附加部件（例如线缆）可以集成到工业机器人中。如果此时没有考虑到安全功能，则可能会造成人员死亡、重伤或财产损失。

- 附加部件不得影响安全功能或使功能失效。

### 提示

#### 因冷凝水造成财产损失

如果机器人控制系统的柜内温度与环境温度相差较大，可能会形成冷凝水。这会造成财产损失。

- 等待柜内部温度适应环境温度，以免形成冷凝水。

## 功能检查

在调试和重新调试之前必须进行下列检查：

### 常规检查:

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:

对于所有安全功能必须进行功能测试，以确保它们正常工作。

### 检查涉及安全的机械和机电组件:

只要根据工位上的风险评估结果未作其他规定，就应在调试前和至少每 12 个月执行如下的检查：

- 所有连接的紧急停止装置的功能

按下紧急停止装置。在手持操作设备上必须显示一条信息，提示紧急停止被触发。与此同时，不得显示任何涉及紧急停止装置的故障信息。

- 所有已连接使能装置的使能开关的功能

在测试运行方式下运行机器人，并且松开使能开关。机器人的运动必须被停止。与此同时，在手持操作设备上不得显示任何涉及使能装置的故障信息。

必须始终对已连接使能装置的所有使能开关执行检查。

如果使能装置的状态配置为一个输出端，同样也可以通过输出端执行检查。

- 所有已连接使能装置的使能开关的紧急功能  
在测试运行方式下运行机器人，完全按下使能开关并在紧急位置保持 3 秒。机器人的运动必须被停止。与此同时，在手持操作设备上不得显示任何涉及使能装置的故障信息。  
必须始终对已连接使能装置的所有使能开关执行检查。  
如果使能装置的状态配置为一个输出端，同样也可以通过输出端执行检查。
- smartPAD（如果用作手持操作设备）上的运行方式选择开关的功能  
向右旋转运行方式选择开关，然后重新转回。在 smartPAD 上不得显示任何故障信息。
- 安全输出端的可关断性  
关断并重新接通机器人控制系统。接通后，在手持操作设备上不得显示任何涉及安全输出端的故障信息。



如果设备的调试过程不完整，就必须采取额外的降低风险的替代措施，并且做好相关的记录，例如安装防护栅栏或者设置警示牌，对主开关进行锁止。调试过程不完整例如包括尚未执行所有必要的安全监控功能，或者尚未测试安全功能是否可靠。

#### **检查制动器的功能：**

对于工业机器人，可以执行制动器测试，以便检查每个轴的制动器是否能够提供足够的制动力矩。

制动器测试用于确保对制动功能的负面影响（例如由摩擦、过热、污垢或损坏造成的）可以得到确定，并杜绝由此造成的可避免的风险。

必须定期进行制动器测试，除非已通过应用特定的风险评估确认，机械制动器的故障不会造成超出允许范围的高风险。以怎样的间隔进行制动器测试同样是风险评估的组成部分。

如果不具有相应的风险评估，则：

- 在工业机器人进行调试以及重新调试时，必须为每根轴执行制动器测试。
- 在运行的过程中，应每天执行一次制动器测试。

### **3.7.5 手动运行**

#### **概况**

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
- 程序验证

进行手动运行时应注意如下事项：

- 对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。
- 工具或机械手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。

#### **T1 下的调试工作**

如果调试工作必须在由防护装置隔离的区域内进行，那么在**手动慢速测试运行方式 (T1)** 下必须注意以下事项：

- 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。
- 无法排除机械手发生意外运动的可能，例如在故障情况下。因此必须在人员与机械手（包括工具）之间保持适当的最小距离。基准值：50 cm。可以根据当地当地情况、运动程序和其它因素对最小距离做出不同的设置。对于具体的应用情况实际适用怎样的最小距离，必须由运营商根据风险评估做出决定。

## T2 下的调试工作

如果调试工作必须在由防护装置隔离的区域内进行，那么在**手动快速测试运行方式 (T2)** 下必须注意以下事项：

- 只有在必须以大于运行方式 T1 的速度进行测试时，才允许使用此运行方式。
- 在这种运行模式下不得进行示教。
- 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。

## 3.7.6 自动运行

只有在遵守以下安全措施前提下，方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。
- 没有任何人员停留在设备内，或者根据 EN ISO 10218，满足人机协作方面的要求。
- 务必遵守规定的工作流程。

如机械手停机原因不明，则只允许在已启动紧急停止功能后才可进入危险区。

## 3.7.7 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功能的安全性能。

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。
- 在设备悬挂标牌用以指示正在执行的作业。暂时停止作业时也应将此标牌留在原位

- 紧急停止装置必须处于激活状态。若因保养或维修工作需将安全功能或防护装置暂时关闭，在此之后必须立即将重启



## 危险

### 带电部件可能导致生命危险

在带电部件上作业前，必须将机器人系统与电源断开。触发紧急停止或安全停止是不够的，因为零件仍然带电。由此会造成死亡或严重身体伤害。

- 在带电部件上作业前，必须将主开关关闭并采取措施，以防重新接通。  
针对不带主开关的控制系统型号（例如 KR C5 micro），请关闭设备开关，然后断开主电源线并固定好以防止再次接通。
- 然后确定已断电。
- 通知相关人员，机器人控制系统已经关闭。（例如通过警示文字。）

已损坏的零部件必须采用具有同一部件编号的备件来更换，或者采用经 KUKA Deutschland GmbH 认可的同质外厂备件来替代。

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（ESD）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 60 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。

### 3.7.8 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。

### 3.7.9 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）。

组件：

- 用于配置带在线功能的总线系统的工具



必要时可能需要采取其他安全措施。对此必须由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。

#### T1、T2、KRF

在运行方式 T1、T2 和 KRF 下，只有在按住确认开关的情况下，才能够触发机器人的运动。

## 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。

这样的工具如下：

- KUKA Sunrise.Workbench
- KUKA 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。



## 4 操作

### 4.1 手持操作设备 KUKA smartPAD

smartPAD 是用于工业机器人的手持操作设备。

smartPAD 拥有所有操作时所需的操作和显示功能。

有以下两种模型：

- smartPAD
- smartPAD-2

除非没有明确区分，否则在本文件中“KUKA smartPAD”或“smartPAD”名称指的是两种模型。

#### 4.1.1 smartPAD

##### 4.1.1.1 smartPAD 正面

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

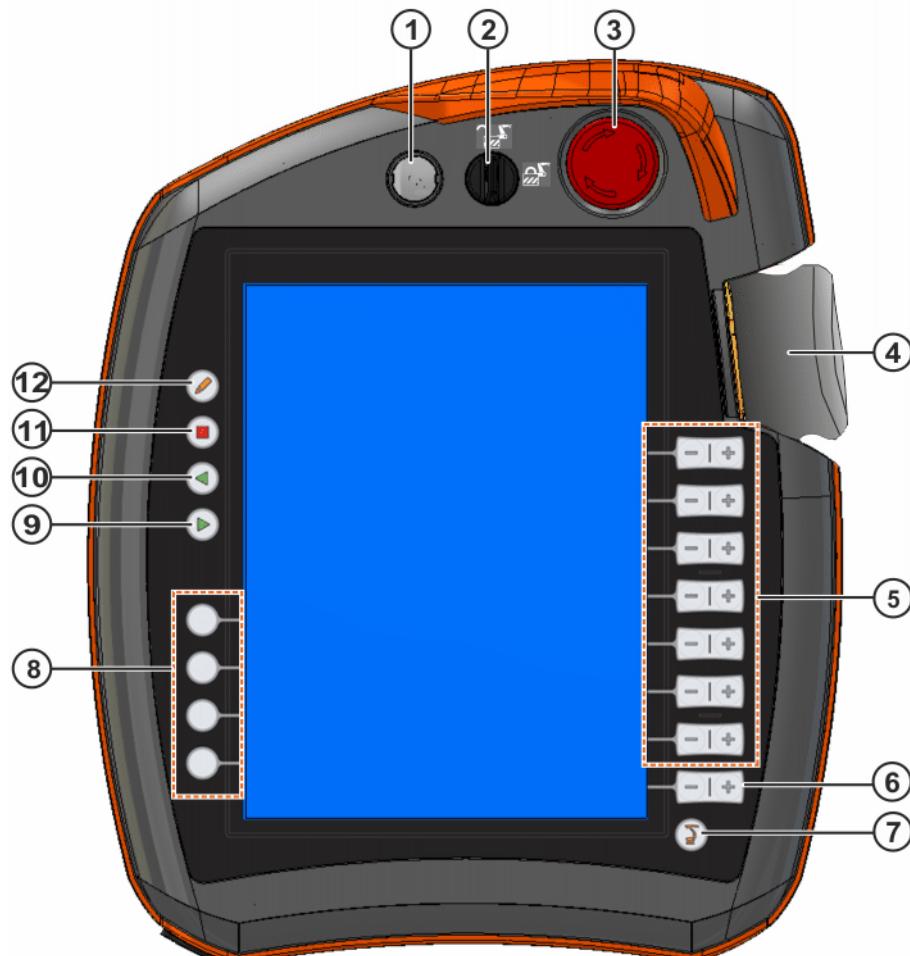


图 4-1: smartPAD 正面

## 操作

序号	说明
1	用于拔下 smartPAD 的按钮 (>>> <a href="#">4.2 “取下和插入 smartPAD” 页面 39</a> )
2	运行方式选择开关：开关具有以下规格： <ul style="list-style-type: none"><li>• 带钥匙 只有在插入钥匙的情况下才能更改运行方式。</li><li>• 不带钥匙</li></ul> 通过运行方式选择开关可以调用连接管理器。通过连接管理器可以切换运行方式。 (>>> <a href="#">4.9 “更换运行模式” 页面 52</a> )
3	紧急停止装置：用于在危险情况下停止机器人。如果被按下，紧急停止装置将自行闭锁。
4	6D 鼠标：无功能
5	点动键：用于手动移动机器人 (>>> <a href="#">4.15.3 “用点动键单轴移动” 页面 61</a> ) (>>> <a href="#">4.15.4 “用移动按笛卡尔坐标移动” 页面 62</a> )
6	用于设定倍率的按键 (>>> <a href="#">4.15.2 “设置手动倍率” 页面 60</a> ) (>>> <a href="#">4.18.3 “设置手动倍率” 页面 71</a> )
7	主菜单按键：主菜单按键用于在 smartHMI 上显示和隐藏主菜单。 (>>> <a href="#">4.5 “调用主菜单” 页面 48</a> )
8	用户按键：用户按键的功能可自由编程设定。用户按键可以用于例如控制外围设备或触发应用特定的动作。 (>>> <a href="#">4.10 “激活用户按键” 页面 53</a> )
9	启动键：通过启动按键，可启动一个程序。启动键也可用于手动移至坐标系和将机器人移回到轨迹上。 (>>> <a href="#">4.18 “执行程序” 页面 69</a> )
10	启动反向键：无功能
11	停机键：用停机键可停止运行中的程序
12	键盘按键：无功能



适用于运行键、用户按键以及启动键、反向启动键和停止键：

- 当前功能显示在 smartHMI 上的按键旁边。
- 如果无显示，则该按键当前无功能。

#### 4.1.1.2 smartPAD 背面



图 4-2: smartPAD 背面

序号	说明
1	<p>使能开关 使能开关具有 3 个位置：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>未按下</li> <li>中位</li> <li>完全按下（紧急位置）</li> </ul> <p>只有当一个使能开关保持在中间位置时，方可 在运行方式 T1、T2 和 KRF 下移动机械手。 在自动运行方式下，使能开关不起作用。</p>
2	启动键（绿色）：通过启动按键，可启动一个程序。 启动键也可用于手动移至坐标系和将机器人移回到轨迹上。
3	使能开关
4	USB 接口：适用于 FAT32 格式化的 U 盘
5	使能开关
6	型号铭牌

## 4.1.2 smartPAD-2

### 4.1.2.1 smartPAD-2 正面

smartPAD-2 配备一个电容式触摸屏：smartHMI 可用手指或电容式输入笔进行操作。无需外部鼠标和外部键盘。

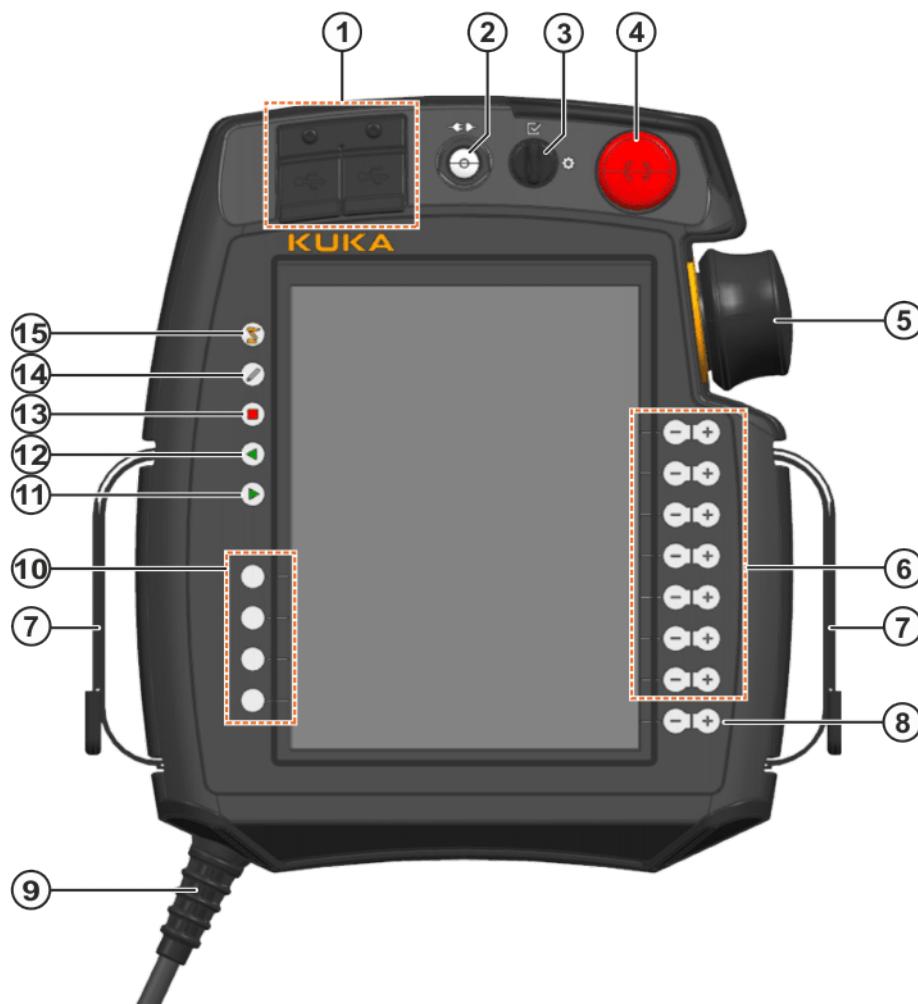


图 4-3: smartPAD-2 正面

序号	说明
1	2 个有盖子的 USB 2.0 接口：用于 NTFS 和 FAT32 格式化的 U 盘
2	用于拔下 smartPAD 的按钮 (>>> <a href="#">4.2 “取下和插入 smartPAD” 页面 39</a> )
3	运行方式选择开关：开关具有以下规格： <ul style="list-style-type: none"><li>• 带钥匙<ul style="list-style-type: none"><li>只有在插入钥匙的情况下才能更改运行方式。</li></ul></li><li>• 不带钥匙</li></ul> 通过运行方式选择开关可以调用连接管理器。通过连接管理器可以切换运行方式。 (>>> <a href="#">4.9 “更换运行模式” 页面 52</a> )
4	紧急停止装置：用于在危险情况下停止机器人。如果被按下，紧急停止装置将自行闭锁。
5	6D 鼠标：无功能

序号	说明
6	点动键：用于手动移动机器人 (>>> <a href="#">4.15.3 “用点动键单轴移动” 页面 61</a> ) (>>> <a href="#">4.15.4 “用移动按笛卡尔坐标移动” 页面 62</a> )
7	有尼龙搭扣的手带：如果不使用手带，则手带可能完全被拉入。
8	用于设定倍率的按键 (>>> <a href="#">4.15.2 “设置手动倍率” 页面 60</a> ) (>>> <a href="#">4.18.3 “设置手动倍率” 页面 71</a> )
9	连接线
10	用户按键：用户按键的功能可自由编程设定。用户按键可以用于例如控制外围设备或触发应用特定的动作。 (>>> <a href="#">4.10 “激活用户按键” 页面 53</a> )
11	启动键：通过启动按键，可启动一个程序。启动键也可用于手动移至坐标系和将机器人移回到轨迹上。 (>>> <a href="#">4.18 “执行程序” 页面 69</a> )
12	启动反向键：无功能
13	停机键：用停机键可停止运行中的程序
14	键盘按键：无功能
15	主菜单按键：主菜单按键用于在 smartHMI 上显示和隐藏主菜单。 (>>> <a href="#">4.5 “调用主菜单” 页面 48</a> )



适用于运行键、用户按键以及启动键、反向启动键和停止键：

- 当前功能显示在 smartHMI 上的按键旁边。
- 如果无显示，则该按键当前无功能。

#### 4.1.2.2 smartPAD-2 背面

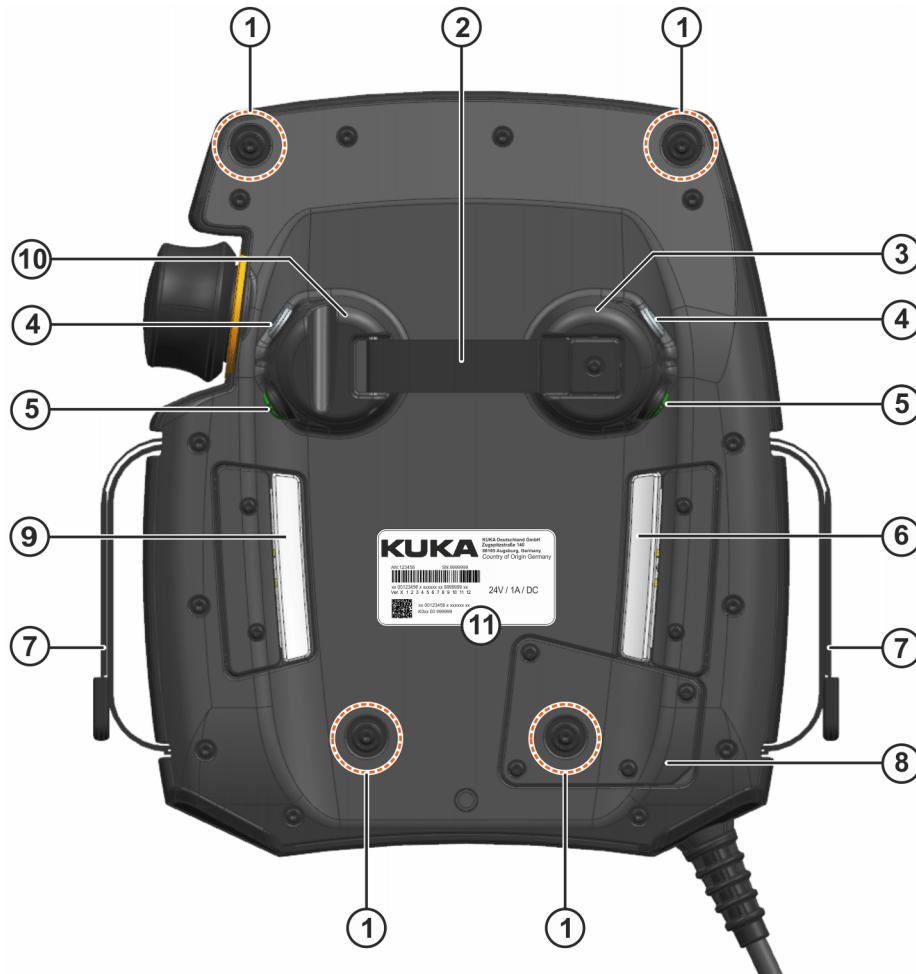


图 4-4: smartPAD-2 背面

序号	说明
1	用于固定（可选）背带的按钮
2	拱顶座支撑带
3	左侧拱顶座：用右手握 smartPAD
4	使能开关 使能开关具有 3 个位置： <ul style="list-style-type: none"><li>• 未按下</li><li>• 中位</li><li>• 完全按下（紧急位置）</li></ul> 只有当一个使能开关保持在中间位置时，方可 在运行方式 T1、T2 和 KRF 下移动机械手。 在自动运行方式下，使能开关不起作用。
5	启动键（绿色）：通过启动按键，可启动一个程序。 启动键也可用于手动移至坐标系和将机器人移回到轨迹上。
6	使能开关
7	有尼龙搭扣的手带：如果不使用手带，则手带可能完全被拉入。
8	盖板（连接电缆盖板）
9	使能开关

序号	说明
10	右侧拱顶座：用左手握 smartPAD
11	型号铭牌

## 4.2 取下和插入 smartPAD

这些信息对 smartPAD 和 smartPAD-2 都有效。



型号“smartPAD”和“smartPAD-2”相互兼容。即在拔下了一个型号之后，也可以插上另一个型号。

### 4.2.1 拔下 smartPAD

#### 说明

如果在机器人控制系统上激活的项目的站点配置中已将拔下 smartPAD 配置为允许，则可以在机器人控制系统正在运行时拔下 smartPAD。



#### 警告

##### 紧急停止装置无效会导致生命危险

如果已拔下 smartPAD，则无法再通过 smartPAD 上的紧急停止装置来关断设备。必须防止混淆有效的和无效的紧急停止装置。

否则有可能造成人员伤亡或财产损失。

- 如果允许拔下 smartPAD，则在机器人控制系统上至少连接一个随时可以触及的外部紧急停止装置。
- 将拔下的 smartPAD 立即从系统中取下并妥善保管，确保远离视线和接触范围。
- 不得在按下紧急停止按钮时拔下 smartPAD，因为在此情况下，紧急停止的激活状态只到重新启动机器人控制系统为止：
  - 请勿将拔下 smartPAD 用于防止 smartPAD 上的紧急停止装置解锁。
  - 如果在拔下 smartPAD 时仍要紧急停止保持激活状态，则始终通过一个外部紧急停止装置触发该紧急停止。

#### 前提条件

- 允许拔下 smartPAD。
- smartPAD 上的紧急停止装置已解锁。

#### 操作步骤

1. 在 smartPAD 上按下拔下按钮。



图 4-5：拔下 smartPAD 按钮

在 smartHMI 上显示一条信息和一个计时器。计时器会计时 25 秒。在此时间内可从机器人控制器上拔下 smartPAD。

如果计时器计时结束时没有拔下 smartPAD，则此次计时失效。可任意多次按下拔下按钮，以再次显示计时器。

2. 从机器人控制器拔出 smartPAD 编程器。



如果在计时器未运行的情况下取下 smartPAD，会触发紧急停止。无法通过重新插接 smartPAD 取消紧急停止。

#### 4.2.2 插上 smartPAD

##### 说明

可随时插入 smartPAD。插入的 smartPAD 将应用机器人控制器的当前运行方式。自动重新显示 smartHMI

将 smartPAD 插接在机器人控制系统上的用户必须检查 smartPAD 是否重新恢复全部功能。在以下情况下，smartPAD 无法正常工作：

- 不重新显示 smartHMI。  
直到重新显示 smartHMI 为止，可能超过 30 秒。
- 在摘要视图 Safety (安全性) 中通过错误信息显示与 smartPAD 的连接有错误。



##### 警告

###### 紧急停止装置无效会导致生命危险

当无法正常工作的 smartPAD 仍然插着时，存在用户使用无效紧急停止装置的危险。否则会造成死亡、身体伤害或财产损失。

- 重新拔下无法正常工作的 smartPAD 并立即从设备中移出。

##### 操作步骤

1. 将 smartPAD 插入机器人控制器。
  - 插入 30 秒后，紧急停止和使能开关再次恢复功能。
  - 自动重新显示 smartHMI（可能需要 30 秒以上。）
  - 插入的 smartPAD 将应用机器人控制器的当前运行方式。
2. 检查功能。必须进行以下检查：
  - 检查紧急停机的功能
  - 检查使能开关的功能
  - 检查是否重新显示 smartHMI。（可能需要 30 秒以上。）
3. 如果 smartPAD 无法正常工作，将 smartPAD 重新拔下并从设备中移出。

#### 4.3 smartPAD 软件更新



该更新机制仅对具有 3 个使能开关的 smartPAD 型号有效，对 smartPAD-2 无效。smartPAD-2 的软件更新说明参见 smartPAD-2 操作指南。

##### 说明

在以下情况下，将自动检查 smartPAD 软件的版本：

- 重启机器人控制系统
- 将 smartPAD 插到正在运行的机器人控制系统上

如果在版本检查时发现 smartPAD 软件和机器人控制系统上的系统软件之间存在冲突，则会自动启动 smartPAD 软件更新。



如果在按下紧急停止按钮时将 smartPAD 插到机器人控制系统上，则会在 AUT 运行方式下暂停正在运行的应用。如要继续运行应用：

1. 解锁紧急停止装置。
2. 按下启动键。

### 提示

#### 中断软件更新会造成财产损失

如果中断软件更新，可能会损坏 smartPAD。

- 升级期间不要将 smartPAD 与机器人控制系统断开。
- 升级期间不要将机器人控制系统与电源断开。

### 流程

1. 升级期间锁闭 smartPAD 的用户输入功能。
2. 成功升级后将自动重启 smartPAD。

## 4.4 KUKA smartHMI 操作界面

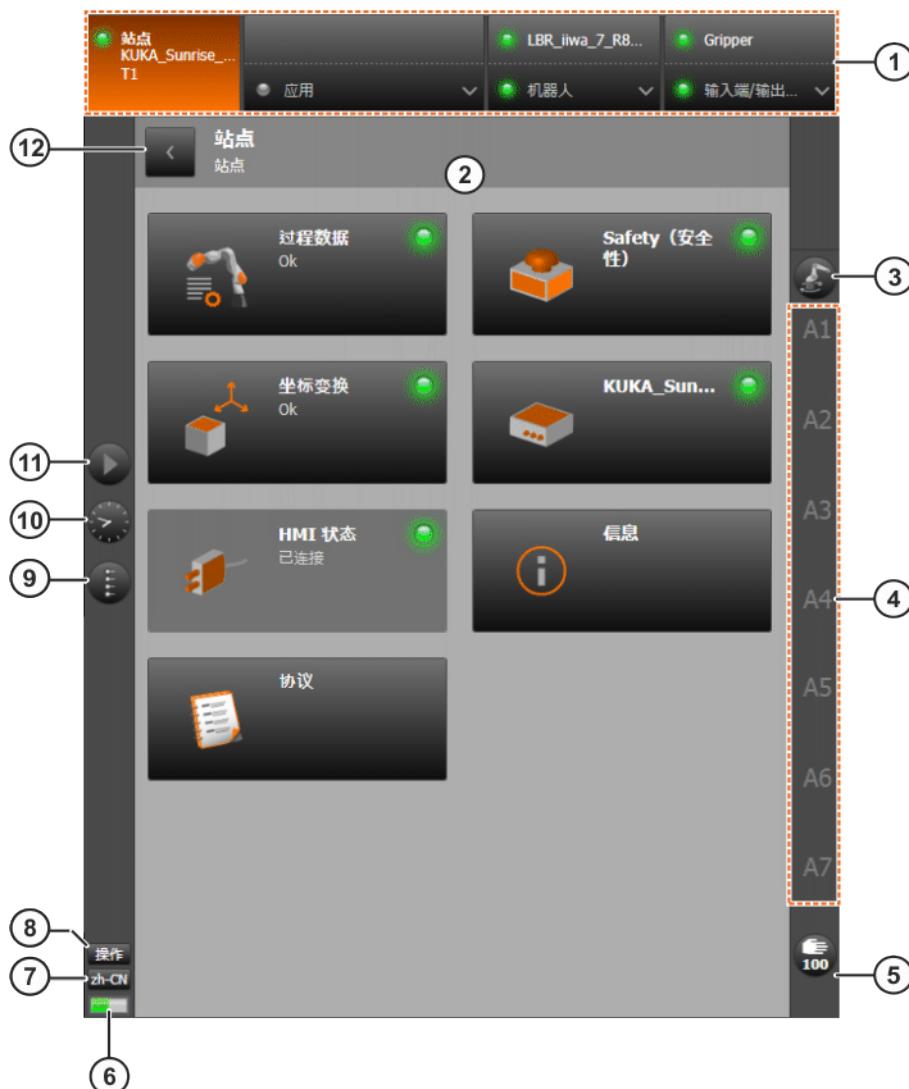


图 4-6：操作界面 KUKA smartHMI

## 操作

序号	说明
1	导航栏：主菜单和状态显示 (>>> <a href="#">4.4.1 “导航栏” 页面 42</a> )
2	显示区 显示在导航栏中选择的层面，在此为站点层面
3	按钮 <b>手动移动选项</b> 显示用运行键手动运行的当前坐标系。触摸按钮打开窗口 <b>手动移动选项</b> ，在该窗口中可为手动运行设置基坐标系和其它参数。 (>>> <a href="#">4.15.1 “窗口手动移动选项” 页面 59</a> )
4	显示点动键 如果选择了与轴相关的移动，这里将显示轴号（A1、A2 等）。如果选择了笛卡尔式移动，这里将显示坐标系的方向（X、Y、Z、A、B、C）。对于 LBR，还会显示用于执行零空间运动的肘角（R）。 (>>> <a href="#">4.15 “手动运行机器人” 页面 58</a> )
5	<b>倍率按钮</b> 显示当前的倍率。触摸按钮打开窗口 <b>倍率</b> ，在该窗口中可设置倍率。 (>>> <a href="#">4.13 “倍率” 窗口” 页面 56</a> )
6	显示存在信号 均匀闪烁的存在信号表示 smartHMI 已激活。
7	按钮 <b>语言选择</b> 显示当前设置的语言。触摸按钮打开菜单 <b>语言选择</b> ，在该菜单中可更改操作界面的语言。
8	按钮 <b>用户组</b> 显示当前登录的用户组。触摸按钮打开窗口 <b>登录</b> ，在该窗口中可切换用户组。 (>>> <a href="#">4.7.1 “更换用户组” 页面 51</a> )
9	按钮 <b>用户按键选择</b> 触摸按钮打开窗口 <b>用户按键选择</b> ，在该窗口中可选择当前可用的用户按键栏。 (>>> <a href="#">4.10 “激活用户按键” 页面 53</a> )
10	时钟按钮 时钟显示系统时间。触摸该按钮显示数字形式的系统时间以及当前日期。
11	按钮 <b>移动方式</b> 显示当前设置的启动键模式。触摸按钮打开窗口 <b>移动方式</b> ，在该窗口中可更改模式。 (>>> <a href="#">4.14 “窗口移动方式” 页面 57</a> )
12	返回按钮 通过该按钮可以返回到上一个视图。

#### 4.4.1 导航栏

导航栏是操作界面的主菜单并且分为 4 个层面。它用于不同层面之间的导航。

有几个层面分为两部分：

- 下面的选择列表：打开一个列表，通过该列表可根据层面选择应用、机器人或输入/输出端组。
- 上面的按钮：如果通过列表进行选择，则可以通过这些按钮显示所选的应用、所选的机器人或所选的输入/输出端组。

也可以通过 smartPAD 上的主菜单按键调用主菜单。该主菜单中包含不可通过导航栏的菜单导航选择的其它菜单。

(>>> [4.5 “调用主菜单” 页面 48](#))

## 概览



图 4-7: KUKA smartHMI 导航栏

序号	说明
1	<b>站点界面</b> 显示控制系统名称和所选的运行模式 (>>> <a href="#">4.4.4 “站点层面” 页面 44</a> )
2	<b>应用界面</b> 显示所选的机器人应用 (>>> <a href="#">4.18.1 “选择机器人应用程序” 页面 69</a> ) 在 <b>应用</b> 下列出了所有机器人和后台应用。
3	<b>机器人界面</b> 显示所选的机器人 (>>> <a href="#">4.4.5 “机器人层面” 页面 46</a> )
4	<b>输入端/输出端组界面</b> 显示所选的输入/输出端组 (>>> <a href="#">4.19.5 “显示输入/输出端组并更改输出端的数值” 页面 78</a> )

## 4.4.2 状态显示

在 smartHMI 上，系统组件的状态用彩色圆圈进行了标记。

在导航栏中，在该栏的下部区域中显示“综合状态”。在上部区域中显示所选组件的状态。例如，可能正在执行一个应用，而同时另一个应用处于错误状态下。

状态	说明
	<b>严重错误</b> 系统组件可能无法使用。原因可能是操作错误和系统组件错误。
	<b>警告</b> 系统组件有警报提示。组件的可操作性可能受到限制。因此，建议排除错误原因。 在应用时，黄色状态显示表示应用已暂停。

## 操作

状态	说明
	正常状态 该系统组件有警告或故障。
	未知状态 通过该系统组件的状态无法得出结论。

## 4.4.3 键盘

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适合的键盘。



图 4-8：键盘示例



必须按下 **SYM**，以激活按键的第二层分配，例如 S 键上的“=”号。该键被按下后就会保持按下状态。即不需要按住不动。

## 4.4.4 站点层面

站点层面可访问涉及所有站点的信息和功能。



图 4-9: 站点层面

序号	说明
1	摘要视图 过程数据 打开视图 过程数据。
2	摘要视图 Safety (安全性) 显示站点的安全状态并打开下级层面 Safety (安全性)。下级层面包括下列摘要视图： <ul style="list-style-type: none"><li>• 激活 打开视图 激活，以激活或禁用安全配置。安全调试员是激活/禁用的前提条件。</li><li>• 状态 打开视图 状态 并显示涉及安全控制系统的错误信息。</li></ul>
3	摘要视图 坐标变换 打开视图 坐标变换。该视图含有为站点创建的坐标系。 (>>> <a href="#">4.17.1 “视图坐标变换” 页面 64</a> )

序号	说明
4	<p>机器人控制系统摘要视图</p> <p>显示机器人控制系统的状态并打开下级层面。下级层面包括下列摘要视图：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Boot 状态</b> 显示机器人控制系统的 Boot 状态。</li> <li><b>现场总线</b> 显示现场总线的状态。只在创建了输入/输出端组且与 WorkVisual 连接了相关信号之后，才显示该摘要视图。</li> <li><b>备份管理器</b> 打开视图 <b>备份管理器</b>。只在安装了备份管理器之后，才显示该摘要视图。 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">4.20 “备份管理器” 页面 81</a>)</li> <li><b>病毒扫描器</b> 打开视图 <b>病毒扫描器</b>。只在安装了病毒扫描器之后，才显示该摘要视图。 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">6.2 “显示病毒扫描器信息” 页面 106</a>)</li> </ul>
5	<p><b>摘要视图 HMI 状态</b></p> <p>显示 smartHMI 和机器人控制系统的连接状态。</p>
6	<p><b>摘要视图 信息</b></p> <p>打开视图 <b>信息</b> 并显示系统信息，例如机器人的 IP 地址。 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">4.19.6 “显示关于机器人和机器人控制系统的状态” 页面 80</a>)</p>
7	<p><b>摘要视图 记录</b></p> <p>打开视图 <b>记录</b> 并显示已记录的事件和系统状态的更改。可以按照不同的标准筛选显示。 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">6.1 “显示记录” 页面 103</a>)</p>

#### 4.4.5 机器人层面

机器人层面可访问涉及所选机器人的信息和功能。

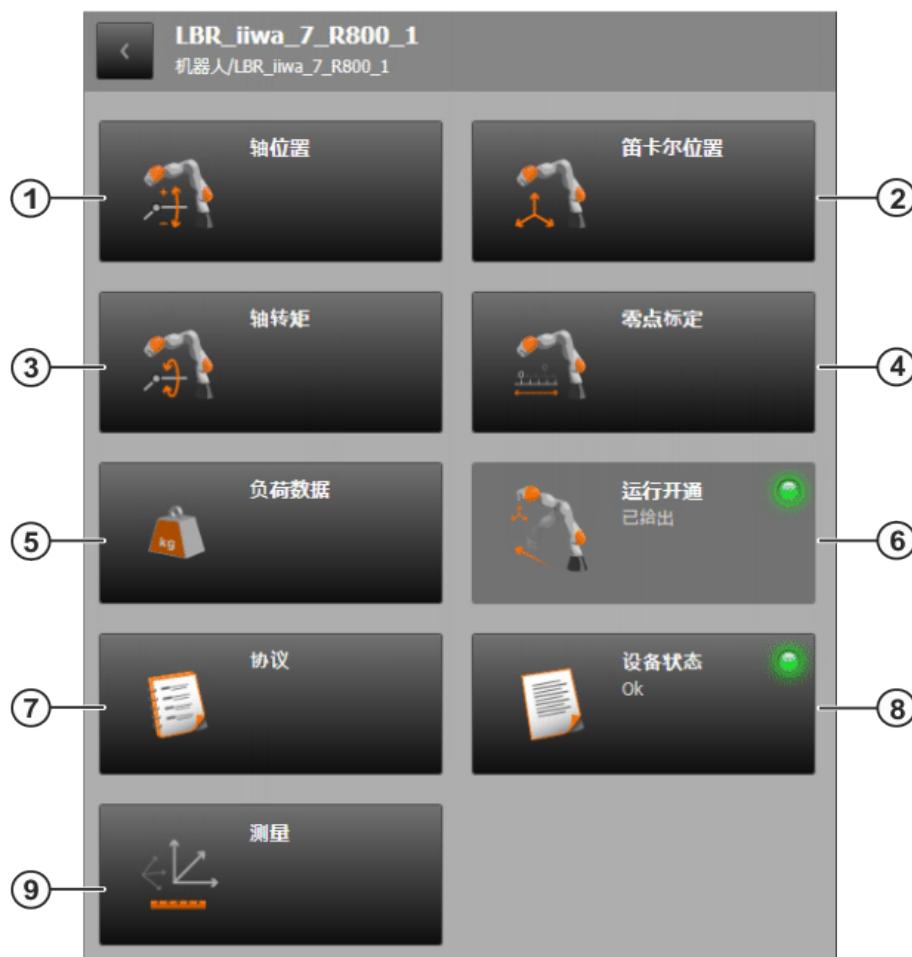


图 4-10：机器人层面

序号	说明
1	摘要视图 <b>轴位置</b> 打开视图 <b>轴位置</b> 。显示机器人轴的实际位置。 (>>> <a href="#">4.19.2 “显示轴特定的实际位置” 页面 75</a> )
2	摘要视图 <b>笛卡尔位置</b> 打开视图 <b>笛卡尔位置</b> 。显示机器人的笛卡尔实际位置。 (>>> <a href="#">4.19.3 “显示笛卡尔式实际位置” 页面 76</a> )
3	摘要视图 <b>轴转矩</b> 打开视图 <b>轴转矩</b> 。显示机器人的轴转矩。 (>>> <a href="#">4.19.4 “显示轴特定的转矩” 页面 77</a> )
4	摘要视图 <b>零点标定</b> 打开视图 <b>零点标定</b> 。显示机器人轴的零点标定状态。可以单独标定或删除轴的零点。 (>>> <a href="#">5.3 “位置零点标定” 页面 88</a> )
5	摘要视图 <b>负荷数据</b> 打开用于自动载荷数据确定的视图 <b>负荷数据</b> 。 <b>提示：</b> 更多有关载荷数据确定的信息参见系统集成商的操作及编程指南。

## 操作

序号	说明
6	摘要视图 <b>运行开通</b> 显示机器人是否已允许移动。
7	摘要视图 <b>协议</b> 打开视图 <b>协议</b> 并显示已记录的事件和系统状态的更改。可以按照不同的标准筛选显示。默认情况下，已在所涉及的机器人上设定筛选器 <b>来源</b> 。 (>>> <a href="#">6.1 “显示记录” 页面 103</a> )
8	摘要视图 <b>设备状态</b> 显示机器人驱动系统的状态。
9	摘要视图 <b>测量</b> 打开下级层面 <b>测量</b> ，该层面含有摘要视图 <b>基坐标测量</b> 和 <b>工具测量</b> 。 (>>> <a href="#">5.4 “测量” 页面 94</a> )

## 4.5 调用主菜单

## 操作步骤

- 点击 smartPAD 上的主菜单按键。视图 **主菜单** 打开。

## 说明

属性视图 **主菜单**:

- 左栏中显示主菜单。  
从上看的前 4 个按钮与导航栏中的层面相同。
- 触摸一个带箭头的按钮显示属于该层面的区域，例如 **站点**。  
其它导航方法在下表中进行了说明。



图 4-11：主菜单示例视图

序号	说明
1	返回按钮 通过该按钮可以返回至在打开主菜单之前可见到的视图。
2	主页按钮 隐藏所有已打开的区域。
3	关闭层面的按钮 隐藏已打开的最深层面。
4	在此显示最后通过主菜单调用的视图（最多 3 个）。 通过触摸各个显示可直接切换为这些视图，而不必通过主菜单导航。

## 4.6 设定操作界面的语言

### 说明

smartHMI 操作界面有下列语言可供选用：

语言	语种缩写
中文（简体）	zh
丹麦文	da
德语	de
英语	en
芬兰文	fi
法语	fr
希腊语	el
意大利语	it
日文	ja
韩文	ko
荷兰文	nl
波兰文	pl
葡萄牙文	pt
罗马尼亚文	ro
俄罗斯文	ru
瑞典文	sv
斯洛伐克文	sk
斯洛文尼亚文	sl
西班牙语	es
捷克文	cs
土耳其文	tr
匈牙利文	hu

### 按钮语言选择

通过 smartHMI 侧边框（左下侧）上的按钮**语言选择**可以设置其他语言。按钮上标有已激活语言的缩写名称。



图 4-12：按钮语言选择

#### 1 按钮语言选择

### 操作步骤

1. 触摸按钮**语言选择**。菜单 **语言选择**打开。
2. 选中所需的语言。

## 4.7 用户组

### 说明

根据已激活的用户组，可在机器人控制系统上执行不同的功能。

默认情况下，有下列用户组：

- **操作人员**

操作人员用户组是默认用户组。

- **安全投入运行人员**

安全调试人员负责调试机器人的安全技术。只有他可以更改机器人控制系统上的安全配置。

该用户组有密码保护。

如果要使用选项 Sunrise.RolesRights，则还有其他用户组：

- **专家**

专家用户组可以执行操作人员不再允许执行的、受保护的功能。

该用户组有密码保护。

## 用户权限

如果已安装了专家用户组，则操作人员的用户权限有限。用户权限如下分配：

功能	操作人员	专家	安全投入运行人员
选择/取消应用	✓	✓	✓
暂停应用	✓	✓	✓
手动移动机器人	✓	✓	✓
选择运行方式 (T1, T2, KRF, AUT)	✓	✓	✓
激活/停用/重置安全配置	✗	✗	✓
更改输出端的值	✗	✓	✓
示教坐标系	✗	✓	✓
创建新的坐标系	✗	✓	✓
标定/取消标定机器人零点	✗	✓	✓

### 4.7.1 更换用户组

#### 说明

在重启机器人控制系统时选择了默认用户组。通过 smartHMI 侧边框（左下侧）上的按钮**用户组**可以切换至另一个用户组。按钮上标有已激活用户组的缩写名称。



图 4-13：按钮用户组

#### 1 按钮用户组

如果在 5 分钟内未在操作界面上进行任何操作，则由于安全原因机器人控制系统将切换至默认用户组。

## 操作步骤

### 用户组登录:

1. 触摸按钮**用户组**。窗口**登录** 打开。
2. 选择所需的用户组。



如果调用当前登录的用户组无相应权限的功能，则自动打开窗口**登录**。然后在该窗口中已经预设了所需的用户组。

3. 输入密码并用**登录** 确认。窗口**登录** 关闭并且所选的用户组激活。

### 用户组退出登录:

1. 触摸按钮**用户组**。窗口**登录** 打开。
2. 触摸按钮**退出**。窗口**登录** 关闭并且默认用户组重新激活。

## 4.8 运行方式 KRF - 在控制下安全回退机器人

### 说明

KRF 是指在机器人出于下列原因中的一个而被安全控制系统停止的情况下可切换的一种运行模式：

- 机器人超出轴监控空间或者笛卡尔监控空间。
- 与安全相关的工具方向处于监控范围之外。
- 机器人超出力或轴力矩监控范围。
- 位置传感器未校准或未调基准。
- 轴力矩传感器未调基准。

在切换至 KRF 运行模式后，可以再次运行机器人。

### 使用

KRF 运行模式可以使用，以便从超出的空间监控或力监控中驶出或者在激活的卡迪尔速度监控下对机器人进行调整。

如果引发停机的原因不再存在并且接下来的 4 秒因为所列举原因中的一个而不再请求停机，则自动切换到运行模式 T1。

### 移动速度

KRF 运行模式下所设工作点的移动速度相当于 T1 下的移动速度：

- 编程运行：降低的编程设定速度，最高 250 mm/s
- 手动运行：手动运行速度，最高 250 mm/s
- 手动引导：不限定速度，而是根据安全配置监控与安全相关的速度

## 4.9 更换运行模式

### 说明

如果在机器人控制系统上有一个应用正在运行，则可以切换运行方式。然后用安全停止 1 停止工业机器人并暂停应用。如果设置了一个新的运行模式，则可以继续应用。

### 前提条件

- 如果执行了“带钥匙”类型的运行方式选择开关：密匙已插到开关上。

### 操作步骤

1. 在 smartPAD 上转动运行模式选择开关。连接管理器随即显示。

2. 选择运行模式。
- (>>> [3.5.2.1 “运行方式选择”页面 22](#))
3. 将运行模式选择开关再次转回初始位置。

现在，选择的运行方式已激活并且显示在 smartHMI 的导航栏中。

运行模式	使用	速度
T1	编程、示教和程序测试	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序验证:</li> <li>降低的编程设定速度, 最高 250 mm/s</li> <li>• 手动运行:</li> <li>手动运行速度, 最高 250 mm/s</li> <li>• 手动引导:</li> <li>速度没有限制, 而是根据安全配置对速度进行安全监控</li> </ul> <p><b>提示:</b> 如果是移动平台, 则不适用 250 mm/s 的最高速度。</p>
T2	测试程序	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序验证:</li> <li>编程设定的速度</li> <li>• 手动运行: 不可行</li> </ul>
AUT	自动执行程序 用于带有和不带上级控制系统的工业机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序运行:</li> <li>编程设定的速度</li> <li>• 手动运行: 不可行</li> </ul>
KRF	<p>KRF 作为一种运行方式, 只有当工业机器人由于如下的某个原因被安全控制系统停止的情况下才可切换使用:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 工业机器人超出轴监控空间或笛卡尔监控空间。</li> <li>• 与安全相关的工具方向处于监控范围之外。</li> <li>• 工业机器人超出力监控或轴力矩监控。</li> <li>• 位置传感器未校准或未调基准。</li> <li>• 轴力矩传感器未调基准。</li> </ul> <p>切换到 KRF 运行方式之后, 可重新运行工业机器人。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序验证:</li> <li>降低的编程设定速度, 最高 250 mm/s</li> <li>• 手动运行:</li> <li>手动运行速度, 最高 250 mm/s</li> <li>• 手动引导:</li> <li>速度没有限制, 而是根据安全配置对速度进行安全监控</li> </ul>

## 4.10 激活用户按键

### 说明

smartPAD 上的用户按键可能已分配了功能。运行中应用的所有用户按键功能可供操作人员使用。为了可以使用所需的功能, 用户必须激活相关的用户按键栏。

### 操作步骤

1. 触摸 smartHMI 左侧边框上的按钮**用户按键选择**。  
**用户按键选择** 窗口打开。显示当前可用的用户按键栏。
2. 通过相关的名称按钮选择所需的用户按键栏。  
根据所选的栏, smartHMI 上用户按键旁的名字说明或图形有所不同。用户按键现在即拥有相关功能。

3. 触摸按钮 **用户按键选择** 或窗口之外的区域。  
窗口 **用户按键选择** 关闭。

## 示例

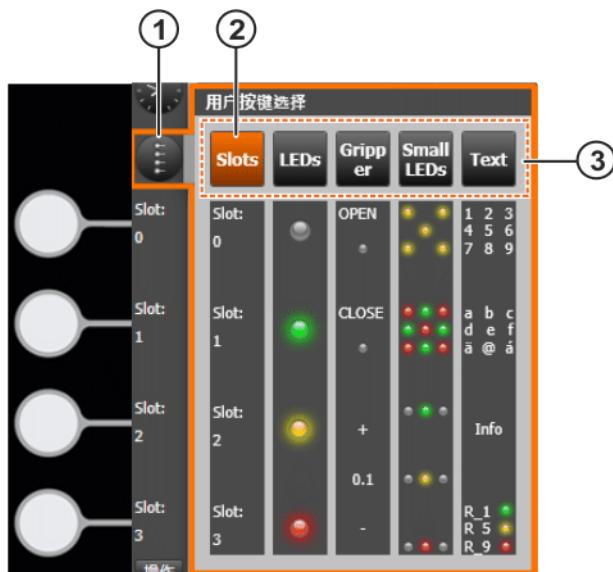


图 4-14: 窗口用户按键选择

- 1 按钮**用户按键选择**
- 2 当前激活的用户按键栏
- 3 可用的用户按键栏

## 4.11 继续安全控制系统

### 说明

在出现连接或外围设备故障时，将暂停安全控制系统（视故障情况，在一次或多次出现之后）。通过暂停安全控制系统停止机器人并关闭所有安全输出端。如果该故障已排除，则可继续安全控制系统。

### 操作步骤

1. 在站点层面中选择摘要视图 Safety (安全性) > 状态。视图 状态 打开。  
在该视图中显示故障原因。按钮 **继续安全控制** 未激活。
2. 排除故障。按钮 **继续安全控制** 现在已激活。
3. 触摸按钮**继续安全控制**。继续安全控制系统。

## 4.12 坐标系

坐标系决定了对象在空间中的位置和姿态。

### 概览

对机器人控制系统来说下面的坐标系尤为重要：

- 世界
- 机器人足部
- 基座
- 法兰

- 工具

## 说明

### 世界坐标系

世界坐标系是一个固定定义的笛卡尔坐标系。它是所有其它坐标系的原点坐标系，特别是基坐标系和机器人足部坐标系的原点坐标系。

默认情况下，世界坐标系位于机器人足部中。

### 机器人足部坐标系

机器人足部坐标系是一个笛卡尔坐标系，它始终位于机器人足部中。它可以根据世界坐标系说明机器人的位置。

默认情况下，机器人足部坐标系与世界坐标系是一致的。它可以定义机器人相对于世界坐标系的转角，方法是在 Sunrise.Workbench 中更改安装方向。默认情况下，安装在地面上的机器人的安装方向已设定。 $(A=0^\circ, B=0^\circ, C=0^\circ)$ 。

### 基坐标系

为了定义笛卡尔空间中的运动，需要指定参考坐标系（基坐标系）。

默认情况下，将世界坐标系用作运动的基坐标系。可以定义其它相对于世界坐标系的基坐标系。

[\(››› 5.4.2 “测定基坐标系。3 点法” 页面 99\)](#)

### 法兰坐标系

法兰坐标系说明机器人法兰中心的当前位置和姿态。该点非位置固定并且随着机器人运动。

将法兰坐标系用作对安装在法兰上的工具进行说明的坐标系的原点。

### 工具坐标系

工具坐标系是一个笛卡尔坐标系，位于已安装工具的工作点中。该工作点称之为 Tool Center Point (TCP) (工具中心点)。

可以为一个工具定义任意多的、可用作 TCP 的坐标系。工具坐标系的原点通常与法兰坐标系相同。

工具坐标系在测量时移入工具的工作点。

[\(››› 5.4.1 “测定工具” 页面 94\)](#)

### 位置和姿态

为了确定对象的位置和姿态，要注明基于参考坐标系的平移和旋转。为此使用 6 个坐标。

## 平移

坐标	说明
距离 X	沿着参考坐标系的 X 轴移动
距离 Y	沿着参考坐标系的 Y 轴移动
距离 Z	沿着参考坐标系的 Z 轴移动

## 旋转

坐标	说明
角度 A	围绕参考坐标系的 Z 轴旋转
角度 B	围绕参考坐标系的 Y 轴旋转
角度 C	围绕参考坐标系的 X 轴旋转

## 4.13 “倍率”窗口

### 操作步骤

打开倍率窗口：

- 触摸倍率按钮。

关闭倍率窗口：

- 触摸倍率按钮或窗口之外的区域。

### 说明

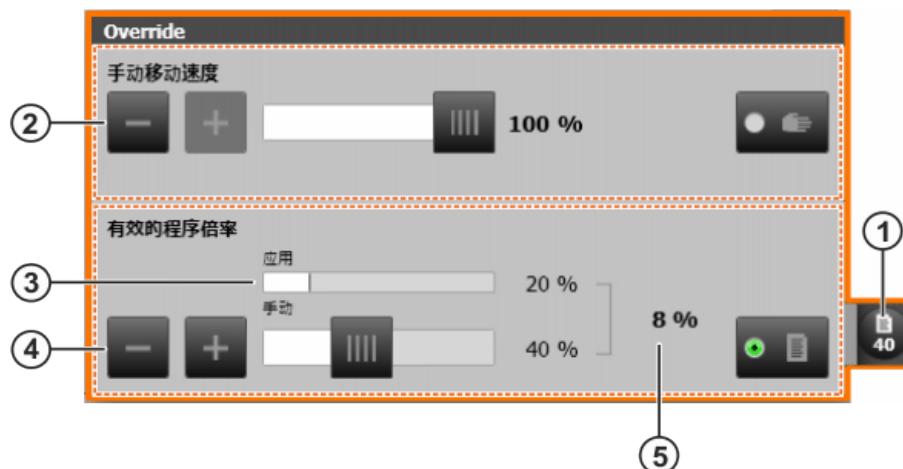


图 4-15：倍率窗口

序号	说明
1	按钮倍率 按钮上的显示取决于所选的选项。
2	设置手动倍率。 (>>> <a href="#">4.15.2 “设置手动倍率” 页面 60</a> )
3	应用倍率显示 如果编程了一个由应用设定的应用倍率，则在程序运行时显示该应用倍率。
4	设置手动倍率。 (>>> <a href="#">4.18.3 “设置手动倍率” 页面 71</a> ) 如果无应用倍率激活，则在此设置的手动倍率等于有效的程序倍率。
5	有效的程序倍率显示

下列按钮可以使用：

选项	按钮	说明
		如果选择选项设置手动倍率，则倍率按钮显示手动图标和当前设置的手动倍率。
		如果选择选项设置手动倍率，则倍率按钮显示程序图标和当前设置的手动倍率。

## 4.14 窗口移动方式

### 操作步骤

打开窗口 **移动方式**:

- 触摸启动键盘的按钮 **移动方式**。

关闭窗口 **移动方式**:

- 触摸按钮 **移动方式** 或窗口之外的区域。

### 说明

在窗口 **移动方式** 中可以配置启动键的功能。

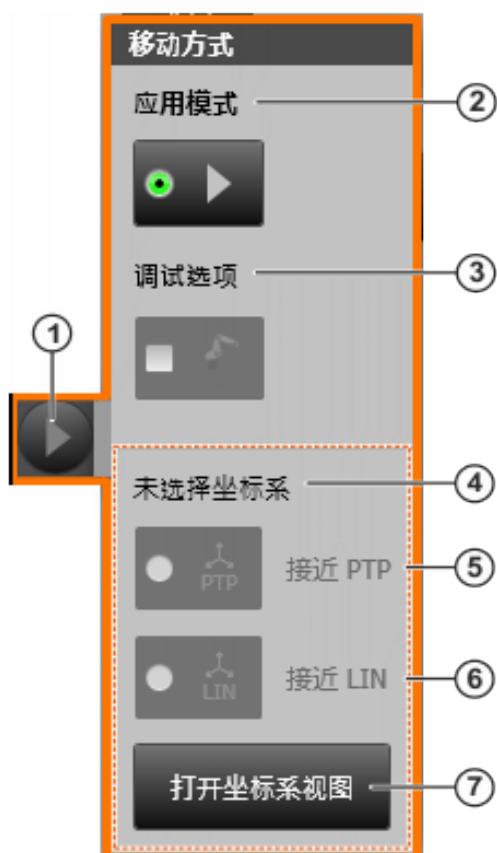


图 4-16: 窗口移动方式

序号	说明
1	按钮 <b>移动方式</b> 按钮上的显示取决于所选的移动方式。
2	<b>移动方式 应用模式</b> 在该移动方式下可以通过启动键启动应用。 <b>提示:</b> 在切换为运行方式 T2 或自动时将自动设置移动方式 <b>应用模式</b> 。
3	切换程序运行方式 (>>> <a href="#">4.18.2 “设置程序运行方式” 页面 71</a> )

## 操作

序号	说明
4	显示坐标系名称 如果在视图 <b>坐标变换</b> 中选中了一个坐标系，则显示坐标系的名称。
5	移动方式 <b>接近 PTP</b> 已示教的坐标系可以通过启动键用 PTP 运动接近。 (>>> <a href="#">4.17.5 “手动移向坐标系”页面 68</a> ) 只有在视图 <b>坐标变换</b> 中选择了一个坐标系时，移动方式的选择按钮才处于激活状态。 <b>提示：</b> 在移动方式 <b>接近 PTP</b> 下，要考虑目标坐标系的状态。由此，即使在已经以笛卡尔方式达到了目标点时，也可能导致轴的运动。
6	移动方式 <b>接近 LIN</b> 已示教的坐标系可以通过启动键用 LIN 运动接近。 (>>> <a href="#">4.17.5 “手动移向坐标系”页面 68</a> ) 只有在视图 <b>坐标变换</b> 中选择了一个坐标系时，移动方式的选择按钮才处于激活状态。 <b>提示：</b> 在移动方式 <b>接近 LIN</b> 下，不考虑目标坐标系的状态。
7	按钮 <b>打开坐标系视图</b> 通过按钮可以切换至视图 <b>坐标变换</b> 。

## 图标

根据所设的移动方式，在按钮**移动方式**上显示以下符号：

图标	说明
	移动方式 <b>应用模式</b>
	移动方式 <b>接近 PTP</b>
	移动方式 <b>接近 LIN</b>

## 4.15 手动运行机器人

## 概览

手动运行机器人分为 2 种方式：

- 以笛卡尔方式运行  
设置的 TCP 沿着一个坐标系的轴正向或反向运行或者绕这些轴旋转。
- 以轴特定的方式运行  
每根轴均可以独立地正向或反向运行。

#### 4.15.1 窗口手动移动选项

##### 操作步骤

打开窗口 **手动移动选项**:

- 触摸按钮 **手动移动选项**。

关闭窗口 **手动移动选项**:

- 触摸按钮 **手动移动选项** 或窗口之外的区域。

##### 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。



图 4-17: 窗口手动移动选项

序号	说明
1	<p><b>按钮 手动移动选项</b> 显示的符号取决于设置的移动方式。</p>
2	<p>选择移动方式。 可以按照轴和在不同的坐标系中以笛卡尔方式运行机器人。所选的移动方式标记为绿色并且在按钮 <b>手动移动选项</b> 上进行显示。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>轴:</b> 按照轴运行机器人。</li> <li><b>全局:</b> 在世界坐标系中以笛卡尔方式运行所选的 TCP。</li> <li><b>基坐标:</b> 在所选的基坐标系中以笛卡尔方式运行所选的 TCP。</li> <li><b>工具:</b> 在独自的工具坐标系中以笛卡尔方式运行所选的 TCP。</li> </ul>
3	<p>选择机器人法兰或已安装的工具。无法在执行应用期间进行。 所选工具的坐标系可以选为笛卡尔手动运行的 TCP。考虑设置的工具载荷数据。 如果暂停机器人应用，则在名称 <b>应用工具</b> 下有当前在应用中所用工具供选择。</p> <p>(&gt;&gt;&gt; “<b>应用工具</b>” <b>页面 60</b>)</p>

## 操作

序号	说明
4	<p>选择 TCP。</p> <p>作为 TCP，所选工具的所有坐标系都可供使用。在此设置的 TCP 保持不变。即使在暂停应用中有另一个已激活的 TCP 时也是如此。</p> <p><b>例外：</b>如果暂停一个机器人应用和设置该应用工具，则在继续应用时，手动设置的 TCP 将发生变化。TCP 根据当前在应用所用的 TCP 发生变化。</p> <p>(&gt;&gt;&gt; “<a href="#">应用工具”页面 60</a>)</p>
5	<p>选择基坐标系。只在选择了移动方式 <b>基坐标</b> 时可行。</p> <p>所有在 Sunrise.Workbench 中标记为基坐标系的坐标系可用作基坐标系。</p>

## 应用工具

应用工具由所有运行时位于机器人法兰之下的坐标系组成。它们可以是例如一个已用 attachTo 指令与机器人法兰连接的工具或工件的坐标系。在应用中创建的和运行时与法兰直接或间接结合的坐标系也可能包括在内。

只在机器人应用已暂停且在暂停前已向机器人控制系统发出运动指令时，才能在手动移动选项中选择该应用工具：

- 如果要在手动移动选项中设置该应用工具，则所有运行时按照等级位于法兰坐标系之下的坐标系可选为手动移动的 TCP。在名称**应用工具 (Root)**下，机器人法兰上的应用工具的原点坐标系可选为手动移动的 TCP。
- 如果要在手动移动选项中设置该应用工具和继续该应用，则特性如下：在手动移动选项中自动将坐标系设定为用其在应用中执行当前运动指令的 TCP。

## 4.15.2 设置手动倍率

## 说明

手动倍率决定手动运动时机器人的速度。在手动倍率为 100 % 时，机器人实际上能达到的速度与许多因素有关，主要与机器人类型有关。但是，所设工作点的速度不可超出 250 mm/s。

## 操作步骤

- 触摸**倍率**按钮。**倍率**窗口自动打开。  
(>>> [4.13 “倍率”窗口”页面 56](#))
- 如果未激活，请激活选项**设置手动倍率**。

选项	说明
	选项 <b>设置手动倍率</b> 已激活

- 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：**倍率可以逐步设定为以下数值：100 %, 75 %, 50 %, 30 %, 10 %, 5 %, 3 %, 1 %, 0 %。
  - 调节器：**倍率可以以 1% 步距为单位进行更改。
- 触摸按钮**倍率**或窗口之外的区域，以关闭该窗口。

## 可选的操作步骤

也可使用 smartPAD 右侧的正负按键来设定倍率。

以 100%、75%、50%、30%、10%、5%、3%、1%、0% 步距为单位进行设定。

### 4.15.3 用点动键单轴移动

#### 说明

每根机器人轴均可以通过点动键独立地正向或反向运行。

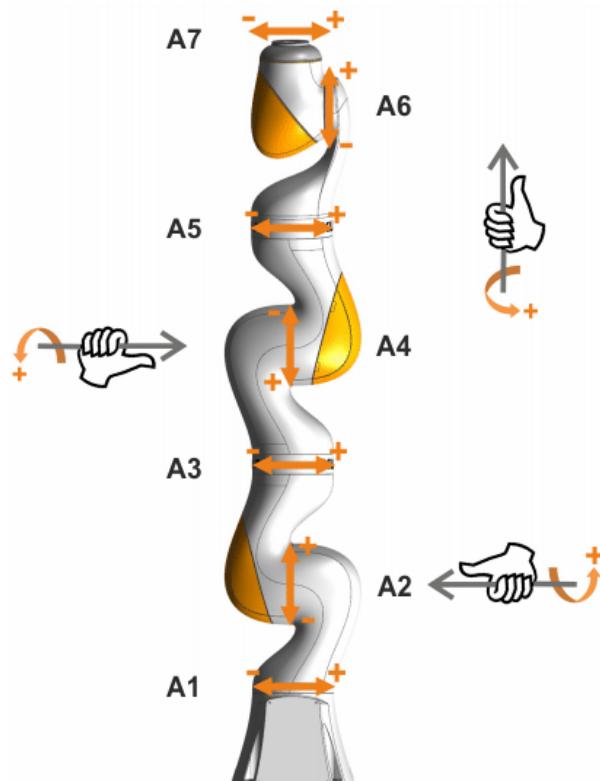


图 4-18：轴坐标式移动

机器人轴的正旋转方向可用右手准则进行确定。为此，要设想在机器人内从足部到法兰的电缆束。握住右手的手指，想像一下电缆束位于被观察轴的位置上。重要的是拇指此时保持伸出状态。拇指放在电缆束上，使它指向与电缆束在轴内延伸至法兰的走向一致的方向。右手的其余手指则指向机器人轴的正旋转方向。

#### 前提条件

- 在点动运行选项中已将轴设置为移动方式。
- 所需的点动倍率已经设定。
- 运行模式 T1

#### 操作步骤

- 按住使能开关。  
如果获得了运行许可，则轴名称在点动键旁白色高亮显示。
- 按下相应轴的正向或负向点动键，以使轴朝正向或负向运动。

## 4.15.4 用移动按笛卡尔坐标移动

### 说明

使用点动键可以在世界坐标系、基坐标系或工具坐标系中按笛卡尔坐标运行机器人。

### 前提条件

- 在点动运行选项中已将 **全局**、**基坐标** 或 **工具** 设置为移动方式。
- 在点动运行选项中已经设置了工具和所需的 TCP。
- 仅对于移动方式 **基坐标**: 在点动运行选项中已经设置了所需的基坐标系。



所有在 Sunrise.Workbench 中标记为基坐标系的坐标系可用作基坐标系。

- 所需的手动倍率已经设定。
- 运行模式 T1

### 操作步骤

- 按住使能开关。  
如果获得了运行许可，则名称在点动键旁白色高亮显示。
  - X、Y、Z: 用于沿设定坐标系的 X、Y 或 Z 轴线性运动的点动键
  - A、B、C: 用于绕设定坐标系的 X、Y 或 Z 轴旋转运动的点动键
  - R: 零空间运动的点动键  
(>>> [4.15.4.1 “零空间运动” 页面 62](#))
- 按下所需的正或负点动键，以使机器人朝正或反方向运动。

## 4.15.4.1 零空间运动

### 说明

有 7 根轴的轻型机器人的运动是冗余的。这表示，理论上它可以用无限多的轴配置移至工作空间中的任何点。

由于运动冗余，在笛卡尔运行时可以执行所谓的零空间运动。在零空间运动时相应旋转轴，使运动期间保持所设 TCP 的位置和姿态。

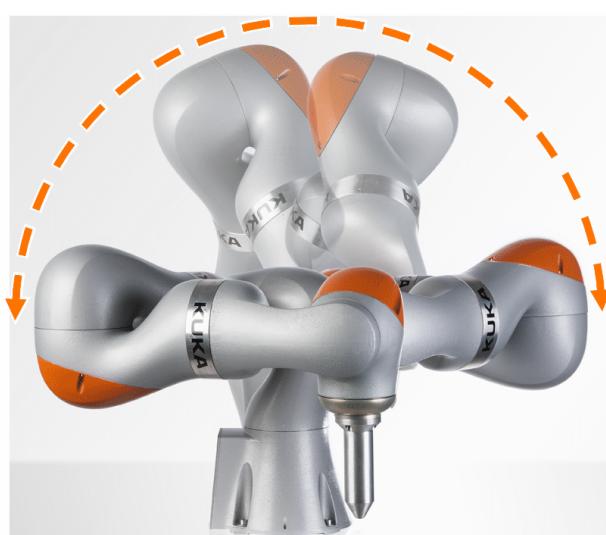


图 4-19: 零空间运动

## 属性

- 通过机器人臂的“肘”执行零空间运动。
- 肘的位置通过肘角 (R) 进行说明。
- 在用运行键进行笛卡尔运行时，可以更改肘角度 (R) 的位置。

## 用途

- 可以为已知的 TCP 位置和姿态应用最佳的轴配置。这主要在有限制的工作空间时有用。
- 在达到软件限位开关时，可以尝试通过改变肘角从限位开关中移出机器人。

## 4.16 手动引导机器人

### 说明

借助手动控制设备手动引导机器人。

手持控制设备示例：

- 介质法兰 Touch
- 脚踏开关作为使能装置

除 KRF 外，在所有运行模式下，都默认可以进行手动引导。但是，在站点配置中可配置不允许在自动运行模式下手动引导和/或在测试运行方式下手动引导。



#### 小心

在手动引导时，可能会将错误选择的参数（例如错误的载荷数据、错误的工具）或错误的信息（例如来自损坏的轴力矩传感器）解释为外力。这可能导致不可预料的机器人运动。



#### 小心

如果手动引导机器人，就必须安装一个操作员可随时触及的紧急停止装置。

### 前提条件

- 带安全使能装置（使能开关）的手持控制设备已有且已配置。
- 在所设定的运行模式下，已将手动引导配置为允许。
- 未选择任何应用或应用已暂停。

当应用处于以下状态其中之一时，会出现应用暂停：

- 已选
- 移动已暂停
- 错误



如果在应用激活期间给出手动引导确认，则该确认将导致应用暂停。

### 操作步骤

1. 按住手持控制设备上的确认开关。
2. 将 TCP 引导至所需的位置。
3. 到位后，松开确认键。

## 4.17 坐标系管理

### 4.17.1 视图坐标变换

#### 操作步骤

打开视图：

- 在站点层面 **坐标变换** 中选择。视图 **坐标变换** 打开。

#### 说明

该视图含有为站点创建的坐标系。在此可创建其它的坐标系和示教坐标系。通过示教应用空间中坐标系的位置和姿态以及相关的冗余信息。

- 已示教的坐标系可以手动接近。
- 已示教的坐标系可用作运动的目标点。如果执行一个应用和接近一个运动的目标坐标系，则要在视图 **坐标变换** 中将其选中。

(>>> [4.19.1 “显示当前执行运动的目标坐标系”](#) [页面 75](#))

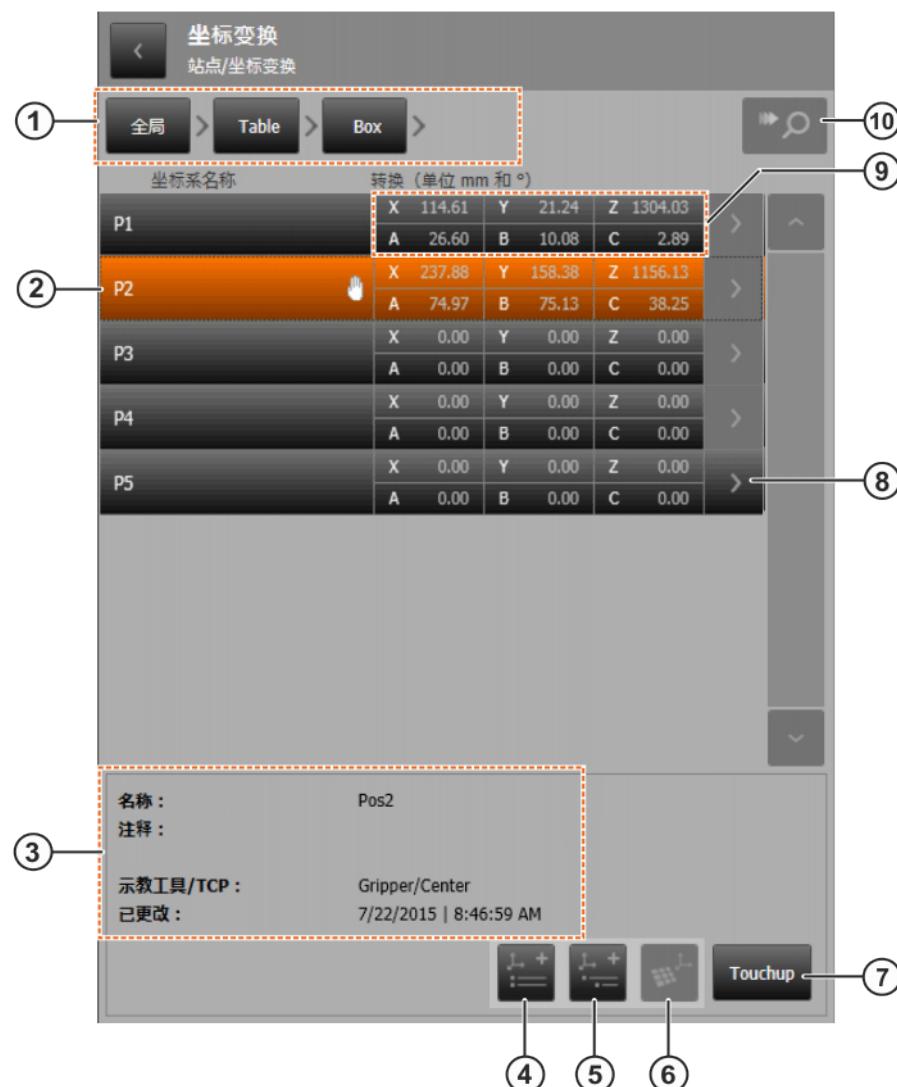


图 4-20：视图 坐标变换

序号	说明
1	坐标系路径 至当前显示的等级层面上坐标系的路径：从 <b>全局</b> 出发至直接父坐标系，在此为 <b>箱</b>
2	当前等级层面上的坐标系 可通过触摸选中一个坐标系。在此选中的坐标系用一个手符号进行了标记。该手符号表示可将该坐标系用作手动移动的基坐标系并可进行测定。
3	选中坐标系的属性 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 坐标系名称</li> <li>• 注释</li> <li>• 在示教坐标系时使用的工具</li> <li>• 最后一次修改的日期和时间</li> </ul>
4	按钮 <b>创建坐标系</b> 在当前显示的等级层面上创建一个坐标系。
5	按钮 <b>创建子坐标系</b> 通过该按钮可以为选中的坐标系创建一个子坐标系。如果未选中坐标系，则该按钮未激活。
6	按钮 <b>为手动移动设定基坐标系</b> 通过该按钮将在手动移动选项中选中的坐标系设定为手动移动的基坐标系。 (>>> <a href="#">4.15.1 “窗口手动移动选项” 页面 59</a> ) 只有在手动移动选项中选择了移动方式 <b>基坐标</b> 并在 Sunrise.Workbench 中将选中的坐标系标记为基坐标系时，该按钮才处于激活状态下。
7	按钮 <b>Touchup</b> 选中的坐标系可进行示教。如果未选中坐标系，则该按钮未激活。
8	按钮 <b>显示子坐标系</b> 通过该按钮显示一个坐标系的直接子元素。 只有在一个坐标系拥有子元素时，该按钮才处于激活状态下。
9	基于父坐标系的坐标系坐标
10	缩放按钮 只有在执行应用和接近一个运动的目标坐标系时，放大镜按钮才处于激活状态下。如果还没有显示，则可通过该按钮切换至目标坐标系。

## 4.17.2 创建坐标系

### 说明

如果用所需的 TCP 接近新坐标系的位置，则在创建时直接示教该坐标系。即在创建坐标系时自动将当前在手动移动选项中所选的 TCP 位置和姿态应用为坐标系坐标。

### 前提条件

- 带所需 TCP 的工具已在手动运行选项中进行了设置。  
(>>> [4.15.1 “窗口手动移动选项” 页面 59](#))

## 操作



只在机器人应用已暂停时，在手动移动选项中才有该应用工具可用。因此，建议不要将该应用工具用于示教坐标系。在手动移动选项中还有符合当前应用工具的工具可供选择（工具的对象模板）。可用该工具进行示教，替代应用工具。

- 运行模式 T1

## 操作步骤

## 创建新的坐标系：

- 用 TCP 接近所需的新坐标系位置。
- 触摸**创建坐标系**按钮。为该坐标系应用当前的 TCP 坐标。



在极端姿态时，即当轴位于边缘上或允许的轴范围之外时，无法创建坐标系。显示相应的错误信息。在该情况下，将轴移出极端位置并重新接近所需的位置。

- 如果要直接为新建的坐标系创建一个子坐标系，则现在用 TCP 接近所需的新子坐标系位置。
- 触摸**创建子坐标系**按钮。为新的子坐标系应用当前的 TCP 坐标。

## 创建新的子坐标系：

- 选中要为其创建子坐标系的坐标系。
- 用 TCP 接近所需的新子坐标系位置。
- 触摸**创建子坐标系**按钮。为新的子坐标系应用当前的 TCP 坐标。



在极端姿态时，即当轴位于边缘上或允许的轴范围之外时，无法创建坐标系。显示相应的错误信息。在该情况下，将轴移出极端位置并重新接近所需的位置。

## 4.17.3 重新示教坐标系

## 说明

一个坐标系的坐标可以通过 smartHMI 进行更改。为此，用所需的 TCP 移至坐标系的新位置并示教坐标系。此时应用新的位置和姿态。



如果已示教了坐标系，建议立即同步该项目，以便在 Sunrise.Workbench 中更新相应项目中的坐标系数据。



更多有关项目同步的信息参见系统集成商的操作及编程指南。

## 前提条件

- 带所需 TCP 的工具已在手动运行选项中进行了设置。  
(>> [4.15.1 “窗口手动移动选项”页面 59](#))



只在机器人应用已暂停时，在手动移动选项中才有该应用工具可用。因此，建议不要将该应用工具用于示教坐标系。在手动移动选项中还有符合当前应用工具的工具可供选择（工具的对象模板）。可用该工具进行示教，替代应用工具。

- 运行模式 T1

## 操作步骤

- 用 TCP 移至所需的坐标系位置。
- 在视图 **坐标变换** 中选中要示教其位置的坐标系。
- 按下 **Touchup**，为选中的坐标系应用当前的 TCP 坐标。

4. 在对话框 **应用 Touchup 数据** 中显示已示教点的坐标和冗余信息。按下 **应用**，以保存新的数值。



如果要更改坐标系，则更改对所有在其中使用该坐标系的应用有影响。已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。



图 4-21：应用 Touchup 数据

序号	说明
1	之前保存的数值
2	新值
3	之前保存的数值和新值之间的更改
4	手动运行的基坐标系 所有在对话中显示的坐标系的坐标值都基于在手动运行选项中为手动运行设置的基坐标系。通常，这些数值与基于其父坐标系的坐标值不同。 (>>> <a href="#">4.15.1 “窗口手动移动选项” 页面 59</a> )
5	示教时所用机器人和工具的相关信息 通过项目同步将这些坐标系属性应用到 Sunrise.Workbench 中。
6	已示教点的冗余信息 通过项目同步将这些坐标系属性应用到 Sunrise.Workbench 中。
7	坐标系当前位置和新位置之间的笛卡尔距离

#### 4.17.4 用手持控制设备示教坐标系

##### 说明

可以借助手持控制设备示教坐标系。在此，手动将 TCP 移至所需的位置上。除 KRF 运行模式之外，在所有的运行模式下，都默认支持手动引导。在站点配置中可配置不允许在测试运行下的手动引导和/或自动运行下的手动引导。



##### 小心

在手动控制时，可能会将错误选择的参数（例如错误的载荷数据、错误的工具）或错误的信息（例如由损坏的转矩传感器）解释为外力。这可能导致不可预料的机器人运动。



##### 小心

如果手动引导机器人，就必须安装一个操作员可随时触及的紧急停止装置。

##### 前提条件

- 带安全确认装置（确认开关）的手持控制设备已有且已配置。
- 带所需 TCP 的工具已在手动运行选项中进行了设置。
- 未选择机器人应用或机器人应用处于下列状态的其中之一：
  - 已选
  - 移动已暂停
  - 错误
- 视图 **坐标变换** 打开。
- 待示教的坐标系已创建。
- 在所设定的运行模式下允许手动引导。

##### 操作步骤

1. 按住手持控制设备上的使能开关。
2. 将 TCP 引导至所需的位置。
3. 到位后，松开使能开关。
4. 在视图 **坐标变换** 中选中要示教其位置的坐标系。
5. 按下 **Touchup**，为选中的坐标系应用当前的 TCP 坐标。  
在应用 **Touchup** 数据对话框中显示已示教点的坐标和冗余信息  
(>>> [图 4-21](#))。
6. 按下 **应用**，以保存新的数值。

#### 4.17.5 手动移向坐标系

##### 说明

可以用 PTP 或 LIN 运动手动移至示教的坐标系。在 PTP 运动时，以最快的路径移至坐标系，在 LIN 运动时，沿可预测的轨迹移至坐标系。

在以下情况下，在移至坐标系时将显示一个警告信息：

- 选择的工具与示教坐标系时所用的工具不一致。
- 选择的 TCP 与示教坐标系时所用的 TCP 不一致。
- TCP 坐标系的转换已更改。

但是，如果可达到坐标系，则可以接近。

##### 前提条件

- 坐标系已示教。

- 该坐标系可用所选的 TCP 接近。
- 运行模式 T1

## 操作步骤

1. 在视图 **坐标变换** 中选中所需的坐标系。
2. 在窗口 **移动方式** 中选择所需的移动方式。
3. 按住确认开关。
4. 按住启动键，直到达到了该坐标系为止。



如果选择的工作点已经位于目标位置上或无法用当前的设置达到坐标系，则机器人不执行运动。

## 4.18 执行程序

### 4.18.1 选择机器人应用程序

#### 操作步骤

- 在导航栏中，在 **应用** 下选择所需的机器人应用。应用视图打开并且机器人应用进入状态 **已选**。

#### 说明

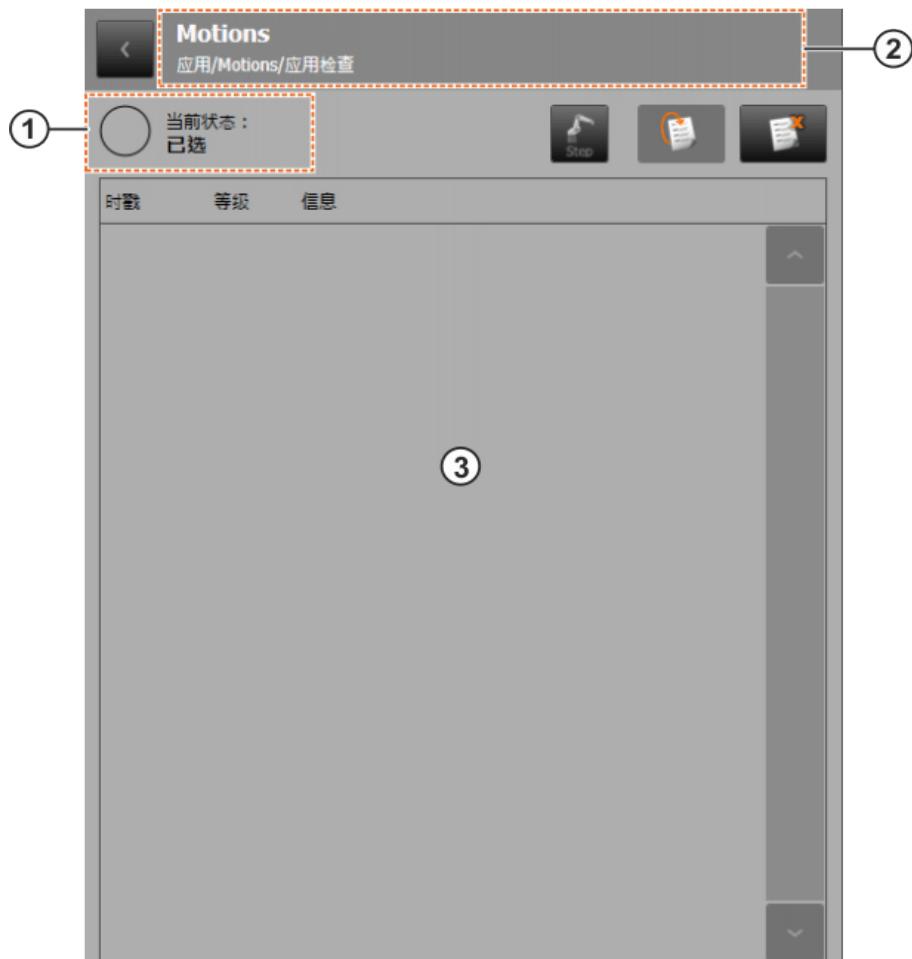


图 4-22: 应用视图 - 机器人应用已选

序号	说明
1	机器人应用的当前状态 以文本形式和符号显示状态。 (>>> “ <b>状态显示</b> ” <b>页面 70</b> )
2	机器人应用显示 显示所选择机器人应用的名称，在此为 <b>运动</b> 。
3	信息窗口 在此显示错误信息和在机器人应用中编程设定的用户信息。

## 状态显示

机器人应用可以接受以下状态：

图标	状态	说明
	已选	该应用已选。
	启动	初始化应用。
	设计型式	应用程序将被执行。
	移动已暂停	该应用已暂停。 如果通过 smartPAD 暂停应用，例如通过按下停止键，则只能停止运动的执行。在状态 <b>移动已暂停</b> 下执行其它指令，例如接通输出端，直到达到同步的运动指令为止。
	错误	在执行应用时出现一个错误。
	返回定位	重新定位机器人。应用已暂停，因为机器人已离开轨迹。
	停止	将应用重置到程序开端并进入状态 <b>已选</b> 。

## 启动键

在 smartHMI 的侧框上用符号显示可以通过启动键执行的功能。

图标	说明
	启动应用。 可以启动所选的应用或机器已暂停的应用。
	重新定位机器人。 如果机器人已离开轨迹，则必须对其进行重新定位，以可以继续应用。

## 停止键

在 smartHMI 的侧框上用符号显示可以通过停止键执行的功能。

图标	说明
	暂停应用。 可在自动模式下暂停正在运行的应用。
	如果机器人应用已暂停，则可以手动移动机器人。当前在已暂停应用中使用的工具和 TCP 没有自动设置为用于笛卡尔手动移动的工具和 TCP。 (>>> 4.15.1 “窗口手动移动选项” 页面 59)

## 4.18.2 设置程序运行方式

### 前提条件

- 未选择机器人应用或机器人应用处于下列状态的其中之一：
  - 已选
  - 移动已暂停
  - 错误
- 运行方式 T1 或 T2

### 操作步骤

- 打开窗口 **移动方式**。
  - 在 **调试选项** 下通过该按钮设置所需的程序运行方式。
    - 未勾选：标准模式下的程序运行
    - 勾选：分步模式下的程序运行
- (>>> 4.18.2.1 “程序运行方式” 页面 71)

### 4.18.2.1 程序运行方式

按键	说明
	标准模式 程序不停顿地运行，直至程序结尾。
	分步运行 程序在每一运动指令后暂停。对每一个运动指令都必须重新按下启动键。 <ul style="list-style-type: none"> <li>不轨迹逼近轨迹逼近运动的目标点，而是以精确停止接近。 例外：在激活分步运行前同步发送给机器人控制系统并在此等待执行的轨迹逼近运动在轨迹逼近点上停止。对于该运动，在继续时将运行轨迹逼近弧线。</li> <li>在样条运动时，将作为一个运动运行完整个样条组，然后停止。</li> <li>在 MotionBatch 时，不运行完整个 Batch，而是在所有单个 Batch 运动之后执行一次精确停止。</li> </ul>

## 4.18.3 设置手动倍率

### 说明

手动倍率决定了程序运行时的机器人速度。

手动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 250 mm/s，与所设定的倍率无关。

如果未激活由应用设定的应用倍率，则手动倍率等于实际移动机器人的有效程序倍率。

如果由应用程序设定的应用倍率已激活，则如下得出有效的程序倍率：

有效的程序倍率 = 手动倍率\*应用程序倍率

## 前提条件

- 机器人应用已选。

## 操作步骤

1. 触摸倍率按钮。倍率窗口自动打开。

(>>> [4.13 “倍率”窗口](#) 页面 56)

2. 如果未激活，请激活选项设置手动倍率。

选项	说明
	选项设置手动倍率已激活

3. 设置所需的手动倍率。可通过正负键或通过调节器进行设定。

- 正负键：倍率可以逐步设定为以下数值：100 %, 75 %, 50 %, 30 %, 10 %, 5 %, 3 %, 1 %, 0 %。
- 调节器：倍率可以以 1% 步距为单位进行更改。

4. 触摸按钮倍率或窗口之外的区域，以关闭该窗口。

## 可选的操作步骤

也可使用 smartPAD 右侧的正负按键来设定倍率。

以 100%、75%、50%、30%、10%、5%、3%、1%、0% 步距为单位进行设定。

## 4.18.4 启动向前的机器人应用程序（手动）

### 前提条件

- 机器人应用已选。
- 运行模式 T1 或 T2

### 操作步骤

1. 选择程序运行方式。

2. 按住确认开关。

3. 按下启动键并按住。执行机器人应用。

松开启动键，以暂停手动启动的机器人应用程序。如果机器人应用程序已暂停，则可以重置该应用程序。

## 4.18.5 启动向前的机器人应用程序（自动）

### 前提条件

- 机器人应用已选。
- 自动运行模式
- 不外部控制项目。

## 操作步骤

- 按下启动键。执行机器人应用。

按下停止键，以暂停在自动模式下启动的机器人应用程序。如果机器人应用程序已暂停，则可以重置该应用程序。

### 4.18.6 重置机器人应用程序

#### 说明

如果要从头重新启动已暂停的机器人应用，则必须将其复位。重置时将机器人应用重新设定到程序开端并进入状态 **已选**

用于重置应用的按钮位于导航栏的 **应用** 下：

按钮	说明
	<b>按钮重置</b> 只在机器人应用已暂停时，该按钮才处于激活状态。

#### 前提条件

- 机器人应用已暂停。

#### 可选的操作步骤

- 在导航栏中，在 **应用** 下选择按钮**重置**。

### 4.18.7 离开轨迹后重新定位机器人

#### 说明

由于以下事件，机器人可能偏离规划的轨迹：

- 触发不沿轨迹的停止
- 应用暂停时的手动移动

借助启动键可对机器人进行重新定位。重新定位表示，将机器人移回至之前所离开的笛卡尔位置。从那里可以继续应用。

返回轨迹上的运动的特性：

- 执行一个 PTP 运动。  
返回轨迹时的轨迹曲线与离开轨迹时不同。
- 以 20% 的最大轴速度和有效的程序倍率运行（有效的程序倍率 = 手动倍率\*应用程序倍率）。



重新定位时，当前设置的手动倍率无关紧要。

- 用应用中断时所设载荷数据移动。
- 用应用中断时所设调节器模式移动。

在重新定位时取消通过阻抗调节器额外接通的力或力振动。

#### 提示

如果要重新定位一个阻抗调节的机器人，则可能导致意外的机器人运动。因为要始终重新定位到额定位置，因此在阻抗调节的机器人时重新定位后的实际位置不必与离开轨迹时的实际位置一致。在接触的情况下，这可能导致意想不到的高力量。

在重新定位前将阻抗调节的机器人手动移到尽量接近离开轨迹时的位置上，从而避免这类现象发生。

**提示**

只有在返回至轨迹的路径上不会发生碰撞的情况下允许重新定位。如果不能确保，则要首先将机器人移至一个合适的、在重新定位时不会造成危险的位置上。

**操作步骤**

1. 在 T1 或者 T2 运行方式下：按住确认开关。
2. 按下启动键并按住。机器人返回到轨迹上。

**4.18.8 手动停止/启动后台应用程序**

可以随时通过 smartPAD 手动停止并重新启动后台应用，而不必为此按下确认开关。

**小心**

通过后台应用可以控制和监控外部设备，例如：抓爪。仅在当前未执行机器人应用或者由于紧急停止或缺少确认而暂停了机器人应用时，后台应用才能切换输出端。然后这可能导致，尽管已操作了紧急停止装置，抓爪仍闭合或打开。

因此，如果在运行正常的机器人上工作或者危险区域中有人，必须采取附加的安全措施。

**4.18.8.1 手动停止后台应用****前提条件**

- 执行后台应用。

**操作步骤**

- 在导航栏中，在 **应用** 下触碰带待停止后台应用的按钮。

**按键**

可停止后台应用的按钮显示该停止图标。状态显示为绿色。

符号	状态	说明
		执行后台应用。

**4.18.8.2 手动启动后台应用****前提条件**

- 后台应用已停止或已结束。

**操作步骤**

- 在导航栏中，在 **应用** 下触碰带待启动后台应用的按钮。

**按键**

可启动后台应用的按钮显示该启动图标。状态显示可能为灰色或红色。

符号	状态	说明
		后台应用已停止或已结束。
		后台应用已结束且出现一个错误。

## 4.19 显示功能

### 4.19.1 显示当前执行运动的目标坐标系

#### 说明

如果要在一个应用中接近坐标系树形图中的坐标系，则在视图 **坐标变换** 中对其进行标记。如果当前执行运动的目标坐标系在显示的等级层面中，则选中了一个具有一个箭头符号（3个箭头）的坐标系名称：

	X 586.45 A 180.00	Y 0.02 B 47.24	Z 555.34 C 179.99
--	----------------------	-------------------	----------------------

图 4-23：箭头符号标记当前的目标坐标系

如果目标坐标系按照等级位于显示的坐标系之下，则标记了一个按钮**显示子坐标系**，带附加箭头符号（3个箭头）：

Triangle	X 427.07 A 136.74	Y -401.86 B 47.22	Z 555.35 C 179.99	
----------	----------------------	----------------------	----------------------	--

图 4-24：按钮切换至当前的目标坐标系

借助视图 **坐标变换** 右侧区域中的放大镜按钮可以直接切换至当前的目标坐标系：

全局	
坐标系名称	转换 (单位 mm 和 °)
Start	X 586.45 A 180.00    Y 0.02 B 47.24    Z 555.34 C 179.99
Triangle	X 427.07 A 136.74    Y -401.86 B 47.22    Z 555.35 C 179.99

图 4-25：放大镜按钮可直接切换至当前的目标坐标系

如果不接近坐标系，则放大镜按钮未激活。

#### 前提条件

- 机器人应用已选。
- 应用状态 **设计型式** 或 **移动已暂停**
- 该运动使用在应用数据中创建的目标坐标系。

#### 操作步骤

- 在站点层面 **坐标变换** 中选择。视图 **坐标变换** 打开。
- 通过**显示子坐标系**按钮或放大镜按钮切换至目标坐标系。

### 4.19.2 显示轴特定的实际位置

#### 操作步骤

- 在机器人层面中选择摘要视图 **轴位置**。

## 说明

显示轴 A1 至 A7 的当前位置。此外，为所有轴显示（白色条柱）可在其中运动的区域（通过限位止挡限制）。

在机器人运行过程中，也能显示实际位置。

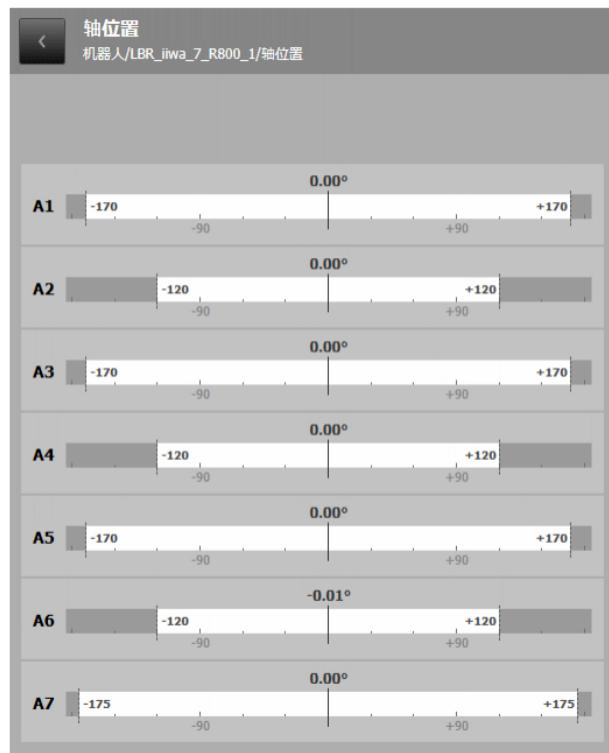


图 4-26：轴特定的实际位置

### 4.19.3 显示笛卡尔式实际位置

#### 操作步骤

1. 在机器人层面中选择摘要视图 **笛卡尔位置**。
2. 在窗口 **手动移动选项** 中选择 TCP 和基坐标系。

#### 说明

显示所选 TCP 的笛卡尔实际位置。这些数值基于在手动移动选项中设置的基坐标系。

显示含有以下数据：

- 当前位置 (X, Y, Z)
- 当前姿态 (A, B, C)
- 当前的冗余信息：状态、转角、冗余角度 (E1)
- 当前的工具、当前的 TCP 和当前的基坐标系

在机器人运行过程中，也能显示实际位置。



图 4-27: 笛卡尔实际位置

#### 4.19.4 显示轴特定的转矩

##### 操作步骤

- 在机器人层面中选择摘要视图 轴转矩。

##### 说明

显示轴 A1 至 A7 的当前转矩值。此外，为所有轴显示传感器的测量范围（白色条柱）。

如果超出一个关节上允许的绝对转矩，则所涉轴的深灰色区域将变为橙色。只有超出的范围变色（负值或正值部分）。



所显示数值的更新率有限制。因此，可能不显示短时出现的峰值。

显示含有以下数据：

- 当前的绝对转矩
- 当前的外部转矩



只在指定了正确的工具时，方能正确显示外部转矩。

- 当前工具

在机器人运行过程中，也可显示轴特定的转矩。



图 4-28：轴特定的转矩

#### 4.19.5 显示输入/输出端组并更改输出端的数值

##### 前提条件

为了更改输出端：

- 运行模式 T1 、 T2 或 KRF
- 如果**禁止在紧急停止时访问 I/O** 已经配置，则不允许激活安全停止，例如紧急停止。

##### 操作步骤

- 在导航栏中，在 **输入端/输出端组** 下选择所需的输入/输入端组。显示所选组的输入/输出端。
- 选中要更改的输出端。
- 在数字输入端时显示一个输入框：输入所需值。
- 按住确认开关。通过相关的按钮更改输出端的数值。

## 说明

## 操作



图 4-29: 一个输入/输出端组的输入/输出端

序号	说明
1	输入/输出端名称
2	输入/输出端的类型
3	输入/输出端数值 该值显示为十进制数。
4	用于更改选中输出端的按钮 提供的按钮取决于输出端的类型。(>>> “按钮” 页面 80) 如果无法设置标记的输出端，则按钮显示为灰色。例如在配置了 禁止在紧急停止时访问 I/O 并且安全停止激活时。
5	信号属性 显示已选中输入/输出端的属性和当前数值。
6	信号方向 该符号指出该信号是否涉及一个输入或输出端。

## 按钮

根据所选输出端的类型，有以下按钮可用：

按钮	说明
	将布尔输出端设定为数值 True (1)。
	将布尔输出端设定为数值 False (0)。
设定	将数字输出端设定为输入的数值。

## 信号方向

以下符号表示信号的方向：

图标	说明
	输出端的符号
	输入端的符号

## 输入/输出端类型

以下符号表示输入/输出端的类型：

图标	说明
	模拟信号的符号
	二进制信号的符号
	带正负号的数字信号的符号
	不带正负号的数字信号的符号

## 4.19.6 显示关于机器人和机器人控制系统的信息

### 操作步骤

- 在站点层面上选择摘要视图 信息。

### 说明

例如在向 KUKA 客户服务部咨询时会需要机器人系统的相关信息。

在节点之内显示以下信息：

节点	说明
站点	<p>站点信息</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>软件版本:</b> 已安装系统软件的版本</li> <li><b>站点服务器 IP:</b> 机器人控制系统的 IP 地址</li> <li><b>控制系统的序列号:</b> 机器人控制系统的序列号</li> </ul>
操作界面	<p>有关 smartHMI 的信息</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>连接 IP</b></li> <li><b>连接状态</b></li> </ul>
<机器人名称>/Type Plate	<p>机器人信息</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>系列号:</b> 已连接机器人的系列号</li> <li><b>连接的机器人:</b> 已连接机器人的类型</li> <li><b>安装的机器人:</b> 在由 Sunrise.Workbench 指定的机器人类型的站点配置中</li> <li><b>运行时间 [h]</b> 在驱动装置接通后，运行时间计数器开始运转。</li> </ul>

## 4.20 备份管理器

### 概览

如果在机器人控制系统上安装了备份管理系，则在 smartHMI 上有备份管理器的摘要视图可用。

备份管理器可实现手动备份和恢复机器人的数据。此外，还可在站点配置中预先配置，以一个特定的时间间隔自动备份数据。

将备份和恢复下列数据：

- 项目数据
- 已安装的软件编目
- 用户专用文件（目录 C:\KRC\ UserData）

备份的目标目录和恢复的源目录已预先配置：

- 机器人控制系统上的目录 D:\ProjectBackup
- 或者：已许用的网络目录



如果备份的目标目录在网络驱动器上，建议在调试时进行一次连接测试。测试时启动手动备份。如果该备份失败，例如因为一个错误的配置以致网络上的目标目录不可用，这将会显示在错误信息中。

### 用户权限

默认情况下，备份或恢复数据不需要特殊权限。如果安装了专家用户组，则默认用户不再允许执行这些功能。用户至少作为专家登录。

功能	操作人员	专家	安全调试人员
手动备份数据	✗	✓	✓
手动恢复数据	✗	✓	✓

#### 4.20.1 视图“备份管理器”

##### 前提条件

- 已安装备份管理器。

##### 操作步骤

打开视图：

- 在站点层面中选择机器人控制系统摘要视图，然后选择**备份管理器**摘要视图。

##### 说明

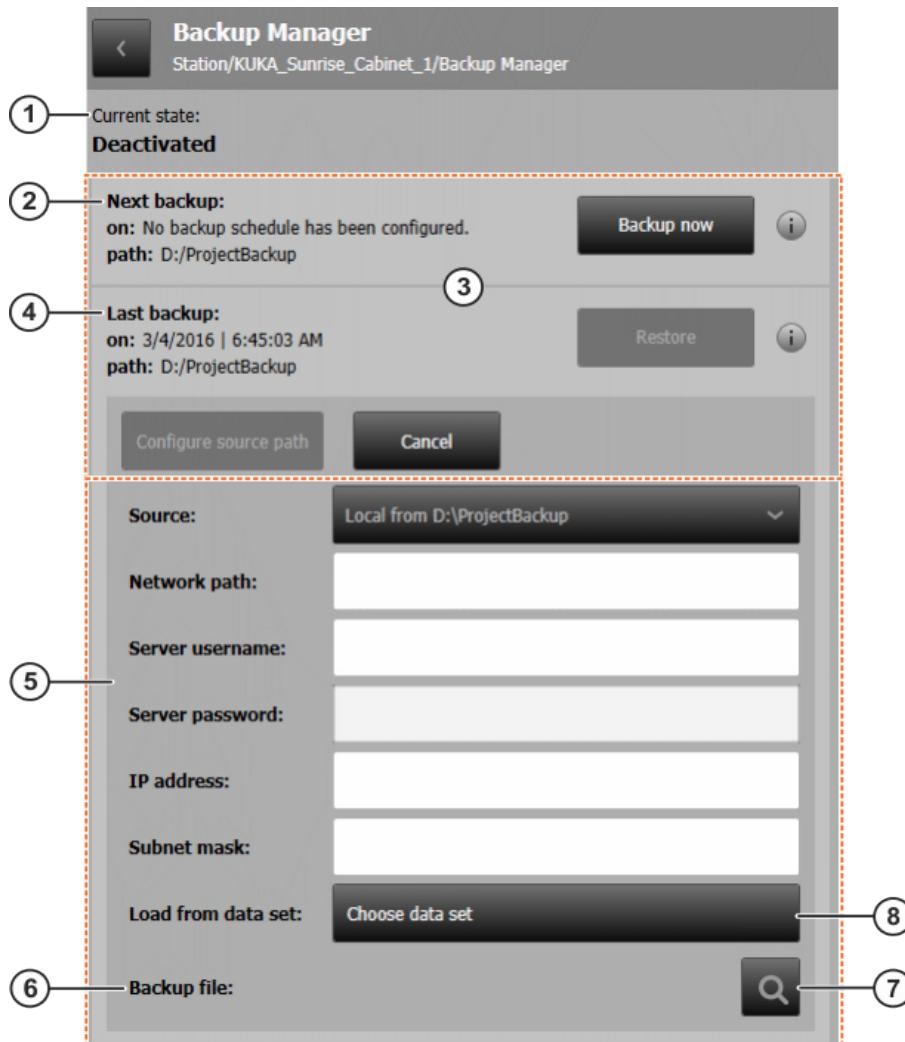


图 4-30：视图备份管理器

序号	说明
1	<p>备份状态显示</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>已停用</b>: 自动备份未配置。</li> <li><b>准备就绪</b>: 自动备份已激活。</li> <li><b>正在运行</b>: 备份正在运行（已手动或自动启动）。</li> </ul>
2	<p>关于下一个自动备份的信息（如果已激活）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日期和时间</li> <li>目标目录</li> </ul>

序号	说明
3	<p>“手动备份/恢复”区域 第一次打开视图时，只显示此分区及状态显示。这是默认视图。 此区域包含下列按钮：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>现在备份</b> (&gt;&gt;&gt; <a href="#">4.20.2 “手动备份数据”页面 83</a>)</li> <li>• <b>恢复</b> 只有在通过缩放按钮选中应恢复的备份后，方可激活此按钮。 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">4.20.3 “手动恢复数据”页面 84</a>)</li> <li>• <b>配置源路径</b> 显示“配置源路径”区域。此后该按钮处于未激活状态。</li> <li>• <b>取消</b> 重新显示“配置源路径”区域。在默认视图上该按钮处于未激活状态。</li> </ul>
4	<p>关于上次成功完成备份的信息</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 日期和时间</li> <li>• 目标目录</li> </ul>
5	<p>“配置源路径”区域 此处可以确定应恢复的源目录。默认情况下，通过站点配置确定的源目录已预设。 有下列源目录可供选择：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>本地目录 D:\ProjectBackup:</b> 源目录是指机器人控制系统上的目录 D:\ProjectBackup</li> <li>• <b>网络:</b> 源目录位于网络驱动器上 可配置至源目录的网络路径。 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">4.20.4 “配置用于恢复的网络路径”页面 84</a>)</li> </ul>
6	<p>关于恢复时所选的备份的信息</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 项目名称</li> <li>• 备份的日期和时间</li> </ul>
7	<p>缩放按钮 通过可选择应恢复的备份，打开对话框。该对话框显示在配置的源目录中所包含的所有备份。</p>
8	<p>按钮<b>载入数据组</b> 通过打开一个对话框可选择和应用预设的恢复配置。 只有在站点配置中配置了恢复配置文件并且文件按已配置的路径保存在机器人控制系统中之后，按钮才能激活。</p>

## 4.20.2 手动备份数据

### 说明

备份将按以下文件夹结构保存在目标目录中：

- IP 地址\_项目名称\BACKUP\_编号

## 操作

元素	说明
IP 地址	机器人控制系统的 IP 地址
项目名称	安装在机器人控制系统上的项目名称
编号	备份编号 具有最高编号的 BACKUP 文件夹总是包含最新的备份。

## 前提条件

- 未进行数据备份。

## 操作步骤

- 在**备份管理器**视图中触摸**现在备份**按钮。进行备份。

## 4.20.3 手动恢复数据

## 前提条件

- 没有选定任何应用程序。
- 不通过手动移动或者手动引导移动机器人。
- 未进行数据备份。

## 操作步骤

- 在**备份管理器**视图中触摸**配置源路径**按钮。
- 如果尚未预设，可选择要恢复的源。必要时，配置恢复所需的网络路径。  
(>>> [4.20.4 “配置用于恢复的网络路径” 页面 84](#))
- 触摸放大镜按钮。一个对话框自动打开。列出了在指定的源目录中可用的备份。
- 选中所需备份并触摸**选择**按钮。对话框关闭并显示所选备份的信息。
- 触摸**恢复**按钮。启动恢复。  
进度条会显示过程的进展程度。在机器人控制系统自动重启后，恢复完成。

## 4.20.4 配置用于恢复的网络路径

## 说明

网络参数可以手动输入或从预先配置的数据组中载入：

参数	说明
网络路径	至源目录的网络路径，例如 \\192.168.40.171\Backup\Restore
服务器用户名	网络路径用户名 只有当访问网络需要验证时，该参数才相关。
服务器密码	网络路径密码 只有当访问网络需要验证时，该参数才相关。
IP 地址	应恢复的机器人控制系统的 IP 地址
子网掩码	处于机器人控制系统 IP 地址中的子网掩码



机器人控制系统和服务器必须位于相同的 IP 地址范围内。可相应地选择应恢复的机器人控制系统的 IP 地址和子网掩码。

## 前提条件

从数据组中载入时：

- 在站点配置中，恢复配置文件已配置。
- 该文件已按所配置的路径保存在机器人控制系统上。

## 操作步骤

1. 在**备份管理器**视图中触摸**配置源路径**按钮。
2. 如果未进行预设定，则选择**网络**作为源。
3. 输入网络参数或加载数据。

如要载入数据组，按以下步骤操作：

- a. 触摸**载入数据组**按钮。对话框**可用的恢复配置**自动打开。所有可用的配置已列出。每个条目包含应恢复的机器人控制系统名称。其下面将会显示网络路径。
- b. 如要减少选项，可按照机器人控制器名称过滤这些条目。与此同时，在对话框中输入名称或一部分名称，例如 \* Controller。
- c. 选中所需条目并触摸**导入**按钮。



## 5 投入运行和重新投入运行

### 5.1 接通/关闭机器人控制系统

#### 提示

如果在关闭机器人控制系统时仍有应用在运行，则正在进行的运动将停止。这可能导致机器人的损坏。因此，只在无应用运行和机器人已停止时才允许关闭机器人控制系统。

#### 5.1.1 接通机器人控制系统

##### 说明

接通机器人控制系统时，系统软件会自动启动。

如果显示机器人控制系统 Boot (启动) 状态的状态显示发绿光，则说明机器人控制系统已准备就绪：

- 站点层面中的摘要视图 Boot 状态在机器人控制系统摘要视图之下

##### 操作步骤

- 将机器人控制系统上的总开关置于“I”位置。

#### 5.1.2 关闭机器人控制系统

##### 前提条件

- 无应用在机器人控制系统上运行。
- 机器人处于静止状态下。

##### 操作步骤

- 将机器人控制系统上的总开关调至位置“0”。

### 5.2 执行 PDS 固件升级

##### 说明

在重启机器人控制系统或恢复驱动连接时，为所有已连接的 PDS 检查当前的 PDS 固件是否与机器人控制系统上的固件版本一致。如果至少一个 PDS 上的固件版本旧于机器人控制系统上的版本，则必须进行 PDS 固件升级。

在摘要视图 设备状态 下显示以下错误信息：

**需要更新固件。**为了执行固件更新，在主菜单中选择“诊断”>“PDS 固件更新”。

##### 操作步骤

- 在主菜单中选择诊断 > PDS 固件更新。

启动升级并显示一个闭锁的对话框。升级期间锁闭 smartPAD 的用户输入功能。

提示
升级可能持续最长 5 个小时并且不允许中断：
<ul style="list-style-type: none"> <li>升级期间不要将机器人与机器人控制系统断开。</li> <li>升级期间不要将机器人控制系统与电源断开。</li> </ul> <p>如果中断升级，则机器人控制系统可能会进入错误状态并且再不能移动机器人。该错误只能由 KUKA 服务部排除。</p>

如果升级已成功完成，则关闭该对话框。

## 5.3 位置零点标定

### 说明

在位置零点标定时，将为一个确定的机器人机械轴位置分配一个电机角度。只能用已标定零点的机器人精确地接近已示教的位置。已删除零点的机器人只能在运行模式 T1 或 KRF 下按轴坐标手动运行。

### 流程

LBR 在每根轴中都拥有一个以霍尔效应为基础的零点标定传感器。轴的零点标定位置（零位）位于一个已定义磁感线的中间。如果在轴旋转时零点标定传感器在磁感线上运动，则它将自动识别轴的零点标定位置。

1. 在实际的零点标定之前，执行自动的搜索运行，以找到定义的预零点标定位置。
2. 如果搜索运行成功，则将轴运行至预零点标定位置。
3. 从预零点标定位置运行轴，使零点标定传感器在磁感线上运动。在此，将识别到轴零点标定位置时的电机位置保存为电机的零位。

如果搜索运行或零点标定失败，则中断该过程并且机器人保持静止。

### 概览

在零点标定时自动移向零点标定位置。如果针对该工具已经进行了一次工具偏量学习，则可以进行带不同工具的零点标定。

步骤	说明
1	无工具的零点标定 在不安装工具、工件或附加负载的情况下进行零点标定。
2	带工具的零点标定：偏量学习 可以为每个工具学习一个偏量。与无工具的零点标定之差值保存在机器人上。所学习的偏量在零点标定丢失后保持不变，机器人控制系统可以计算机器人的零点标定。
3	带工具的零点标定 如果已经学习工具的偏量，则可以在零点标定丢失后执行零点标定，而不必拆下工具。
4	检查零点标定 可以检查当前的零点标定。 应用范围： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 无工具的重新零点标定</li> <li>• 带工具的重新零点标定</li> <li>• 重新学习工具偏量</li> </ul> 可以对轴重新进行零点标定或学习新的偏量，不用删除轴的零点。



如果重新标定一个轴的零点，则其位置没有零点复归。这不会导致基于安全位置的安全功能受损。可移动机器人，但安全功能将不再具备安全完整性。如果使用基于安全位置的安全功能，则应对每个新标定零点的轴进行位置归零。否则，安全功能可能与所配置的功能冲突，为设备带来额外的危险。

### 5.3.1 执行无工具的零点标定

#### 说明

LBR 在已标定零点的状态下交货。因此，在首次投入运行时不需要进行无工具的零点标定。



在之前以 Sunrise.OS-Version <= 1.15 运行的机器人控制系统上进行系统软件升级后，必须重新进行无工具的零点标定。否则无法进行带工具的零点标定。

#### 前提条件

- 机器人上没有安装工具、工件或附加负载。
- 已经删除轴的零点。
- 运行模式 T1 或 KRF



只有始终相同的操作步骤才能确保零点标定的重复精度和可复制性。在零点标定时必须注意以下准则：

- 在轴的零点标定时，所有轴要处于肩立形姿态。如果这无法实现，则必须始终在相同的轴位置上进行零点标定。
- 始终按照相同的顺序进行各根轴的零点标定。



零点标定速度取决于设置的手动倍率。

#### 操作步骤

- 在机器人层面中选择摘要视图 **零点标定**。视图 **零点标定** 打开。
- 在工具选择中选择**无工具**。
- 按住确认开关。
- 按下已删除零点的轴的按钮 **零点标定**。  
首先通过搜索运行确定预零点标定位置。然后执行零点标定运行。成功进行零点标定之后，轴运行至确定的零点标定位置（零位）。
- 重复步骤 3 和 4，以标定其他轴的零点。

### 5.3.2 带工具的零点标定：学习偏量

#### 说明

如果工具装在机器人上，则零点标定位置会偏移。可以为每个工具学习该工具偏量。与无工具的零点标定的相应差值保存在机器人上。

只要已经学习了所有轴的工具偏量，就可以使用工具进行零点标定，而不用拆下该工具。



对于抓取重型工件的工具，不仅应学习该工具的偏量，而且还要学习抓取了工件的工具的偏量。为此必须在 Sunrise.Workbench 中将相应的工具创建为对象模板。



工具偏量直接保存在机器人上。存储空间可以保存多达 128 个不同工具。如要学习额外的工具偏量，必须先删除不再需要的工具偏量。这可以通过在 Sunrise.Workbench 的对象模板中移除相应的工具来实现。

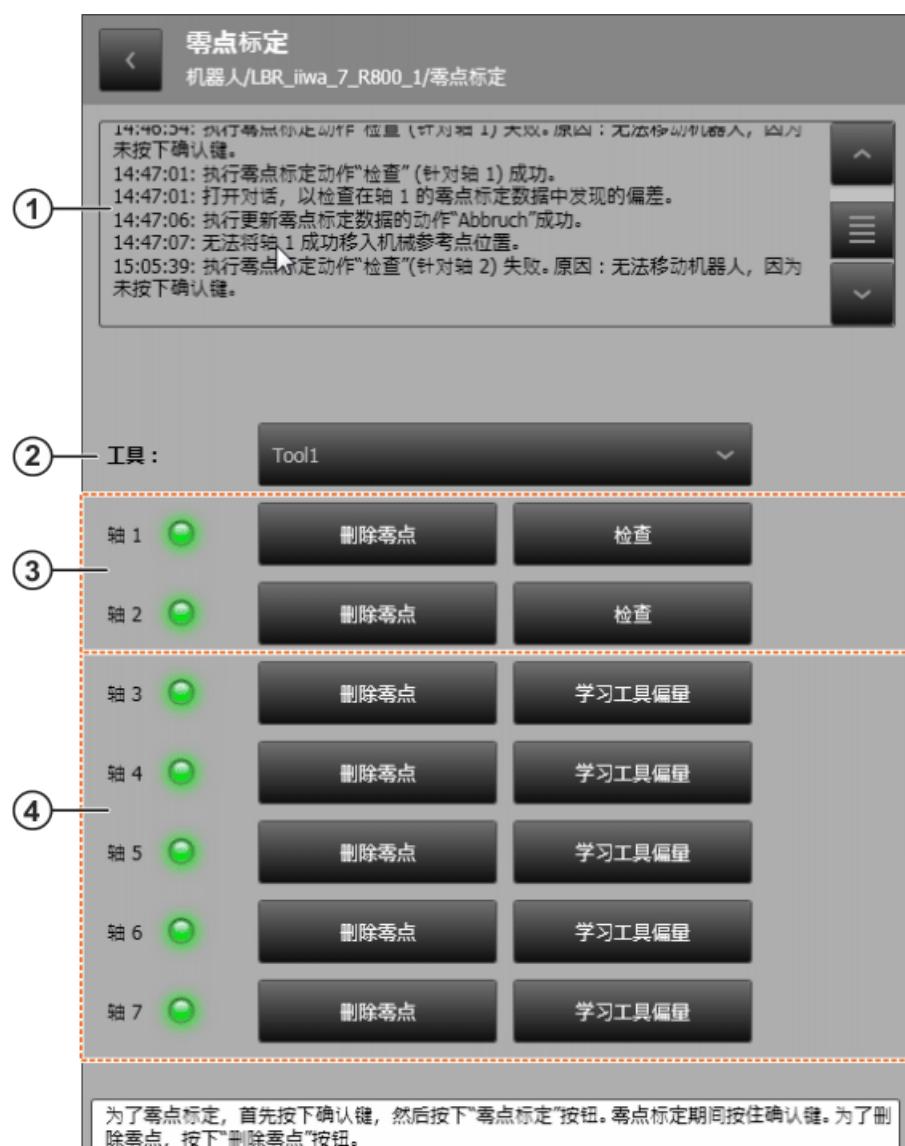


图 5-1: 学习工具偏量

- |        |           |
|--------|-----------|
| 1 信息窗口 | 3 带学习偏量的轴 |
| 2 工具选择 | 4 无学习偏量的轴 |

## 前提条件

- 所有轴都已标定零点。



如果已经删除某个轴的零点，并且尚未为所有轴学习工具偏量，则按钮**学习工具偏量**对于该轴不可用。

- 工具已经安装在机器人上。
- 在 Sunrise.Workbench 的对象模板中已创建工具并通过同步传输给机器人控制系统。
- 运行模式 T1 或 KRF



只有始终相同的操作步骤才能确保零点标定的重复精度和可复制性。在进行带工具的零点标定时必须注意以下规则：

- 在学习工具偏量时，应事先将所有轴都移到奇点，以便能够最佳地确定与负载相关的工具偏量。
- 带工具的零点标定必须总是在相同轴位上进行，与学习工具偏量一样。
- 始终按照相同的顺序进行各根轴的零点标定。



零点标定速度取决于设置的手动倍率。

## 操作步骤

1. 在机器人层面中选择摘要视图 **零点标定**。视图 **零点标定** 打开。
2. 选择安装在机器人上的工具。

### 提示

总是执行带工具的零点标定，该工具安装在机器人上。如果选择的工具不是安装在机器人上的工具，则机器人可能会以意外的方式移动。这可能造成工件、工具或机器人损坏。

3. 按住确认开关。
4. 按下已进行零点标定的轴的按钮 **学习工具偏量**。  
首先通过搜索运行确定预零点标定位置。然后执行零点标定运行。成功进行零点标定之后，机器人控制系统确定工具偏量并将轴移至零点标定位置（零位）。
5. 重复步骤 3 和 4，以学习其他偏量。

## 5.3.3 执行带工具的零点标定

### 说明

如果已经学习工具的偏量，则可以在零点标定丢失后执行零点标定，而不必拆下工具。

### 前提条件

- 工具已经安装在机器人上。
- 已经学习了工具的偏量。
- 已经删除了轴的零点
- 运行模式 T1 或 KRF



只有始终相同的操作步骤才能确保零点标定的重复精度和可复制性。在进行带工具的零点标定时必须注意以下规则：

- 带工具的零点标定必须总是在相同轴位上进行，与学习工具偏量一样。这里建议的轴位是奇点。
- 始终按照相同的顺序进行各根轴的零点标定。



零点标定速度取决于设置的手动倍率。

## 操作步骤

1. 在机器人层面中选择摘要视图 **零点标定**。视图 **零点标定** 打开。
2. 选择安装在机器人上的工具。

**提示**

总是执行带工具的零点标定，该工具安装在机器人上。如果选择的工具不是安装在机器人上的工具，则机器人可能会以意外的方式移动。这可能造成工件、工具或机器人损坏。

3. 按住确认开关。
4. 按下已删除零点的轴的按钮 **零点标定**。  
首先通过搜索运行确定预零点标定位置。然后执行零点标定运行。成功进行零点标定之后，轴运行至确定的零点标定位置（零位）。
5. 重复步骤 3 和 4，以标定其他轴的零点。

**5.3.4 检查零点标定****说明**

在检查已经进行零点标定的轴时，将执行零点标定运行，与当前所保存零点标定的差值显示在 smartHMI 上。如果已经检查带工具的零点标定，则还会显示与当前所保存工具偏量的差值。

根据已经发现的差值，可以评估是否必须更新所保存的零点标定位置或所学习的工具偏量，或者是否可以保留两个值（**取消**）。

**提示**

在更新机器人零点标定数据时，不再能正确移向已经示教的坐标系。因此必须在更新后重新示教已经示教的坐标系。如果不遵守这一点，则可能会造成财产损失。



图 5-2：更新零点标定数据

序号	说明
1	显示机器人的零点标定数据
2	显示工具偏量数据 仅当已经检查带工具的零点标定时才显示这些偏量数据。

序号	说明
3	按钮工具偏差 仅当已经检查带工具的零点标定时才显示该按钮。
4	之前保存的机器人零点标定值或工具偏量
5	新确定的机器人零点标定值或工具偏量
6	之前保存的和新确定的机器人零点标定值或工具偏量之差值

## 前提条件

- 如要检查带工具的零点标定：在机器人上装有一个已经进行过**学习工具偏量**的工具。
- 已经标定了轴的零点。
- 运行模式 T1 或 KRF



只有始终相同的操作步骤才能确保零点标定的重复精度和可复制性。在零点标定时必须注意以下准则：

- 必须总是在相同的轴位上进行零点标定。在进行无工具的零点标定时，建议采用肩立形姿态；在进行带工具的零点标定时，建议采用奇点。
- 始终按照相同的顺序进行各根轴的零点标定。



零点标定速度取决于设置的手动倍率。

## 操作步骤

- 在机器人层面中选择摘要视图 **零点标定**。视图 **零点标定** 打开。
- 如要检查无工具的零点标定，在工具选择中选择**无工具**，或者选择安装在机器人上的工具。

### 提示

总是执行带工具的零点标定，该工具安装在机器人上。如果选择的工具不是安装在机器人上的工具，则机器人可能会以意外的方式移动。这可能造成工件、工具或机器人损坏。

- 按住确认开关。
- 按下已进行零点标定的轴的按钮 **检查**。  
首先通过搜索运行确定预零点标定位置。然后执行零点标定运行。计算出的与当前所保存零点标定的差值显示在对话框**更新零点标定数据**中。
- 检查零点标定数据并执行所需的操作：
  - 仅当已经检查带工具的零点标定时才可以：按下**工具偏差**，以保存新的偏量数据。
  - 按下**机器人零点标定（校准）**，以保存新的零点标定数据。
  - 按下**取消**，以保留当前保存的零点标定值和工具偏量。
- 在对话框中显示，已经检查的轴在零点标定结束后移至零点标定位置（零位）。用 **Ok** 确认。
- 按下并按住确认开关，直至移动结束为止。
- 重复步骤 3 至 7，以检查其他的轴。

## 5.3.5 手动删除轴的零点

### 说明

已保存的轴零点标定位置可以删除。以此删除轴的零点。在删除零点时不执行运动。

## 前提条件

- 运行方式 T1

## 操作步骤

- 在机器人层面中选择摘要视图 零点标定。视图 零点标定 打开。
- 按下已进行零点标定的轴的按钮 **删除零点**。删除轴的零点。

## 5.4 测量



如果已完成了测量，建议立即同步该项目，以便在 Sunrise.Workbench 中更新相应项目中的测量数据。



更多有关项目同步的信息参见系统集成商的操作及编程指南。

### 5.4.1 测定工具

#### 说明

进行工具测定时，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）。

工具坐标系的原点位于用户确定的一个点上。此点称做 TCP (Tool Center Point, 工具中心点)。通常 TCP 设在工具的工作点上。一个工具可以拥有多个 TCP。

工具测定的优点：

- 工具可以在作业方向上直线移动。
- 工具可环绕 TCP 旋转，无须更改 TCP 的位置。
- 在程序运行中：沿着 TCP 上的轨道保持已编程的运行速度。

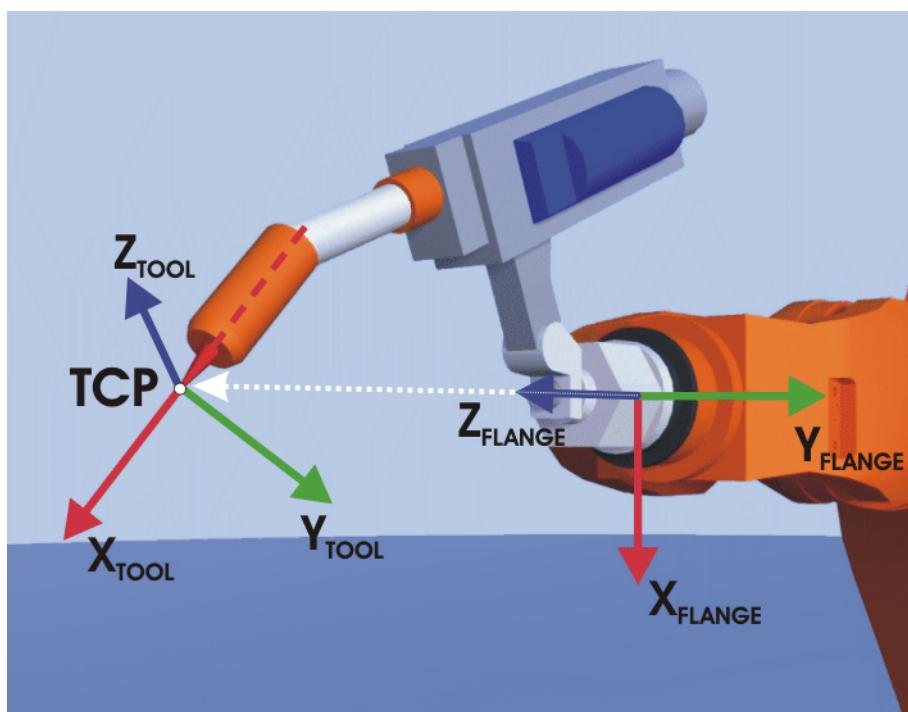


图 5-3: TCP 测量原理

## 概览

工具测定由以下步骤组成:

步骤	说明
1	<p><b>确定工具坐标系统的原点</b></p> <p>以下方法可供选择:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• XYZ 4 点 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">5.4.1.1 "测定 TCP : XYZ 4 点法" 页面 95</a>)</li> </ul>
2	<p><b>确定工具坐标系统的姿态</b></p> <p>以下方法可供选择:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ABC 2 点 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">5.4.1.2 "确定姿态: ABC 2 点法" 页面 97</a>) 对于与安全相关的工具不提供该方法。</li> <li>• ABC 世界 (&gt;&gt;&gt; <a href="#">5.4.1.3 "确定姿态: ABC 世界法" 页面 98</a>)</li> </ul>



如果已完成了测量, 建议立即同步该项目, 以便在 Sunrise.Workbench 中更新相应项目中的测量数据。

### 5.4.1.1 测定 TCP : XYZ 4 点法

#### 说明

用待测定刀具的 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。

这 4 个移至参照点的法兰位置必须保持一定的最小距离。如果各点相互之间过近, 则无法保存位置数据。将输出相应的错误信息。

可以通过测定时确定的转换误差判断测定的质量。如果该误差超出规定的极限值, 则建议再次测定 TCP。

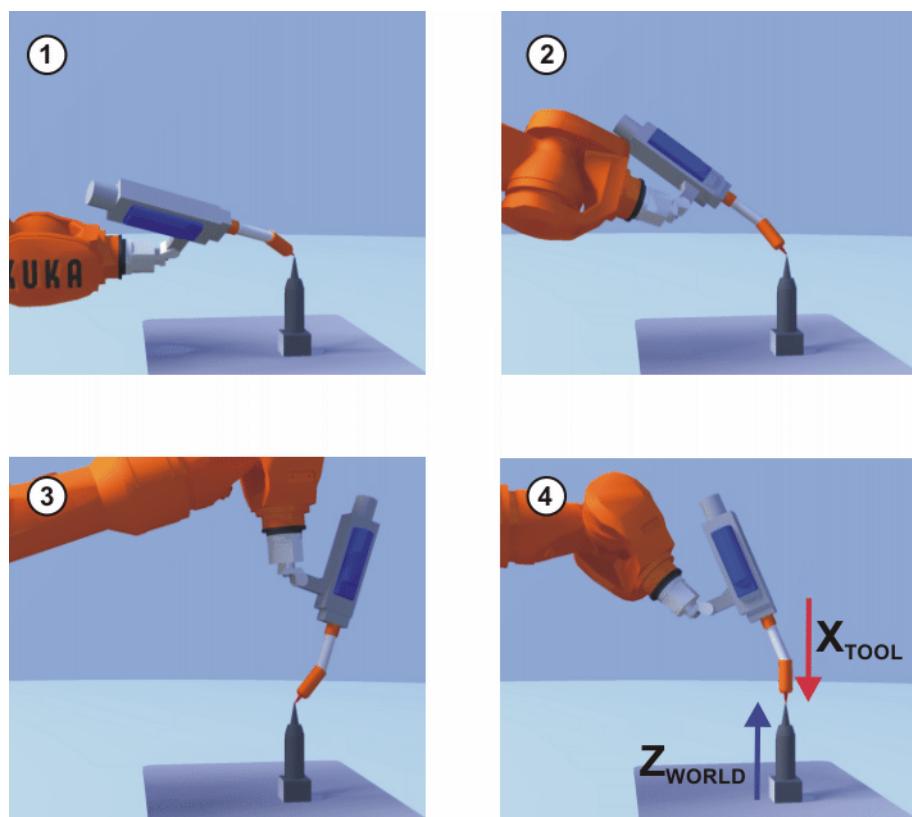


图 5-4: XYZ 4 点法

## 前提条件

- 连接法兰处已经安装了待测定的工具。
- 待测定的工具和用作 TCP 的坐标系已创建在项目的对象模板中并且通过同步传输给机器人控制系统。
- 运行模式 T1

## 操作步骤

1. 在机器人层面中选择 **测量 > 工具测量**。视图 **工具测量** 打开。
2. 选择待测定的工具和相关的 TCP。
3. 选择方法 **TCP 测量(XYZ 4 点)**。将该方法的测量点显示为按钮:
  - **测量点 1 ... 测量点 4**
 为了可以记录测量点，必须已将其选中（按钮为橙色）。
4. 将 TCP 移至任一个参考点。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
5. 将 TCP 从另一个方向移至参考点。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
6. 重复第 5 步 2 次。
7. 点击**确定工具数据**。在对话框 **应用工具数据** 中显示测定数据和确定的计算误差。
8. 如果计算误差超出最大允许的数值，则显示一个警告。按下 **中断** 并重新测定 TCP。
9. 如果计算误差在配置的极限之内，则按下 **应用**，以保存测定数据。
10. 关闭测定视图或用 ABC 2 点或 ABC 世界法确定工具坐标系的姿态。
   
(>>> **5.4.1.2 “确定姿态: ABC 2 点法” 页面 97**)
   
(>>> **5.4.1.3 “确定姿态: ABC 世界法” 页面 98**)

### 5.4.1.2 确定姿态：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，机器人控制系统可得知工具坐标系的轴数据。

这些点必须保持一个特定的最小距离。如果各点相互之间过近，则无法保存位置数据。输出相应的错误信息。

在工具拥有用于用户定向的边角时使用该方法。此外，在必须特别精确地确定轴方向时使用该方法。

对于与安全相关的工具不提供该方法。

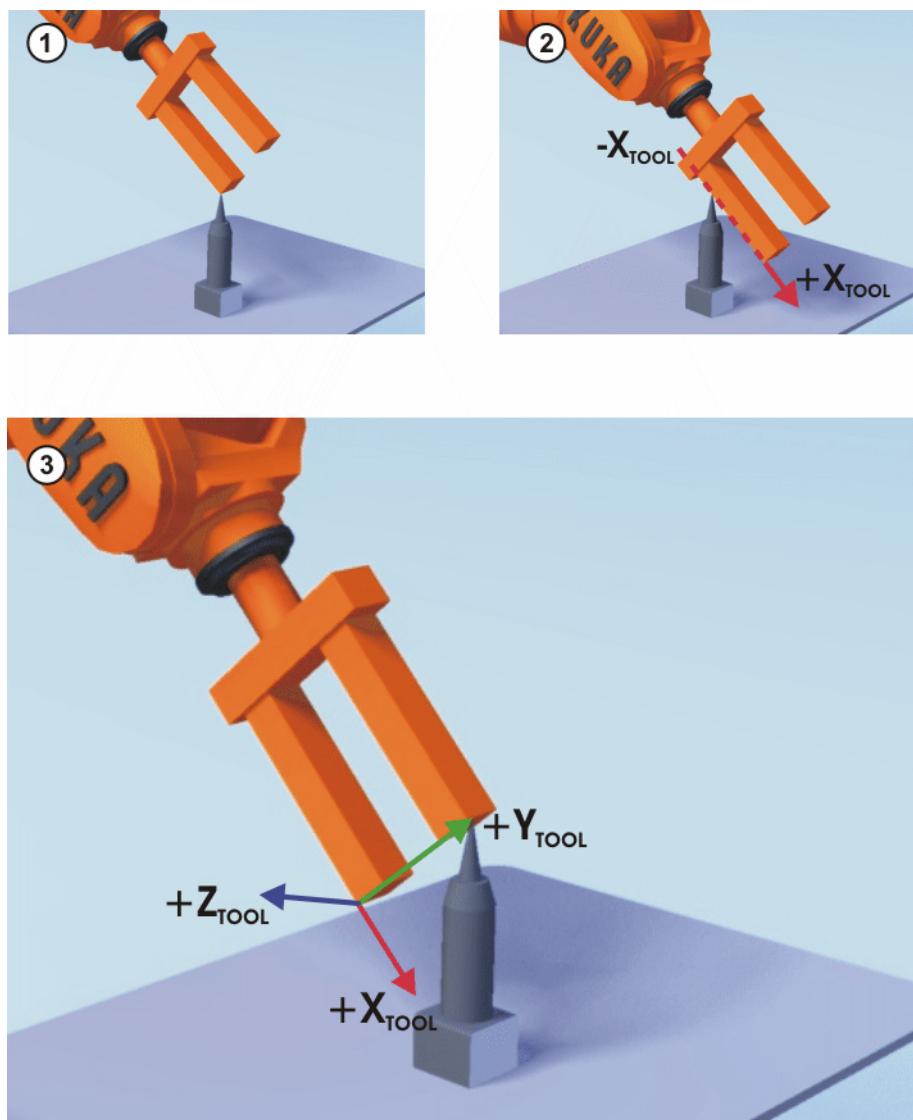


图 5-5: ABC 2 点法

#### 前提条件

- 连接法兰处已经安装了待测定的工具。
- 工具的 TCP 已测量。
- 运行模式 T1

#### 操作步骤

1. 只在 TCP 测定之后关闭了测定视图时：  
在机器人层面中选择 **测量 > 工具测量**。视图 **工具测量** 打开。

2. 只在 TCP 测定之后关闭了测定视图时:  
选择已安装的工具和相关的工具 TCP。
3. 选择方法 **确定姿态(ABC 2 点)**。将该方法的测量点显示为按钮:
  - TCP
  - 负 X 轴
  - XY 平面上的正 Y 值

为了可以记录测量点，必须已将其选中（按钮为橙色）。
4. 将 TCP 移至任一个参考点。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
5. 移动工具，使参照点在 X 轴上与一个为负值 X 的点重合（即向着作业方向）。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
6. 移动工具，使参照点在 X、Y 平面上与一个为正值 Y 的点重合。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
7. 点击**确定工具数据**。在对话框 **应用工具数据** 中显示测定数据。
8. 按下 **应用**，以保存测定数据。

### 5.4.1.3 确定姿态: ABC 世界法

#### 说明

用户将工具坐标系的轴平行对齐世界坐标系的轴。机器人控制系统以此得知工具坐标系的姿态。

此方法有两种方式:

- **5D:** 用户将工具的作业方向告知机器人控制系统。该作业方向被默认为 X 轴。其它轴的姿态将由系统确定，用户无法改变。  
系统总是为其它轴确定相同的姿态。如果之后必须对工具重新进行测定，比如在发生碰撞后，仅需要重新确定作业方向。而无需考虑作业方向的转度。
- **6D:** 用户将所有 3 根轴的方向告知机器人控制系统。

在工具上无用户可用于定向的边缘时使用该方法，例如圆形工具，如涂胶或焊接喷嘴。

#### 前提条件

- 连接法兰处已经安装了待测定的工具。
- 工具的 TCP 已测量。
- 运行模式 T1

#### 操作步骤

1. 只在 TCP 测定之后关闭了测定视图时:  
在机器人层面中选择 **测量 > 工具测量**。视图 **工具测量** 打开。
2. 只在 TCP 测定之后关闭了测定视图时:  
选择已安装的工具和相关的工具 TCP。
3. 选择方法 **确定姿态(ABC 世界)**。
4. 选择选项 **ABC 5D 世界** 或 **ABC 6D 世界**。
5. 如果选择了 **ABC 5D 世界**:  
 $+X_{TOOL}$  与  $-Z_{WORLD}$  平行对齐。 $(+X_{TOOL} = \text{加工方向})$   
如果选择了 **ABC 6D 世界**:  
如下调整工具坐标系的轴:
  - $+X_{TOOL}$  与  $-Z_{WORLD}$  平行。 $(+X_{TOOL} = \text{作业方向})$
  - $+Y_{TOOL}$  与  $+Y_{WORLD}$  平行

- $+Z_{TOOL}$  与  $+X_{WORLD}$  平行

6. 点击 **确定工具数据**。在对话框 **应用工具数据** 中显示测定数据。
7. 按下 **应用**，以保存测定数据。

## 5.4.2 测定基坐标系。3 点法

### 说明

进行基坐标测定时，用户给选中为基坐标系的坐标系分配一个笛卡尔坐标系（基坐标系）。基坐标系的原点位于用户确定的一个点上。

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。
- 可以基于基坐标系示教这些点。如果必须移动基坐标系，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。

在 3 点法时，接近一个基坐标系的原点和 2 个其它的点。这 3 个点定义了基坐标系。

这些点必须与原点保持一定的最小距离和直线之间的最小角度（原点 - X 轴和原点 - XY 平面）。如果这些点相互间过近或者直线之间的角度过小，则无法保存位置数据。将输出相应的错误信息。

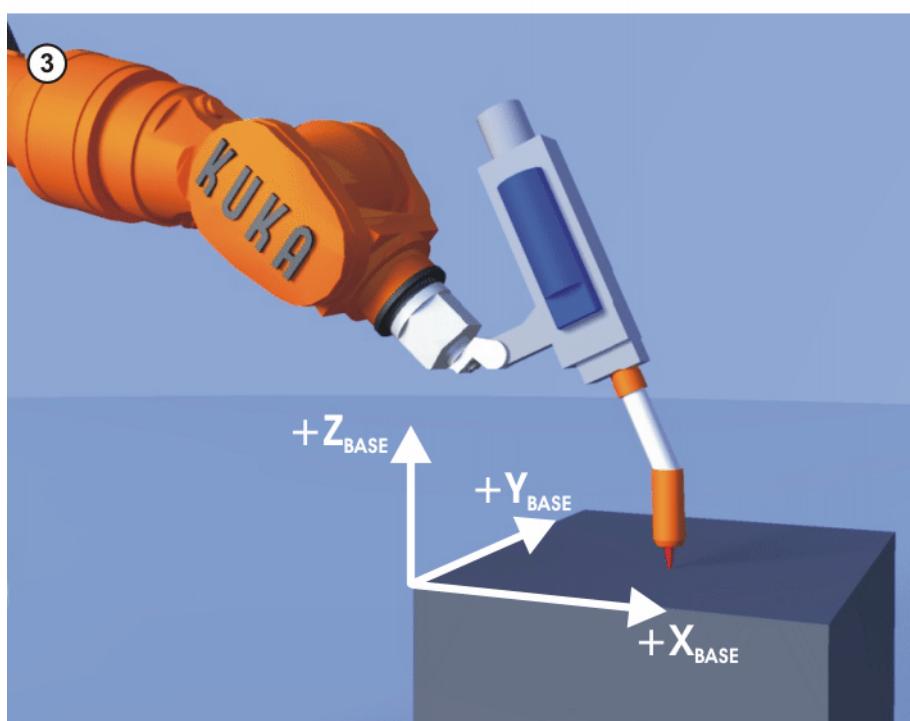
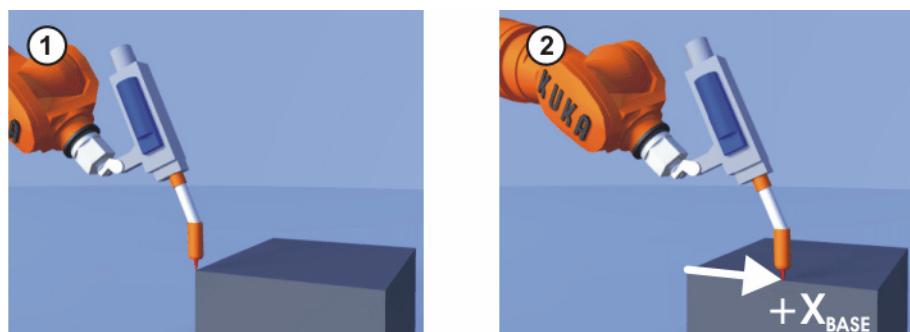


图 5-6: 3 点法

## 前提条件

- 在连接法兰上装有一个已测定的工具。
- 在项目的应用数据中已将待测定的坐标系标记为基坐标系并通过同步传输给机器人控制系统。
- 运行模式 T1

## 操作步骤

1. 在机器人层面中选择 **测量 > 基坐标测量**。视图 **基坐标测量** 打开。
  2. 选择待测定的基坐标系。
  3. 选择已安装的工具和用其接近基坐标系测量点的工具 TCP。
- 将 3 点法的测量点显示为按钮：
- 原点
  - 正 X 轴
  - XY 平面上的正 Y 值
- 为了可以记录测量点，必须已将其选中（按钮为橙色）。
4. 用 TCP 接近坐标系的原点。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
  5. 用 TCP 接近基坐标系正 X 轴上的一点。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
  6. 用 TCP 在 XY 平面上接近带正 Y 值的一点。点击**记录测量点**。为选中的测量点应用并显示位置数据。
  7. 点击**确定基坐标系数据**。在对话框 **应用基本数据** 中显示测定数据。
  8. 按下 **应用**，以保存测定数据。

## 5.5 执行制动测试

### 说明

如果在测试一个制动器时暂停制动测试应用（例如通过按下 smartPAD 上的启动键或通过停止请求），则中断轴的制动测试。

如果继续制动测试应用，则为所涉的轴重复事先中断的制动测试。如果轴不再位于启动已中断制动测试的位置上，则必须通过按下启动键重新定位该轴。只在此之后方可继续应用。

## 前提条件

- 制动测试应用已配置并且位于机器人控制系统上。
- 在机器人的运动区域中无人员或物品。
- 程序运行方式 **Continuous**（标准模式）
- 机器人达到工作温度。

## 操作步骤

- 选择并启动制动测试应用。
  1. 如果已配置（选项 LBR iiwa）：按照轴分析运动顺序期间测量的转矩，并且为所有轴确定此时出现的最大绝对转矩。  
在 smartHMI 上输出分析的结果。
  2. 依次测试制动器，从轴 A1 开始。  
在 smartHMI 上为每根轴输出制动测试的结果。

**警告**

如果不能保证一个制动器的功能性并关闭驱动装置，则机器人可能会倒下。  
如果制动测试时将一根轴的制动器检测为已损坏（测试结果 = “Failed”），则必须立即回收该机器人。

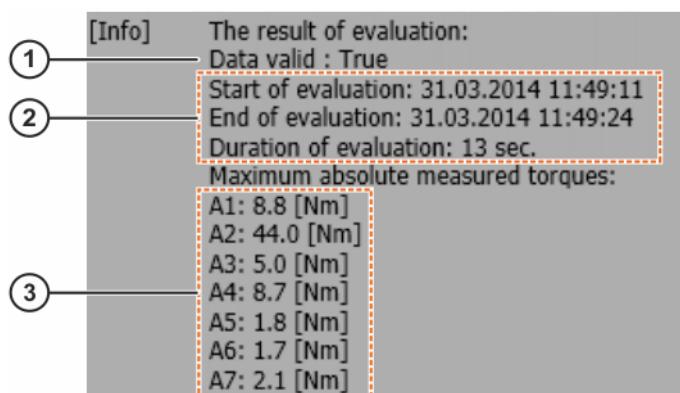
**5.5.1 最大绝对转矩分析的结果（显示）**

图 5-7：最大绝对转矩的分析结果

项号	说明
1	适用性 显示确定的数据是否有效。如果在处理指令时未出错，这些数据有效。
2	时间信息 分析的开始时间、结束时间和总时长。
3	确定的数据 为每根轴显示在分析时确定的最大绝对转矩。

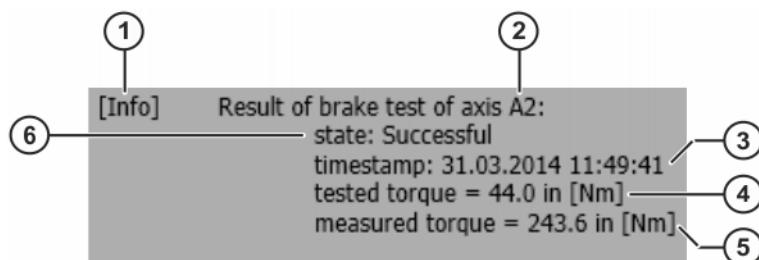
**5.5.2 制动测试的结果（显示）**

图 5-8：轴 A2 的制动测试结果

序号	说明
1	<p>日志级别 取决于制动测试的结构，输出带特定日志级别的信息。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Info:</b> 制动测试已成功执行。</li> <li>• <b>Warning:</b> 已达到待测试的保持力矩，但是制动器制动不足或过度。</li> <li>• <b>Error:</b> 制动测试无法执行或失败。</li> </ul>
2	已测试的轴
3	时间戳 已经为轴启动制动测试的时间
4	待测试的保持转矩
5	测得的保持转矩
6	<p>制动测试结果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Untested:</b> 尚未执行制动测试。 日志级别: <b>Error</b></li> <li>• <b>Unknown:</b> 由于故障未能执行制动测试或者制动测试已中断。 日志级别: <b>Error</b></li> <li>• <b>Failed:</b> 制动测试失败。测得的保持转矩低于待测试的保持转矩。制动器损坏。 日志级别: <b>Error</b></li> <li>• <b>Warning:</b> 测得的保持转矩低于待测试保持转矩加上其 5%。 制动器达到了磨损极限并且将在不久就会被识别为损坏。 日志级别: <b>Warning</b></li> <li>• <b>Excessive:</b> 测得的保持转矩大于最大的制动器保持转矩。用制动器停止可能导致机器的损坏。 日志级别: <b>Warning</b></li> <li>• <b>Maximum unknown:</b> 待测试保持转矩已达到，但是无法针对最大的制动器保持转矩测试制动器。成功完成制动测试！ 日志级别: <b>Info</b></li> <li>• <b>Successful:</b> 测得的保持转矩高于待测试保持转矩加上其 5%。制动器的功能正常。 日志级别: <b>Info</b></li> </ul>

## 6 诊断

### 6.1 显示记录

#### 说明

在 smartHMI 上显示事件的记录和系统状态更改。

#### 操作步骤

1. 打开站点层面和机器人层面。
2. 选择摘要视图 **协议**。视图 **协议** 打开。

如果通过机器人层面打开视图，则默认情况下只显示涉及在导航栏中所选机器人的记录条目。

#### 6.1.1 视图协议

##### 概览



图 6-1: 记录视图

序号	说明
1	按钮 <b>更新</b> 更新显示的记录条目。默认情况下，在更新之后，最新的条目显示在最上方。如果时间筛选器已激活，则最久的条目显示在最上方。
2	记录条目列表 (>>> “ <b>日志事件</b> ” <b>页面 104</b> )
3	按钮 <b>筛选设置</b> 打开窗口 <b>筛选设置</b> ，在该窗口中可按照不同的标准筛选记录条目。
4	筛选器设置显示 此处将显示当前激活的筛选器。

## 日志事件

记录条目含有各个日志事件的不同信息。



图 6-2: 日志事件信息

序号	说明
1	事件的日志级别 (>>> “ <b>日志级别</b> ” <b>页面 104</b> )
2	日志事件的日期和时间（机器人控制系统的系统时间）
3	日志事件的来源（机器人或站点）
4	详情显示最大化/最小化的按钮 如果一个事件有多于 2 个标志，则该按钮可用。
5	日志事件的标志（详情显示） 默认情况下，每个事件最多显示 2 个标志。
6	日志事件的类别或简要说明

## 日志级别

事件的日志级别通过以下符号表示：

图标	说明
错误	将导致系统错误状态的临界事件
警告	可能导致错误的临界事件
信息	非临界事件或状态变化的相关信息

## 6.1.2 筛选记录条目

### 前提条件

- 视图 **协议** 已打开。

### 操作步骤

- 触摸按钮**筛选设置**。**筛选设置** 窗口打开。
- 通过相关的按钮选择所需的筛选器。
- 触摸按钮 **筛选设置** 或窗口之外的区域。  
关闭窗口 **筛选设置** 并激活所选的筛选器。



通过关闭视图 **协议** 重置筛选器。如果重新打开视图，则默认设置重新处于激活状态。

### 说明



图 6-3: 筛选器设置窗口

序号	说明
1	<p><b>筛选器 来源</b> 可以根据引起日志事件的来源筛选记录条目。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>站点:</b> 显示所有涉及现场总线站点和输入/输出端的记录条目。</li> <li><b>机器人:</b> 只显示涉及在导航栏中所选机器人的记录条目。</li> </ul> <p>在站点层面上默认的记录选择：所有来源已选。</p> <p>在机器人层面上默认的记录选择：来源是在导航栏中所选的机器人。</p>
2	<p><b>筛选器 时间间隔</b> 可以激活一个时间筛选器，以便只显示特定时间段的记录条目。</p> <p>默认：<b>所有</b>（未激活时间筛选器）</p>
3	<p><b>筛选器 级别</b> 可以根据日志级别筛选记录条目。</p> <p>默认：<b>信息、警告、错误</b>（未激活日志级别筛选器）</p>

## 6.2 显示病毒扫描器信息

### 说明

该视图**病毒扫描器**含有下列数据：

- **病毒扫描器状态：** 已激活/未激活
- **病毒定义文件的版本：** 病毒定义文件的版本
- 关于已发现病毒的信息

已发现病毒的信息包括下列数据：

- 病毒名称
- 感染病毒所在的文件名称，包括路径
- 病毒发现日期和时间

如果发现病毒，摘要视图**病毒扫描器**的状态显示就切换至“警告”状态。受病毒感染的文件会被自动置于隔离状态。



如果机器人因发现病毒而不能再运行，有下列补救方式：

- 在机器人控制系统上重新安装系统软件。
- 如果机器人仍然不运行，创建诊断包 **KRCDiag** 并联系 KUKA 服务部门。

### 前提条件

- 病毒扫描器已安装。

### 操作步骤

- 在站点层面中选择机器人控制系统摘要视图，然后选择摘要视图**病毒扫描器**。视图 **病毒扫描器**打开。



病毒扫描器的信息也可通过摘要视图**协议**显示出来。

## 6.3 为 KUKA 的错误分析收集诊断信息

错误分析时，需要机器人控制系统的 KUKA Customer Support 诊断数据。

为此生成一个名称为 **KRCDiag** 的 ZIP 文件，它可以存档在机器人控制系统上的 D:\DiagnosisPackages 下或者一个插在机器人控制系统上的 U 盘上。该诊断包 **KRCDiag** 含有 KUKA Customer Support 分析错误时所需的数据。这里也包括有关系统资源的信息、机器数据和其它许多数据。

也可以通过 Sunrise.Workbench 访问诊断信息。此时，从机器人控制系统中载入现有的诊断包或创建一个新的包。



将项目和应用应用到诊断包中。建议单独传输这些数据，因为它们可能含有故障查找的重要信息。



建议：尽量只在机器人停止时收集诊断信息。



如果在应用运行时收集诊断信息失败，则停止和取消应用并重新启动诊断过程。

### 6.3.1 通过 smartHMI 创建诊断包

#### 说明

用该操作步骤可以创建诊断包 **KRCDiag** 并存档在机器人控制系统上的 D:\DiagnosisPackages 下或一个 U 盘上。

## 操作步骤

1. 存档在一个 U 盘上时：将 U 盘插接在机器人控制系统上并等待，直到 U 盘上的 LED 长亮为止。
2. 在主菜单 **诊断 > 中创建诊断包** 并选择所需的存储位置：
  - 硬盘
  - U 盘

整理诊断信息。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。之后该窗口将自行隐藏。

### 6.3.2 通过 smartPAD 创建诊断包

#### 说明

此操作步骤不会使用任何菜单项，而是使用 smartPAD 上的按键。因此也可在没有 smartHMI 可供使用的情况下使用此操作步骤。

创建诊断包 **KRCdiag** 并将其存档在机器人控制系统上的 D:\DiagnosisPackages 下。



在操作步骤中说明的按键顺序必须在 2 秒内执行。

## 操作步骤

1. 按住主菜单按键。
2. 按键盘按键 2 次。
3. 放开主菜单按键。

整理诊断信息。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。之后该窗口将自行隐藏。



## 7 KUKA 服务部

### 7.1 技术支持咨询

#### 引言

该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：**

- 问题描述，包括故障持续时间及频率的说明
- 关于整个系统硬件和软件组件的尽可能全面的信息

以下列表提供了通常是相关信息的要点：

- 运作系统（例如机械手）的型号及序列号
- 控制器型号及序列号
- 能量供应系统型号及序列号
- 系统软件名称及版本
- 更多/其他软件组件的名称及版本或修正版
- 诊断程序包 KRCDiag

针对 KUKA Sunrise 另外还需要：现有项目，包括应用程序

针对早于 V8 的 KUKA System Software 版本：软件档案  
(KRCDiag 在此尚不可用。)

- 现有的应用程序
- 现有的附加轴

### 7.2 KUKA 客户支持系统

当地分支机构的联系方式请参见网页：

[www.kuka.com/customer-service-contacts](http://www.kuka.com/customer-service-contacts)



**索引**

- 3 点法 ..... 99  
6D 鼠标 ..... 34, 36

**A**

- ABC 2 点法 ..... 97  
ABC 世界法 ..... 98  
AUT (运行方式) ..... 14

**C**

- CE 标志 ..... 13

**I**

- IP 地址, 机器人控制系统 ..... 81  
IT 安全 ..... 26

**K**

- KRCDiag ..... 106  
KRF ..... 52  
KRF (运行方式) ..... 14  
KUKA smartHMI ..... 41  
KUKA smartPAD ..... 14, 33  
KUKA smartPAD-2 ..... 14  
KUKA 服务部 ..... 109  
KUKA 客户服务部 ..... 80  
KUKA 客户支持系统 ..... 109

**P**

- PDS 固件升级 ..... 87  
PPE ..... 15

**S**

- Single Point of Control ..... 30  
smartHMI ..... 41  
smartPAD ..... 15, 25, 33  
smartPAD, 拔下 ..... 39  
smartPAD, 插上 ..... 40  
smartPAD, 软件更新 ..... 40  
SPOC ..... 30

**T**

- T1 (运行方式) ..... 15  
T2 (运行方式) ..... 15  
TCP ..... 94  
Tool Center Point ..... 94

**X**

- XYZ 4 点法 ..... 95

**安**

- 安全 ..... 13  
安全, 一般 ..... 13  
安全功能 ..... 18, 19  
安全回退, 机器人 ..... 52  
安全控制系统, 继续 ..... 54  
安全提示 ..... 7  
安全调试人员 ..... 51  
安全停机反应 ..... 17  
安全停止 ..... 14  
安全停止 0 ..... 14  
安全停止 1 ..... 14  
安全停止 1 (顺沿轨迹) ..... 14  
安全停止, 外部 ..... 19, 21  
安全运行停止, 外部 ..... 19, 22  
安装方向 ..... 55  
安装说明 ..... 13

**按**

- 按规定使用 ..... 11

**版**

- 版本, 系统软件 ..... 81

**保**

- 保养 ..... 29

**备**

- 备份管理器 ..... 81

**倍**

- 倍率 ..... 60, 71, 72  
倍率 (按钮) ..... 42, 56

**便**

- 便携式操控设备 ..... 9, 13

**标**

- 标识 ..... 24

**病**

- 病毒扫描器, 显示信息 ..... 106

**仓**

- 仓储 ..... 30

**操**

操作.....	33	法兰坐标系.....	55
操作界面, KUKA smartHMI.....	41		
操作人员.....	51		
操作人员防护装置.....	19, 21		
<b>测</b>			
测定, 工具.....	94		
测定, 基坐标系.....	99		
测量.....	94		
<b>产</b>			
产品说明.....	9		
<b>常</b>			
常规安全措施.....	25		
<b>超</b>			
超载.....	25		
<b>程</b>			
程序运行方式.....	71		
程序运行方式, 设置.....	71		
<b>触</b>			
触摸屏.....	33		
<b>创</b>			
创建子坐标系 (按钮) .....	65, 66		
创建坐标系 (按钮) .....	65, 66		
<b>导</b>			
导航栏.....	42		
<b>低</b>			
低压指令.....	13		
<b>点</b>			
点动键.....	34, 37, 61		
点动运行.....	24		
点动运行选项 (按钮) .....	42		
<b>电</b>			
电磁兼容指令.....	13		
<b>法</b>			
反.....	14		
<b>防</b>			
防护范围.....	14, 17		
防护区域.....	16		
防护装备.....	24		
防护装置, 外部.....	24		
<b>非</b>			
非安全功能.....	22		
<b>废</b>			
废料处理.....	30		
<b>附</b>			
附件.....	9, 13		
<b>个</b>			
个人防护用品.....	15		
<b>工</b>			
工具, 测定.....	94		
工具坐标系.....	55, 94		
工业机器人.....	9, 13		
工业机器人概览.....	9		
工作区域.....	14, 16, 17		
<b>功</b>			
功能检查.....	27		
<b>故</b>			
故障.....	26		
<b>后</b>			
后台应用, 启动.....	74		
后台应用, 停止.....	74		
后台应用程序, 启动.....	74		
后台应用程序, 停止.....	74		
<b>机</b>			
机器人, 重新定位.....	73		
机器人层面.....	46		
机器人控制系统.....	9, 13		

机器人控制系统, 关闭.....	87	零点标定, 无工具.....	89
机器人控制系统, 接通.....	87	零空间运动.....	62
机器人控制系统, 接通/关闭.....	87		
机器人应用程序, 手动启动.....	72		
机器人应用程序, 选择.....	69		
机器人应用程序, 暂停.....	72, 73		
机器人应用程序, 重置.....	73		
机器人应用程序, 自动启动.....	72		
机器人足部坐标系.....	55		
机械手.....	9, 13, 14, 17		
机械指令.....	13		
<b>基</b>			
基坐标系.....	55, 99		
基坐标系, 测定.....	99		
基坐标系, 用于运行键.....	42		
<b>记</b>			
记录, 视图.....	103		
记录, 显示.....	103		
记录条目, 筛选.....	105		
<b>技</b>			
技术支持咨询.....	109		
<b>监</b>			
监控隔离性防护装置.....	21		
<b>键</b>			
键盘.....	44		
键盘按键.....	34, 37		
<b>紧</b>			
紧急停止.....	34, 36		
紧急停止, 外部.....	19, 21		
紧急停止装置.....	19, 21		
紧急位置.....	20		
<b>类</b>			
类型, 机器人.....	81		
<b>连</b>			
连接电缆.....	9, 13		
连接管理器.....	34, 36		
<b>零</b>			
零点标定, 带工具.....	91		
零点标定, 检查.....	92		
零点标定, 删除.....	93		
<b>默</b>			
默认用户组.....	51		
<b>目</b>			
目标群体.....	7		
<b>欧</b>			
欧盟一致性声明.....	13		
<b>培</b>			
培训.....	7		
<b>偏</b>			
偏量, 学习.....	89		
<b>启</b>			
启动, 机器人应用程序.....	72		
启动反向键.....	34, 37		
启动键.....	34, 35, 37, 38		
<b>清</b>			
清洁工作.....	30		
<b>确</b>			
确认装置.....	19		
确认装置, 外部.....	19, 21		
<b>软</b>			
软件.....	9, 13		
软件极限开关.....	23		
<b>筛</b>			
筛选设置.....	104		
<b>删</b>			
删除零点.....	93		
<b>设</b>			
设备集成商.....	15		
<b>实</b>			

实际位置, 笛卡尔式.....	76	停机类别 1.....	15
实际位置, 轴特定的.....	75	停机类别 1 (顺沿轨迹) .....	15
		停止行程.....	14, 17
		停止运转.....	30
<b>使</b>			
使能开关.....	20	<b>投</b>	
使能装置.....	20	投入运行.....	26, 87
使用寿命期限.....	14		
<b>示</b>			
示教.....	65, 66, 68	<b>危</b>	
<b>世</b>		危险区域.....	14
世界坐标系.....	55	<b>为</b>	
<b>视</b>		为手动移动设定基坐标系 (按钮) .....	65
视图, 备份管理器.....	82	<b>维</b>	
视图, 记录.....	103	维护工作.....	30
视图, 坐标系.....	64	维修.....	29
<b>手</b>		<b>位</b>	
手动倍率.....	56, 60, 71, 73	位置零点标定.....	88
手动移动选项 (按钮) .....	59	<b>文</b>	
手动运行.....	28	文献, 工业机器人.....	7
<b>输</b>		<b>系</b>	
输出端, 更改.....	78	系统集成商.....	13, 15, 16
输入/输出端, 显示.....	78	<b>显</b>	
<b>术</b>		显示子坐标系 (按钮) .....	65
术语, 安全.....	14	<b>相</b>	
<b>数</b>		相关人员.....	15
数据, 手动备份.....	83	<b>信</b>	
数据, 手动恢复.....	84	信息, 关于机器人和机器人控制系统.....	80
<b>速</b>		信息窗口.....	70
速度.....	60	<b>型</b>	
速度监控, T1.....	23	型号铭牌.....	35, 39
<b>提</b>		<b>性</b>	
提示.....	7	性能级.....	18
<b>停</b>		<b>序</b>	
停机反应, 涉及安全.....	17		
停机键.....	34, 37		
停机类别 0.....	15		

序列号, 机器人.....	81
序列号, 机器人控制系统.....	81
运行时间计数器.....	81
运输.....	26
运营商.....	14, 15
<b>选</b>	
选项.....	9, 13
<b>一</b>	
一致性声明.....	13
<b>移</b>	
移动, 按笛卡尔坐标.....	62
移动, 单轴.....	61
移动方式 (按钮) .....	42, 57
移动键.....	62
<b>引</b>	
引言.....	7
<b>应</b>	
应用倍率.....	56
应用程序倍率.....	72, 73
应用工具.....	60
应用模式.....	57
<b>用</b>	
用户.....	16
用户按键.....	34, 37
用户按键 (按钮) .....	42
用户按键, 激活.....	53
用户按键选择 (按钮) .....	54
用户组.....	50
用户组 (按钮) .....	42
用户组, 更换.....	51
<b>有</b>	
有效的程序倍率.....	72, 73
<b>语</b>	
语言.....	42, 49
语言选择 (按钮) .....	42
<b>运</b>	
运行, 笛卡尔式.....	58
运行, 手动, 机器人.....	58
运行, 轴特定的.....	58
运行方式选择.....	22
运行方式选择开关.....	34, 36
运行模式, 更换.....	52
运行时间.....	81
<b>暂</b>	
暂停, 机器人应用程序.....	72, 73
<b>责</b>	
责任说明.....	13
<b>站</b>	
站点层面.....	44
<b>诊</b>	
诊断.....	103
诊断包, 创建.....	106, 107
诊断信息, 收集.....	106
<b>执</b>	
执行程序.....	69
<b>制</b>	
制动测试, 结果 (显示) .....	101
制动测试, 执行.....	100
制动行程.....	14
制动闸故障.....	25
<b>重</b>	
重新投入运行.....	26, 87
重置 (按钮) .....	73
重置, 机器人应用程序.....	73
<b>轴</b>	
轴范围.....	14
<b>主</b>	
主菜单, 调用.....	48
主菜单按键.....	34, 37
<b>专</b>	
专家.....	51
<b>转</b>	
转矩, 轴特定的.....	77

## 状

状态显示 ..... 43

## 自

自动运行 ..... 29

自动运行 (运行方式) ..... 14

## 坐

坐标系 ..... 54

坐标系, 创建 ..... 65

坐标系, 视图 ..... 64

坐标系, 手动移向 ..... 68

坐标系, 新建 ..... 65

坐标系, 用手持控制设备示教 ..... 68

坐标系, 重新示教 ..... 66