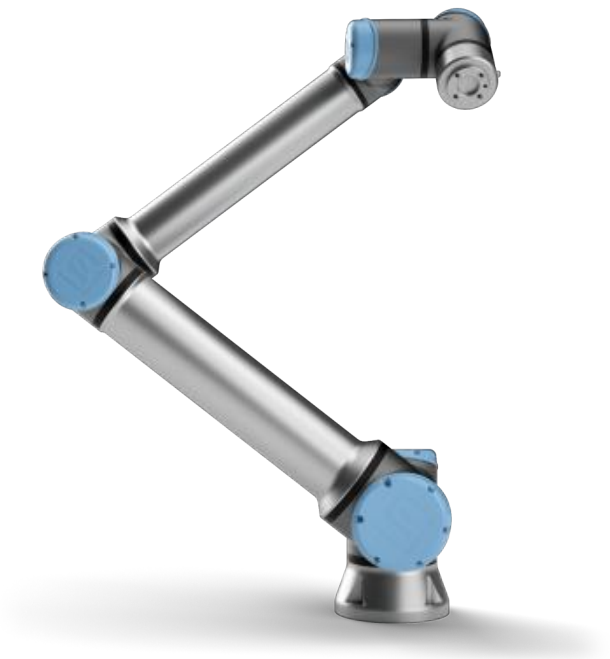
UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series
用户手册



UR10e

翻译自原有指示 (zh)

UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series
用户手册

UR10e

版本 5.6

翻译自原有指示 (zh)

HinYeung 顯揚科技

联系方式

显扬（深圳）
深圳市福田区长富金茂大厦1号楼4112室

显扬（佛山）
佛山市南海区狮山镇
广工大数控装备协同创新研究院A座507

电话：0755-83215213
手机：18670025215
邮箱：jim@hinyeung.com

http://www.hinyeung.com

关注显扬

此处所包含的信息是 Universal Robots A/S 的财产，未经 Universal Robots A/S 事先书面许可，不得全部或部分复制其中的内容。此处所包含的信息不应视为 Universal Robots A/S 的承诺，并且其内容可能会更改，恕不另行通知。本手册定期进行评审与修订。

对于本文档的任何错误或遗漏，Universal Robots A/S 概不负责。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S

Universal Robots 徽标是 Universal Robots A/S 的注册商标。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

目录

前言 **xi**

这些箱子里装的是什么 xii

重要安全说明 xii

如何使用本手册 xii

哪里可以找到更多信息 xii

UR+ xii

I 硬件安装手册 **I-1**

1 安全 **I-3**

1.1 简介 I-3

1.2 有效性和责任 I-3

1.3 责任限制 I-3

1.4 该手册中的警告标志 I-4

1.5 一般警告和提醒 I-4

1.6 拟定用途 I-6

1.7 风险评估 I-7

1.8 使用前评估 I-8

1.9 紧急停止 I-8

1.10 无电力驱动的移动 I-8

2 安全相关的功能和接口 **I-9**

2.1 简介 I-9

2.2 停机类别 I-9

2.3 可配置安全功能 I-10

2.4 安全功能 I-12

2.5 模式 I-13

3 运输 **I-15**

4 机械接口 **I-17**

4.1 简介 I-17

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

4.2 机器人工作空间 I-17
4.3 安装 I-17
4.4 最大有效载荷 I-21

5 电气接口 I-23
5.1 简介 I-23
5.1.1 控制箱支架 I-23
5.2 以太网 I-23
5.3 电气警告和小心事项 I-24
5.4 控制器 I/O I-25
5.4.1 所有数字 I/O 的通用规范 I-26
5.4.2 安全 I/O I-27
5.4.3 通用数字 I/O I-31
5.4.4 从按钮进行的数字输入 I-31
5.4.5 与其他机器或 PLC 通信 I-31
5.4.6 通用模拟 I/O I-32
5.4.7 远程 ON/OFF 控制 I-33
5.5 电源连接 I-34
5.6 机器人连接 I-35
5.7 工具 I/O I-35
5.7.1 工具电源 I-37
5.7.2 工具数字输出 I-37
5.7.3 工具数字输入端 I-38
5.7.4 工具模拟输入 I-39
5.7.5 工具通信 I/O I-40

6 维护和维修 I-41
6.1 安全指示 I-41

7 处理和环境 I-43

8 认证 I-45
8.1 第三方认证 I-45
8.2 供应商第三方认证 I-45
8.3 制造商测试认证 I-46
8.4 根据欧盟指令发布的声明 I-46

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

9 质保 **I-47**

9.1 产品质量保证 I-47

9.2 免责声明 I-47

A 制动时间和制动距离 **I-49**

B 声明和认证 **I-53**

B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010 . . . . . I-53

B.2 CE/EU 公司声明（原件译文） I-55

B.3 安全系统证书 I-57

B.4 中国 RoHS I-59

B.5 KCC 安全 I-60

B.6 环境测试证书 I-61

B.7 EMC 测试证书 I-62

C 应用标准 **I-63**

D 技术规格 **I-69**

E 安全功能表 **I-71**

E.1 表 1 . . . . . I-71

E.2 表 2 . . . . . I-76

II PolyScope 手册 **II-1**

10 简介 **II-3**

10.1 Polyscope 基础 II-3

10.1.1 页眉图标/选项卡 II-3

10.1.2 页脚按钮 II-4

10.2 使用入门屏幕 II-5

11 快速启动 **II-7**

11.1 机器人手臂基础 II-7

11.1.1 安装机器人手臂和控制箱 II-7

11.1.2 开/关控制箱 II-7

11.1.3 开/关机器人手臂 II-8

11.1.4 初始化机器手臂 II-8

11.2 快速系统启动 II-9

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

11.3 第一个程序 II-9
11.4 机器人注册和 URCap 许可证文件 II-10

12 操作模式选择 II-13

12.1 操作模式 II-13
12.2 3 档位使动装置 II-14
12.2.1 手动高速 II-14

13 安全配置 II-15

13.1 安全设置基础 II-15
13.1.1 访问安全配置 II-15
13.1.2 设置安全密码 II-16
13.1.3 更改安全配置 II-16
13.1.4 应用新的安全配置 II-17
13.1.5 安全校验和 II-17
13.2 安全菜单设置 II-17
13.2.1 机器人限值 II-17
13.2.2 安全模式 II-18
13.2.3 公差 II-19
13.2.4 关节限值 II-19
13.2.5 平面 II-20
13.2.6 自由驱动 II-22
13.2.7 反向驱动 II-22
13.2.8 工具位置 II-23
13.2.9 工具方向 II-24
13.2.10 I/O II-25
13.2.11 硬件 II-27
13.2.12 安全回零位置 II-28

14 运行选项卡 II-31

14.1 程序 II-31
14.2 变量 II-31
14.3 机器人年龄 II-32
14.4 将机器人移动就位 II-32

15 程序选项卡 II-35

15.1 程序树 II-35

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.1.1 程序执行指示 . . . II-35
15.1.2 搜索按钮 . . . II-36
15.1.3 程序树工具栏 . . . II-36
15.1.4 表达式编辑器 . . . II-37
15.1.5 从一个所选节点启动程序 . . . II-37
15.1.6 在程序中使用断点 . . . II-38
15.1.7 程序中的单步执行 . . . II-39
15.2 命令选项卡 . . . II-40
15.3 图形选项卡 . . . II-41
15.4 变量选项卡 . . . II-42
15.5 基本程序节点 . . . II-42
15.5.1 移动 . . . II-42
15.5.2 方向 . . . II-50
15.5.3 等待 . . . II-53
15.5.4 设置 . . . II-53
15.5.5 弹出窗口 . . . II-54
15.5.6 中止 . . . II-54
15.5.7 注释 . . . II-55
15.5.8 文件夹 . . . II-55
15.6 高级程序节点 . . . II-56
15.6.1 循环 . . . II-56
15.6.2 If . . . II-56
15.6.3 SubProgram . . . II-57
15.6.4 赋值 . . . II-58
15.6.5 脚本 . . . II-59
15.6.6 事件 . . . II-59
15.6.7 线程 . . . II-60
15.6.8 螺丝驱动 . . . II-60
15.6.9 开关 . . . II-62
15.6.10 定时器 . . . II-63
15.6.11 回零 . . . II-63
15.7 模板 . . . II-63
15.7.1 码垛 . . . II-63
15.7.2 探寻 . . . II-68
15.7.3 力 . . . II-70

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.7.4 输送机跟踪 II-72
15.8 URCap II-73
15.8.1 远程 TCP 和工具路径 URCap II-73
15.8.2 远程 TCP 移动类型 II-75
15.8.3 RTCP 路点 II-75
15.8.4 远程 TCP 工具路径 II-76
15.8.5 远程 TCP II-77
15.8.6 远程 TCP PCS II-77
15.8.7 常规 TCP 工具路径移动 II-79

16 安装设置选项卡 II-81

16.1 通用 II-81
16.1.1 TCP 配置 II-81
16.1.2 有效负载和重心 II-83
16.1.3 安装 II-84
16.1.4 I/O 设置 II-85
16.1.5 变量 II-87
16.1.6 启动 II-88
16.1.7 工具 I/O II-89
16.1.8 安全模式之间的平顺过渡 II-90
16.1.9 回零 II-90
16.1.10 输送机跟踪设置 II-91
16.1.11 螺丝驱动安装 II-92
16.2 安全 II-94
16.3 特征 II-94
16.3.1 使用特征 II-95
16.3.2 添加点 II-95
16.3.3 添加线 II-96
16.3.4 平面特征 II-97
16.3.5 例子：手动更新特征以调整程序 II-98
16.3.6 例子：动态地更新特征位姿 II-98
16.4 现场总线 II-99
16.4.1 MODBUS 客户端 I/O 设置 II-99
16.4.2 Ethernet/IP II-101

17 移动选项卡 II-103

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

17.1 移动工具 II-103
17.2 机器人 II-103
17.3 工具位置 II-104
17.3.1 位姿编辑器屏幕 II-104
17.4 关节位置 II-106

18 I/O 选项卡 **II-107**
18.1 机器人 II-107
18.2 MODBUS II-108

19 日志选项卡 **II-111**
19.1 读数和关节负载 II-111
19.2 数据日志 II-111
19.3 保存错误报告 II-111

20 程序和安装管理器 **II-113**
20.1 打开... . . . . II-113
20.2 新建... . . . . II-114
20.3 保存... . . . . II-115
20.4 文件管理器 II-115

21 汉堡菜单 **II-117**
21.1 帮助 II-117
21.2 关于 II-117
21.3 设置 II-117
21.3.1 首选项 II-117
21.3.2 密码 II-118
21.4 系统 II-118
21.4.1 备份和还原 II-118
21.4.2 更新 II-118
21.4.3 网络 II-119
21.4.4 管理 URCaps II-119
21.4.5 远程控制 II-120
21.5 关闭机器人 II-120

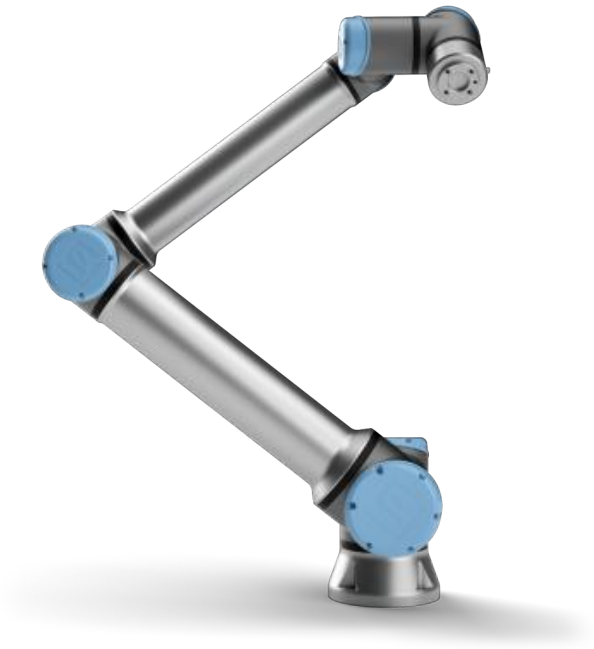
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

术语 II-121

索引 II-123

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

前言



恭喜您购买我司研发的 Universal Robots e-Series 机器人 UR10e。

该机器人可通过编程来移动工具并使用电信号与其他机器进行通信。它是由挤压铝管和关节组成的手臂。

使用我们获得专利的编程界面 PolyScope，用户可轻松对机器人进行编程，使其沿着所需的运动轨迹来移动工具。

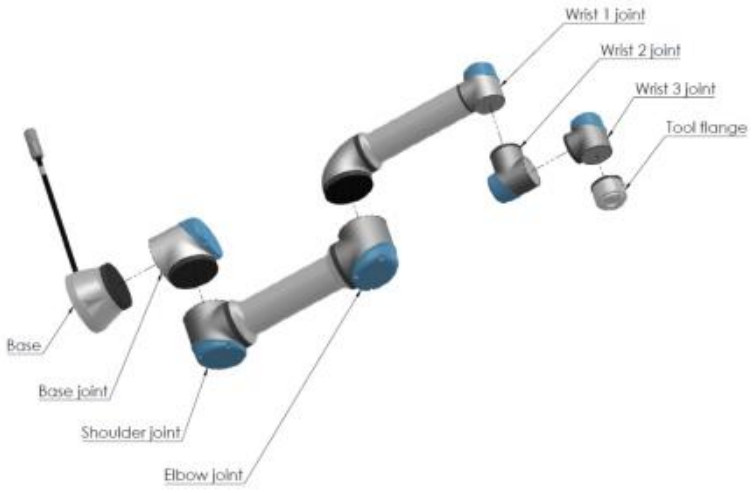


图 1: 机器手臂的关节、底座和工具法兰。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

通过六个关节和广泛的灵活性，Universal Robots e-Series 协作机器手臂设计用于模仿人体手臂的运动范围。使用我们的专利编程接口 PolyScope，可以轻松地对机器人进行编程，以移动工具并使用电子信号与其他机器进行通信。图 1 显示了机器手臂的主要组成部分，可作为整本手册的参考。

这些箱子里装的是什么

当您预订一个机器人时，您会收到两个箱子。一个包含机器人手臂，另一个包含：

- 带有示教盒
- 控制箱控
- 示教盒的安装支架
- 打开控制箱的钥匙
- 用于连接机器手臂和控制箱的电缆
- 电源线或电源线与您的地区兼容
- 本手册

重要安全说明

机器人是一种**部分完成的机器**（参见 8.4），因此每次安装机器人后都必须执行安全评估。您必须遵守第1章中的所有安全说明。

如何使用本手册

本手册包含机器人安装编程的指示信息。手册分为两部分：

硬件安装手册：机器人的机械安装和电气安装。

PolyScope 手册：机器人编程。

本手册面向的机器人集成商集成商应接受过基本的机械电气培训，并熟悉初级编程概念。

哪里可以找到更多信息

支持网站 (`http://www.universal-robots.com/support`) 包含下述信息：

- 本手册的其他语言版本
- **PolyScope 手册**
- **服务手册**内含机器人故障诊断、维护和维修信息
- **脚本手册**针对高级用户。

UR+

UR+ 网站 (`http://www.universal-robots.com/plus/`) 是一个在线展厅，提供最先进的产品来自定义您的 UR 机器人应用。您可以在一个地方找到所需的一切 - 从末端执行器和配件到视觉相机和软件。所有产品均经过测试和认证，可与 UR 机器人集成，确保设置简单、操作可靠、用户体验流畅、编程轻松。您还可以使用该网站加入 UR + 开发人员计划，以访问我们的新软件平台，该平台允许您为 UR 机器人设计更加用户友好的产品。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

部分 I

硬件安装手册

1 安全

1.1 简介

本章包含重要的安全信息，在机器人第一次通电前，**Universal Robots e-Series 机器人**的集成商必须阅读并理解这些信息。

本章中的第一小节为概述。后续小节包含与机器人安装和编程相关的具体工程数据。第 2 章描述并定义了安全相关功能，尤其是有关合作应用的功能。
第 2 章和第 1.7 节中提供的说明和指南尤为重要。

必须遵守并执行本手册其他章节中的所有组装说明和指南，这一点非常重要。

应特别注意与警告标志相关的文本。

注意:
如果机器人（手臂控制箱和/或示教盒）以任何方式被损坏、更改或修改，通用机器人拒绝承担所有责任。通用机器人对由于程序出错或机器人故障而对机器人或任何其他设备造成的任何损坏概不负责。

1.2 有效性和责任

本手册中的信息不包含设计、安装和操作一个完整的机器人应用，也不包含所有可能对这一完整的系统的安全造成影响的周边设备。该完整的系统的设计和安装需符合该机器人安装所在国的标准和规范中确立的安全要求。

Universal Robots e-Series 的集成商有责任确保遵循相关国家的切实可行的法律法规，确保完整的机器人应用中不存在任何重大危险。这包括但不限于以下内容:

- 对完整的机器人系统做一个风险评估
- 将风险评估定义的其他机械和附加安全设备连接在一起
- 在软件中建立适当的安全设置
- 确保用户不会对任何安全措施加以修改
- 确认整个机器人系统的设计和安装准确无误
- 明确使用说明
- 在机器人上标明集成商的相关标志和联系信息
- 收集技术文件中的所有文档；包括风险评估和本手册

1.3 责任限制

本手册所包含的任何安全信息都不得视为通用机器人的保证，即使工业机械手遵守所有安全说明，依然有可能引起伤害或损坏。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

1.4 该手册中的警告标志

下面的标志定义了本手册中所包含的危险等级规定说明。产品上也使用了同样的警告标志。

危险:
这指的是即将引发危险的用电情况，如果不避免，可导致人员死亡或严重伤害。

危险:
这指的是即将引发危险的情况，如果不避免，可导致人员死亡或严重伤害。

警告:
这指的是可能引发危险的用电情况，如果不避免，可导致人员伤害或设备严重损坏。

警告:
这指的是可能引发危险的情况，如果不避免，可导致人员伤害或设备严重损坏。

警告:
这指的是可能引发危险的热表面，如果接触了，可造成人员伤害。

小心:
这指的是一种情况，如果不避免，可导致设备损坏。

1.5 一般警告和提醒

本节包含一些可能在本手册的不同部分重复或解释的一般警告和注意事项。其他警告和提醒贯穿在该手册中。

危险:
请务必按照第 4 章和第 5 章中的说明和警告安装机器人及所有电气设备。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

警告:

1. 确保机器人手臂和工具/末端执行器都正确并稳固地用螺栓固定在位。
2. 确保机器人的手臂有足够的空间来自由活动。
3. 确保已按照风险评估中所定义的建立安全措施和/或机器人安全配置参数以保护程序员、操作员和旁观者。
4. 操作机器人时请不要穿宽松的衣服，不要佩戴珠宝。操作机器人时请确保长头发束在脑后。
5. 如果机器人已损坏，请勿使用，例如关节帽松动、损坏或移除时。
6. 如果软件跳出一个错误信息，请迅速按下紧急停止按钮，记下导致该错误的情况，在日志屏幕找到对应的错误代码，并联系你的供应商。
7. 不要将任何安全设备连接到标准 I/O 接口上。只能使用安全型 I/O 接口。
8. 确保进行正确的安装设置（例如机器人的安装角度、TCP 中的重量、TCP 偏移、安全配置）。将安装文件保存并载入程序内。
9. 只有通过风险评估，才允许在安装过程中使用自由驱动功能。
10. 工具/末端执行器及障碍物不得有尖角或扭点。
11. 确保警告人们的头和脸保持在正在操作的机器人或即将开始操作的机器人可触及的范围之外。
12. 注意使用示教盒时机器人的运动。
13. 如果风险评估已确定，不要进入机器人的安全范围，或在系统运转时触碰机器人。

13. 将不同的机械连接起来可能加重危险或引发新的危险。始终对整个安装进行全面的风险评估。根据风险评估，不同的功能安全等级可能适用；因此当需要不同的安全和紧急停止性能等级时，始终选择最高的性能等级。始终都要阅读和理解安装中使用到的所有设备的手册。
14. 切勿改动机器人。对机器人的改动有可能造成集成商无法预测的危险。机器人授权重组需依照最新版的所有相关服务手册。
15. 如果购买机器人时附加了一个模组（例如，euromap67 接口），请在对应的手册中查找该模组。
16. 确保机器人用户被告知紧急停止按钮的位置，并且被指导在紧急情况或异常情况下激活紧急停止。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

警告:

1. 机器人和控制箱在操作过程中会产生热量。机器人正在操作时或刚停止操作时，请不要操纵或触摸机器人，因为长时间接触可能引起不适。您可以在处理或触摸机器人之前查看日志屏幕上的温度，也可以通过关闭机器人并等待一小时来冷却机器人。
2. 切勿将手指伸到控制箱内罩后面。

小心:

1. 当机器人与能够造成机器人损坏的机械连接在一起或是一起工作时，强烈推荐单独对机器人的所有功能以及机器人程序进行检测。
2. 不要将机器人一直暴露在永久性磁场。强磁场可损坏机器人。

1.6 拟定用途

Universal Robots e-Series 是工业机器人，拟用作操纵工具/末端执行器和夹具，或用于加工或传递零件或产品。有关机器人的操作环境条件的详细说明，参见附录 B 和 D。

Universal Robots e-Series 具备特殊的安全功能，这些功能是特地为协同操作而设计的，也就是说机器人系统可以在没有护栏的情况下工作，或者和人类一起工作。

协同操作仅针对无危险的应用，即包括工具/末端执行器、工件、障碍物及其他机器在内的经过针对特定应用的风险评估证明不具备任何重大危险的完整应用。

任何与拟定用途相违背的用途或应用都是不允许的。这包括但不限于以下内容:

- 用于潜在性爆炸环境
- 用于医疗和生命攸关的应用
- 未作风险评估就使用的
- 超出规定的规格使用
- 作为攀登用具使用的
- 在允许的操作参数之外进行操作

警告:

- 只能按照用户手册中提供的预期用途和规格使用该工业机器人。
- 本产品不适用于危险场所或爆炸性环境。
- 本产品不适用于接触或接近患者的医疗应用。
- 任何与拟定用途、规范和认证相违的用途或应用都是不允许的，否则可能导致死亡、人身伤害和/或财产损失。

UNIVERSAL ROBOTS 明确否认任何明示或暗示的适用于任何误用的保证

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

1.7 风险评估

风险评估是集成商务必完成的最重要任务之一。在许多国家对此都有法律要求。机器人本身是一个部分完成的机械，而机器人安装的安全性取决于该机器人是如何集成的（例如：工具/末端执行器、障碍物及其他机械）。推荐集成商使用 ISO 12100 和 ISO 10218-2 执行风险评估。另外，集成商可以选择使用技术规范 ISO/TS 15066 作为附加指引。集成商执行风险评估应考虑机器人整个应用寿命期间的所有工作任务，包括但不限于：

- 在机器人安装的设置和开发过程中示教机器人
- 故障诊断和维护
- 机器人安装的正常操作

风险评估必须**在**机器人手臂第一次通电之前进行。由集成商执行的风险评估的一部分就是识别正确的安全配置设置，以及对额外的紧急停止按钮和/或特定机器人应用所需的其他防护措施的需要。

识别正确的安全配置设置是开发合作机器人应用的一个尤为重要的部分。参见第 2 章和第 II 部分了解详细信息。

一些安全功能是专门为合作机器人应用程序而设计的。这些特征可通过安全配置设置进行配置，当处理集成商执行的风险评估中的特定风险时尤为重要：

- **力和功率限制**：当机器人与操作员发生碰撞时，用于减轻机器人在运动方向上施加的夹紧力和压力。
- **动力限制**：当机器人与操作员发生碰撞时，用于通过减小机器人的速度来减轻高暂态能量和冲击力。
- **关节、肘部和工具/末端执行器位置限制**：专门用于减少与某些身体部位相关的风险。如：避免朝着头部和颈部移动。
- **工具/末端执行器方向限制**：专门用于减少与工具/末端执行器和工件的某些区域和特征相关的风险。如：避免锐利的棱边指向操作员。
- **速度限制**：专门用于确保机器人手臂低速动作。

集成商必须防止未授权人员通过使用密码保护更改安全配置。
需针对故意接触和/或由于可合理预见的误用导致的接触进行协作机器人应用风险评估，必须考虑：

- 个体潜在碰撞的严重性
- 个体潜在碰撞出现的可能性
- 避免个体潜在碰撞的可能性

如果机器人安装在一个无法通过使用内置安全相关功能合理消除危险或充分降低风险的非协作机器人应用中（比如：当使用危险工具/末端执行器时），那么集成商执行的风险评估必须判定增加额外防护措施的必要性（比如：一台在设置和编程过程中对操作员提供保护的使动装置）。

Universal Robots 明确了如下集成商必须要考虑的重大危险。
注意：特定机器人设备可能还存在其他重大危险。

1. 工具/末端执行器或工具/末端执行器连接器上的锐边和尖点刺伤皮肤。
2. 机器人轨迹附近障碍物上的锐边和尖点刺伤皮肤。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

3. 由于接触机器人而被擦伤。
4. 因机器人有效载荷与坚固表面之间的冲击而导致扭伤或骨折。
5. 因用于固定机器人手臂或工具/末端执行器的螺栓松动而导致的后果。
6. 物品从工具/末端执行器上掉落，例如因夹持不到位或断电引起。
7. 因不同机器上紧急停止按钮不同而出现的操作错误。
8. 因对安全配置参数的未授权更改而出现的错误。

有关停止时间和停止距离的信息，请参见第 2 章和附录 A。

1.8 使用前评估

首次使用机器人或进行任何修改之后，必须进行以下测试。确认所有安全输入和输出是正确的，并且连接正确。测试所有连接的安全输入和输出（包括多台机器或机器人共有的设备）是否功能正常。因此您必须：

- 测试紧急停止按钮和输入是否可以停止机器人并启动刹车。
- 测试防护输入是否可以停止机器人的运动。如果配置了防护重置，请在恢复运动之前检查是否需要激活。
- 检查初始化屏幕以测试减速模式是否可以将安全模式切换到减速模式。
- 测试操作模式是否可以切换操作模式，参见用户界面右上角的图标。
- 测试 3 档位使动装置是否必须按下才能在手动模式下启动动作，并且机器人处于减速控制下。
- 测试系统紧急停止输出实际上是否能够将整个系统带到安全状态。
- 测试连接到机器人移动输出、机器人不停止输出、减速模式输出或非减速模式输出的系统是否能够实际检测到输出变化

1.9 紧急停止

激活紧急停止按钮，立即停止机器人的一切运动。

注意：根据 IEC 60204-1 和 ISO 13850，紧急设备不是安全防护装置。它们是补充性防护措施，并不用于防止伤害。

如果需要额外的紧急停止按钮，则必须包括机器人应用的风险评估 。紧急停止按钮必须符合 IEC 60947-5-5（参见第 5.4.2 节）。

1.10 无电力驱动的移动

如果发生必须移动机器人关节但无法为机器人供电或者电源不理想的罕见紧急情况，请联系您的全能机器人经销商。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2 安全相关的功能和接口

2.1 简介

Universal Robots e-Series 机器人搭载多种内置安全功能以及进出电气接口的安全 I/O 、数字和模拟控制信号，用于连接其他机器及附加保护装置。每个安全功能和 I/O 均按照 EN ISO13849-1:2008 构建而成使用 3 类结构的 d 性能等级 (PId)（参见第 8 章以获取证书）

参见第 II 部分第 13 章了解用户界面中的安全功能、输入和输出的配置。有关安全设备与 I/O 的连接方式，请参见第 5 章。

注意:

1. 安全功能和接口的使用和配置必须遵循每个机器人应用程序的风险评估程序。（参见第 1 章第 1.7 节）
2. 如果机器人发现安全系统中存在故障或违例（例如紧急停止电路中的一条线被切断或发生安全极限违例），将启动 0 类停机。
3. 停止时间应考虑作为应用风险评估的一部分

危险:

1. 使用的安全配置参数与风险评估所确定的不同可导致无法合理消除的危险或无法充分减少的风险。
2. 确保工具和夹爪连接正确，以免在电源中断的情况下发生危险
3. 使用 12V 电源时要特别小心，因为编程员出错可能会导致电压变为 24V，从而可能损坏设备和引发火灾
4. 末端执行器不受 UR 安全系统保护。末端执行器和/或连接电缆的功能不受监控

2.2 停机类别

根据具体情况，机器人可以启动三种根据 IEC 60204-1 定义的停机类别。这些类别在下表中定义。

停机类别	描述
0	通过立即切断电源停止机器人。
1	以有序、受控的方式停止机器人。一旦机器人停止，切断电源。
2	* 在保持轨迹的同时通过驱动器可用的电源停止机器人。机器人停止后，驱动电源保持。

注意：* 根据 IEC 61800-5-2，Universal Robots 机器人的 2 类停机被进一步描述为 SS1 或 SS2 型停机。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2.3 可配置安全功能

下表列出的 Universal Robots 机器人安全功能位于机器人中，但其目的是控制机器人系统，即机器人及其连接的工具/末端执行器。机器人安全功能用于减少由风险评估确定的机器人系统风险。位置和速度与机器人的底座有关。

安全功能	描述
关节位置限值	设置允许的关节位置的上下限。
关节速度限值	设置关节速度的上限。
安全平面	定义限制机器人位置的空间平面。安全平面可以只限制工具/末端执行器，或同时限制工具/末端执行器和肘部。
工具方向	为工具定义允许的方向限制。
速度限值	限制机器人最大速度。肘部、工具/末端执行器法兰以及用户定义的工具/末端执行器位置中心的速度受到限制。
力限值	限制机器人工具/末端执行器和肘部在夹紧情况中施加的最大力。工具/末端执行器、肘部法兰以及用户定义的工具/末端执行器位置中心的力受到限制。
动量限值	限制机器人的最大动量。
功率限值	限制机器人做的机械功。
停止时间限值	限制机器人在启动保护性停止后用于停止的最长时间。
停止距离限值	限制机器人在启动保护性停止后移动的最大距离。

当执行应用程序风险评估时，有必要在启动停止后考虑机器人的运动。为了简化该过程，可以使用安全功能**停止时间限制**和**停止距离限制**。这些安全功能可动态降低机器人运动的速度，使其始终能够在极限范围内停止。需要注意的是，关节位置限制、安全平面以及工具/末端执行器方向限制会考虑预期的停止距离移动，即机器人的运动速度会在达到限值之前减慢。

功能安全可以概括为：

安全功能	公差	性能等级	类别
紧急停止	–	d	3
防护停止	–	d	3
关节位置限值	5°	d	3
关节速度限值	1。15 °/s	d	3
安全平面	40 mm	d	3
工具方向	3°	d	3
速度限值	50 mm/s	d	3
力限值	25 N	d	3
动量限值	3 kg m/s	d	3
功率限值	10 W	d	3
停止时间限值	50 ms	d	3
停止距离限值	40 mm	d	3
安全回零	1。7°	d	3

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

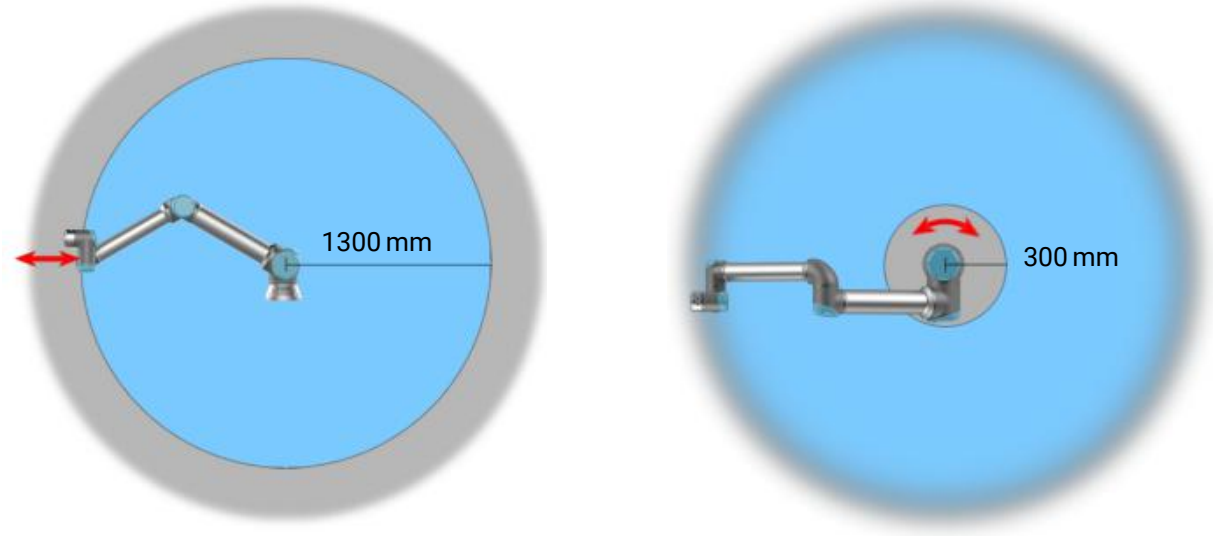


图 2.1: 由于机器人手臂的物理特性，某些工作区需要注意夹伤危险。其中一个区域是定义的径向运动区域，即手腕 1 关节至少与机器人底座相距 1300 mm 的区域。另一个区域（右）是在机器人底座 300 mm 范围内的区域（机器人按正切方向移动时）。

警告:
在设计应用时，关于力的限制功能有两种例外情况很重要（图 2.1）。在机器人向外伸展时，膝 -关节效应可能导致以低速径向（远离底座）产生较高的力。同样，短杠杆臂在工具/末端执行器靠近底座和在底座周围移动时，可能以低速产生较高的力。通过清除这些区域的障碍物、将机器人放在其他位置，或结合利用安全平面与关节限制等措施，防止机器人进入工作区的此区域，可规避夹伤风险。

警告:
如果机器人用于用手引导的手动应用（线性移动），速度限值必须设为工具/末端执行器和肘部速度的最大值 250 mm/s，除非风险评估显示可接受更高的速度。这可以防止机器人肘部在奇点附近快速运动。

机器人还具有以下安全输入:

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

安全输入	描述
紧急停止按钮	执行 1 类停机，利用*系统紧急停止*输出通知其他机器（如果该输出被定义了的话）。
机器人紧急停止	通过控制箱输入执行 1 类停机，利用*系统紧急停止*输出通知其他机器（如果该输出被定义了的话）。
系统紧急停止	仅在机器人上执行 1 类停机。
防护停止	在所有模式中执行 2 类停机。
自动模式防护停止	仅在自动模式上执行 2 类停机。只有当 3 档位使动装置已配置且安装好，才能选择*自动模式防护停止*。
防护重置	当防护重置输入出现前沿时，从*防护停止*状态返回。
缩减模式	将安全系统转换为使用*缩减模式*限制。
3 档位使动装置	使动装置完全按下或仅在手动模式下完全释放时启动防护 2 类停机。当输入为低时，触发 3 档位使动装置停止。它不受防护重置的影响。
操作模式	操作模式间的切换。当输入信号较低时，机器人将处于自动模式，当较高时，机器人处于自动模式。
自动模式防护重置	当自动模式防护重置输入出现前沿时，从*自动模式防护停止*状态返回。

为了与其他机器连接，机器人配有以下安全输出：

安全输出	描述
系统紧急停止	当该信号为逻辑低电平时，*机器人紧急停止*输入为逻辑低电平或紧急停止按钮按下。
机器人移动	当此信号为逻辑高电平时，没有机器人的单一关节移动超过 0.1rad/s.
机器人未停止	当由于紧急停止或防护停止而使机器人停止或处于停止过程中时为逻辑高电平。否则将为逻辑低电平。
缩减模式	当安全系统处于缩减模式时为逻辑低电平。
非缩减模式	当系统未处于缩减模式时为逻辑低电平。
安全回零	当机器人处于设置的安全回零位置时逻辑高。

所有安全 I/O 均为双通道，意味着当信号很低时，它们很安全（比如，当信号很低时，紧急停止激活）。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2.4 安全功能

安全系统通过监视是否违反任何安全限制或者是否启动了紧急停止或防护停止来起作用。
安全系统的反应有：

触发	反应
紧急停止	1 类停机。
防护停止	2 类停机。
违反限制	0 类停机。
故障反应	0 类停机。

注意:
如安全系统检测到任何故障或违例，所有安全输出重置为低。

2.5 模式

正常模式和减速模式 安全系统有两种可配置的模式：**正常**模式和**减速**模式。每种模式均可配置安全极限。当机器人工具/末端执行器定位于**触发减速模式**平面的减速模式侧或被安全输入触发时，减速模式激活。

使用平面触发减速模式： 当机器人从触发平面的减速模式侧移回到正常模式侧时，在允许正常模式和减速模式限制的触发平面周围有 20mm 区域。它可以防止机器人在极限情况下安全模式闪烁。

使用输入触发减速模式： 当使用输入（开始或停止减速模式）时，在应用新的模式限值之前可能会经过长达 500ms 的时间。当将减速模式更改为正常模式或将正常模式更改为减速模式时，可能会发生这种情况。它允许机器人适应，例如：速度达到新的安全限制。

恢复模式 如果超过安全极限，则必须重启安全系统。如果在启动时系统超出安全极限范围（例如超出关节位置极限），将进入特殊恢复模式。在恢复模式，不能运行机器人程序，但利用自由驱动模式或 PolyScope 中的移动选项卡（参见第 II PolyScope 手册部分），可将机器人手臂手动移回极限范围内。恢复模式的安全极限为：

安全功能	极限
关节速度限值	30 °/s
速度限值	250 mm/s
力限值	100 N
动量限值	10 kg m/s
功率限值	80 W

如果违反这些限制，安全系统发出 0 类停机。

警告:
在恢复模式下，关节位置、安全平面以及工具/末端执行器方向限制被禁用。将机器人手臂移回极限范围内时应小心。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

3 运输

如托盘上提供的那样，机器人和控制箱已作为成套设备校准。请勿将它们分开，那样将需要重新校准。

只能将机器人放在原包装中运输。如果今后要搬运机器人的话，请将包装材料保存在干燥处。

将机器人从包装移动到安装空间时，同时托住机器人手臂的两根管。扶住机器人直至机器人机座的所有安装螺栓全部紧固好。

通过手柄抬升控制箱。

警告:

1. 确保抬升设备时，背部或其他身体部位不过分负重。使用适当的抬升设备。应遵守所有地区性和国家性的抬升指南。通用机器人不对设备运输造成的任何损坏负责。
2. 确保安装机器人时严格遵守第 4 章中的说明。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

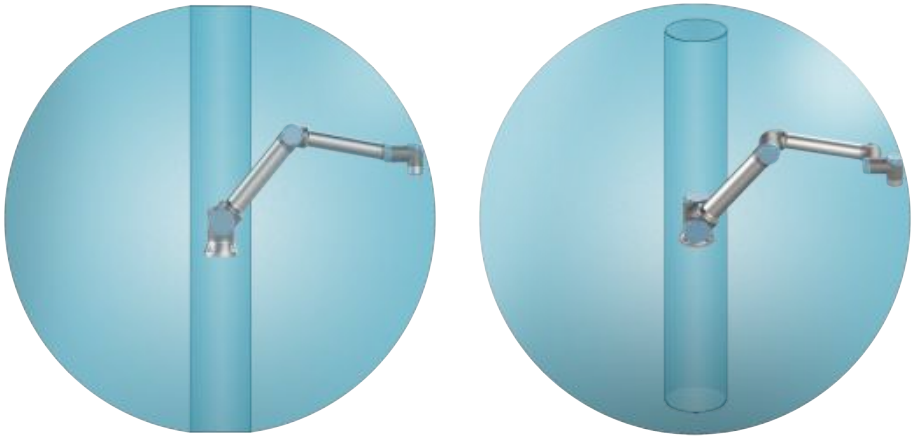
4 机械接口

4.1 简介

本章将介绍安装机器人系统的部件时应注意的基本事项。务必遵循第 5章中的电气安装说明。

4.2 机器人工作空间

UR10e 机器人工作空间延伸 1300 mm 基座关节周围选择机器人安装位置时，务必考虑机器人正上方和正下方的圆柱体空间。应避免将工具移向圆柱体空间，因为这样会造成工具慢速运动时关节却运动过快，从而导致机器人工作效率低下，风险评估难以进行。



正面　　倾斜

4.3 安装

机器人手臂　使用 4 颗 8.8 级强度的 M8 螺栓和底部的 4 个 8。5 mm 安装孔安装机器人手臂。螺栓必须使用 20 N m 扭矩拧紧。
使用预留的两个 Ø8 孔和一个销钉来准确地重新定位机器人手臂。注意：可以采购精确的基座作为附件来使用。图 4.1显示了钻孔位置和螺丝安装位置。

将机器人安装在一个坚固、无震动的表面，该表面应当足以承受至少 10 倍的基座关节的完全扭转力，以及至少 5 倍的机器人手臂的重量。如果机器人安装在线性轴上或是活动的平台上，则活动性安装基座的加速度非常低。高加速度会导致机器人发生安全停机。

危险:
确保机器人手臂正确并安全地安装到位。安装不稳定会导致事故。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

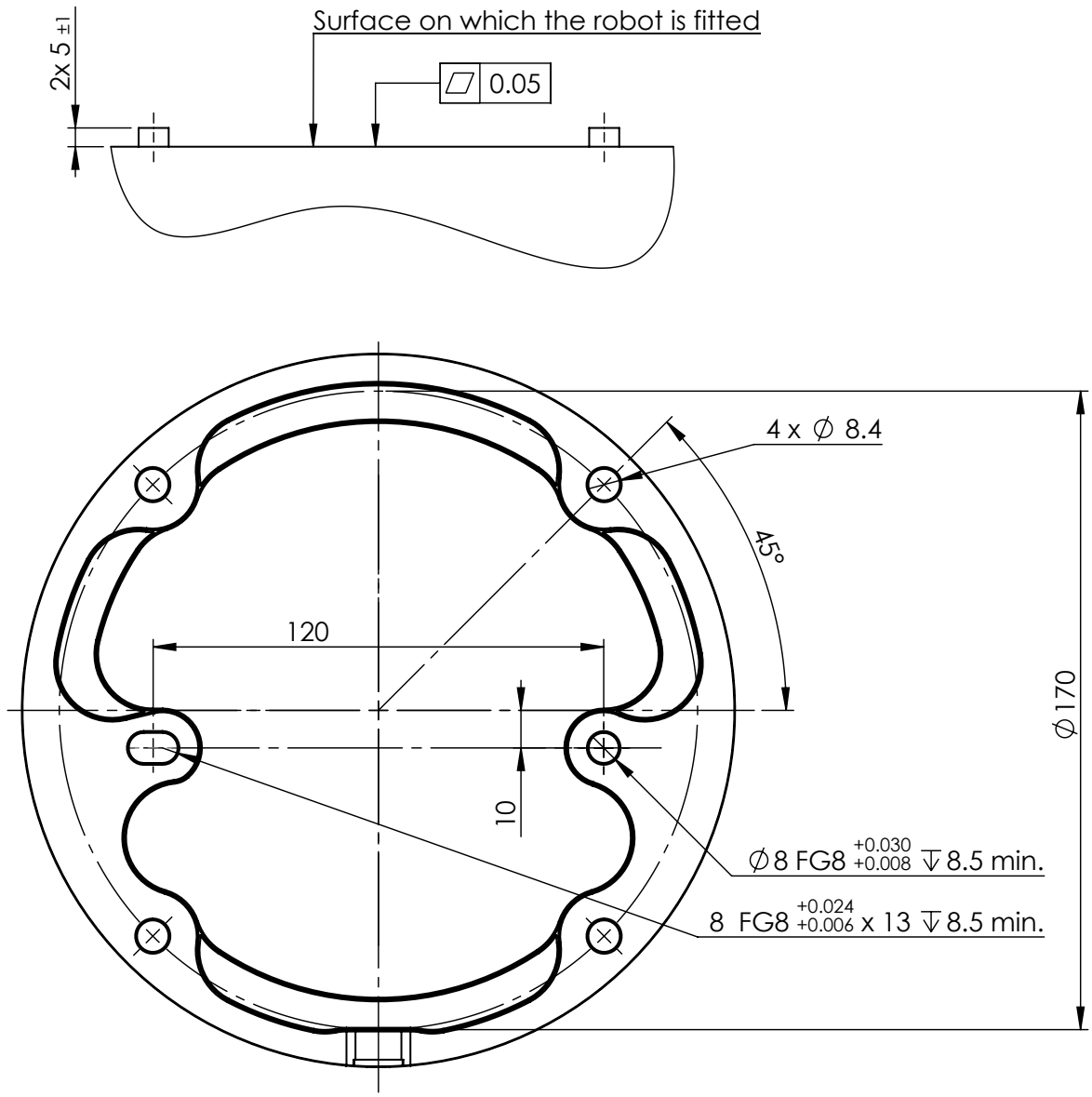


图 4.1: 机器人安装孔。使用 4 颗 M8 螺栓。所有测量值均以 mm 为单位。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

小心:
将机器人安装在适合 IP 等级的环境中。机器人不得在超过与机器人 (Ip54)、示教盒 (IP54) 和控制箱 (IP44) 的 IP 等级相当的环境中运行。

工具 机器人工具法兰有四个 M6 螺纹孔，可用于将工具连接到机器人。M6 螺栓必须使用 8 N m 的扭矩拧紧，其强度等级为 8.8。为了准确地重新定位工具，请在预留的 Ø 6 个孔中使用销钉。图 4.2 显示了工具法兰的尺寸和孔模式。建议对销钉使用径向槽孔以避免过度约束，同时保持精确的位置。安装工具的螺栓不得超过 8mm。M6 螺栓太长将压在工具法兰的底部并使机器人短路。

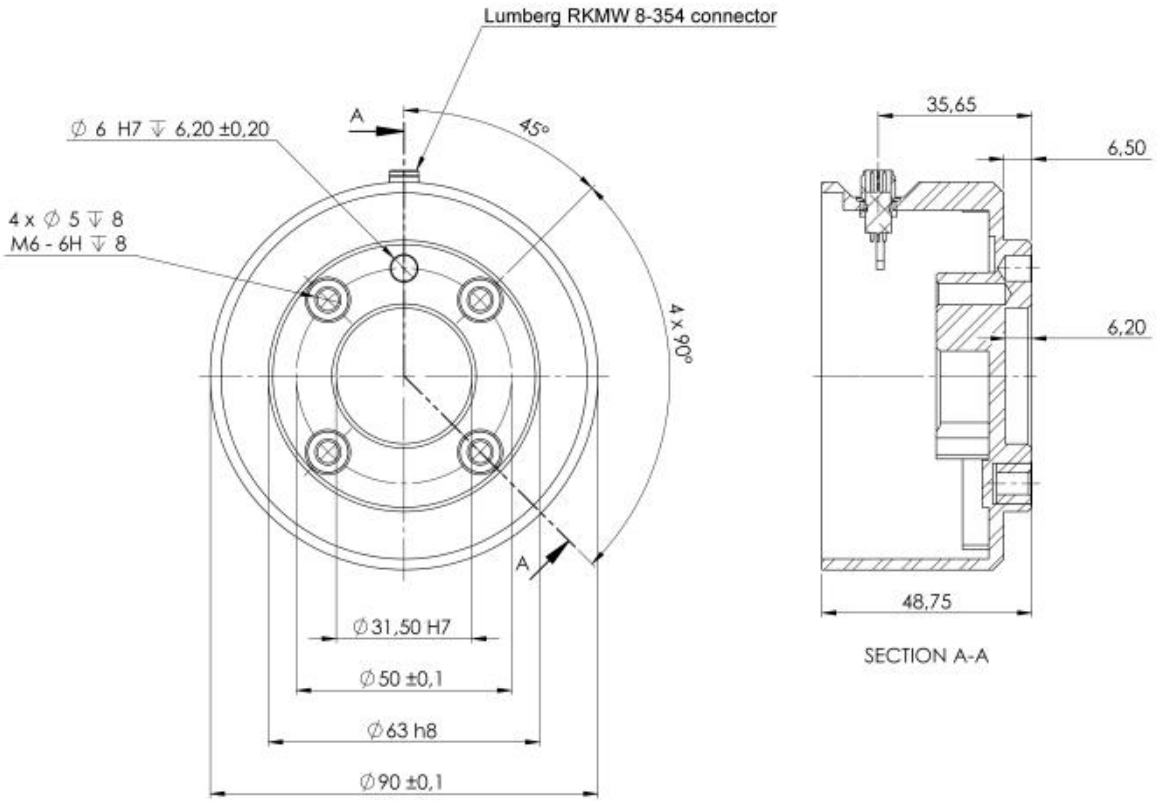


图 4.2: 工具输出法兰 (ISO 9409-1-50-4-M6) 是机器人顶端的工具安装位置。所有测量值均以 mm 为单位。

危险:

1. 确保工具正确并安全地安装到位。
2. 确保工具安全架构，不会有零件意外坠落造成危险。
3. 在机器人上安装一个带有延伸超过 8 毫米 M6 螺栓的工具可能会推入工具法兰并造成无法修复的损坏，从而导致更换端部接头。

控制箱 控制箱 可悬挂在墙壁上，也可安放在地面上。控制箱每侧应保留 50 mm 的空隙，以确保空气流通顺畅。

示教盒 示教盒 可以悬挂在墙壁或控制箱上。确认电缆不会引起绊倒危险。

注意：您可以购买用于安装控制箱和示教盒的额外支架。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

危险:

1. 确保控制箱、示教盒和电缆不接触液体。潮湿的控制箱可导致致命伤害。
2. 将示教盒 (IP54) 和控制箱 (IP44) 放置在适合 IP 等级的环境中。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

4.4 最大有效载荷

机器人手臂的最大允许有效载荷取决于重心偏移，参见图 4.3。重心偏移定义为工具输出法兰的中心与附加的有效载荷重心之间的距离。

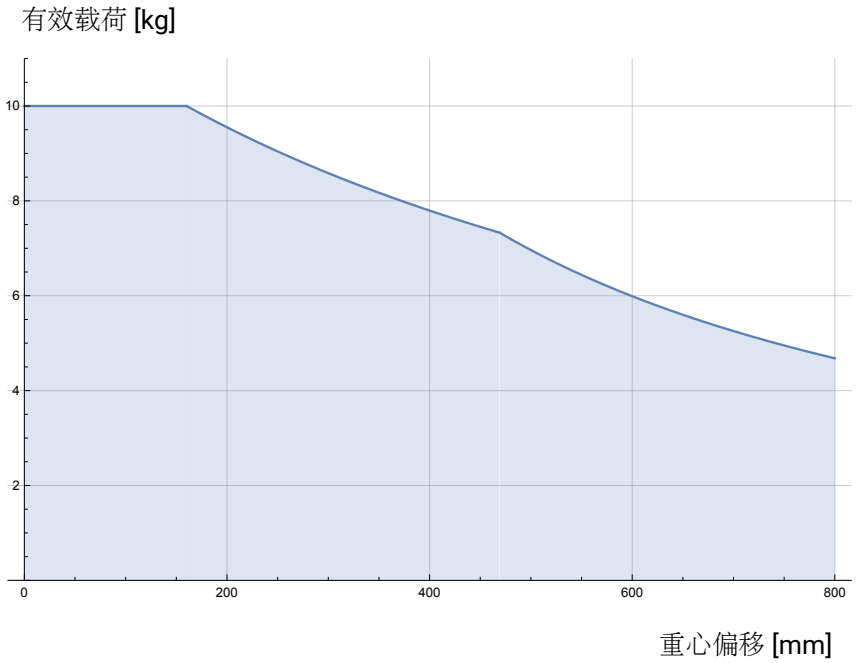


图 4.3: 最大允许有效载荷与重心偏移之间的关系。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

5 电气接口

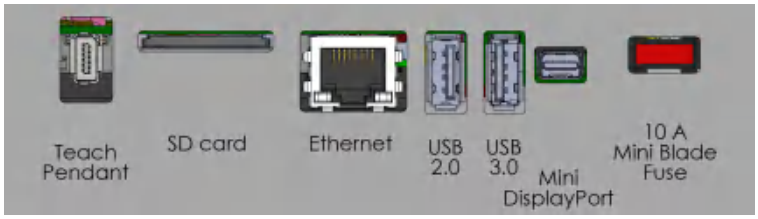
5.1 简介

本章描述了机器人手臂和控制箱的所有电气接口。大部分类型的 **I/O** 都提供有示例。**I/O**一词是指进出下列电气接口组的数字及模拟控制信号。

- 电源连接
- 机器人连接
- 控制器 I/O
- 工具 I/O
- 以太网

5.1.1 控制箱支架

在 I/O 接口组的底部，有一个带端口的支架，支持额外的连接（如下图所示）。控制箱底部有一个带盖的开口便于连接（参见 5.2）。
Mini Displayport 支持带 Displayport 的监控器，需要一个连接到 DVI 或 HDMI 转换器的有源 Mini Display 来连接监控器与 DVI / HDMI 接口。无源转换器不兼容 DVI/HDMI 端口。



注意：保险丝必须为带有 UL 标志的迷你插片式，最大额定电流为：10A，最小额定电压为：32V

5.2 以太网

以太网接口可用于：

- MODBUS、EtherNet/IP 和 PROFINET（参见第 II 部分）。
- 远程访问和控制。

以太网电缆的连接：将以太网电缆穿过控制箱底部的孔，然后插入支架底部的以太网端口。
用合适的电缆防水接头更换控制箱底部的盖子，将电缆连接到以太网端口。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

电气规范如下表所示。

参数	最小值	典型值	最大值	单位
通信速度	10	-	1000	Mb/s

5.3 电气警告和小心事项

除了设计和安装机器人应用时，还应遵守所有上述接口组的以下警告。

危险:

1. 切勿将安全信号连接到安全等级不合适的非安全型 PLC。如果不遵守该警告，有可能会造成严重的人员伤亡，因为安全功能有可能失效。务必将安全接口信号与普通 I/O 接口信号分开。
2. 所有安全型信号均具备冗余性（两个独立通道）。保持两个通道独立，可确保在发生单一故障时不会丧失安全功能。
3. 控制箱内部的某些 I/O 可配置为普通 I/O 或安全型 I/O。请通读第 5.4 节。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

危险:

1. 请确保所有不得沾水的设备都保持干燥。如果水进入了产品，请对所有电源上锁挂牌，然后联系您当地的 Universal Robots 服务提供商寻求帮助。
2. 仅使用该机器人的原装电缆。请不要在那些电缆需要弯折的应用中使用机器人。
3. 负接头指接地 (GND) 接头，且与机器人和控制箱的防护罩相连。本文提到的所有 GND 接头只适用于供电和传送信号。对于保护性接地 (PE)，请使用控制箱中标记接地标志的 M6 螺丝接头。接地连接器应至少有该系统内最高电流的额定电流。
4. 当向机器人的 I/O 安装接口电缆的时候，务必小心。底部的金属板是供接口电缆和连接器使用的。钻孔前请去掉这个金属板。重新安装金属板前，请确保所有的毛面都已去掉。记得使用正确尺寸的压盖。

小心:

1. 该机器人已通过**电磁兼容 (EMC)** 国际 IEC 标准中规定的检测。高于 IEC 标准中规定电平的干扰信号将会造成机器人的异常行为。信号电平极高或过度暴露将会对机器人造成永久性的损害。EMC 问题通常发生在焊接过程中，通常由日志中的错误消息提示。由 EMC 问题造成的任何损失，Universal Robots 概不负责。
2. 用于连接控制箱与其他机械和工厂设备的 I/O 电缆长度不得超过 30 米，除非进行附加测试后表明可行。

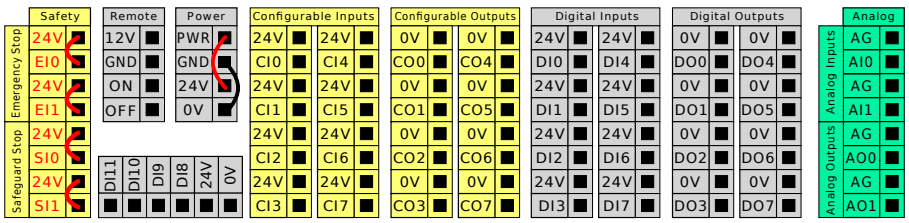
注意:
所有电压和电流均为直流 (DC)，除非另有规定。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

5.4 控制器 I/O

您可以使用控制箱内的 **I/O** 来控制各种设备，包括气动继电器、PLC 和紧急停止按钮。

下图显示了控制箱内部的电气接口组。



注意：对于这些类型的输入，可以使用下图所示的水平数字输入区块 (DI8-DI11) 进行正交编码输送机跟踪（参见 5.4.1）。

必须遵守并维护下面列出的配色方案的含义。

黄色，含红色文本	专用安全信号
黄色，含黑色文本	可进行安全配置
灰色，含黑色文本	通用数字 I/O
绿色，含黑色文本	通用模拟 I/O

在图形用户界面，您可以设置**可配置 I/O** 作为**安全型 I/O** 或**通用 I/O**（参见第 II 部分）。

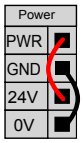
5.4.1 所有数字 I/O 的通用规范

本节阐述了控制箱的下列 24V 数字 I/O 的电气规范。

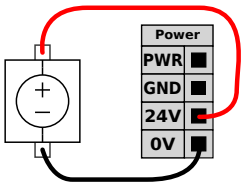
- 安全 I/O。
- 可配置 I/O。
- 通用 I/O。

根据所有三个输入都相同的电气规范安装机器人。

数字 I/O 可由 24V 电源供电，也可通过配置**电源**接线盒由外部电源供电。终端盒由四个终端组成。上面两个（PWR 和 GND）为 24V，内部的 24V 电源接地。终端盒下面的两个终端（24V 和 0V）为供应 I/O 的 24V 输入。默认配置为使用内部电源（参见下文）。



注意：如果需要更大的电流，可如下图所示连接外部电源。



内部和外部电源的电气规范如下所示。

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
内置 24V 电源					
[PWR - GND]	电压	23	24	25	V
[PWR - GND]	电流	0	-	2*	A
外部 24V 输入要求					
[24V - 0V]	电压	20	24	29	V
[24V - 0V]	电流	0	-	6	A

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

*500ms 的电流为 3.5 A 或 33% 个占空比。

数字 I/O 的构建遵循 IEC 61131-2。电气规范如下所示。

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
数字输出					
[COx / DOx]	电流 *	0	-	1	A
[COx / DOx]	电压降	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	漏电流	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	功能	-	PNP	-	类型
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	类型
数字输入					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	电压	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	OFF 区域	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	ON 区域	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	电流（11-30V）	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	功能	-	PNP +	-	类型
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	类型

* 对于最大 1H 的电阻负载或电感性负载。

注意:
可配置一词用于配置为额定安全 I/O 或普通 I/O 的 I/O。这些是带黑色文本的黄色终端。

5.4.2 安全 I/O

本节介绍了专用安全输入（带红色文本的黄色终端）和配置为安全 I/O 时的可配置 I/O（带黑色文本的黄色终端）。遵守第 5.4.1 节的所有数字 I/O 的通用规范。
安全装置和设备必须按照第 1 章的安全说明和风险评估安装。

所有安全 I/O 成对存在（冗余），必须保留成两个独立的分支。单一故障不会导致丧失安全功能。

有两种固定的安全输入：

- **机器人紧急停止**仅用于紧急停止设备
- **防护停止**用于保护设备

功能差异如下所示。

	紧急停止	防护停止
机器人停止运动	是	是
程序执行	暂停	暂停
驱动电源	关	On
重置	手动	自动或手动
使用频率	不常使用	不超过每运行周期一次
需要重新初始化	仅释放制动器	否
停机类别（IEC 60204-1）	1	2
监控功能的 性能等级（ISO 13849-1）	PLd	PLd

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

使用可配置的 I/O 设置紧急停止输出等其他安全 I/O 功能。针对安全功能配置一组可配置的 I/O 是通过 GUI 进行的（参见第 II 部分）。

危险:

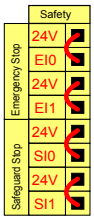
1. 切勿将安全信号连接到安全等级不合适的非安全型 PLC。如果不遵守该警告，有可能会造成严重的人员伤亡，因为安全功能有可能失效。务必将安全接口信号与普通 I/O 接口信号分开。
2. 所有安全型 I/O 均具备冗余性（两个独立通道）。保持两个通道独立，可确保在发生单一故障时不会丧失安全功能。
3. 在将机器人投入使用前，务必检验安全功能。必须定期测试安全功能。
4. 机器人的安装需遵循这些规格。如果不遵循这些规格，有可能会造成严重的人员伤亡，因为安全功能有可能失效。

OSSD 信号

过滤所有配置和永久安全输入，以允许使用脉冲长度小于 3ms 的 OSSD 安全设备。安全输入每毫秒采样一次，输入状态由最近 7 毫秒内最常见的输入信号决定。安全输出的 OSSD 脉冲在第 II部分有详细信息。

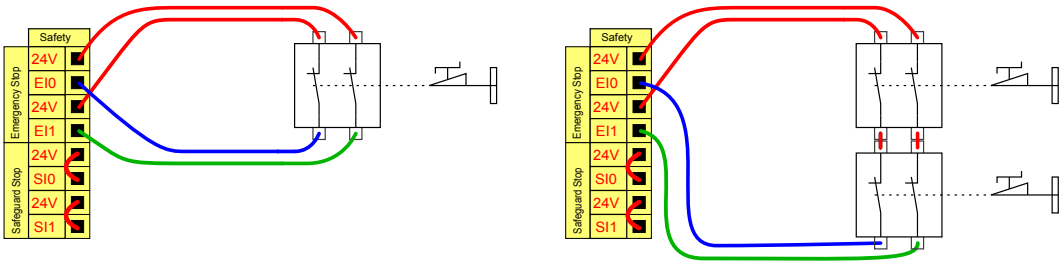
默认安全配置

所交付的机器人进行了默认配置，可在没有任何附加安全设备的情况下进行操作，请参阅下图。



连接紧急停止按钮

大多数应用需要使用一个或多个额外的紧急停止按钮。下图显示了如何连接一个或多个紧急停止按钮。



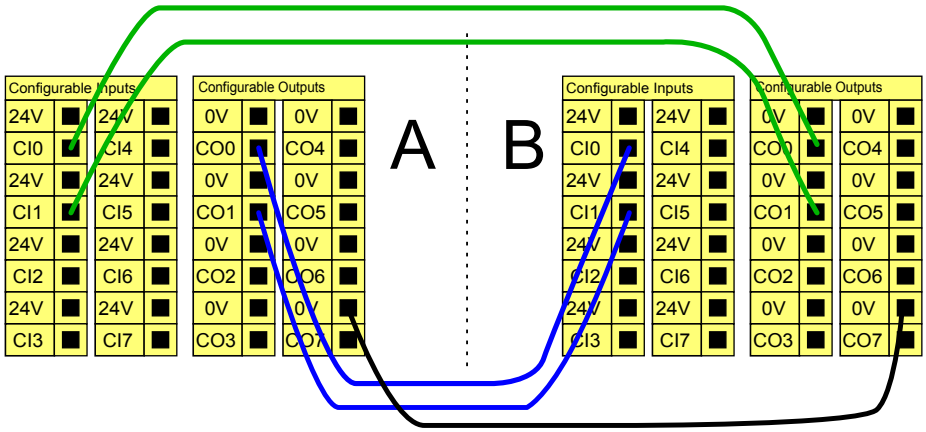
与其他机器共享紧急停止

您可以通过在图形用户界面配置以下 I/O 功能，来设置机器人与其他机器之间的共享紧急停止功能。机器人紧急停止输入不能用于共享目的。如果需要连接两台以上的 UR 机器人或其他机器，必须使用安全 PLC 来控制紧急停止信号。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

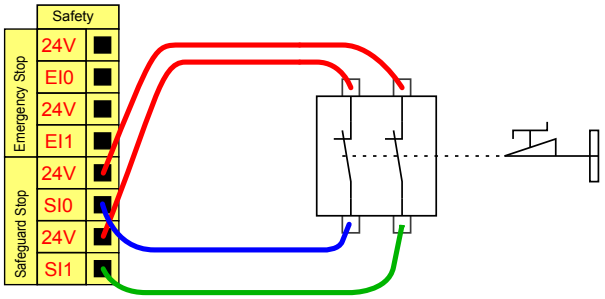
- 可配置的输入对：外部紧急停止。
- 可配置的输出对：系统紧急停止。

下图显示了 UR 机器人如何共享紧急停止功能。在本例中，使用的配置 I/O 为 CI0-CI1 和 CO0-CO1。



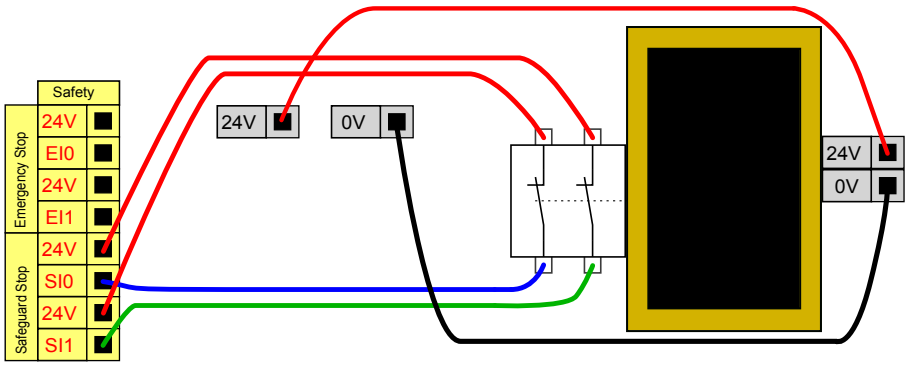
可自动恢复的防护停止

门开关就是基本防护停止设备的一个例子，门打开时，机器人停止（参见下图）。



此配置仅针对操作员不能通过门并在身后关上门的应用。可配置的 I/O 用于设置门外的重置按钮，以重新激活机器人运动。

适合进行自动恢复的另外一个例子是使用安全垫或安全型激光扫描仪（参见下图）。



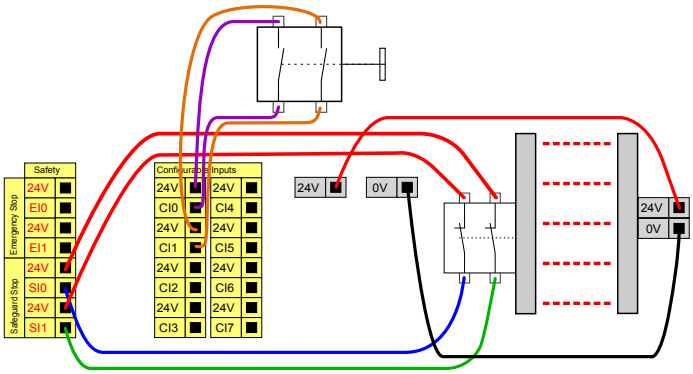
危险：

1. 当重建信号时，机器人自动恢复运动。如果可从安全地带内部重建信号，请勿使用此配置。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

带重置按钮的防护停止

如果使用防护接口与光幕交互，需要从安全地带外部进行重置。重置按钮必须为双通道型按钮。在本例中，重置配置的 I/O 为 CI0-CI1（参见下图）。

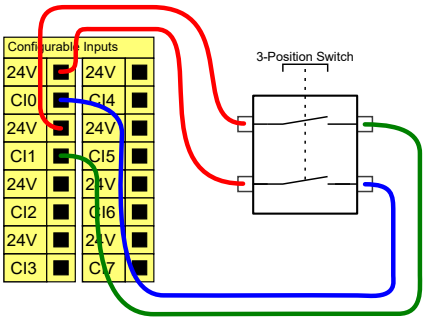


3 档位使动装置

下图说明了 3 档位使动装置的连接方法。参见第 12.2 节进一步了解 3 档位使动装置。

注意:

Universal Robot 安全系统不支持多台外部 3 档位使动装置。

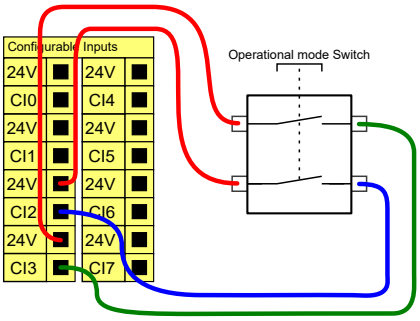


注意:

3 档位使动装置输入的两个输入通道具有 1 秒的不一致容差。

操作模式开关

下图展示了一个操作模式开关。参见第 12.1 节进一步了解操作模式。



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

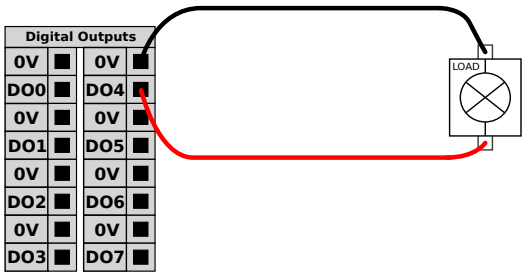
5.4.3 通用数字 I/O

本节介绍了通用 24V I/O（灰色终端）和未配置为安全 I/O 时的可配置 I/O（带黑色文本的黄色终端）。务必遵循第 5.4.1 节的通用规范。

通用 I/O 可用于直接驱动气动继电器等设备，或用于与其他 PLC 系统通信。程序停止执行时，所有数字输出可自动禁用，参见第 II 部分。此模式下，如果程序没有运行，则输出始终为低电平。下面的章节举了几个例子。这些示例使用的是常规数字输出，但如果可配置的输出没有被配置为执行安全功能，则也可使用此类输出。

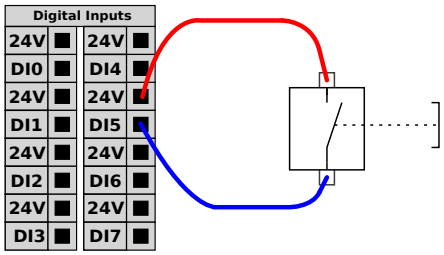
由数字输出控制的负载

本例说明了当负载连接时，如何由数字输出进行控制。



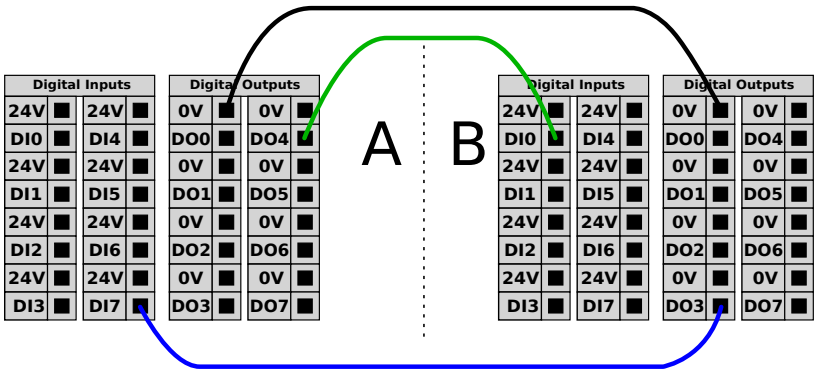
5.4.4 从按钮进行的数字输入

本例说明了简单按钮与数字输入的连接方式。



5.4.5 与其他机器或 PLC 通信

如果建立了公共接地端 (0V) 并且机器采用了 PNP 技术，则可使用数字 I/O 与其他设备通信，参见下图。



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

5.4.6 通用模拟 I/O

模拟 I/O 接口为绿色终端。此类接口可用于设置或测量进出其他设备的电压 (0-10V) 或电流 (4-20mA)。

为获得最高准确度，建议遵循以下说明：

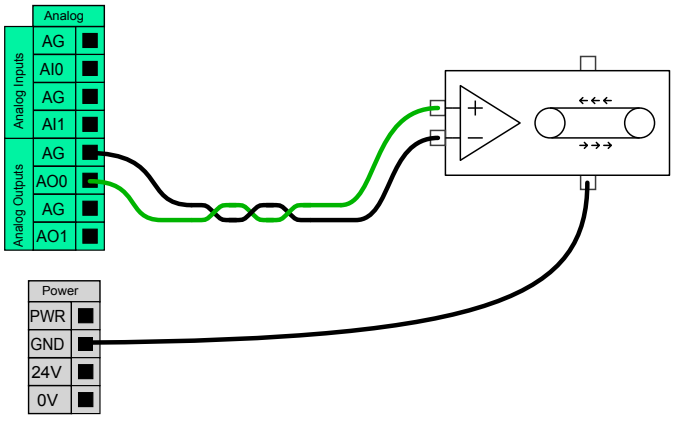
- 使用最靠近此 I/O 的 AG 终端。此 I/O 对共享同一个滤模器。
- 设备和控制箱使用相同的 GND (0V)。模拟 I/O 没有与控制箱进行电位隔离。
- 使用屏蔽电缆或双绞线。将屏蔽线与**电源**端子处的 GND 端子相连。
- 使用在电流模式下工作的设备。电流信号的敏感度低于接口。

可以在图形用户界面选择输入模式（参见第 II 部分）。电气规范如下所示。

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
电流模式下的模拟输入					
[AIx - AG]	电流	4	-	20	mA
[AIx - AG]	电阻	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	分辨力	-	12	-	位
电压模式下的模拟输入					
[AIx - AG]	电压	0	-	10	V
[AIx - AG]	电阻	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	分辨力	-	12	-	位
电流模式下的模拟输出					
[AOx - AG]	电流	4	-	20	mA
[AOx - AG]	电压	0	-	24	V
[AOx - AG]	分辨力	-	12	-	位
电压模式下的模拟输出					
[AOx - AG]	电压	0	-	10	V
[AOx - AG]	电流	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	电阻	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	分辨力	-	12	-	位

使用模拟输出

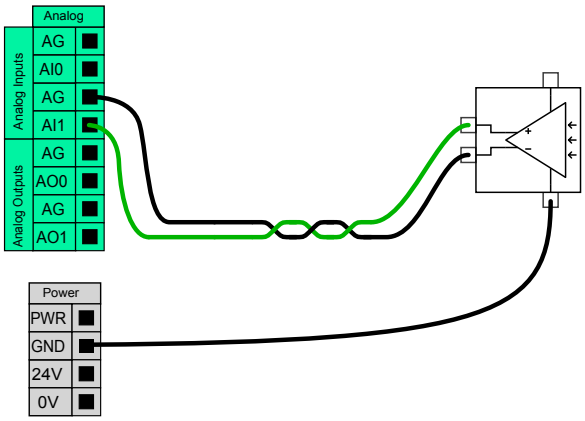
本例说明了如何利用模拟速度控制输入来控制传送带。



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

使用模拟输入

本例说明了如何连接模拟传感器。



5.4.7 远程 ON/OFF 控制

使用远程 **ON/OFF** 控制开启和关闭控制箱，无需使用示教盒。它通常用于：

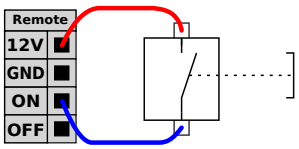
- 示教盒不可接近的情况。
- PLC 系统必须实施全面控制的情况。
- 必须同时开启或关闭多个机器人的情况。

远程 **ON/OFF** 控制提供有 12V 的辅助电源，控制箱关闭时此电源将保持活动状态。**ON** 输入仅用于短时间激活，其工作方式与 **POWER** 按钮相同。必要时可按住 **OFF** 输入。电气规范如下所示。注意：可以使用软件中的功能来自动加载和启动程序（参见第 II 部分）。

终端	参数	最小值	典型值	最大值	单位
[12V - GND]	电压	10	12	13	V
[12V - GND]	电流	-	-	100	mA
[ON / OFF]	无源电压	0	-	0.5	V
[ON / OFF]	有源电压	5	-	12	V
[ON / OFF]	输入电流	-	1	-	mA
[ON]	激活时间	200	-	600	ms

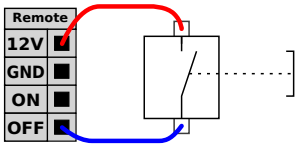
远程 ON 按钮

本例说明了连接远程 **ON** 按钮的方式。



远程 OFF 按钮

本例说明了连接远程 **OFF** 按钮的方式。



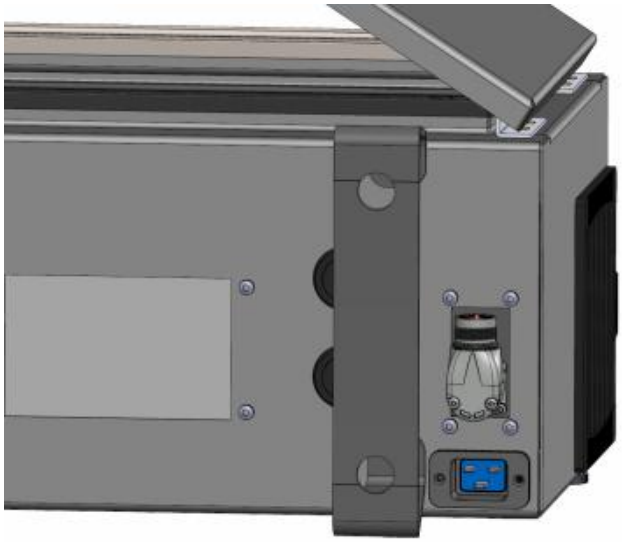
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

小心:
请勿按住 **ON** 输入或 **POWER** 按钮，因为它会在不保存的情况下关闭控制箱。必须对远程关闭控制使用 **OFF** 输入，因为此信号允许控制箱保存打开的文件并正常关闭。

5.5 电源连接

控制箱市电电缆末端有一个标准 IEC 插头。将当地专用的市电插座或电缆连接到 IEC 插头。

要使机器人通电，控制箱必须与电源相连，这个过程必须使用相应的 IEC C19 电线连接控制箱底部的标准 IEC C20 插头来完成，请参见下图。



电源配备以下附件:

- 接地接头
- 市电保险丝
- 剩余电流断路器

建议对机器人应用中的所有设备的电源安装电源开关，以便于在维修时上锁挂牌。电气规范如下表所示。

参数	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	100	-	240	VAC
外部市电保险丝（100-200V 时）	15	-	16	A
外部市电保险丝（200-265V 时）	8	-	16	A
输入频率	47	-	440	Hz
备用电源	-	-	<1.5	W
额定工作功率	90	250	500	W

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

危险:

1. 确保机器人以正确的方式接地（电气接地）。请使用未用的且与控制箱内接地标志相连的插销来为系统内的所有设备建立通用接地。接地连接器应至少有该系统内最高电流的额定电流。
2. 确保控制箱的输入电源受到剩余电流断路器 (RCD) 和正确的保险丝保护。
3. 完成所有服务所需的机器人安装设置后，所有的电源都需上锁挂牌。当系统上锁后，其他设备都不可给机器人 I/O 供电。
4. 确保所有的电缆在控制箱通电前都正确连接。务必使用原装电源线。

5.6 机器人连接

将机器人电缆插入控制箱底部的连接器中并锁定（参见下图）。打开机器人手臂之前，转动连接器两次以确保其正确锁定。
将连接器向右转，使电缆插入后更容易锁定。

小心:

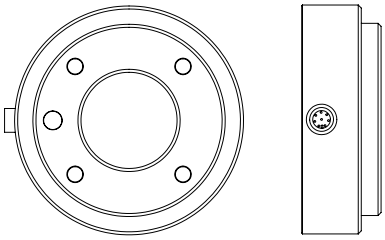
1. 切勿在机器人手臂开启时断开机器人电缆。
2. 切勿延长或改装原装电缆。

5.7 工具 I/O

在 Wrist #3 上的工具法兰旁边有一个八针连接器，它为连接到机器人的不同夹持器和传感器提供电源和控制信号。Lumberg KKMV 8-354 是一款合适的工业电缆。电缆内部八条线的颜色各不

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

相同，分别代表不同的功能。



此连接器为特定机器人工具上使用的夹持器和传感器提供电源和控制信号。下面列出的工业电缆适用：

- Lumberg RKMV 8-354。

注意:
工具连接器必须手动拧紧，最大力矩 0.4Nm。

电缆内部八条线的颜色各不相同，分别代表不同的功能。参见下表：

颜色	信号	描述
红色	GND	接地
灰色	功率	0V/12V/24V
蓝色	TO0/PWR	数字输出 0 或 0V/12V/24V
粉红色	TO1/GND	数字输出 1 或接地
黄色	TI0	数字输入 0
绿色	TI1	数字输入 1
白色	AI2 / RS485+	模拟输入 2 或 RS485+
棕色	AI3 / RS485-	模拟输入 3 或 RS485-

安装设置选项卡的访问工具 I/O （参见第 II部分） 是用来将内部电源设置为 0V, 12V 或者 24V 的。电气规范如下所示：

参数	最小值	典型值	最大值	单位
24V 模式下的电源电压	23.5	24	24.8	V
12V 模式下的电源电压	11.5	12	12.5	V
电源电流（单针）*	-	1000	2000**	mA
电源电流（双针）*	-	2000	2000	mA
电源电容性负载	-	-	8000***	uF

* 强烈推荐为电感性负载使用保护二极管。
** 最大值为 1 秒，最大占空比：10%。10 秒内的平均电流不得超过典型电流。
*** 启用工具电源后，将开始 400ms 的软启动时间，从而在启动时将 8000uF 的电容性负载连接到工具电源。不允许热插拔电容性负载。

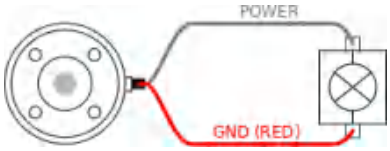
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

注意:
工具法兰 GND 相连通（与红线相同）。

5.7.1 工具电源

电源

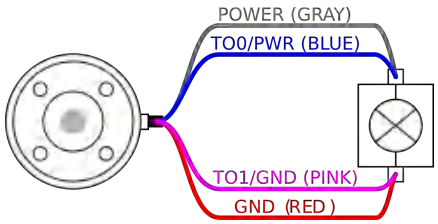
安装设置选项卡的访问工具 I/O （参见第 II部分） 是用来将内部电源设置为 0V, 12V 或者 24V 的。



双针电源

在双针电源模式下，输出电流可按照（5.7 表 2）所列增加。

1. 点击页眉的**安装**。
2. 点击左侧列表中的**通用**。
3. 点击**工具 IO** 并选择**双针电源**。
4. 将电源线（灰色）与 To0 线（蓝色）连接，接地线（红色）与 TO1 线（粉红色）连接。



注意:
一旦机器人进行紧急停止，两个电源引脚的电压都设置为 0V（电源关闭）。

5.7.2 工具数字输出

数字输出支持三种不同的模式:

模式	激活	不活跃
下沉（NPN）	低	打开
纯源化（PNP）	高	打开
推 / 拉……	高	低

安装设置选项卡的访问工具 I/O （参见第 II部分） 是用来配置每针的输出模式的。电气规范如下所示:

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

参数	最小值	典型值	最大值	单位
开路时的电压	-0.5	-	26	V
灌入 1A 电流时的电压	-	0.08	0.09	V
查找/灌入时的电流	0	1000	1000	mA
通过 GND 的电流	0	1000	3000*	mA

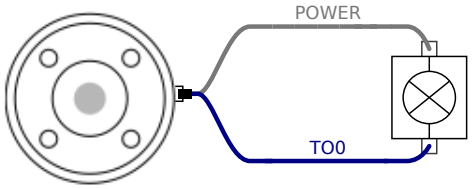
** 最大值为 1 秒，最大占空比：10%。10 秒内的平均电流不得超过典型电流。

注意:
机器人进行紧急停止后，数字输出（DO0 和 DO1）将被禁用（高 Z）。

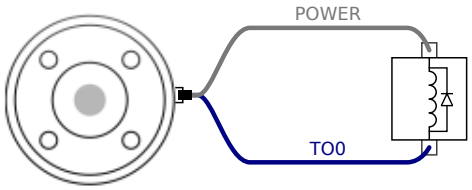
小心:
工具中的数字输出端没有电流限制。若超过所规定的数据，可能会导致永久性损坏。

使用工具数字输出

本例说明如何打开使用内部 12V 或 24V 电源的负载。必须定义 I/O 选项卡的输出电压。即使负载已关闭，电源接头和防护罩/地面之间仍存在电压。



推荐为电感性负载使用保护二极管，如下所示。



5.7.3 工具数字输入端

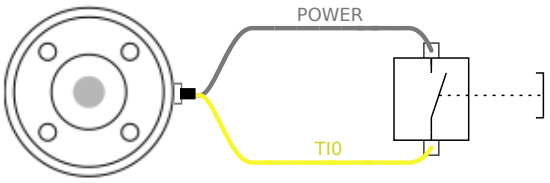
数字输入以配有弱下拉电阻器的 PNP 的形式实现。这意味着浮置输入的读数始终为低。电气规范如下所示。

参数	最小值	类型	最大值	单位
输入电压	-0.5	-	26	V
逻辑低电压	-	-	2.0	V
逻辑高电压	5.5	-	-	V
输入电阻	-	47k	-	Ω

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

使用工具数字输入

本例说明了如何连接一个简单的按钮。



5.7.4 工具模拟输入

工具模拟输入为非差分输入，可在 I/O 选项卡上设置为电压 (0-10V) 或电流 (4-20mA)（参见第 II 部分）。电气规范如下所示。

参数	最小值	类型	最大值	单位
电压模式下的输入电压	-0.5	-	26	V
0V 至 10V 电流范围内的输入电阻	-	10.7	-	kΩ
分辨力	-	12	-	位
电流模式下的输入电压	-0.5	-	5.0	V
电流模式下的输入电流	-2.5	-	25	mA
4mA 至 20mA 电流范围内的输入电阻	-	182	188	Ω
分辨力	-	12	-	位

下面的小节中举出了两个关于如何使用模拟输入的示例。

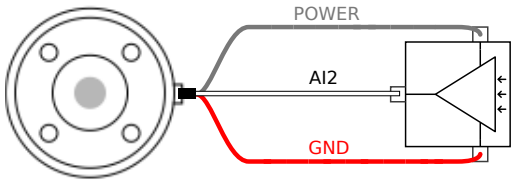
小心:

1. 在电流模式下，模拟输入没有提供过电压保护。超过电气规范中的极限可能导致输入端永久损坏。

使用工具模拟输入，非差分

本例显示了带有非差分输出的模拟传感器连接。只要模拟输入的输入模式设置与 I/O 选项卡中的设置相同，那么传感器的输出端可设置为电流模式，也可设置为电压模式。

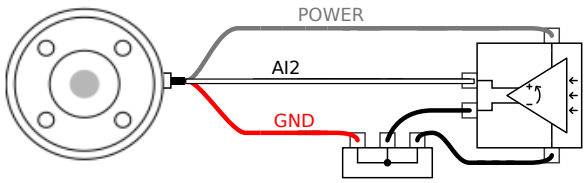
注意：可以检查并确保带有电压输出端的传感器可以驱动工具的内部电阻，否则测量值可能无效。



使用工具模拟输入，差分

本例显示了带有差分输出的模拟传感器连接。将负输出端连接至 GND (0V)，即可像非差分传感器一样工作。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。



5.7.5 工具通信 I/O

- **信号请求** RS485 信号使用内部自动防故障偏置。如果连接的设备不支持该自动防故障功能，则信号偏置必须在连接的工具中完成，或者通过在 RS485 + 处添加上拉电阻器和在 RS485- 处添加下拉电阻器来外置添加。
- **延迟**从在 PC 上写入消息到消息在 RS485 上开始，通过工具连接器发送的消息的延迟范围为 2ms 到 4ms。缓冲器存储发送到工具连接器的数据，直到线路空闲。一旦接收到 1000 字节的数据，消息就写入设备。

波特率	9.6k、19.2k、38.4k、57.6k、115.2k、1M、2M、5M
停止位	1, 2
同位	无、奇、偶

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

6 维护和维修

您必须按照本手册中的所有安全说明 执行维护和修理工作。

您必须根据支持网站上（http://www.universal-robots.com/support）最新版本的 “服务手册” 进行维护、校准和维修工作。

只有授权的系统集成商或 Universal Robots 才能进行维修。

零件退回给 Universal Robots 时应按服务手册的规定进行操作。

6.1 安全指示

维护维修后，必须进行核对以确保服务要求的安全级别。检查必须遵守有效的国家或地区工作安全规定。同时应检测所有安全功能是否都正常。

维护维修工作的目的是为了确保系统正常运转，或在故障状态时，帮助系统恢复正常运转状态。维修包括故障诊断和实际的维修。

在机器人手臂或控制箱上工作时，必须遵守以下程序和警告。

危险:

1. 不要改变软件安全配置中的任何信息（比如 力限制）。安全配置在 PolyScope 手册中有介绍。如果安全参数变更，整个机器人系统应被视为新系统，这就意味着所有安全审核过程，比如风险评估，都必须更新。
2. 使用部件号相同的新部件或 Universal Robots 批准的相当部件替换故障部件。
3. 该工作完成后立即重新激活所有禁用的安全措施。
4. 书面记录所有维修操作，并将其保存在整个机器人系统相关的 j 技术文档中。

危险:

1. 从控制箱底部移除主输入电缆以确保其完全断电。断开机器人手臂或控制箱连接的其他能源。采取必要的预防措施以避免其他人在维修期间重新接通系统能源。
2. 重新开启系统前请检查接地连接。
3. 拆分机器人手臂或控制箱时请遵守 ESD 法规。
4. 避免拆分控制箱内的供电系统。控制箱关闭后其供电系统仍可留存高压（高达 600V）达数小时。
5. 避免水或粉尘进入机器人手臂或控制箱。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

7 处理和环境

Universal Robots e-Series 机器人必须根据适用的国家法律法规及国家标准处置。

Universal Robots e-Series 机器人在制造过程中遵守欧盟 RoHS 指令 2011/65/EU 等相关危险物质禁用指令，旨在保护环境。这些危险物质包括汞、镉、铅、六价铬、多溴联苯、多溴联苯醚。

Universal Robots e-Series 机器人的电子废弃物在丹麦市场的处置处理费用已经由 Universal Robots A/S 预付至 DPA-系统。对于适用欧盟 WEEE 指令 2012/19/EU 的国家，进口商必须向本国 WEEE 注册机构登记。费用通常低于 1€/机器人。国内的注册机构列表如下：`https://www.ewrn.org/national-registers`。

下述符号将粘贴在机器人上以表示符合上述法律法规。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

8 认证

本章展示的是该产品通过的认证以及针对该产品的声明。

8.1 第三方认证

第三方认证是自愿的。不过，为了向机器人集成商提供最佳服务，UR 选择在下述知名检测机构认证我们的机器人：

TÜV NORD

Universal Robots e-Series 机器人通过了符合欧盟 2006/42/EC 机械指令的公告机构 - TÜV NORD 的安全认证。您可以在附录 B找到 TÜV NORD 安全认证的证书副本。

DELTA

Universal Robots e-Series 机器人由 DELTA 进行性能测试。您可以在附录 B找到电磁兼容性（EMC）证书。

中国 RoHS

Universal Robots e-Series 机器人符合中国 RoHS 管理方法，用于控制电子信息产品的污染。您可以在附录 B找到产品声明表副本。

KCC 安全

根据 KC 注册信息，Universal Robotse-Series 机器人，UR10e 已经进行在工作环境使用的符合性评定。因此，在家庭环境中使用时存在无线电干扰的风险。您可以在附录 B找到 KCC 安全认证的证书副本。

8.2 供应商第三方认证

环境

根据我们供应商的要求，Universal Robots e-Series 机器人运输托盘符合丹麦 ISMPM-15 生产木质包装材料的要求，并按照该程序进行标示。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

8.3 制造商测试认证

UR

Universal Robots e-Series 机器人经过连续的内部测试和终点测试程序。UR 测试过程经过不断的审查和改进。

8.4 根据欧盟指令发布的声明

虽然它们主要与欧洲有关，但欧洲以外的一些国家认可和/或需要**欧盟声明**。欧盟指令可以在下述官方网站获得：`http://eur-lex.europa.eu`。
UR 机器人根据下述指令进行认证：

2006/42/EC —欧盟机械指令（MD）

根据 2006/42/EC 欧盟机械指令，Universal Robots e-Series 机器人属于**半成品机械**，因此没有粘贴 **CE** 标识。
如果 UR 机器人用于杀虫，那您必须注意参考指令 2009/127/EC。根据指令 2006/42/EC 附件 II 1.B. 制定的整合声明详见附录 B。

2006/95/EC — 低压指令 (LVD)
2004/108/EC — 电磁兼容性指令 (EMC)
2011/65/EU — 特定危险物质禁用指令 (RoHS)
2012/19/EU — 电气电子设备废弃物指令 (WEEE)

遵守上述指令的声明已经包含在附录 B里的整合声明中。

根据上述 **CE** 标识指令粘贴 **CE** 标识。有关电气电子设备废弃物的信息，请参见第 7章。

有关在机器人开发过程中应用的标准的信息详见附录 C。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

9 质保

9.1 产品质量保证

在无损于用户（客户）可能与经销商或零售商达成的任何索赔协议的原则下，制造商应根据以下所列条款给予客户产品质量保证：

若新设备及其组件在投入使用后 12 个月内（如包括运输时间则最长不超过 15 个月），出现因制造和/或材料不良所致的缺陷，Universal Robots 应提供必要的备用部件，而用户（客户）应提供人工来更换备件，使用体现最新技术水平的另一部件予以更换或维修相关部件。若设备缺陷是由处理不当和/或未遵循用户指南中所述的相关信息所致，则本产品质量保证失效。本产品质量保证不适用于或并不延伸至由授权经销商或客户自行执行的维护（例如安装、配置、软件下载）。用户（客户）必须提供购买收据和购买日期作为享受产品质量保证的有效证据。根据本产品质量保证提出的索赔必须于产品质量保证明显未得以履行的两个月内提出。被更换或返至 Universal Robots 的设备或组件的所有权归 Universal Robots 所有。由设备引起或与设备相关的任何其他索赔不在本产品质量保证范围之列。本产品质量保证中的任何条款均不试图限制或排除客户的法定权利，也不试图限制或排除制造商对其疏忽而导致的人员伤亡所应承担的责任。本产品质量保证持续时期不得因根据产品质量保证条款所提供之服务而延展。在不违背本产品质量保证的原则下，Universal Robots 保留向客户收取更换或维修费用的权利。上述规定并非暗示改变举证的责任而有损客户利益。如果设备呈现缺陷，Universal Robots 不承担由此引起的任何损害或损失，包括但不仅限于生产损失或对其他生产设备造成的损坏。

如果设备呈现缺陷，Universal Robots 不承担由此引起的任何损害或损失，例如生产损失或对其他生产设备造成的损坏。

小心:
通常建议避免使用高于给定应用所需的加速度。高加速度，尤其是与高负载相结合，会缩短机器人的使用寿命。对于循环时间短、速度要求高的应用，一般建议尽可能使用使用交融以确保平稳轨迹而无需高加速度。

9.2 免责声明

Universal Robots 致力于不断提高产品的可靠性和性能，并因此保留升级产品的权利，恕不另行通知。Universal Robots 力求确保本手册内容的准确性和可靠性，但不对其中的任何错误或遗漏信息负责。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

A 制动时间和制动距离

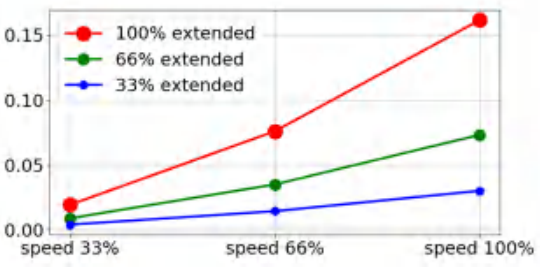
注意:
您可以设置用户定义的安全额定最大停止时间和距离。参见 2.1 和 13.2。如果使用了用户定义的设置，则可以动态调整程序速度以始终符合所选的限值。

为**关节 0（底座）**、**关节 1（肩部）**和**关节 2（肘部）**提供的图形数据对停止距离和停止时间有效：

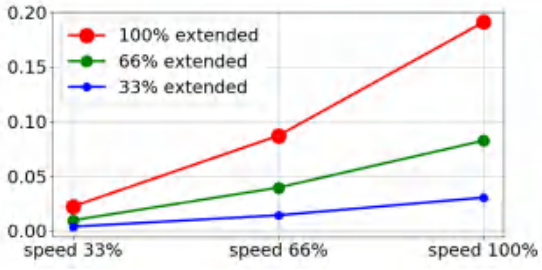
- 0 类
- 1 类
- 2 类

注意：这些数值代表最坏情况；您的数值可能会不一样。

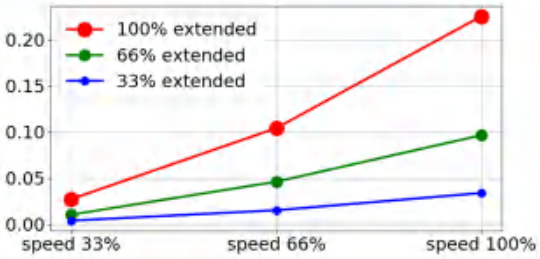
对**关节 0** 的测试通过水平移动进行，即旋转轴垂直于地面。
在对**关节 1** 和**关节 2** 的测试过程中，机器人遵循垂直轨迹，即旋转轴平行于地面，在机器人向下移动时执行停止。



(a) 载荷为最大有效载荷的 33% 时的停止距离（米）



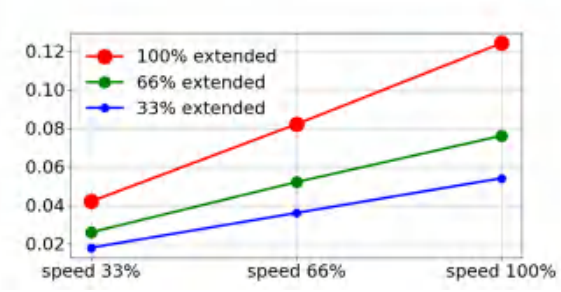
(b) 载荷为最大有效载荷的 66% 时的停止距离（米）



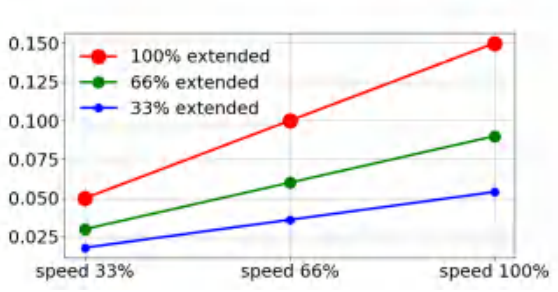
(c) 载荷为最大有效载荷时的停止距离（米）

图 A.1: 关节 0（底座）的停止距离

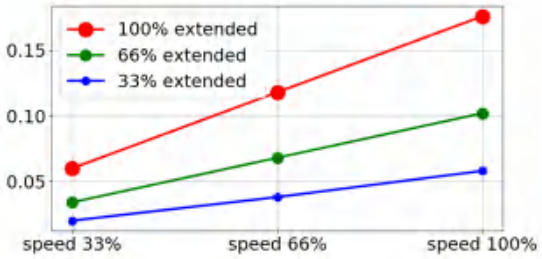
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。



(a) 载荷为最大有效载荷的 33% 时的停止时间（秒）

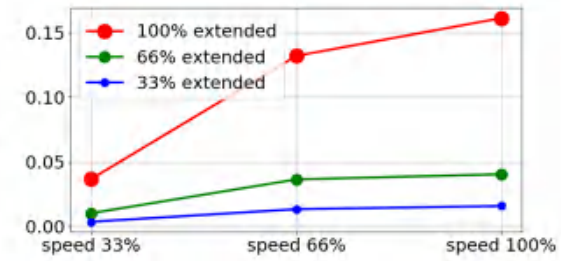


(b) 载荷为最大有效载荷的 66% 时的停止时间（秒）

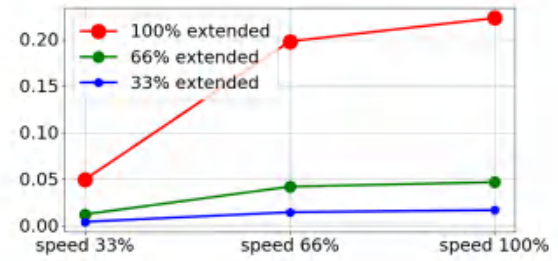


(c) 载荷为最大有效载荷时的停止时间（秒）

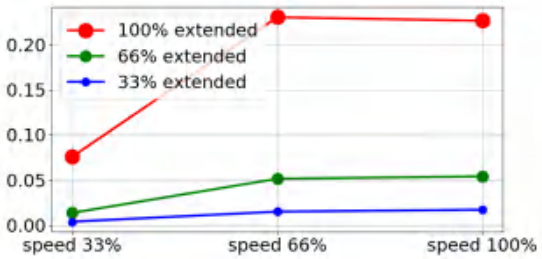
图 A.2: 关节 0（底座）的停止时间



(a) 载荷为最大有效载荷的 33% 时的停止距离（米）



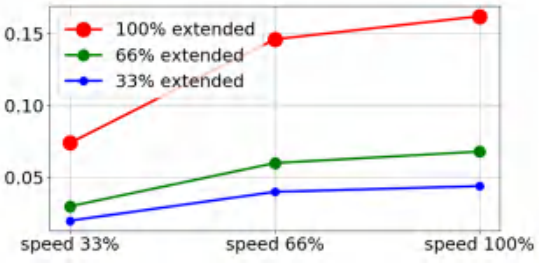
(b) 载荷为最大有效载荷的 66% 时的停止距离（米）



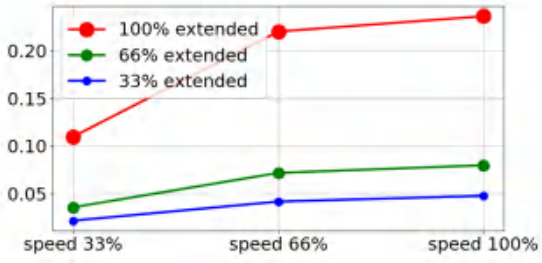
(c) 载荷为最大有效载荷时的停止距离（米）

图 A.3: 关节 1（肩部）的停止距离

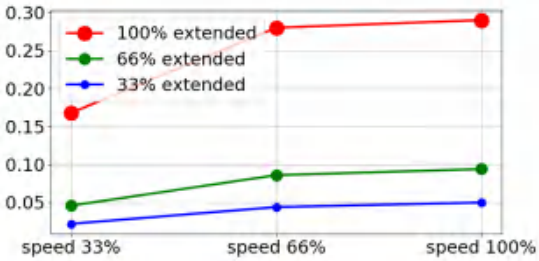
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。



(a) 载荷为最大有效载荷的 33% 时的停止时间（秒）

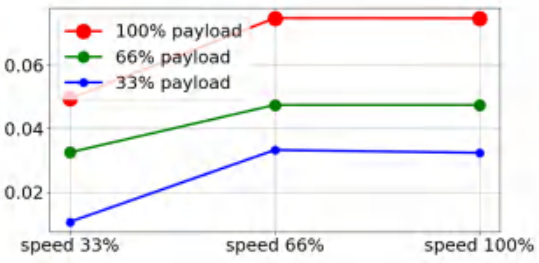


(b) 载荷为最大有效载荷的 66% 时的停止时间（秒）

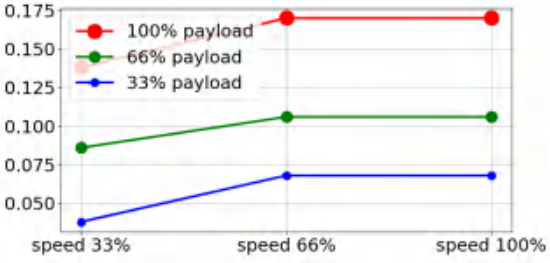


(c) 载荷为最大有效载荷时的停止时间（秒）

图 A.4: 关节 1（肩部）的停止时间



(a) 所有有效载荷的停止距离（米）



(b) 所有有效载荷的停止时间（秒）

图 A.5: 关节 2（肘部）的停止距离和时间

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

B 声明和认证

B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010

Manufacturer:		Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	David Brandt Technology Officer, R&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s):		
	Product and Function: Model: Serial Number:	Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use). UR3e, UR5e, UR10e,UR16e (e-Series) Starting 20195000000 and higher — Effective 17 August 2019
	Incorporation:	Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e and UR16e shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:

I **Machinery Directive 2006/42/EC** — The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.

II **Low-voltage Directive 2014/35/EU** — Reference the LVD and the harmonized standards used below.

III **EMC Directive 2014/30/EU** — Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.

IV **RoHS Directive 2011/65/EU** — Reference the RoHS Directive 2011/65/EU

V **WEEE Directive 2012/19/EU** — Reference th WEEE Directive 2012/19/EU

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

Reference the harmonized standards used, referred to in Article 7(2) of the MD & LV Directives and Article 6 of the EMC Directive		
(I) EN ISO 10218-1:2011 TUV Nord Cert. 4470814097607 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015 TUV Nord Cert. 4420714097610 (I)EN ISO 13849-2:2012	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/A1:2010 (II) EN 60320-1:2001/A1:2007 (II) EN 60529:1991/A2:2013	(II) EN 60947-5-5:1997/A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011 (II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/A1:2006
Reference to other technical standards and specifications used:		
(I) ISO/TS 15066 as applicable (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008	(III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-1:2007 (II) IEC 60664-5:2007 (II) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 (SIL2) ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with en-closure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators)
The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities. Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #DK008850.		

Odense Denmark, 17 August 2019

Name: Roberta Nelson Shea

Position/ Title Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60
Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989
info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

B.2 CE/EU 公司声明（原件译文）

制造商：		共同体内的人员被授权编写技术文件：
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	David Brandt Technology Officer,R&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
半成品机械的描述和标识：		
	产品和功能： 型号： 序列号：	工业机器人（带控制盒和示教器的多轴机械手）。功能由成品机械 （具有末端执行器和拟定用途）决定。 UR3e、UR5e、UR10e（e 系列） 从 20185000000 开始 —自 2018 年 5 月 1 日起生效
（机器人系统、单元或应用程序）中才能投入使用，	整合：	Universal Robots UR3e、UR5e 和 UR10e 只有在集成到最终的成品机械 成品机械需符合机械指令和其他适用指令的规定。

特此声明上述产品供应的是什么，履行以下指令详细如下：

I **机械指令 2006/42/EC** — 已满足以下基本要求：1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 声明相关技术文件已按照机械指令附录七 B 部分编制。

II **低电压指令 2014/35/EU** — 参考 LVD 和以下使用的协调标准。

III **EMC 指令 2014/30/EU** — 参考 EMC 指令和以下使用的协调标准。

IV **RoHS 指令 2011/65/EU** — 参考 RoHS 指令 2011/65/EU

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

V **WEEE 指令 2012/19/EU** – 参考 WEEE 指令 2012/19/EU

参考使用的协调标准，如 MD 指令第 7（2）条所述 & LV 指令和 EMC 指令第 6 条		
(I) EN ISO 10218-1:2011 TUV Nord 证书 4470814097607 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015 TUV Nord 证书 4420714097610 (I) EN ISO 13849-2:2012	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (II) EN 60529:1991/ A2:2013	(II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 (II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/ A1:2006
参考所使用的其他技术标准和规范： (I) ISO/TS 15066（如适用） (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008	(III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-1:2007 (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 （SIL2） ISO 14664-1:2015 净化间等级 6 级 为带外壳的控制组件 而净化间等级 5 级则是 UR3e, UR5e, UR10e 和 UR16e 的操作者）
制造商或其授权代表 应响应国家当局的合理要求， 传递关于半成品机器的相关信息。 完整的质量保证体系 (ISO 9001) 经公告机构 Bureau Veritas 认证， 证书编号 #DK008850。		

Odense Denmark, 17 August 2019

Name: Roberta Nelson Shea

Position/ Title Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60
Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989
info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

B.3 安全系统证书

TÜV NORD

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This certifies that the company*

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated

Fertigungsstätte *Manufacturing plant*	**Universal Robots A/S** **Energivej 25** **5260 Odense S** **Denmark**
Beschreibung des Produktes (Details s. Anlage 1) *Description of product* *(Details see Annex 1)*	**Industrial robot UR16e, UR10e, UR5e and UR3e**
Geprüft nach *Tested in accordance with*	**EN ISO 10218-1:2011**

TÜV NORD CERT GmbH Type Tested

Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 780 14097607
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3524 9416
Aktenzeichen / *File reference* 8003008239

Gültigkeit / Validity
von / *from* 2019-07-16
bis / *until* 2024-07-15

Zertifizierungsstelle der
TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This is to certify, that the company*

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.
is authorized to provide the product described below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte: *Manufacturing plant:*	**Universal Robots A/S** **Energivej 25** **5260 Odense S** **Denmark**
Beschreibung des Produktes (Details s. Anlage 1) *Description of product* *(Details see Annex 1)*	**Universal Robots Safety System e-Series** **for UR16e, UR10e, UR5e and UR3e robots**
Geprüft nach: *Tested in accordance with:*	**EN ISO 13849-1:2015, Cat.3, PL d**

Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 207 14097610
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3524 9741
Aktenzeichen / *File reference* 8003008239

Gültigkeit / Validity
von / *from* 2019-07-16
bis / *until* 2024-07-15

Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
Certification body of TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

B.4 中国 RoHS

Management Methods for Controlling Pollution
by Electronic Information Products
Product Declaration Table
For Toxic or Hazardous Substances
表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式

Product/Part Name 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X

O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006.
O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。

X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006.
X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。

（企业可在此处，根据实际情况对上表中打"X"的技术原因进行进一步说明。）

Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period:
下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间:

Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces
驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口

Refer to product manual for detailed conditions of use.
详细使用情况请阅读产品手册.

Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability.
Universal Robots 鼓励回收再循环利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

B.5 KCC 安全

자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

자율안전인증대상 기계·기구명	산업용로봇		
형식(규격)	UR10e	용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호	18-AB2EQ-01602		
제조자	Universal Robots A/S		
소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

B.6 环境测试证书

Climatic and mechanical assessment

Client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	**Force Technology project no.** 117-32120
Product identification UR 3 robot arms UR 3 control boxes with attached Teach Pendants. UR 5 robot arms UR5 control boxes with attached Teach Pendants. UR10 robot arms: UR10 control boxes with attached Teach Pendants. See reports for details.	
Force Technology report(s) DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069 DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068	
Other document(s)	
Conclusion The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details). IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 ºC, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h IEC 60068-2-2, Test Be; +50ºC, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g²/Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks	
Date Hørsholm, 25 August 2017	**Assessor** Andreas Wendelboe Højsgaard M.Sc.Eng.

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

B.7 EMC 测试证书

Attestation of Conformity

AoC no. 1645

Project / task no. 117-29565

DELTA has performed compliance test on electrical products since 1967. DELTA is an accredited test house according to EN17025 and participates in the international standardisation organisation CEN/CENELEC, IEC/CISPR and ETSI. This attestation of conformity with the below mentioned standards and/or normative documents is based on accredited tests and/or technical assessments carried out at DELTA – a part of FORCE Technology.

Client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)
UR robot generation 5, G5 for models UR3, UR5, and UR10

Manufacturer
Universal Robots A/S

Technical report(s)
EMC test of UR robot generation 5, DELTA project no.117-29565-1 DANAK 19/18171

Standards/Normative documents
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN 61326-3-1:2008 Industrial locations SIL 2
EN/(IEC) 61000-6-1:2007
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-3:2007+A1
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1
EN/(IEC) 61000-3-2:2014
EN/(IEC) 61000-3-3:2013

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same properties and quality. This attestation does not contain any statements pertaining to the requirements pursuant to other standards, directives or laws other than the above mentioned.

DELTA – a part of FORCE Technology
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 55117314

Hørsholm, 15 August 2017

Michael Nielsen
Specialist, Product Compliance

20aoctest-uk-j

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

C 应用标准

本节阐述了机械手臂和控制箱在开发过程中所采用的相关标准。如果括号中注有《欧洲指令》编号，则表示该标准根据《欧洲指令》进行了调整。

标准并非法律，标准是指由相关行业的利益相关者开发的文档，文档中规定了某种产品或产品组的一般安全和性能要求。

缩写的意思为：

ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
EN	European Norm
TS	Technical Specification
TR	Technical Report
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

只有遵循本手册中的所有装配说明、安全说明和指南，方保证符合以下标准。

ISO 13849-1:2006 [PLd]
ISO 13849-1:2015 [PLd]
ISO 13849-2:2012
EN ISO 13849-1:2008（E）[PLd – 2006/42/EC]
EN ISO 13849-2:2012（E）（2006/42/EC）

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

根据这些标准的要求，安全控制系统设计成 d 性能等级（PLd）。

ISO 13850:2006 [停机类别 1]
ISO 13850:2015 [停机类别 1]
EN ISO 13850:2008（E）[停机类别 1 - 2006/42/EC]
EN ISO 13850:2015 [停机类别 1 - 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

根据此标准，紧急停止功能设计成停机类别 1。停机类别 1 是一种可控的停止，即利用电机的电源实现停止，然后在停止后切断电源。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

ISO 12100:2010
EN ISO 12100:2010（E）[2006/42/EC]

Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction

UR 机器人根据此标准的原理进行评估。

ISO 10218-1:2011
EN ISO 10218-1:2011（E）[2006/42/EC]

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

此标准不是面向集成商，而是面向机器人制造商。第二部分（ISO 10218-2）则是面向机器人集成商，这部分阐述了机器人应用的安装和设计。

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

这项美国标准将 ISO 标准 ISO 10218-1 与 ISO 10218-2 综合在一个文件中。其语言由英式英语变为美式英语，但内容不变。

请注意，该项标准的第二部分（ISO 10218-2）是面向机器人系统的集成商，不是面向 Universal Robots。

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

这项加拿大标准将 ISO 标准 ISO 10218-1（见上文）与 ISO 10218-2 综合在一个文件中。CSA 增加了对机器人系统用户的补充要求。其中有些要求可能需要由机器人集成商解决。

请注意，该项标准的第二部分（ISO 10218-2）是面向机器人系统的集成商，不是面向 Universal Robots。

IEC 61000-6-2:2005
IEC 61000-6-4/A1:2010
EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]
EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EC]

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments

Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

这些标准规定了电气和电磁干扰的要求。遵循这些标准可确保 UR 机器人在工业环境中工作良好，且不会干扰其他设备。

IEC 61326-3-1:2008
EN 61326-3-1:2008

Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications

这项标准规定了安全功能方面广泛的 EMC 抗扰性要求。遵循此标准可以保证即便在其他设备超过 IEC 61000 标准中规定的 EMC 辐射限制的情况下，UR 机器人的安全功能也能提供安全性。

IEC 61131-2:2007（E）
EN 61131-2:2007 [2004/108/EC]

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

标准 I/O 和额定安全的 24V I/O 均根据此标准的要求创建，以确保与其他 PLC 系统进行可靠通信。

ISO 14118:2000（E）
EN 1037/A1:2008 [2006/42/EC]

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

这两项标准非常相似。它们规定了避免因维护或修理期间无意中重启以及意外发出启动命令导致的非预期启动的原则。

IEC 60947-5-5/A1:2005
EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function

紧急停止按钮的直接开启操作和安全锁定机制符合此标准的要求。

IEC 60529:2013
EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

这项标准规定了外壳防尘防水的级别。UR 机器人根据此项标准设计并用 IP 代码进行分类，请参见机器人标签。

IEC 60320-1/A1:2007
IEC 60320-1:2015
EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]
EN 60320-1:2015

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

电源输入线符合此项标准。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

ISO 9409-1:2004 [50-4-M6 类型]

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

UR 机器人的工具法兰符合此标准的 50-4-M6 类型。机器人工具同样应根据此标准建造，以确保正确装配。

ISO 13732-1:2006
EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/EC]

Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces

Part 1: Hot surfaces

UR 机器人的设计保证了其表面温度保持低于此标准规定的人机工程限制。

IEC 61140/A1:2004
EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR 机器人根据此标准建造，以防止触电。必须根据硬件安装手册中的规定进行保护性的接地。

IEC 60068-2-1:2007
IEC 60068-2-2:2007
IEC 60068-2-27:2008
IEC 60068-2-64:2008
EN 60068-2-1:2007
EN 60068-2-2:2007
EN 60068-2-27:2009
EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat

Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock

Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance

UR 机器人根据这些标准中规定的试验方法进行试验。

IEC 61784-3:2010
EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Industrial communication networks – Profiles

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions

这项标准规定了额定安全的通信总线的要求。

IEC 60204-1/A1:2008
EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/EC]

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

应用此标准的一般原则。

IEC 60664-1:2007
IEC 60664-5:2007
EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]
EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

UR 机器人的电路根据此标准设计。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

D 技术规格

机器人类型	UR10e
重量	33。3 kg / 73。5 lb
最大有效负载	10 kg / 22 lb (4.4)
延伸	1300 mm / 51。2 in
关节范围	± 360° 为所有关节
速度	基座和肩部关节：最大 120 °/s。 所有其他关节：最大 180 °/s。 工具：大约 1 m/s / 大约 39。4 in/s。
系统更新频率	500 Hz
力矩传感器精度	5。5 N
位姿可重复性	± 0。05 mm / ± 0。0019 in (1。9 mils)per ISO 9283
足迹	Ø190 mm / 7。5 in
自由度	6 个旋转关节
控制箱尺寸（宽 × 高 × 深）	460 mm × 449 mm × 254 mm / 18。2 in × 17。6 in × 10 in
控制箱 I/O 端口	16 个数字输入，16 个数字输出，2 个模拟输入，2 个模拟输出
工具 I/O 端口	2 个数字输入，2 个数字输出，2 个模拟输入
工具通信	RS 485
I/O 电源	24 V 2 A 在控制箱内
工具 I/O 电源	12 V/24 V 2 A（双针）1 A（单针）
通信	TCP/IP 1000 Mbit：IEEE 802.3ab，1000BASE-T 以太网接口，MODBUS TCP & 以太网/IP 适配器，Profinet
编程	在 12” 触摸屏的 PolyScope 图形用户界面上进行
噪声	Robot Arm: Less than 65dB(A) Control Box: Less than 50dB(A)
IP 等级	IP54
清洁房间分类	机器手臂：ISO 5 级 控制箱：ISO 6 级
平均电源最大值	615 W
功耗	运行典型的程序时大约为 350 W
协同操作	17 个高级安全功能。按照：EN ISO 13849-1:2008，PLd，Cat.3 和 EN ISO 10218-1:2011，条款 5.10.5
材质	铝材，PP 塑料
温度	机器人可在的温度范围内工作。0-50 °C
电源	100-240 VAC, 47-440 Hz
布线	连接机器人和控制箱的电缆 (6 m / 236 in) 连接触摸屏和控制箱的电缆 (4。5 m / 177 in)

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

E 安全功能表

E.1 表 1

UR e-Series Safety Functions and Safety I/O are PLd, Category 3 (ISO 13849-1), with certification by TUV NORD (certificate # 44 207 14097610)

Safety Function (SF) Descriptions (see Chapter 2 of manual)

For safety I/O, the resulting safety function including the external device or equipment is determined by the overall architecture and the sum of all PFHds, including the UR robot safety function PFHd.

NOTE: All safety functions are individual safety functions.

If any safety function limit is exceeded, or a fault is detected in a safety function or safety-related part of the control system, the result is a Category 0 stop (immediate removal of power) according to IEC 60204-1.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
1	1, 2, 3, 4 **Emergency Stop** (according to ISO 13850)	Pressing the Estop PB on the pendant[1] or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop[3] with power removed from the robot actuators and the tool I/O. Command[Error! Bookmark not defined.] all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time & Stop Distance Safety Functions[4]. **ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES**, not safeguarding.	**Category 1 stop** (IEC 60204-1)	---	1.30E-07	**Robot** *including robot tool I/O*
2	**Safeguard Stop[4]** (Protective Stop according to ISO 10218-1)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop[3]. The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configuration are provided. See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions[4]. *For the functional safety of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of the Safeguard Stop.*	**Category 2 stop** (IEC 60204-1) **SS2 stop** (as described in IEC 61800-5-2)	---	1.20E-07	**Robot**
3	**Joint Position Limit (soft axis limiting)**	Sets upper and lower limits for the allowed joint positions. Stopping time and distance is not a considered as the limit(s) will not be violated. Each joint can have its own limits. *Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move within. It is set in the safety part of the User Interface. It is a means of safety-rated soft axis limiting & space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.*	**Will not allow motion to exceed any limit settings.** Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	5 °	1.20E-07	**Joint (each)**

[1] **Communications** between the Teach Pendant, controller & within the robot (between joints) are SIL 2 for safety data, per IEC 61784-3.

[2] **Estop validation**: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated[Error! Bookmark not defined.] to the safety controller by SIL2 communications. To validate the pendant Estop functionality, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller.

[3] **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79). Only Category 0 and 1 stops are allowed for the Estop.

- **Category 0 & 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE & Cat 1 being a controlled stop (decelerate then removal). With all UR robots, a Category 1 stop is a controlled stop where power is removed when a monitored standstill state is detected.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stops are defined in IEC 60204-1. Descriptions of STO, SS1 and SS2 are in IEC 61800-5-2. With UR robots, a Category 2 stop maintains the trajectory then retains power to the drives after stopping.

[4] It is recommended to use the UR e-series' Stop Time and Stop Distance Safety Functions. These limits should be used for your application stop time/ safety distance values.

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
4	Joint Speed Limit	Sets an upper limit for the joint speed. Each joint can have its own limit. This safety function has the most influence on energy transfer upon contact (clamping or transient). *Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set in the safety setup part of the User Interface.* *Used to limit fast joint movements, e.g. risks related to singularities.*	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	1.15 °/s	1.20E-07	Joint (each)
	Joint Torque Limit	Exceeding the internal joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop[3]. This is shown as SF #5 in the Generation 3 (CB3) UR robots. *This is not accessible to the user; it is a factory setting. It is NOT shown as a safety function because there are no user settings and no user configuration possibilities.*				
5	Called various names: Pose Limit Tool Orientation Limit Safety Planes Safety Boundaries	Monitors the TCP Pose (position and orientation) and will prevent exceeding a safety plane or TCP Pose Limit. Multiple pose limits are possible (tool flange, elbow, and up to 2 configurable tool offset points with a radius) Orientation restricted by the deviation from the feature Z direction of the tool flange OR the TCP. *This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP and wrist inclusion/ exclusion zones due to the safety planes.*	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed or torques could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit. Will not allow motion to exceed any limit settings.	3 ° 40 mm	1.20E-07	TCP Tool flange Elbow
6	Speed Limit TCP & Elbow	Monitors the TCP and elbow speed to prevent exceeding a speed limit.		50 mm/s	1.20E-07	TCP
7	Force Limit (TCP)	The Force Limit is the force exerted by the robot at the TCP (tool center point) and "elbow". The safety function continuously calculates the torques allowed for each joint to stay within the defined force limit for both the TCP & the elbow. The joints control their torque output to stay within the allowed torque range. This means that the forces at the TCP or elbow will stay within the defined force limit. When a monitored stop is initiated by the Force Limit SF, the robot will stop, then "back-off" to a position where the force limit was not exceeded. Then it will stop again.		25 N	1.50E-07	TCP
8	Momentum Limit	The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. *The Momentum Limit affects the entire robot.*		3 kg m/s	1.20E-07	Robot
9	Power Limit	This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the robot speed. This safety function dynamically limits the current/ torque but maintains the speed.	Dynamic limiting of the current/ torque	10 W	1.50E-07	Robot

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
New 15	Stopping Time Limit	Real time monitoring of conditions such that the stopping time limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop time limit is not exceeded. The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the time needed to stop the robot is at risk of exceeding the time limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded. The safety function performs the same calculation of the stopping time and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.	Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting. Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit	50 ms	1.20E-07	Robot
New 16	Stopping Distance Limit	Real time monitoring of conditions such that the stopping distance limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop distance limit will not be exceeded. The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the distance needed to stop the robot is at risk of exceeding the distance limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded. The safety function performs the same calculation of the stopping distance and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.	Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting. Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit	40 mm	1.20E-07	Robot
New 17	Safe Home Position	Safety function which monitors a safety rated output, such that it ensures that the output can only be activated when the robot is in the configured "safe home position". A cat 0 stop is initiated if the output is activated when the robot is not in the configured position.	The "safe home output" can only be activated when the robot is in the configured "safe home position"	1.7 °	1.20E-7	External connection to logic &/or equipment
10	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are high. Pulses are not used but they are tolerated. *For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton).*[5] *For the Estop Output, validation is performed at the external equipment, as the UR output is an input to this external equipment.*			4.70E-08	External connection to logic &/or equipment
11	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement. *The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment

[5] **Estop validation**: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated[Error! Bookmark not defined.] to the safety controller by SIL2 communications.

To validate the pendant Estop function, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller. The connection from the pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2.

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
12	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (in process of stopping or in a stand-still condition) the dual digital outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. *The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
13	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in reduced mode (or reduced mode is initiated), the dual digital outputs are LOW. *See below.* *The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
14	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is NOT in reduced mode (or the reduced mode is not initiated), the dual digital outputs are LOW. *The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.*			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
—	Reduced Mode *SF settings change*	Reduced Mode can be initiated by a safety plane/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are Low, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL reduced mode limits are ACTIVE. *Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: joint position, joint speed, TCP pose limit, TCP speed, TCP force, momentum, power, stopping time, and stopping distance.*			PFHd is either 1.20E-07 or 1.50E-07 *depending on the safety function*	Robot
—	Safeguard Reset	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from low to high, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function.			Input to SF2 See SF2	Robot

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
—	3 Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. *Recommendation: Use with a mode switch as a safety input.* *If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the User Interface. If the User Interface is in* • *"run mode", the enabling device will not be active.* • *"programming mode", the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.*			Input to SF2 See SF2 *safeguard stop*	Robot
—	Mode switch INPUT	When the external connections are Low, Operation Mode (running/ automatic operation in automatic mode) is in effect. When High, mode is programming/ teach. *Recommendation: Use with a 3-position enabling device.* *When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s.* *The speed can manually be increased by using the pendant user interface "speed-slider", but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.*			Input to SF2 See SF2 *safeguard stop*	Robot

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

Global safety standards for all industrial robots[6]

ISO 10218-1: Manufacturer of robots

ISO 13849-1 & -2: Provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety- related parts of control systems (SRP/CS), including safety software.

Global safety requirements for robot systems

ISO 10218-2: Integrator of robot systems

A risk assessment is mandatory for the robot system because it is a completed machine. A risk assessment is the overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation. This means identifying all risks and reducing these risks to an acceptable level (See ISO 12100).

ISO 13849-1 & -2: Safety-related parts of control systems

ISO/TS 15066 is NOT a standard; it is a Technical Specification with additional guidance and requirements for collaborative applications. An informative annex includes a research study on pain thresholds. It has been adopted by various countries including in Europe. USA adopted it as a technical report (RIA TR R15.606).

Global acceptance of ISO 10218-1 and ISO 10218-2

ISO 10218-1, -2 have been adopted as key safety standards for industrial robots by many countries including:

- Europe: Harmonized, shown as EN ISO 10218-1 & -2
- USA: National adoption as ANSI/RIA R15.06
- Canada: National adoption as CAN/CSA Z434
- Japan: National adoption as JIS B 8433-1
- Republic of Korea: National adoption as KS B ISO 10218-1/-2

Regulations about machine safety in EU countries

All machines installed within EU shall comply with the essential health and safety requirements listed in ANNEX I of the Machinery Directive (MD) 2006/42/EC.

It is not required to comply with any standard, however, ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO 13849-1 are harmonized under the MD. Harmonized standards have an "EN" prefix, e.g. EN ISO 10218. Complying with a harmonized standard provides a presumption of conformity with the relevant MD essential requirements.

For a completed machine (robot system), the following is required:

- A risk assessment of the intended use(s);
- Instructions for use;
- A CE Declaration of Conformity (DOC);

  A DOI (Declaration of Incorporation) is provided for incomplete or partial machines. Robots are incomplete machines. A DOI is provided to enable integrators to CE mark their robot system.
- Marking, including the CE mark, on the completed machine (robot system) according to ANNEX III;
- A supplier's "technical file", to be stored for 10 years.

[6] ISO robot safety standards are developed by ISO TC 299 (Technical Committee 299), with industrial robots handled by WG 3. UR is a very active member of TC299 WG3.

Key safety clauses from ISO 10218-1

§5.10: Robots designed for collaborative operation shall comply with 1 or more of the requirements in§5.10.2 through §5.10.5

§5.10.2 safety-rated monitored stop

A Category 2 stop according to IEC 60204-1, monitored according to functional safety requirements in§5.4.

UR robots: Safeguard Stop safety function fulfils§5.10.2.

§5.10.5 power and force limiting by inherent design or control

Power and force limiting of the robot shall comply with §5.4. If any parameter limit is exceeded, a protective stop shall be issued. Whether an application is collaborative is determined by the application risk assessment. ISO 10218-2 is used for the robot system and robot application – collaborative or non-collaborative.

§5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting

Soft limits are software-defined limits to robot motion. Space limiting is used to define any geometric shape which may be used as an inclusionary or exclusionary zone, either limiting robot motion within the defined space, or preventing the robot from entering the defined space.

With UR robots, the following can be used for §5.12.3:

- *Safety Boundaries (Planes);*
- *Joint Position Limits;*
- *Pose Limits for the tool flange and TCP.*
  With the e-Series, Pose Limits also include the elbow, and two configurable tool offset points with a radius.

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

E.2 表 2

UR e-Series robots comply with ISO 10218-1:2011 and the applicable portions of ISO/TS 15066. It is important to note that most of ISO/TS 15066 is directed towards the integrator and not the robot manufacturer. ISO 10218-1:2011, clause 5.10 collaborative operation details 4 collaborative operation techniques as explained below.
It is very important to understand that collaborative operation is of the APPLICATION when in AUTOMATIC mode.

#	ISO 10218-1	Technique	Explanation	UR e-Series
1	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.2	Safety-rated monitored stop	Stop condition where position is held at a standstill and is monitored as a safety function. Category 2 stop is permitted to auto reset. In the case of resetting and restarting operation after a safety -rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 as resumption shall not cause hazardous conditions.	**UR robots' safeguard stop is a safety-rated monitored stop.** See SF2 on page 1. *It is likely, in the future, that "safety-rated monitored stop" will not be called a form of collaborative operation.*
2	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.3	Hand-guiding	This is essentially individual and direct personal control while the robot is in automatic mode. Hand guiding equipment shall be located close to the end-effector and shall have: • an Emergency Stop pushbutton; and • a 3-position enabling device; and • a safety-rated monitored stop function; and • a settable safety-rated monitored speed function.	**UR robots do not provide hand-guiding for collaborative operation.** Hand-guided teach (free drive) is provided with UR robots but this is for **programming in manual mode** and not for collaborative operation in automatic mode.
3	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.4	Speed & separation monitoring (SSM) safety functions	SSM is the robot maintaining a separation distance from any operator (human). This is done by monitoring of the distance between the robot system and intrusions to ensure that the MINIMUM PROTECTIVE DISTANCE is assured. Presently, this is accomplished using Sensitive Protective Equipment (SPE), where typically a safety laser scanner detects intrusion(s) towards the robot system and causing 1) dynamic changing of the parameters for the limiting safety functions; or 2) a safety-rated monitored stop condition. Upon detection of the intrusion exiting the protective device's detection zone, the robot is permitted to a) resume the "higher" normal safety function limits in the case of 1) above, b) resume operation in the case of 2) above. In the case of 2) b) restarting operation after a safety -rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 for requirements.	**To facilitate SSM, UR robots have the capability of switching between two sets of parameters for safety functions with configurable limits (normal and reduced).** **See Reduced Mode on page 4.** Normal operation can be when no intrusion is detected. It can also be caused by safety planes/ safety boundaries. Multiple safety zones can be readily used with UR robots. For example, one safety zone can be used for "reduced settings" and another zone boundary is used as a safeguard stop input to the UR robot. Reduced limits can also include a reduced setting for the stop time and stop distance limits – to reduce the work area and floorspace.
4	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.5	Power and force limiting (PFL) by inherent design or control	How to accomplish PFL is left to the robot manufacturer. The robot design and/or safety functions will limit the **energy transfer** from the robot to a person. If any parameter limit is exceeded, a protective stop happens. PFL applications require considering the ROBOT APPLICATION (including the end-effector and workpiece(s), so that any contact will not cause injury. The study performed evaluated pressures to the ONSET of pain, not injury. See Annex A. See ISO/TR 20218-1 End-effectors	**UR robots are power and force limiting robots that were specifically designed to enable collaborative applications where the robot could contact a person and cause no injury.** UR robots have safety functions that can be used to limit motion, speed, momentum, force, power and more of the robot. These safety functions are used in the robot application to thereby lessen pressures and forces caused by the end-effector and workpiece(s).

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

FAQs

Do UR robots comply with ISO 10218-1 (EN ISO 10218-1)?	Yes, both Generation 3 (CB3) and e-Series are certified to comply with EN ISO 10218-1. Often the below questions are asked about UR robots and clauses of EN ISO 10218-1. **§5.7.1: Mode selector which can be locked in each position.** *Automatic and manual mode are usability features and not safety functions for UR robots. Mode locking does not contribute to risk reduction for UR robots because the safeguard stop and all safety functions are operational in all modes. If the INTEGRATION risk assessment determines a mode selector is needed, it can be added and integrated as "mode selector" inputs to the UR safety controller.* **§5.7.3 and §5.8.3: Manual control of the robot from inside the safeguarded space** shall be performed with a reduced speed with an **enabling device**.... *UR does not know if there will be a safeguarded space or if programming will take place within the safeguarded space of a non-collaborative application. When PFL robots are integrated into collaborative applications, an enabling device might not be required according to ISO/TS 15066.* *If the INTEGRATION risk assessment determines that an enabling device is needed for risk reduction, it can be added and integrated as inputs to the UR safety controller.* **§5.12.1: Limiting motion by mechanical stops for axis 1** and comply with §5.12.2 or §5.12.3. *UR robots provide axis limiting capabilities completely by §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting safety functions. Soft axis and space limiting is an acceptable alternate to mechanical stops, as it achieves the same goal.*
	*UR Robots have been certified to comply with both ISO 10218-1 and ISO 13849. UR robots comply with the optional collaborative operation requirements of **§5.10.2** safety-rated monitored stop, **§5.10.5** power and force limiting, and **§5.12.3** safety-rated soft axis and space limiting. Power and force limiting safety functions enable collaborative applications where contact with people is permitted when contact pressure/forces are acceptable.* The robot application determines whether it is collaborative according to the risk assessment. If the application integrates a protective device, e.g. safety laser scanner, with the UR Robot, the application can be a collaborative application according to "Speed and Separation Monitoring".
What is ISO/TS 15066:2016, Technical Specification on Collaborative Robots?	ISO/TS 15066 is a Technical Specification with guidance for collaborative applications to aid integrators. It also includes a research study's results on pain thresholds which can be used for verifying a collaborative (contact permitted) application. Pain thresholds are acknowledged to be more conservative than injury thresholds. Typical workplace safety standards and regulations require an injury-free, not a pain-free workplace.
What is ISO 13849?[7]	ISO 13849-1: provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including the design of software. Functional safety performance is expressed as a PFHd (Probability of dangerous failure per hour). ISO 13849-2: specifies the procedures and conditions for the validation by analysis and testing of the specified safety functions, the category and the performance level of the safety function & SRP/CS according to ISO 13849-1.
What is a stop category? *See IEC 60204-1*	"Stop Category" is a classification of how a stop operates. It is described in IEC 60204-1 (NFPA79). — Stop Category 0: A stop by immediate removal of power <to the robot/ robot system>. It is an uncontrolled stop, where the <robot/ robot system> can deviate from the programmed path. — Stop Category 1: A stop with power available to the <robot/ robot system> to achieve the stop <decelerate> and then power is removed after the stop is achieved. It is a controlled stop, where the <robot/ robot system> continues along the programmed path. Power is removed after the stop. — Stop Category 2: A controlled stop with power available <to the robot/ robot system>. The safety-related control system monitors that position is maintained.
What is "Cat 3" or "Category 3"? *See ISO 13849*	Here "Category" refers to the architecture used for functional safety as described in ISO 13849. It is one attribute in the determination of a Performance Level (PL). With Category 3 architecture, a single fault will not lead to a loss of the safety function. "Category 3" is often called "dual channel".
What is "PLd" or "Performance Level d"? *See ISO 13849*	A Performance Level (PL) is a discrete level used to specify the ability of safety-related parts of control systems to perform safety functions under foreseeable conditions. According to ISO 13849, PL=d is highly reliable. PLd is required by ISO 10218 for hazardous robot applications. A PL is described by its PFHd (probability of dangerous failure per hour) where lower mean more reliable (safe) performance.
What is the difference between Emergency stop and Safeguard stop?	Emergency stop functions are to be used for emergencies only. Emergency stop is manually activated by a person pressing the Emergency stop pushbutton. Safeguard stop is used to stop the robot in a safe way, typically triggered by protective devices, e.g. sensitive protective equipment (light curtains, safety scanners), interlocking devices.

[7] Universal Robots publishes a list of the safety functions associated with both Generation 3 (CB3) and e-Series robots. This describes each safety function including what triggers the safety function, the outcome of the safety function, PL, Category, and PFHd value.

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

部分 II

PolyScope 手册

10 简介

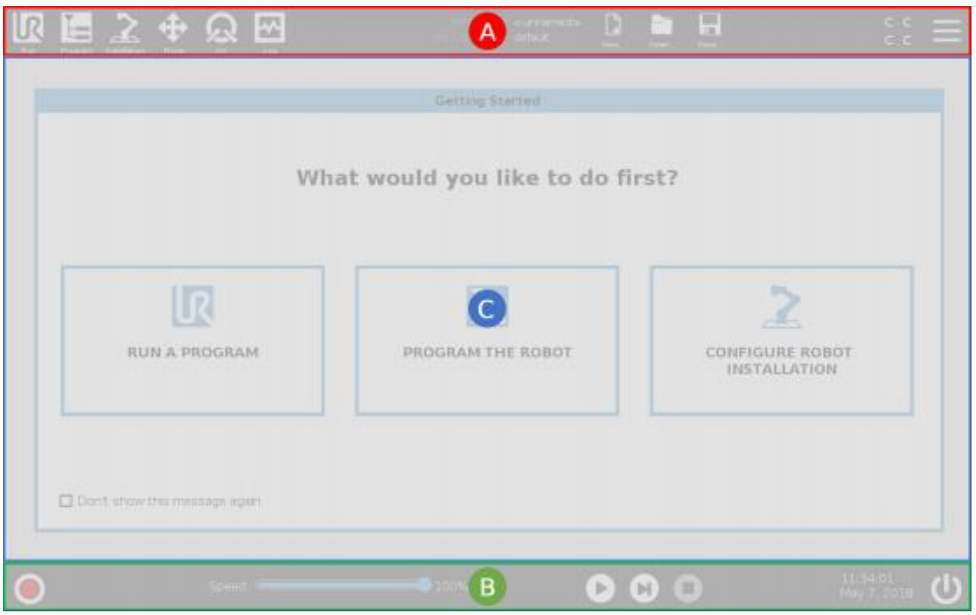
10.1 Polyscope 基础

PolyScope 是操作机器人手臂和控制箱并执行程序的 **示教盒** 采用的图形用户界面（GUI）。

A ： **页眉**带有为您打开交互式屏幕的选项卡/图标。

B ： **页脚**带有可控制您所加载的程序的按钮。

C ： **屏幕**带有可管理和监视机器人动作的字段。



注意：在启动时，可能出现无法继续对话框。必须选择**转至初始化屏幕**来开启机器人。

10.1.1 页眉图标/选项卡

运行是一种使用预编程序操作机器人的简单方法。

程序创建和/或修改机器人程序。

安装配置机器人手臂设置和外部设备，如安装位置和安全。

移动控制和/或调节机器人移动。

I/O 监视并设置进出机器人控制箱的实时输入/输出信号。

日志指示机器人状况以及任何警告或错误信息。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

程序和安装管理器选择并显示活动的程序和安装。（参见 20.4）。注意：程序和安装管理器由文件路径、新建、打开和保存组成。

新建... 创建一个新程序或安装。

打开... 打开一个先前创建并保存的程序或安装。

保存... 保存一个程序、安装设置或同时保存这两者。

注意：如果设置了操作模式密码，自动模式和手动模式图标只会显示在标题中。

自动指示机器人已加载自动环境。点按它切换到手动环境。

手动指示机器人已加载手动环境。点按它切换到自动环境。

注意：仅当启用远程控制时，才能访问本地模式和远程模式图标。

本地指示可以对机器人进行本地控制。点按它切换到远程控制。必须要设置密码来访问本地模式图标。

远程指示可以通过远程位置控制机器人。点按它切换到本地控制。

安全校检和显示活动的安全配置。

汉堡菜单访问 PolyScope 帮助、关于和设置。

10.1.2 页脚按钮

初始化管理机器人状态。当指示灯为红色时，按下它使机器人操作。

速度滑块 实时显示机器人手臂移动的相对速度，并将安全设置考虑在内。

模拟按钮切换模拟模式和真实机器人之间的程序执行。在模拟模式下运行时，机器人手臂不会移动。因此，机器人不会在碰撞中损坏自身或附近的设备。如果您不确定机器人手臂将执行什么操作，请使用模拟模式测试程序。

手动高速允许工具速度暂时超过 250mm/s。只有在配置了 3 档位使动装置时，才能使用此按住保持运行功能。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

播放 启动当前加载的机器人程序。

步骤可单步运行程序。

停止中止当前加载的机器人程序。

10.2 使用入门屏幕

运行程序， 编程机器人 或配置机器人安装 。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

11 快速启动

11.1 机器人手臂基础

UR 机器人手臂由挤压铝管和关节组成。可以使用 PolyScope 来协调这些关节的动作，移动机器人并根据需要定位它的工具 - 机座正上方和正下方的区域除外。

基座 是机器人安装的地点。

肩部和肘部 执行较大幅度动作。

机械手腕 1 和 2 执行较精细动作。

机械手腕 3 连接机器人工具之处。

注意:
在机器人第一次通电前，您指定的 UR 机器人集成商必须：

1. 阅读并理解 硬件安装手册 中的安全信息。
2. 设置风险评估（参见第 13 章）定义的安全配置参数。

11.1.1 安装机器人手臂和控制箱

一旦安装并开启机器人手臂和控制箱，您可以使用 PolyScope。

1. 开箱取出**机器人手臂**和**控制箱**。
2. 将机器人手臂安装在一个坚固的表面，该表面应当足以承受至少 10 倍的机座关节最大扭矩，以及至少 5 倍的机器人手臂重量。该表面必须是防震的。
3. 将**控制箱**放置在其**支脚**上。
4. 将电缆连接到机器人和控制箱。
5. 插上电源控制箱插头。

危险:
倾翻的危险如果机器人没有安全地放置在坚固的表面上，机器人有可能会倾倒并造成伤害。

参见 硬件安装手册了解详细安装说明。

11.1.2 开/关控制箱

控制箱主要包含连接机器人手臂、示教盒和任何周边设备的物理电气输入/输出端。必须打开控制箱才能给机器人手臂通电。

1. 按下**示教盒**的电源按钮开启控制箱。
2. 等待底层操作系统的文字（后接按钮）出现在屏幕上。
3. 当无法继续对话框出现时，选择**转至初始化屏幕**访问初始化屏幕。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

11.1.3 开/关机器人手臂

在屏幕的左下角，初始化图标使用以下颜色指示机器人手臂的状态：

- **红色**表示机器人手臂处于停止状态。
- **黄色**表示机器人手臂已通电，但尚未准备好进行正常操作。
- **绿色**表示机器人手臂已通电，并准备好进行正常操作。

注意：当关节制动器被释放时，机器人手臂启动，伴随声音和轻微的移动。

11.1.4 初始化机器手臂

危险:
启动机器手臂前，务必确认实际有效载荷和安装设置正确无误。如果设置错误，机器手臂和控制箱将无法正常工作，并会对人或设备造成危险。

小心:
确保机器人手臂没有接触物体（例如桌子），因为机器人手臂与障碍物之间的碰撞可能会损坏关节齿轮箱。

如要启动机器人：

1. 点击带有绿色 LED 的 ON 按钮启动初始化过程。然后，LED 变成黄色，指示电源已打开并处于**空闲**状态。
2. 点击启动按钮松开制动器。
3. 点击带有红色 LED 的 OFF 按钮关闭机器手臂。

- PolyScope 启动后，点击 ON 按钮一次给机器人手臂通电。然后，状态指示灯变成黄色，指示机器人已打开并处于空闲状态。**空闲**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

- 机器手臂状态为**空闲**时，点击 START 按钮启动机器手臂。此时，传感器数据会根据配置的机器手臂安装数据进行核对。如果出现不匹配（公差为 30°），则该按钮会被禁用，按钮下方会显示错误信息。验证安装后，点击启动释放所有关节制动器，机器人手臂将准备好进行正常操作。

11.2 快速系统启动

使用 PolyScope 前，确认机器人手臂和控制箱安装正确。

1. 按下**示教盒**上的紧急停止按钮。
2. 按下示教盒上的电源按钮让系统启动，**PolyScope** 上会显示文字。
3. 触摸屏上出现一个弹出窗口，指示系统已准备就绪，机器人必须初始化。
4. 在弹出对话框中，点击**转到初始化屏幕**以访问初始化屏幕。
5. 解锁紧急停止按钮将机器人状态从**紧急停止**更改为**关闭电源**。
6. 请站在机器人可触及的范围（工作空间）之外。
7. 触摸**初始化机器人**屏幕上的**开启**按钮使机器人状态更改为**空闲**。
8. 在**有效负载**字段中的有效负载中，验证有效负载质量。您还可以在 **Robot** 字段中验证安装位置是否正确。
9. 点击**开始**按钮，让机器人释放它的制动系统。注意：机器人震动并发出咔嗒声指示它已做好被编程的准备。

注意:
可以在通用机器人学院 (www.universal-robots.com/academy/)
学习机器人编程

11.3 第一个程序

程序是一个告诉机器人该做什么的命令列表。对于大多数任务，整个编程过程使用 PolyScope 即可完成。使用一系列的路点来设置一个路径，让机器人手臂跟随，从而示教机器人手臂如何移动。

使用移动选项卡（请参阅 17）将机器手臂移动到所需的位置，或者通过将机器手臂拉到就位来示教位置，同时按住示教盒顶部的自由驱动按钮
。您可以创建一个程序，在机器人路径中的特定点处向其他机器发送 I/O 信号，并可根据变量和 I/O 信号执行 **if...then** 和 **loop** 等命令。
以下是一个简单的程序，它允许机器人手臂在两个路点之间移动。

1. 在 PolyScope 标题**文件路径**中，点击**新建...** 并选择**程序**。
2. 在基本下，点击**路点**以将路点添加到程序树中。默认的 MoveJ 也被添加到程序树中。
3. 选择新的路点，然后在命令选项卡中，点击**路点**。
4. 在移动工具屏幕上，按移动箭头移动机器手臂。
   您也可以通过按住自由驱动按钮并将机器手臂拉到所需的位置来移动机器手臂。
5. 一旦机器手臂就位，按 **OK** 键，新的航路点显示为路点 _1。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

6. 按照步骤 2 到 5 创建路点 _2。

7. 选择路点 _2 并按下向上箭头，直到它位于路点 _1 之上以更改移动的顺序。
8. 站在离开机器人的位置，按住紧急停止按钮并在 PolyScope Footer 中，按住机器手臂的**播放**按钮，在路点 _1 和路点 _2 之间移动。
   恭喜！您现已编完了您的第一个机器人程序，该程序可指示机器手臂在给定的两点之间移动。

注意:

1. 不要让机器人移到自身或其他物体中，因为这会对机器人造成损害。
2. 这只是一个快速启动指南，教您如何轻松地使用 UR 机器人。该指南的前提是环境安全无害，用户谨慎小心。请不要将速度或者加速度上调至默认值之上。在使机器人进入操作之前，始终进行风险评估。

警告:
您的头和躯干不能位于机器人可接触到的范围（工作区）。请不要将您的手指放在机器人可抓住的地方。

11.4 机器人注册和 URCap 许可证文件

使用 TCP URCap 之前，注册机器人并下载和安装 URCap 许可证文件（参见15.8）。

从您的当前屏幕注册机器人

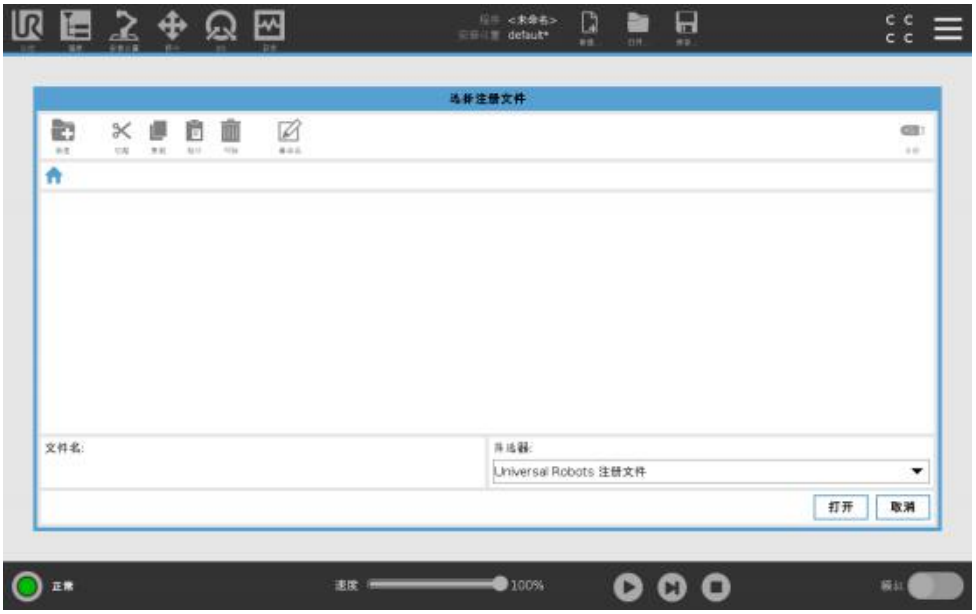
1. 点击页眉中的**汉堡菜单**然后选择**设置**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2. 在菜单左侧，点击**系统**然后选择**机器人注册**以显示设置屏幕。
3. 按照屏幕上的步骤 1 和 2 注册您的机器人。

下载 URCAP 许可证文件

1. 在线填写必填字段并将许可证文件下载到您的 PC。
2. 将许可证文件复制到 USB 并将其连接到示教盒。
3. 在设置屏幕的步骤 3 中，点击**加载文件**以打开**选择注册文件**屏幕。
4. 在列表中，选择 USB 以显示内容并导航到许可证文件。
5. 选择 **license.p7b** 并点击**打开**以确认机器人注册。
6. 点击左下角的**退出**。



取消注册机器人

如果机器人更改所有者，则需要新的许可证。在这种情况下，机器人必须先取消注册。

1. 点击页眉中的**汉堡菜单**然后选择**设置**。
2. 在菜单左侧，点击**系统**然后选择**机器人注册**。
3. 在设置屏幕右下角，点击**取消注册**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

12 操作模式选择

12.1 操作模式

当您配置一个 3 档位使动装置、设置密码、定义一个操作模式可配置 I/O，或通过 Dasboard 服务器 （参见 12.1）时，将启用操作模式。

自动模式启动后，机器人只能执行预定义的任务。如果配置了 3 档位使动装置，则移动选项卡和自由驱动模式不可用。您不能修改或保存程序和安装。

警告:
自动模式防护停止只能在自动模式下激活，因此防护功能仅在自动模式下有效。

手动模式激活后，您可以使用移动标签，自由飞行模式和速度滑块编程机器人。您可以修改和保存程序和安装。

操作模式	手动	自动
自由驱动	x	*
用移动选项卡上的箭头移动机器人	x	*
速度滑块	x	x**
编辑 & 保存程序 & 安装	x	
执行程序	降低速度 ***	x
从所选节点启动程序	x	

* 只有当未配置 3 档位启用设备时。
** 运行页面上的速度滑块可在设置选项卡启用。
*** 如果配置了 3 档位启用设备，则除非激活手动高速，否则机器人将以手动降低速度运行。

注意:

- 通用机器人机器人未配备 3 位启用装置。如果风险评估需要设备，则必须在使用机器人之前将其连接。
- 如果未配置 3 档位启用装置，则在手动模式下不会降低速度。

警告:

- 在选择自动模式之前，任何暂停的防护措施必须返回到完整功能。
- 只要有可能，手动操作模式应在保护区外的所有人员进行。
- 用于在操作模式中切换的设备必须放置在受保护的空间之外。
- 机器人处于自动模式时，用户不得进入安全防护的空间，除非配置了自动模式安全防护输入。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

下面的小节将介绍配置操作模式选择的几种方法。每种方法都是排他性的，这意味着使用一种方法使其他两种方法处于非活动状态。

使用操作模式安全输入

1. 在安装选项卡中，选择安全 I/O。
2. 配置操作模式输入。要配置的选项将出现在下拉菜单中。
3. 当操作模式输入为低时，机器人处于自动模式，当操作模式输入为高时，机器人处于手动模式。

注意:
物理模式选择器（如果使用）必须完全符合 ISO 10218-1：第 5.7.1 条的选择。

使用 PolyScope

1. 设置一个密码（见 21.3.2）在操作模式间进行切换。
2. 要在模式之间切换，请在标题中选择配置文件图标。

注意：当启用 3 位启用设备的安全 I/O 配置时，PolyScope 自动处于手动模式。

使用仪表板服务器

1. 连接到仪表板服务器。
2. 使用**设置操作模式**命令。
   - 设置自动操作模式
   - 设置操作模式手动
   - 清除操作模式

有关使用仪表板服务器的更多信息，请参阅http://universal-robots.com/support/。

12.2 3 档位使动装置

当配置 3 档位启动装置并且**操作模式**处于手动模式时，只能通过按下 3 档位启用装置来移动机器人。连接和配置三档位启用设备可使自动模式防护停止。
3 档位启用装置对自动模式没有效果。

12.2.1 手动高速

此按住保持运行功能，**手动高速**允许工具速度暂时超过 250mm/s。只有当您的机器人处于手动模式并且配置了 3 位启用设备时，它才可用。如果配置了 3 位启用设备，但未按下，在手动模式下，机器人将进行防护停止。在自动模式和手动模式之间切换需要完全释放 3 位启用设备，然后再次按下以允许机器人移动。
注意：当使用手动高速时，使用安全关节限制（参见13.2.4）或安全平面（参见13.2.5）来限制机器人的移动空间。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

13 安全配置

13.1 安全设置基础

本节介绍如何访问机器人安全设置。它由一些帮助您设置机器人安全配置的项目组成。

危险:
在配置机器人安全设置之前，集成商必须执行风险评估以保证机器人周围的人员和设备安全。风险评估是针对机器人整个寿命期间所有工作程序的评估，执行风险评估是为了应用正确的安全配置设置（参见 硬件安装手册）。必须根据集成商的风险评估进行下列设置.

1. 集成商必须防止未授权人员更改安全配置，比如安装密码保护。
2. 针对特定机器人应用使用和配置安全相关的功能和接口（参见 硬件安装手册）。
3. 在机器人手臂第一次通电之前，进行设置和示教的安全配置设置。
4. 可在该屏幕及子选项卡上访问的所有安全配置设置。
5. 集成商必须确保安全设置的所有更改符合风险评估。

13.1.1 访问安全配置

注意：安全设置有密码保护，仅可在设置并使用了密码之后配置。

1. 在 PolyScope 页眉中，点按**安装**图标。
2. 在屏幕左侧的边栏菜单中, 点按**安全**。
3. 留意**机器人极限**屏幕显示，但是设置目前处于不可访问状态。
4. 如果先前设置了**安全密码**，输入密码然后按下**解锁**让设置变成可访问状态。注意：一旦安全设置被解锁，所有设置将被激活。
5. 按下**锁定**选项卡或离开安全菜单再次锁定所有安全项目设置。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

在硬件安装手册中，您可以找到更多安全系统信息。

13.1.2 设置安全密码

必须设置一个密码来解锁组成安全配置的所有安全设置。
注意：如果没有应用安全密码，将会提示设置安全密码。

1. 在 PolyScope 页眉的右侧，按**汉堡**菜单然后选择**设置**。
2. 在屏幕左侧的蓝色菜单中，按**密码**然后选择**安全**。
3. 在**新密码**字段输入一个密码。
4. 现在，在**确认新密码**中，输入相同的密码然后按**应用**。
5. 按蓝色菜单左下方的退出按钮返回上一个屏幕。

注意：您可以按**锁定**选项卡或转至安全菜单外的屏幕来再次锁定所有安全设置。

13.1.3 更改安全配置

安全配置设置的更改必须符合集成商执行的风险评估（参见 硬件安装手册）。

推荐程序：

1. 验证更改符合集成商执行的风险评估。
2. 将安全设置调整到集成商执行的风险评估所定义的适当水平。
3. 验证设置已应用。
4. 将下面这段话记录在操作员手册中：

“在靠近机器人作业前，确保安全配置符合预期。这可以通过检查 PolyScope 右上角的安全校验和是否有任何变化等方式来进行验证。”

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

13.1.4 应用新的安全配置

在更改配置时，机器人将断电。所做的更改只有在点击**应用**按钮时才会生效。在**应用并重启**或**恢复更改**之前，机器人不能再次通电。前者让您能够目检机器人安全配置，出于安全原因，它以国际单位显示在弹出窗口中。当目检完成时，可以**确认安全配置**，所做的更改自动保存为当前机器人安装的一部分。

13.1.5 安全校验和

安全校验和图标显示您应用的机器人安全配置，并从上到下，从左到右读取，例如：BF4B。不同的文本和/或颜色表示对所应用的安全配置的更改。

注意：

- 如果更改**安全功能**设置，则**安全校验和**会发生变化，因为**安全校验和**仅由安全设置生成。
- 您必须将您的更改应用于**安全校验和**的**安全配置**以反映您的更改。

13.2 安全菜单设置

本节定义组成机器人安全配置的安全菜单设置。

13.2.1 机器人限值

机器人限值用来限制一般的机器人运动。机器人限值屏幕有两个配置选项：**工厂预设值**和**自定义**。

1. 在工厂预设值选项，可以使用滑块选择预定义安全设置。表中的值将被更新以反映从**限制最多**到**限制最少的预设值范围**
   注意：滑块值仅为建议值，不替代正确的风险评估。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2. 在自定义选项，可设置有关机器人如何发挥功能的限值并监视相关公差。

功率 限制机器人对环境做的最大机械功。

注意：该限制将有效负载视为机器人而非环境的一部分。

动量 限制最大机器人动量。

停止时间 限制让机器人停止需要花费的最长之间，比如：当紧急停止激活时。

停止距离 限制当停止时机器人工具或肘部可移动的最大距离。

注意:
限制影响机器人整体速度的停止时间和距离。比如，如果停止时间被设为 300 ms，最大机器人速度被限制，允许机器人在 300 ms 内停止。

工具速度 限制机器人工具最大速度。

工具力 限制机器人工具在夹紧情况中施加的最大力。

肘部速度 速度限制机器人肘部最大速度。

肘部力 限制机器人肘部对环境施加的最大力。

工具速度和力的限制位置位于工具法兰和用户定义的两个工具位置的中间，参见13.2.8。

注意:
您可以将所有机器人限值切换回**工厂预设值**来重置为它们的默认设置。

13.2.2 安全模式

在正常条件（即 没有实施保护性停止）下，安全系统将在关联了一组安全限值的安全模式下操作:

正常模式是默认为激活的安全模式

缩减模式 机器人**工具中心点** (TCP) 的位置超出触发器缩减模式平面（参见 13.2.5），或使用可配置的输入触发（参见 13.2.10）时，将激活此模式。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

恢复模式 当激活的限值设置中的安全限值违例，导致机器人手臂执行 0 类停机时，恢复模式将被激活。如果在机器人手臂通电时，激活的安全限值（例如关节位置限值或安全边界）已违例，机器人手臂将在**恢复**模式下启动。这样可以将机器人手臂移回安全限值范围内。在恢复模式下，机器人手臂的运动受到固定限值（用户不能自定义）的限制。有关恢复模式限值的详细信息，请参见 硬件安装手册。

警告:
关节位置、**工具位置**和**工具方向**的限值在恢复模式下是禁用的，因此在限值范围内移回机器人手臂时应小心。

用户可在安全配置屏幕的菜单上独立设置正常和缩减模式的安全限值。就工具和关节而言，缩减模式下对于速度和动量的限值要求比标准模式下的更严格。

13.2.3 公差

在安全配置中指定了安全系统限制。安全系统接收输入字段的值，并检测这些值是否存在违例。机器人控制器尝试通过进行防护停止或降低速度来防止任何违例行为。这意味着程序可能无法执行非常接近极限的运动。

警告:
具体公差因软件版本而异。因此更新软件可能会改变公差。请参考发布说明了解有关软件版本变化的信息。

13.2.4 关节限值

关节限值用来限制关节空间中每个机器人关节的运动，即：关节旋转位置和关节旋转速度。一共有两个关节限值选项：**最大速度**和**位置范围**。

Wrist 3 位置范围默认为无限制。使用连接到机器人的电缆时，您必须首先禁用**对手腕 3 无限制**复选框，避免电缆拉力和保护性停止。

1. 最大速度定义了每个关节的最大角速度。

2. 位置范围定义了每个关节的位置范围。此外，如果没有安全平面或可配置的输入设置来触发它，缩减模式的输入字段被禁用。该限值启用机器人的安全级软轴限制。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

13.2.5 平面

注意:
平面的配置完全基于特征进行。我们建议您在编辑安全配置之前创建并命名所有特征，因为一旦安全选项卡被解锁，机器人将会断电，将不可能移动机器人。

安全平面 限制了机器人的工作空间。最多可定义八个安全平面用来限制机器人工具和肘部。还可以限制每个安全平面的肘部运动，也可以通过取消选中复选框来禁用。在配置安全平面之前，必须在机器人安装中定义一个特征（参见 16.1.4）。然后可将该特征复制到安全平面屏幕并进行配置。

警告:
定义安全平面只限制定义的工具球和肘部，对机器人手臂的整体限制无影响。这意味着指定安全平面并不保证机器人手臂的其他部分也遵循该限制。

模式

可以使用下列图标为每个平面配置限制**模式**。

禁用 在该状态下，安全平面从不激活。

正常 当安全系统处于正常模式时，正常平面将处于活动状态，并严格限制机器人的位置。

缩减 当安全系统处于缩减模式时，缩减模式平面将处于活动状态，并严格限制机器人的位置。

正常 & 缩减 当安全系统处于正常或缩减模式时，正常和缩减模式平面将处于活动状态，并严格限制机器人的位置。

触发器缩减模式 如果机器人工具或肘部所处的位置超出安全平面，安全平面将让安全系统切换到缩减模式。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

显示 按下该图标将在图形窗格中隐藏或显示安全平面。

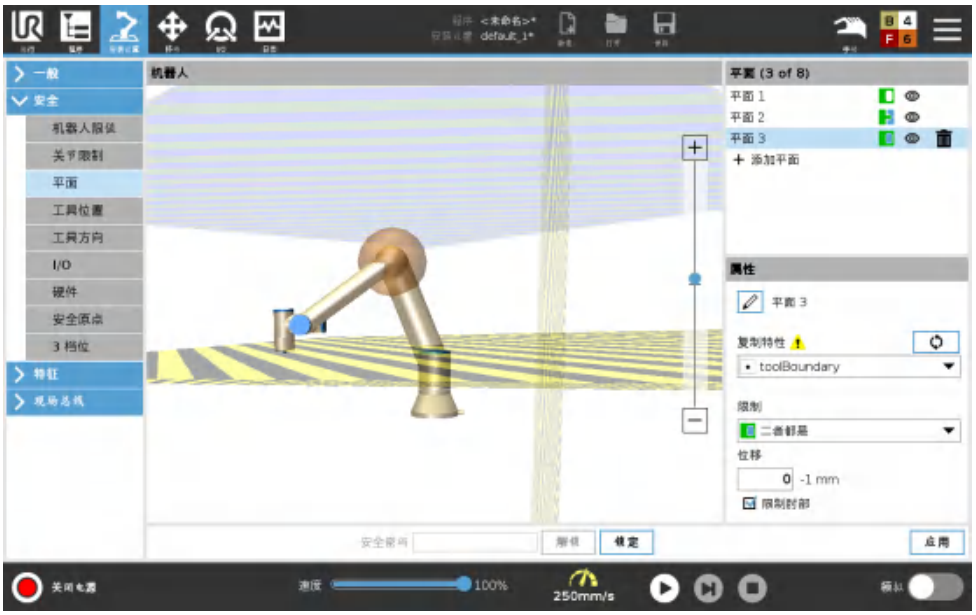
删除 删除创建的安全平面（注意：这里没有撤销/重做操作，因此如果平面被误删，必须重新创建）

重命名 按下该图标可让您对平面进行重命名。

配置安全平面

1. 在 PolyScope 页眉中，点击**安装**。
2. 点击屏幕左侧边栏菜单中的安全，然后选择**平面**。
3. 点击屏幕右上角的平面字段中的**添加平面**。
4. 在屏幕右下角的**属性**字段中，设置名称、复制特征和限制。注意：在**复制特征**中，只有未定义和机座是可用的。您可以通过选择**未定义来重置已配置的安全平面**

在特征屏幕中，如果复制的特征被修改，警告图标将出现在复制特征文本的右侧。这指示该特征超出同步，即：属性卡中的信息没有更新以反映可能已对特征做出的修改。

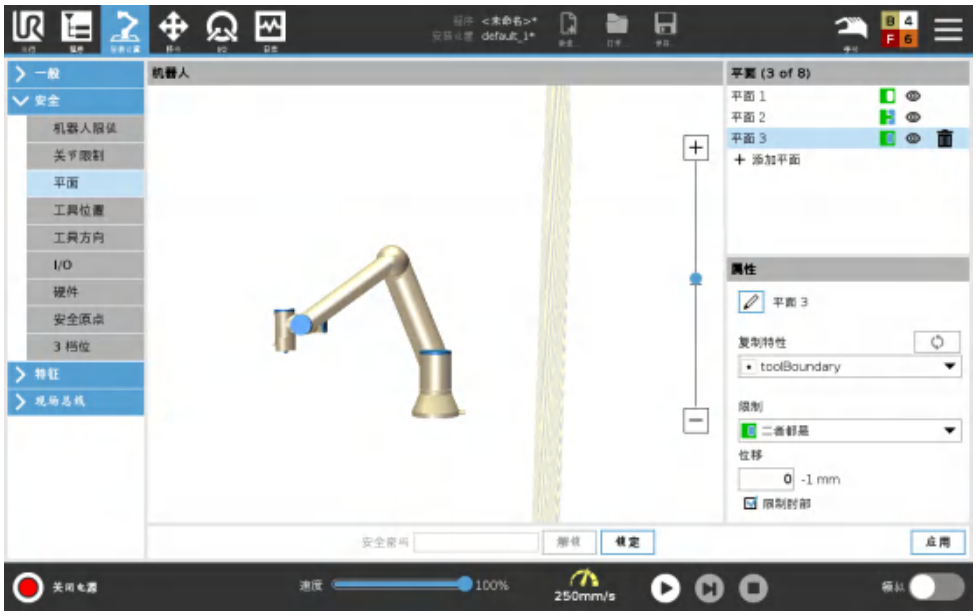


肘部

您可以启用**限制肘部**来防止机器人肘部关节通过您定义的任何平面。禁用限制肘部让肘部通过这些平面。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

颜色代码



灰色 平面已配置但是被禁用 (A)

黄色 & 黑色 正常平面 (B)

蓝色 & 绿色 触发平面 (C)

黑色箭头 允许工具和/或肘部进入的平面的侧面（针对正常平面）

绿色箭头 允许工具和/或肘部进入的平面的侧面（针对触发平面）

灰色箭头 允许工具和/或肘部进入的平面的侧面（针对禁用的平面）

13.2.6 自由驱动

自由驱动可将机器人手臂自动拉伸到理想的位置/位姿。由于释放制动器，关节移动时电阻小。当机器人手臂手动移动时，处于自由驱动模式（见12.1）。随着自动驱动模式下的机器人手臂接近预定限值或平面（见13.2.5），电阻增加。这就使得将机器人移动就位感觉很沉重。您可以通过以下方式启用自由驱动：

- 使用自由驱动按钮
- 使用 I/O 操作（见16.1.4）
- 使用移动选项卡屏幕上的自由驱动按钮（见17.2）

使用自由驱动按钮

1. 按住并拖住**示教盒**上的**自由驱动按钮**。
2. 根据需要移动机器人手臂。

13.2.7 反向驱动

在机器人臂的初始化期间，机器人制动器被释放时可以观察到轻微的振动。在一些情况下，例如当机器人接近碰撞时，不希望出现这些震颤，并且**反向驱动**特征可以用于强制地将特定关节移动到理想的位置，而不释放机器人手臂中的所有制动器。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

启用反向驱动

1. 在**初始化**屏幕上，点按**开启**开启启动序列。
2. 当机器人状态为**空闲**时，按压并按住**自由驱动**按钮。机器人状态设置为**反向驱动**。
3. 制动器仅在施加较大压力的关节处释放。只要接合/按下**自由驱动**按钮。当使用**反向驱动**时，机器人手臂感觉移动起来很沉重。

13.2.8 工具位置

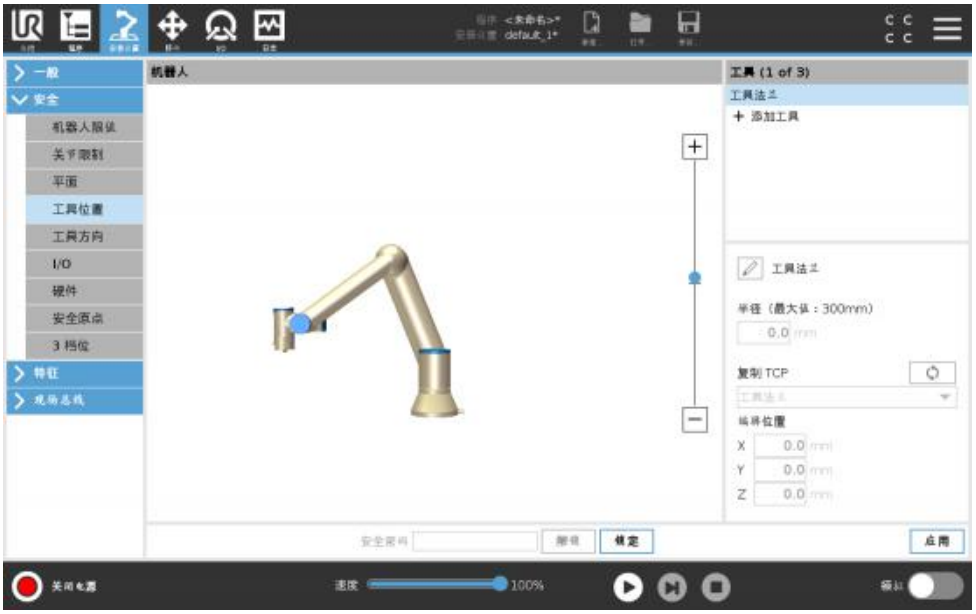
工具位置屏幕可对机器人手臂末端的工具和/或附件启用更多受控的限制。

机器人 在这里可让修改变得可视化。

工具 在这里可定义和配置两个工具。

Tool_1 是使用值 x = 0.0，y = 0.0，z = 0.0 和 radius = 0.0 定义的默认工具。这些值代表机器人工具法兰的值。
注意：

- 在复制 TCP 下，也可以选择**工具法兰**，让工具的值回到 0。
- 机器人法兰上定义了一个默认球体。



对于用户定义的工具，用户可更改：

半径以更改工具球的半径。当使用安全平面时将会考虑半径。当球中的点通过一个缩减模式触发平面时，机器人切换到**缩减模式**。安全系统阻止球上的任何点通过安全平面（参见13.2.5）。

位置用于在考虑机器人工具法兰的情况下更改机器人的位置。针对工具速度、工具力、停止距离和安全平面等安全功能，位置应被考虑。

可以使用现有工具中心点作为定义新工具位置的基础。在 TCP 屏幕的常规菜单中预定义的现有 TCP 的副本可在复制 TCP 下拉列表中的工具位置菜单中找到。
当编辑或调节**编辑位置**输入字段中的值时，出现在下拉菜单中的 TCP 名称更改为**自定义**，指出

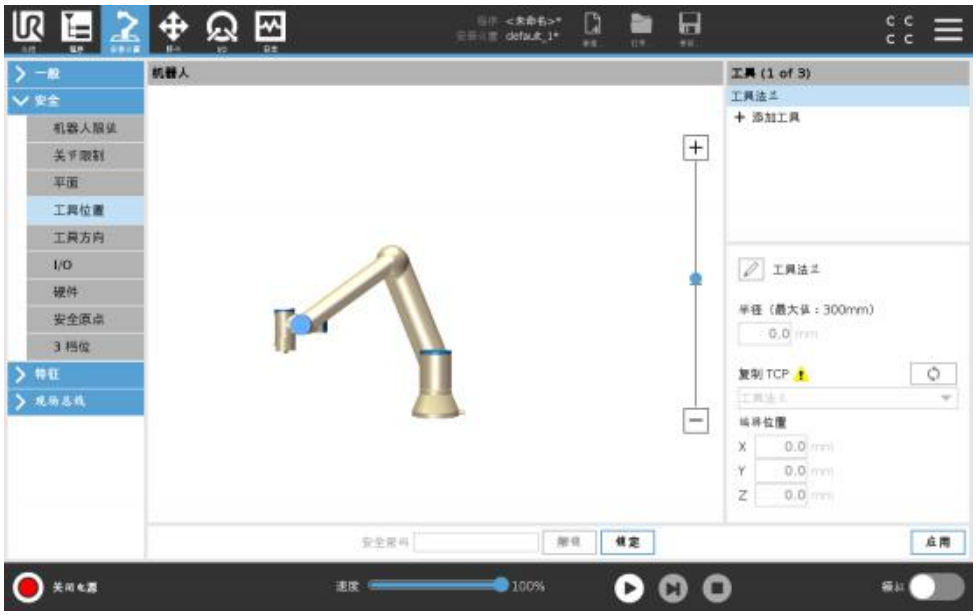
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

复制的 TCP 与实际限值输入之间存在差异。原始 TCP 仍可在下拉列表中找到，可再次选择以便将值更改回原始位置。复制 TCP 下拉菜单中的选择不影响工具名称。

应用工具位置屏幕更改后，如果试图在 TCP 配置屏幕中修改复制的 TCP，复制 TCP 文本右侧会出现一个警告图标。这表示 TCP 不同步，即：属性字段中的信息未更新以反映可能已对 TCP 做出的修改。TCP 可通过点击同步图标来同步（参见 16.1.1）。

注意：TCP 不一定要同步才能成功定义和使用工具。

按下显示的工具名称旁边的铅笔选项卡可重命名工具。还可以确定半径（允许范围：0-300 mm）。根据半径尺寸，出现在图形窗格中的限值可以是一个点或一个球体。



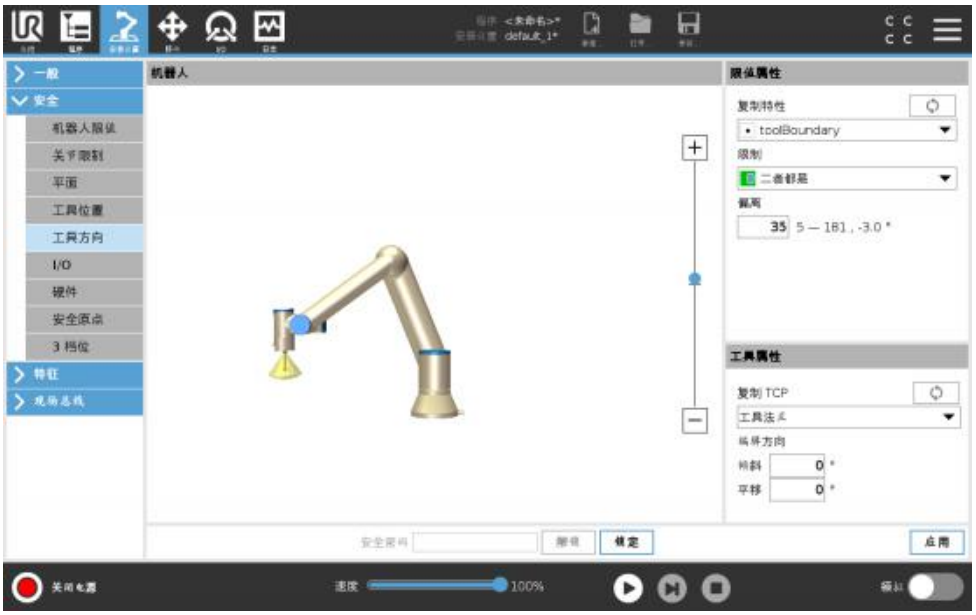
13.2.9 工具方向

工具方向屏幕可用于限制工具指向的角度。该限值由一个锥体来定义，它有一个相对于机器人手臂机座的固定方向。当机器人手臂到处移动时，工具方向受到限制，使它保持在定义的锥体范围内。工具的默认方向与工具输出法兰的 Z 轴一致。它可以通过指定倾斜和平移角度来自定义。

在配置限值之前，必须在机器人安装中定义一个点或平面（参见 16.3）。然后可复制该特征，其 Z 轴被用作定义限值的锥体中心。

注意:
工具方向的配置基于特征进行。我们建议在编辑安全配置前创建目标特征，因为一旦安全选项卡被解锁，机器人手臂将会断电，将无法定义新特征。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。



限值属性

工具方向限值有三个可配置的属性：

1. **锥中心**：可以从下拉菜单选择一个点或平面特征来定义锥体中心。选定特征的 Z 轴被用作锥体居中的方向。
2. **锥角度**：可以定义允许机器人偏离中心多少度。

禁用工具方向限值 从不激活

正常工具方向限值 只有当安全系统处于**正常模式**时才激活。

缩减工具方向限值 只有当安全系统处于**缩减模式**时才激活。

正常 & 缩减工具方向限值 激活。

可以通过将复制特征设置回 “未定义” 来将值重置为默认或撤销工具方向配置。

工具属性

默认情况下，工具指向同一个方向作为工具输出法兰的 Z 轴。这可以通过指定两个角度来修改：

倾斜角度：输出法兰的 Z 轴朝着输出法兰的 X 轴倾斜的角度

平移角度：绕着原始输出法兰 Z 轴将倾斜的 Z 轴旋转的角度

或者，现有 TCP 的 Z 轴可通过从下拉菜单选择该 TCP 来复制。

13.2.10 I/O

输入端与输出端之间的 I/O 是分开的，并且成对出现以便每个功能提供一个 3 类 PLd I/O。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

输入信号

下列安全功能可与输入信号一起使用：

系统紧急停止 这是一个紧急停止按钮，可替代示教盒上的紧急停止按钮，如果装置符合 ISO 13850，可提供相同的功能。

缩减模式 所有安全限值可在正常模式或缩减模式中应用（参见13.2.2）。配置后，发送到输入端的低信号将导致安全系统过渡到缩减模式。机器人手臂将减速，以符合缩减模式限值设置。安全系统保证在输入触发后不到 0.5 秒内，机器人将处于缩减模式限值以内。如果机器人手臂继续触犯任何缩减模式限值，将实施 0 类停机。向正常模式转换的方式与此相同。注意：触发平面同样可能导致向缩减模式转换。

3 档位使动装置 在手动模式下，必须按下 3 档位使动装置才能移动机器人。

操作模式 定义后，此输入可用于在**自动模式**和**手动模式**之间切换（请参阅12.1）。

防护重置 防护停止发生时，此输出保证在触发重置前保持防护停止状态。

自动模式防护停止 一旦配置，**自动模式防护停**止在输入引脚低且机器人处于自动模式时执行防护停止。

自动模式防护重置 当自动模式防护停止发生时，机器人保持自动模式中的防护停止，直到输入引脚前沿触发重置。

警告:

- 如果禁用默认的防护重置输入，当输入为高时，机器人手臂将不再进行防护停止。已暂停的程序只能通过防护停止进行恢复。
- 与防护重置类似，如果默认自动模式防护重置不可用，当自动模式防护停止输入为高时，机器人手臂将不再进行防护停止。已暂停的程序只能通过自动模式防护停止进行恢复。

输出信号

可以对输出信号应用下列安全功能。触发高信号的状态结束时，所有信号恢复成低信号：

系统紧急停止 信号才会比较低。为了避免死锁，如果紧急停止状态由紧急停止输入触发，则不会给出低信号。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

机器人移动 如果机械手臂在移动状态就给出弱信号，否则就给出强信号。

机器人未停止 信号为高。否则将为逻辑低电平。

缩减模式 当机器人手臂处于缩减模式，或利用缩减模式输入配置了安全输入且当前信号低时，将发送低信号。否则信号为高信号。

非缩减模式 这是上述缩减模式的相反状态。

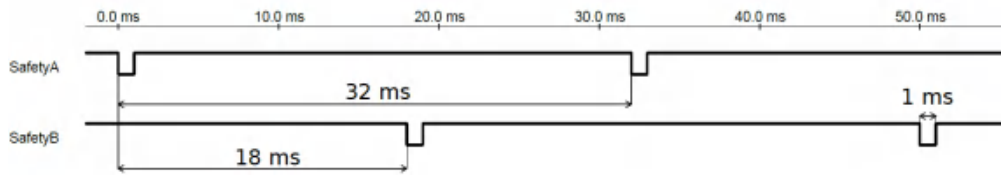
安全回零 将发送高信号。否则信号为低信号。

注意:
通过系统紧急停止输出从机器人获得紧急停止状态的任何外部机械必须符合 ISO 13850。这在机器人紧急停止输入连接到外部紧急停止装置的设置中尤其必要。在这种情况下，当外部紧急停止装置释放时，系统紧急停止输出信号将变高。这意味着外部机械的紧急停止状态将被重置，而不需要来自机器人操作员的手动操作。因此，为了符合安全标准，外部机械必须采取手动操作才能恢复。

OSSD 安全信号

当安全输出是未激活状态或者很高时，可以配置控制箱以输出 OSSD 脉冲。OSSD 脉冲检测控制箱使安全输出有效/低的能力。当为输出启用 OSSD 脉冲时，每 32ms 在安全输出上生成 1ms 的低脉冲。安全系统会检测何时将输出连接到电源并关闭机器人。

下图显示的内容为：一个通道（32ms）上的脉冲之间的时间，脉冲长度（1ms）和从一个通道上的脉冲到另一通道上的脉冲的时间（18ms）



启用 OSSD 进行安全输出

1. 在标题中，点击**安装**，然后选择 **安全**。
2. 在**安全**按钮下，选择 **I/O** 键。
3. 在 “I/O” 屏幕上的 “输出信号” 下，选择所需的 OSSD 复选框。须分配输出信号以启用 OSSD 复选框。

13.2.11 硬件

您可以在不连接示教盒的情况下使用机器人。移除示教盒需要定义另一个紧急停止源。必须指定是否连接示教盒以避免触发安全违例。

选择可用的硬件

机器人可在没有 PolyScope 作为编程界面的情况下使用。

1. 点击页眉的**安装**。
2. 在左侧边栏菜单中的**安全**选项卡中，选择**硬件**。
3. 输入安全密码然后**解锁**屏幕。

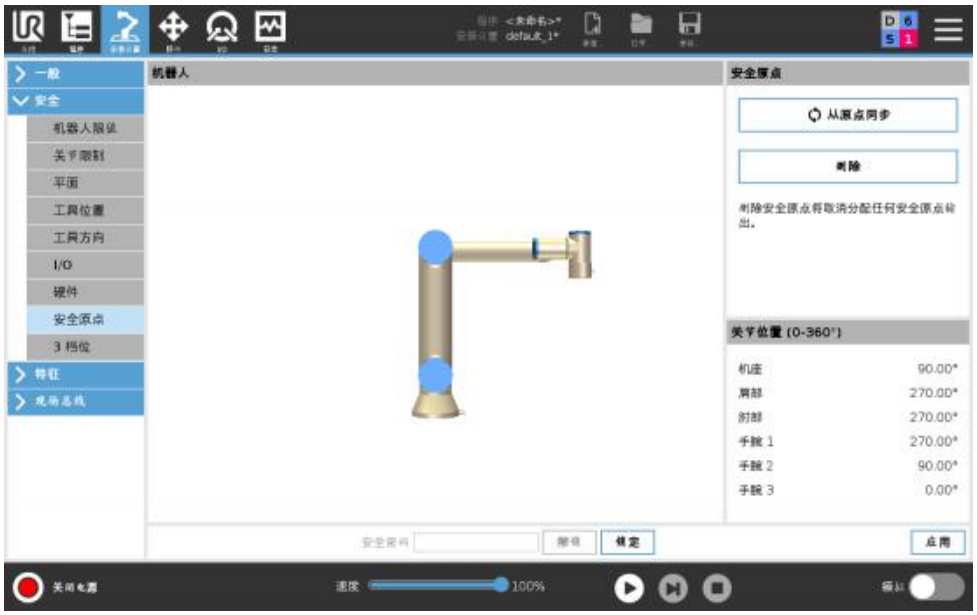
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

4. 取消选中**示教盒**，在没有 Polyscope 界面的情况下使用机器人。
5. 按下**保存并重启**来执行更改。

小心:
如果示教盒与机器人分离或断开，则紧急停机按钮不再有效。您必须从机器人附近移除示教盒。

13.2.12 安全回零位置

安全回零是使用用户定义的原点定义的返回位置。当机器人手臂处于安全回零位置且定义了安全回零 I/O 时，安全回零 I/O 启用。如果关节位置处于指定的关节角度或其 360 度的倍数，则机器人手臂处于安全回零位置。当机器人静止在安全回零位置时，安全回零安全输出有效。



与回零同步

1. 点击页眉的**安装**。
2. 点击屏幕左侧边栏菜单中的**安全**，然后选择**安全回零**。
3. 点击**安全回零**之下的**与回零同步**。
4. 点击**应用**，从弹出的对话框中选择**应用并重启**。

安全回零输出

安全回零位置必须在安全回零输出之前定义（参见13.2.10）。

定义安全回零输出

1. 点击页眉的**安装**。
2. 在屏幕左侧的边栏菜单中，在**安全**下，选择 **I/O**。
3. 在输出信号的 I/O 页面，从功能分配之下的下拉菜单中选择**安全回零**。
4. 点击**应用**，从弹出的对话框中选择**应用并重启**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

编辑安全回零

编辑安全回零不会自动修改预先定义的安全回零位置。如果这些数值不同步，则表示回零程序节点未定义。

编辑安全回零

1. 点击页眉的**安装**。
2. 在屏幕左侧的边栏菜单中，在**通用**下，选择**回零**。
3. 点击**编辑位置**并设置新的机器人手臂位置，然后点击**确定**。
4. 在边栏菜单中，在**安全**下，选择**安全回零**。注意：要**解锁**安全设置必须输入安全密码（参见 13.1.2）。
5. 点击**安全回零**之下的**与回零同步**

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

14 运行选项卡

运行选项卡让您可以使用尽可能少的几个按钮和选项简单地操作机器人手臂和控制箱。您可以将简单的操作与保护 PolyScope 编程部分的密码相结合（参见 21.3.2），使机器人成为可以独占运行预编程序的一种工具。

在该屏幕上，您可以自动加载和启动一个基于外部输入信号边缘过渡的默认程序（参见 16.1.6）。

注意：自动加载和启动默认程序，开机时自动初始化等，可以用于将机器人手臂整合进其他机器。

14.1 程序

Program字段，显示被加载到机器人的程序的名称以及它的当前状态。可以点击**加载程序**选项卡来加载不同的程序。

14.2 变量

机器人程序可以在运行时通过变量存储更新变量值。有两种变量可用：

安装变量 这些变量可以用于多个程序，且变量名和变量值在机器人安装期间持续存在（参见 16.1.5）。安装变量在机器人和控制箱重启后保持它们的值。

常规程序变量 这些变量仅适用于运行程序，且变量值在程序停止后即丢失。

显示路点 机器人程序使用脚本变量来存储有关路点的信息。

选择**变量**下的**显示路点**复选框在变量列表中显示脚本变量。

变量类型

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

布尔值	布尔变量，值为真或假。
整数值	整数，范围是 −2147483648 到 2147483647（32 位）。
浮点值	浮点数（十进制）（32 位）。
字符串	字符序列。
位姿	矢量，指示笛卡尔空间中的位置和方向。位置矢量 (x, y, z) 和旋转矢量 (rx, ry, rz) 的组合，表示方向，书写形式为 `p[x, y, z, rx, ry, rz]`。
列表	变量序列。

14.3 机器人年龄

此字段表示自机器人最初打开以来的时间长度。此字段中的数字与程序运行时不相关

14.4 将机器人移动就位

当机器人手臂必须在运行程序之前移动到特定的起始位置时，或者在修改程序时机器人手臂移动到路点时，访问**将机器人移动就位**屏幕。

如果**将机器人移动就位**屏幕无法将机器人手臂移动到程序起始位置，它将移动到程序树中的第一个路点。

如果出现以下情况，机器人手臂可能会移动到不正确的位姿:

- 在执行第一次移动之前，第一次移动的 TCP、特征位姿或路点位姿会在程序执行期间改变。
- 第一个路点位于 If 或 Switch 程序树节点内。

访问将机器人移动就位屏幕

1. 在 **页尾**处，点击 **行动** 以访问**将机器人移动就位**屏幕。
2. 按照屏幕上的说明与动画和真实机器人进行交互。

移动机器人至：

拖住 **移动机器人至：**按钮以将机械手臂移动到起始位置。屏幕上显示的动画机器人手臂显示了将要执行的所需动作。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

注意:
碰撞会损坏机器人或其他设备。比较动画和真实机器人手臂的位置，确保机器人手臂可以安全地运动，不会打到障碍物。

手动

点击 **手动**以访问 **移动**屏幕，在这里，机械手臂可以通过使用移动工具箭头和/或设置工具位置以及關節位置坐标来移动。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15 程序选项卡

程序选项卡显示正在编辑的当前程序。

15.1 程序树

点击**命令**可以向程序树添加程序节点。从屏幕右侧设置已添加程序节点的功能性。
不允许运行空白的程序树。也不允许运行包含错误设置的程序节点的程序树。无效的程序节点以黄色高亮显示，表明在允许运行程序之前需要采取的措施。

15.1.1 程序执行指示

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

程序运行时，当前执行的程序节点以节点旁边的小 图标指示。另外，执行路径以蓝色高亮显示。

按下程序一角的 图标将跟踪当前执行的命令。

15.1.2 搜索按钮

点击以在程序树中进行搜索。 按下 × 图标退出搜索。

15.1.3 程序树工具栏

使用程序树底部的工具栏修改程序树。

撤销/重做按钮

和按钮用于撤销和重做对命令的更改。

向上 & 向下移动

和和按钮可以改变节点的位置。

切割

按钮剪切一个节点，并允许将其用于其他操作（例如：将其粘贴到程序树的其他位置）。

复制

按钮复制一个节点，并允许将其用于其他操作（例如：将其粘贴到程序树的其他位置）。

粘贴

按钮允许您粘贴之前剪切或复制的节点。

删除

点击按钮从程序树中删除一个节点。

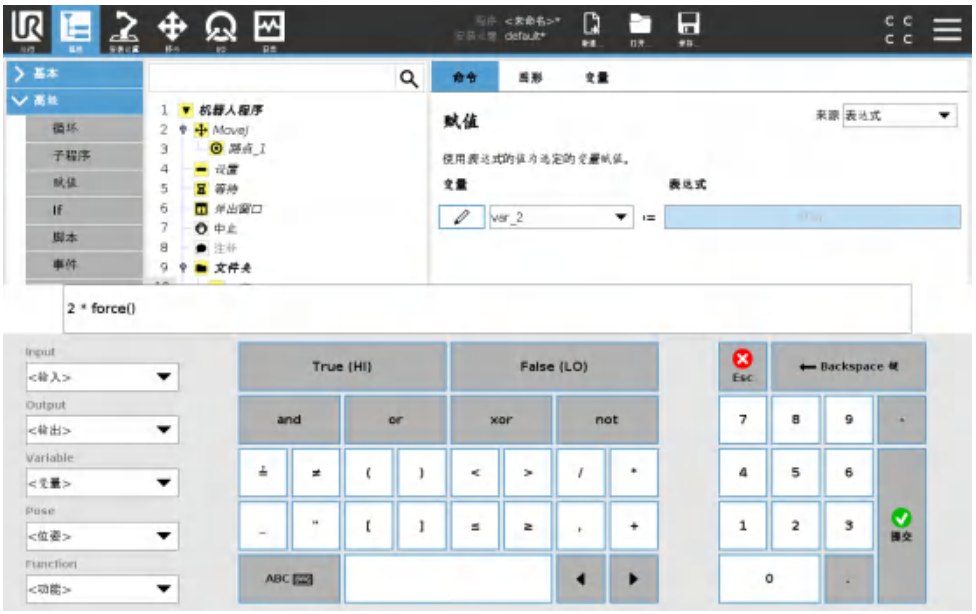
抑制

点击按钮抑制程序树上的特定节点。

程序运行时将会直接跳过被抑制的程序行。被抑制的程序行也可以解除抑制。使用这种方法可以快速更改程序，而且确保不破坏原始内容。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.1.4 表达式编辑器



表达式本身可以文本形式进行编辑，同时，也可使用表达式编辑器进行编辑。表达式编辑器提供许多按钮和函数，可用于插入特殊表达式符号，例如表示相乘的 $*$ 符号和表示小于等于的 $\leq$ 符号。使用屏幕左上角的键盘符号按钮可切换至表达式文本编辑模式。所有已定义的变量都可在*变量*选择器中找到，输入和输出端口的名称可在*输入*和*输出*选择器中找到。一些特殊函数可在*函数*选择器中找到。

按*确定*按钮时，系统将检查表达式有无语法错误。单击*取消*按钮可离开此屏幕，放弃所有更改。

表达式类似如下形式：

```
digital_in[1]=?True and analog_in[0]<0.5
```

15.1.5 从一个所选节点启动程序

当机器人处于手动模式时（见 12.1），**从选择中播放**允许程序从所选节点开始。**从开始播放**正常运行程序。如果无法从特定节点运行程序，则禁用**从选择播放**选项。无法使用线程启用从选择播放，因为线程始终从头开始。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

使用从选择播放

点击**播放**并选择**从选择播放**运行来自程序树一个节点的程序。

注意:

- **开始前**选项，如使用，则始终对**从选择播放**和**从开始播放**执行。
- 如果遇到未分配的变量，程序将停止并显示错误消息。
- 程序只能从机器人程序中的一个节点启动。
- 子程序中可以使用**从选择播放**。子程序结束时，程序执行停止。

15.1.6 在程序中使用断点

断点会暂停程序执行。可以使用断点在特定点暂停和恢复程序，以检查机器人位置、变量等。参见 12.1。

1. 在程序树中，点击行号以设置或清除断点。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

不管是节点上方或下方的红线均表示设置了断点以暂停执行。除下述情形以外，大多数节点在执行之前会暂停：

- 路点：路点节点上的断点会忽略该交融命令，并在机器人到达此路点时暂停程序。
- 直到节点：一旦满足直到条件，直到节点上的断点将暂停程序。不会忽略直到节点中使用的交融命令。当机器人达到交融半径时就会暂停。

15.1.7 程序中的单步执行

当机器人处于手动模式时，“单步执行”按钮允许一次执行一个节点。程序暂停时，可以使用“单步执行”按钮。点击“单步执行”按钮使程序继续执行，并在到达程序中的下一个节点时暂停。如果节点不支持断点，则通过点击“单步执行”按钮启动的程序执行不会在该节点上暂停。相反，程序会继续执行，直到程序到达支持断点的节点为止。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.2 命令选项卡

本手册并未涵盖关于每一种程序节点的所有细节。机器人程序节点包括三个控制程序整体行为的复选框。

添加开始前序列

勾选此复选框可在程序开始时向程序添加一个特殊部分。

设置初始变量值

勾选此复选框可设置程序变量的初始值。

1. 从下拉列表中选择变量，也可以使用变量选择器框选择变量。
2. 输入该变量的表达式。该表达式用于在程序启动时设置变量值。
3. 您可以选择**保持上一次运行的值**，以将变量初始化为**变量**选项卡上的值（请参阅 15.4）。这允许变量保留使用其上次程序执行期间的值。如果程序是首次运行，或者变量值选项卡已清空，则变量将从表达式获取变量值。

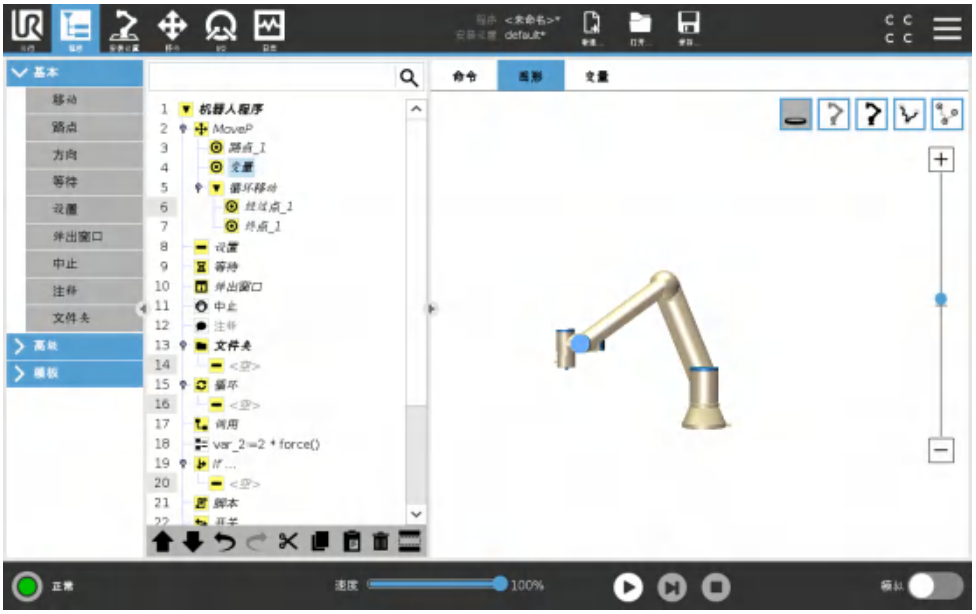
将变量名称设置为空（仅输入空格）即可将其从程序中删除。

程序永远循环

勾选此复选框可让程序连续运行。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.3 图形选项卡



当前机器人程序的图形化表示形式。TCP 的路径以 3D 视角显示，运动段显示为黑色，交融段（运动段之间的过渡）显示为绿色。绿点标明程序中各路点处的 TCP 位置。机器手臂 3D 图显示机器手臂的当前位置，机器手臂阴影部分显示机器手臂到达屏幕左侧所选路点的方式。

如果机器人 TCP 的当前位置距离安全或触发平面很近，又或者机器人工具的方向接近工具方向边界限值（参见 13.2.5），则会显示边界的 3D 成像。
注意：如果机器人在运行程序，边界限制可视化将被禁用。

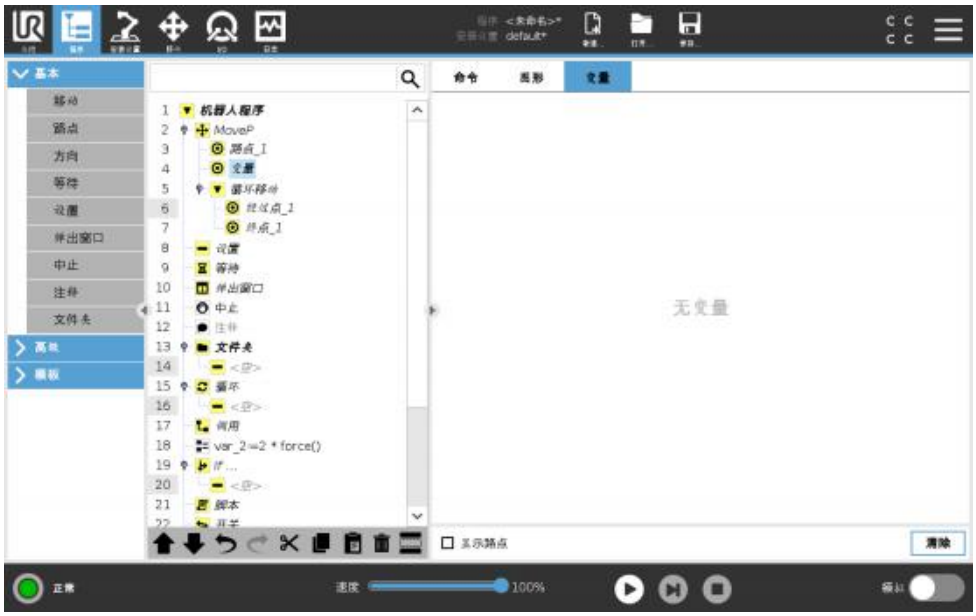
安全平面以黄黑色呈现，带有一个表示安全平面正常的小箭头，指出安全平面上允许放置机器人 TCP 的一侧。触发平面以蓝绿色呈现，带有一个指向平面一侧的小箭头，在该侧，**标准**模式限值（参见 13.2.2）激活。工具方向边界限值以锥体呈现，带有一个指示机器人工具当前方向的矢量。锥体内侧代表工具方向的允许区域（矢量）。

目标机器人 TCP 离开极限区域时，3D 成像消失。如果 TCP 侵犯边界限值或接近边界限值，则成像会变成红色。

3D 视角可进行缩放和旋转，以更好地显示机器手臂的运动状态。屏幕右上角的按钮可以禁用 3D 视角中的各个图形组件。底部按钮可开启/关闭相邻边界限制成像。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

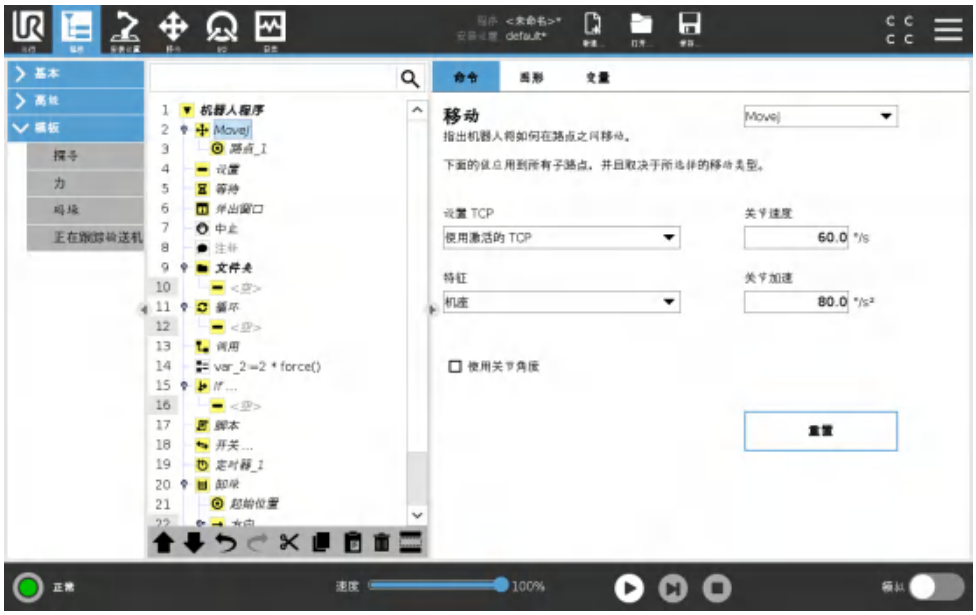
15.4 变量选项卡



变量选项卡显示程序运行中的实时变量值，并在程序运行之间保存传递变量和变量值列表。它仅在有信息要显示时出现。如果启用了显示路点，路点变量将显示在列表中。

15.5 基本程序节点

15.5.1 移动



移动命令通过基本路点控制机器人的运动。路点必须置于运动命令下。移动命令定义机器手臂在这些路点之间的加速度和移动速度。

移动类型

您可从以下三种移动方式进行选择：**MoveJ**、**MoveL** 和 **MoveP**。下面将解释每种移动类型。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

- **moveJ** 在机器手臂**关节区**内执行所计算的移动。控制关节以同时完成其移动。 此移动类型将为工具提供一个曲线路径。适用于此移动类型的共用参数包括最大关节速度和最大关节加速度，分别以 deg/s 和 deg/s^2 表示。如果希望机器手臂在路点之间快速移动，而不用考虑工具在这些路点之间的移动路径，此移动类型是个更可取的选择。
- **moveL** 使工具中心点 (TCP) 在路点之间进行线性移动。这意味着每个关节都会执行更为复杂的移动，以使工具保持在直线路径上。适用于此移动类型的共用参数包括所需工具速度和工具加速度（分别以 mm/s 和 mm/s^2 表示）以及特征。
- **moveP** 使工具以恒定速度通过圆形混合区进行线性移动，适用于黏合或配制等一些工艺操作。默认情况下，所有路点使用相同的交融半径。值越小，路径转角越大，反之，值越大，路径越平直。机器手臂以恒定速度经过各路点时，机器人控制箱不会等待 I/O 操作或操作员的操作。若存在 I/O 操作或操作员采取行动，可能会使机器手臂停止运动，或导致保护性停止。
- **圆形移动**可以添加至 **moveP** 命令以做圆周运动。机器人从当前位置或起点开始移动，通过圆弧上规定的**经过点**，然后再通过**终点**以完成圆形移动。
  模式用于通过圆弧计算工具方向。模式可以是：
  - 固定：只有起点用于定义工具方向
  - 无约束：起点转换为**终点**以定义工具方向

共享参数

移动屏幕右下角的共享参数适用于机器手臂从上一个位置移至命令下第一个路点的路径，以及该路点到每个后续每个路点的路径。移动命令设置不适用于移动命令下从最后一个路点延伸的路径。

TCP 选择

根据 TCP 是使用用户定义的 TCP 还是激活 TCP 来设置，可以调整机器人在路点之间移动的方式。**忽略激活 TCP** 允许相对于工具法兰调整该运动。

在移动中设置 TCP

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

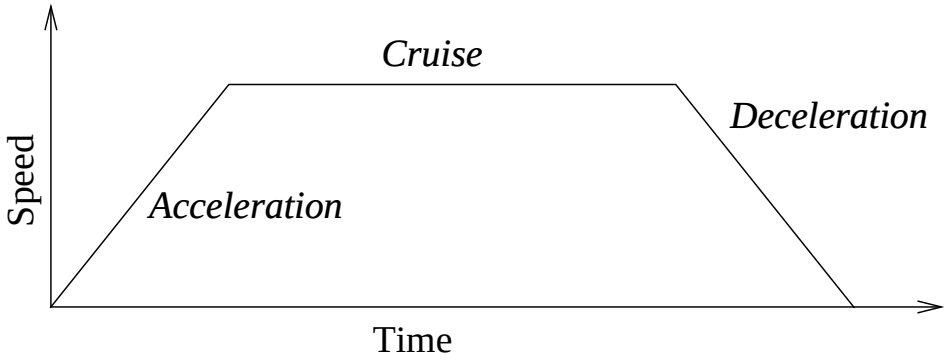


图 15.1: 运动的速度曲线。速度曲线分为三段：加速、稳速和减速。稳速阶段的速度水平由运动的速度设置而定，加速和减速阶段的陡度则由加速参数而定。

1. 进入程序选项卡屏幕设置用于路点的 TCP。
2. 在命令下，在右侧的下拉菜单中选择移动类型。
3. 在移动下，在 **设置 TCP** 下拉菜单中选择一个选项。
4. 选择**使用激活 TCP** 或选择**用户定义的 TCP**。
   您还可以选择**忽略激活 TCP**。

特征选择

特征空间是移动命令下的路点，应该在指定这些路点时显示（参见第16.3节）。也就是说，设置路点时，程序将记住工具在所选特征的特征空间中的坐标值。以下几种情况需要详细解释：

相对路点 所选特征对相对路点无影响。总是针对**基座**方向发生相对移动。

可变路点 当机器手臂移动到可变路点时，系统会将工具中心点 (TCP) 计算为所选特征空间中变量的坐标值。因此，如果选择另一特征，机器手臂向可变路点的移动将不同。

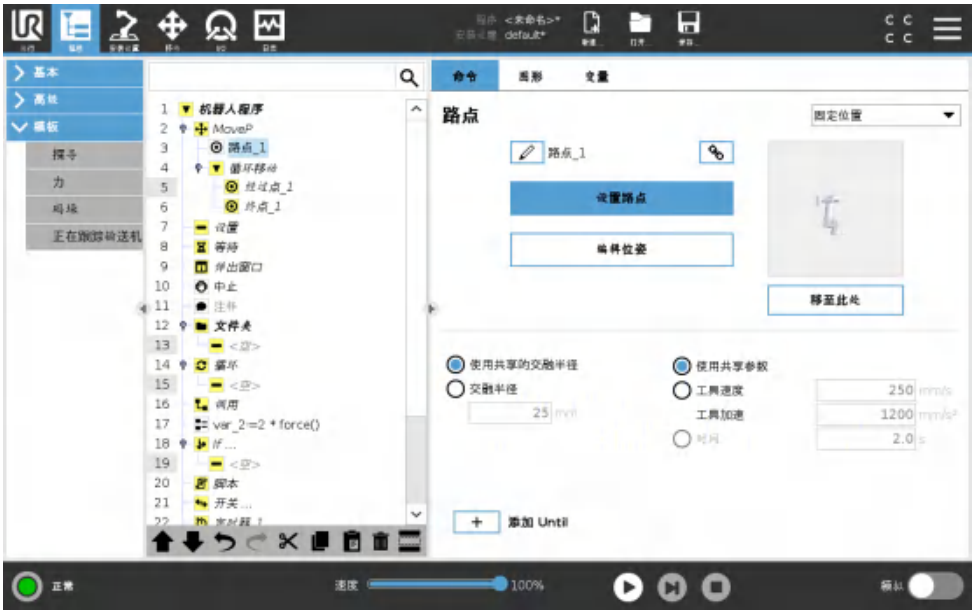
特征变量 您可以在程序运行时通过将位姿分配给其对应的变量来更改特征的位置。

使用关节角度

作为 3D 位姿的替代方法，您可以在使用 MoveJ 定义使用机器人关节角度的路点时选择**使用关节角度**复选框。如果**使用关节角度**启用，则 TCP 和特征选项不可用。当程序在机器人之间移动时，不会调整使用**使用关节角度**定义的路点。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

固定路点



机器人路径上的点。路点是机器人程序的核心要素，指示机器手臂移动到哪个位置。固定位置路点通过将机器手臂实际移至相应位置来示教。

示教路点

示教是用于向机器人显示如何根据应用的特征定位 TCP 的术语。如要向机器人示教一个路点，请按以下说明操作：

1. 在程序选项卡插入一个**移动节点**。
2. 在移动节点上，使用**设置 TCP** 下拉菜单设置 TCP。
3. 在移动节点上，使用**特征**下拉菜单选择一个特征。
4. 在路点节点上，使用**示教模式**或**缓慢移动**将机器人定位于目标配置。

使用路点

使用路点意味着在当前情况下应用特征与 TCP 之间的示教关系。应用于当前所选特征的特征与 TCP 之间的关系实现了期望的 TCP 位置。然后机器人计算出如何定位自己以使当前活动的 TCP 到达该 TCP 位置。如要使用一个路点，请按以下说明操作：

1. 在移动节点中使用现有路点，或将路点插入不同的移动节点（比如通过复制和粘贴或使用路点上的 “链接” 按钮）。
2. 设置目标 TCP。
3. 设置目标特征。

设置路点

路点名称

路点会自动获得唯一的名称。用户可更改此名称。通过选择链接图标，路点被链接并共享位置信息。其它路点信息（比如交融半径、工具/关节速度以及工具/关节加速度）针对单个路点配置，即使它们可能被链接。

交融

交融 使机器人能够在两个轨迹之间平顺过渡，不会停在它们之间的路点 。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

示例 以一个拾取和放置应用为例（参见图 15.2），在这里，机器人当前位于路点 1 (WP_1)，它需要在路点 3 (WP_3) 拾取一个对象。为避免与物体和其它障碍物 (O) 发生碰撞，机器人必须从路点 2 (WP_2) 的方向接近 WP_3。因此引进三个路点来创建一个满足要求的路径。

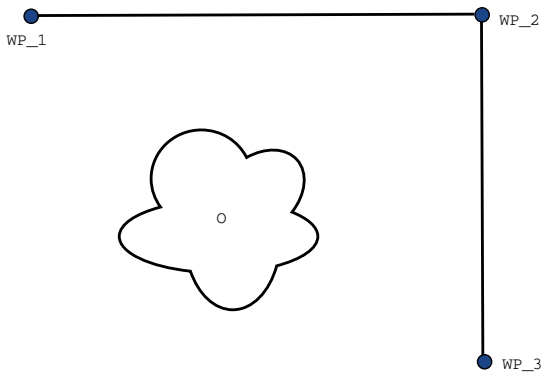


图 15.2: WP_1：初始位置，WP_2：通过点，WP_3：拾取位置，O：障碍物。

如果不配置其它设置，在继续移动之前，机器人将在每个路点处停止。对于此任务而言，在 WP_2 处停止不是最理想的，因为平顺转动在满足要求的同时，所需要的时间和能量更少。只要从第一个轨迹到第二个轨迹的过渡在此位置附近发生，即便机器人没有精确抵达 WP_2 也是可接受的。

在 WP_2 处停止可通过为路点配置一个交融，允许机器人计算进入下一个轨迹的平顺过渡来避免。交融的主参数是一个半径。当机器人位于路点的交融半径以内时，它可能启动交融并偏离原始路径。这允许更快、更平顺的移动，因为机器人不需要减速和再加速。

交融参数 除了路点，还有多个参数将影响交融轨迹（参见图 15.3）：

- 交融半径 (r)
- 机器人的初始和最终速度（分别位于位置 p1 和 p2）
- 移动时间（例如：若为轨迹设置一个具体时间，将影响机器人的初始/最终速度）
- 交融起始和结束的轨迹类型（MoveL，MoveJ）

如果设置了交融半径，机器手臂轨迹即会绕过路点从其周围经过，以使机器手臂不会停在该点。

交融不能重叠，因此不可能设置一个与上一路点或下一路点的交融半径重叠的交融半径，如图 15.4 所示。

条件交融轨迹 交融轨迹受设置交融半径的路点以及程序树中的下一个路点影响。也就是说，在图 15.5 中的程序中，围绕 WP_1 的交融受 WP_2 影响。在本例中，当围绕 WP_2 交融时，其结果变得更显而易见。存在两个可能的结束位置，为确定哪一个是要交融的下一个路点，当输入交融半径时，机器人必须已经评估 digital_input[1] 的当前读数。那意味着 **if...then** 表达式（或判断下一个路点的其它必要语句，如可变路点）在我们实际抵达 WP_2 之前被评估，当审视程序序列时，这有点反直觉。如果某个路点是一个停止点，后接判断下一个路点的条件表达式（如：I/O 命令），当机器手臂停在该路点时执行该表达式。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

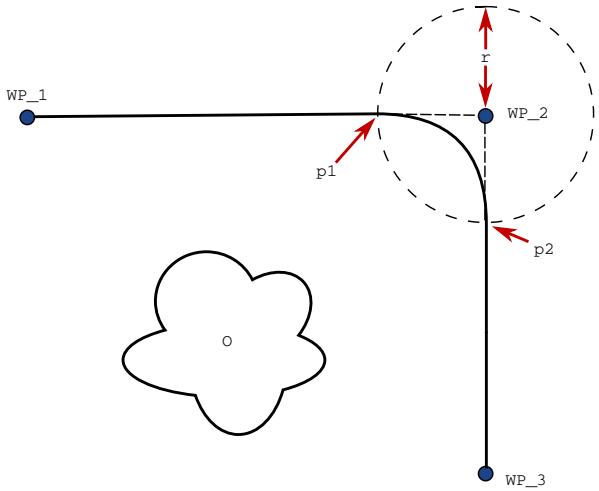


图 15.3: 与半径 r 在 WP_2 上方交融，初始交融位置位于 p1，最后交融位置位于 p2。O 为障碍物。

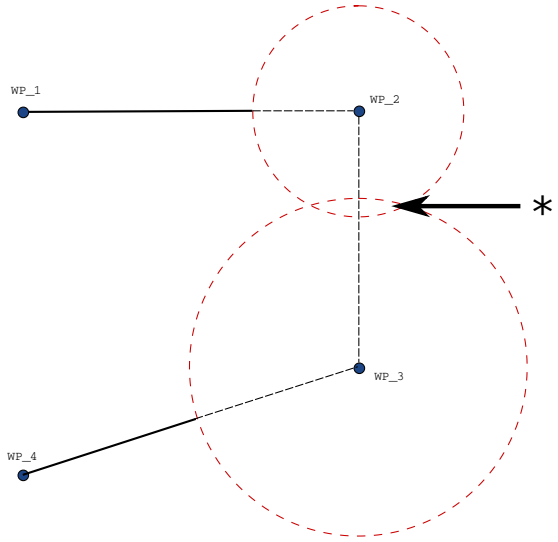


图 15.4: 不允许交融半径重叠 (*)。

交融轨迹 根据移动类型（即 MoveL、MoveJ 或 MoveP）生成不同的交融轨迹。

- **MoveP 中的交融**当在 MoveP 中交融时，交融的位置以恒定速度遵循圆弧路径。方向与两条轨迹之间的平滑插值交融。您可以交融 MoveJ 或 MoveL 到 MoveP 内。在这种情况下，机器人使用 MoveP 的圆弧交融，并插入两个运动的速度。您不可以交融 MoveP 到 MoveJ 或 MoveL 内。相反，MoveP 的最后一个路点被视为没有交融的停止点。如果两条轨迹处于接近 180 度（反向）的角度，则无法执行交融，因为它会创建一个半径非常小的圆弧，机器人无法以恒定速度遵循。这会导致程序中的运行时异常，这种情况可通过调整路点来纠正，以形成一个不太尖锐的角。
- **涉及 MoveJ 的交融** MoveJ 交融在关节区生成一条平滑的曲线。这适用于从 MoveJ 到 MoveJ、MoveJ 到 MoveL 和 MoveL 到 MoveJ 的交融。与没有交融的运动相比，交融产生更加平滑和更快的轨迹（见图 15.6）。如果使用速度和加速度来指定速度曲线，则在交融

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

```
MoveL
    WP_I
    WP_1（交融）
    WP_2（交融）
    if (digital_input[1]) then
        WP_F_1
    else
        WP_F_2
```

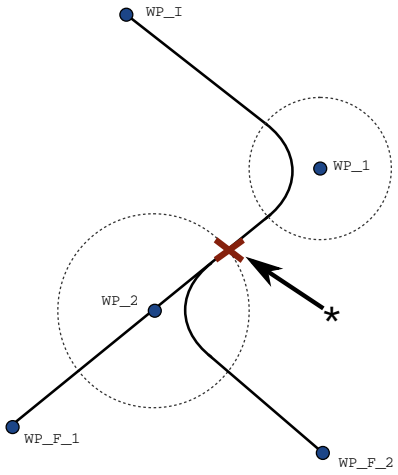


图 15.5: WP_I 为初始路点，有两个潜在最终路点 WP_F_1 和 WP_F_2，取决于条件表达式。当机器手臂进入第二个交融时，条件 if 表达式被评估 (*)。

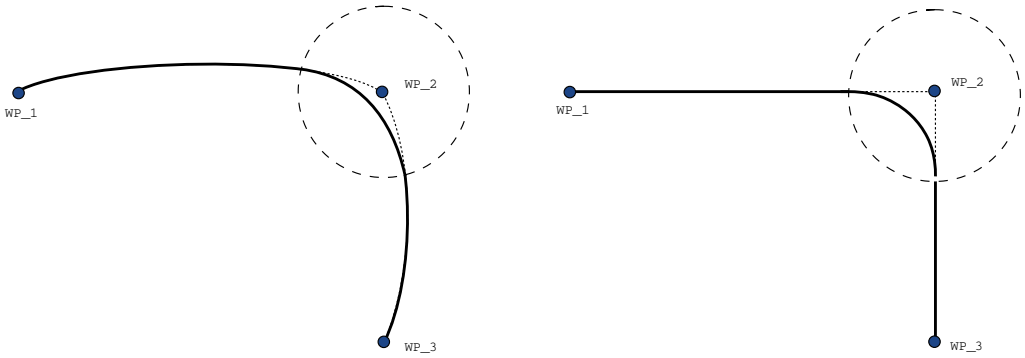


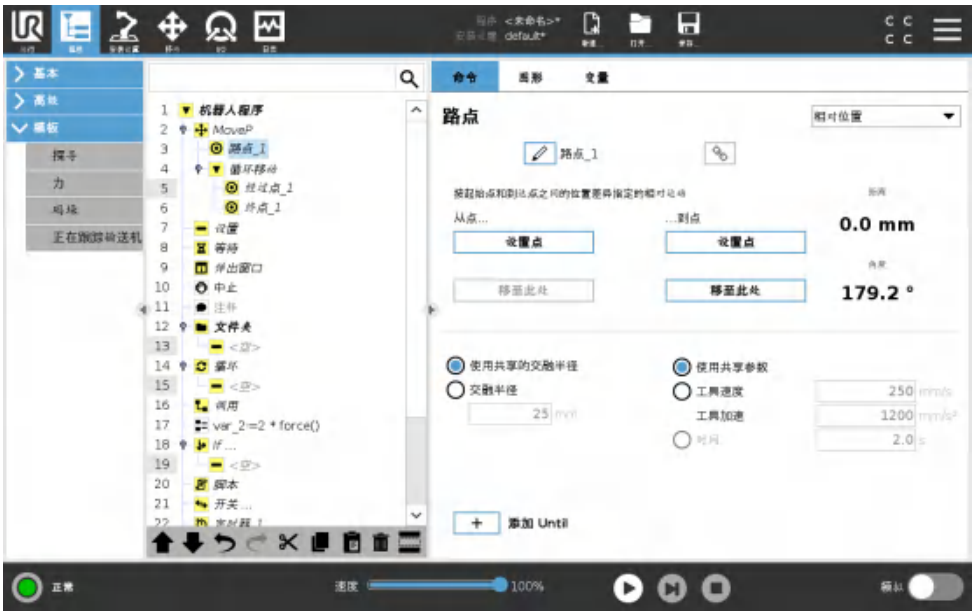
图 15.6: 关节空间 (MoveJ) 与笛卡尔空间 (MoveL) 移动和交融。

过程中，交融保持在交融半径内。 如果使用时间代替速度和加速度来指定两个运动的速度曲线，则交融轨迹遵循原始 MoveJ 的轨迹。如果两个运动的时间受限，则使用交融不会节约时间。

- **MoveL 中的交融**当在 MoveL 中交融时，交融的位置以恒定速度遵循圆弧路径。方向与两条轨迹之间的平滑插值交融。机器人可以在遵循圆弧路径之前在轨迹上减速以避免非常高的加速度（例如，如果两个轨迹之间的角度接近 180 度）。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

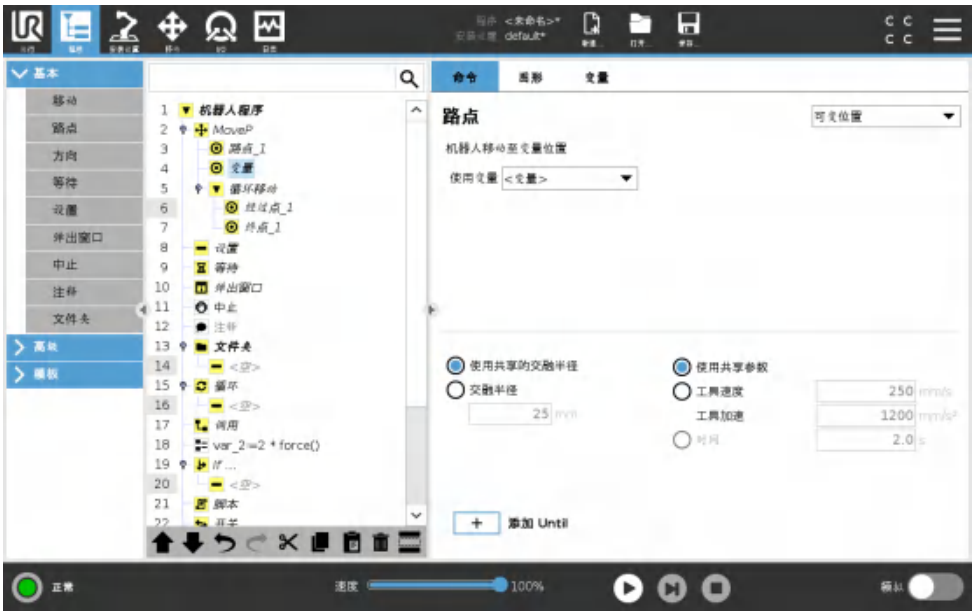
相对路点



相对路点是指该路点的位置是以相对于机器人手臂上一个位置的位置差的方式给出的，例如“偏左两厘米”。相对位置是根据两个给定位置（从左至右）之间的差距而定义。
注意：重复的相对位置可能会将机器人手臂移出其工作空间。

这里的距离是指两个 TCP 位置之间的笛卡尔距离。角度说明两个位置之间 TCP 方向的变化幅度。更准确地说，是指描述方向变化的旋转矢量的长度。

可变路点



可变路点系指该路点的位置由变量给定，在此情况下，`calculated_pos` 即为变量。变量必须是一个位姿，例如
`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`。前三个数字表示 *x*、*y*、*z* 坐标，后三个数字表示方向，以旋转矢量表示，由矢量 *rx*、*ry*、*rz* 给定。轴长是指要旋转的角度，以弧度表示，矢量本身给定了

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

要绕之旋转的轴。位置始终是相对于参考框架或坐标系给定的，由所选特征定义。如果交融半径设置在一个固定的路点上且之前和之后的路点可变，或者交融半径设置在可变路点上，则不会检查交融半径是否重叠（参见 15.5.1）。如果在程序运行时交融半径重叠了一个路点，则机器人会忽略它并移动到一下个路点。

例如，将机器人沿着工具的 z 轴移动 20mm：

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Movel
  路点_1 （可变位置）：
    使用变量=var_1, 特征=工具
```

15.5.2 方向

程序节点**方向**指定相对于特征轴或 TCP 的运动。机器人沿着方向程序节点指定的路径移动，直到该移动被**直到**条件停止。

添加方向移动

1. 在基本下，点击**方向**以向程序树添加线性移动。
2. 在方向字段中的 “特征” 下，定义线性移动。

停止方向移动

1. 在方向字段中，点击**添加直到**按钮以定义并向程序树添加停止条件。

您可以添加方向矢量设置，用于**工具速度**和**工具加速**，以定义线性运动的矢量方向，实现高级用途：

- 定义相对于多个特征轴的线性运动
- 将方向计算为数学表达式

方向矢量定义了一个被解析为单位矢量的自定义代码表达式。例如，[100,0,0] 和 [1,0,0] 的方向矢量对机器人具有完全相同的效果；使用速度滑动器按所需速度沿 x 轴移动。方向矢量中的数字值仅相对于彼此。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

直到

程序节点**直到**定义运动的停止标准。机器人沿着路径移动并在检测到接触时停止。在“程序树”中，您可以在“方向节点”和“路点节点”下添加“直到节点”。您可以为单个动作添加多个停止标准。当满足第一个**直到**条件时，运动停止。

在**直到**字段中，您可以定义以下停止条件：

- **距离**当机器人移动一定距离时，此节点可用于停止方向移动。速度降低，因此机器人在距离处停止。
- **工具接触**（见 15.5.2）当机器人工具检测到接触时，您可以使用这个节点来停止移动。
- **表达式**此节点可用于停止由于自定义程序表达式引起的运动。您可以使用 I/O，变量或脚本函数来指定停止条件。
- **I/O 输入**您可以使用此节点停止 I/O 输入上的信号控制运动。

直到 -工具接触

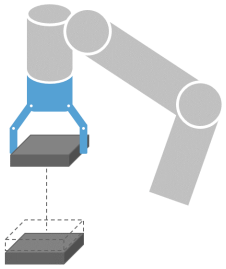
程序节点**直到工具接触**允许机器人在和工具建立接触后停止移动。您可以定义工具停止和撤销的减速。

小心:
默认移动对于接触检测来说太高。在工具接触条件生效之前，较快的移动速度触发保护性停止。为了避免触发保护性停止，将移动速度降低。例如：100m/s。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

注意:
如果已安装的工具震动，直到工具接触可能不工作。例如：一个带有内置泵的真空抓手可以带来快速震动。

您可以将 “直到工具接触” 节点用于堆垛/卸垛等应用，其中 “直到工具接触” 决定堆叠对象的高度。



撤销接触

使用**撤销接触**设置，使机器人返回初始接触点。您可以设置一个额外的反向移动，使机器人自由移动或朝向接触移动。如果您有一个需要移动空间的抓手，或如果需要夹紧操作，这将有用。

操作：

如果满足特定的**直到**条件，添加**操作**允许添加程序节点。例如，直到工具接触可以接合抓手工具的抓取动作。如果未定义**操作**，则程序执行继续至程序树中的下一个程序节点。

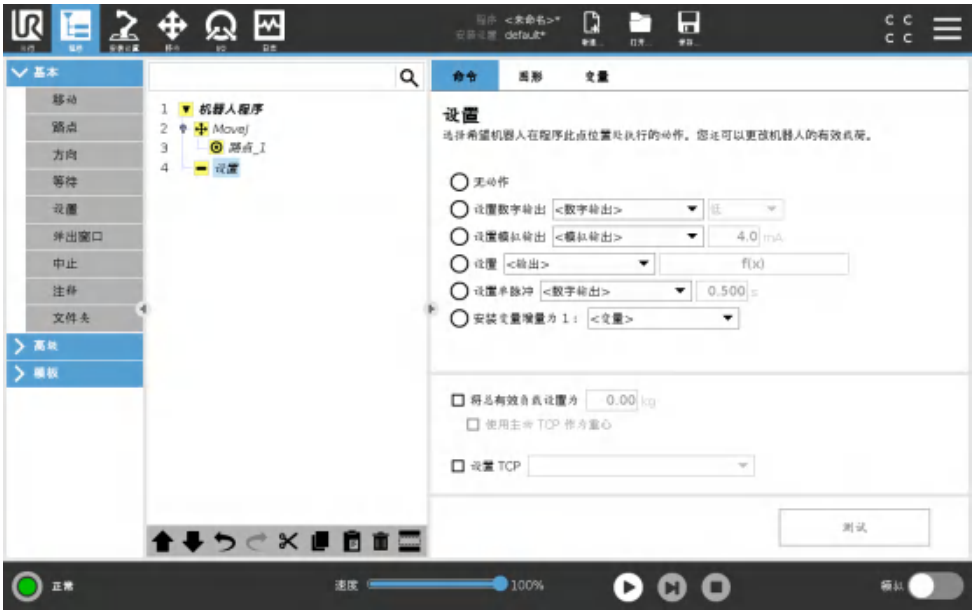
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.5.3 等待

等待指定的时间、I/O 信号或表达式。如果选择**不等待**，则会什么也不做。

注意：一旦启用了工具通信接口 TCI，工具模拟输入不可用于**等待**选择和表达式。

15.5.4 设置



将数字输出或模拟输出设置为给定值。数字输出也可以设置为发送单个脉冲。

使用设置命令设置机器人手臂的有效负载。如果工具处承受的重量与预期有效负载不同，您可以调整有效负载重量，以避免触发机器人保护性停止。如果激活的 TCP 不能用作重心，可以取消选中复选框。

也可以使用**设置**命令修改激活的 TCP，方法是选中复选框并从菜单中选择一个 TCP 偏移。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

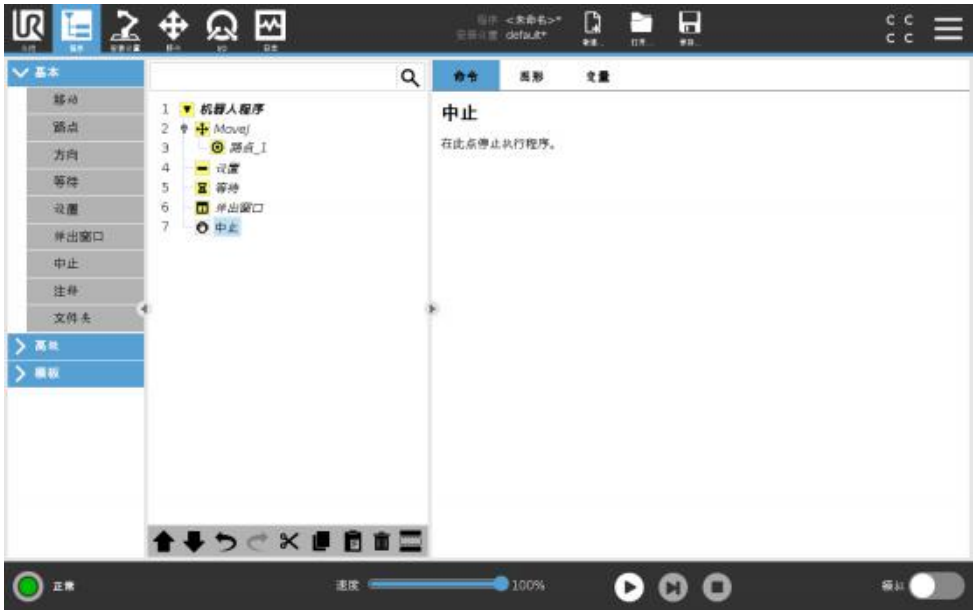
如果在写入程序时为特定运动指定的激活 TCP 已知，您可以通过点击左侧边栏菜单中的**移动**来使用该 TCP 选择（请参见 15.5.1）。关于配置指定 TCP 的更多信息，（请参见 16.1.1）。

15.5.5 弹出窗口

弹出窗口是当程序运行至此命令时在屏幕上显示的消息。您可以选择消息的样式，通过屏幕键盘可输入消息文本。显示弹出窗口后，机器人将等待用户/操作员按下窗口中的 "确定" 按钮，然后才继续运行程序。如果选中 "中止程序执行"，机器人程序将在弹出此消息窗口时中止运行。

注意：消息被限制为最多 255 个字符。

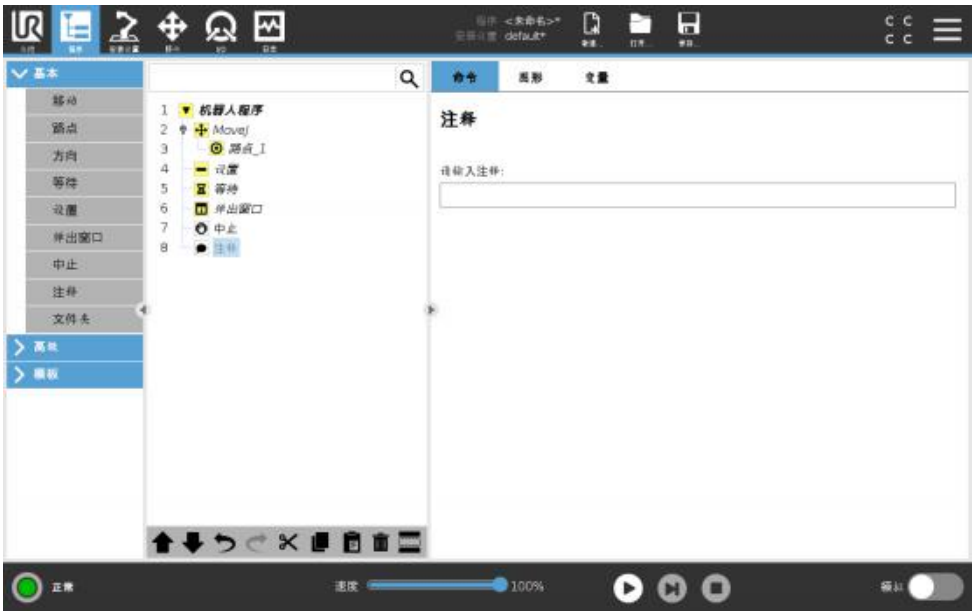
15.5.6 中止



程序将在该点停止运行。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.5.7 注释



此命令允许编程员向程序添加一行文本。程序运行期间，此行文本不会执行任何操作。

15.5.8 文件夹

文件夹命令用于整理程序并给具体的程序部分加注标签，以使程序树清晰明了，程序更易于读取和浏览。

文件夹对程序及其执行没有影响。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.6 高级程序节点

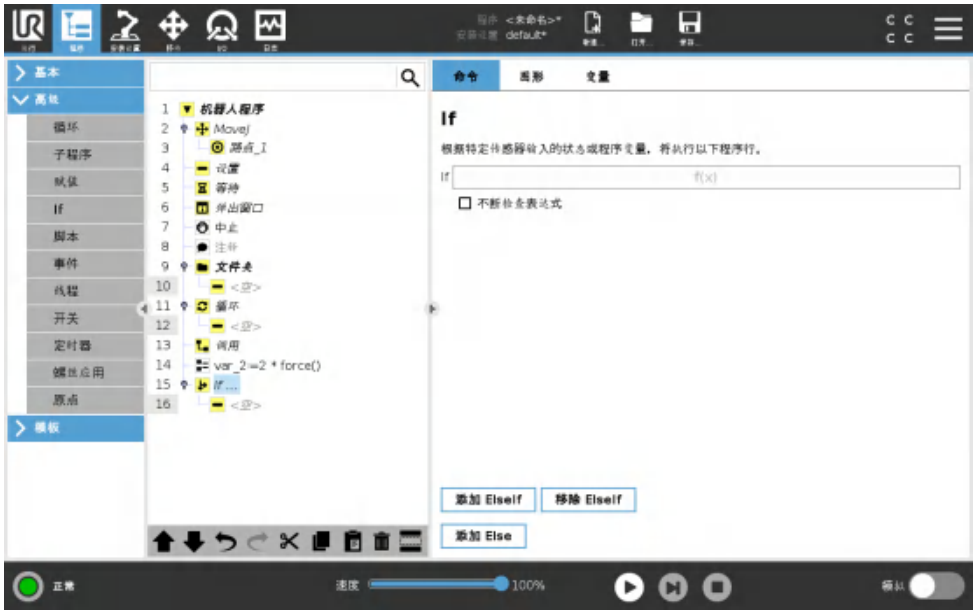
15.6.1 循环

循环运行基本程序命令。基本程序命令可以无限循环运行，也可以运行指定次数，或者只要给定条件为真，即持续运行，具体取决于所做选择。循环运行指定次数时，程序将创建一个专用循环变量（即上面截屏中所谓的 `loop_1`），此变量可在循环内部的表达式中使用。循环变量从 0 开始计数，直至 $N-1$。

如果循环命令的结束条件是一个表达式，PolyScope 允许选择持续判断该表达式，因此，执行循环期间可随时中断“循环”，而不是只在每次迭代运行之后中断。

15.6.2 If

`If` 和 `If...Else` 语句结构可以根据传感器输入或变量值来改变机器人的行为。



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

在表达式编辑器中选择条件，使用一个 If 语句组成表达式。如果条件为真，则将执行此 If 命令内的语句。一个 If 语句只能有一个 Else 语句。使用 Add ElseIf 和 Remove ElseIf 添加或移除 ElseIf 表达式。

选择连续检查表达式允许在执行所含的命令行时，判断 If、ElseIf 和 Loop 语句。如果一个 If 语句中的表达式评估为假，则遵循 ElseIf 或 Else 语句。

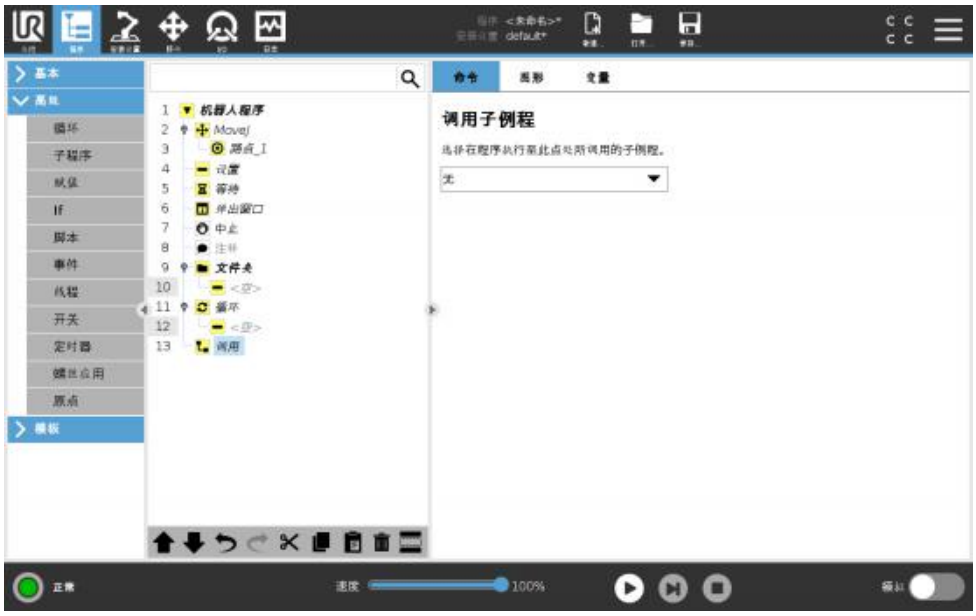
注意:
如果 If 表达式或具有连续检查表达式选项的 Loop 表达式中有路点，则可以在表达式后面添加一个 stopj() 或一个 stopl()，以缓慢使机器人手臂减速。这对 If 和 Loop 命令均有效（见节 15.6.1）。

15.6.3 SubProgram

“子程序” 命令可以将所需的程序部分存放在多个位置。子程序可以是磁盘上的独立文件，也可以隐藏以免被意外修改。

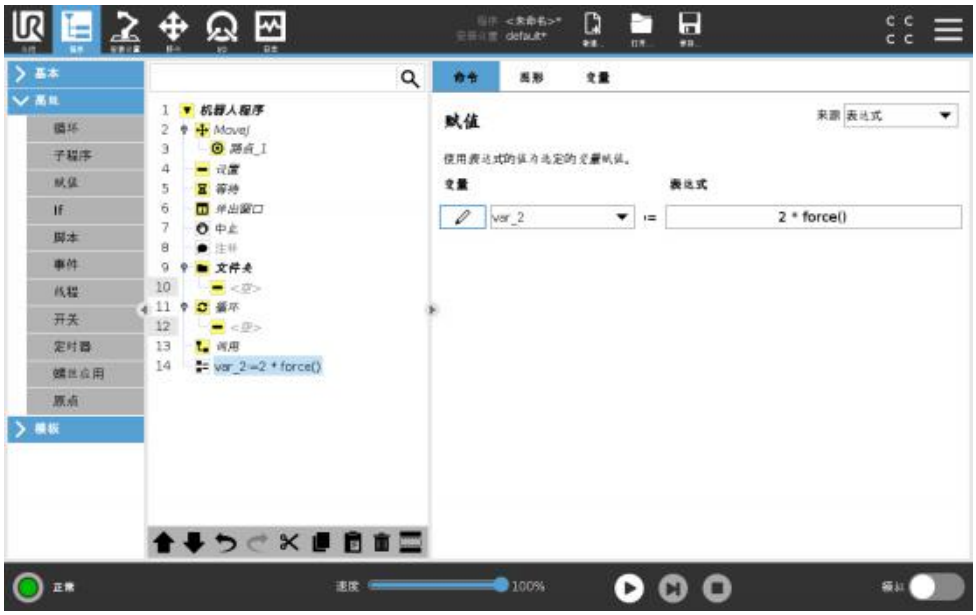
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

调用 **SubProgram**



调用子程序时将运行子程序中的程序行，运行完子程序中的程序行后再返回到程序的下一行继续运行。

15.6.4 赋值



为变量赋值。通过赋值可将右侧的计算值赋给左侧的变量。此命令在复杂程序中很实用。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.6.5 脚本

命令的下拉列表提供以下选项：

- **行**用于使用表达式编辑器（ 15.1.4）编写一行 Urscript 代码
- **文件**用于编写、编辑或载入 Urscript 文件。

您可以在支持网站（http://www.universal-robots.com/support）的脚本手册中找到编写 URscript 的说明。

URscript 文件中注明的功能和变量可在整个程序中通过 PolyScope 使用。

15.6.6 事件

“事件” 命令可用于监控输入信号，以及在输入信号呈高电平时执行某个动作或设置变量。例如，当输出信号呈高电平时，事件程序可等待 200ms，然后将其重新设置为低电平。这样，如果外

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

部机器上的触发机制是上升沿而非高输入电平时，主程序代码要简单得多。每个控制循环 (2ms) 对事件进行一次检查。

15.6.7 线程

线程是机器人程序的一个并行进程。线程可用于控制与机器人手臂无关的外部机器。线程可以通过变量和输出信号和机器人程序进行通信。

15.6.8 螺丝驱动

螺丝驱动程序节点提供了一种为连接的螺丝刀添加螺丝驱动程序的简单方法。在安装选项卡中定义配置螺丝刀和其与机器人的连接（参见 16.1）。

添加一个螺丝驱动节点

1. 点击页眉的**程序**。
2. 在高级下，点按**螺丝驱动**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

3. 选择**拧紧**沿拧紧方向拧紧螺丝，或选择**松开**沿松开方向松开螺丝。此选择仅影响机器人追随螺丝的运动以及其测量计算。
4. 在**程序选择**域中，您可以根据安装中的**程序选择**信号选择一个螺丝刀程序。
5. 选择**启用启动点**，向程序树添加一个 MoveL，当螺丝刀运行时执行。
   选择 **启用机器错误处理程序**，如有必要，以便在开始拧螺丝操作之前向程序树添加纠错程序。

选择**跟随螺丝**，在**过程**下，以以下方式影响螺丝驱动操作：

- **力**：选择**力**定义施加在螺丝上的力的大小。然后选择**速度限值**，只要机器人不接触螺丝，它就将以这个速度移动。

小心：
在开始螺丝驱动程序前，将螺丝刀位放在螺丝上。对螺丝施加任何力都会影响螺丝驱动程序的性能。

- **速度**：选择机器人追随螺丝的一个固定的**工具速度**和**加速度**。
- **表达式**：与 if 命令类似（参见 15.6.2），选择**表达式**来描述机器人跟随螺丝的条件。

螺丝驱动直到

螺丝驱动程序节点包括一个强制直到成功**直到**节点，为螺丝驱动过程定义停止标准。

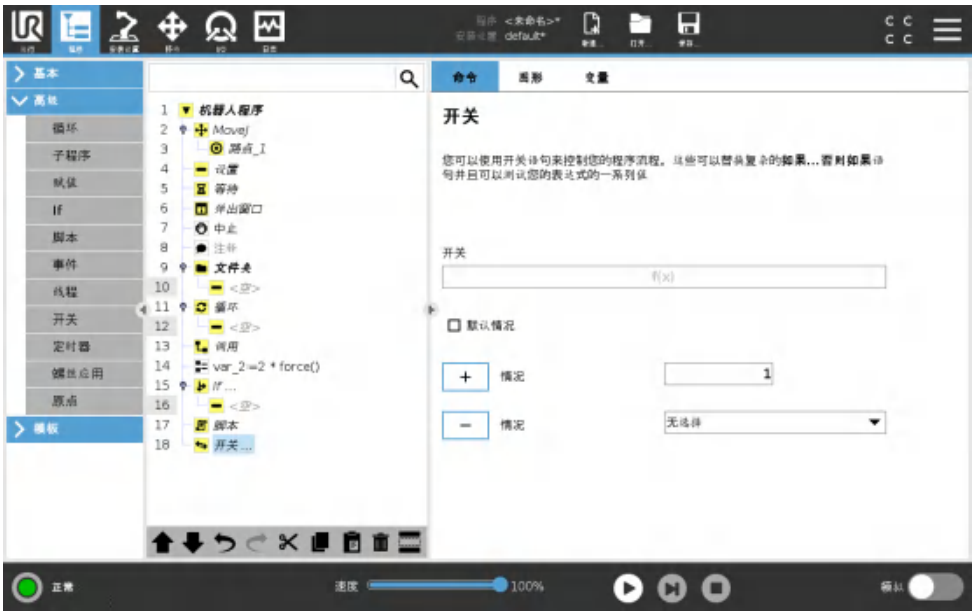
您可以定义以下停止标准：

- **成功**：螺丝驱动将继续，直到使用所选选项检测到完成为止。您只可以添加一个成功条件。
- **错误**：螺丝驱动将继续，直到使用所选选项检测到错误为止。您可以添加多于一个错误条件。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

	成功 • **确定**：螺丝驱动将继续，直到检测到螺丝刀发出的确定信号为止。 • **时间**：螺旋驱动持续到规定的时间。 • **距离**：螺旋驱动持续到规定的距离。 • **表达式**：螺丝驱动将继续，直到满足自定义表达式条件。
	错误 • **不确定**：当检测到螺丝刀发出的不确定信号时，螺丝驱动停止。 • **距离**：当超出规定的距离时，螺丝刀停止。 • **超时**：当超出规定的时间时，螺丝刀停止。

15.6.9 开关

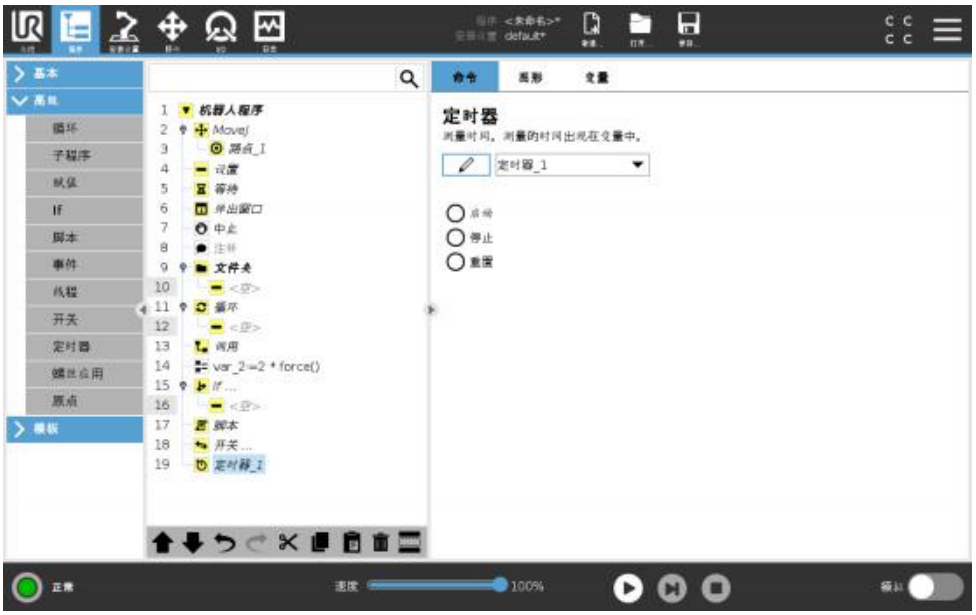


开关情况结构可以指示机器人根据传感器输入或变量值来改变其行为。使用**表达式编辑器**可描述基本条件并定义机器人应继续执行此开关命令的子命令的情况。如果条件被评估为匹配其中一种情况，则执行情况命令内的行。如果默认情况命令已指定，那么只有当没有找到其他匹配的情况时，行才会被执行。

每个开关命令可以包含多个情况命令和一个默认情况命令。开关命令只能有一种情况，那就是任何情况值都已定义。情况命令可使用屏幕上的按钮添加。情况命令可从该开关屏幕上移除。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.6.10 定时器



定时器测量程序特定部件运行所需的时间长度。程序变量

15.6.11 回零

回零节点使用关节角度将机器人移动至预先定义的原点。如果被指定为安全原点，那么回零节点在程序树中显示为回零（安全）。如果原点与安全不同步，则表示节点未定义。

15.7 模板

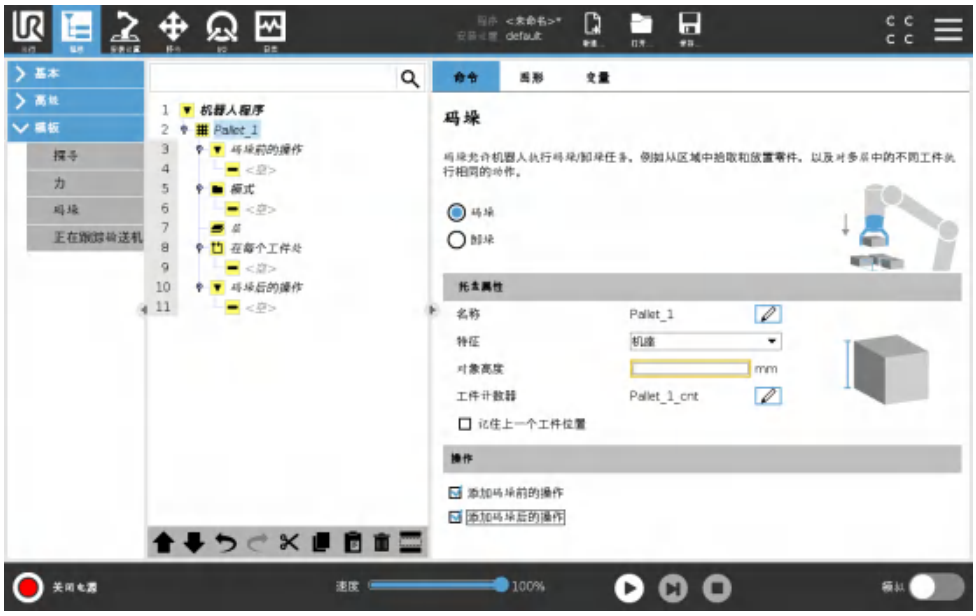
15.7.1 码垛

码垛是一种很容易编程码垛和卸垛任务，挑选和放置零件 (即从托盘，固定装置等)，并让机器人对不同模式的多层中的不同物品执行可重复操作的模板。您可以创建不同的模式并应将它们用

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

于特定图层。您也可以在每个图层之间放置分隔器（见15.7.1）。此外，您可以使用码垛属性中的功能轻松调整码垛的放置位置。想了解功能，见 16.3。遵守下节**创建码垛程序**来使用码垛模板。

创建码垛程序



1. 决定您是要教导功能（见 16.3）还是要将一个底座用作参考平面。
2. 在**程序选项卡**中，在**模板**，点击**码垛**。
3. 在码垛屏幕上，根据所需操作选择以下操作之一。
   (a) 选择**码垛**将物品移到到托盘上。
   (b) 选择**卸垛**可从托盘中移除物品。
4. 在**码垛属性**之下，为您的程序指定名称、功能（见步骤 1）、物品高度和物品计数名称。如果希望机器人重新启动在停止时处理的项目，请选择**记住最后一个物品位置**框。
5. 在码垛屏幕上的**操作**下，通过选择以下内容添加要在码垛序列之前或之后执行的其他操作：
   (a) **在码垛之前添加操作**：这些操作在开始码垛之前执行。
   (b) **在码垛之后添加操作**：这些操作在完成码垛后执行。
6. 在 “程序树” 上，点击**模式**节点以指定图层的模式。您可以创建以下类型的模式：线型、网格或不规则（见下图）。在此屏幕上，您可选择是否要在图层之间包含分隔符（参见15.7.1）。
7. 点击程序树上的模式节点来教机器人分层特定的位置 (例如，开始/结束点、网格角和/或项目数量)。见15.5.1获取教导说明。必须教授在托盘底部的所有位置。要复制图案，请在图案节点屏幕点击要复制的**复制图案**按钮。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

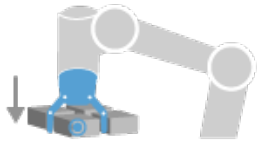
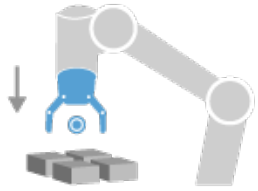
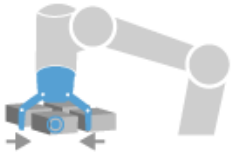
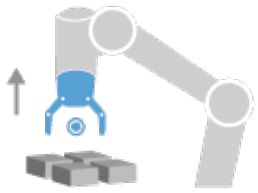
	直线 要教授位置，请选择程序树中的每个项目： • Start_Item_1 • End_Item_1 使用屏幕底部的**项目**文本框插入序列中的项数。
	网格 要教授位置，请选择程序树中的每个项目： • Corner_Item_1 • Corner_Item_2 • Corner_Item_3 • Corner_Item_4 在相应的文本框中插入行数和列数以设置模式的尺寸。
	不规则 要教授位置，请选择程序树中的每个项目： • Item_1 • Item_2 • Item_3 点击**添加项目**以添加和标识序列中的新项目。

8. 在“程序树”中，点击**图层**节点以配置码垛序列的图层。使用**选择图案**下拉菜单选择每个图层的图案。点按**添加图层**按钮，为您的程序添加其他图层。层必须按照正确的顺序添加，因为添加之后就不能改变顺序。
9. 在程序树中，点按**在每个项目**节点。选择使用（A）在每个项目向导的默认选项，或（B）在每个项目手动配置。每个选项的说明如下。

（A）在每个项目向导中 每个项目向导有助于定义托盘上每个项目上执行的操作，例如 ReferencePoint、方式路点、ToolActionPoint 路点和退出路点（见下表说明）。不管不同项目的方向如何，对于每个项目，方式路点和退出路点保持相同的方向和方向。

1. 点击程序树上的**在每个项目**节点。
2. 在“在每个项目”屏幕上，点击**下一步**。
3. 点按**移动到此处**按钮。然后，按住**自动**按钮或使用**手动**按钮将机器人移动到 Reference-Point。点击**继续**按钮。点击**下一步**。
4. 点击**设置路点**教导方式路点（参见 15.5.1）。点击**下一步**。
5. 重复第 3 步。
6. 点击**设置路点**教导退出路点（参见 15.5.1）。点击**下一步**。
7. 点击 **完成**。
8. 您现在可以在程序树的“工具操作”文件夹中添加适当的抓手动作节点。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

 ToolActionPoint	**ToolActionPoint 路点**：为图层中的每个项目执行操作时，您希望机器人所处的位置和位置。默认情况下，ToolActionPoint 路点是 ReferencePoint，但可以通过点击 ToolActionPoint 路点节点在程序树中进行编辑。 使用向导时，ReferencePoint 是托盘上首个定义图层中的第一个位置。ReferencePoint 用于向机器人教授图层中每个项目的方式路点，ToolActionPoint 路点和退出路点。
 方式	**方式路点**：您希望机器人在接近图层中的项目时采取的无碰撞位置和方向。
 工具操作	**工具操作**您希望机器人附件为每个项目执行的操作。
 退出	**退出路点**您希望机器人在离开图层中的项目时所采取的位置和方向。

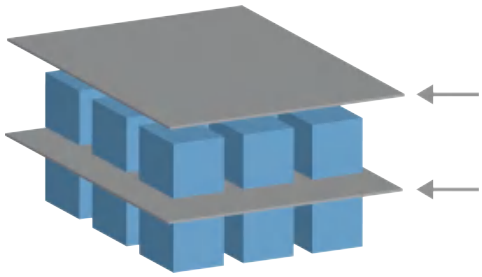
（B）手动配置

1. 点击程序树上的**在每个项目**节点。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2. 在**在每个项目**开始屏幕上，点击**手动配置**。
3. 使用下拉菜单选择模式和 ReferencePoint 项。点击**使用此 ReferencePoint** 按钮设置 ReferencePoint。
4. 点击**移动到此处**将机器人移动到 ReferencePoint。
5. 点击程序树中的方式节点，向机器人传授方式路点（参见15.5.1）。不管不同项目的方向如何，方式路点保持相同的方向和方向。
6. 点击程序树上的 "在每个项目" 节点。重复第 4 步。
7. 点击程序树中的**退出**节点，向机器人传授退出路点（参见15.5.1）。
8. 您现在可以在程序树的 "工具操作" 文件夹中添加适当的抓手动作节点。

在码垛序列中的层之间添加分离器



纸张或聚苯乙烯泡沫塑料等分离器可以按照码垛顺序放置在各层之间。要在图层间添加分离器，遵守以下说明：

1. 在 "程序树" 上，选择**模式**节点。
2. 在**模式**屏幕上，选择**分离器**并使用**分离器高度**文本框定义高度。如果未定义高度，程序将不会运行。
3. 在程序树中选择**图层**。在 "图层" 屏幕上，选择您希望分离器在哪些层之间（分离器自动放置在每个图层之间）。
4. 点击程序树中的**分离器**节点。点击**设置分离器**以教授分离器位置。
5. 在使用默认选项（A）分离器向导或（B）手动配置分离器序列之间进行选择。每个选项的说明如下。

向导完成后，或如果取消向导，**分离器操作**下的程序树中将显示一个模板。除了程序操作节点下的工具操作文件夹，您还可以选择以下文件夹之一：

- **拾取分离器**是为机器人编程以拾取分离器进行码垛。
- **卸下分离器**是卸下分离器以进行卸垛。

（A）分离器向导

1. 点击程序树上的**分离器操作**节点。
2. 在 "分离器操作" 屏幕上，点击**下一步**。
3. 点击**移动到此处**按钮并按住**自动**按钮或使用**手动**按钮将机器人移动到分离器点。点击**继续**按钮。点击**下一步**。
4. 点击**设置路点**教导方式路点（参见 15.5.1）。点击**下一步**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

5. 重复第 3 步。
6. 点击**设置路点**教导退出路点（参见 15.5.1）。点击**下一步**。
7. 点击 **完成**。
8. 您现在可以在程序树中的 “拾取分离器”、“卸下分离器” 和 “工具操作” 文件夹中添加适当的操作节点。

（B）手动配置

1. 点击程序树上的**分离器操作**节点。
2. 在**分离器操作**开始屏幕上，点击**手动配置**。
3. 点击**移动到分离器点**将机器人移动到分离器点。
4. 点击程序树中的方式节点，向机器人传授方式路点（参见15.5.1）。
5. 点击程序树上的分离器操作节点。重复第 3 步。
6. 点击程序树中的退出节点，向机器人传授退出路点（参见15.5.1）。
7. 您现在可以在程序树中的 “拾取分离器”、“卸下分离器” 和 “工具操作” 文件夹中添加适当的操作节点。

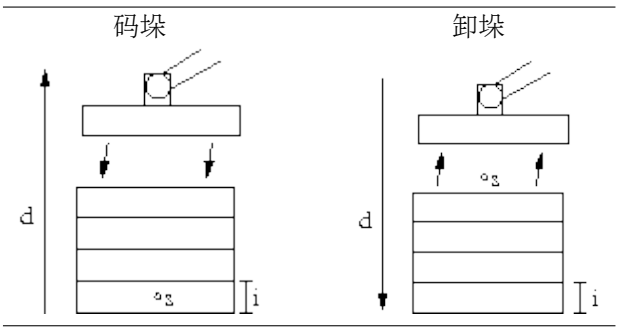
选择自定义码垛程序

您可以按照下列方法对您的码垛程序进行自定义：

- 如果在您已经创建码垛程序之后，您的码垛需要调整或重新定位，您只需要重新教导码垛功能（参见16.3）因为码垛序列相对于功能是固定的。因此，所有其他程序组成部分自动调整至新教授的位置。
- 您可以编辑移动命令的属性（参见15.5.1）。
- 您可以更改速度和交融半径（参见15.5.1）。
- 您可以将其他程序节点添加到 “在每个项目序列或分离器操作” 序列。

15.7.2 探寻

探寻命令使用传感器确定机器人工具何时抵达可以抓取或放下工件的正确位置。传感器可以是按钮开关、压力传感器或电容传感器。此功能适用于处理厚度不一的工件堆垛或工件的精确位置无从知晓或难以编程的情况。

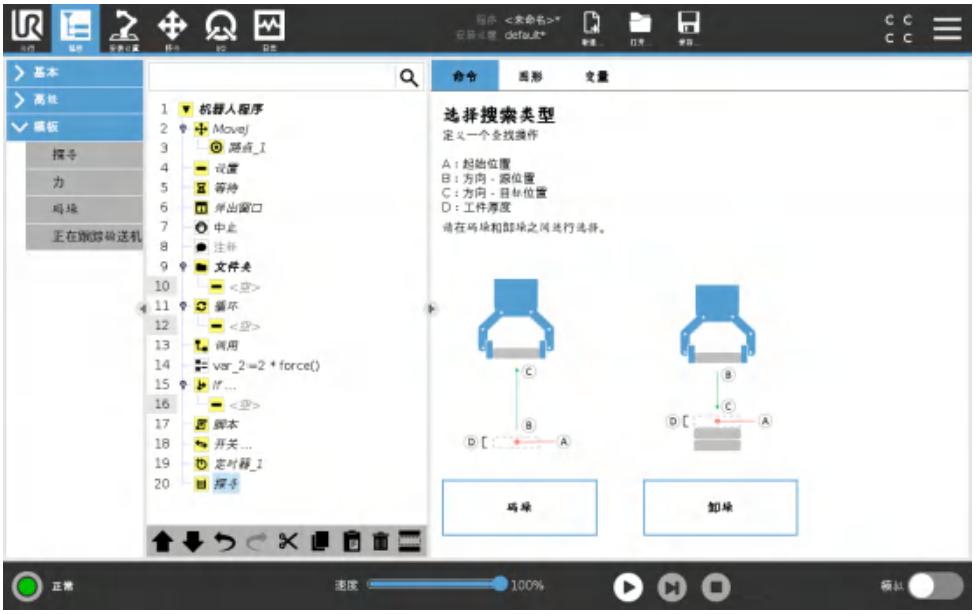


编写用于处理堆垛探寻操作程序时，必须定义 s（起始点）、d（堆垛方向）和 i（堆垛中的工件厚度）。

而在此之前，首先必须定义用于确定何时到达下一个堆垛位置的条件以及在每个堆垛位置将要执行的特定程序序列。此外，还必须给出堆垛操作中所涉及的运动的速度和加速度。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

码垛



码垛时，机器人手臂将移至起始位置，然后反向移动以搜索下一个堆垛位置。找到下一个堆垛位置时，机器人将记住此位置并执行特定序列。在下一轮，机器人将从所记住的位置开始以工件厚度为增量沿着码垛方向搜索。当码垛高度超出所定义的数值时，或者传感器发送信号时，码垛操作即告完成。

卸垛

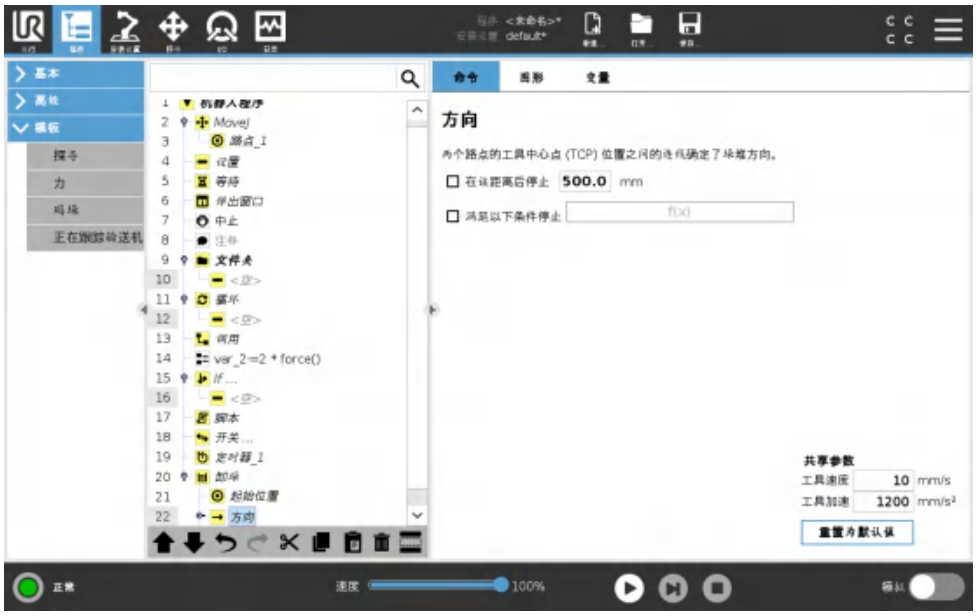
卸垛时，机器人手臂从起始位置沿着指定方向移动，搜索下一工件。屏幕上的条件决定何时到达下一工件。当条件满足时，机器人将记住此位置并执行特定序列。在下一轮，机器人将从所记住的位置开始以工件厚度为增量沿着卸垛方向搜索。

起始位置

起始位置是指开始执行堆垛操作的位置。如果忘记定义起始位置，堆垛操作将从机器人手臂当前位置开始。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

方向



方向由两个位置确定，通过第一个位置 TCP 到第二个位置 TCP 之间的位置差距来计算。
注意：方向不考虑点的朝向。

下一个码垛位置表达式

机器人手臂沿着方向矢量移动，同时不断判断是否已到达下一个堆垛位置。当表达式结果为真时，将执行特定序列。

“BeforeStart”

可选的 `BeforeStart` 序列只在操作开始之前运行。这可用于等待信号就绪。

“AfterEnd”

可选的 `AfterEnd` 序列在操作完成后运行。这可用于向输送机发送开始运动信号，以为下一个堆垛做好准备。

拾取/放置序列

拾取/放置序列是在每一个堆垛位置执行的一个特殊程序序列，与托盘操作类似。。

15.7.3 力

力模式允许可选轴在机器人工作空间内具有柔顺性和力。在**力**命令下，机器人手臂的所有移动都处于**力模式**。机器人手臂在**力模式**下移动时，可以选择一个或多个轴为机器人手臂的柔性轴。机器人手臂将沿柔性轴适应环境。这意味着机器人手臂将自动调节自身的位置以达到所需的力。也可以让机器人手臂自身对其环境（如工件）施加一个力。

力模式适用于沿预定轴的实际 TCP 位置不重要，但沿着该轴所需的力度必须达到的情况。例如，如果机器人 TCP 在曲面上滚动、推动或拉动工件。**力模式**还支持绕预定轴施加一定扭矩的情况。

注意：如果某个设置了非零力度的轴没有遇到障碍物，机器人手臂将尝试沿着该轴加速。
即使某个轴已被选为柔性轴，但机器人程序仍试图沿着该轴移动机器人。但是，力控制会确保机器人手臂仍然施加接近规定的力值。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

注意:
如果 If、ElseIf 或者 Loop 中含有力节点，并且选择了连续检查表达式选项，则您可以在该表达式后添加停止 _ 力 _ 模式 () 脚本以退出力控制。

警告:

1. 在进入力模式之前避免高减速度。
2. 在力模式下避免高加速度，因为它降低了力控制精度。
3. 在进入力模式之前避免平行于柔性轴的移动。

特征选择

特征菜单用于选择机器人在力模式下工作时将使用的坐标系（轴）。菜单中的特征为安装时所定义的特征（参阅 16.3）。

力模式类型

力模式有四种不同的类型，每种类型定义一种对所选特征的理解方式。

- **简单**：在力模式下将只有一个柔性轴。沿着该轴的力可以调节。所需的力将始终沿着所选特征的 z 轴施加。但是，对于直线特征，会沿着他们的 y 轴施加力。
- **框架**：框架类型可实现更高级的应用。在这里，所有六个自由度的柔顺性和力都可以单独选择。
- **点**：选择了点时，任务框架会让 y 轴从机器人 TCP 指向所选特征的起点。机器人 TCP 与所选特征的起点之间的距离必须至少为 10 mm。请注意，运行过程中任务框架将随着机器人 TCP 位置的变化而变化。任务框架的 x 轴和 z 轴取决于所选特征的原始方向。
- **运动**：运动表示任务框架将随 TCP 运动方向而变化。任务框架的 x 轴将是 TCP 移动方向投射到所选特征的 x 轴和 y 轴所决定平面上的投影。y 轴将垂直于机器人手臂运动，并在所选特征的 x-y 平面内。此类型适用于沿复杂路径的去毛刺作业，此时需要一个垂直于 TCP 运

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

动的力。
请注意，当机器人手臂不再移动时：如果在机器人手臂站立不动时进入力模式，在 TCP 速度高于零之前将没有柔性轴。如果随后依然是在力模式下机器人手臂再次站立不动，任务框架的方向与上一次 TCP 速度大于零时的方向相同。

对于后三种类型，当机器人正在力模式下工作时，实际任务框架可在运行时在图形选项卡 (15.3) 上查看。

力值选择

- 力或扭矩值可以设置为柔性轴，机器人手臂调节自身位置以达到所选的力。
- 对于非柔性轴，机器人手臂将遵循程序设置的自身轨迹。

对于平移参数，力的单位为牛顿 [N]，对于旋转参数，扭矩单位为牛顿米 [Nm]。

注意:
您必须按如下操作：

- 在单独的线程中使用 `get_tcp_force()` 脚本函数，以读取实际力和扭矩。
- 如果实际力和/或扭矩低于要求，请更正扳手矢量。

速度限值

可为柔性轴设置最大笛卡尔速度。只要不与物体接触，机器人就以力控制的速度移动。

测试力设置

标有**测试**的开关按钮可将示教盒背面**自由驱动**按钮的行为从正常自由驱动模式切换到测试力命令。

当**测试按钮**开启、示教盒背面的**自由驱动**按钮按下时，机器人将仿照程序已达到此力命令的情况来进行工作。通过这一方法，可在实际运行完整程序之前验证各项设置。这一可能性对验证柔性轴和力是否选择正确尤其有用。只需要用一只手握住机器人 TCP，另一只手按**自由驱动**按钮，并注意机器人手臂能够/不能够移动的方向。离开此屏幕时，测试按钮会自动关闭，这意味着示教盒背面的**自由驱动**按钮再次用于正常**自由驱动**模式。
注意：仅当为力命令选择了有效的特征时，**自由驱动**按钮才有效。

15.7.4 输送机跟踪

输送机跟踪可让机器人手臂跟踪最多两台输送机的移动。输送机跟踪在安装选项卡中定义（参见16.1.10部分）。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

输送机跟踪程序节点位于模板下的程序选项卡中。当跟踪输送机时，该节点下的所有移动都是允许的，但是要与输送机皮带的运动相关。退出输送机跟踪时不允许交融，因此机器人会在进行下一个动作之前完全停止。

跟踪一台输送机

1. 点击页眉的**程序**。
2. 点击**模板**并选择**输送机跟踪**即可向程序树添加一个输送机跟踪节点。输送机跟踪节点之下列出的任何移动都会跟踪输送机的移动。
3. 从输送机跟踪之下的选择输送机下拉菜单中选择**输送机 1** 或**输送机 2**，定义必须跟踪哪一台输送机。

注意:
如果 `If`、`ElseIf` 或者 `Loop` 中含有输送机跟踪节点，并且选择了`连续检查表达式`选项，则您可以在该表达式后添加`停止 _ 输送机 _ 跟踪 ()` 脚本以退出输送机跟踪。

15.8 URCap

15.8.1 远程 TCP 和工具路径 URCap

远程 TCP 和工具路径 URCap 允许您设置远程工具中心点（RTCP），其中工具中心点相对于机器人基座在空间上是固定的。远程 TCP 和工具路径 URCap 还允许对路点和圆周运动进行编程，并根据在第三方 CAD/CAM 软件包中定义的导入工具路径文件生成机器人运动轨迹。
远程 TCP URCap 要求在使用前注册您的机器人（见11.4）。RTCP 适用于需要机器人相对于固定工具抓取和移动物品的应用程序。RTCP 与 RTCP_MoveP 和 RTCP_CircleMove 命令一起用于相对于固定工具以恒定速度移动抓取的零件。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

与常规 TCP（见16.1.1）类似，您可以在安装选项卡的设置中定义和命名 RTCP。您还可以完成以下操作：

- 添加、重命名、修改和删除 RTCP
- 理解默认 RTCP 和激活 RTCP
- 示教 RTCP 位置
- 复制 RTCP 方向

从功能设置 RTCP

使用功能设置 RTCP，允许机器人相对于 RTCP 缓慢移动，同时创建 RTCP 路点和 RTCP 圆形移动。

1. 点击加号图标创建新的 RTCP**RTCP**。或者在下拉菜单中选择现有的 RTCP。
2. 点击**从点特征下拉菜单中复制值**，然后选择一个特征。验证 RTCP 方向值更新来匹配已选择功能方向值。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

15.8.2 远程 TCP 移动类型

RTCP_MoveP

与常规 MoveP 类似，RTCP_MoveP 定义工具速度和加速机器人手臂相对于远程 TCP 移动。见16.1.1。

RTCP 圆形移动

与常规圆形移动类似，RTCP 圆形移动可以添加至 RTCP_MoveP 以做圆形移动。见16.1.1。

注意:
圆形移动的最大速度可能小于特定值。圆形半径为 *r*，最大加速为 *A*，并且由于向心加速，最大速度不能超过 *Ar*。

15.8.3 RTCP 路点

与常规路点类似，RTCP 路点允许工具使用恒速和圆形混合做线性移动。所有路点使用相同的默认交融半径。较小的混合半径会使路径转角更大。较大的混合半径会使路径转角更小。通过将机器人手臂实际移至相应位置来示教 RTCP 路点。

示教 RTCP 路点

1. 在程序选项卡插入一个 **RTCP_MoveP** 节点。
2. 在 RTCP_MoveP 节点上，点击**设置**来打开移动屏幕。
3. 在移动屏幕上，使用**示教模式**或**缓慢移动**将机器人定位于目标配置。
4. 点击绿色复选标记进行验证。

配置 RTCP 路点

使用交融使机器人能够在两个轨迹之间平顺过渡。点击**使用相同交融半径**或点击**与半径交融**来设置来自 RTCP_MoveP 路点的交融半径。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

注意:
一个物理时间（如移动、等待）节点不能用作 RTCP_MoveP 节点的子节点。如果将不支持的节点作为子节点添加到 RTCP_MoveP 节点，程序会无法验证。

15.8.4 远程 TCP 工具路径

远程 TCP 和工具路径 URCap 会自动生成机器人运动，从而更容易准确地跟踪复杂的轨迹。

配置远程 TCP 工具路径

1. 在远程 TCP 工具路径 URCap 主页上选择 **远程 TCP 工具路径移动**以进入 & 工作流程。
2. 请按照**说明选项卡**的指示进行操作。

远程 TCP 工具路径移动需要以下主要控件:

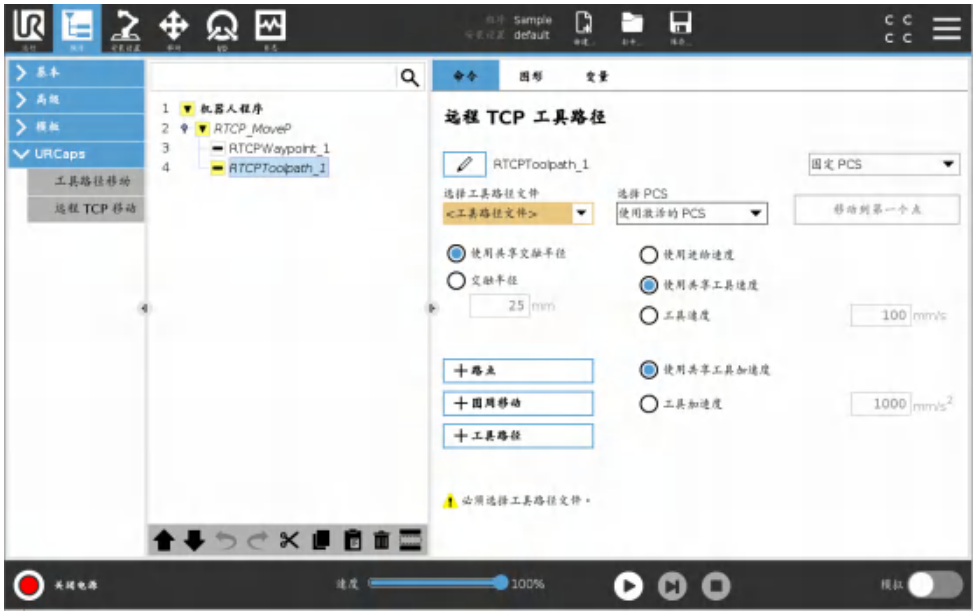
- 工具路径文件
- 远程 TCP
- 远程 TCP PCS

使用 CAD/CAM 软件配置工具路径

工具路径定义了工具的方向、轨迹、速度或（进给速度）和行进方向。

1. 创建或导入零件的 CAD 模型。
2. 设置固定到零件的零件坐标系（PCS）。
3. 根据零件特征创建相对于 PCS 的工具路径
4. 模拟工具路径运动轨迹以验证其是否符合预期。
5. 将工具路径导出为扩展名为.nc 的 G 代码文件。

将 G 代码工具路径导入 PolyScope



1. 将工具路径文件加载到 USB 记忆棒的根目录中。工具路径文件必须是.nc 扩展名

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2. 将 USB 记忆棒插入示教盒。
3. 在标题中，点击 “安装”，接着点击 “ URCaps”，并选择 “远程 TCP & 工具路径”，然后选择 “远程 TCP-工具路径移动”，最后选择 “工具路径”。
4. 选择要导入到 Polyscope 的工具路径文件。

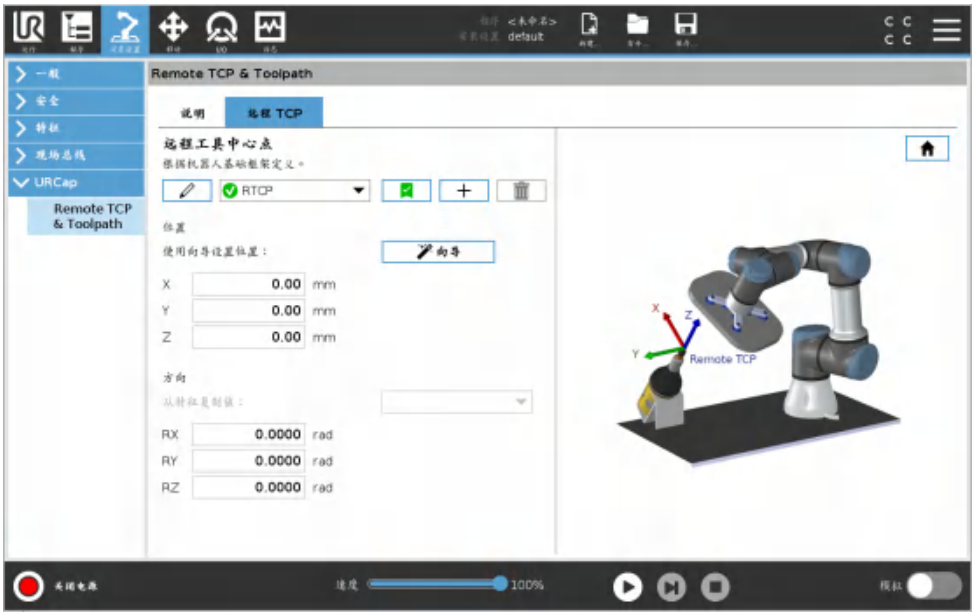
15.8.5 远程 TCP

为工具路径移动配置远程 TCP

1. 在 CAM 环境中的第一个路点，确定工具方向。
2. 使用自由驱动和夹爪手动抓紧零件。
3. 选择远程 TCP 的位置
4. 使用位置向导获取正值。
5. 调整机器人，直到达到接近远程 TCP 的所需零件位姿为止。
6. 在物理零件的第一个路点上预设工具的方向。注意：Z 轴正方向应指向零件表面。
7. 以与上一步预设的相同的方向创建一个平面特征。
8. 通过复制 “平面特征” 中的值来设置远程 TCP 方向。执行工具路径时，可以保持所需的零件位姿。

15.8.6 远程 TCP PCS

远程 TCP 零件坐标系（PCS）定义为相对于机器人工具法蘭固定。在 PolyScope 屏幕上点击魔棒，以激活向导来示教远程 TCP PCS。您可以使用以下任一种示教方法。



配置远程 TCP PCS

如果可以在零件表面上设置 PCS，请使用此方法。

1. 使用自由驱动和夹爪手动抓紧零件。
2. 选择一个远程 TCP 以示教参考点。为了获得高精度，请临时设置一个清晰的远程 TCP 以完成此教学过程。
3. 慢慢移动机器人使 Remote TCP 接触零件上 PCS 的原点、正 X-轴和正 Y-轴方向。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

4. 点击 设置 以结束教学过程。位置和方向值将自动填充。

如果不属于上述情况，请使用以下方法。

1. 在零件表面上选择三个或四个参考点。
2. 在 CAD/CAM 软件中，记录相对于所选参考点的 PCS 的 X，Y，Z 坐标值。
3. 使用自由驱动和夹爪手动抓紧零件。
4. 选择一个远程 TCP 以示教参考点。为了获得高精度，请临时设置一个清晰的远程 TCP 以完成此教学过程。
5. 输入第一个参考点的坐标。
6. 慢慢移动机器人使 Remote TCP 触摸零件上的第一个参考点。
7. 对其他参考点重复步骤五和六。

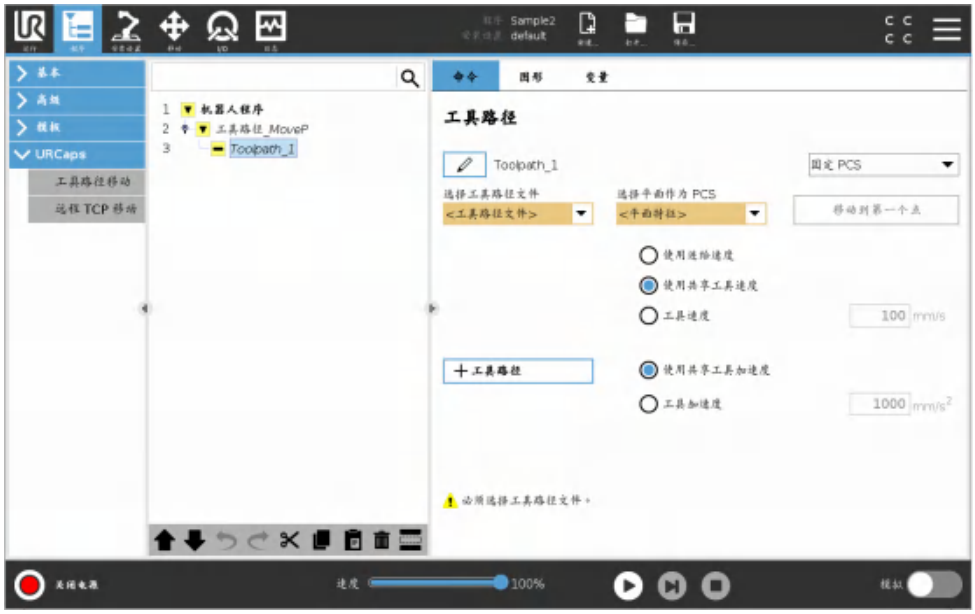
设置可变 PCS

对于无法以高度一致性抓取零件的高级实用案例，您可以设置一个变量 PCS 来根据零件相对于机器人工具法兰的位置和方向来调整工具路径移动。您可以创建与外部传感器绑定的位姿变量，该传感器可以检测 PCS 的位置和方向。

1. 设置一个检测 PCS 位置和方向的外部传感器。您必须将传感器输出转换为机器人工具的法兰架。
2. 确认已相对于零件设置了 PCS，并且外部传感器可以检测到位置和方向。
3. 在 PolyScope 中，创建与外部传感器输出绑定的位姿变量作为变量 PCS。给它一个易于区别的名称，例如 **variable_rtcp_pcs_1**。
4. 插入 **RTCP 工具路径节点**。
5. 在程序页面右上角的下拉菜单中，选择 **变量 PCS**。
6. 在 **选择 PCS** 下拉菜单中，选择 **variable_rtcp_pcs_1**。
7. 在 RTCP 工具路径节点之前，创建一个 Assignment 或 Script 节点以更新 **variable_rtcp_pcs_1**。

下节说明如何在远程 TCP 工具路径节点中使用变量 PCS。

配置远程 TCP 工具路径节点



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

1. 访问程序选项卡，然后点击 **URCaps**。
2. 选择 **远程 TCP 移动**以插入 RTCP_MoveP 节点。
3. 选择一个 TCP 并设置运动参数：工具速度，工具加速和交融半径。
4. 点击 **+Toolpath** 插入一个 RTCPToolpath 节点。如果不需要，请删除默认情况下创建的 RTCPWaypoint 节点。
5. 从下拉菜单中选择一个工具路径文件和相应的远程 TCP PCS。
6. 如果要将不同的值应用于 RTCPToolpath 节点，请调整运动参数。
7. 点击 **移至第一点**以验证所抓取的零件是否按预期方式接近远程 TCP。
8. 以低速在仿真模式下测试程序以确认配置。

注意:
通过在执行工具路径之前将带有 **使用关节角度**设置的 MoveJ 添加到在固定关节配置的移动中，以确保每次执行工具路径时机器人的动作都是相同的。参见 15.5.1

15.8.7 常规 TCP 工具路径移动

与配置远程 TCP 工具路径移动相似，常规 TCP 工具路径移动需要以下条件：

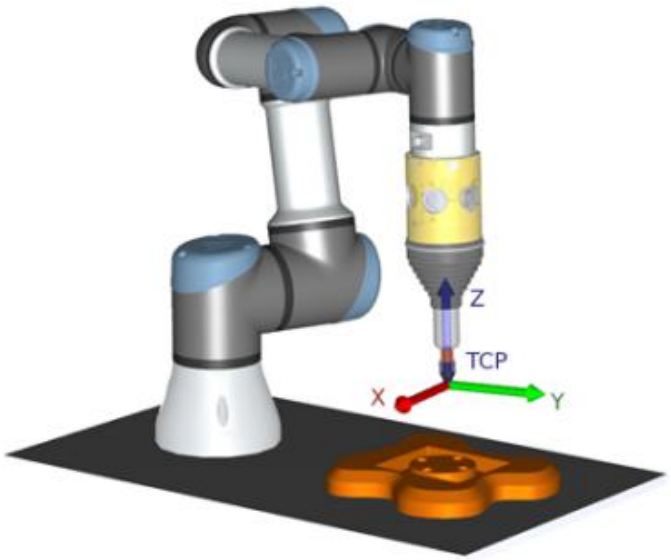
- 工具路径文件
- 常规 TCP
- 作为 PCS 的平面特征

配置和导入工具路径文件

这与配置工具路径（参见 15.8.4）和导入工具路（参见 15.8.4）径相似。

配置常规 TCP

请按照 16.1.1 中的指导说明配置常规 TCP。注意：确认工具的 Z 轴正点远离零件表面。



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

配置平面特征 PCS

1. 通过 **添加平面**或 **示教平面**来创建平面特征。见16.3.4。
2. 将零件固定在相对于机器人底座的位置。
3. 验证 TCP 是否正确，可用于创建平面功能。为了获得高精度，请临时设置一个清晰的远程 TCP 以完成此教学过程。
4. 慢慢移动机器人使 Remote TCP 接触零件上 PCS 的原点、正 X-轴和正 Y-轴方向。
5. 完成教学过程，并确认 PCS 的位置和方向。

设置工具路径节点

1. 访问程序选项卡，然后点击 **URCaps**。
2. 选择一个 TCP 并设置运动参数：工具速度，工具加速和交融半径。围绕 **其 Z 轴自由选择旋转工具**。如果工具必须遵循工具路径文件中定义的绕 Z 轴的方向，则不要选择旋转工具。
3. 点击 **+Toolpath** 插入一个 RTCPToolpath 节点。
4. 在下拉菜单中，选择一个工具路径文件和相应的 PCS（平面特征）。
5. 如果要将不同的值应用于 “工具路径” 节点，请调整运动参数。
6. 点击 **移动到第一点**以确认工具可以移动到工具路径的第一点。
7. 以低速在仿真模式下测试程序以确认配置是正确的。

注意:
通过在执行工具路径之前将带有 **使用关节角度**设置的 MoveJ 添加到在固定关节配置的移动中，以确保每次执行工具路径时機器人的动作都是相同的。参见 15.5.1

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

16 安装设置选项卡

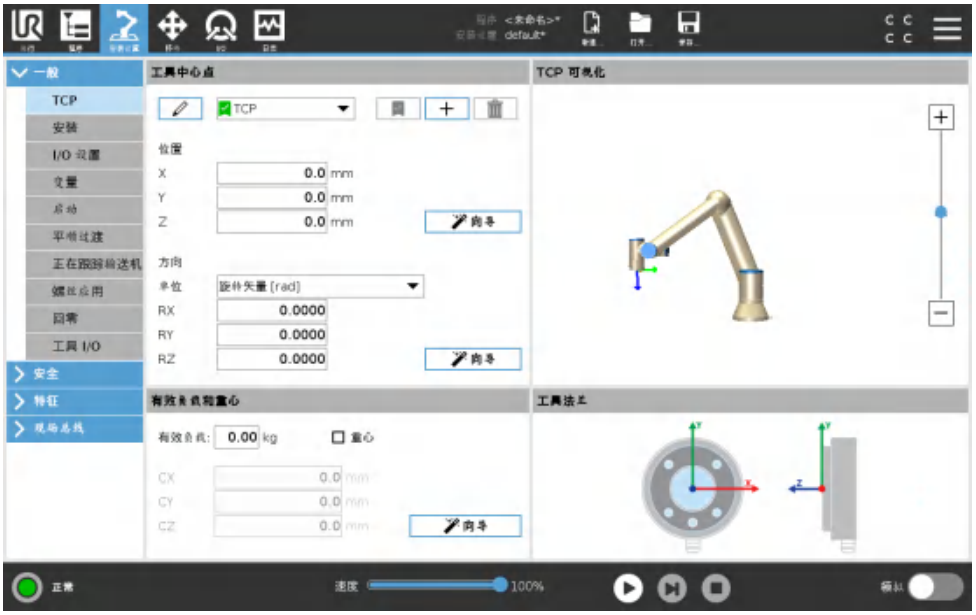
16.1 通用

安装选项卡允许您配置影响机器人和 PolyScope整体性能的设置。

16.1.1 TCP 配置

工具中心点 (TCP) 既机器人工具的点。每个 TCP 都包含相对于工具输出法兰中心而设定的转换和旋转。

当编程返回到先前存储的路点时，机器人将 TCP 移动到路点内保存的位置和方向。当为线性运动编程时，TCP 以线性方式移动。



位置

X、Y、Z 坐标指定 TCP 位置。当所有值（包括方向）均为零时，TCP 与工具输出法兰的中心点重合，并应用屏幕显示的坐标体系。

方向

RX、RY、RZ 坐标框制定 TCP 位置。与移动选项卡类似，使用 RX、RY、RZ 框上方的单位下拉菜单选择方向坐标（见17.3.1）。

添加、重命名、修改和删除 TCP

点击**新建**按钮定义一个新的 TCP。所创建的 TCP 会自动获取一个唯一的名称，并出现在下拉菜单中供选择。 要重命名 TCP，请点击 **TCP** 下拉菜单旁边的**铅笔**按钮。 要删除所选的 TCP，请点击**删除**按钮。最后一个 TCP 无法删除。

通过在字段中输入新值，可以修改选定 TCP 的转换和旋转。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

激活的 TCP

当进行线性移动时，机器人总是使用激活 TCP 定义 TCP 偏移量。可以使用一个移动命令（见 15.5.1）或设置命令更改激活 TCP。 用户可在图形选项卡（见 15.3）上观看激活 TCP 的运动。

默认的 TCP

运行一个程序前，必须按照激活 TCP 设置默认 TCP。选择想要的 TCP，点击**设置为默认**将 TCP 设置为默认。可用下拉菜单中的绿色图标表示默认配置的 TCP

示教 TCP 位置

TCP 位置坐标可通过以下步骤自动计算：

1. 点击 **TCP 位置向导**。
2. 在机器人工作空间中选择一个固定的点。
3. 使用屏幕右侧的位置箭头从至少三个不同角度移动 TCP，并保存工具输出法兰的相应位置。
4. 用**设置**按钮将验证过的坐标应用到合适的 TCP。这些位置必须足够多样化，以确保计算结果正确。如果它们不够多样化，按钮上方的状态 LED 将变为红色。

即使通常只要三个位置便足可确定 TCP，但仍然需要使用第四个位置来进一步验证计算结果正确。每个为计算所得 TCP 保存的点的质量通过相应按钮上的 LED 为绿色、黄色还是红色来指示。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

示教 **TCP** 方向

1. 点击 **TCP 方向向导**。
2. 从下拉列表中选择一个特征。（请参阅 16.3）了解有关定义新特征的更多信息
3. 点击**选择点**并使用**移动工具箭头**到工具的方向和相应的 TCP 与所选特征的坐标系统重合的位置。
4. 验证计算所得的 TCP 方向，并使用**设置**将其应用于所选的 TCP 上。

16.1.2 有效负载和重心

指定载荷的重量并定义重心。

设置载荷

点击载荷字段，输入一个新的重量。所作设置将应用于所有指定的 TCP。有关最大允许有效载荷的详细信息，请参见硬件安装手册。

设置重心

点击 CX、CY 和 CZ 字段设置重心。这些设置适用于所有定义的 TCP。版本 5.2 之前创建的安装支持将重心设置为 TCP，如果之前已经设置。但是，从版本 5.2 开始，您无法手动设置重心。

警告:
使用正确的安装设置。用程序保存并加载安装文件。

有效载荷估计

此功能允许机器人帮助设置正确的有效载荷和重心。

使用有效载荷估算向导

1. 在安装选项卡的常规下，选择 **TCP**
2. 在 TCP 屏幕上，在有效载荷和重心位置点击**有效载荷和重心位置向导**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

3. 在有效载荷估计向导中点击**下一步**
4. 按照步骤设置四个位置。
   设置四个位置需要将机器手臂移动到四个不同的位置。每个位置都被测量。单击测量可以通过点击重心字段并输入值来修改。
5. 所有测量完成后，点击**完成**

注意:
遵循以下准则以获得最佳有效载荷评估结果:

- 确保 TCP 位置彼此尽可能不同
- 在短时间内执行测量

警告:

- 避免在估计之前和期间拉动工具和/或附加的有效载荷
- 机器人安装和角度必须在安装中正确定义

16.1.3 安装

指定机器手臂的安装有两个目的:

1. 在屏幕上正确显示机械手臂。
2. 告知控制器重力方向。

高级动力学模型确保机械手臂平稳精确地运动，并使机械手臂处于**自由驱动模式自由驱动**时能够自我支撑。为此，机械手臂的安装务必设置正确，这一点至关重要。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

警告:
如果没有正确地设置机器人手臂的安装，这将导致频繁的安全停止，和/或机器人手臂在**自由驱动**按钮按下时会活动。

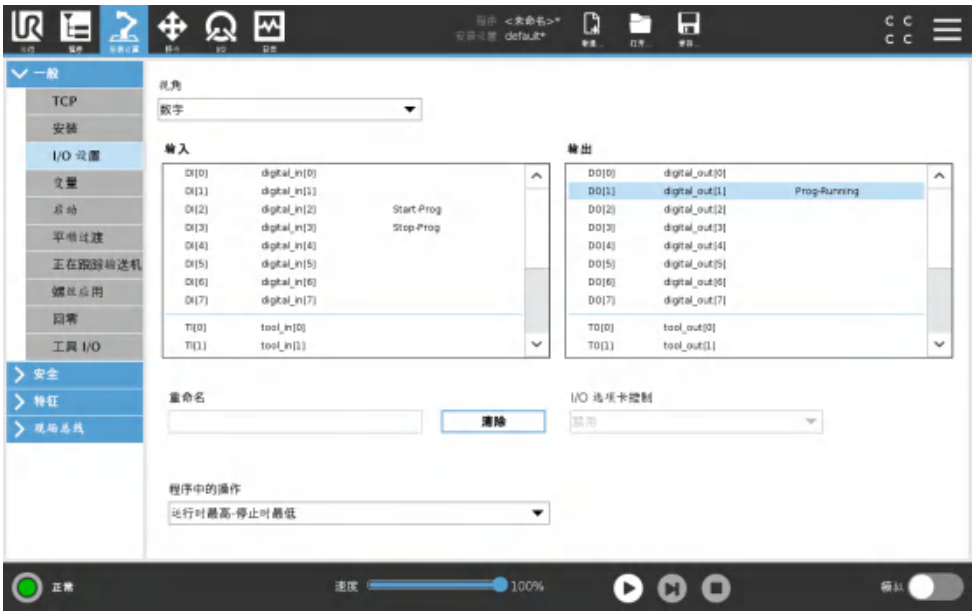
如果机器手臂安装在平稳的台面或地面上，无需对此屏幕进行任何更改。但是，如果机器手臂采用**吊顶式**、**壁挂式**安装或**呈一定角度安装**，则需使用屏幕中的按钮对其进行调整。

屏幕右侧的按钮可用于设置机器手臂的安装角度。右侧前三个按钮可将角度设置为 **吊顶**（180°）、**墙壁**（90°）、**地面**（0°）。**倾斜**按钮设置任意角度。

屏幕底部的按钮用于旋转机器手臂的安装角度，以与实际安装角度保持一致。

警告:
使用正确的安装设置。用程序保存并加载安装文件。

16.1.4 I/O 设置



在 I/O 设置屏幕上，用户可以定义 I/O 信号并使用 I/O 选项卡控件配置操作。
注意：当工具通信接口（TCI）被启用时，工具模拟输入将变得不可用。

输入和**输出**部分列出了 I/O 信号的类型：

- 数字标准通用、可配置和工具
- 模拟标准通用和工具
- MODBUS
- 通用寄存器（布尔、整数和浮点）通用寄存器可以访问，例如，通过现场总线（如 Profinet 和以太网/IP）。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

I/O 信号类型

若要限制在**输入**和**输出**部分中列出的信号数量，请使用屏幕顶部的**视图**下拉菜单更改根据信号类型所显示的内容。

指定用户定义的名称

要轻松记住信号在与机器人一起工作时所做的工作，用户可以将名称与输入和输出信号相关联。

1. 选择所需的信号
2. 点击屏幕下方的文本字段即可设置名称。
3. 要将名称重置为默认，请点击**清除**。

必须给通用寄存器一个用户定义的名称以使其在程序中可用（即：针对 **Wait** 命令或 **If** 命令的条件表达式）在 (15.5.3) 和 (15.6.2) 中分别描述了 **Wait** 和 **If** 命令。已命名的通用寄存器位于**表达式编辑器**屏幕的**输入**或**输出**选择器中。

I/O 操作和 I/O 选项卡控件

输入和输出操作 物理和现场总线数字 I/O 可用于触发操作或者对程序状态作出反应。

可用的输入操作：

- 开始：在前沿启动或恢复当前程序。 此功能仅在远程控制中启用（参见 21.4.5）。
- 停止：在前沿停止当前程序。
- 暂停：在前沿暂停当前程序。
- 自由驱动：当输入为高时，机器人处于自由驱动状态（类似于自由驱动按钮）。如果程序正在运行或其他条件不允许自由驱动，则忽略输入。

警告:
如果在使用 “开始” 输入操作时机器人停止，则机器人会在执行该程序之前缓慢移动到程序的第一个路径点。如果在使用 “开始” 输入操作时机器人暂停，则机器人会在恢复该程序之前缓慢移动到暂停的位置。

可用的输出操作：

- 未运行时最低：程序状态为 “已停止” 或 “已暂停” 时输出为低。
- 未运行时最高：程序状态为 “已停止” 或 “已暂停” 时输出为高。
- 运行时最高，停止时最低：程序状态为 “已停止” 或 “已暂停” 时输出为低，运行时输出为高。
- 连续脉冲：程序运行时，输出在高和低之间交替指定的秒数。暂停或停止程序以保持脉冲状态。

I/O 选项卡控制 指定是在 I/O选项卡上控制输出（由编程员或操作员和编程员合作），或者是否由机器人程序控制。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

16.1.5 变量

变量屏幕创建的变量称为安装设置变量，可以像一般的程序变量一样使用。安装设置变量非常特殊，因为即使当程序被中断而后又重新启动，以及当机器手臂和/或控制箱断电而后又重新上电，它们的值依然保留着。它们的名称和值都储存在安装设置中，因此可以在多个程序中使用相同的变量。

按**新建**，板上将出现含有新变量建议的名称。该变量名称可以更改，变量值可以通过触摸文本字段输入。只有在这个新名称在该安装设置没有使用的情况下，才可以点击 **OK**-按钮。

将列表中的变量高亮，按后点击**编辑数值**，可以更改安装设置变量值。

要删除变量，选中它，然后单击**删除**。

安装设置变量配置结束后，需保存安装设置本身，从而保存配置。

安装设置变量及其值每 10 分钟会自动保存一次。

如果加载了程序或安装设置，并且一个或一个以上的程序变量与安装设置变量的名称相同，用户将可选择解决这一问题：选用名称相同的安装设置变量而不是程序变量，或对相冲突的变量进行自动更名来解决问题。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

16.1.6 启动

启动屏幕包含自动加载设置、启动默认程序，以及在启动时，自动对机器手臂进行初始化。

警告:

1. 当自动加载、自动启动和自动初始化被启用时，只要输入信号与选定的信号电平相匹配，机器人在控制箱上电后立即运行程序。例如：在这种情况下，不需要边沿转换到选定的信号电平。
2. 信号电平设置为低电平时请小心。输入信号默认为低电平，使程序自动运行而不受外部信号的触发。
3. 在运行已启用自动启动和自动初始化的程序之前，您必须处于**远程控制**模式。

加载启动程序

控制箱接通电源后将加载默认程序。此外，当输入**运行程序**屏幕（请参阅 14）被输入，且不加载任何程序时，默认程序会自动加载。

开启启动程序

默认程序可在**运行程序**屏幕中自动启动。当默认程序被加载，并且特定的外部输入信号边缘过渡被发现，该程序将自动启动。

在启动时，当前输入信号电平未定义。在启动时选择与信号电平相匹配的转换会立即启动程序。此外，离开**运行程序**屏幕或点击仪表板上的停止按钮将使自动启动特征失效，直到再次按压运行按钮。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

16.1.7 工具 I/O

I/O 接口控制

I/O 接口控制允许您在用户控制和 URcap 控制之间切换。

1. 点击安装选项卡，然后点击通用之下的**工具 I/O**
2. 在 **I/O 接口控制**之下，选择**用户**访问工具模拟输入和/或数字输出模式设置。选择 URCap 将删除对工具模拟输入和数字输出模式设置的访问。

注意:
如果一个 URCap 控制一个末端执行器，如夹持器，则 URCap 需要控制工具 IO 界面。选择列表中的 URCap，允许其控制工具 IO 界面。

工具模拟输入

工具通信接口

工具通信接口（TCI）可以通过机器人工具模拟量输入与连接的工具进行通信。这消除了对外部布线的需要。
一旦工具通信接口被启用，所有的工具模拟输入都不可用。

设置工具通信接口（TCI）

1. 点击安装选项卡，然后点击通用之下的**工具 I/O**。
2. 选择**通信接口**即可编辑 TCI 设置。
   启用 TCI 后，工具模拟输入不可用于安装的 I/O 设置，并且不会出现在输入列表中。工具模拟输入也不可用于等待选择和表达式。
3. 从通信接口的下拉菜单中选择所需的数值。
   值的任何变化都会立即发送到该工具。如果任何安装值与工具使用的值不同，会出现一个警告。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

数字输出模式

工具通信接口可以单独设置两个数字输出。在 PolyScope 中，每一针都有一个用于设置输出模式的下拉菜单。可选择的选项包括：

- 下沉：用于设置针的 NPN 或下沉设置。输出关闭时，针允许电流流向地面。与 PWR 针结合使用时可创建完整的电路（参见 5.7.2）。
- 来源：用于设置针的 PNP 或来源设置。输出开启时，针提供正电压来源（可在 IO 选项卡中设置）。与 GND 针结合使用时可创建完整的电路（参见 5.7.2）。
- 推 / 拉用于设置针的推 / 拉设置。输出开启时，针提供正电压来源（可在 IO 选项卡中设置）。与 GND 针结合使用时可创建完整的电路（参见 5.7.2）。输出关闭时，针允许电流流向地面。

选择一个新的输出设置后，变更立即生效。当前加载的安装也相应修改，以反映新的设置。验证工具输出符合预期之后，务必保存安装以避免变更丢失。

双针电源

双针电源用于为工具供电。启用双针电源即禁用默认的工具数字输出。

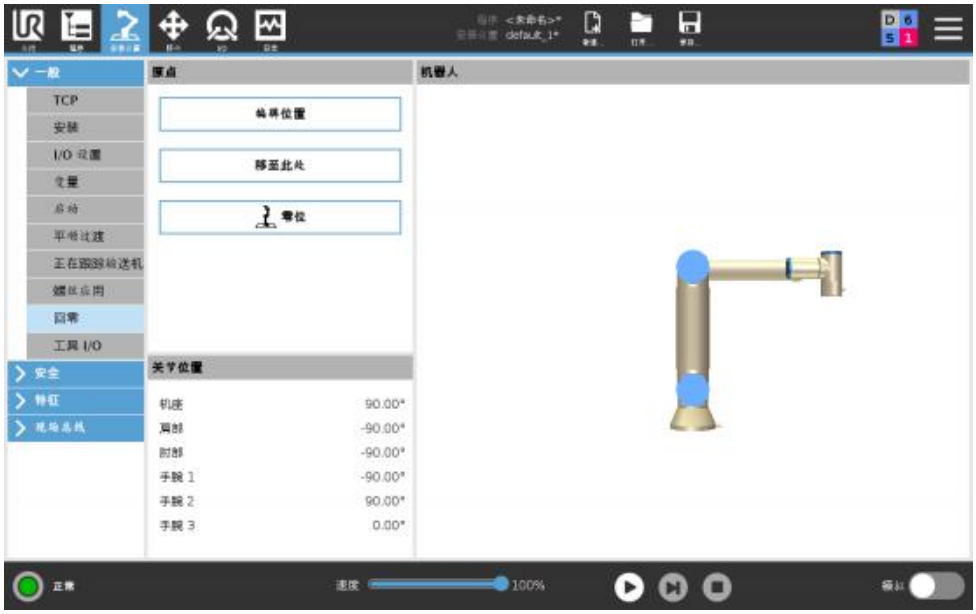
16.1.8 安全模式之间的平顺过渡

当事件期间在安全模式之间切换时（即，缩减模式输入、缩减模式触发平面、安全防护停止和三档位使动装置），机器人手臂使用 0.4s 来创建 “软” 过渡。现有应用程序具有与 “硬” 设置相对应的不变行为。新安装文件默认为 “软” 设置。

调整加速/减速设置

1. 点击页眉的**安装**。
2. 在左侧边栏菜单的**常规**下，选择**平顺过渡**。
3. 选择 **硬**表示更高的加速/减速，
   或选择 **软**来获得更平顺的默认过渡设置。

16.1.9 回零



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

回零是用户定义的机器人手臂的返回位置。定义之后，回零位置在创建机器人程序时可用。您可以使用回零位置来定义安全回零位置。（见 13.2.12）使用回零屏幕按钮进行以下操作：

- **编辑位置**用于修改回零位置。
- **移动到此处**用于将机器人手臂移动到指定的回零位置。
- **零點**按钮可将机器人手臂返回直立位置。

定义回零

1. 点击页眉的**安装**。
2. 在**通用**之下选择**回零**。
3. 点击**设置位置**。
4. 使用**自由驱动**或**转换按钮**教导机器人。

16.1.10 输送机跟踪设置

输送机跟踪设置用于设置最多两台输送机的移动。输送机跟踪设置提供配置机器人的选项，使其与绝对或增量式编码器以及线性或圆形输送机一起工作。

定义输送机

1. 点击页眉的安装。
2. 在通用之下选择**输送机跟踪**。
3. 在输送机跟踪设置之下的下拉菜单中选择**输送机 1** 或**输送机 2**。
   一次只能定义一台输送机。
4. 选择**启用输送机跟踪**
5. 设置**输送机参数**（第 16.1.10节）和**跟踪参数**（第 16.1.10节）。

输送机参数

增量式 编码器可连接数字输入端 8 ～ 11。数字信号的解码以 40kHz 的频率运行。利用**正交**编码器（要求两个输入端），机器人将能够确定速度与输送机方向。如果输送机的方向恒定，可利用单个输入端来检测*上升*、*下降*或*上升和下降*边缘以确定输送机的速度。

绝对 编码器可以通过 MODBUS 信号连接。这需要在（第 16.4.1节）中预先配置一个数字式 MODBUS 输出寄存器。

跟踪参数

线性输送机 当选择了线性输送机时，必须在安装设置的**特征**部分配置一个直线特征来确定输送机的方向。使线性特征与输送机的方向平行可确保精度，定义线性特征的两点之间距离要长。在示教两点时将工具牢牢地顶着输送机的侧面放置来配置直线特征。如果直线特征的方向与输送机的移动方向相反，使用**反向**按钮。

每米勾号数量字段表示当输送机移动一米时编码器生成的勾号的数量。

圆形输送机 在跟踪圆形输送机时，必须定义输送机中心点。

1. 在安装的**特征**部分中定义中心点。**每转勾号数量**必须是当输送机旋转一整圈时编码器生成的勾号数量。
2. 勾选**工具随输送机旋转**复选框可使工具跟踪输送机的旋转方向。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

16.1.11 螺丝驱动安装

螺丝驱动安装提供了配置机器人使用工业螺丝刀或工业螺母紧固器的选项。您可以根据机器人的工具法兰和电气接口设置螺丝刀的位置。

配置螺丝刀

1. 点击页眉的**安装**。
2. 在通用之下，选择**螺丝驱动**，或通过点击通用下的 **TCP** 创建您自己的 TCP。
3. 在**输入**和**输出**下，为您的螺丝刀配置 I/O。您可以使用**接口**列表过滤输入和输出下显示的 I/O 类型。
4. 在**启动**下，选择启动螺丝驱动操作的 I/O。

注意：在输出下的任何输出程序选择列表中，您可以选择一个整数输出，以将程序选择（参见 15.6.8）切换到数字字段。

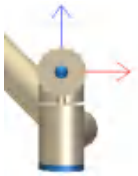
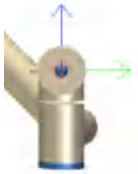
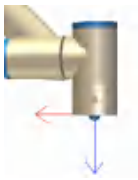
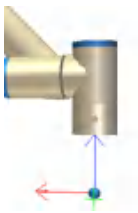
配置螺丝刀位置

1. 在**螺丝驱动安装**下，使用下拉菜单选择预先定义的 TCP（见 16.1.1），其中位置和方向设置如下：
   - 将位置配置为螺丝刀工具尖端接触螺丝处。
   - 配置方向，使正 Z 方向与要拧紧的螺丝长度对齐。

   您可以可视化所选 TCP 的 X，Y 和 Z 坐标，以确认它与工具的位或接口相匹配。
   螺丝驱动程序节点（见 15.6.8）使用所选 TCP 的正 Z 方向以跟随螺丝并计算距离。

典型的方向值（以旋转矢量 [rad] 表示）如下表所示。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

螺丝驱动轴平行于机器人工具法兰的负 Y 方向		方向 • **RX**: 1.5708 rad • **RY**: 0.0000 rad • **RZ**: 0.0000 rad
螺丝驱动轴平行于机器人工具法兰的正 Y 方向		方向 • **RX**: -1.5708 rad • **RY**: 0.0000 rad • **RZ**: 0.0000 rad
螺丝驱动轴平行于机器人工具法兰的正 X 方向		方向 • **RX**: 0.0000 rad • **RY**: 1.5708 rad • **RZ**: 0.0000 rad
螺丝驱动轴平行于机器人工具法兰的负 X 方向		方向 • **RX**: 0.0000 rad • **RY**: -1.5708 rad • **RZ**: 0.0000 rad
螺丝驱动轴平行于机器人工具法兰的正 Z 方向		方向 • **RX**: 0.0000 rad • **RY**: 0.0000 rad • **RZ**: 0.0000 rad
螺丝驱动轴平行于机器人工具法兰的负 Z 方向		方向 • **RX**: 3.1416 rad • **RY**: 0.0000 rad • **RZ**: 0.0000 rad

配置螺丝刀界面

1. 使用屏幕顶部的**界面**下拉菜单根据信号类型更改显示的内容。

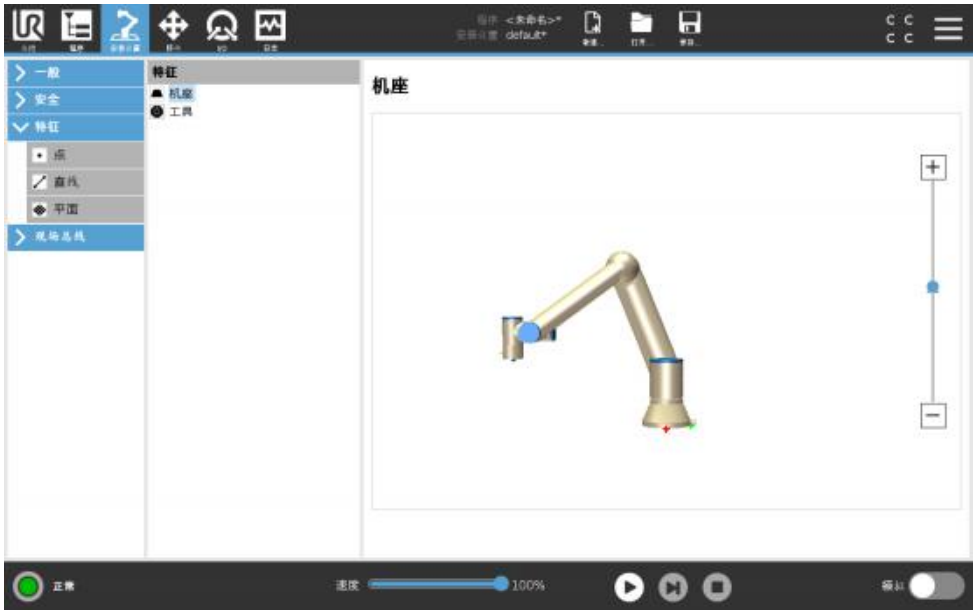
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

2. 在**输入**下，配置机器人从螺丝刀接收的信号：
   - 确定：拧紧成功结束时为高，如果未选择，此情况在螺丝刀驱动程序节点中不可用
   - 不确定：拧紧结束出错时为高，如果未选择，此情况在螺丝刀驱动程序节点中不可用
   - 待机：当螺丝刀准备好启动时为高，如果未选择，此情况无需检查
3. 在**输出**下，配置机器人向螺丝刀发送的信号：
   - 开始：仅根据接线开始拧紧工具或松开螺丝。
   - 程序选择：一个整数，或最多可以选择四个二进制信号，以激活存储在螺丝刀中的不同拧紧配置
   - 程序选择延迟：更改螺丝刀程序后等待时间，以确保其处于激活状态。

16.2 安全

参见第 13 章。

16.3 特征



特征是已经与以供将来参考的名称和相对于机器人底座的六维位姿（位置和方向）定义这种物体的表示。
机器人程序的某些子部分包括相对于除机械手臂底部之外的特定物体执行的运动。这些物体是机械手臂周边的桌子、其他机器、工件、输送机、托盘、观察系统、坯料或边界。机器人始终存在两个预定义功能。每个特征的姿势都由机器手臂本身的配置定义：

- 底座特征原点位于机器人基座的中心（见图16.1）
- 工具特征原点位于当前 TCP 的中心（见图16.2）

用户定义的功能通过使用工作区中 TCP 当前位姿的方法进行定位。这意味着用户可以使用自由驱动模式或可唤醒模式将机器人移动到所需位姿方法教导功能位置。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

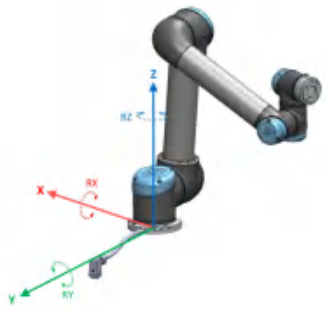


图 16.1: 基本特征

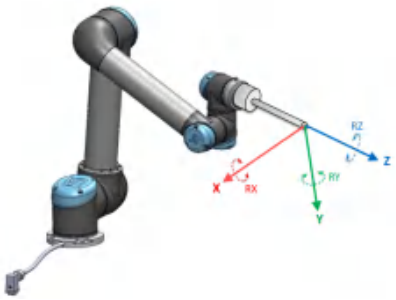


图 16.2: 工具 (TCP) 特征

可以采用三个不同的策略（**点**、**直线**和**平面**）来定义特征位姿。给定应用程序的最佳策略取决于所用对象的类型和精度要求。通常，如果适用于特定对象，基于更多输入点（**直线**和**平面**）的功能将是首选。

为了准确地定义线性输送机的方向，用尽可能多的物理分离来定义直线特征的两个点。点特征也可用于定义直线输送机，但用户必须将 TCP 指向输送机的运动方向。

使用更多的点来定义桌子的位姿意味着方向是基于单一 TCP 的位置而不是方向。单一 TCP 方向难以进行高精度配置。

要了解定义特征的不同方法，请参阅（第 16.3.2）、（16.3.3）和（16.3.4）节。

16.3.1 使用特征

如果在安装中已经定了某个特征，您可以从机器人程序中参考该特征，以便将机器人移动 （例如 **MoveJ**、**MoveL** 和 **MoveP** 命令） 与该特征相关联（参见第 15.5.1 节）。这允许了机器人程序容易适应（例如：当具有多个机器人站或在程序运行期间移动物体或在场景中永久移动物体时）。通过调整物体的特征，相对于物体的所有程序运动都会相应地被移动。有关更多示例，请参阅（第16.3.5和16.3.6> 节）。 当某个特征被选为参考时，用于转换和旋转的移动工具按钮将在所选特征空间操作（参见17.3）和（17.1），和 TCP 坐标的读数运行。例如，如果一个表被定义为一个特征并被选为移动选项卡中的一个参考，那么转换箭头（即上/下、左/右、前进/后退）将机器人在相对于表的这些方向上移动。此外，TCP 坐标将位于表的框架中。

- 在特征树中，您可以通过点击铅笔按钮来重命名点、线或平面。
- 在特征树中，您可以通过点击删除按钮来删除点、线或平面。

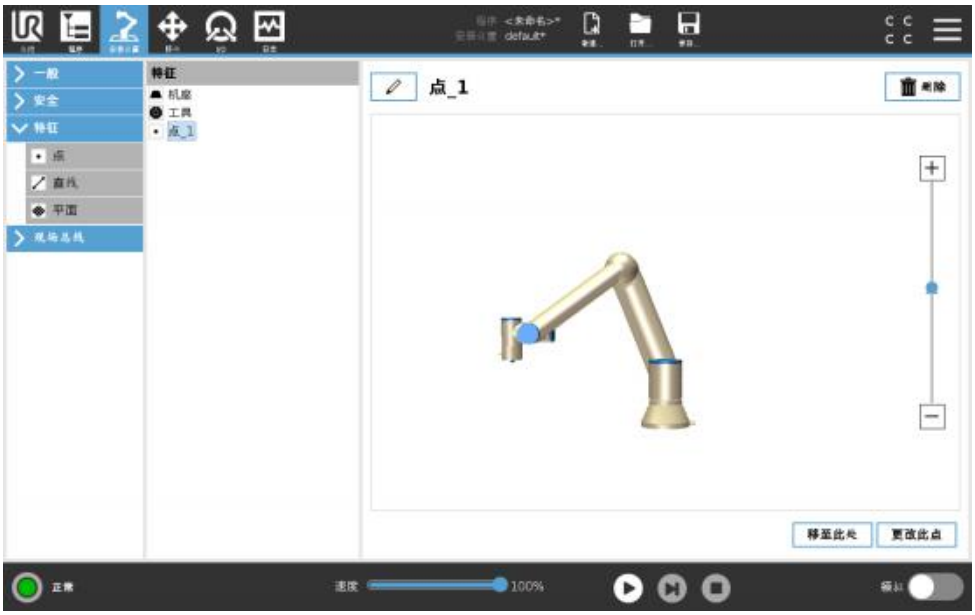
使用将机器人移至此处

按下**将机器人移至此处**按钮将机器手臂移向所选特征。移动结束后，特征的坐标系和 TCP 的坐标系将重合。

16.3.2 添加点

按**点**按钮可在安装设置中添加点特征。点特征定义机械手臂的安全边界或全局主配置。点特征的位置由 TCP 的位置来定义。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。



16.3.3 添加线

按**线**按钮可在安装设置中添加线特征。线特征定义了机器人需要遵循的线。（例如：当使用输送机跟踪时）。直线 *l* 定义为两个点特征 *p1* 和 *p2* 之间的一个轴，如图 16.3 所示。

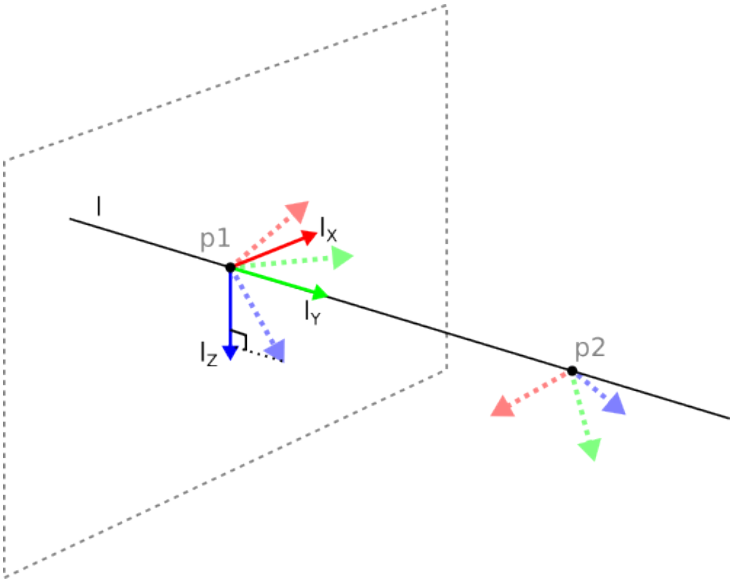
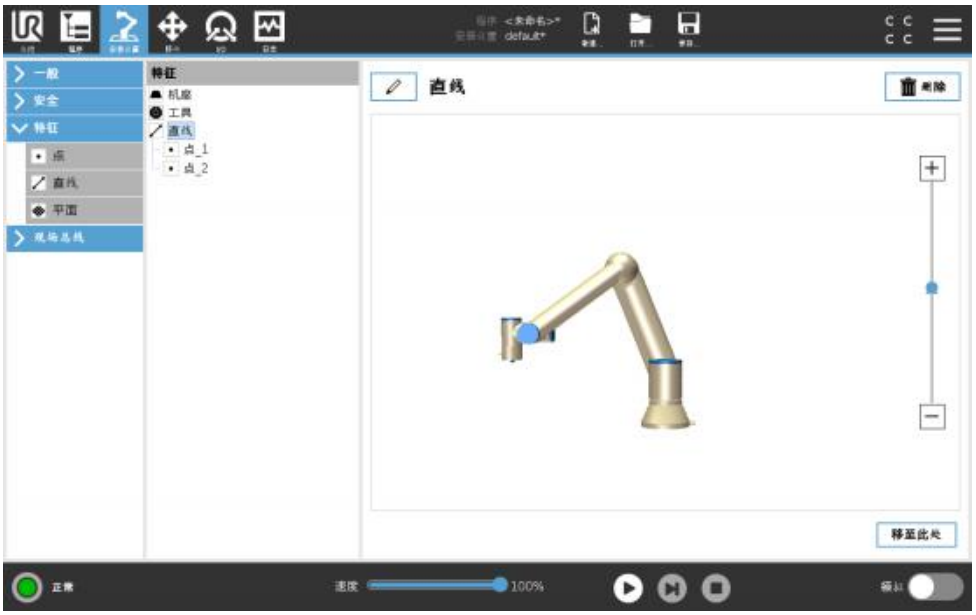


图 16.3: 直线特征的定义

在图16.3中，轴由第一个点指向第二个点，将构成直线坐标系的 y 轴。z 轴由 *p1* 的 z 轴投射到线段垂面上的投影来定义。直线坐标系的位置与 *p1* 的位置相同。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。



16.3.4 平面特征

当您需要高精度框架时选择平面特征：例如：当使用观察系统或相对于桌子进行移动时。

添加平面

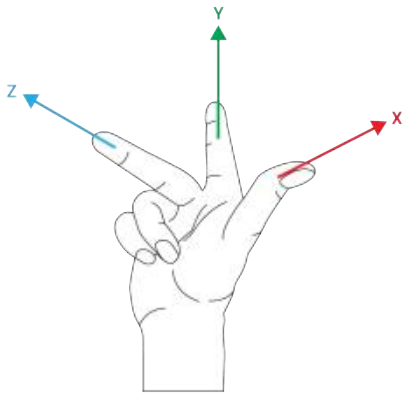
1. 在安装中，选择**特征**。
2. 在特征下选择**平面**。

示教平面

按平面按钮创建新平面时，屏幕上的指南可帮助您创建平面。

1. 选择 Origo
2. 移动机器人以定义平面的正 x-轴方向
3. 移动机器人以定义平面的正 y-轴方向

平面使用右手定则定义，因此 z-轴是 x-轴和 y-轴的叉积，如下所示。



注意:
如果您希望该平面在相反方向上正常，您可以在 x-轴的相反方向上重新示教该平面。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

通过选择平面并按修改平面来修改现有平面。然后，您将使用相同的指南来示教新平面。

16.3.5 例子：手动更新特征以调整程序

考虑机器人程序的多个部分相对于桌子的应用。在图 16.4 中，表示了从路点 wp1 到 wp4 的移动。

```
机器人程序
    MoveJ
        S1
    MoveL # 特征：P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```

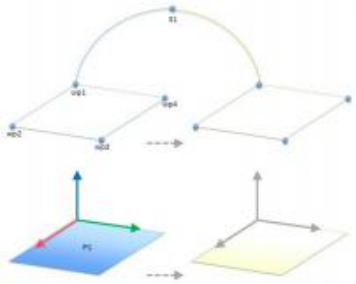


图 16.4: 通过更改特征手动更新与某个平面特征相关的四个路点的简单程序

应用需要将程序重新用于多个机器人安装，其中只有桌子的位置略有不同。相对于桌子的移动相同。通过将桌子的位置定义为安装中的特征 *P1*，具有相对于平面配置的 *MoveL* 命令的程序可以通过仅使用桌子实际位置更新安装，从而轻松地应用于额外机器人中。

该概念适用于应用中的一些特征，以实现可以在许多机器人上解决相同任务的灵活程序，即使工作空间中因安装而有所不同。

16.3.6 例子：动态地更新特征位姿

考虑一个类似的应用，其中机器人必须以特定的模式移动到桌子的顶部以便解决特定任务（参见16.5）。

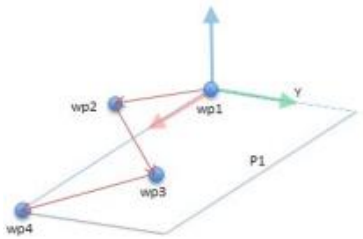


图 16.5: 具有与某个平面特征相关的 4 个路点的 *MoveL* 命令

```
机器人程序
    MoveJ
        wp1
    y = 0.01
    o = p[0,y,0,0,0,0]
    P1_var = pose_trans(P1_var, o)
    MoveL # 特征：P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```

图 16.6: 对该平面特征应用偏移

相对于 *P1* 的移动每次以偏移量 *o* 重复许多次。在此示例中，偏移在 Y-方向上设置为 10 cm（参见图16.6，偏移 *O1* 和 *O2*）。可以通过使用 *pose_add()* 或 *pose_trans()* 脚本函数操作变量来实

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

```
机器人程序
    MoveJ
        S1
    if (digital_input[0]) then
        P1_var = P1
    else
        P1_var = P2
    MoveL # 特征：P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```

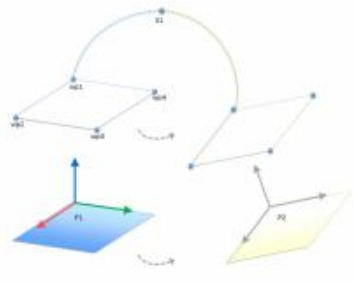


图 16.7: 从一个平面特征切换到另一个平面特征

现。程序在运行时可以切换到不同的特征，而不是添加偏移量。如以下示例所示（参见图 16.7），*MoveL* 命令 *P1_var* 的参考特征可以在两个平面 *P1* 和 *P2* 之间切换。

16.4 现场总线

在这里可以设置用于 PolyScope 所接受的实时分布式控制的工业计算机网络协议族：MODBUS，Ethernet/IP 和 PROFINET。

16.4.1 MODBUS 客户端 I/O 设置

此处可设置 MODBUS 客户端（主机）信号。可由输入/输出信号（寄存器或数字）创建与指定 IP 地址的 MODBUS 服务器（或从设备）的连接。每个信号都有唯一的名称，因此可用在程序中。

刷新

按此按钮可刷新所有 MODBUS 连接。刷新会断开所有的 modbus 设备，并重新连接。所有统计信息都被清除。

添加设备

按此按钮可添加新的 MODBUS 设备。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

删除设备

按此按钮可删除 MODBUS 设备和已添加到设备的所有信号。

设置设备 IP

此处将显示 Modbus 设备的 IP 地址。按此按钮可更改 IP 地址。

顺序模式

仅当选择显示高级选项（参见 *16.4.1*）时可用。选择此复选框将强制 modbus 客户端在发送下一个请求之前等待响应。某些现场总线单元需要此模式。当有多个信号时，打开此选项可能有帮助，而增加请求频率会导致信号断开。注意，当在顺序模式中定义多个信号时，实际信号频率可能低于所请求的信号频率。在信号统计中可以观察到实际信号频率（见第 16.4.1节）。如果实际信号频率小于从 “频率” 下拉列表中选择的值的一半，信号指示灯将变为黄色。

添加信号

按此按钮可添加信号到相应的 MODBUS 设备上。

删除信号

按此按钮可从相应的 MODBUS 设备上删除信号。

设置信号类型

使用此下拉菜单可选择信号类型。可用类型包括：

数字输入 数字输入信号是一位长度的信号，可从信号地址域中指定线圈上的 MODBUS 设备读取。使用功能代码 0x02（读取离散输入）。

数字输出 数字输出信号（线圈）是一位长度的信号，可设置为高电平或低电平。在用户已设置此输出的值之前，将从远程 MODBUS 设备读取输出值。这意味着将使用功能代码 0x01（读取线圈）。当通过机器人程序设置或使用**设置信号值**按钮设置输出之后，将使用功能代码 0x05（写入单线圈）。

寄存器输入 寄存器输入信号是从地址域中指定的地址读取的 16 位长度信号。使用功能代码 0x04（读取输入寄存器）。

寄存器输出 寄存器输出信号是 16 位长度信号，可由用户自行设置。在用户已设置寄存器的值之前，将从远程 MODBUS 设备读取寄存器值。这意味着将使用功能代码 0x03（读取保持寄存器）。当通过机器人程序或在**设置信号值**字段中指定信号值来设置信号之后，将使用功能代码 0x06（写入单寄存器）来设置远程 MODBUS 设备的值。

设置信号地址

此字段显示远程 MODBUS 服务器上的地址。可使用屏幕小键盘选择不同地址。有效地址取决于制造商和远程 MODBUS 设备的配置。

设置信号名称

用户可以使用屏幕键盘为信号指定名称。当信号在程序中使用时会用到信号名称。

信号值

此处显示信号的当前值。对于寄存器信号，信号值以无符号整数表示。对于输出信号，可以使用按钮设置所需的信号值。同样，对于寄存器输出信号，所提供的要写入设备的信号值也必须是无符号整数。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

信号连接状态

此图标显示是否可正确读取/写入信号（绿色）、设备是否做出意外响应或是否无法检测到设备（灰色）。如果收到 MODBUS 异常响应，则显示响应代码。MODBUS-TCP 异常响应为：

E1 非法功能 (0x01) 询问所收到的功能代码是服务器（或从设备）不允许的动作。

E2 非法数据地址 (0x02) 询问所收到的功能代码是服务器（或从设备）不允许的动作，检查输入的信号地址是否对应远程 MODBUS 服务器的设置。

E3 非法数据值 (0x03) 询问所包含的值是服务器（或从设备）不允许的动作，检查输入的信号值对于远程 MODBUS 服务器上的指定地址是否有效。

E4 从设备故障 (0x04) 服务器（或从设备）在尝试执行所请求的动作时发生不可恢复的错误。

E5 应答 (0x05) 专用信息已与编程命令一起发送至远程 MODBUS 设备。

E6 从设备忙 (0x06) 专用信息已与编程命令一起发送至远程 MODBUS 设备，从设备（服务器）现在无法响应。

显示高级选项

此复选框可显示/隐藏每个信号对应的高级选项。

高级选项

更新频率 此菜单可用于更改信号的更新频率。更新频率是指向远程 MODBUS 设备发送请求来读取或写入信号值的请求频率。当频率设置为 0 时，modbus 请求根据需要使用 *modbus_get_signal_status*、*modbus_set_output_register* 和 *modbus_set_output_signal* 脚本函数启动。

从设备地址 此文本字段可用于为与特定信号对应的请求设置具体的从设备地址。该值必须在 0-255 范围内（包括 0 和 255），默认值为 255。若要更改此值，建议您首先查阅远程 MODBUS 设备手册，验证从设备地址更改后的功能正常。

重新连接计数 TCP 连接被关闭并重新连接的次数。

连接状态 TCP 连接状态。

响应时间 [ms] 发送 modbus 请求和收到响应之间的时间——仅当通信处于活动状态时才更新。

Modbus 数据包错误 接收包含错误的数据包数（即无效长度、丢失数据、TCP 插座错误）。

超时 未得到响应的 modbus 请求数。

请求失败 由于插座状态无效而无法发送的数据包数。

实际频率 客户端（主）信号状态更新的平均频率。每次信号从服务器（或从设备）接收到响应时，重新计算此值。

所有计数器最多可达 65535，然后回到 0。

16.4.2 Ethernet/IP

在 EtherNet/IP 中，可以启用或禁用机器人与 EtherNet/IP 的连接。如果启用，可以选择当存在 EtherNet/IP 扫描仪连接丢失的情况时哪一个操作将出现在程序中。那些操作为：

无： PolyScope 将忽略 EtherNet/IP 连接丢失的情况，程序正常继续。

暂停： PolyScope 将暂停当前程序。程序将从停止处开始恢复。

停止： PolyScope 将停止当前程序。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

17 移动选项卡

在该屏幕，可通过平移/旋转机器人工具或逐个移动机器人关节来直接移动（缓慢移动）机器人手臂 。

17.1 移动工具

按住任何**移动工具**箭头以特定方向移动机器人手臂。

- **平移箭头**（上部）按所指示的方向移动机器人工具末梢。
- **旋转箭头**（下部）按所指示的方向改变机器人工具的方向。旋转点即工具中心点 (TCP)，也即位于机器人手臂末端，提供机器人工具特征点的点。TCP，在图中以蓝色小球表示。

17.2 机器人

如果机器人 TCP 的当前位置距离安全或触发平面很近，又或者机器人工具的方向接近工具方向边界限值 （参见 13.2.5），则会显示相邻边界的 3D 成像。
注意：如果机器人正在运行程序，边界限值可视化将被禁用。

安全平面 以黄黑色呈现，带有一个表示安全平面正常的小箭头，指出安全平面上允许放置机器人 TCP 的一侧。触发平面以蓝绿色呈现，带有一个指向平面一侧的小箭头，在该侧，**标准**模式限值（参见13.2.2）激活。工具方向边界限值以锥体呈现，带有一个指示机器人工具当前方向的矢量。锥体内侧代表工具方向的允许区域（矢量）。

当机器人 TCP 不再接近限值时，3D 成像消失。如果 TCP 侵犯边界限值或接近边界限值，则成像会变成红色。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

特征

在**机器人**字段左上角的**特征**下，可定义如何参照**视角**、**机座**或**工具**特征控制机器人手臂。
注意：要获得控制机器人手臂的最佳感觉，可选择**视角**特征，然后使用**旋转箭头**更改 3D 图像的查看角度，以符合查看真实机器人手臂的视角。

激活的 TCP

在 **机器人**字段中，在 **激活的 TCP** 下，当前激活的工具中心点 (TCP) 的名称已显示。

回零

回零按钮用于访问**移动机器人入位**页面，在这里，你可以按住 **自动** 按钮（参见 14.4）将机器人移入之前在安装时定义的位置（参见 16.1.9）。回零按钮默认设置为将机器人手臂回到直立位置（参见 16.1.9）。

自由驱动

页面上的**自由驱动**按钮可将机器人手臂拉到理想的位置/位姿。

对齐

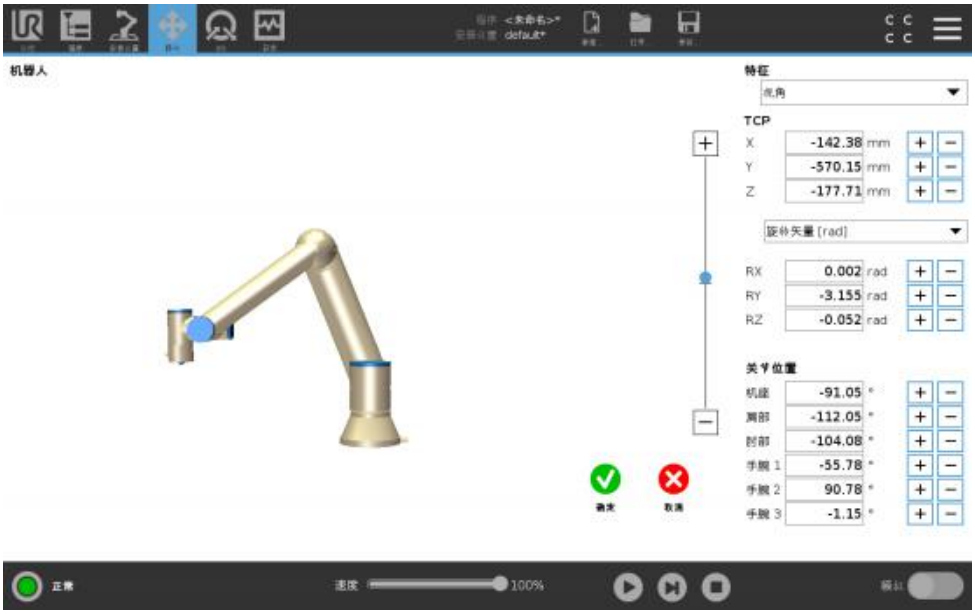
对齐 **对**按钮允许激活的 TCP 的 Z 轴与选定值对齐。

17.3 工具位置

文本框显示了 TCP 相对于所选特征的完整坐标值。
注意：您可以配置多个命名的 TCP（参见 16.1.1）。还可以点击**编辑位姿**来访问**位姿编辑器**屏幕。

17.3.1 位姿编辑器屏幕

进入**位姿编辑器** 屏幕后，可以为 TCP 精确配置目标关节位置或目标位姿。注意：屏幕**离线**，不直接控制机器人手臂。



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

机器人

3D 图像显示当前机器人手臂位置。**阴影**显示由屏幕上的指定值控制的机器人手臂目标位置。按放大镜图标可缩放视角，拖动手指图标可更改视角。

如果机器人 TCP 的指定目标位置距离安全板或触发板很近，又或者机器人工具的方向接近工具方向边界极限（参见 13.2.5），则会显示相邻边界的 3D 成像。安全平面 以黄黑色呈现，带有一个表示安全平面正常的小箭头，指出安全平面上允许放置机器人 TCP 的一侧。触发平面以蓝绿色呈现，带有一个指向平面一侧的小箭头，在该侧，**标准**模式限值（参见13.2.2）激活。工具方向边界限值以锥体呈现，带有一个指示机器人工具当前方向的矢量。锥体内侧代表工具方向的允许区域（矢量）。当目标机器人 TCP 不再接近限值时，3D 成像消失。如果目标 TCP 违反边界限制或接近边界极限，则成像会变成红色。

特征和工具位置

显示激活的 TCP 和所选特征的坐标值。**X**、**Y**、**Z** 坐标指定工具位置。**RX**、**RY**、**RZ** 坐标框指定方向。关于配置多个指定 TCP 的更多信息（请参见 16.1.1）。

使用 **RX**、**RY** 和 **RZ** 框上方的下拉菜单选择方向表示形式：

- **旋转矢量 [rad]** 方向由旋转矢量给定。轴长是指要旋转的角度，以弧度表示，矢量本身给定了要绕之旋转的轴。这是默认设置。
- **旋转矢量 [°]** 方向由旋转矢量给定，矢量长度是指要旋转的角度，以度表示。
- **RPY [rad]** 滚动角、俯仰角和偏航角 (*RPY*)，以弧度表示。RPY 旋转矩阵（X、Y′、Z″ 旋转）由以下公式确定：
  $R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$
- **RPY [°]** 滚动角、俯仰角和偏航角 (*RPY*)，以度表示。

您可以点击这些值来编辑坐标。还可以点击框右侧的 **+** 或 **-** 按钮可对当前值进行加/减操作。也可以按住按钮直接增大/减小值。

关节位置

直接指定各个关节位置。各个关节位置的关节限制范围为 $-360°$ 至 $+360°$。您可以配置关节位置如下：

- 点击关节位置来编辑这些值。
- 点击框右侧的 **+** 或 **-** 按钮可对当前值进行加/减操作。
- 按住按钮直接增大/减小值。

“确定” 按钮

如果从 **Move**屏幕激活此屏幕（请参见 17），点击**确定**按钮返回**移动**屏幕。机器人手臂移动到指定目标。如果最后一个指定值是工具坐标，机器人手臂将采用 **MoveL** 移动类型移动至目标位置；如果最后指定的是关节位置，则机器人手臂将采用 **MoveJ** 移动类型（参见 15.5.1）。

取消按钮

取消按钮可离开此屏幕，放弃所有更改。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

17.4 关节位置

关节位置字段可让您直接控制每个关节。每个关节沿着由水平条定义的默认关节限值范围（从 −360° 到 +360°）移动。一旦到达限值，就不能再进一步移动关节。
注意：可以按不同于默认值（参见 13.2.4）的位置范围配置关节，这个新范围在水平条内以红色区域标出。

警告:

1. 在**设置**选项卡，如果重力设置（参见 16.1.3）错误，或者机器人手臂承受重载时，若按下**自由驱动**按钮，机器人手臂可能会开始移动（下降）。此情况下，只需再次释放**自由驱动**按钮即可。
2. 使用正确的安装设置（如机器人安装角度、有效负载质量和重力偏移有效负载中心）。与程序一起保存并加载安装设置文件。
3. 在操作**自由驱动**按钮前，一定要正确设置有效负载设置和机器人安装设置。如果这些设置不正确，机器人手臂会在**自由驱动**激活时移动。
4. 只有通过风险评估，才允许在安装过程中使用**自由驱动**功能。工具及障碍物不得有锐边或扭点。确保所有人员都在机器人手臂工作范围之外。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

18 I/O 选项卡

18.1 机器人

在此屏幕，您可始终监控并设置机器人控制箱收发的实时 I/O 信号。屏幕将显示 I/O 的当前状态，包括程序运行期间的 I/O 状态。程序运行期间如有任何更改，程序将停止运行。程序停止运行时，所有输出信号将保持其状态。屏幕的更新频率为 10Hz，因此，特别快的信号可能无法正确显示。

可配置 I/O 可用于安装设置中（参见 13.2.10）安全 I/O 配置章节里定义的特定安全设置。保留的配置内容将使用安全功能作为名称，替代默认名称或用户自定义名称。用于安全设置的可配置输出不可切换状态，仅以 LED 显示。

信号的电气细节请参见第 5.4章。

电压 在工具输出中，只有当工具输出受用户控制时，才可以配置电压。选择 URCap 会删除对电压的访问。

模拟域设置 模拟 I/O 可设置为电流 [4-20mA] 输出或电压 [0-10V] 输出。保存程序时，系统将记住该设置，以便在后续重新启动机器人控制器时使用。在工具输出中，选择 URCap 会删除对模拟工具输入域设置的访问。

工具通信接口 当**工具通信接口 TCI** 被启用时，工具模拟输入将变得不可用。在 **I/O** 屏幕上，**工具输入**字段如下所示更改。

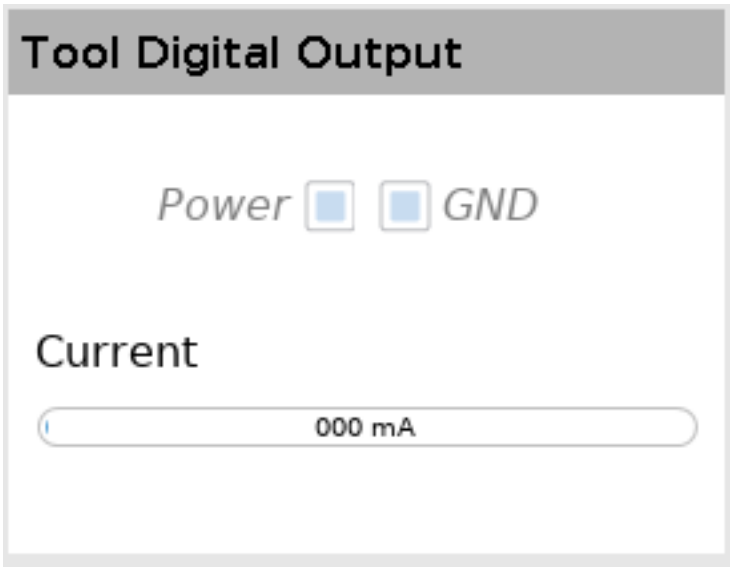
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

Tool Analog Input	
Baud Rate	115200
Parity	None
Stop Bits	One
RX Idle Chars	1.50
TX Idle Chars	3.50

注意:
当**双针电源**被启用时，工具数字输出必须按照以下方式命名：

- 工具 _ 输出 [0]（电源）
- 工具 _ 输出 [1]（接地）

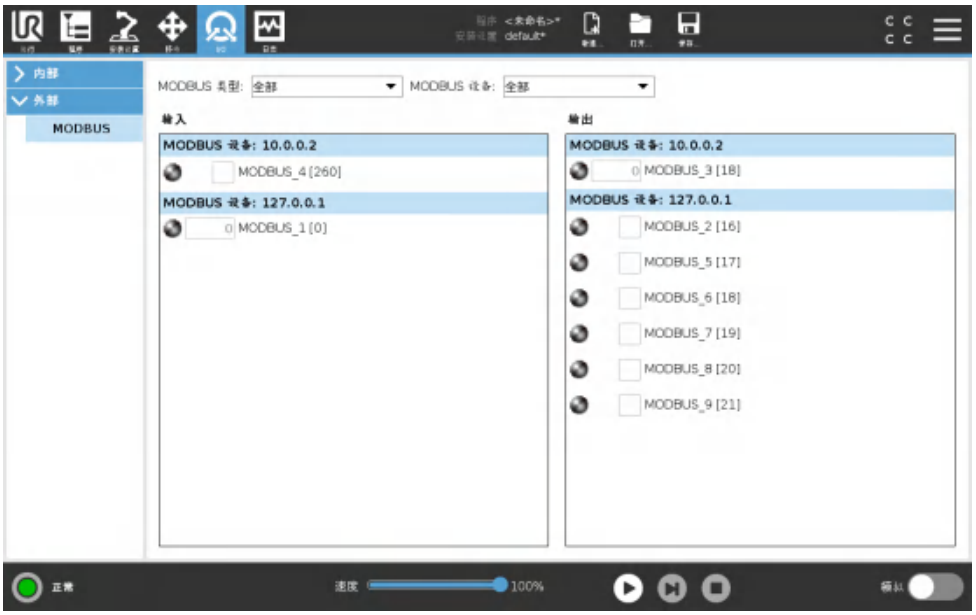
工具输出字段见下图。



18.2 MODBUS

下面的截屏显示了在安装中设置的 MODBUS 客户端 I/O 信号。如果设置的数量不止一个，使用页面顶部的下拉菜单可以根据信号类型和 MODBUS 单元更改显示的内容。列表中的每一个信号都包含连接状态、数值、名称和信号地址。如果连接状态和 I/O 选项卡的控制选择允许，输出信号可以切换（参见16.1.4）。

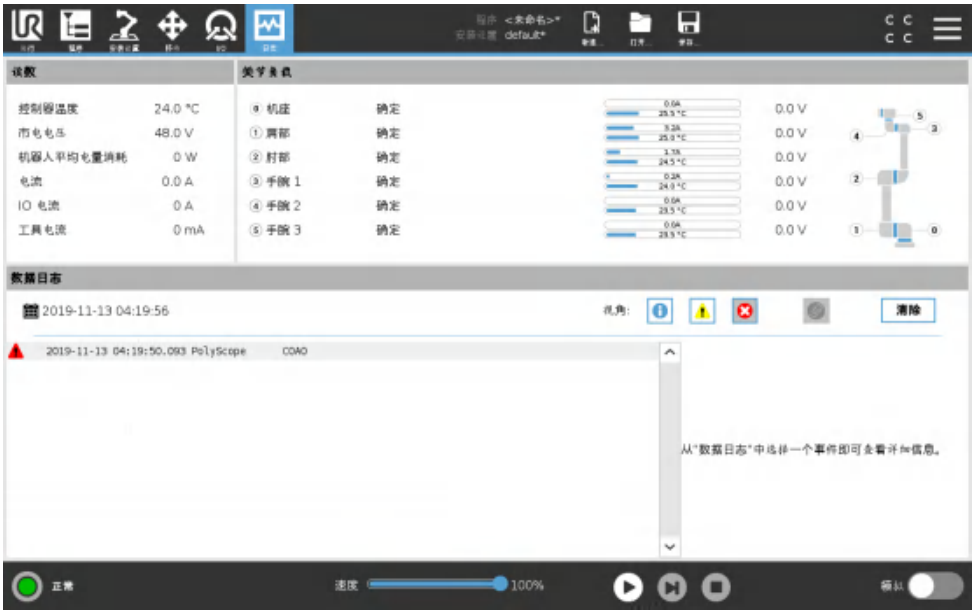
版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。



版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

19 日志选项卡



19.1 读数和关节负载

屏幕上半部分显示机器人手臂和控制箱状况。

屏幕左侧显示与控制器相关的信息，而屏幕右侧显示机器人关节信息。每个关节显示关节负载的温度以及关节处的电压。

19.2 数据日志

第一列将日志记录的严重性分类。第二列显示消息的到达时间。下一列显示消息发送人。最后一列显示具体消息。消息可以通过选择切换按钮（与严重性相对应）进行过滤。上图指出错误将会被显示出来，而信息和警告消息将会被过滤。一些日志消息的设计初衷就是提供更多信息，选定日志记录之后显示在右侧。

19.3 保存错误报告

当日志行中出现回形针图标时，可以使用详细的状态报告。

- 选择日志行并点击保存报告按钮将报告保存到 USB 驱动器。
- 报告可以在程序运行时保存。

注意:
生成一个新报表时，最旧的报表将被删除。只有最近的五个报告被存储。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

可以跟踪并导出以下错误列表:

- 故障
- 内部 PolyScope 例外
- 保护性停止
- URCap 中未处理的异常
- 违例

导出的报告包含用户程序、历史日志、安装和运行服务列表等。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

20 程序和安装管理器

程序和安装管理器涉及三个图标，通过它们可以创建、加载和配置程序和安装设置：**新建...**, **打开...** 和 **保存...**。文件路径显示当前加载的程序名和安装设置类型。当创建或加载新的程序或安装设置时，文件路径就会改变。可能有多个安装设置文件用于机器人。创建的程序自动加载并使用激活的安装设置。

20.1 打开...

加载一个程序和/或安装设置。

打开一个程序

1. 在程序和安装管理器中，点击**打开...** 然后选择程序。
2. 在加载程序屏幕，选择现有程序然后点击打开。
3. 在文件路径中，确认目标程序名已显示。

打开一个安装设置。

1. 在程序和安装管理器中，点击**打开...** 然后选择安装。
2. 在加载机器人安装设置屏幕，选择现有安装设置然后点击打开。
3. 在安全配置对话框，选择应用并重启以提示机器人重启。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

4. 选择设定安装设置为当前程序来设定安装设置。
5. 在文件路径中，确认目标安装名已显示。

20.2 新建...

创建一个新程序和/或安装设置。

创建一个新程序

1. 在程序和安装管理器中，点击**新建...** 然后选择程序。
2. 在程序屏幕，根据需要配置新程序。
3. 在程序和安装管理器中，点击**保存...**，然后选择全部保存或将程序另存为...
4. 在 “将程序另存为...” 屏幕，指定一个文件名然后点击保存。
5. 在文件路径中，确认新程序名已显示。

创建一个新安装设置
注意：必须保存一个安装设置供切断机器人电源后使用。

1. 在程序和安装管理器中，点击**新建...** 然后选择安装。
2. 点击确认安全配置。
3. 在安装设置屏幕，根据需要配置您的新安装设置。
4. 在程序和安装管理器中，点击**保存...** 然后选择将安装另存为...
5. 在保存机器人安装设置屏幕，指定一个文件名然后点击保存。
6. 选择设定安装设置为当前程序来设定安装设置。
7. 在文件路径中，确认新安装设置名已显示。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

20.3 保存...

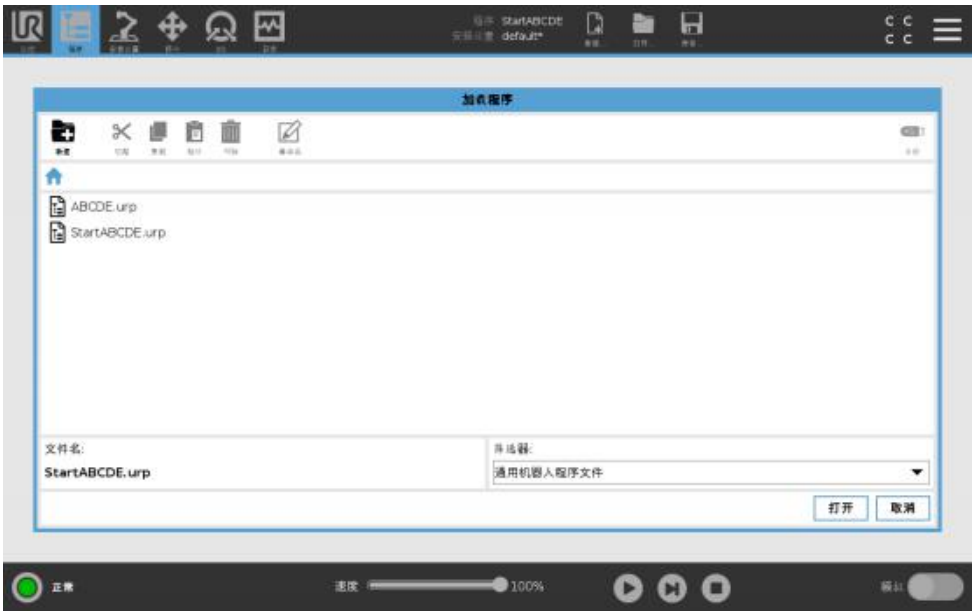
保存... 提供三个选项。根据加载 -创建的程序/安装设置，可以：

全部保存立即保存当前的程序和安装设置，系统不会提示保存到另一个位置或保存为另一个名称。注意：如果没有对程序或安装设置做出任何更改，“全部保存...” 按钮灰显。

将程序另存为... 更改新程序名称和位置。注意：当前安装设置也会以现有名称和位置保存。

将安装设置另存为... 更改新安装设置名称和位置。注意：当前程序会以现有名称和位置保存。

20.4 文件管理器



此图片显示了加载屏幕，其中包含以下按钮：

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

面包屑路径 面包屑路径显示访问至当前位置的目录列表。选定面包屑中的目录名称，位置即变更至该目录下，并在文件选择区域显示它。

文件选择区域 点击文件名以打开它。按住目录名称半秒钟可选择目录。

文件筛选器 您可以指定显示的文件类型。选择备份文件后，此区域显示最近保存的 10 个程序版本，其中 “.old0” 为最新版本，“.old9” 为最旧版本。

文件名 选定的文件显示在此处。保存文件时，使用文本字段手动输入文件名。

操作按钮 操作栏包含可用于管理文件的一系列按钮。
操作栏右侧的 “备份” 操作支持将当前选定的文件和目录备份到该位置和 USB。“备份” 操作只有在外部媒体连接到 USB 端口时才会启用。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

21 汉堡菜单

21.1 帮助

在这里可以找到组成 PolyScope 功能的所有元素的定义。

1. 在**页眉**右边的角落，点击**汉堡**菜单，然后选择**帮助**。
2. 点击出现的其中一个红色问号，定义目标元素。
3. 在元素定义屏幕右上角，点击红色 X 号退出帮助。

21.2 关于

显示版本和法律信息。

1. 点击**汉堡**菜单然后选择 **About**。
2. 点击**版本**或**法律**显示相关信息。
3. 点击关闭返回屏幕。

21.3 设置

个性化 PolyScope 设置

1. 按下页眉中的汉堡菜单然后选择**设置**。
2. 在左侧的边栏菜单中选择要个性化的项目。注意：如果在边栏菜单中设置了操作模式密码，**系统**仅对编程员开放。
3. 点击右下方的**应用并重启**来执行更改。
4. 点击左下方的**退出**在不做任何更改的情况下关闭设置屏幕。

21.3.1 首选项

语言

可以更改 PolyScope 语言和测量单位（公制或英制）。

时间

您可以访问和/或调整 PolyScope 显示的当前时间和日期。

1. 按下页眉中的汉堡菜单图标然后选择**设置**。
2. 在首选项下，选择**时间**。
3. 必要时可确认和/或调整**时间**和或**日期**。
4. 点击**应用并重启**来应用更改。

日期和时间显示在**日期日志**下的日志选项卡（请参阅19.3）中。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

隐藏速度滑块

速度滑块位于运行选项卡屏幕的底部，允许操作员更改正在运行的程序的速度。

1. 按下页眉中的汉堡菜单图标然后选择**设置**。
2. 在首选项下，点按**运行屏幕**。
3. 选中复选框以显示或隐藏**速度滑块**。

21.3.2 密码

模式

操作模式密码可通过在 PolyScope 上创建两个不同的用户角色防止对机器人设置进行未授权的更改：自动和手动。当设置操作模式密码时，程序或安装设置只可在手动模式创建和加载。任何时候进入手动模式时，PolyScope 提示输入之前在该屏幕设置的密码。

安全

安全密码可防止对安全设置 进行未授权的更改。

21.4 系统

21.4.1 备份和还原

将您系统的完整副本保存到 USB 驱动器，并使用它将您的系统恢复至之前状态。这在磁盘损坏或意外删除后可能是必需的。

注意:
进行备份和恢复操作时，请使用控制盒 (CB) 内的一个 USB 端口。
使用 CB USB 端口更稳定，运行备份需要的时间更少。

备份系统

1. 按下页眉中的汉堡菜单图标然后选择**设置**。
2. 在系统下，点按**备份还原**。
3. 选择位置存储备份并按下**备份**。
4. 按下**确定**进行完全的系统重启。

还原系统

1. 按下页眉中的汉堡菜单图标然后选择**设置**。
2. 在系统下，点按**备份还原**。
3. 选择您的备份文件并按下**还原**。
4. 按下**确定**进行确认。

21.4.2 更新

从 USB 安装更新来确保机器人软件最新。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

更新软件

1. 按下页眉中的汉堡菜单图标然后选择**设置**。
2. 在系统下，点按**更新**。
3. 插入 USB 并按**搜索**以列出更新文件。
4. 在更新文件列表中，选择需要的版本并点按**更新**进行安装。

警告:
软件升级后务必检测你的程序。升级操作会改变程序中的轨迹。

21.4.3 网络

可以通过选择三种可用的联网方法之一来对机器人进行联网配置:

- DHCP
- 静态地址
- 禁用的网络（如果不希望将机器人连接到网络）

根据选择的联网方法配置网络设置:

- IP 地址
- 子网掩码
- 默认网关
- 首选 DNS 服务器
- 备用 DNS 服务器

注意：按下**应用**来应用更改。

21.4.4 管理 URCaps

可以管理现有 **URCaps** 或在机器人上安装一个新的 URCap。

1. 按下页眉中的汉堡菜单然后选择**设置**。
2. 在系统下，选择 **URCaps**。
3. 按下 **+** 按钮，选择**.urcap** 文件然后按下**打开**注意：可在**激活的 URCap** 字段选择新的 URCap 来查看有关它的更多详情。更多信息出现在下方 **URCap 信息**字段的下方。
4. 如果希望继续该 URCap 的安装设置，请按**重启**。完成该步之后，URCap 已安装好，可随时使用。
5. 如要移除已安装的 URCap，从激活的 URCap 中选择它，然后按 **-** 按钮，再按**重启**使更改生效。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

21.4.5 远程控制

机器人可以处于本地控制（由示教盒控制）或远程控制（由外部控制）。

本地控制不允许	远程控制不允许
通过网络发送给机器人的通电和制动释放	从移动选项卡移动机器人
接收和执行通过网络发送给机器人的机器人程序和安装	从示教盒开始
启动时自动启动程序，由数字输入控制	从示教盒加载程序和安装
启动时自动释放制动器，由数字输入控制	自由驱动
启动程序，由数字输入控制	

默认情况下，通过网络或数字输入进行机器人控制是受到限制的。启用并选择远程控制 功能移除该限制。通过切换机器人的本地控制配置文件（PolyScope 控制）来启用远程控制，从而可以远程控制所有运行的程序和执行脚本。
注意：启用设置中的远程控制功能来访问配置文件中的远程模式和本地模式。

启用远程控制

1. 按下页眉中的汉堡菜单然后选择**设置**。
2. 在系统下，选择**远程控制**。
3. 按下**启用**来使远程控制功能可用。PolyScope 保持活动。注意：启用远程控制不会立即启动该功能。它让您能够从本地控制切换到远程控制。
4. 在配置文件菜单中，选择**远程控制**更改 PolyScope。注意：您可以通过在配置文件菜单中切换或选择操作员或编程员（如果指定了密码）回到本地控制。

注意:

- 尽管远程控制限制您在 PolyScope 中的操作，您仍然可以监视机器人状态。
- 当遥控器中的机器人系统关闭时，它将在遥控器中启动。

21.5 关闭机器人

关闭机器人按钮可让机器人断电或重启。

关闭机器人

1. 按下页眉中的汉堡菜单然后选择**关闭机器人**。
2. 出现关闭机器人对话框时点击 **关机**。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

术语

停机类别 0 当机器人的电源被切断后，机器人立刻停止工作。这是不可控的停止，由于每个关节会以最快的速度制动，因此机器人可能偏离程序设定的路径. 当超过安全评定极限，或当控制系统的安全评定部分出现错误的情况下方可使用这种保护性停止。了解更多信息，请参阅 ISO 13850 或 IEC 60204-1。

停机类别 1 当为机器人供电使其停止时，机器人就停止，当机器人实现停止后切断电源。这是可控性停止，机器人会遵循程序编制的路径。一旦机器人站稳后就将电源切断。了解更多信息，请参阅 ISO 13850 或 IEC 60204-1。

停机类别 2 机器人通电时的可控性停止。安全评定控制系统的操控可使机器人停留在停止的位置。了解更多信息，请参阅 IEC 60204-1。

3 类 术语类别不应与术语停机类别混淆。类别是指作为某一性能等级的基础使用的结构类型。*3* 类结构的一个显著特性便是发生单一故障时不会丧失安全功能。了解更多信息，请参阅 ISO 13849-1。

性能等级 性能等级（Performance Level, PL）是一个分离的等级，它用于说明控制系统中各个与安全相关的部分在可预测的条件下执行安全功能的能力。PLd 是第二高的可信度分类，它意味着安全功能相当值得信赖。了解更多信息，请参阅 ISO 13849-1。

诊断覆盖率（DC） 用于衡量为了达到评定的性能等级而实施的诊断的有效性。了解更多信息，请参阅 ISO 13849-1。

平均危险失效时间（MTTFd） 平均危险失效时间（MTTFd）指的是为了达到评定的性能等级而进行计算和检测所得的值。了解更多信息，请参阅 ISO 13849-1。

集成商 集成商即设计机器人最终安装的机构。集成商负责进行最终风险评估，必须确保最终安装遵循当地的法律法规。

风险评估 风险评估即识别所有风险并将风险降低到适当程度的整个过程。风险评估应进行记录存档。详情请参考 ISO 12100。

合作机器人应用 术语合作是指在机器人应用中操作员与机器人之间的协作。准确的定义和描述参见 ISO 10218-1 和 ISO 10218-2。

安全配置 安全相关功能和界面可通过安全配置参数来配置。它们通过软件界面进行定义，参见第 II部分。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

索引

B

Base I-49

C

Control Box I-19

E

Elbow I-49
EtherNet/IP I-23, II-101

I

I/O I-23, I-27, II-3, II-25, II-85, II-86, II-107

M

Mini Displayport I-23
MODBUS I-23, II-91, II-99, II-101, II-108
Move II-105
MoveJ II-42, II-95, II-105
MoveL II-42, II-95, II-105
MoveP II-42, II-95

P

PolyScope . xi, I-13, II-3, II-7, II-9, II-28, II-31, II-56, II-81, II-99, II-101, II-117, II-120
Pose Editor II-104

S

Shoulder I-49

T

TCI II-53

U

UR+ xii
URCaps II-119

?

交融 II-45
交融参数 II-46
产品质量保证 I-47
以太网 I-23, II-99
以太网/IP II-85
位姿编辑器 II-104
位置 II-23
位置范围 II-19
保存... ..... II-4, II-113, II-115

?

倾斜角度 II-25
停止 II-5
停止时间 II-18
停止状态 II-8
停止距离 II-18
关于 II-117
关节区 II-43
关节负载 II-111
关节限值 II-19
关闭 II-120
减速模式 I-13
初始化 II-4, II-8
删除 II-21
制箱的安装支架 xii
力模式 II-70
功率 II-18
动量 II-18
半径 II-23
变量 II-31, II-42
只有当安全系统通过机器人紧急停止输入或紧急停止按钮触发进入紧急停止状态时，系统紧急停止 II-26
可变特征 II-44
可变路点 II-44
可配置 I/O I-26
回零 II-104
基座 II-7, II-44
安全 I/O I-9, I-12, I-26, I-27
安全功能 I-9, I-10
安全平面 II-20, II-103, II-105
安全校验和 II-4, II-17
安全设置 I-3, II-15, II-118
安全评估 xii
安全说明 I-41
安全配置 I-7, II-15–II-17, II-19
安装 II-3, II-113
安装设置 II-87, II-114
安装设置变量 II-87
屏幕 II-3
工具 II-23

工具 I/O I-35
工具中心位置 II-23
工具中心点 II-18, II-44, II-81, II-104
工具位置 II-23, II-24
工具力 II-18
工具方向 II-24, II-25
工具特征 II-94
工具通信接口 II-89
工具速度 II-18
工厂预设值 II-17
平移角度 II-25
底座特征 II-94
开关情况结构 II-62
弹出窗口 II-54
当安全系统处于**正常模式**以及**缩减模式**时，正常 & 缩减工具方向限值 II-25
当机器人停在设置的安全回零位置时，安全回零 II-27
当由于紧急停止或防护停止而使机器人停止或处于停止过程中时，机器人未停止 . II-27

恢复模式 I-13, II-19
成功 II-61
手动模式 II-13
手动高速 II-4, II-14
打开... ..... II-4, II-113
控制箱 . I-23, I-25, I-33–I-35, I-63, II-7, II-87, II-107
播放 II-5
支架 I-23
文件夹 II-55
文件路径 II-113
新建... ..... II-4, II-113
方向矢量 II-50
日志 II-3
显示 II-21
服务手册 xii
未缩减模式 II-27
机器人 II-23, II-103, II-104
机器人手臂 . I-23, II-7, II-8, II-69, II-70, II-72, II-103
机器人移动 II-27
机器人程序节点 II-40
机器人限值 II-17
机器手臂 II-87
机械手腕 II-7
机械手臂 I-63
标准 I-63, I-65
标准模式 II-41, II-105
框架 II-71
模式 I-13, II-20
模式：手动 II-4
模式：本地 II-4
模式：自动 II-4
模拟 II-4
模板 II-73
正常 II-20
正常 & 缩减 II-20
正常工具方向限值 II-25
正常平面 II-22
正常模式 II-18, II-25
步骤 II-5
汉堡菜单 II-4
测试按钮 II-72

点 II-71
特征 II-91, II-94, II-104
特征菜单 II-71
电压 II-107
直到 II-50
直到工具接触 II-51
直到表达式 II-51
直到距离 II-51
相对路点 II-44
示教盒 . I-19, I-20, I-33, II-3, II-7, II-27, II-72, II-120
示教盒的控制箱 xii
禁用 II-20
禁用工具方向限值 II-25
移动 II-3, II-13, II-42, II-43, II-54
移动工具 II-103
移动机器人至 II-32
程序 II-3, II-31, II-73, II-113, II-114
程序和安装管理器 II-4, II-113
程序树 II-35
程序节点 II-35, II-40
等待 II-53
简单 II-71
系统紧急停止 II-26
编程机器人 II-5
编辑位置 II-23
缩减 II-20
缩减工具方向限值 II-25
缩减模式 II-18, II-23, II-25–II-27

肘部 II-7
肘部力 II-18
肘部速度 II-18
肩部 II-7
脚本手册 xii
自动 II-104
自动模式 II-13

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

自动模式防护停止 II-26
自动模式防护重置 II-26
自定义 II-18
自由驱动 I-13, II-13, II-72, II-94, II-104, II-106
行动 II-32
表达式编辑器 II-62
被禁用 II-22
触发器缩减模式 II-20
触发平面 II-22
警告标志 I-4
设置 II-53, II-106, II-117
路点 II-9, II-42, II-44, II-45, II-49
输入信号 II-26
输出信号 II-26
输送机跟踪 I-26, II-72
输送机跟踪设置 II-91
运动 II-71
运行 II-3, II-31
运行程序 II-5
远程控制 II-88, II-120

通用 I/O I-26
速度滑块 II-4, II-13
配置机器人安装 II-5
重命名 II-21
错误 II-61
锥中心 II-25
锥角度 II-25
防护重置 II-26
限制肘部 II-21
集成商 I-7
页尾 II-32
页眉 II-3
页脚 II-3
风险评估 I-3, I-7, I-8, I-10
齐 II-104

版权所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S. 保留所有权利。

Software version: 5.6