

# FRANKA EMIKA ROBOT

## 安装和使用指导手册

---

第 1 部分  
基本信息

第 2 部分  
Franka Emika Robot 作为机械半成品的组装说明

第 3 部分  
Franka Emika Robot 系统的进一步用户使用说明

第 4 部分  
其他产品（抓手、面向研究人员的 Franka Emika Robot  
和 CE 开箱即用解决方案）



原版手册

© Copyright 2021  
Franka Emika GmbH  
Frei-Otto-Strasse 20  
80797 Munich  
Germany

只有经 Franka Emika GmbH 明确授权，才能复制本文档和摘录或将其提供给第三方。

我们已参考所述的软硬件对本文档的内容进行过细致的合规检查。但是，不能完全排除差异，因此不能保证完全合规；如发现不符之处，概不负责。

为维护客户利益，我们保留随时对硬件、软件和文档做出改进和更正的权利，恕不另行通知。

欢迎大家发送邮件至 [documentation@franka.de](mailto:documentation@franka.de) 提出意见和批评，我们将不胜感激

英文文档是原版文档。  
其他语言是原版文档的翻译版本。

发行版本：2021 年 10 月，适用于软件版本 4.2.0 及更高版本

# 内容概述

## 第 1 部分 - 基本信息

<b>FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册</b>	10
<b>基本概念导读</b>	
• 安全说明和基本信息	
• 更新记录	
• 术语表	
• 责任通知	
• 人员	
• Franka Emika Robot 预期用途	
• 一般安全措施	
<b>关于我们</b>	28
• Franka Emika GmbH	
<b>FRANKA EMIKA ROBOT 技术规格</b>	32
• 数据表	
• 其他技术规格	
• Franka Emika Robot 可达空间	
• 正确的安装场所	
<b>使用权和财产权</b>	44
• 标识	
• 使用权和财产权	

## 第 2 部分 - Franka Emika Robot 作为机械半成品的组装说明

致集成商	50
• 集成商指导说明	
FRANKA EMIKA ROBOT 合规认证	54
• 公司声明	
• 进一步声明	
• 设备上的标签	
FRANKA EMIKA ROBOT 简介	62
• 设备概述	
• 标准配置及需另外购置的设备	
提前规划	68
• 危险区、工作空间和安全防护空间	
• Franka Emika Robot 的工作模式	
• Franka Emika Robot 可能带来的危险	
• 可能面临的应用相关危险	
• Franka Emika Robot 使用和定位的实用提示	
• 紧急停止装备	
• 制动机制	
• 安装场所准备	
交付和运输	90
• 交付和运输	
• 处理和挪动	
• 臂架重新包装	

# 内容概述

装配和安装	96
• 拆开 Franka Emika Robot 包装	
• 安装臂架	
• 末端执行器	
• 拆开包装并安装控制装置	
• 布线和电气安装	
紧急操作指南	108
• 故障保护安全锁止系统	
• 在紧急情况下手动移动臂架	
启动	114
• 接通电源	
• 测试紧急停止系统	
• 连接用户接口设备	
• 软件设置	
• 向 Franka Emika Robot 教授任务	
• 向 Franka Emika Robot 教授任务：指导详细信息	
• 后退并检查	
• 让 Franka Emika Robot 运行任务	
• 关闭电源	
保养、维修和支持	134
• 清理	
• 更新	
• 维修和支持	
• 故障排除	
• 处置	

## 第 3 部分 - Franka Emika Robot 系统的进一步用户使用说明

<b>使用 FRANKA EMIKA ROBOT</b>	142
• Franka Emika Robot 电动工具	
• 机器人操作提示	
• 工作台	
• 应用	
• Franka World	
• 管理应用和更新	
• 教学	
• 执行	
• Hub	

## 第 4 部分 - 其他产品（抓手、面向研究人员的 Franka Emika Robot 和 CE 开箱即用解决方案）

<b>FRANKA EMIKA ROBOT 抓手</b>	160
• 简介	
• 规格	
• 产品合格认证	
• 正确的安装场所	
• 安装和操作	
<b>面向研究人员的 FRANKA EMIKA ROBOT</b>	174
• 简介	
• 其他合规认证	
• Franka 控制接口 (FCI)	
• 布线和安装	
<b>CE 开箱即用解决方案</b>	180
• 简介	
• 法律框架	

# 第 1 部分

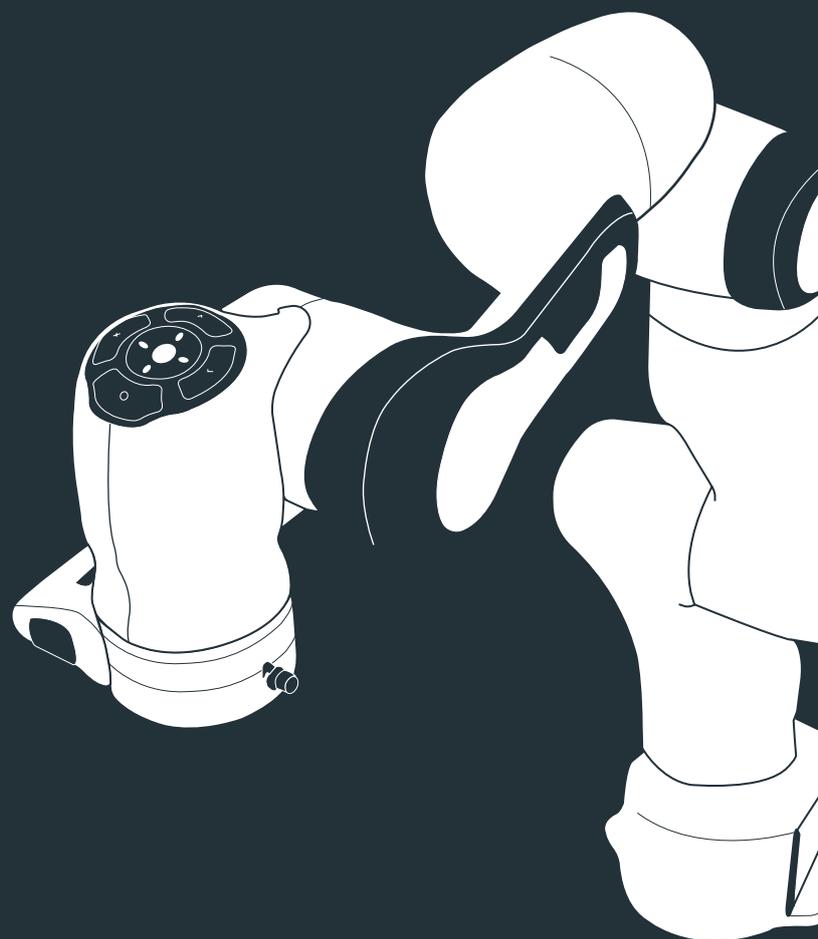
基本信息



# FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册

## 基本概念导读

- 安全说明和基本信息
- 更新记录
- 术语表
- 责任通知
- 人员
- Franka Emika Robot 预期用途
- 一般安全措施



# FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本概念导读

## 安全说明和基本信息



安装、启动及操作设备前，请仔细阅读本手册及与之相关的任何其他文档。特别是，务必格外注意安全说明和基本原则，标记如下：

### 安全

#### 危险

危险表示违反说明或标准将导致死亡或严重伤害。

#### 警告

警告表示违反说明或标准可能导致死亡或严重伤害。

#### 小心

小心表示违反说明或标准可能导致轻度或中度伤害。



标有黄色惊叹号的警告表示一般安全相关信息。

#### 安全说明

安全说明表示需要严格遵守的流程。

### 指示

#### 注意

标有“注意”的文字部分表示违反说明或标准可能导致其他非人身伤害的损失。

#### 

指示前往何处了解进一步的信息。

## 更新记录

本文件与之前的2020年10月版本相比，变化包括。

- 系统的名称改为Franka Emika Robot。
- 增加了新的颜色代码 "青色" (第73、74、118页)。
- 增加了 "单点控制" 和 "开始移动" 段落 (第148-151页)。

## 术语表

原名称 (英语)	名称	描述
Franka Emika GmbH	Franka Emika GmbH	Franka Emika GmbH (简称“FE”) 是公司名称。我们创立的一家公司，目前正在研制 Franka Emika Robot。
Franka Emika Robot/Franka Emika Robot System	Franka Emika Robot/Franka Emika Robot 系统	Franka Emika Robot 系统由臂架和控制装置等系统部件构成，以下简称 Franka Emika Robot。
Franka Emika Robot - CE out of the box solutions	Franka Emika Robot - CE 开箱即用解决方案	Franka Emika 已依据机械指令对某些特定应用实行合格评定程序。此类 CE 开箱即用解决方案面向欧洲经济区、瑞士和土耳其客户公开发售。经快速检查后，即可立即开始使用 Franka Emika Robot - CE 开箱即用解决方案，无需进一步实施危害和风险评估。
Arm	臂架	臂架是 7 轴灵敏机械臂，它是 Franka Emika Robot 的重要组成部分。
Control	控制	控制装置是主控计算机，它是 Franka Emika Robot 的重要组成部分。
Hand	抓手	抓手是专为 Franka Emika Robot 设计的电动二指平行抓手。抓手可根据需要选购。
Franka Control Interface (FCI)	Franka 控制接口 (FCI)	Franka 控制接口 (FCI) 是低电平 1 kHz 接口，通过外部 UDP 通道发出扭矩、关节位置/速度或笛卡尔位姿/转动命令。此接口仅限研究使用。
Pilot	导航装置	导航装置是臂架用户界面，用于引导和操作臂架和/或工作台。由手柄和圆盘组成。
Desk	工作台	工作台是 Franka Emika 推出的基于 Web 的直观图形化编程用户界面。

## FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本概念导读

Interface device	接口设备	接口设备（支持 Web 浏览器的商用 PC、平板电脑或笔记本电脑）通过以太网电缆连接臂架基座。用户可以通过接口设备在 Web 浏览器中访问工作台。
PC workstation	PC 工作站	PC 工作站可通过以太网连接控制装置（可选）。为使用 Franka Emika Robot 实时接口 FCI，必需配备工作站。
Web browser	Web 浏览器	一种在接口设备上运行的软件应用，作为连接工作台的媒介，营造直观的图形用户编程界面环境。例如：Chrome、Edge 和 Firefox
Franka Academy	Franka Academy	Franka Academy（简称 FE Academy）是我们的培训中心
Franka World	Franka World	Franka World 是 Franka Emika 推出的基于云的解决方案，用于管理整队机器人并通过 Franka Store 获取应用和功能： <a href="https://www.franka.de/world">https://www.franka.de/world</a>
Franka Store	Franka Store	Franka Store 是 Franka Emika 的网上商店。商店提供应用、捆绑包和硬件，支持轻松在线订购。商店隶属于 Franke World： <a href="https://www.franka.de/world">https://www.franka.de/world</a>
App	应用	应用是模块化机器人程序，每款应用代表机器人任务的部分步骤。应用可在 Franka Store 中进行购买并通过参数化处理整合至工作台，形成完整的自动化任务。从技术层面而言，应用是具有特定格式的状态机。
Task	任务	工作台任务代表整个自动化例程。任务由一个或多个应用组成。
Integrator	集成商	集成商是负责组装机械并执行分析的人员：即将机械半成品组装成机械成品，再进行适当的分析，识别并消除遗留风险或将风险降至最低水平，以免危害安全和健康。集成商对最终应用的安全性负责。有关进一步的信息，请参阅章节：简介/人员。

Responsible person	负责人	Franka Emika Robot 负责人可以是企业家、研究所所长、雇主，也可以是 Franka Emika Robot 委托使用代表。负责人负责遵守职业健康条例和操作安全法令（例如，美国职业安全与健康管理局 (OSHA) 条例和公法）。
Operator	操作人员	操作人员是有权访问 Franka Emika Robot 并在负责人和管理员设定的限制内通过用户界面工作台使用 Franka Emika Robot 的人员。  可以在工作台将“操作人员”角色分配给用户。操作人员只有工作台的部分访问权限。
Administrator	管理员	管理员是负责人授权代表，负责访问机器人系统并运用用户界面工作台完成以下工作： - 设置及更改角色、访问权限和密码 - 设置及更改系统的非安全相关参数（例如，更改末端执行器设置...） - 编程及训练机器人系统
Grip	手柄	手柄是导航装置的一部分，用于进行手动引导。
Disc	圆盘	圆盘是导航装置的一部分，用于操控臂架和/或工作台。
Enabling button	启用按钮	启用按钮是手柄的一部分，同样也是导航装置的一部分。它可以激活臂架移动。

## FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本概念导读

Emergency stop device	紧急停止装置	紧急停止装置集成到输电干线与控制装置之间，以便在紧急情况下切断 Franka Emika Robot 的电源。届时 Franka Emika Robot 将以最大电容制动，锁止螺栓以机械方式锁定臂架。
External enabling device	外部支持设备	外部支持设备插入臂架基座。半按下外部支持设备并保持这一状态可以测试及运行自动机器人程序。
External activation device	外部激活设备	外部激活设备插入臂架的插座 X3。外部激活设备进入“启动状态”位置后，即可使用臂架自动执行任务。
Connecting cable	连接线	连接线用于连接臂架与控制装置。
Fail-safe safety locking system	故障保护安全锁止系统	故障保护安全锁止系统用于在臂架断电后锁定臂架的全部 7 个轴，这样即使在断电时臂架也能保持在适当的位置。在下文中也称为“安全锁止系统”。
Unlocking tool	解锁工具	解锁工具可用于在紧急情况下手动解锁安全锁止系统并移动臂架，即使未通电也不受影响。
Emergency unlocking	紧急解锁	紧急解锁是指使用解锁工具解锁安全锁止系统的过程，目的是在臂架未通电的情况下手动移动臂架。
Emergency unlock	紧急解锁	臂架的紧急解锁标签表示可以在臂架上完成紧急解锁的三个位置。
Axes/joints	轴/接头	机械臂由 7 个连续的接头或轴组成。在这些接头的共同作用下完成移动。
Guiding	引导	引导是指手握臂架进行人工移动的过程，例如传授新位姿。
Guiding mode	引导模式	引导模式通过锁定或解锁不同空间方位或在空间内旋转来帮助进行引导。例如，臂架可以沿三个空间方位移动。您可以使用手柄上的引导模式按钮切换引导模式，也可以直接通过工作台切换引导模式。
Guiding Button	引导按钮	引导按钮位于导航装置手柄上。您可以使用此按钮引导臂架，同样只需半按下启用按钮即可。

Teaching	教学	教学过程采用引导方式，比如将臂架移动到某个特定位姿，然后学习并记忆这个位姿。
Tracking Error	跟踪误差	臂架按目标移动指示完成的实际移动存在微小偏差，人们将此称之为“跟踪误差”。
Pose	位姿	位姿是指臂架的位置，包括臂架定位和空间方向。
Working Space	工作空间	腕部参考点可以掠过的空间随各腕部接头旋转或平移的范围而扩大。有关进一步的信息，另请参阅章节：提前规划/危险区和安全区。
Hazardous Zone	危险区	危险区 - 任何可能使人面临危险的机械放置空间和/或周边空间。另请参阅章节：提前规划/危险区和安全区。
Safeguarded Space	安全防护空间	借助安全保护屏障构筑的空间。另请参阅章节：提前规划/危险区和安全区。
Protective Measures	保护措施	为降低风险而推行的措施，通过以下人员落实： - 设计师和/或集成商（固有安全设计、保护和补充保护措施、使用信息）和/或 - 负责人/集成商（组织：安全工作程序、监督、工作许可系统；提供并使用其他保护装置；使用个人防护设备；培训）

## FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本概念导读

Stopping Distance	制动距离	制动距离是指激活紧急停止装置到完全停止这段时间臂架移动的距离。
Stopping Time	制动时间	制动时间是指激活紧急停止装置到臂架完全停止经历的时间。
Cartesian	笛卡尔	笛卡尔空间是三维空间，空间中的所有轴（x 轴、y 轴和 z 轴）互相垂直。
Interaction	相互作用	Franka Emika Robot 的设计宗旨在于安全便捷地编程和操作，而且能够快速学习及重新学习新任务。当 Franka Emika Robot 处于“监控停止”模式或正在接受引导（教学模式）时，Franka Emika Robot 发出白光，表示臂架准备就绪，随时可以进行交互。
Center Of Mass (COM)	质心 (COM)	质心是物体的重心。质点会受到重力作用。
Machinery Directive (2006/42/EU)	机械指令 (2006/42/EU)	机械指令 (2006/42/EG)（以下简称“机械指令”或“MD”）用于规范标准防护等级，旨在防范欧洲经济区、瑞士和土耳其机械和机械半成品事故。
Low Voltage Directive 2014/35/EC	低电压指令 2014/35/EC	低电压指令 (2014/35/EC)（以下简称“低电压指令 (LVD)”）用于规范欧洲经济区、瑞士和土耳其的电子操作设备安全性。
Stop category 0	停止类别 0	通过立即切断供给机器驱动装置的电源来实现停止（依据 EN 60204）。
Stop category 1	停止类别 1	受控制的停止，供给机器驱动装置的电源一直保持，以使机器逐渐停止下来。只有当机器设备完全停止后电源才被切断（依据 EN 60204）。
Stop category 2	停止类别 2	受控制的停止，供给机器驱动装置的电源一直保持（依据 EN 60204）。
EMI Directive 2014/30/EU	EMI 指令 2014/30/EU	EMI 指令 (2014/30/EC)（以下简称“EMI 指令”）用于规范欧洲经济区、瑞士和土耳其的设备电磁兼容性。
RoHs Directive 2011/65/EU	RoHs 指令 2011/65/EU	RoHs 指令 (2011/65/EU)（以下简称“RoHs 指令”）用于限制欧洲经济区、瑞士和土耳其的电气和电子设备使用某些特定危险物质。

REACH 1907/2006	REACH 1907/2006	REACH 条例 (EG) 1907/2006 (以下简称“REACH”) 是一项化学品管理条例。
FCC rule 47 CFR part 15	FCC 认证 47 CFR 第 15 部分	FCC 代表美国联邦通讯委员会。FCC 是一家监管无线、卫星和有线通信的美国独立机构。特别是, 对设备的电磁兼容性问题进行了规范。
OSHA	OSHA	OSHA 的全称是“职业安全与健康管理局 (Occupational Safety and Health Administration)”, 是一家监管职业安全与健康问题的美国联邦机构。
libfranka	libfranka	libfranka 是一种用于实现 FCI 客户端接口的 C++ 软件库, 即实现与机器人之间的 1 kHz UDP 通信的驱动程序。另外, 还可以访问机器人模型库, 其中提供了机器人运动学和动力学模型。请通过以下网址进行访问: <a href="https://www.github.com/frankaemika/">https://www.github.com/frankaemika/</a>
franka_ros	franka_ros	franka_ros 是将 libfranka 集成至 ROS 生态系统 ( <a href="https://www.ros.org/">https://www.ros.org/</a> ) 的软件库。请通过以下网址进行访问: <a href="https://www.github.com/frankaemika/">https://www.github.com/frankaemika/</a>

# FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本概念导读

## 责任通知



本 Franka Emika Robot 系统专用于本手册所述之目的。

Franka Emika Robot 依据 EN ISO 9001 质量标准开发而来。设备生产在经 EN ISO 9001 认证的生产公司完成。开发期间全程遵循 EN ISO 12100 进行危害和风险评估，而且 Franka Emika Robot 及本手册同样以该标准作为理论依据。但是，误用不仅会威胁生命，还会对机器人及其他重要资产造成损伤和破坏。

因此：

- 仅可在良好技术条件下出于预期目的使用 Franka Emika Robot，严格遵循技术规格和操作条件，树立安全意识并防范可能面临的危险
- 使用期间必须遵循本手册规定的使用说明
- 如出现可能影响安全的故障，需立即予以修正
- 不允许对 Franka Emika Robot 进行改装

如上所示，如因误用导致损坏，生产商概不负责。

## 人员

### 警告

如果人员未完全符合资质要求，可能会造成严重人身伤害，或者引发重大机械设备损坏！

因此：

- 所有可能进入臂架工作空间的人员必须阅读并理解本文档，特别是“提前规划/紧急操作指南/启动”章节。用户必须能够运用个人知识和经验理解机器人系统可能带来的任何风险并谨慎操作。
- 负责人必须向有关人员明确传达 Franka Emika Robot 的局限性和限制。

### 警告

以任何形式使用 Franka Emika Robot 的人员必须要时刻全神贯注。否则，可能会发生严重的人身伤害。

因此：

- 切勿在服用可影响人体反应的毒品、酒精或药物后操作 Franka Emika Robot。

# FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本概念导读

负责人	<p>Franka Emika Robot 负责人可以是企业家、研究所所长、雇主，也可以是 Franka Emika Robot 委托使用代表。负责人负责遵守职业健康条例和操作安全法令（例如，美国职业安全与健康管理局 (OSHA) 条例和公法）。</p> <p>其中包括以下几个方面：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 负责人必须履行其监督义务。</li><li>● 负责人必须确保使用 Franka Emika Robot 的全体工作人员取得相应资质，而且了解 Franka Emika Robot 可能带来的危险。</li><li>● 负责人必须按给定间隔提供培训和指导，以便树立并强化风险意识。</li></ul>
集成商	<p>集成商是负责组装机械并执行分析的人员：即将机械半成品组装成机械成品，再进行适当的分析，识别并消除遗留风险或将风险降至最低水平，以免危害安全和健康。集成商对最终应用的安全性负责。</p>
操作人员	<p>操作人员是访问 Franka Emika Robot 并在负责人和管理员设定的限制内通过用户界面工作台使用 Franka Emika Robot 的人员。</p> <p>可以在工作台将“操作人员”角色分配给用户。操作人员只有工作台的部分访问权限。如需更多详情，请参阅章节：软件设置/。</p>
管理员	<p>管理员是负责人授权代表，负责访问机器人系统并运用用户界面工作台完成以下工作：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 设置及更改角色、访问权限和密码</li><li>- 设置及更改系统的非安全相关参数（例如，更改末端执行器设置...）</li><li>- 编程及训练机器人系统</li></ul>
运输和物流	<p>处理 Franka Emika Robot 及其部件的人员必须受过：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 处理重型敏感设备的培训</li></ul>
安装	<p>装备的负责人员需要具备下列专业知识：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 电气装备和安全工程方面的高级专业知识（特别是在安装紧急停止装置、电源保险丝以及任何保护装置方面）</li><li>● 根据本手册进行处理和安装的说明</li></ul>
清理人员	<p>只能由经过培训的人员进行清理。有关正确清理的详细信息，请参阅下列章节：保养、维修和支持。</p>



# FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本概念导读

## Franka Emika Robot 预期用途



如因误用导致损坏，生产商概不负责。所有风险均由负责人/集成商独自承担。



充分考量并遵守责任人制定的现行内部操作政策，例如培训、安全说明、操作政策以及可能面临的特定国家/地区限制（如适用）。

### 预期用途

Franka Emika Robot 为工业专用机器人。仅限在本文档所述的环境和作业条件下使用系统完成以下任务：

- 测试和检测
- 处理
- 安装

有关进一步的信息，请参考下一部分，其中列举了误用示例。

### 误用

任何与预期用途不符的应用均视为误用且明令禁止。其中包括：

- 人畜运输
- 超出规定操作限制使用
- 用作攀登辅助工具或倚靠机械臂
- 潜在易爆区使用
- 地下使用
- 处理放射性目标
- 户外使用
- 用作医疗产品
- 用作服务型机械臂，例如老年护理
- 靠近儿童使用

## 一般安全措施



除此处提出的“一般安全措施”以外，本文档还包括有关安装、启动、操作、维护、维修和处置的安全信息，同样必须格外注意。

### 警告

Franka Emika Robot 提供各种安全级别的功能和特性。“提前规划/Franka Emika Robot 的工作模式”章节对此进行了介绍。支持安全使用的功能与另一些仅作为特性提供的功能之间存在明显区别。EN ISO 13849-1 或 EN 62061 未将此类特性归类为安全功能。因此，哪怕提供此类功能，或许也并不可靠。使用功能时，机械臂随时可能出现危险移动甚至失控！经认定，此类故障极为罕见，仅在环境条件十分不利的情况下发生。因此，务必集中注意力并保持警惕，仔细留意各类故障，这是一项巨大的挑战。上述移动可能导致压伤、剪切、冲击、穿刺或穿透，甚至可能造成严重伤害。

因此：

- 在使用这些特性时，负责人/集成商全权负责根据本手册内容开展危害和风险评估，进而采取相应措施（结构措施或组织措施）。
- 务必确保操作人员认识到上述功能可能无法使用。

各种安全级别的功能和特性

### 警告

Franka Emika Robot 仅限在良好状态下使用。特别是，需保证电缆、插头、机械外壳等配件不存在裂纹、绝缘破损等损坏。一经发现损坏，应立即停止使用设备（例如，张贴“已禁用”标签）。如有疑问，请联系制造商。

良好状态

# FRANKA EMIKA ROBOT 及产品手册基本 概念导读

## 改装

### 警告

臂架配备 ISO 末端执行器法兰。其中可以安装不同的末端执行器。负责人/集成商负责开展适当的危害和风险评估并采取相应措施。如因安装设备造成损失，我们概不负责。

除安装末端执行器以外，不允许对 Franka Emika Robot 进行改装，否则将失去保修和责任索赔权利。

此类改装可能包括：

- 钻孔、箱体结构螺纹（改变箱体承重能力，因碎屑等杂物对内部部件造成污染或损坏）
- 涂清漆（改变排放能力，因清漆、加热等对故障保护安全锁止系统造成污染）
- 包裹机器人结构（阻碍充分对流）
- 打开设备（如果客户打开设备，我们将假设客户已进行改装）等

## 中断

### 警告

如果 Franka Emika Robot 指示可能发生故障或操作人员发现故障，则需先修复故障再继续操作。修复故障之前，系统必须始终保持停止运转状态。

## 净重

### 警告

臂架重约 18kg，控制装置重约 7kg。鉴于较重且部分采用几何设计（例如，安装法兰），挪动和处理设备可能造成背部损伤；一旦跌落，还可能导致手指、手部、脚趾和脚部严重受伤。

因此：

- 运输、安装或拆卸这些设备时，务必始终穿戴个人防护用品（例如，安全鞋）
- 必须妥善安放设备，防止倾斜或滑动
- 挪动或处理设备时，注意正确挪动（用腿挪动，而不是用背部）

#### 注意

臂架含灵敏机械部件和机电部件。如果处理或使用不当，可能会导致部件失准或损坏！

因此：

- 仅可在本手册规定的位置处理、挪动及运输臂架，以免过度压迫臂架接头
- 即使在安装臂架、接通电源或关闭电源时，也要轻拿轻放。例如，如果在停止和锁定状态下强行移动臂架，将触发内部安全系统并导致内部部件瞬间滑移。此类滑移会导致臂架失准和损坏，下次启动 Franka Emika Robot 时将检测到相关问题，届时工作台将通知操作人员停止使用 Franka Emika Robot。

#### 注意

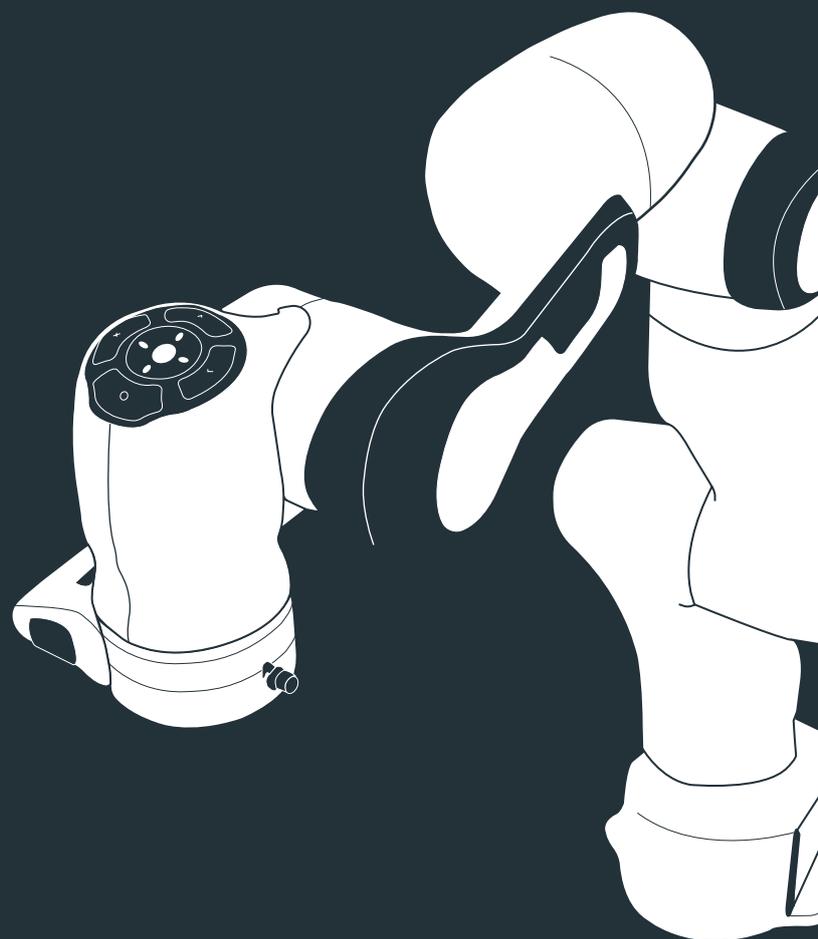
臂架和控制装置含灵敏机电部件。此类部件可能因机械冲击而失准或损坏！

因此：

- 避免撞击或粗暴摆放设备。
- 即使在建筑内运输设备，也请始终使用原始包装存放及运输设备

# 关于我们

- Franka Emika GmbH



# 关于我们



## 机器人技术的重新定义

Franka Emika 是德国慕尼黑的一家深科技公司，我们以世界最先进的机器人系统 Franka Emika Robot Powertool 重新定义了机器人技术。为了实现高性能和易用性，我们将以人为本的设计与值得信赖的德国工程技术完美结合，推出了这款技术杰作。最高水平的机电一体化技术、卓越的软体机器人性能、先进的可扩展功能 - 这些优点在产品上展现了前所未有的可用性、最高的性价比和无限的可扩展性。

## 建立社区

公司通过重新定义机器人技术立足业内，由此为广大用户创造了机会亲身体验和使用这项极具影响力的技术。凭借全球领先的软体机器人技术研究方面数十年的经验，我们从 2017 年开始将产品销往世界各地的专业领域，与专业人员分享技术上的突破成就。我们机器人平台支持人工智能，不仅提高了机器人技术和控制装置研究水平，还被最著名的机器学习和人工智能研究机构和企业以及医疗保健和教育机构所采用。而且，我们还建立了一个囊括软件和硬件开发商、分销商和解决方案提供商的全球合作伙伴网络，可以将我们的技术转化为巧妙、稳固且盈利的机器人辅助自动化解决方案。Power Powertool 因此在交付的第一年即成为最畅销的业内定制型机器人系统。自此，无论是技术娴熟的机器人技术专业人员，还是中小型企业以及跨国企业的工厂工人，众多用户均从这种新颖易用、灵活多变、经济高效的可扩展解决方案中获益匪浅。

## FRANKA WORLD 简介

重新定义机器人技术和建立社区之后，我们推出了一个创新的数字机器人平台，以此将数字技术与现实世界互相连接。Franka World 支持研究人员、合作伙伴、客户、开发人员、供应商等各方以及机器人之间的社区互动，从而推动工业 4.0 的前沿技术向前发展。除了便于通信，每个人还能以集中方式轻松访问全部机器人系列的产品、服务和管理，而不管他们身在何处。

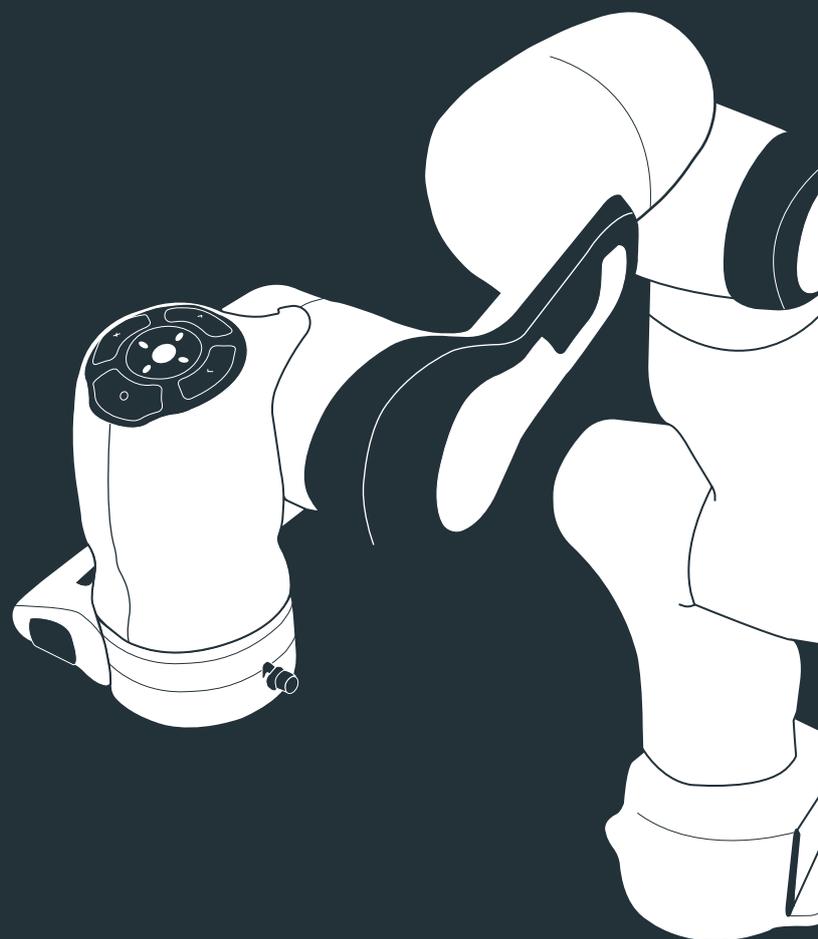
我们致力于创造全新的机器人平台技术，提高性能，改善每个人的访问便捷性，从而克服现代社会面临的重大难题之一，让整整一代人摆脱枯燥乏味、存在潜在危险且极其耗时的单调劳动。我们为开创一个人人均可使用机器人的世界而奋斗，我们将通过与这个世界的连接实现目标。

Franka Emika - 产品在德国设计、开发和制造。



# FRANKA EMIKA ROBOT 技术规格

- 数据表
- 其他技术规格
- Franka Emika Robot 可达空间
- 正确的安装场所



# 数据表<sup>1</sup>

## 机器人臂架和控制装置

发行版本：2020年4月

硬件	
臂架	
自由度	7
有效载荷	3 kg
工作区	请参阅第 36 页
最大触及距离	855 mm
作用力/扭矩传感	所有 7 个轴上均装有连杆侧扭矩传感器
预期标称使用寿命 <sup>3,4</sup>	20,000 小时
关节位置限制	A1、A3、A5、A7：-166° / 166° A2：-101° / 101° A4：-176° / -4° A6：-1° / 215°
安装法兰	DIN ISO 9409-1-A50
安装位置	垂直
重量	~ 17.8 kg
移动质量	~ 12.8 kg
防护等级	IP30
环境温度 <sup>2</sup>	15 °C ± 25 °C (标准) 5 °C ± 45 °C (扩展)
空气湿度	20 % ± 80 %，无冷凝
功耗	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大功率 ~ 350 W</li> <li>标准应用 ~ 60 W</li> </ul>
接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>以太网 (TCP/IP) 接口，用于使用桌面接口进行直观的可视化编程</li> <li>输入接口，用于外部支持设备</li> <li>输入接口，用于外部激活设备或保护设备</li> <li>控制连接器</li> <li>连接器，用于末端执行器</li> </ul>

控制	
控制器尺寸 (19")	355 x 483 x 89 mm (D x W x H)
电源电压	100 ± 240 V <sub>AC</sub>
主电源频率	47 ± 63 Hz
功耗	~ 80 W
有源功率因数	是
校正 (PFC)	是
重量	~ 7 kg
防护等级	IP20
环境温度	15 °C ± 25 °C (标准) 5 °C ± 45 °C (扩展)
空气湿度	20 % ± 80 %，无冷凝
接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>以太网 (TCP/IP) 接口，用于连接互联网和/或工作场所</li> <li>电源连接器 IEC 60320-C14 (V 型锁)</li> <li>臂架连接器</li> </ul>

1. 技术数据可能会有所变化。

2. 在超出标准温度范围之外的环境中操作时，使用寿命和性能可能会有所下降。

3. 根据 ISO 9283 (附录 A)，指定值指的是以 [0.515, 0.0, 0.226] m 为中心、法兰 Z 轴与地球重力方向平行并且肘部位置向上的 0.4 x 0.4 x 0.4 m 工作区。

4. 标称工作条件 (66% 的负载)。

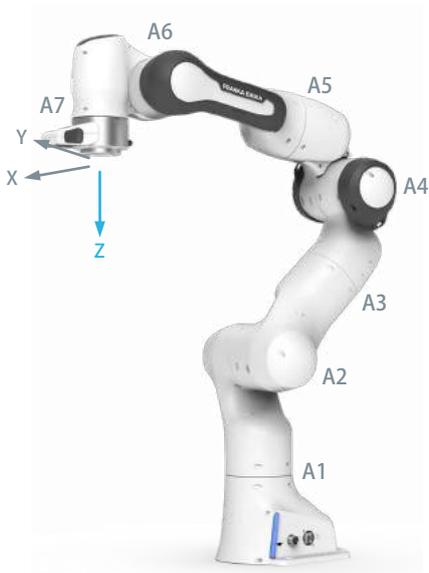
软体机器人性能		
移动		
关节速度限制	A1、A2、A3、A4：150° /s A5、A6、A7：180° /s	
笛卡尔速度限制	末端执行器速度最高 2 m/s	
重复定位精度	< +/- 0.1 mm (ISO 9283)	
路径偏差 <sup>3</sup>	< +/- 1.25 mm	
作用力		
传感 <sup>3</sup>		
作用力分辨率	< 0.05 N	
相对作用力精度	0.8 N	
作用力重复精度	0.15 N	
作用力噪声 (RMS)	0.035 N	
扭矩分辨率	0.02 Nm	
相对扭矩精度	0.15 Nm	
扭矩重复精度	0.05 Nm	
扭矩噪声 (RMS)	0.005 Nm	
1 kHz 控制 <sup>3</sup>		
最小可控力 (Fz)	0.05 N	
作业力控制器带宽 (-3 dB)	10 Hz	
作用力范围 [N]	标称情况	本地最佳情况
Fx	-125 ± 95	-150 ± 115
Fy	-100 ± 100	-275 ± 275
Fz	-50 ± 150	-115 ± 155
扭矩范围 [Nm]	标称情况	本地最佳情况
Mx	-10 ± 10	-70 ± 70
My	-10 ± 10	-16 ± 12
Mz	-10 ± 10	-12 ± 12
相互作用		
引导力	~ 2 N	
碰撞检测时间	< 2 ms	
标称碰撞反应时间 <sup>3,4</sup>	< 50 ms	
最坏情况下的碰撞反应时间 <sup>3</sup>	< 100 ms	
可调节的平移刚度	0 ± 3000 N/m	
可调节的转动刚度	0 ± 300 Nm/rad	
监控信号	关节位置、速度、扭矩 笛卡尔位置、速度、作用力	

附件	
符合安全等级 PLC 的安全改造方案	PLd 类别 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>安全转矩关断 (STO)</li> <li>安全 OSSD 输入</li> </ul>
完全集成的末端执行器	<ul style="list-style-type: none"> <li>两指抓手</li> <li>真空抓手</li> </ul>
快速安装	夹紧适配器
演示	弹出框
研究接口	1 kHz Franka 控制接口 (FCI)
现场总线	Modbus/TCP, OPC UA

## 其他技术规格

始终遵守各接头的扭矩极限：

- 轴 1 和 2：允许，重复峰值扭矩  $\leq 87 \text{ Nm}$
- 轴 3 和 4：允许，重复峰值扭矩  $\leq 87 \text{ Nm}$
- 轴 5、6 和 7：允许，重复峰值扭矩  $\leq 12 \text{ Nm}$



当臂段间隙两侧的两个三角形对齐时，则达到各接头的机械零位。

接头的机械零位



预期标称使用寿命期间无计划保养或维修间隔。

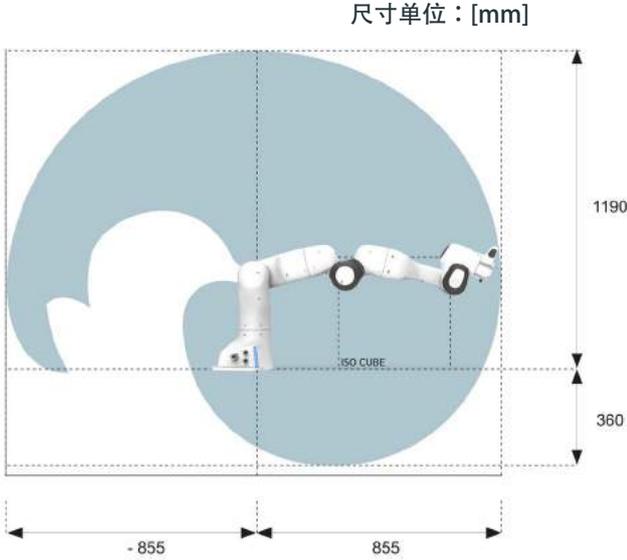
计划保养

Franka Emika Robot 机器人系统在工作站中的加权发射声压级不超过 70 dB (欧盟机械指令 2006/42/EC)。

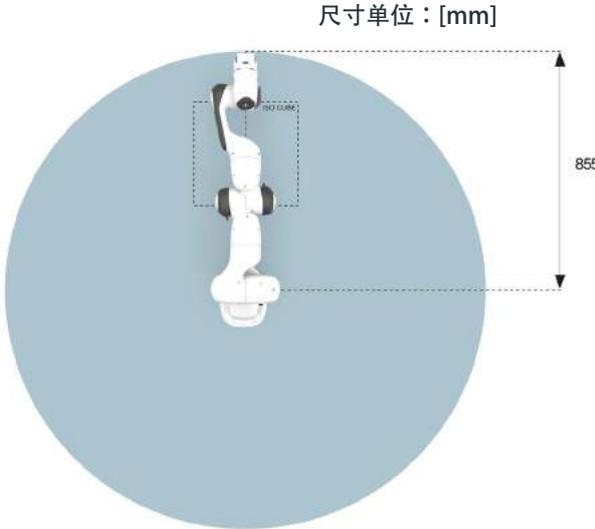
噪声发射

# Franka Emika Robot 可达空间

侧视图：末端执行器法兰的可达空间



顶视图：末端执行器法兰的可达空间





## 正确的安装场所

### 环境条件：臂架

#### 安装场所的条件要求

##### 安装场所

- 室内，封闭式建筑
- 避免阳光直射
- 无振动，无加速底座
- 不允许存在与地球磁场同等强度的外部磁场

##### 安装类型

- 设备仅可垂直安装（基座与地表水平）
- 不允许悬挂安装

##### 防护级别

- IP 30（符合 EN 60529:1991 标准）
  - IP 3x：防止直径  $\geq 2.5\text{mm}$  的固体侵入
  - IP x0：不防水

##### 环境介质

- 空气
  - 远离易燃物质（灰尘、气体、液体）
  - 远离侵蚀性介质
  - 远离腐蚀性物质
  - 远离“浮动部件”
  - 远离飞溅液体
  - 远离高压气流

##### 污染等级

- 2 级（符合 IEC 60664 标准）
  - “仅产生干燥、非导电的污染；偶尔发生因冷凝导致的短暂导电”

##### 环境温度

- $+15^{\circ}\text{C}$  至  $25^{\circ}\text{C}$ （标准）
- $+5^{\circ}\text{C}$  至  $+45^{\circ}\text{C}$ （扩展）
- $-10^{\circ}\text{C}$  至  $+60^{\circ}\text{C}$ （运输）
- $+5^{\circ}\text{C}$  至  $+25^{\circ}\text{C}$ （储存）

##### 相对空气湿度

- 20% - 80%，无冷凝

##### 安装高度

- 海拔高度  $\leq 2000\text{ m}$

### 警告

如果臂架安装不当，会造成机械臂产生故障和意外移动，或者导致臂架倒落。这可能会导致严重的人身伤害。

因此：

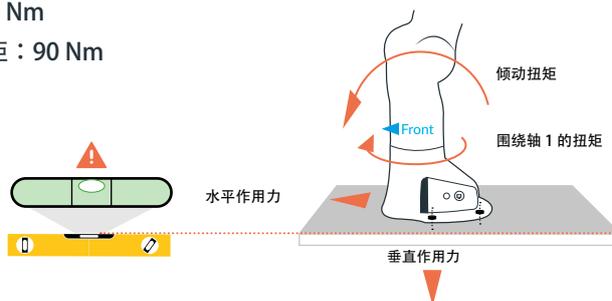
- 倘若机械臂未固定到目标位置，切勿接通机械臂电源。
- 在安装臂架时，务必使其基座与地面保持水平
- 不得悬置安装臂架
- 臂架平台必须稳固
- 平台不得移动，也不允许加速和振动
- 在地震多发区使用时，需要在危害和风险评估中考虑到地震多发因素。
- 必须正确设置螺栓连接，并将其拧紧
- 螺钉工作 100 小时后，需按照规定的拧紧扭矩重新拧紧！

臂架配有高度灵敏的传感技术和微调控制算法。控制算法要求设备必须安装在平稳、不移动、无振动的平台上。

稳定平台

尤其是，必须在静态和动态操作中支持以下最大作用力：

- 垂直作用力：410 N
- 水平作用力：300 N
- 倾动扭矩：280 Nm
- 围绕轴 1 的扭矩：90 Nm



必须使用 4 个相应尺寸的螺钉将臂架连接到基板上。为此，臂架的底部法兰盘上设有 4 个直径为 9mm 的钻孔。螺栓连接必须能够承受所产生的静态力和动态力。

与基板的螺栓连接

可能的螺栓连接示例：

- 基板厚度：20mm
- 4 个圆柱头螺钉，含内六角孔 M8x25mm – 强度 8.8 级
- 4 个 M8 垫圈
- 螺钉的拧紧扭矩为 23 Nm
- 请注意，螺钉工作 100 小时后，需按照规定的拧紧扭矩重新拧紧！

# FRANKA EMIKA ROBOT 技术规格

通风充足

## 注意

臂架包含电力电子元件和模块（电动装置、CPU 等），这些元件和模块会根据设备所受的压力而升温。臂架不包含主动冷却系统，这意味着产生的热通过臂架表面散发。

因此：

- 确保臂架通风充足
- 避免臂架受到阳光直射
- 确保臂架没有喷涂油漆、裱糊他物或被封裹

降额

当在“扩展的温度范围”内工作时，为了不使系统过热，臂架的可能应用情况会受限（例如，速度或加速度可能需要降低）。

## 环境条件：控制

安装场所的条件要求

安装场所

- 室内，封闭式建筑
- 避免阳光直射
- 无振动
- 不允许存在与地球磁场同等强度的外部磁场

安装类型

- 设备可以基于地表垂直或水平安装 - 但不能正面朝上安装！
- 安装在角支座中，例如，平台底部
- 安装在控制柜中（2U、4HP）

防护级别

- IP 20（符合 EN 60529:1991 标准）
  - IP 2x：防止直径  $\geq 12.5\text{mm}$  的固体侵入
  - IP x0：不防水

#### 环境介质

- 空气
  - 远离易燃物质（灰尘、气体、液体）
  - 远离侵蚀性介质
  - 远离腐蚀性物质
  - 远离“浮动部件”
  - 远离飞溅液体
  - 远离高压气流

#### 污染等级

- 2级（符合 IEC 60664 标准）
  - “仅产生干燥、非导电的污染；偶尔发生因冷凝导致的短暂导电”

#### 环境温度

- +15° C 至 25° C（标准）
- +5° C 至 +45° C（扩展）
- -10° C 至 +60° C（运输）
- +5° C 至 +25° C（储存）

#### 相对空气湿度

- 20 % - 80 %，无冷凝

#### 安装高度：

- 海拔高度  $\leq 2000$  m

#### 警告

Franka Emika Robot 的电绝缘设计取决于电源的具体规格。超规格使用 Franka Emika Robot 系统可能面临电击或火灾隐患！

务必确保按规格要求使用 Franka Emika Robot。



如果电源插座连接的设备太多，可能导致电气装备过载，进而引发阴燃火。

因此：

- 确保 Franka Emika Robot 的连接不会导致电气装备过载
- 确保安装了相应的过载保护装置

# FRANKA EMIKA ROBOT 技术规格

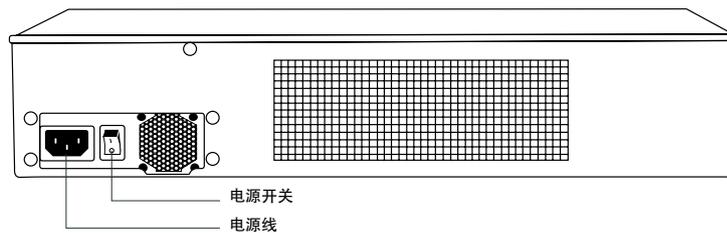
## 与电源的连接

控制装置电源输入值范围广泛：电源电压从 100 V<sub>AC</sub> 到 240 V<sub>AC</sub>，电源频率从 47 到 63 Hz。电源必须属于过压类别 II (OVC II) 或 OVC I。当使用 Franka Emika 的紧急停止装置（Franka Emika 货号：#78456374）时，必须使用最大电流 6A 的保险丝来保护电源。如果抛开该紧急停止装置改用其他解决方案安全切断 Franka Emika Robot 的电源，则需要在电源中使用电流 10A 的保险丝来保护控制装置。

## 切断 Franka Emika Robot 的电源

用户可通过以下两种方式切断 Franka Emika Robot 的电源：

- 切断控制装置背面的电源线
- 可以使用控制装置背面的电源开关。使用开关关闭系统电源后，请确保预留充足的等待时间（即，约 1 分钟），然后再使用开关重新打开系统电源。



## 能源消耗

Franka Emika Robot 必须在平均功率介于 140 - 350W 的情况下才能进行标准操作。电源所产生的电功率可能瞬间高达 600 W。

#### 注意

如果控制装置的上游电源中的保险丝烧断，Franka Emika Robot 将断开电源。在故障保护锁止螺栓锁住 7 个轴之前，臂架也会通过制动尽可能做出反应。Franka Emika Robot 将安全停止。紧急制动系统仅限处理罕见紧急事件，Franka Emika Robot 可能会在安全停止后失准或损坏。随后，Franka Emika Robot 将于下次启动时检测可能出现的失准或损坏，并通知操作人员停止使用 Franka Emika Robot。

因此：

- 必须选择对应的电源保险丝

#### 注意

控制装置包含电力电子元件和模块（电动装置、CPU 等），这些元件和模块会根据设备所受的压力而升温。内部的主动通风系统从外界吸入空气，然后通过控制装置的箱体将空气送出。

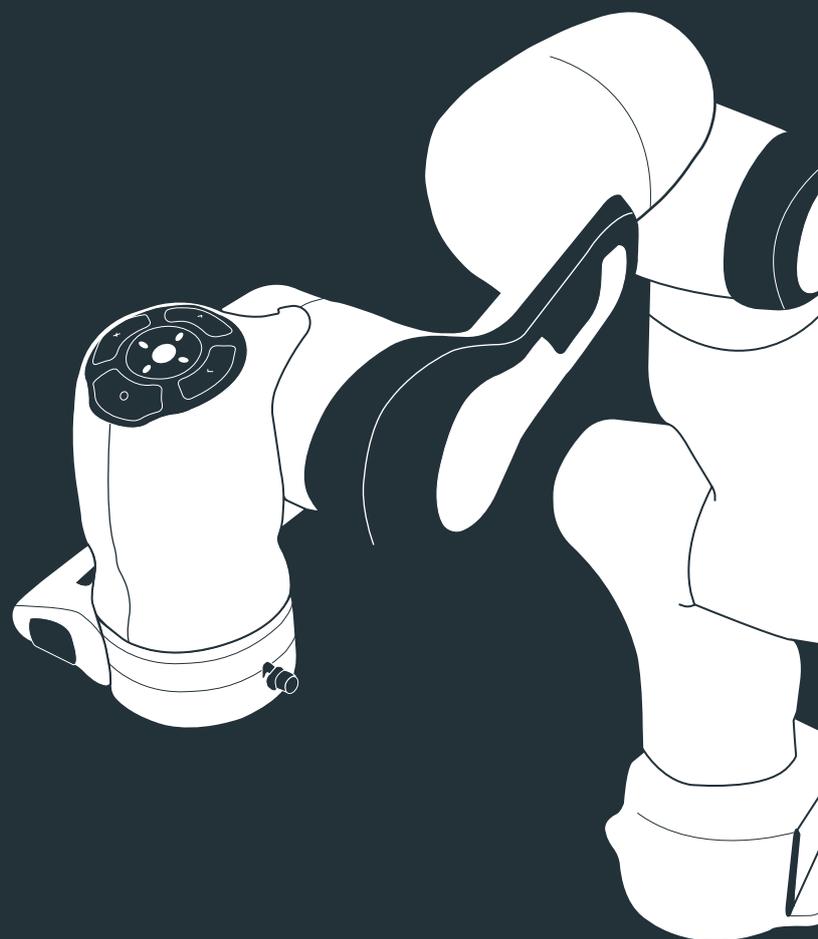
因此：

- 确保控制装置通风充足
- 确保前通风装置与覆盖部件之间有足够的距离
- 确保后通风装置与覆盖部件之间有足够的距离
- 确保通风装置不会被污染物阻塞
- 确保控制装置不会直接暴露在阳光下

通风充足

# 使用权和财产权

- 标识
- 使用权和财产权



## 使用权和财产权

### 标识

撕毁标识 不得撕毁或改动用于识别产品或操作软件的版权声明、序列号及其他任何类型的标签。

## 使用权和财产权

使用权授予 Franka Emika Robot、操作软件、应用等使用条款在单独的文档中提供。

受保护的商标 在本手册中，我们是指下文未明确指出的受保护商标。未做出相关指示并不意味着对应的产品名称不涉及第三方权利。以下商标是受保护的商标：

- Franka Emika Robot 是 Franka Emika GmbH 的商标
- Microsoft 是注册商标，Windows 是 Microsoft Corporation 在美国及其他国家/地区的象征
- GOOGLE、Mozilla、CHROME、ITEM 是注册商标

商标权 负责人不享有 Franka Emika 商标、徽标或商品名称的任何权利或索赔权利。

开源代码使用 用户可通过工作台设置访问 Franka Emika Robot 使用的所有开源许可证的完整列表。



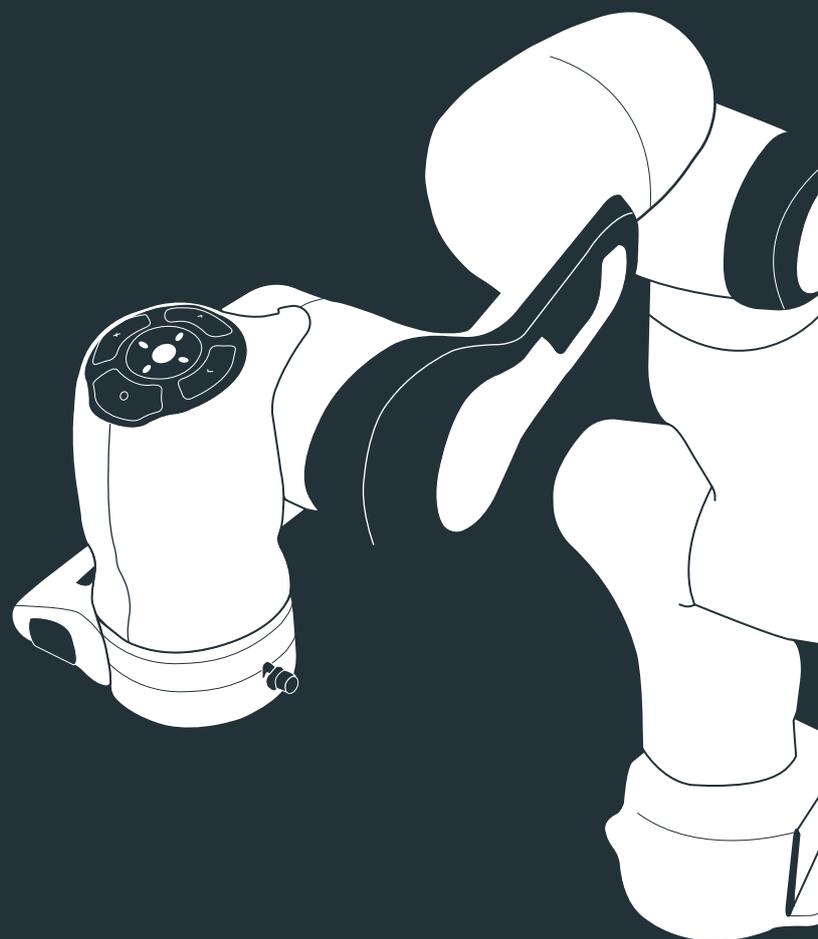
## 第 2 部分

Franka Emika Robot 作为机械半成品的组装说明



# 致集成商

- 集成商指导说明



## 致集成商

### 集成商指导说明

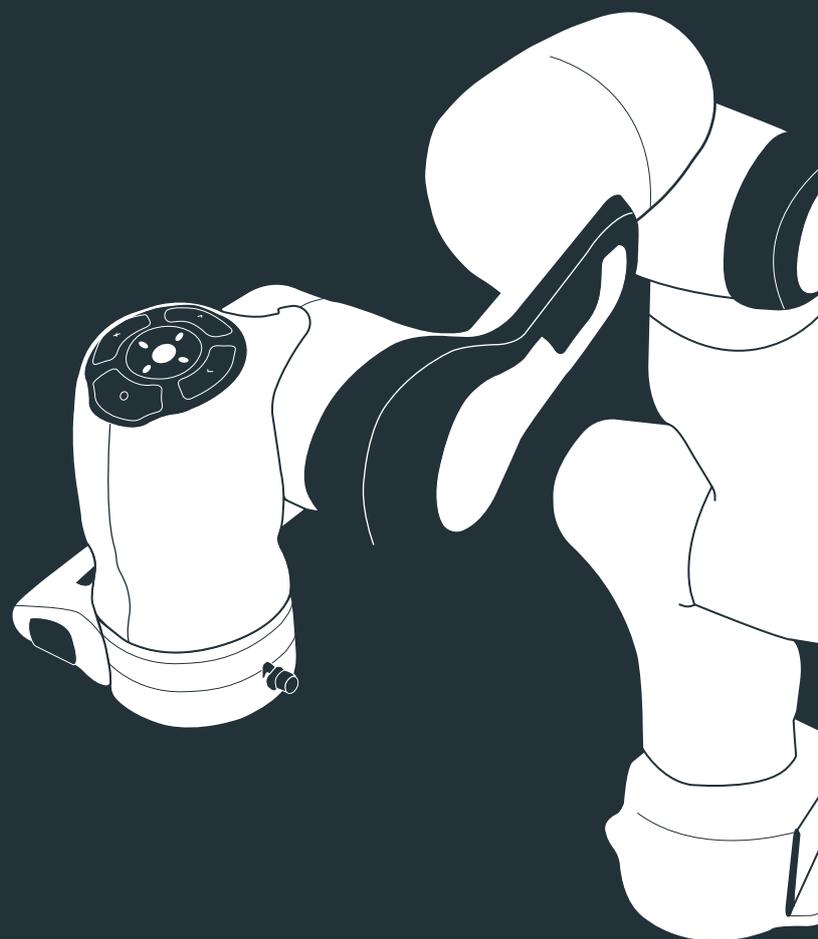


本当包含 Franka Emika Robot 作为机械半成品的组装说明，同时对必须满足的条件进行了介绍，旨在正确融入机械成品，以免危害安全和健康（例如，机械指令 2006/42/EC 附录 I）。集成商是负责组装机械并执行分析的人员：即将机械半成品组装成机械成品，再进行适当的危害和风险评估（依据相关组装说明及其他特性，如具体目标应用、一般车间安全守则、安全标准及一般安全文化），识别并消除遗留风险或将风险降至最低水平，以免危害安全和健康。负责人/集成商对最终应用的安全性负责，为操作人员提供相关说明和培训，使他们了解遗留风险并做出最佳实践提示。



# FRANKA EMIKA ROBOT 合规认证

- 公司声明
- 进一步声明
- 设备上的标签



# FRANKA EMIKA ROBOT 合规认证

机械指令

EMC 指令

低电压指令

与臂架相关的系统部件“控制装置”符合以下指令的 CE 标准：

- 机械指令 (2006/42/EC) 关于机械半成品的规定
- EMC 指令 (2014/30/EC)
- 低电压指令 (2014/35/EC)。

RoHS、REACH、WEEE

根据 RoHS、REACH 和 WEEE 指令，控制装置和臂架不适用于相关条例。  
但是，我们的产品符合 RoHS 要求。

<b>Declaration of Incorporation</b> according to directive 2006/42/EC on machinery (Annex II B) for partly completed machinery
--

**Description of the partly completed machinery:**

**Product identification:** Panda system components: *Control, Arm*

**Modell/Type:**

*Control (#75674215) in combination with Arm (#73681342)*

**We declare that the product complies with the following essential requirements of the Machinery Directive 2006/42/EC:**

1.1.2; 1.1.3; 1.1.5; 1.1.6; 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.4.1; 1.2.4.2; 1.2.4.4; 1.2.5; 1.2.6; 1.3.1; 1.3.2; 1.3.3; 1.3.4; 1.3.6; 1.3.7; 1.3.9; 1.5.1; 1.5.2; 1.5.4; 1.5.5; 1.5.6; 1.5.7; 1.5.8; 1.5.9; 1.5.10; 1.5.11; 1.5.13; 1.5.14; 1.5.16; 1.6.1; 1.6.2; 1.6.3; 1.6.4; 1.6.5; 1.7.1; 1.7.2; 1.7.3; 1.7.4; 4.1.2.1; 4.1.2.3; 4.2.1; 4.4.2

**In addition, the partly completed machinery is in conformity with the following EC Directives:**

EC Directives 2014/35/EC relating to electrical equipment (LVD)  
 EC Directives 2014/30/EC relating to electromagnetic compatibility (EMC)

**We declare that the relevant technical documentation is compiled in accordance with part B of Annex VII.**

**Applied harmonized standards**

**Electrical safety**

Standard	Name
EN 61010-1:2010 IEC 61010-1:2010 + Cor. :2011	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use - Part 1: General requirements
EN 61010-2-201:2013 + AC:2013 IEC 61010-2-201:2013	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use - Part 2-201: Particular requirements for control equipment
EN 60204-1:2006/A1:2009/ AC:2010 IEC 60204-1:2005/A1:2008	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
EN 61800-5-1:2007 IEC 61800-5-1:2007	Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements - Electrical, thermal and energy

**Machinery safety**

Standard	Name
EN ISO 12100:2010 ISO 12100:2010	Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction
EN ISO 13857:2008 ISO 13857:2008	Safety of machinery - Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs
EN ISO 13732-1:2006	Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 1: Hot surfaces
EN ISO 13850:2015 ISO 13850:2015	Safety of machinery - Emergency stop - Principles for design
EN 61800-5-2:2007 IEC 61800-5-2:2007	Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-2: Safety requirements - Functional IEC 61800-5-2:2007

**EMC**

Standard	Name
EN 61000-6-1:2007 IEC 61000-6-1:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-6-2:2005/ AC:2005 IEC 61000-6-2:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
EN 61000-6-3:2007/ A1:2011/AC:2012 IEC 61000-6-3:2006/ A1:2010	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 IEC 61000-6-4:2006/ A1:2010	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments
EN 61000-6-1:2007 IEC 61000-6-1:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments

We commit to transmit, in response to a reasoned request by the market surveillance authorities, relevant documents on the partly completed machinery. The industrial property rights remain unaffected!

**Important note!**

The partly completed machinery must not be put into service until the final machinery into which it is to be incorporated has been declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC on Machinery, where appropriate, and until the EC Declaration of Conformity according to Annex II A is issued.

**Manufacturer:**

Franka Emika GmbH  
 Frei-Otto-Straße 20  
 80797 München  
 Deutschland

**Representative in EU, authorized to compile the relevant technical documentation:**

Johannes Schmid  
 Franka Emika GmbH  
 Frei-Otto-Straße 20  
 80797 München  
 Deutschland

**Date, location**  
 03.04.2020  
 Munich, Germany




**Dr. Simon Haddadin, CEO & MD**      **Dirk Engelmann, Managing Director**

# FRANKA EMIKA ROBOT 合规认证

## 进一步声明

<h3>Further Information</h3> <p>status: 04.05.2018 Panda</p>
<p><b>Restriction of Hazardous Substances (RoHS):</b></p> <p>The products <i>Control</i>, <i>Arm</i> and <i>Hand</i> do not fall within the scope of EU RoHS Directive 2011/65/EU, but still meet the requirements of the restricted substances and maximum concentration values that are allowed in homogenous materials:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lead (0.1%)</li><li>• Mercury (0.1%)</li><li>• Cadmium (0.01%)</li><li>• Hexavalent chromium (0.1%)</li><li>• Polybrominated biphenyls (PBB) (0.1%)</li><li>• Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) (0.1%)</li></ul> <p>The following exceptions are also applied:</p> <p>6a: Lead as an alloying element in steel for machining purposes and in galvanized steel containing up to 0,35 % lead by weight</p> <p>6b: Lead as an alloying element in aluminum containing up to 0,4 % lead by weight</p> <p>6c: Copper alloy containing up to 4 % lead by weight</p>
<p><b>REACH:</b></p> <p><i>FRANKA EMIKA GmbH</i> is a "downstream user" as defined in REACH. Our products are exclusively non-chemical products (manufactured items). In addition, under normal conditions of use and the conditions which can reasonably be predicted, no substances are released (Article 7, REACH).</p> <p>We confirm that our products do not contain more than 0.1 percent by mass of any of the listed substances on the published ECHA candidate list (SVHC). Extensions published by the ECHA candidate list are matched with our products and if it is known that one of these newly added substances contained in our products, we will inform you immediately.</p> <p>This confirmation was created based on currently available information of our suppliers.</p>
<p><b>WEEE Directive:</b></p> <p>The products <i>Control</i>, <i>Arm</i> and <i>Hand</i> are not subject to the WEEE Directive 2002/96/EC for collection, recycling and recovery for electrical goods.</p>
<p><b>Battery Directive:</b></p> <p>The product <i>Control</i> contains a BIOS battery.</p> <p>Disposal of batteries: There is an obligation to return rechargeable and non-rechargeable batteries by Battery Directive 2006/66/EC; do not dispose them with consumer waste. Dispose them according to statutory orders and lead them to a recycler. Batteries will be recycled.</p> <p>The signs below the crossed out trashcan indicate the substances lead (Pb), cadmium (Cd), or mercury (Hg).</p> <div style="text-align: center;"><p>Hg      Cd      Pb</p></div>

## 设备上的标签



铭牌：臂架

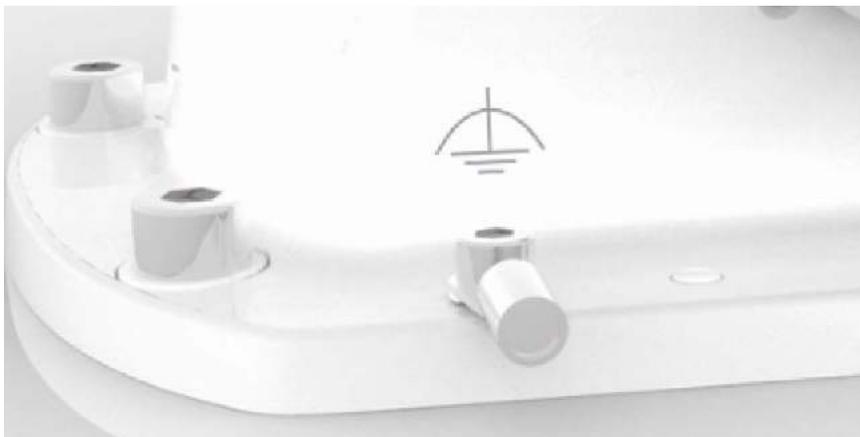
臂架上有 3 个紧急解锁标签。指示可插入解锁工具的位置，以便在紧急情况下手动解锁故障保护安全锁止系统。

臂架上的紧急解锁标签



指示臂架底座可连接功能接地的位置。

臂架上的功能接地标签



# FRANKA EMIKA ROBOT 合规认证

铭牌：控制

 **FRANKA**  
EMIKA  
Made in Germany

Frei-Otto-Str. 20  
80797 Munich  
Germany

**Robot Control**  
model number: 75674215      serial number: 295341-1234567  
production date: 03-2020      MAC address: 00:80:41:ae:fd:7e  
supply voltage: 100 V AC - 240 V AC      mains freq: 47- 63 Hz  
full load current: 2,5 A (at 240 V)      mains fuse: 10 A  
6,0 A (at 100 V)      weight: 7 kg

铭牌：  
紧急停止装置

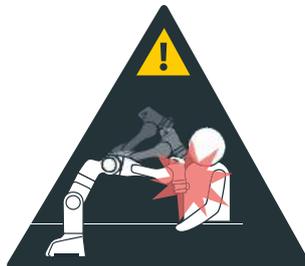
 **FRANKA**  
EMIKA  
Made in Germany

**Emergency - Stop Device** 78456374  
production date: 05-2018  
voltage: max. 250 V AC  
current: max. 6 A

Frei-Otto-Str. 20  
80797 Munich  
Germany



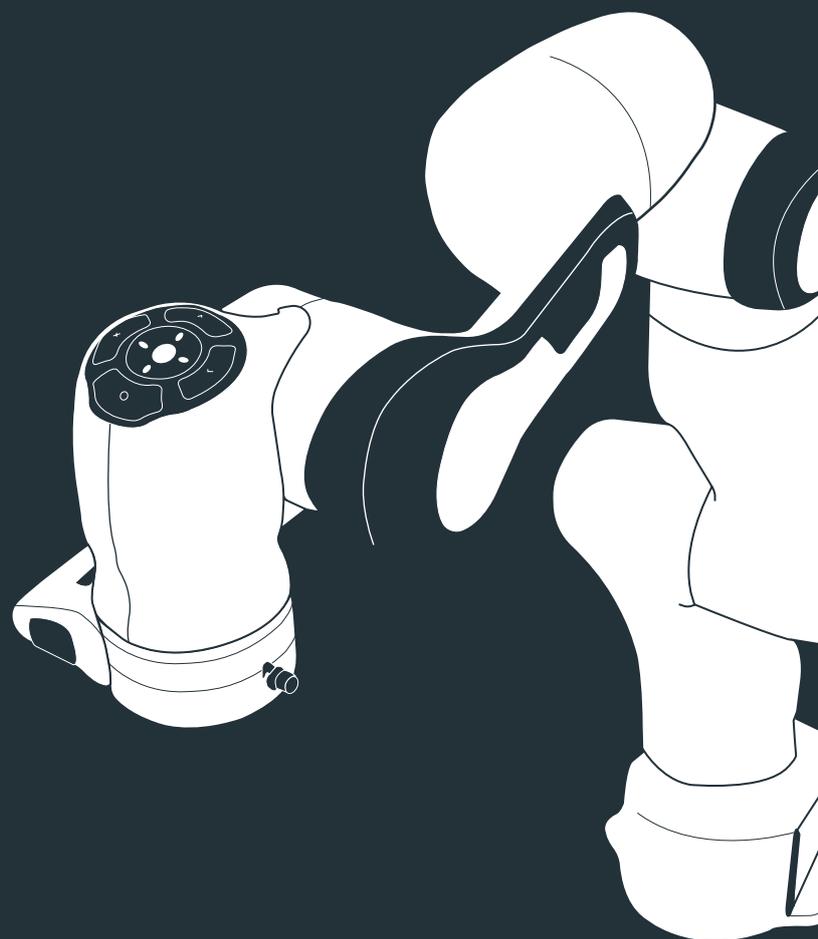
安全标签：臂架





# FRANKA EMIKA ROBOT 简介

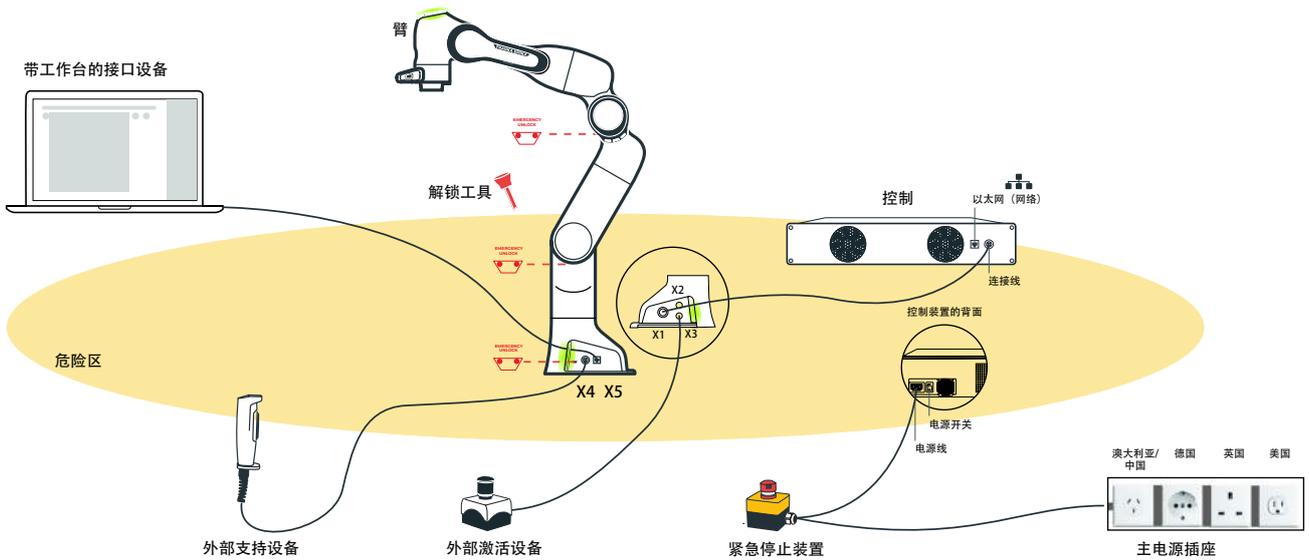
- 设备概述
- 标准配置及需另外购置的设备



# FRANKA EMIKA ROBOT 简介

## 设备概述

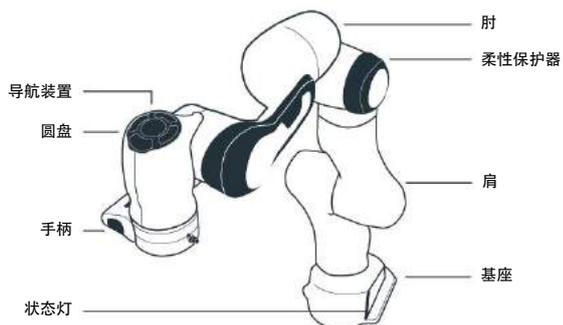
下图展示了一种示例布线方法，以便对设备进行概括介绍。

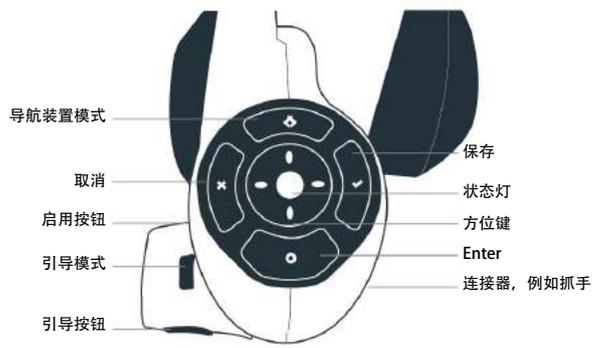


- 如果使用 Franka Emika 提供的紧急停止装置，则将紧急停止装置连接到控制装置与主电源插座之间；按下即可切断 Franka Emika Robot 的电源。
- 三段式外部支持设备连接到臂架底座（连接器 X4）。半按可启用 Franka Emika Robot（注意 - 无论在任何情况下，始终先离开危险区），然后可通过工作台启动程序。
- 如果使用外部激活设备，则将外部激活设备连接到臂架底座（插座 X3），以便明确授意将臂架移出危险区。有关插座 X3 的其他连接方法的信息，请参阅“提前规划/制动机制”章节和“装配和安装/布线和电气安装”章节。
- 臂架通过连接线连接控制装置
- 在臂架底座（插座 X5）连接接口设备与安装的 Web 浏览器，以便通过工作台进行编程。
- 当前版本不使用插座 X2。

### 臂架

臂架包含以下部件：



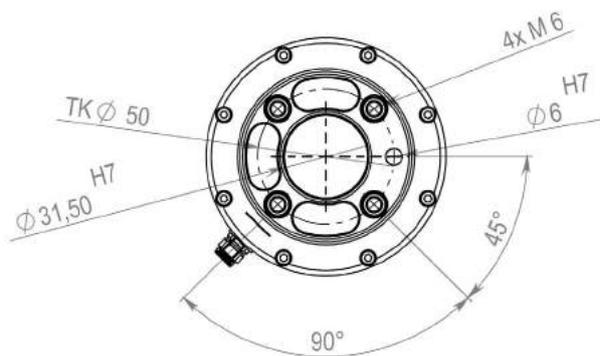


顶视图

用户可直接通过机械臂的导航装置操作用户界面工作台和集成末端执行器（如抓手）。



臂架底座

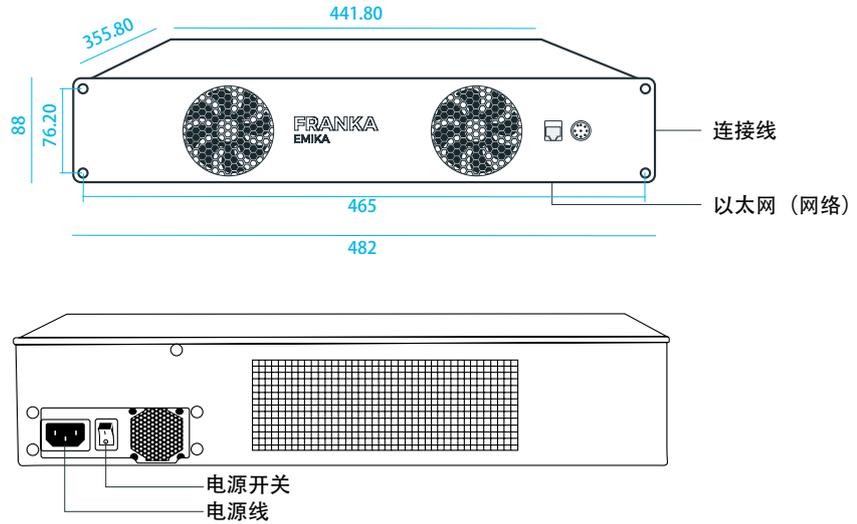


末端执行器法兰

# FRANKA EMIKA ROBOT 简介

## 控制装置

单位：毫米



## 环境条件

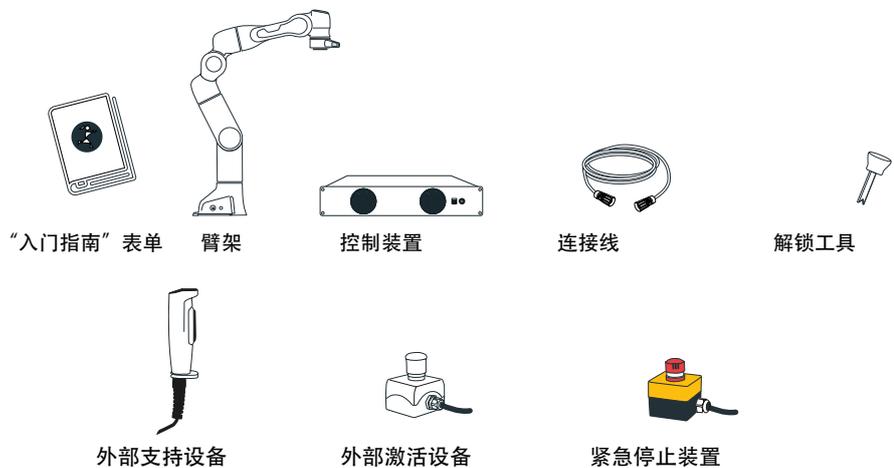
参阅章节：正确的安装场所/环境条件。

## 生产标准

臂架和控制装置由一家德国 EN ISO 9001 认证生产公司制造。

## 标准配置及需另外购置的设备

### 包装内容



- 主要部件
  - 臂架
  - 控制
- 配件
  - 2.5m 连接线（用于连接臂架和控制装置）
  - 2 款解锁工具
  - 外部支持设备
  - 外部激活设备
  - 紧急停止装置
- “入门指南” 表单

标准配置不包括：

另外购置的配件

#### 接口设备

- 平板电脑/笔记本电脑/PC
  - 带浏览器（Chrome、Chromium、Firefox）
  - 带以太网端口
  - 最好具备触摸功能

#### 材料

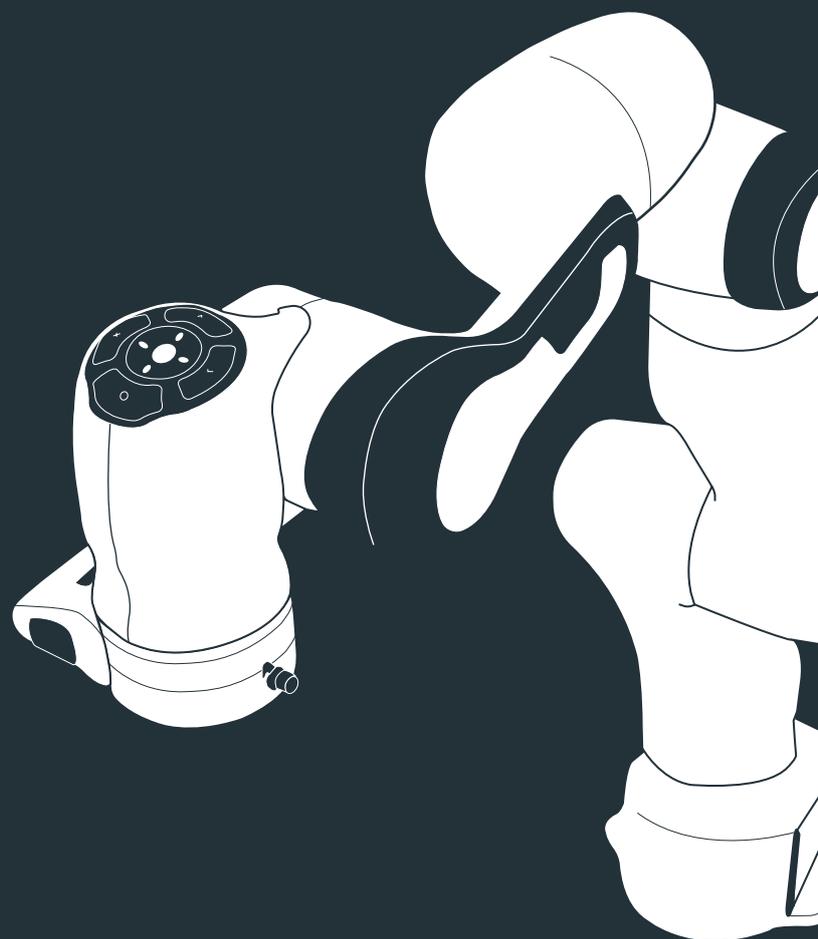
- 带 RJ 45 连接器的以太网线，用于连接接口设备与臂架
- 带 RJ 45 连接器的以太网线，用于连接控制装置与公司网络或 PC 工作站（可选）
- 安装配件，例如根据我们的建议将臂架安装到支架：
  - 4 个圆柱头螺钉，含内六角孔 M8x25mm – 强度 8.8 级
  - 4 个 M8 垫圈
  - 2 个 6mm h8 销，用于精准安装（如适用）
- 带眼功能接地线
- 连接功能接地：螺钉 M5x8，包括锁紧垫圈

#### 工具

- 六角扳手，用于将臂架安装到底座
- 螺丝刀，用于连接功能接地
- 水准仪，用于确保水平安装臂架

# 提前规划

- 危险区、工作空间和安全防护空间
- Franka Emika Robot 的工作模式
- Franka Emika Robot 可能带来的危险
- Franka Emika Robot 使用和定位的实用提示
- 制动机制
- 紧急停止装备
- 安装场所准备



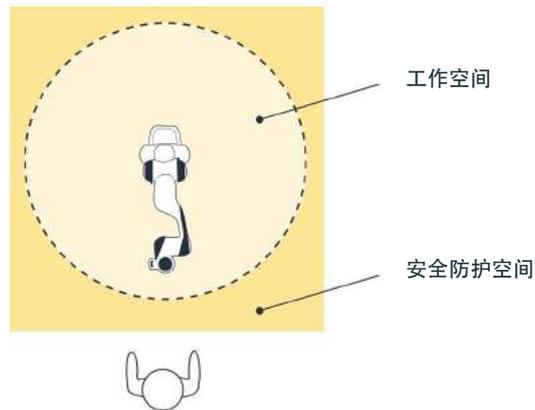
## 提前规划



在本章节中，部分 Franka Emika Robot 插图包含 Franka Emika 的末端执行器（即抓手）。请注意，当 Franka Emika Robot 作为机械半成品时，抓手并非标准配置，本章节的部分图示展示的抓手仅供参考。另请注意，无论连接任何末端执行器，集成商负责开展适当的危害和危险评估，识别遗留风险以免危害安全和健康，同时还要对最终应用的安全性负责。

## 危险区、工作空间和安全防护空间

空间分类



不同区域的区分：

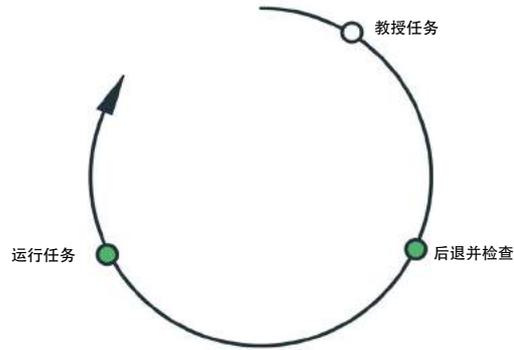
- 危险区：任何可能使人面临危险的机械放置空间和/或周边空间。
- 工作空间：腕部参考点可以掠过的空间随各腕部接头旋转或平移的范围而扩大。
- 安全防护空间：借助安全保护屏障构筑的空间。



# 提前规划

## Franka Emika Robot 的工作模式

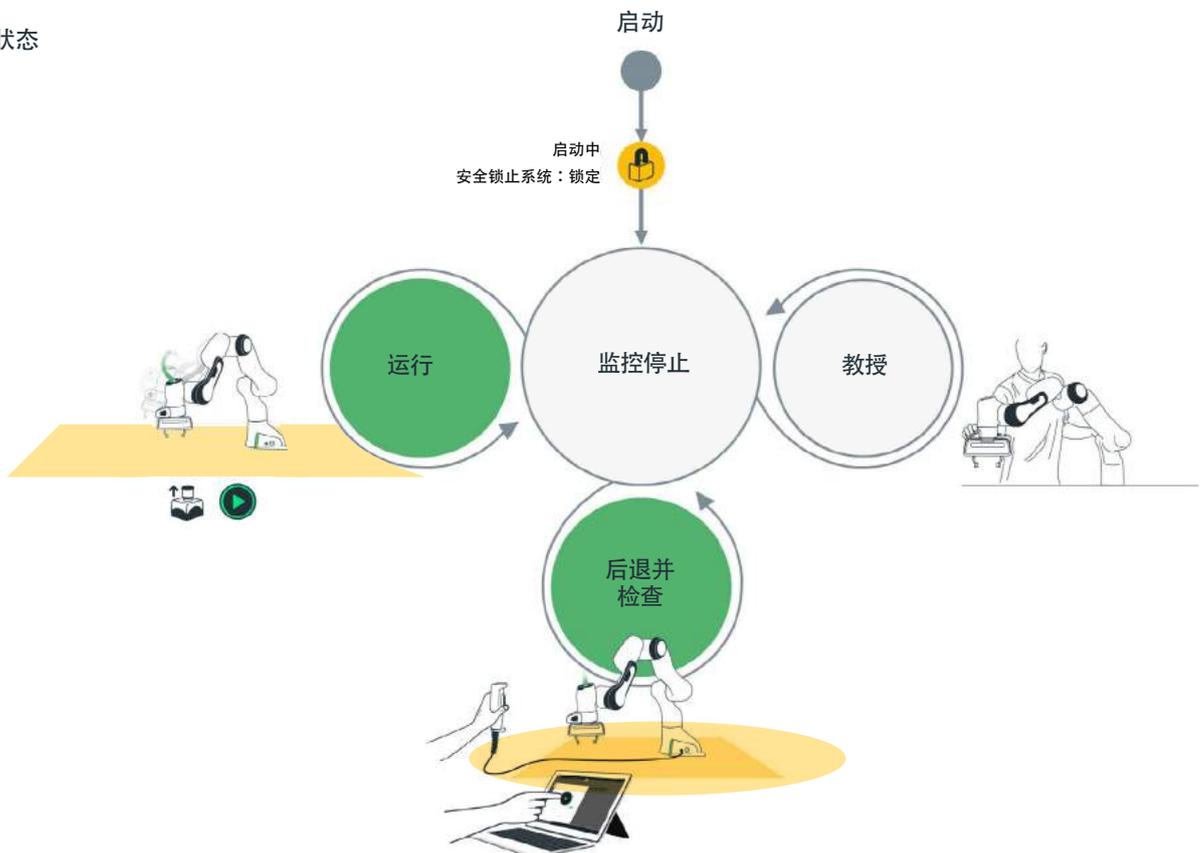
我们的操作原理



我们的操作原理包含三个主要步骤，您可以根据需要多次重复：

- **教授任务**：手持臂架，向 Franka Emika Robot 教授任务
- **后退并检查**：接着，移出危险区域并检查是否正确执行所教授的任务
- **运行任务**：学习任务后，Franka Emika Robot 即可自动执行任务

工作状态



- 按下外部激活设备，打开控制装置或为控制装置供电后，Franka Emika Robot 将启动。在此过程中，安全锁止系统将被激活，因而会以机械方式锁定移动。底座显示灯和导航装置呈黄色闪烁。
- Franka Emika Robot 启动后，显示灯持续呈黄色亮起。
- 此时，可以使用工作台边栏的“解锁关节”按钮打开安全锁止系统。现在，显示灯持续呈白色亮起。工作台边栏显示“关节已解锁”。Franka Emika Robot 进入“监控停止”状态。
- 同时按下臂架手柄上的“启用”按钮和“引导”按钮，臂架可自行记录（教授）位置，例如采用手动引导臂架（教学）的方式。无论进行任何教学，Franka Emika Robot 都会持续呈白色亮起。
- 如果松开按钮，Franka Emika Robot 将再次进入“监控停止”状态，同时持续呈白色亮起。
- 由此，将外部支持设备（可能还包括紧急停止装置）移出危险区，即可进入“后退并检查”状态。倘若此时半按下外部支持设备，Franka Emika Robot 将被激活并呈蓝色亮起。现在可以按下工作台中的“执行”按钮。如果配置“工作执行等待时间”（参阅章节：使用 Franka Emika Robot/工作台/开始移动），机器人呈蓝绿色亮起，直到倒计时结束。而后，将开始执行任务。执行期间，Franka Emika Robot 呈绿色亮起。
- 如果出现错误，Franka Emika Robot 将变成红色。
- 如果授权信号发生冲突（例如，外部激活设备激活，外部支持设备或手柄上的“启用”按钮同时激活），Franka Emika Robot 信号显示粉色。
- 以下几部分进行了具体介绍：当 Franka Emika Robot 呈蓝色亮起时，只要在对任务进行谨慎测试后启动（呈打开状态）外部支持设备，即可在不使用外部支持设备的情况下执行任务。

底座两侧设有状态灯，状态灯呈现与交通信号灯类似的相应颜色。这些状态灯只会在启动过程中闪烁，其他时期状态灯将持续发光，呈现与 Franka Emika Robot 所处状态对应的颜色。此外，导航装置圆盘的中间位置还设有圆形状状态灯。圆形状状态灯的颜色同样指示 Franka Emika Robot 的状态。当操作人员操作臂架时，导航装置中间的状态灯熄灭，从而提高可见性和可用性。在某些情况下，特别是 Franka Emika Robot 需要干预或操作人员进行输入时，导航装置将以相应的颜色闪烁。

状态指示灯概述

## 提前规划

白色	交互	可以安全操作 Franka Emika Robot
蓝色	注意！ 已激活	注意：Franka Emika Robot 已启用移动功能，随时可以开始移动
蓝绿色	注意！ 开始移动	注意：“工作执行等待时间”倒计时（如果配置）结束后将执行任务
绿色	自动 执行	Franka Emika Robot 正在执行自动程序并独立移动
黄色	已锁定	Franka Emika Robot 以机械方式锁定或无法使用
粉色	冲突	Franka Emika Robot 接到冲突启用信号
红色	错误	发生错误

### 紧急停止装置

如果安装正确，激活紧急停止装置将切断 Franka Emika Robot 的电源。随即将以机械方式锁定机器人的所有移动。

### 安全锁止系统

故障保护安全锁止系统可安全锁定臂架的所有机械移动，在无动力状态下也不例外而且尤其有效。

### 监控停止

解锁安全锁止系统后，Franka Emika Robot 将进入“监控停止”模式。安全系统将可避免 Franka Emika Robot 移动。但是，如果发生意外移动，安全锁止系统将被激活并以机械方式锁定臂架。

### 教学/引导

使用手柄上的两个按钮启用/禁用 Franka Emika Robot 将可安全地启用/禁用 Franka Emika Robot。如果教学过程中发生意外情况，松开或强按“启动”按钮可立即停止臂架（臂架将进入“监控停止”状态）。

### 后退并检查期间启用

操作人员负责移出危险区。只要半按外部支持设备并保持这一状态，即可启用系统。现在，操作人员再发出一项命令（例如，在工作台中发出启动命令），便可触发机器人移动。

如果后退并检查过程中发生意外情况，松开或强按外部支持设备可立即停止臂架（臂架将进入“监控停止”状态）。

### 外部激活

操作人员负责移出危险区。只要操作人员使外部激活设备进入激活状态，Franka Emika Robot 就会激活。现在，操作人员进一步发出命令（例如，在工作台中发出启动命令），便可启动机器人移动。如果自动操作过程中激活信号中断，臂架将立即停止（并进入“监控停止”状态）。有关插座 X3 的其他连接方法的信息，请参阅“提前规划/制动机制”章节和“装配和安装/布线和电气安装”章节。

# 提前规划

## 其他特性

### 警告

下文介绍的功能纯粹只是特性，EN ISO 13849-1 未将其归类为安全功能。因此，哪怕提供此类功能，或许也并不可靠。使用功能时，机械臂随时可能出现危险移动甚至失控！经认定，此类故障极为罕见，仅在环境条件十分不利的情况下发生。因此，务必集中注意力并保持警惕，仔细留意各类故障，这是一项巨大的挑战。上述移动可能导致压伤、剪切、冲击、穿刺或穿透，甚至可能造成严重伤害。

因此：

- 在使用这些特性时，负责人/集成商全权负责根据本手册内容开展危害和风险评估，进而采取相应措施（结构措施或组织措施）。
- 操作人员需要认识到下列功能可能无法可靠使用。

操作人员可得益于以下功能，例如，这些功能不仅可以使应用更加稳健，还能改善性能及提高任务成功率。

- 避免自碰撞
- 关节角度监控
- 速度监控
- 作用力监控
- 扭矩监控
- 碰撞检测和反应

# Franka Emika Robot 可能带来的危险

可能的危险概览



警告

机器人系统通常可能带来的危险繁多复杂且不明确，您可以分别在 EN ISO 10218-1:2011 附录 A. 的 ANSI/RIA R15.06 中找到此类清单。在此需特别注意，Franka Emika Robot 可能存在以下危险：

- 机械危险
  - 压伤
    - 在运输和不当安装期间，由控制装置或特别是机械臂倒落或倾斜引起
    - 在机器人/末端执行器与机器人/末端执行器之间
    - 在机器人/末端执行器与环境（工作空间的物体）之间
    - 由于物体从抓手中掉落引起
    - 在故障保护安全锁止系统的手动解锁过程中
  - 剪切
    - 在机器人/末端执行器、末端执行器中的物体与环境（工作空间的物体）之间
    - 在故障保护安全锁止系统的手动解锁过程中
  - 冲击、穿刺、穿透
    - 在末端执行器/末端执行器中的物体与人员之间
- 电气危害
  - 触及带电部件时发生电击
    - 特别是为紧急切断装置接线时
    - 当使用损坏的电源线或不当电气装备操作 Franka Emika Robot 时
- 环境危险
  - 压伤、剪切、冲击、穿刺、穿透
    - 地震引起的倒落所致
    - 地震引起的机器人意外移动所致
- 组合危险
  - 压伤、剪切、冲击、穿刺、穿透
    - 机器人意外移动所致

# 提前规划

## 可能面临的应用相关危险

在规划和设计应用及对机械成品进行危害和风险评估时，应充分考虑以下可能出现的的安全相关问题。

### 意外移动



请注意，机械臂可能会导致人类意外移动。下面举几个例子：

- 臂架路径规划者可能会设置不同的轨道，继而导致人类出现意外移动
- 另外，我们还避免出现所谓的奇点，借此克服此类奇点，所以无法完全避免因穿越奇点引发的意外移动
- 机械臂的倾斜（非水平）底座
- 悬置机械臂
- 加速机器人底座
- 控制装置故障

随着应用、使用的末端执行器、搬运的物体、周围的物体等因素的不同，臂架意外移动可能引发的危险也有所不同。这些危险需细致考量并充分缓解。

### 受困于机械成品



请特别注意，大规模应用时也许需要定位臂架，届时人员可能会因此受困。根据应用评估得出的具体风险，“紧急操作指南/在紧急情况下手动移动臂架”章节介绍了在断电情况下也能够移动机械臂（例如，释放被夹住的人员）的机制。

### 连接末端执行器



如果无法将所选的末端执行器直接连接到 Franka Emika Robot 导航装置，请务必注意外部配线自身也有重量，因此必须相应减少可连接的最大有效载荷。另请注意，外部配线会额外增加臂架的负载和扭矩，因而可能会影响 Franka Emika Robot 控制装置的性能。



请特别注意以下方面及所选末端执行器可能引发的危险：

- 末端执行器和/或末端执行器活动部件的尖缘或尖头设计（例如，尖锐的抓手手指）
- 移动或旋转尖锐的旋转式末端执行器
- 机械臂意外移动，导致末端执行器随意撞击或挤压人员
- 控制装置故障导致末端执行器意外打开或关闭
- 控制装置故障，即启动的保护止动块未能阻止打开或关闭末端执行器
- 功率损耗导致末端执行器断电，继而致使末端执行器打开/关闭
- 启动紧急停止装置（切断电源电压）也会导致末端执行器断电

末端执行器



Franka Emika Robot 可根据配置安装应用和服务，并且能够将协议发送至可能连接的机器（包括开始运动）、外部连接末端执行器、关联设备等。请充分考虑可能面临的相关风险。

开始移动外部连接末端执行器、相关设备…



一般情况下，通过单个工作台连接控制 Franka Emika Robot。每次只能为 Franka Emika Robot 连接一个工作台，以确保实现单点控制。Franka Emika Robot 只允许在“运行（自动）”或“后退并检查”专用工作状态下启动命令。当第三方控制装置通过现场总线控制 Franka Emika Robot 时，请充分考量潜在风险，如意外启动移动。

单点控制



请特别注意以下方面及计划搬运的物体可能引发的危险：

- 尖缘或尖头物体
- 移动或旋转尖锐的旋转式物体
- 机械臂意外移动，导致抓牢的物体随意撞击或挤压人员

计划搬运的物体

任务环境相关影响：  
臂架的表面温度（从底座到轴 7，不含法兰）

 小心

在密集执行任务且 Franka Emika Robot 设置为“监控停止”状态后，扩展环境温度介于 25 到 45 ° C 之间，集成商应评估风险并采取相应措施，确保操作人员能够长时间 (< 60 s) 接触臂段，而不会因此灼伤 (EN ISO 13732-1:2006)。措施可能包括于再次引导臂架之前预留冷却时间乃至关闭机器人一段时间，向操作人员发出相应通知，标记最可能变热的区域，甚至禁止接近机器人。

在以最大有效载荷密集执行任务且 Franka Emika Robot 设置为“监控停止”状态后，扩展环境温度介于 15 到 25 ° C 之间 (典型温度范围)，操作人员能够长时间 (< 60 s) 接触臂段，而不会因此灼伤，因为臂架裸露金属部分的表面温度未达到  $\geq 51$  ° C 的限定温度，塑料部分未达到  $\geq 60$  ° C 的限定温度 (EN ISO 13732-1:2006)。

任务环境  
相关影响：  
法兰和末端执行器  
的表面温度

 小心

一旦将末端执行器安装至臂架（与环境温度无关），集成商需评估手动引导过程中接触表面是否会出现问题，特别是在密集执行任务之后。集成商应评估风险并采取相应措施，确保操作人员能够触摸臂架、末端执行器法兰及与其连接的末端执行器，而不会因此灼伤 (EN ISO 13732-1:2006)，因为末端执行器自身可能会发热和/或限制法兰和臂架散热。措施可能包括于再次引导臂架之前预留冷却时间乃至关闭机器人一段时间，向操作人员发出相应通知，标记最可能变热的区域，甚至禁止接近机器人。

 警告

当臂架传动链的一个或多个部件达到其最大使用寿命时，将不再对传动链完整性做出保证，因为传动链可能会发生断裂，从而导致臂架移动失控。这可能会造成严重伤害。

必须停止使用机器人，以免造成伤害！

Franka Emika 已在关键部件级别、单个关节和 Franka Emika Robot 臂架级别执行使用寿命测试。尽管满负荷情况下所有关键部件在使用寿命测试中的使用时间均超过 20000 小时，但预期标称使用寿命为 20000 小时。标称使用寿命是在以  $[0.515, 0.0, 0.226]$  m 为中心、法兰 Z 轴与地球重力方向平行并且肘部位置向上的  $0.4 \times 0.4 \times 0.4$  m 工作区中以 66% 的有效载荷连续执行任务的条件下测量而来（基于 EN ISO 9283 附录 A）。

尽管如此，臂架的实际使用寿命显然存在很大差异，因为需要取决于具体应用情况。因此，Franka Emika Robot 机械臂不适宜完全根据工作时间估算使用寿命，而是基于有效载荷进行实时测量，以便监控实际磨损情况，从而最大程度地延长使用寿命。一旦某一部件达到使用寿命限制，工作台会显示消息通知，提醒操作人员臂架传动链的一个或多个部件达到最大使用寿命。接着，Franka Emika Robot 将被停用。

## 提前规划

### Franka Emika Robot 使用和定位的实用提示



以下关于如何使用和安放臂架的信息属于实用提示，可能并未涵盖所有具体应用情况。不能代替危害和风险评估，但可以作为建议布局方案。

#### 自由伸缩空间



出于本能，人类会在出现意外移动时收回动作。正因如此，操作人员站立区域应预留足够的回缩或反冲空间。此外，应确保该空间无任何障碍物（例如电缆、物体），以防止人员被这些障碍物绊倒及受伤。

#### 尽量与臂架保持最大距离



始终尽量与臂架保持最大距离，以便操作人员做出反应和反冲。

正确



错误



请勿在环抱机械臂的情况下操作机械臂！

正确

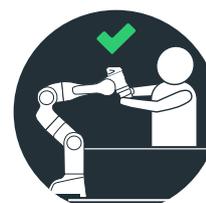


错误



请勿将头部或其他身体部位伸到机械臂段之间或下方！

正确



错误



切勿将身体部位（特别是手、手指）伸到机械臂或其末端执行器与固定物体之间。



工作空间无尖锐边缘，也没有尖头物体！  
 工作空间没有不必要的物体  
 需要教授的人体工程学位置：

- 机械臂触手可及
- 臂架安装高度符合人体工程学

根据连接臂架的末端执行器手指类型  
 及抓取的物体，可能必须佩戴护目镜。



请勿穿戴宽松服饰或装饰丝带的服饰！  
 请勿佩戴宽松首饰，例如项链或手镯！

## 工作区设计

 警告

## 眼部保护

 警告

## 服装和首饰

 小心

## 提前规划

### 紧急停止装备



Franka Emika Robot 不具备用作紧急停止信号的数字输入。紧急停止功能需由集成商通过安全切断臂架和/或控制装置电源在外部实现。根据 Franka Emika Robot 的设计，切断电源将促使臂架进入安全紧急停止状态。



如果使用 FE 紧急停止装置切断控制装置电源，必须在启动时启用，并且至少每 12 个月检查一次，以查看其是否正常运行。

#### 注意

但受限于锁止螺栓的技术，断电时，臂架会无法很好地保持在原位。这意味着臂段将沉降几厘米，特别是在重力发生作用的接头处。

#### 注意

只要不再为控制装置供电，Franka Emika Robot 将安全停止并通过故障保护安全锁止系统以机械方式锁定。紧急停止装置用于在紧急情况下尽快停止臂架。这可能会损坏臂架；或者，如果在过程中的某个不利位置停止，还会损坏末端执行器、工件或周边环境。

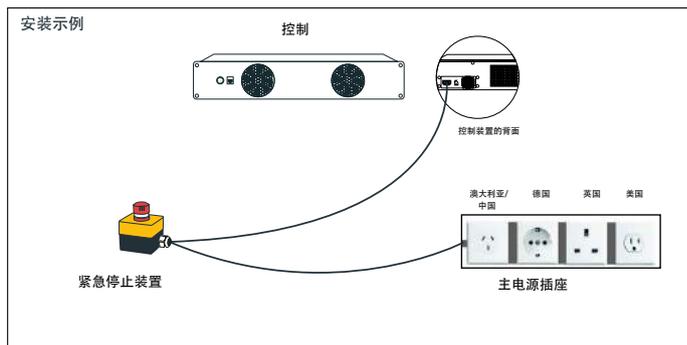
因此：

- 只能在安全攸关的情况下使用紧急停止系统。
- 如有可能，在激活紧急停止系统之前，通过 X3 使用外部激活设备。相较于紧急停止系统，这样可以更和缓地停止机器人移动，而且不会激活安全锁止系统。
- 无论按下紧急停止按钮会对臂架带来怎样的损坏，都不会对人员造成伤害，因为无论损坏程度如何，臂架均将安全停止。如果切实发生损坏，则在启动后再次打开系统时，系统将向用户通报相关损坏。

紧急停止系统应根据普遍有效且公认的工程标准安装（例如，欧洲标准 EN 60204 和相关标准）。

紧急停止装备

主紧急停止系统必须将臂架和/或控制装置与主电源安全隔离。在 TÜV Rheinland 认证 Pld CAT3 中，在控制装置仍在通电的情况下安全切断臂架电源的一种可行方案是使用 Franka World 提供的可选设备 FEBB-1 安全箱。另外一个可行方案是，使用可选的 Franka Emika Robot 产品包中包含的紧急停止装置（Franka Emika 货号：#78456374）。一旦断开电源，所有 7 个轴的故障保护安全锁止螺栓将会瞬间阻止臂架的继续移动。



为确保系统处于/保持关闭状态并将臂架接头锁定在适当的位置（例如，无人看管、保养工作、实施应用期间），一种选择是断开电源线（连接电源与控制装置）并将其存放在安全位置，从而切断 Franka Emika Robot 的电源。

断开供电电路

依据 EN ISO 10218-1 附录 B 测量制动时间（即激活紧急停止装置到臂架完全停止经历的时间）和制动距离（即激活紧急停止装置之后到完全停止之前臂架移动的距离）。

制动时间和制动距离

在绝对最坏情况下（例如，达到最大有效载荷 3 kg 和最大速度），臂架主轴（即 A1、A3、A5、A7）的制动距离为 141.71°（切断 110/230 V 电源）和 116.5°（切断 48 V 电源），制动时间为 652 ms (110/230 V) 和 552 ms (48 V)。

# 提前规划

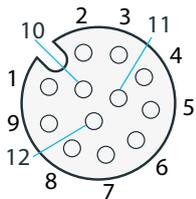
## 制动机制

<p>紧急停止 - 切断控制装置电源</p>	<p>停止类型： 紧急停止 停止类别： 0（符合 IEC 60204-1 标准） 安全等级： 符合 PL d Cat.3 标准，具体取决于使用的外部设备</p> <p>实现方法： 安全切断控制装置电源 示例 1：FE 紧急停止装置 (PL c Cat.1) 示例 2：将紧急停止装置连接到符合安全等级的电源开关（符合 PL d Cat.3 标准）</p> <p>结果： 控制装置电源切断，臂架电源也被切断。故障保护安全锁止系统立即以机械方式锁定所有接头。控制装置同样断电。</p>
<p>紧急停止 - 切断臂架电源</p>	<p>停止类型： 紧急停止 停止类别： 0（符合 IEC 60204-1 标准） 安全等级： 符合 PL d Cat.3 标准，具体取决于使用的外部设备</p> <p>实现方法： 安全切断臂架电源 示例：将 FEBB-1（适用于 Franka World）连接到控制装置与臂架之间，根据要求（例如，使用 FEBB-1 连接的紧急停止装置）切断符合 PL d Cat. 3 标准的臂架3.</p> <p>结果： 臂架电源切断。故障保护安全锁止系统立即以机械方式锁定所有接头。控制装置保持通电。</p>
<p>保护性停止 - 切断臂架电源</p>	<p>停止类型： 保护性停止 停止类别： 0（符合 IEC 60204-1 标准） 安全等级： 符合 PL d Cat.3 标准，具体取决于使用的外部设备。</p> <p>实现方法： 安全切断臂架电源 示例：将 FEBB-1（适用于 Franka World）连接到控制装置与臂架之间，根据要求（例如，使用FEBB-1 连接的保护设备）切断PLd 类别3.</p> <p>结果： 臂架电源切断。故障保护安全锁止系统立即以机械方式锁定所有接头。故障保持通电</p>
<p>保护性停止 - 因工作模式更改导致 - X3.1A 连接的外部设备</p>	<p>停止类型： 保护性停止 停止类别： 2（符合 IEC 60204-1 标准） 安全等级： 无安全等级</p> <p>实现方法： 将用于更改工作模式的外部设备连接到 X3.1A 示例：FE 外部激活设备 示例：FEBB-1（适用于 Franka World），带连接按键开关</p> <p>结果： 输入打开后，系统立即做出反应，执行停止类别 2 保护性停止，同时保持“监控停止”状态。故障保护安全锁止系统未以机械方式锁定接头。控制装置保持通电。关闭 X3.1A 输入后，系统立即切换至自动模式 - 需要再发出一条命令以启动机器人移动。</p>

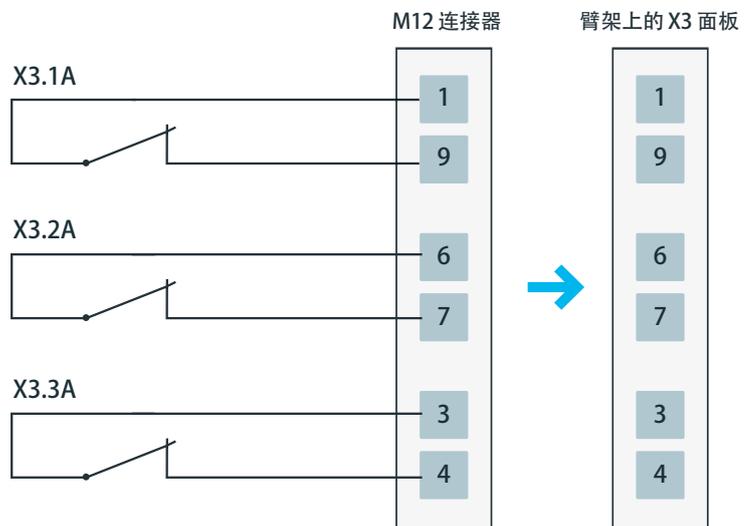
<p>保护性停止 - X3.2A 连接的外部设备</p>	<p>停止类型： 保护性停止 停止类别： 2（符合 IEC 60204-1 标准） 安全等级： 无安全等级</p> <p>实现方法： 将外部设备连接到 X3.2A，请求在启用自动模式期间执行保护类别 2 保护性停止 示例：FEBB-1（适用于 Franka World），连接 2 区激光扫描仪。一旦有人进入激光扫描仪管辖的外部区域，即可请求执行类别 2 保护性停止，以受控方式停止臂架</p> <p>结果： 关闭 X3.2A（未打开）后，执行停止类别 2。臂架以受控方式停止并保持“监控停止”状态。故障保护安全锁止系统未以机械方式锁定接头。控制装置保持通电。</p>
<p>保护性停止 - X3.3A 连接的外部设备</p>	<p>停止类型： 保护性停止 停止类别： 1（符合 IEC 60204-1 标准） 安全等级： 无安全等级</p> <p>实现方法： 将外部设备连接到 X3.3A，请求执行类别 1 保护性停止</p> <p>结果： 关闭 X3.3A 后，执行停止类别 1。臂架以受控方式停止，同时所有接头均以机械方式锁定。控制装置保持通电。</p>

### X3 布线

M12, 12 销, 公头  
标准 A 编码  
针对臂架: X3



销	信号
1	X3.1Ap
2	预留
3	X3.3Ap
4	X3.3An
5	预留
6	X3.2Ap
7	X3.2An
8	预留
9	X3.1An
10	预留
11	预留
12	预留



## 安装场所准备

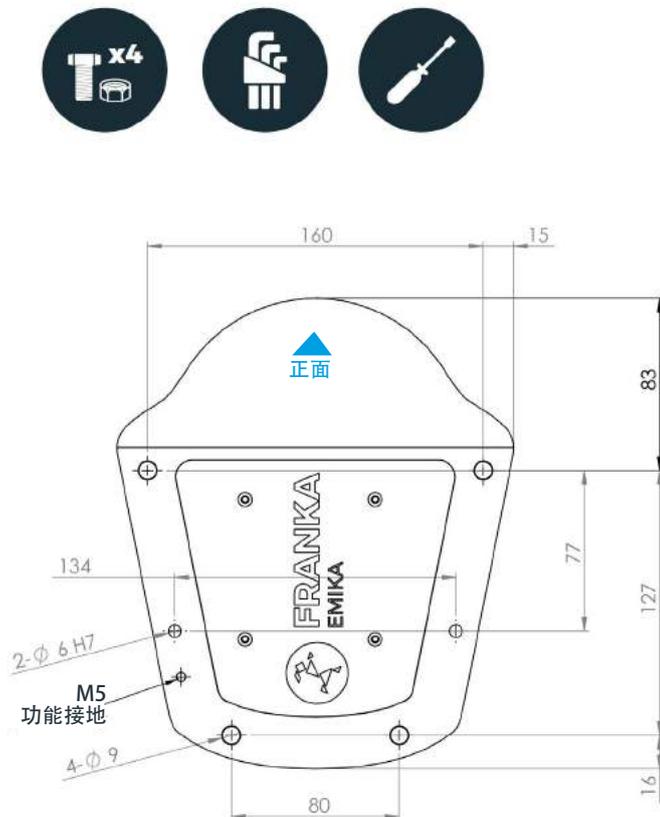
正确的安装场所

参阅章节：正确的安装场所/其中对最重要的安装场所要求进行了总结。

基板准备：

准备基板的螺钉位置：

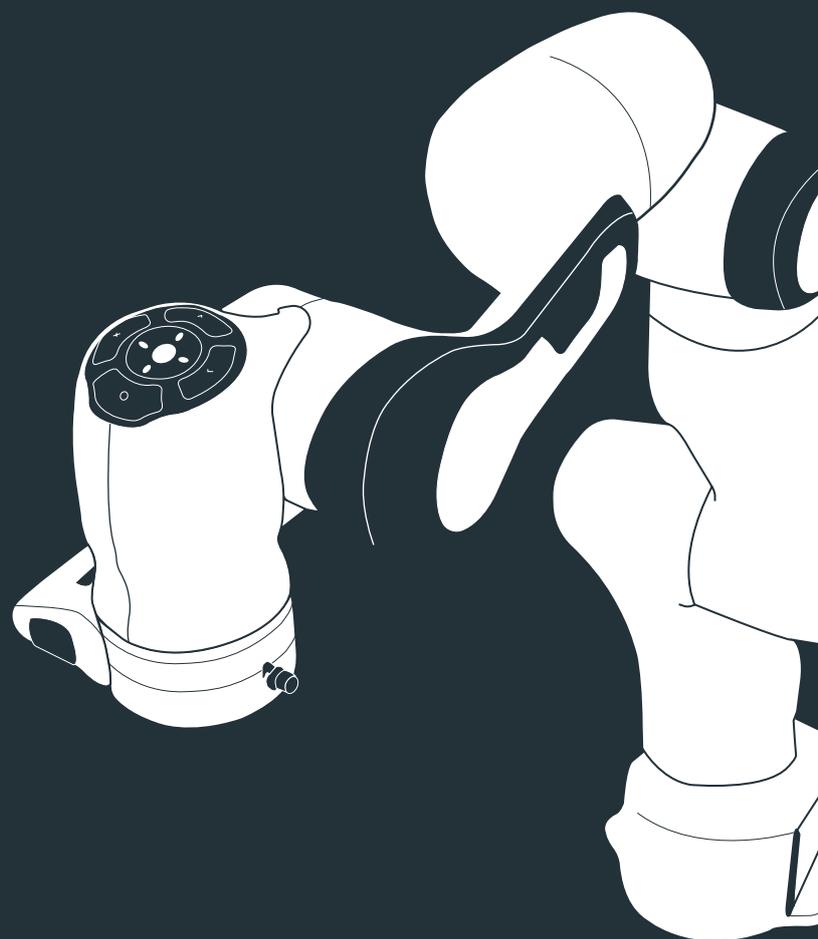
- 臂架安装法兰中有 4 个直径为 9mm 的钻孔
- 为固定相应的螺钉，需要在基板上开螺纹孔，或者使用相应的锁紧螺母
- 使用提供的技术图纸定位孔
- 另请注意臂架正面的指示
- 孔间距设计与 ITEM 的柔性装配件兼容
- 安装法兰中有两个定位销孔（直径 6mm H7），支持使用 2 个 6mm H8 销精准重复组装臂架
- 以下章节对详细的基板安装布局进行了介绍：  
正确的安装场所。





# 交付和运输

- 交付和运输
- 处理和挪动
- 臂架重新包装



## 交付和运输

### 交付和运输

使用原包装运输 Franka Emika Robot。“Franka Emika Robot 简介/标准配置及需另外购置的设备”章节对标准配置进行了介绍。

#### 警告

臂架重约 18kg，控制装置重约 7kg。

鉴于较重且部分采用几何设计（例如，安装法兰），挪动和处理设备可能造成背部损伤；一旦跌落，还可能导致手指、手部、脚趾和脚部严重受伤。

因此：

- 运输、安装或拆卸这些设备时，务必始终穿戴个人防护用品（例如，安全鞋）
- 必须妥善安放设备，防止倾斜或滑动
- 严格遵守关于货物升降、个人防护用品及其他一些方面的现行公司条例（如适用）。



臂架和控制装置含灵敏机电部件。

此类部件可能因冲击而失准或损坏。电缆需保持良好状态。例如，如果部件损坏，可能会引发电气风险，甚至可能造成严重伤害。

因此：

- 检查包装是否完好无损且充分提供保护
- 电缆或插头不得损坏
- 一经发现损坏，应立即停止使用设备（例如，张贴“已禁用”标签）。如有疑问，请联系制造商。

#### 运输位姿

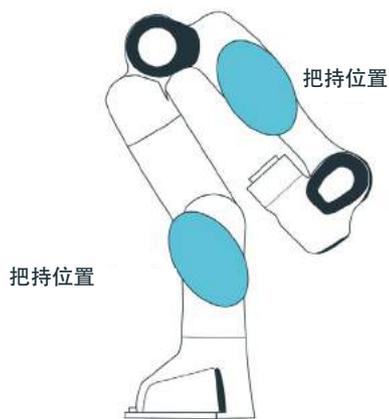
鉴于臂架和控制装置含灵敏机电部件，我们建议始终使用原包装存放和运输。

以下章节对运输位姿进行了介绍：交付和运输/臂架重新包装/臂架的运输位姿。

- 此外，我们还在工作台中提供了一项功能：只需点击一下鼠标，即可将臂架恢复至运输位姿。为此，您可以在“设置/系统/移动至包装位姿”下查找此选项。
- 使用此功能前，必须先卸下末端执行器。
- 务必确保机器人可以自由移动以采用运输位姿，且周围不存在障碍物。

## 处理和挪动

始终将臂架安放到起吊位置，以免处理和挪动期间过度压迫臂架接头。特别是，切勿在有人环抱臂架两端的情况下伸展式挪动臂架！



### 注意

臂架含灵敏机械部件和机电部件。如果处理或使用不当，可能会导致部件失准或损坏！

因此：

- 仅可在本手册规定的位置处理、挪动及运输臂架，以免过度压迫臂架接头
- 即使在安装臂架、接通电源或关闭电源时，也要轻拿轻放。例如，如果在停止和锁定状态下强行移动臂架，将触发内部安全系统并导致内部部件瞬间滑移。此类滑移会导致臂架失准和损坏，下次启动 Franka Emika Robot 时将检测到相关问题，届时工作台将通知操作人员停止使用 Franka Emika Robot。

## 交付和运输

### 注意

臂架和控制装置含灵敏机电部件。此类部件可能因机械冲击而失准或损坏！

因此：

- 避免撞击或粗暴摆放设备。
- 即使在建筑内运输设备，也请始终使用原始包装存放及运输设备

### 注意

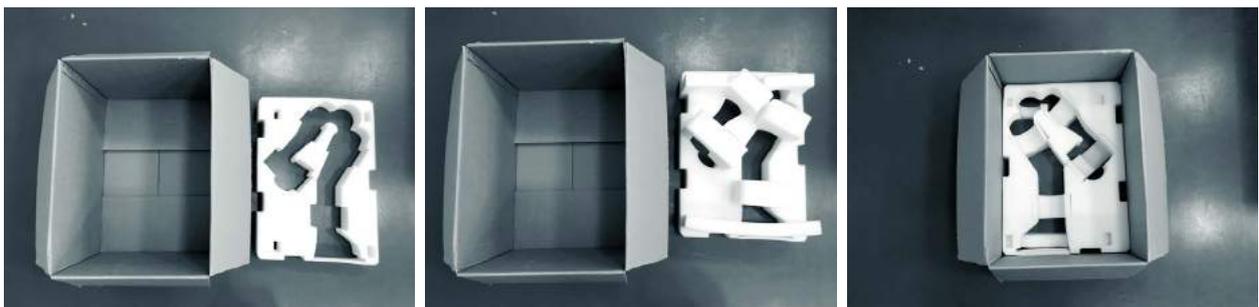
臂架及与其连接的几乎所有末端执行器（集成商执行过相应的应用特定危害和风险评估）均含灵敏机电部件。如果在末端执行器仍处于连接状态时移动臂架以采用运输位姿，可能会对这些部件造成损坏！此外，移动到运输位姿后，臂架工作空间内的物体可能会受到损坏。

因此：

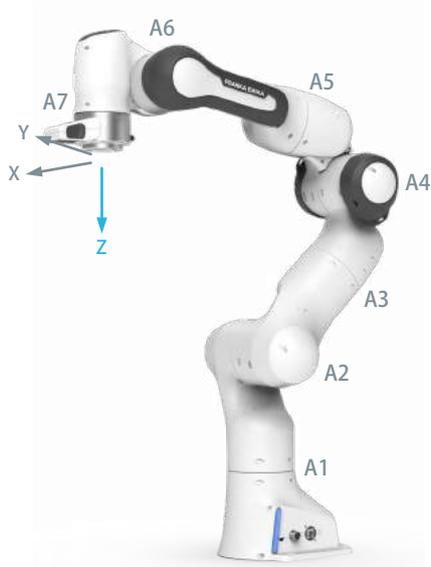
- 将臂架移动到运输位姿之前，请确保已卸下末端执行器。
- 确保工作空间允许臂架安全移动到运输位姿。

## 臂架重新包装

- 以下章节对将臂架移动到运输位姿的过程进行了介绍：交付和运输/交付和运输/运输位姿。
- 清空包装箱，将泡沫层摆放到适当的位置，确保包装导航装置的一端指向左侧。
- 塞入能够支撑臂架重量的包装材料。
- 用塞入的包装材料翻转泡沫层，将其装入包装箱。现在可以包装臂架了。建议再请一人协助完成包装，因为臂架重约 18 kg。



## 臂架的运输位姿

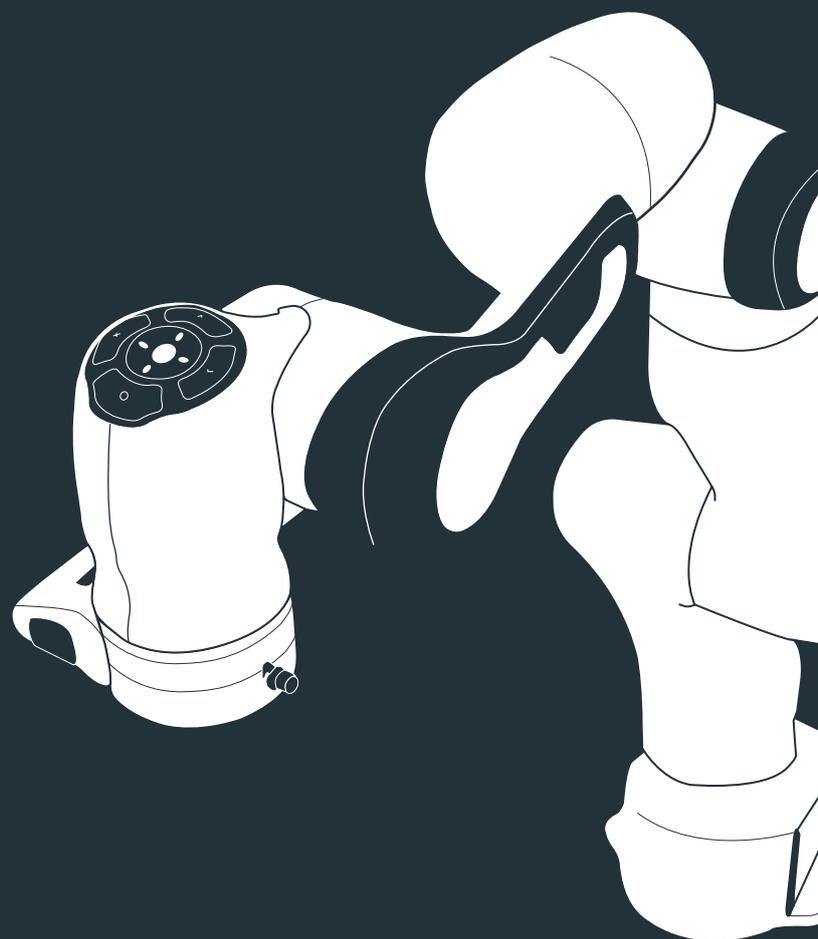


- 运输位姿可以通过轴 1 到轴 7 的以下关节角度进行描述：  
[0° , -32.08° , 0° , -170.17° , 0° , 0° , 45° ]



# 装配和安装

- 拆开 Franka Emika Robot 包装
- 安装臂架
- 末端执行器
- 拆开包装并安装控制装置
- 布线和电气安装



# 装配和安装

## 拆开 Franka Emika Robot 包装

### 准备工作



安装系统之前，务必查阅以下章节：提前规划/安装场所准备、正确的安装场所，以及交付和运输

### 净重



臂架重约 18kg，控制装置重约 7kg。

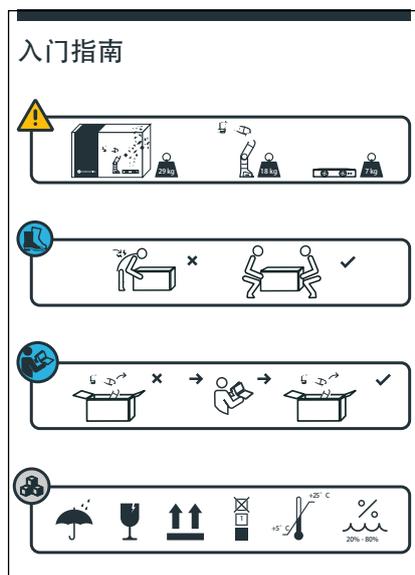
鉴于较重且部分采用几何设计（例如，安装法兰），挪动和处理设备可能造成背部损伤；一旦跌落，还可能导致手指、手部、脚趾和脚部严重受伤。

因此：

- 运输、安装或拆卸这些设备时，务必始终穿戴个人防护用品（例如，安全鞋）
- 必须妥善安放设备，防止倾斜或滑动
- 挪动和处理设备时，始终采用正确的挪动方法（膝盖用力，而不是背部用力）

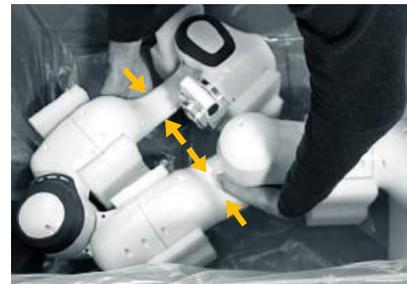
- 卸下纸板箱顶部的密封胶条，小心地打开包装盒。
- 打开覆膜外包装。
- 取出“入门指南”表单并仔细阅读。
- 首先取出配件和电缆，将它们放在一旁。
- 然后两手分别放在箱体两侧，提起控制装置将其取出，同样放在一边。

拆开包装



## 装配和安装

- 首先，小心地去除臂架四周的泡沫层。
- 然后，按指示的把持位置抓握臂架，小心地将其从包装箱中提起。建议再请一人协助完成包装，因为臂架重约 18 kg。



### 注意

臂架含灵敏机械部件和机电部件。如果处理或使用不当，可能会导致部件失准或损坏！

因此：

- 仅可在本手册规定的位置处理、挪动及运输臂架，以免过度压迫臂架接头
- 即使在安装臂架、接通电源或关闭电源时，也要轻拿轻放。例如，如果在停止和锁定状态下强行移动臂架，将触发内部安全系统并导致内部部件瞬间滑移。此类滑移会导致臂架失准和损坏，下次启动 Franka Emika Robot 时将检测到相关问题，届时工作台将通知操作人员停止使用 Franka Emika Robot。

### 注意

臂架和控制装置含灵敏机电部件。此类部件可能因机械冲击而失准或损坏！

因此：

- 避免撞击或粗暴摆放设备。
- 即使在建筑内运输设备，也请始终使用原始包装存放及运输设备

## 安装臂架

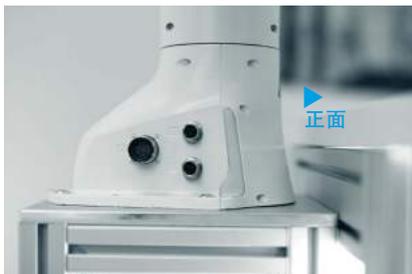
### 警告

臂架重约 18kg，控制装置重约 7kg。

鉴于较重且部分采用几何设计（例如，安装法兰），挪动和处理设备可能造成背部损伤；一旦跌落，还可能导致手指、手部、脚趾和脚部严重受伤。

因此：

- 确保臂架牢固并摆放到适当的位置，以免倾斜。
- 按住臂架，直到全部四个螺钉牢牢固定至底座。



安装

- 两人一组，将臂架安放到目标位置
- 确保臂架正面指向正确的方向
- 一人将臂架固定到适当的位置，另一人使用事先准备的 4 个螺钉将其安装至基板。
- 以下章节提供了螺钉和拧紧扭矩示例：正确的安装场所。
- 螺钉工作 100 小时后，需按照标称扭矩重新拧紧！

### 注意

臂架包含电力电子元件和模块（电动装置、CPU 等），这些元件和模块会根据设备所受的负载而升温。臂架不包含主动冷却系统，这意味着产生的热通过臂架表面散发。

因此：

- 确保臂架通风充足
- 避免臂架受到阳光直射
- 确保臂架没有喷涂油漆、裱糊他物或被封裹

通风充足

## 装配和安装

### 末端执行器

**i**

请在末端执行器组装说明中详细了解固定末端执行器。

#### 安装末端执行器

**警告**

请确保机器人上未插入任何用于连接末端执行器的工具！在臂架的后续移动过程中，这些工具可能变成抛射体，从而造成伤害。

臂架配备以机械方式连接末端执行器的法兰（参阅“Franka Emika Robot 简介/设备概述”章节），同时导航装置还提供用于直接连接（即进行供电和通信）集成末端执行器（如抓手）的连接器。如果要对无法直接连接此类连接器的任何末端执行器进行耦合，则可相应设计和实施外部电缆，为末端执行器供电并加以控制。

## 拆开包装并安装控制装置

#### 打开包装



#### 定位

- 两人一组，卸下控制装置的泡沫包装，一人按住控制装置，另一人去除泡沫包装。
- 将控制装置安放于指定位置或将其嵌入 19 英寸元件专用机架（控制装置包含 2 个 HU - 高元件）。请参考“正确的安装场所/环境条件：控制装置”章节，了解有关控制装置安装方法的信息。
- 请注意，连接电缆的标准长度为 2.5m！

#### 注意

控制装置包含电力电子元件和模块（电动装置、CPU 等），这些元件和模块会根据设备所受的负载而升温。内部的主动通风系统从外界吸入空气，然后通过控制装置的箱体将空气送出。

因此：

- 确保控制装置通风充足
- 确保前通风装置与覆盖部件之间有足够的距离
- 确保后通风装置与覆盖部件之间有足够的距离
- 确保通风装置不会被污染物阻塞
- 确保控制装置不会直接暴露在阳光下

通风充足

## 布线和电气安装

#### 警告

电线和电气装置损坏或不足不但可能会因触电而造成严重人身伤害，还会引发重大财产损失

因此：

- 仅在良好技术条件下使用 Franka Emika Robot
- 只能聘请合格人员安装紧急停止系统。
- 带电电缆和电气装置需保持良好状态。

良好状态

#### 警告

如果电线和电缆布线不当，可能会在机器人装置周边区域形成障碍，继而导致操作人员绊倒及摔跤。

因此：

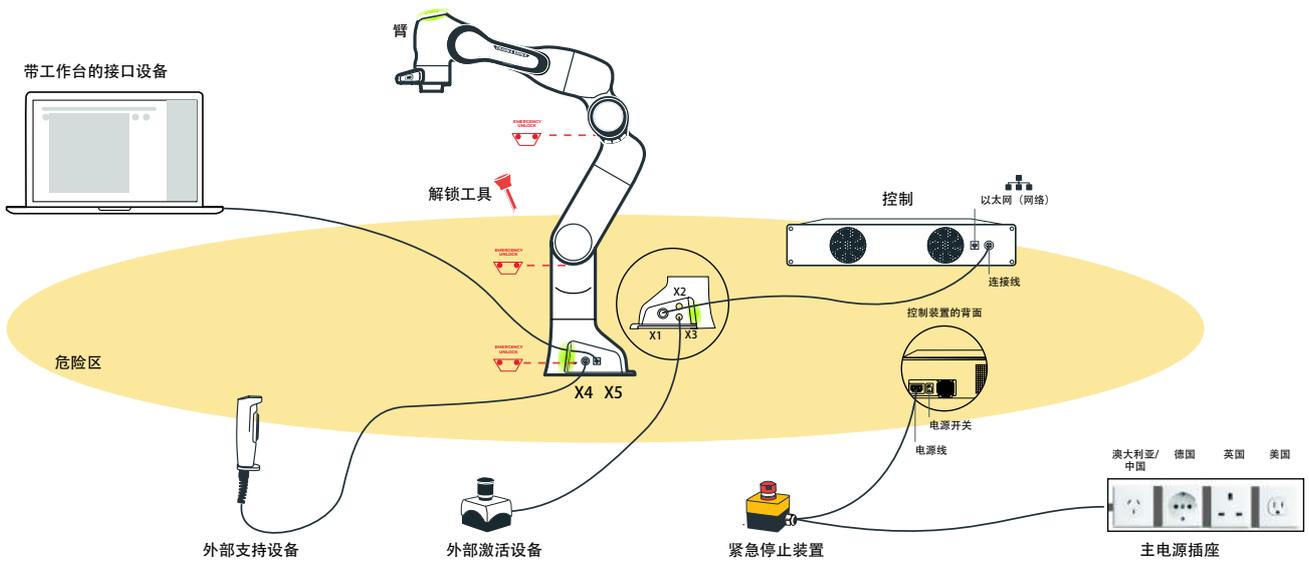
- 始终安全铺设电缆

摔跤风险

# 装配和安装

## 布线图

下图展示了 Franka Emika 紧急停止装置、外部支持设备、外部激活设备及其他工作场所以太网连接的示例布线方法。



## 连接功能接地



- 功能接地的一端连接臂架底座的 M5 螺纹（位于指定位置），另一端连接邻近的良好接地部件（例如，牢固的金属接地排）。
- 为此，可以使用 M5 螺纹 - 不含对应的带端套接地电缆和带锁紧垫圈的 M5x8 螺钉。
- 建议使用直径为 1.5 mm<sup>2</sup> 的接地电缆，最大长度为 5 m。



连接臂架和控制装置

- 小心地将连接器端口插入插座 X1 上，三角形标记朝上。
- 转动连接器端口的前部活动部件，将插头插入连接器。用手拧紧。



- 按照相同的原理，将连接电缆的另一端与控制装置正面的连接器相连。

- 在臂架上，将外部支持设备连接到插座 X4，将外部激活设备连接到插座 X3
  - 确保导销指向正确的方向。
  - 转动连接器端口的前部活动部件，将插头插入连接器。用手拧紧。
- 将外部激活设备放在操作人员触手可及的位置。
- 确保关闭外部激活设备。

外部支持设备和  
外部激活设备

要通过直观的编程接口工作台使用应用操作 Franka Emika Robot，请执行以下操作：

- 使用网络电缆 (RJ45) 将接口设备（平板电脑、笔记本电脑、PC 等）连接到臂架底座插座 X5

连接操作设备（通过工作台  
操作）

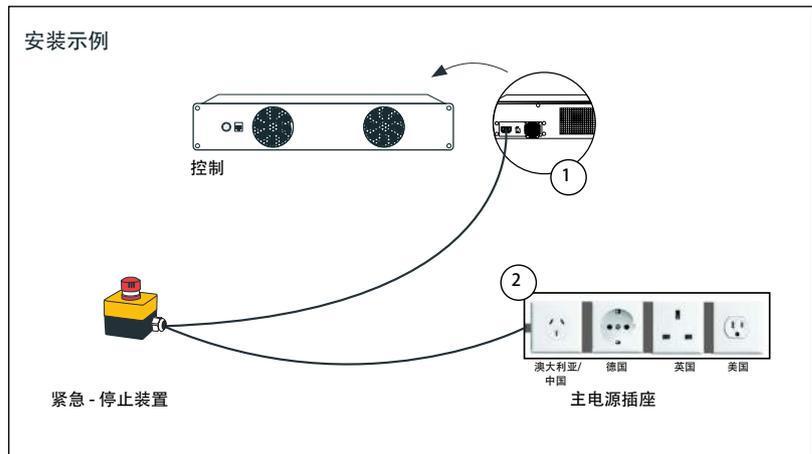
# 装配和安装

## 紧急停止装备

**i**

关于安装紧急停止装备，请参考“提前规划/制动机制”章节。

- 紧急停止系统必须安全地断开控制装置的电源
- 一种可能性是 Franka Emika 紧急停止装置，作为 Franka Emika Robot 的标准配置提供。该装置安装在 Franka Emika Robot 控制装置与电源之间。



- 在此过程中，请确保关闭控制装置的电源开关（位置 0）
- 首先将带有冷起动装置插头的紧急停止装置插入控制装置，然后为控制装置接通电源（频率为 100-240V/47-63Hz）

## 保护装置

- 如果要连接外部保护装置，降低臂架速度并通过停止类别 0、1 或 2（符合 IEC 60204-1 标准）使其完全停止，请参阅“提前规划/制动机制”章节。



在初次操作之前及随后每隔一段时间，需要检查安全装置是否正常运行。

#### 注意

操作过程中切勿连接或断开带电电缆或连接器（特别是，橡胶连接器、连接电缆、末端执行器的连接电缆等）。这可能会损坏臂架或末端执行器。

因此：

- 安全断开 Franka Emika Robot 电源之前，切勿连接或断开电缆。
- 在未安全断开 Franka Emika Robot 电源的情况下，切勿连接或断开末端执行器

#### 注意

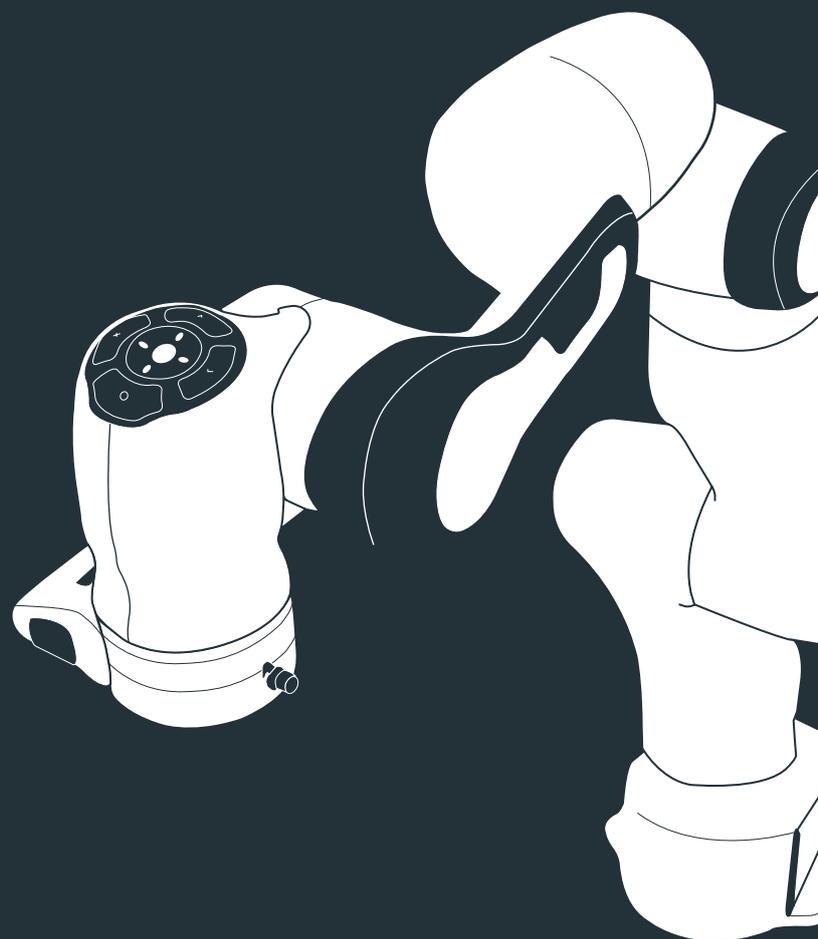
不能折叠、卷起或踩踏连接电缆。

因此：

- 铺设连接电缆时，应避免过分受力（不能弯曲，也不能卷起）。

# 紧急操作指南

- 故障保护锁止系统
- 在紧急情况下手动移动臂架



# 紧急操作指南

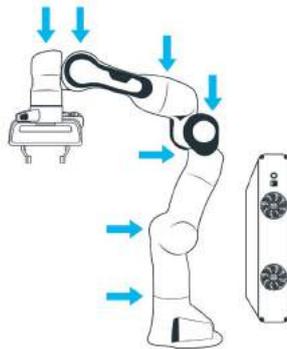
## 故障保护安全锁止系统



在本章节中，部分 Franka Emika Robot 插图包含 Franka Emika 的末端执行器（即抓手）。请注意，当 Franka Emika Robot 作为机械半成品时，抓手并非标准配置，本章节的部分图示展示的抓手仅供参考。另请注意，无论连接任何末端执行器，集成商负责开展适当的危害和危险评估，识别遗留风险以免危害安全和健康，同时还要对最终应用的安全性负责。

### 安全锁止系统

当臂架断开电源时，锁止螺栓会自动锁住臂架的所有 7 个轴。它们会以机械方式锁定接头的任何移动，这样即使在没有电源供应的情况下，臂架也会停止在原位。但受限于这些锁止螺栓的技术，断电时，臂架会无法很好地保持在原位。锁止螺栓会咔嗒一声锁定，然后任由臂架沉降大概几厘米，特别是在会受到重力作用。应考虑这点。



## 在紧急情况下手动移动臂架

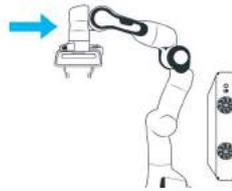
在紧急情况下，即使没有电源，也可以通过两种方法移动臂架。下面按危险情况的严重程度列出了这些方法：

- 发生严重致命危险时（例如，人员受到严重挤压，或者无法呼吸）
  - 操作：立即手动推开臂架
- 发生非严重致命危险并且臂架自身卡滞时
  - 操作：使用解锁工具将安全锁止系统解锁

在无电力的情况下  
移动臂架

### 安全说明

在发生严重致命危险的情况下，需要立即手动将臂架推离或拉离危险位置。首先，检查 Franka Emika Robot 是否不再通电（例如，按下“紧急停止”按钮）。然后，手动推拉臂架。



操作：  
手动推开

### 注意

手动推拉臂架可能会损坏臂架，因为很可能造成接头过载。因此：

- 仅在安全攸关的情况下才能手动推拉臂架。

# 紧急操作指南

操作：紧急解锁

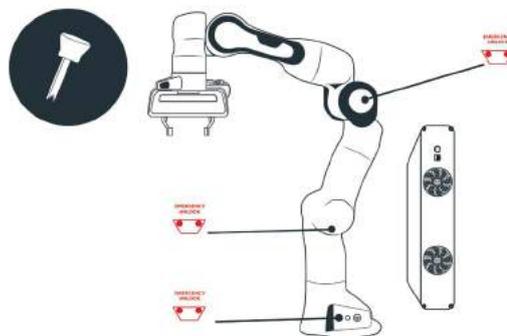


如果必须使用这种紧急解锁方法，集成商需确保将该解锁工具存放在应用附近且仅使用原装解锁工具。

## 安全说明

当臂架在无动力状态下移动时（例如，被周围物体卡住时），需要使用紧急解锁系统。首先，检查 Franka Emika Robot 是否确实断电（例如，按下外部紧急停止装置）。然后，相继解锁一个或多个接头。为此，在臂架的三个接头处设有梯形开口。这些位置标有紧急解锁标签。轻轻插入解锁工具，可以将接头解锁，然后可以手动移动臂段。请注意，插入解锁工具后，面向臂架端头的臂段将因重力而掉落。因此，插入解锁工具前，必须握紧相应臂段。出于机械和交互设计的原因，三个开口位置作为臂架的点位/关节，最有可能迅速成功解锁臂架，且不受解锁时采用的特定关节配置的影响。

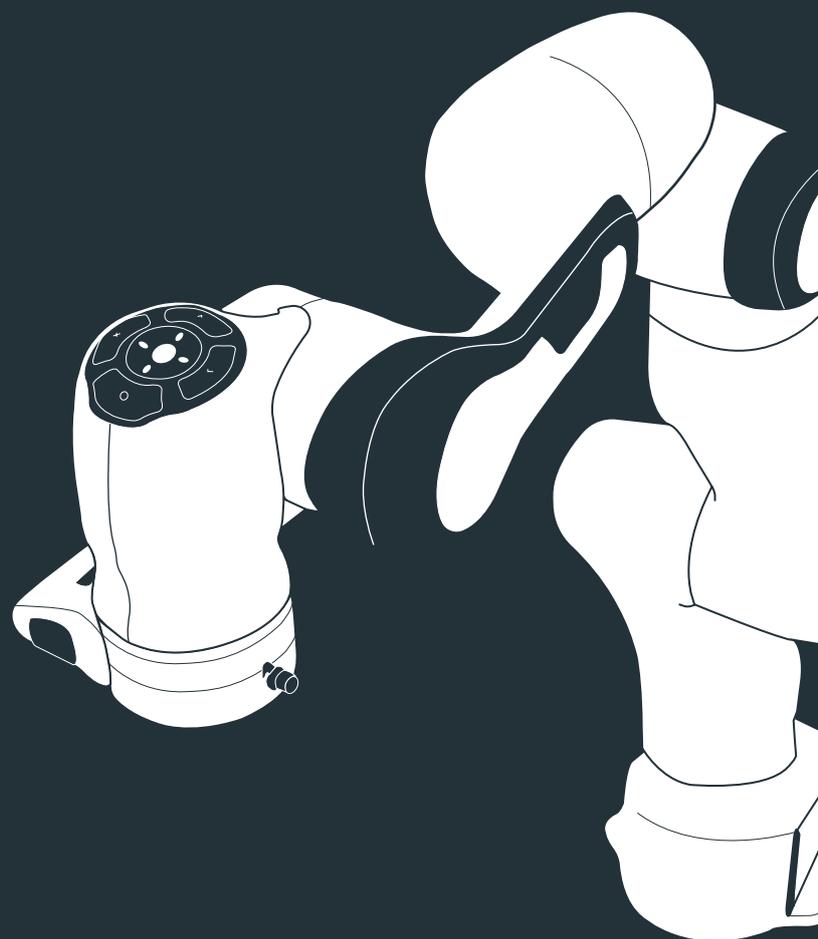
手动移动臂架后，别忘了取下解锁工具！





# 启动

- 接通电源
- 测试紧急停止系统
- 连接用户接口设备
- 软件设置
- 向 Franka Emika Robot 教授任务
- 向 Franka Emika Robot 教授任务：指导详细信息
- 后退并检查
- 让 Franka Emika Robot 运行任务
- 关闭电源



# 启动

## 接通电源



在本章节中，部分 Franka Emika Robot 插图包含 Franka Emika 的末端执行器（即抓手）。请注意，当 Franka Emika Robot 作为机械半成品时，抓手并非标准配置，本章节的部分图示展示的抓手仅供参考。另请注意，无论连接任何末端执行器，集成商负责开展适当的危害和危险评估，识别遗留风险以免危害安全和健康，同时还要对最终应用的安全性负责。



警告

经过运输后，设备温度可能很低；安放到湿度较大的温暖环境中，设备可能会发生冷凝。设备潮湿可能会导致短路，而且可能面临电击风险。

因此：

- 静置设备，使其在运输后适应新环境
- 请勿打开潮湿设备



警告

在遵守本文档说明的前提下，仅可在良好的技术条件下按预期方法使用系统，树立安全意识并防范各种危险。必须立即消除危及安全的种种故障。

注意

如果设备受潮，打开设备不仅会危及生命，还会造成财产损失。

因此：

- 静置设备，使其在运输后适应新环境
- 请勿打开潮湿设备

## 安全说明

请在危险区外启动系统。

现在，您可以首次尝试接通 Franka Emika Robot 的电源：



- 确保提供外部电源。
- 现在，打开控制装置。电源开关位于控制装置背面。

预计将呈现以下状态：



- 控制装置将启动，冷却系统会被激活，因此将可通过视觉和听觉断定通风正常。
- 导航装置和底座两侧的状态灯将开始呈黄色闪烁。
- 如果发现任何故障，请参阅“保养、维修和支持/故障排除”章节。
- 启动可能需要少量时间（约 1 分钟）。
- 状态灯持续呈黄色亮起，启动完成。
- 安全锁止系统仍处于活动状态，意味着在这种情况下仍以机械方式锁定轴（以下几部分将介绍如何解锁安全锁止系统）。

# 启动

## 状态指示灯概述

白色	交互	可以安全操作 Franka Emika Robot
蓝色	注意！ 已激活	注意：Franka Emika Robot 已启用移动功能，随时可以开始移动
蓝绿色	注意！ 开始移动	注意：“工作执行等待时间”倒计时（如果配置）结束后将执行任务
绿色	自动 执行	Franka Emika Robot 正在执行自动程序并独立移动
黄色	已锁定	Franka Emika Robot 以机械方式锁定或无法使用
粉色	冲突	Franka Emika Robot 接到冲突启用信号
红色	错误	发生错误

## 测试紧急停止系统



必须在启动时启用紧急停止系统，并且至少每 12 个月检查一次，以查看其是否正常运行。关于这一主题，请参阅“提前规划/紧急停止装备”章节。

### 警告

紧急停止装置还会切断所有与臂架直接连接并相互供电的末端执行器的电源。这意味着物体可能会从抓手中掉落并造成伤害，放在平台上的手、手指又或者脚趾尤其容易受伤。

因此：

- 确保断电时物体不会从抓手中掉落（例如，设计适型抓握工具，使用最适宜类型的抓手）。
- 或者，确保从抓手中掉落的物体不会造成任何伤害（例如，使用轻巧和/或圆形物体，穿着安全鞋）。

## 安全说明

请严格遵守下列安全说明：

- Franka Emika Robot 必须处于“监控停止”状态。安全锁止系统的锁止螺栓需打开，臂架可能无法移动。
- 激活紧急停止
- 激活后，当跌落到机械锁止螺栓时，臂架将略微沉降并发出咔嚓声。确保有足够的空间供臂架沉降，避免对抓握物体或环境造成损坏。将臂架移到无障碍位置，例如静止物体上方 200mm。按照指南操作。
- 如果安装紧急停止装置来进一步关闭 Franka Emika Robot 以外的其他设备，则测试期间需充分考虑相关情况。

## 注意

但受限于锁止螺栓的技术，断电时，臂架会无法很好地保持在原位。这意味着臂架将出现沉降，特别是在重力发生作用的接头处。由于沉降影响，可能会对设备附近的工件或敏感物体造成损坏。

因此：

- 关闭 Franka Emika Robot 时，请充分考虑轴沉降移动。关闭臂架前，请将其安置在无障碍位置（例如，静止物体上方 200mm）。

## 注意

只要不再为控制装置供电，Franka Emika Robot 将安全停止并通过故障保护安全锁止系统以机械方式锁定。紧急停止装置用于在紧急情况下尽快停止臂架。这可能会损坏臂架；或者，如果在过程中的某个不利位置停止，还会损坏末端执行器、工件或周边环境。

因此：

- 只能在安全攸关的情况下使用紧急停止系统。
- 如有可能，在激活紧急停止系统之前，通过 X3 使用外部激活设备。相较于紧急停止系统，这样可以更和缓地停止机器人移动，而且不会激活安全锁止系统。
- 无论按下紧急停止按钮会对臂架带来怎样的损坏，都不会对人员造成伤害，因为无论损坏程度如何，臂架均将安全停止。如果切实发生损坏，则在启动后再次打开系统时，系统将向操作人员通报相关损坏。

# 启动

## 连接用户接口设备

Franka Emika Robot 的配置和编程环境适于通过所有现代浏览器运行。但是，我们建议使用 Chrome、Chromium 或 Firefox。无需其他软件：

- 要打开初始配置界面，必须通过以太网电缆将接口设备连接到臂架底座的插座 X5（参阅“装配和安装”章节）。
- 必须配置接口设备，使其通过 DHCP 自动获取 IP 地址。
- 一旦打开 Franka Emika Robot，将自动为接口设备分配 IP 地址。
- 接着可以输入 URL “[robot.franka.de](http://robot.franka.de)”，在 Web 浏览器中打开该 URL。

## 软件设置



所有操作 Franka Emika Robot 的人员必须阅读并理解相关文档（特别是“提前规划”和“紧急操作指南”章节），充分认清与机器人系统相关的各类风险，同时在操作过程中时刻保持警惕。

### 配置 Franka Emika Robot

首次启动 Franka Emika Robot 或将控制装置重置为默认设置后，当输入 URL “[robot.franka.de](http://robot.franka.de)” 时，Web 浏览器中将显示初始配置：

1 User Welcome!  
Please create a first admin user:  
2 Network  
3 End-Effector Username  
4 Franka World Password  
Password confirmation  
BACK NEXT

必须创建管理员用户。要创建管理员，请输入用户名和密码，然后确认密码。  
始终使用安全密码，防止未经授权的人员访问系统！

创建用户角色

#### 注意

您可以执行以下步骤，创建或编辑（其他）用户：

- 在工作台中，从“设置”中访问“用户”选项卡。
- 在这里可以添加新用户或编辑现有用户。

必须始终定义一位管理员；这意味着，无法删除最后一位管理员。必须为每一位用户分配一个角色，多位用户可以具有相同角色。当前的 Franka Emika Robot 版本仅支持以下角色：

管理员：无授权限制。管理员可以编辑所有参数，也可以创建新任务。

操作人员：操作人员具有以下访问权限：

- 下载和选择任务
- 查看任务和应用设置
- 查看系统状态（网络、机器人、末端执行器）
- 锁定/解锁制动器
- 启动/停止任务
- 引导（无法保存位姿）
- 切换导航装置模式
- 移到运输位姿供包装
- 从系统下载日志文件
- 关闭并重新启动系统

#### 警告

如果末端执行器配置不正确，Franka Emika Robot 将根据末端执行器的错误质量和质量惯性比进行操作。这意味着，Franka Emika Robot 将调节到错误的参数，而且无法完全补偿重力。这可能会造成引导过程中发生意外移动，继而因移动本身或操作人员退缩导致受伤。

因此：

- 随时检查末端执行器的配置
- 将参数化应用或任务复制到另一个 Franka Emika Robot 系统时，还要确保末端执行器配置依旧与原始配置相同

末端执行器配置

# 启动

## 警告

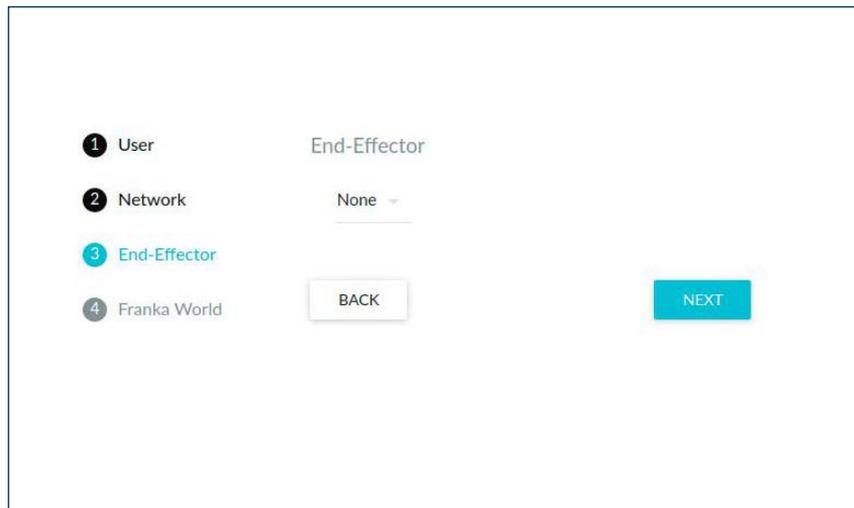
按下“归位”按钮后或初始安装过程中，抓握物体可能会从末端执行器中掉落，继而造成严重伤害。

因此：

- 穿戴个人防护装备（例如，安全鞋）
- 切勿将手伸到抓握物体与固形物（例如，桌子）之间。
- 切勿在启动前加载末端执行器，因为每次通电解锁制动器后都必须“归位”

无论连接任何末端执行器，集成商负责开展适当的危害和危险评估，识别遗留风险以免危害安全和健康，同时还要对最终应用的安全性负责。

如果没有抓手，则从下拉菜单中选择“无抓手”。



如果已经安装抓手，请从下拉菜单中选择“抓手”。

如果要使用其他末端执行器或调整抓手配置，请从下拉菜单中选择“用户定义”，然后在文本字段中输入相应的值。通常可以在末端执行器手册中找到适当的值。

“用户定义” 的默认设置如下（与抓手设置相符）：

Franka Hand			
Mass			
0.73	kg		
Flange to Center of Mass of Load Vector			
-0.01	0	0.03	m
Inertia Tensor			
0.001	0	0	
0	0.0025	0	kg x m <sup>2</sup>
0	0	0.0017	
Transformation Matrix from Flange to End-Effector			
0.7071	0.7071	0	0
-0.7071	0.7071	0	0
0	0	1	0.1034 m
0	0	0	1

#### 注意

您可以在稍后的某一时刻编辑末端效应器设置。

要编辑末端效应器设置，请执行以下操作：

- 在工作台中，单击标题右侧的用户名，打开管理员界面。
- 然后，单击“管理员”，选择子菜单“末端执行器”。
- 输入掩码打开，而后即可输入质量、质量惯性矩阵等技术数据。

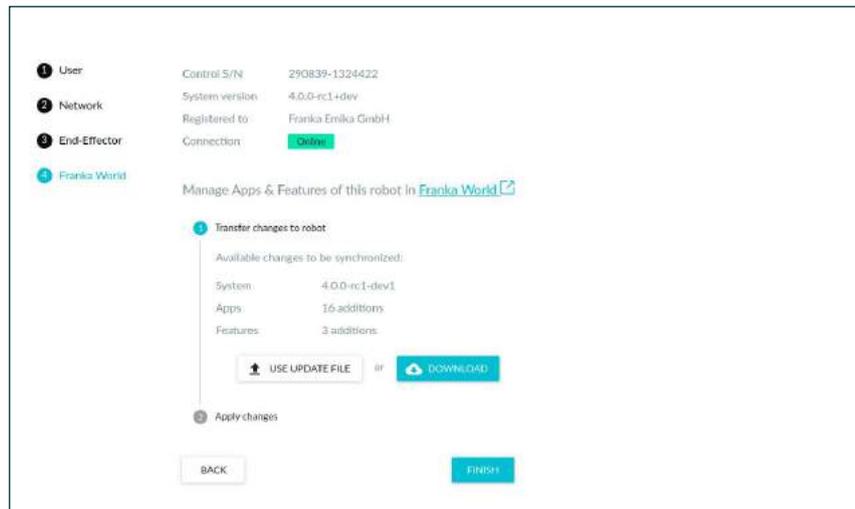
在操作 Franka Emika Robot 的过程中，配置正确至关重要。如果配置不正确，将无法完全补偿重力，臂架随即调节到错误的目标值。

如果配置不正确：

- 在引导模式下，臂架可能拉向某些方向
- 工作模式调节可能会受到影响，臂架碰撞检测的预期灵敏度下降
- 跟踪行为可能会受到影响

## 机器人注册

最后一个配置步骤：在 Franka World 中注册机器人（参阅第 3 部分“使用 Franka Emika Robot/Franka World”章节）。需要 Franka World 帐户，以便安装系统更新和应用（参阅第 3 部分“使用 Franka Emika Robot/管理应用和更新”章节）。如果机器人未联网，也可以注册该设备，但在这种情况下，手动完成该过程，而且需要下载及上传更新文件和状态文件。



## 完成配置设置

完成并确认初始配置后，将执行最后一个准备步骤，而后 Web 浏览器将显示编程接口工作台，同时臂架状态灯持续呈黄色亮起。



# 启动

## 向 Franka Emika Robot 教授任务

### 简要描述

按住臂架手柄上的两个按钮（“启用”按钮和“引导”按钮），即可通过引导自由移动臂架（但受相应引导模式限制）。此模式用于教授新位姿或将臂架手动移动到另一种位姿。



### 先决条件

#### 安全说明

#### 安全条件：

- 必须始终将紧急停止装置安装到触手可及的位置

#### 操作先决条件：

- 必须打开并启动控制装置
- 必须解锁安全锁止系统（在工作台中，单击“解锁关节”）
- 紧急停止必须处于打开位置
- X3 - 输入
  - 在此状态下，无需使用 X3 连接任何设备
  - 但是，可以使用 X3 连接外部激活设备。如果连接设备，则需要“关闭”，即按下。
  - 如果使用 X3 连接保护设备，则无法激活
- 必须半按手柄上的“启用”按钮并保持。“启用”按钮具有三种状态：
  - 未按：未启用臂架，未进行任何移动
  - 半按：启用臂架，进行移动
  - 全按：未启用臂架，未进行任何移动
- 此外，必须连续按下“引导”按钮。

--> 只有满足上述先决条件才能在“引导”模式下手动自由移动臂架

## 向 Franka Emika Robot 教授任务：指导详细信息



首次使用引导模式前，请先阅读“提前规划”和“紧急操作指南”章节。  
如果使用不当，可能造成严重伤害和/或重大损失！



警告

如果末端执行器旁或工作空间内存在尖缘或尖头物体，可能会在引导过程中造成伤害。因此：

- 尽量避开尖缘或尖头物体
- 另请阅读“提前规划/Franka Emika Robot 使用和定位的实用提示”章节。

解锁安全锁止系统



警告

物体或工具随时可能掉落（例如，因松散耦合或可能导致任何末端执行器松开物体的故障导致掉落）。如果物体或工具掉落，这些物体或工具的重量可能高达 3 kg（机器人的最大有效载荷为 3kg，应减去连接的末端执行器的质量，从而确定允许的物体重量），很可能导致手指、手部、脚趾和脚部受伤。

因此：

- 当进入操作空间及处于引导模式和监控停止状态时，务必始终穿戴个人防护用品（例如，安全鞋）。
- 当进入操作空间及处于引导模式和监控停止状态时，切勿将手伸到抓握物体与固形物（例如，桌子）之间。

# 启动

## 小心

进入引导模式前，请检查是否为连接的所有末端执行器及其抓取的所有物体设置正确的质量和重心。如果 Franka Emika Robot 在质量较小的情况下运行，臂架将在按下“引导”按钮时沉降；如果 Franka Emika Robot 在质量较大的情况下运行，臂架将上升。这可能会引发意外移动，迫使操作人员退缩，继而导致受伤（例如，压伤）。

因此：

- 引导前，始终设置正确的末端执行器质量和/或末端执行器承载质量。

## 安全说明

移动 Franka Emika Robot 前，必须解锁安全锁止系统。

- 确保紧急停止装置触手可及。
- 例如，如果外部激活设备连接机器人底座的 X3.1A，请将其设置为停用状态（按下）。相应地，X3 连接的其他外部设备必须允许移动。
- 请注意，如果将数字输入 X3.1A 的工作模式选项切换至自动模式，则解锁后会立即启用 Franka Emika Robot 并开始执行任务 - 无需使用外部支持设备（参阅“提前规划/Franka Emika Robot 的工作模式”章节）。
- 现在，务必离开危险区，同时确保危险区内再无任何其他人员。
- 在工作台中，单击“解锁关节”。

预计将做出以下行为：

- 为松开锁紧销，所有 7 个轴均需进行略微移动。
- 此外，还将听到 7 声咔嗒声。
- 现在，臂架在控制装置的引导下保持在适当的位置，发现自身处于“监控停止”状态，此时 Franka Emika Robot 呈白色或蓝色亮起\*

\*在工作台中，再次单击“锁定关节”，验证是否所有关节均已正确锁定并处于静止状态。再次单击“解锁关节”。Franka Emika Robot 需先呈白色亮起，然后才能开始引导。

引导期间：

- 请仔细查看“提前规划/Franka Emika Robot 使用和定位的实用提示”章节的实用提示。
- 请注意，如果将数字输入 X3.1A 的工作模式选项切换至自动模式，则解锁后 Franka Emika Robot 立即呈蓝色亮起，以此表明 Franka Emika Robot 已启用并开始执行任务 - 无需使用外部支持设备（参阅“提前规划/Franka Emika Robot 的工作模式”章节）。在这种情况下，请按外部激活设备或关闭 X3 连接的所有保护设备。这样，还可以手动引导臂架。

## 引导



只要满足“启动/向 Franka Emika Robot 教授任务”章节提出的先决条件，即可引导臂架。要引导臂架，请执行以下操作：

- 半按手柄上的“启用”按钮，然后再按“引导”按钮。届时 Franka Emika Robot 持续呈白色亮起。为提高可用性，关闭导航装置中间的状态灯。
- 只要松开两个按钮中的任何一个，臂架将保持静止
- 哪怕用力按下“启用”按钮，臂架同样会保持静止（“启用”按钮的紧急制动功能）
- 立即亲自试用！

引导模式按钮位于手柄顶部。用户可以使用此按钮选择不同的引导模式，也可以直接在工作台中选择引导模式。工作台边栏中会显示当前所选的模式。引导模式会对臂架的某些移动做出限制，从而方便操作。

## 切换引导模式

### 注意

Franka Emika Robot 允许切换引导模式。引导模式用于限定引导期间的预定义移动。例如，引导模式仅允许笛卡尔方向 X、Y 和 Z，围绕这些轴的旋转移动则被锁定。如果操作人员强行突破锁定方向及进行旋转，可能会损坏 Franka Emika Robot。

因此：

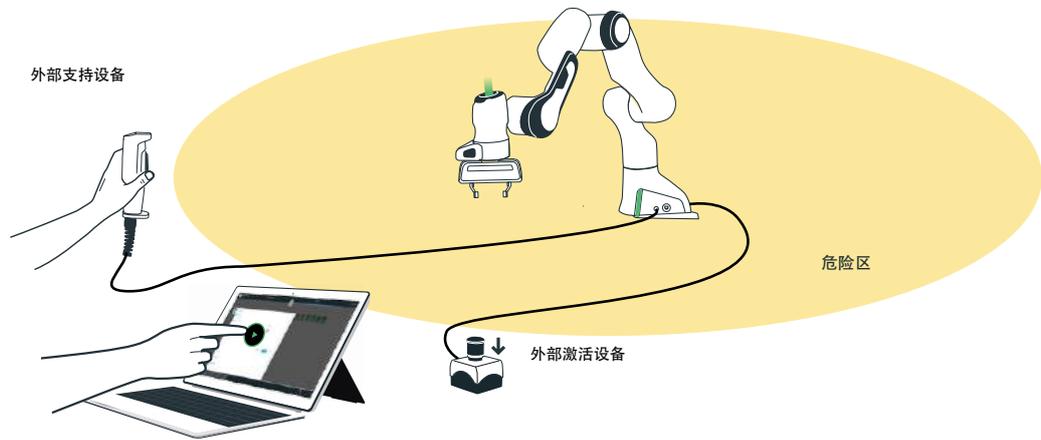
- 在手动引导过程中，如果感到某个方向似乎被锁定且底座呈白色亮起，则应进行检查，确定是否配置正确的引导模式。避免强行突破锁定方向。
- 例如，如果 Franka Emika Robot 呈“粉色”亮起，则表明 Franka Emika Robot 接到冲突释放信号，因此不允许接受手动引导。

# 启动

## 后退并检查

### 简要描述

教授机器人移动后，通常需要检查移动学习成果。为此，请后退到危险区之外。您可以使用外部支持设备引导机器人移动。只有全神贯注地观察待处理的机器人移动（意识）时才能执行此操作。如果在运行机器人自动移动的过程中发现任何异常行为，则使用外部支持设备停止机器人移动。此外，如果在紧急情况下需要使用紧急停止装置，则随时可以使用紧急停止装置，以关闭系统的所有能源供给。



### 先决条件

#### 安全说明

#### 安全操作：

- 必须始终将紧急停止装置安装到触手可及的位置
- 操作人员离开安全区（后退）
- 操作人员必须执行检查，确保安全区内再无任何其他人员。
- 操作人员必须全神贯注地观察待处理的机器人移动（意识）

操作先决条件：

- 必须打开并启动控制装置
- 必须解锁安全锁止系统（通过工作台中的“解锁关节”按钮解锁）
- 紧急停止必须处于打开位置
- 必须将外部支持设备连接到 X4，半按外部支持设备以激活自动执行机器人程序并启用机器人移动
- X3 - 输入
  - 在此状态下，无需将设备连接到 X3
  - 但是，可以将外部激活设备连接到 X3.1A。如果连接，则必须处于“关闭”状态，即已按下。
  - 如果将保护设备连接到 X3，则不应处于活动状态。

此外，在紧急情况下，如有必要，可使用紧急停止装置以便完全切断电源。

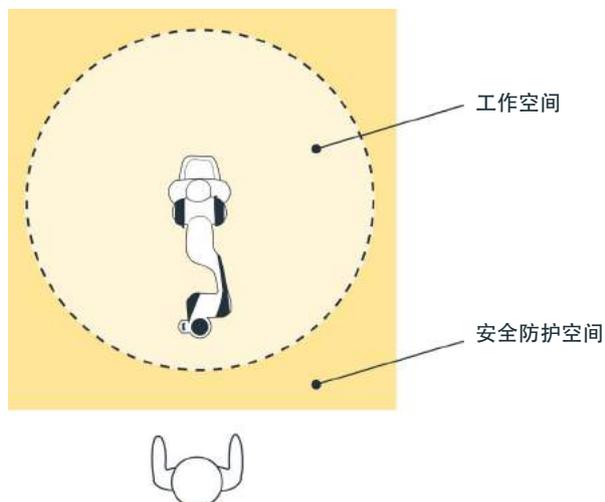
--> 只有满足上述先决条件才能移动臂架，例如使用工作台中的“执行”按钮。

## 让 Franka Emika Robot 运行任务

当 Franka Emika Robot 学习并掌握任务后，应当可以自动执行任务：

简要描述

- 安全隔开人员，规避臂架带来的风险（在 EN ISO 10218-1 的 ANSI/RIA R15.06 中分别称为“自动模式”）：



# 启动



## 先决条件

### 安全说明

#### 安全条件：

- 负责人/集成商必须采取妥善的安装措施，确保机械臂危险区内无一人逗留
- 必须配置并连接安装的保护装置（例如，带访问监控的防护棚、安全激光扫描仪），确保安全识别进入安全防护空间的任何人员。接着，Franka Emika Robot 将切换到“监控停止”状态，再次支持手动引导（教学）。
- 安全防护空间必须设置得足够大，充分考量臂架的最大制动时间和最大制动距离
- 必须始终将紧急停止装置安装到触手可及的位置

#### 工作条件：

- 必须打开并启动控制装置
- 必须解锁安全锁止系统（在工作台中，单击“解锁关节”）
- 紧急停止必须处于打开位置
- 必须将用于更改工作模式的数字输入 X3.1A 切换至自动模式（例如，如果连接了 FE 外部激活设备，则需要处于上位）。如果使用 X3.2A 和/或 X3.3.A，则必须允许移动且不得触发保护性停止。

--> 例如，只有满足上述先决条件才能通过工作台中的“执行”按钮移动臂架启动前，操作人员必须进行检查，确保危险区无任何人员。

### 注意

如果授权信号发生冲突（例如，外部激活设备激活，外部支持设备或手柄上的“启用”按钮同时激活），Franka Emika Robot 信号显示粉色。

## 关闭电源

### 警告

另外，也可以切断所有与臂架直接连接并相互供电的末端执行器的电源。届时抓握物体可能会从抓手中掉落并造成伤害，放在平台上的手、手指又或者脚趾尤其容易受伤。因此：

- 确保断电时物体不会从抓手中掉落（例如，设计适型抓握工具，使用最适宜类型的抓手）
- 或者，确保从抓手中掉落的物体不会造成任何伤害（例如，使用轻巧和/或圆形物体，穿着安全鞋）

### 安全说明

务必在危险区外关闭电源。使用工作台边栏的“停止运转”选项，即可激活安全锁止系统，Franka Emika Robot 将停止运转。

停止运转

关闭系统后，断开 Franka Emika Robot 的电源（例如，使用控制装置背面的电源开关）。等到前通风装置静止不动后，表明 Franka Emika Robot 已停止运转，因而可以关闭电源。否则，后通风装置仍将继续运转。

关闭电源

需要等待 1 分钟，而后才能重新启动 Franka Emika Robot。接着，只需重新连接电源，Franka Emika Robot 将再次重新启动。

重新启动

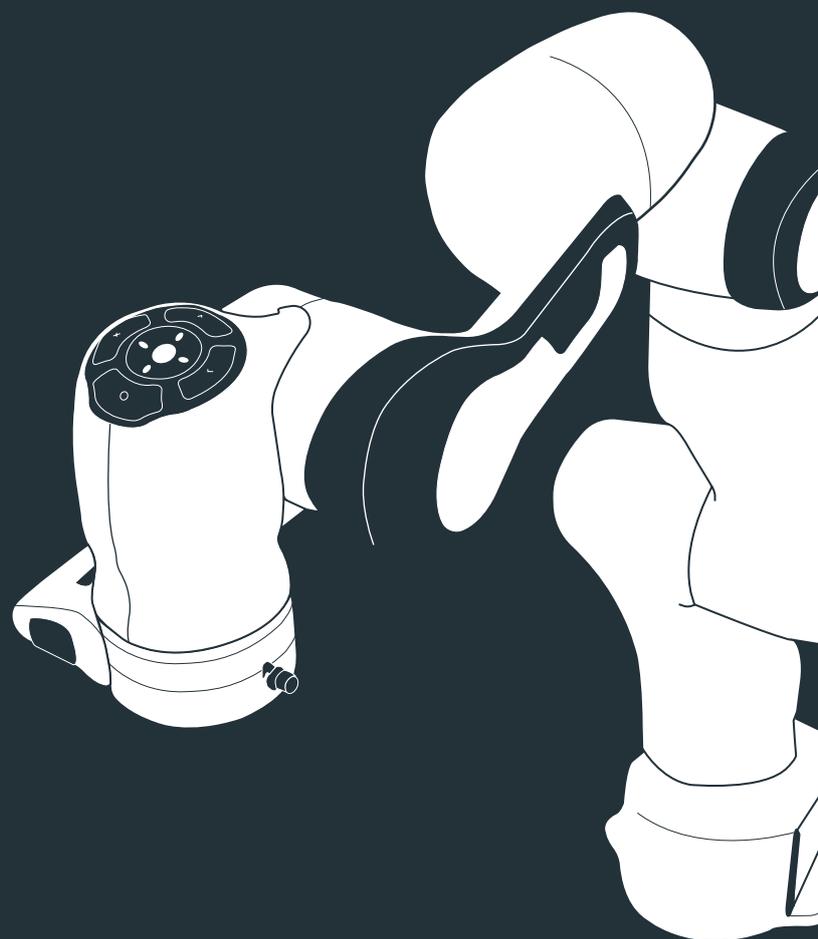
### 注意

但受限于锁止螺栓的技术，断电时，臂架会无法很好地保持在原位。锁止螺栓会咔嗒一声锁定，然后任由臂架沉降，特别是在重力发生作用的接头处。这可能会对附近的工件造成损坏。因此：

- 关闭 Franka Emika Robot 时，请充分考虑轴沉降移动。关闭臂架前，请将其安放在无障碍位置（例如，静止物体上方 200mm）。

# 保养、维修和支持

- 清理
- 更新
- 维修和支持
- 故障排除
- 处置



## 保养、维修和支持

### 清理

#### 警告

如果误用液体清洗剂且清理前未正确断开设备电源，可能会因触电引发伤亡事故。

因此：

- 切勿在安全断开电源之前清理设备
- 切勿使用液体清洗剂清理设备
- 请勿在设备未充分干燥的情况下接通电源

清理时，需牢记以下几点：

- 只能由合格人员进行清理。
- 仅当安全断开 Franka Emika Robot 的电源（断开控制装置的电源）后，才能清理部件
- 必须由合格人员关闭电源并拔下设备
- 请勿直接向设备喷洒任何液体
- 请勿使用任何化学清洗剂
- 只能使用完全拧干的湿布或干布清理部件。避免湿气侵入设备。
- 请勿用力扭动臂架。用手托起部件进行清理，以免因过载导致臂架损坏。
- 仅当所有表面充分干燥后才能重新启动。

#### 注意

如果清理不当，可能会导致设备损坏。

## 更新

### 系统更新

操作系统、应用和功能更新均可下载：

简便的方法是从 Desk 设置 > Franka World 完成，也可以从您机器人的 Franka World 设备管理页面使用更新文件手动完成。注意：要从 Franka World 安装新应用或功能时，如有需要，也会同时更新系统（参阅“使用 Franka Emika Robot/Franka World”和第 3 部分“使用 Franka Emika Robot/管理应用和更新”章节）。

确认更新系统后，将重新启动。系统重新启动，启动期间不得断开机器人的电源。

## 维修和支持

如欲请求维修和支持，请发送电子邮件至 [support@franka.de](mailto:support@franka.de) 联系我们。届时维修和支持中心将发出请求票证，我们的专家将尽快做出回复。

## 故障排除

Franka Emika Robot 呈白色亮起：可能未正确按下手柄上的两个按钮之一。先松开两个按钮，然后再次按下。避免完全按下“启用”按钮，否则臂架将停止移动！ 无法正常运行教学/引导

如果 Franka Emika Robot 改为粉色，表明系统接到冲突启用信号。例如，如果外部激活设备打开（拉起），同时按下手柄上的两个引导按钮，可能会出现这种情况。必须关闭所有输入，然后才能再次移动机器人。工作台中显示打开的输入 - 粉色突出显示。

Franka Emika Robot 呈黄色亮起或闪烁：安全锁止系统仍处于活动状态。在工作台中，可以通过“解锁关节”进行释放。

Franka Emika Robot 呈红色闪烁：安全系统发现问题。届时可以再次使用工作台释放安全锁止系统。

Franka Emika Robot 呈红色亮起：存在问题。如果重新启动系统无法解决此问题，请发送电子邮件至 [support@franka.de](mailto:support@franka.de) 联系我们。

## 保养、维修和支持

在教学过程中，臂架朝一个方向大力拉动  
立即检查末端执行器的设置。是否选择并配置正确的末端执行器？为此，请参阅“启动/软件设置”章节。如果问题仍未解决，请联系支持人员。问题解决之前，请勿操作系统。

关闭时发出  
咔嗒声  
咔嗒声是开合安全锁止系统造成的声响，属于正常现象。接头设置锁紧销，目的在于以机械方式锁定。

停止运转位置数据错误  
在下列情况下，可能会发生停止运转位置错误：

- 使用紧急停止，或者臂架失去动力（即未使用工作台锁定关节）。
- 使用解锁工具解锁一个或多个关节。
- 硬件或臂架内部传感器发生问题。

如果发生停止运转位置错误，系统无法保证先前教授的位姿仍然正确。为应对此类情况，系统提供了以下选项：

- 使用“恢复”对话框将机器人自动移动到预定义参考位姿，目测检查，评估正确定位。
- 小心运行先前教授的任务，暂时忽略错误，从而验证定位准确性。



在危险区外，使用外部支持设备在“后退并检查”模式下检查任务执行情况并时刻保持安全距离。

- 确认停止运转位置错误并继续操作。仅当操作人员事先评估过定位准确性后，才能使用此选项。
- 如果机器人硬件受损，则必须停止运转系统，严禁使用机器人。

超出使用寿命  
鉴于 Franka Emika Robot 在处理不同任务时负载可能会有所不同，Franka Emika Robot 不适宜完全根据工作时间估算使用寿命，而是基于有效载荷进行实时测量，以便监控实际磨损情况，从而最大程度地延长使用寿命。一旦某一部件达到使用寿命限制，工作台会显示消息通知，提醒您臂架传动链的一个或多个部件达到最大使用寿命。接着，Franka Emika Robot 将被停用。

工作台持续显示  
“停止运转系统”  
您可能已经停止运转系统。控制装置的前风扇停止旋转后，可立即使用后侧的开关关闭控制装置。然后，即可关闭工作台的浏览器窗口。

## 处置

仅可根据相关国家/地区的特定法律、标准和法规处置 Franka Emika Robot。 处置

控制装置内含一块纽扣电池。务必根据相关国家/地区的特定法律、标准和规定单独处理电池。 电池

如需退还废弃物进行处理，请联系我们。 退还废弃物

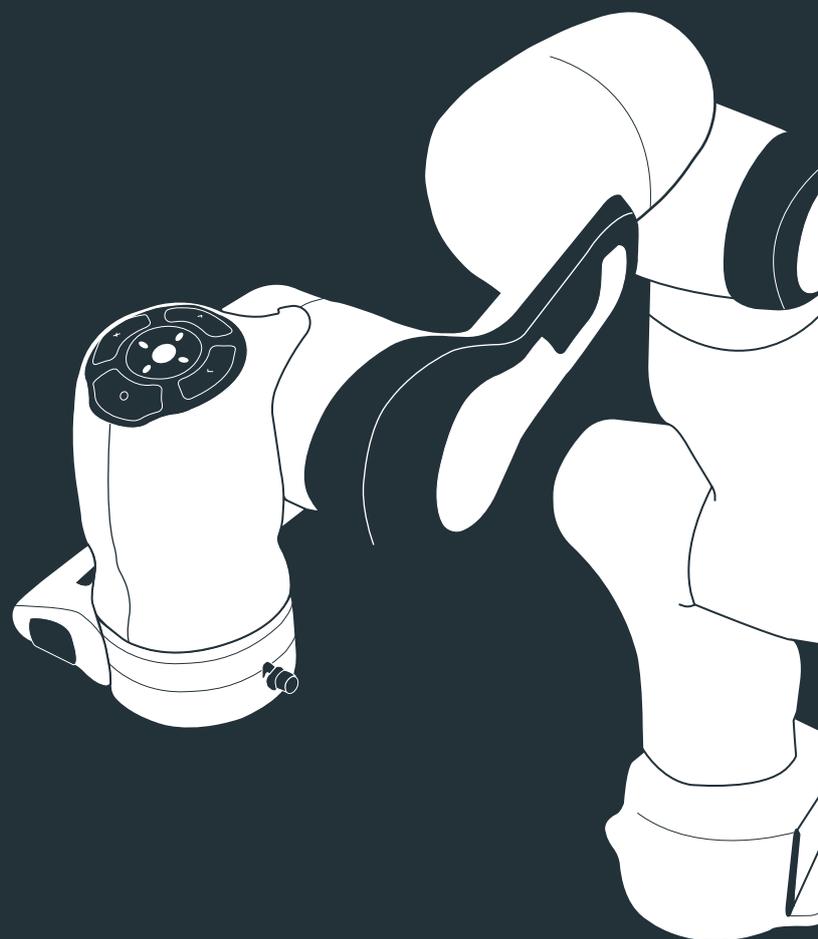
# 第 3 部分

Franka Emika Robot 系统的进一步用户使用说明



# 使用 FRANKA EMIKA ROBOT

- Franka Emika Robot 电动工具
- 机器人操作提示
- 工作台
- 应用
- Franka World
- 管理应用和更新
- 教学
- 执行
- Hub



# 使用 FRANKA EMIKA ROBOT

## Franka Emika Robot 电动工具

### 突破性创新

Franka Emika 以世界最先进的机器人系统 Franka Emika Robot 重新定义了机器人技术，该系统也是最畅销的业内定制型机器人系统。我们的客户无论是中小企业还是跨国企业，均从这种新颖易用、灵活多变、经济高效的可扩展解决方案中获益匪浅。Franka Emika Robot 为轻型设计，可以大批量生产。它采用了最高级的机电一体化技术，装备有一百多个传感器。从系统到部件，每个环节的设计和开发始终精益求精，这使得我们的有效载荷与移动质量比达到了 1:4。本产品植根本地销往全球，德国巴伐利亚州是 Franka Emika Robot 制造中心的所在地，我们的产品供应链遍布欧洲近 90% 的地区。

### 软体机器人性能

#### 移动

Franka Emika Robot 具备经典的硬体工业机器人的特点，位姿可重复性达  $\pm 0.1$  mm，即使在速度高达 2 m/s 时，路径偏差也可以忽略不计。这样便于制造工艺流程的精准、稳固和快速执行。

#### 作用力传感

Franka Emika Robot 受人类触感启发，所有 7 个轴上均装有连杆侧扭矩传感器。出色的分辨率、精确度与可重复性使机器人能够动态感测周围环境，其表现甚至优于大多数特制的力传感器的性能。我们拥有先进的传感器、控制算法和内部模型，借助这些技术，您可以在几毫秒内快速检测到意外碰撞并做出反应。另外，Franka Emika Robot 的柔性扭矩控制接头可以模拟人体肌肉收缩或放松的方式，顺势或逆势操作，以适应任务或环境的要求。

#### 1 kHz 作用力控制器

Franka Emika Robot 可用于施加最小 0.05N 的作用力，以便完成精细操作的任务，例如冲压、插入和拧紧。作用力的连续、准确微调，是实现轮廓跟踪、抛光和研磨等各类应用的必备条件。

#### 相互作用

Franka Emika Robot 自带可调的导向模式，可以补偿重力和摩擦力，从而将感测的重量降低到系数为 60，确保了人机之间平滑而精巧的物理交互。

## 机器人操作提示

关节空间是使用机器人各个关节的旋转角度描述机器人位姿的一种方法。业界大多数工业机器人有 6 个关节，相比之下，我们的臂架具有 7 关节灵活度。这样可以实现极高的灵活性。关节空间移动可将所有关节从当前位置同时移动到定义的目标关节位姿。在此，值得注意的是，末端执行器移动是关节旋转产生的结果，不遵循特定路径（例如，直线）。

关节空间

笛卡尔空间是描述机器人位姿的另一种方法。在这种描述方法中，末端执行器的位置和方向是主要关注焦点。在三维空间中，笛卡尔位姿表示通常由三个确定末端执行器位置的值（单位：米）和三个确定末端执行器方向的值（单位：度）组成。对于 7 关节灵活度机器人，这种表示无法完整定义特定机器人位姿。有关详细信息，请参阅“冗余”部分。

笛卡尔空间

笛卡尔空间移动可以精准跟踪预定义空间路径，如直线。位置变化称为平移，方向变化称为旋转。机器人的笛卡尔移动始终取决于参考坐标系，用户可以通过工作台“管理员”部分的末端执行器配置对 Franka Emika Robot 进行配置。

臂架可以通过各种关节配置达到特定的笛卡尔位姿。此功能称之为“冗余”。

冗余

在 Franka Emika Robot 中，这种附加移动功能通常称为“肘”，因为它与人类手臂肘部的运动性能相匹配。在教学或执行任务的过程中，臂架冗余有助于实现更高的灵活性。例如，人们可以通过它来绕过障碍物，抓取障碍物后方的物体。肘的行为可以改变，而且能够适应各种情况。既可设置为自由移动，又能设置为固定。

# 使用 FRANKA EMIKA ROBOT

**灵敏度** 臂架的所有 7 个关节均装有真实的扭矩传感器。此外，哪怕对臂架施加最微弱的作用力，传感器也可以识别并做出反应。在高灵敏度的支持下，这款臂架可以发挥很多传统工业机器人无法实现的功能和能力，比如阻抗、机器人引导或碰撞检测。值得注意的是，为实现最高灵敏度，尽量额外补偿对机器人施加的作用力（例如，安装末端执行器）很有必要。因此，应在工作台“管理员”部分尽量精确配置要使用的末端执行器。

**阻抗** 阻抗是一种机器人行为，效仿器械弹簧的作用效果。此行为用于缓冲环境操作，例如避免损坏易碎物体。调整阻抗的能力类似于人类手臂发出的缓冲力，手臂通过收紧肌肉改变刚度，而且能够适应各种情况，以便增强执行任务时的稳健性。

**碰撞检测和反应** 我们在全部 7 个轴中安装了扭矩传感器。传感器可提供任意给定时刻每个轴的作用扭矩信息。结合基于模型的控制装置，可识别预期扭矩与实际扭矩之间的偏差，而后臂架即可据此做出响应。例如，如果臂架在移动过程中接触到意外物体，一个或多个扭矩传感器将可实时识别接触。人们将此类扭矩提升归类为碰撞，它们可以使机器人停止移动。

**生成作用力** 如果臂架按计划与周边环境发生接触，则可以使用 7 个扭矩传感器的传感器信号在连结点生成规定的作用力。

## 工作台

**概述** 使用 Web 应用工作台对 Franka Emika Robot 进行编程。输入 <https://robot.franka.de> 将其打开。您可以使用工作台创建任务。任务是程序序列，由按时间顺序排列的应用序列组成。应用是任务构建块，用于描述 Franka Emika Robot 的基本功能，如“抓取”、“放下”、“触控按钮”。



- 1.时间线是用于整理应用以进行任务编程的区域。
- 2.在任务区域中，您可以存储编程任务、管理任务，也可以单击已编程任务进行访问。
- 3.此处还设有应用区域，即已安装且可供编程的应用集合。您可以通过拖放操作，将它们拖动到时间线，以便完成下一步配置。
- 4.您可以在边栏中查看 Franka Emika Robot 所处的引导模式。换言之，引导 Franka Emika Robot 的过程中启用的是平移移动还是旋转移动。下面是一些关于 Franka Emika Robot 状态的重要提示：比如，外部激活开关处于打开状态还是关闭状态？又或者，是否发生错误？

单击任务区域中的“+”符号，创建一个新任务并选择该任务。使用空白时间线创建一个新任务。接着，创建程序过程，使用拖放操作将应用从应用区域(3)移到时间线区域(2)，保存到所需的位置。从左到右执行任务。将应用从时间线区域拖回应用区域，即可从时间线中删除应用。同样，也可以使用拖放操作重新安排任务。您可以在时间线中单击任务名称，更改任务执行的速度及其他任务级设置。

# 使用 FRANKA EMIKA ROBOT

## 单点控制

为遵守安全法规，系统提供了单点控制 (SPoC) 功能。这意味着每次只有一位用户可以触发关键操作，即编辑系统设置和程序或者触发主动机器人操作，如解锁制动器及运行任务。控制用户会获得分配的 SPoC 软件令牌。

### 注意

即使不具备 SPoC 令牌，也可以随时触发非关键操作，例如停止运行的任务及锁定机器人制动器。

## 获取控制权

当通过提供的令牌连接机器人时，只需在登录后接受显示的对话框即可获得控制权。现已为您分配令牌；未经您的同意，其他用户无法控制机器人。

## 请求控制权

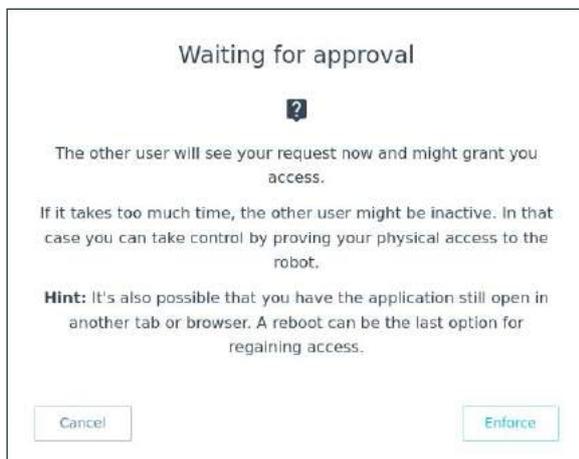
当通过其他用户持有的令牌连接机器人时，您可以在登录后接受显示的对话框来请求控制权。现在，控制用户的屏幕上将显示控制请求对话框。如果控制用户授予访问权限，则将令牌重新分配给请求用户。如果控制用户拒绝授予访问权限，则令牌仍归控制用户所有。

### 注意

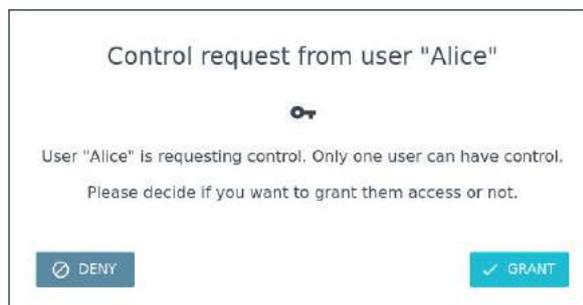
为改善可追溯性，我们建议在系统设置中为每个机器人用户设置命名配置文件（参阅“启动/软件设置”章节）。在这种情况下，系统会向您通报当前的机器人控制用户。

## 用户请求控制权：





拥有 SPoC 令牌的用户将收到控制权请求：



#### 强制获取控制权

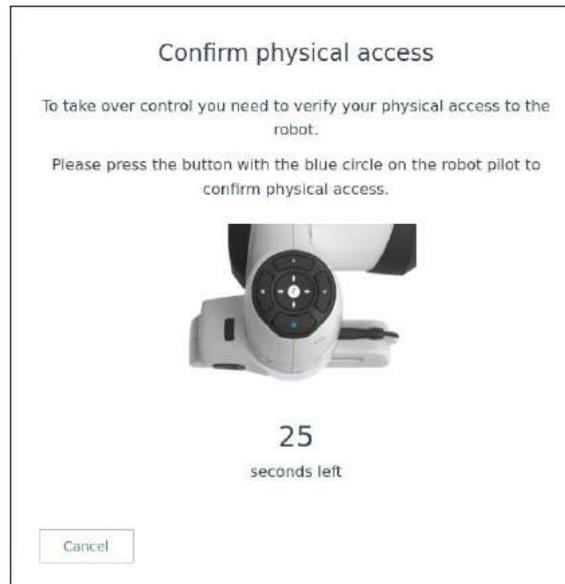
如果可以对机器人进行物理访问，则可强制获取控制权。您可以于登录后在显示的对话框中选择强制获取控制权，而不是请求控制权。选择强制获取控制权后，将显示时间范围，您可以在此时间范围内按下机器人导航装置上的蓝色圆圈获取控制权。在此时间范围内，控制用户会收到强制尝试通知，也可以确认或拒绝控制权。

#### 注意

您可以在系统设置中调整强制获取控制权的时间范围。默认情况下，时间范围为 30 秒。

# 使用 FRANKA EMIKA ROBOT

新用户强制获取控制权：



## 释放控制权

完成机器人操作后，您可以在机器人菜单中释放控制权。届时将为您锁定访问权限并释放令牌。现在，其他用户可以直接连接并控制机器人。如果控制用户注销，也会释放控制权。

## 现场总线控制

另外，也可以通过现场总线接口控制机器人。单点控制也适用于现场总线接口。为支持的现场总线协议提供所需的功能，但需要在连接实施过程中加以考量。数据访问和非关键操作可通过与令牌状态无关的现场总线实现。

### 注意

如果通过现场总线协议控制机器人，则其他用户无法根据请求程序尝试通过工作台获取控制权。当工作台用户获取控制权后，则自动通过现场总线协议将令牌重新分配给用户。

### 注意

重新启动系统后，令牌将被重置。

启动任务后会显示倒计时，倒计时结束后才会最终执行任务。在此期间，机器人底座上的 LED 持续呈蓝绿色，表示启动任务。

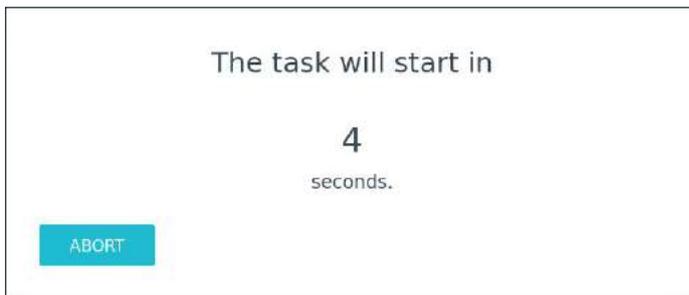
开始移动

**注意**

您可以在系统设置中调整“工作执行等待时间”。默认情况下，等待时间为 0 秒。



要求用户确认执行任务并告知配置的等待时间。



确认后，开始倒计时。倒计时结束后，将开始执行任务。

# 使用 FRANKA EMIKA ROBOT

## 应用

应用使整个 Franka Emika Robot 系统的复杂因素简单化，并以建立模块化的方式展现整个生产流程（例如抓取、堵塞、插入和拧紧）的各个模块化构建块。使用工作台可将应用加以排列，以便立即创建整个任务。这些任务可在多个机器人上快速调整、复制或部署，从而显著降低设置成本。各个应用和任务可通过以下方式实现参数化：通过演示功能显示 Franka Emika Robot 位姿；或者添加诸如速度、持续时间、作用力和触发操作等上下文相关参数。



请通过 <https://world.franka.de/products> 访问我们的商店，浏览不断增加的应用和应用包产品组合！



## FRANKA WORLD

Franka World (<https://world.franka.de/>) 是实现 Franka Emika 客户、合作伙伴、开发人员与机器人互连的在线平台。通过将 Franka Emika Robot 加入云端，各方可以通过互动互惠互利，并获得由 Franka Emika 和我方认证合作伙伴网络提供的产品和服务的完整访问权限。借助 Franka World，客户可以对 Franka Emika 机器人群组进行集中式远程管理，还可以访问产品商店，从中浏览不断增加的认证软件和硬件扩展产品组合。



访问用户手册，概要了解 Franka World 所有功能以及如何从中受益：  
<https://download.franka.de/franka-world-manual/>

## 管理应用和更新

用户可以通过“设置”>“Franka World”检索系统更新及在 Franka World 商店购买的应用，并将其安装至机器人。机器人联网后，机器人与 Franka World 帐户很快实现同步。如果机器人处于离线状态，则通过同一界面向操作员提供替代手动选项。

The screenshot displays the Franka World interface for managing a robot. It shows the following information:

- Control S/N: 290839-1324233
- System version: 4.0.0-rc2-UNRELEASED+dev
- Registered to: Franka Emika GmbH
- Connection: Online (indicated by a green button)

Below this information, there is a link to "Manage Apps & Features of this robot in Franka World".

The main section is titled "Transfer changes to robot" and includes:

- A sub-section "Available changes to be synchronized:" showing "System" with version "4.0.0-rc1-dev1".
- Two buttons: "USE UPDATE FILE" (with an upload icon) and "DOWNLOAD" (with a download icon), separated by "or".

At the bottom, there is a "Apply changes" button.

## 教学



实施教学/引导之前，需仔细阅读相关章节（特别是，“提前规划”和“紧急操作指南”章节）。

导航装置是一种直接集成到臂架中的用户界面，旨在保证与末端执行器和工作台顺利进行交互。

导航装置

1. 导航装置手柄上有两个灰色按钮（“引导”按钮和“启用”按钮），每侧一个按钮。按下按钮后，只要按下外部激活设备即可激活引导模式 - 操作人员可手动引导臂架，向 Franka Emika Robot 展示所需的位姿。松开按钮后，将无法继续移动臂架。

### 注意

在这两个按钮中，其中一个是一段式启用按钮，需要半按进行引导。完全按下后，Franka Emika Robot 将停止引导模式，臂架固定不动。

2. 按下导航装置顶部圆盘的按钮后，您可以在工作台中进行导航，选择单个应用，对应用进行参数化处理（例如，调整滑块或激活/停用某些功能）。此外，还可以手动将臂架引导至所需的位姿并按“设置”按钮，从而进入位姿。

### 注意

您也可以直接通过触摸屏或使用鼠标/键盘操作工作台。

按下手柄上的“引导”按钮和“启用”按钮后，臂架进入引导模式，支持手动移动。

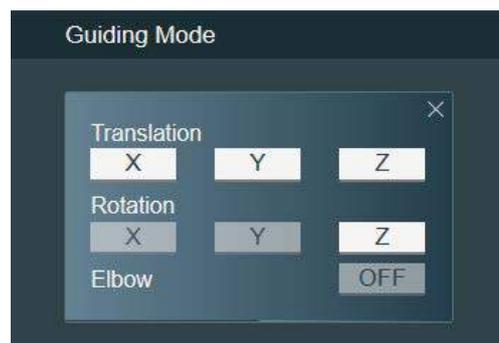
引导



# 使用 FRANKA EMIKA ROBOT

在引导模式下，臂架移动遵循相应的引导配置，边栏中会显示相关配置。您可以按下手柄顶部的引导模式按钮来更改引导配置，也可以从边栏中选择所需的配置。

- 平移：在此引导模式下，只能依靠移动臂架来改变末端执行器的笛卡尔位置；方向仍保持进入引导模式之前的状态。
- 旋转：在此引导模式下，只能依靠移动臂架来改变末端执行器的笛卡尔方向；位置仍保持进入引导模式之前的状态。此旋转的参考坐标系是末端执行器的预定义坐标系。
- 自由度：臂架可以自由移动，所有 7 个关节均可移动。
- 用户：在此引导模式下，用户可以定义引导行为，这意味着可以针对每个笛卡尔平移轴和旋转轴定义臂架是否可移动。



## 参数化

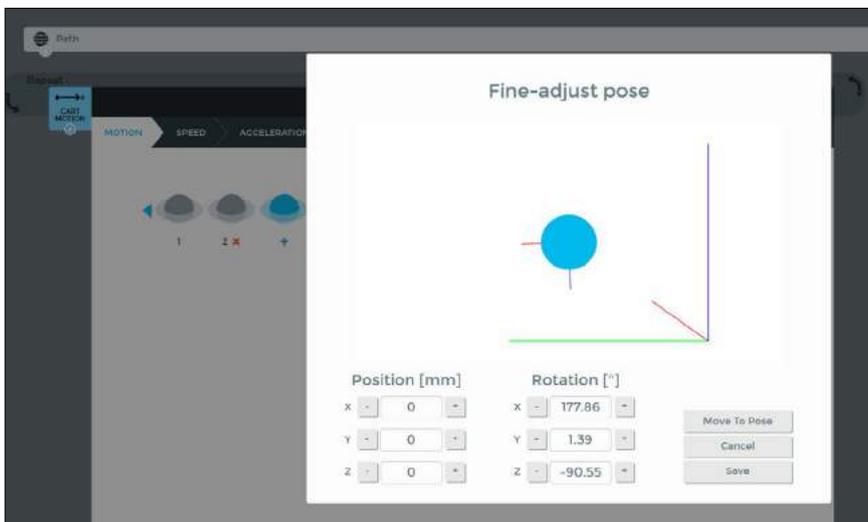
创建任务后，需要向所有应用教授任务。这意味着需要为应用配置所有必要参数，以便 Franka Emika Robot 掌握任务执行方法。单击应用将可打开相应的上下文菜单，进而在其中设置参数。时间线的其余部分将转移至后台，并打开所选应用的上下文菜单。应用的上下文菜单包括一个或多个步骤，届时将显示对话框，要求用户逐步输入应用配置所需的参数。其间，可能请求教授一个或多个位姿，也可能请求输入执行速度和持续时间等参数。



右键单击一个或多个应用，随即打开菜单，您可以从中激活、停用或删除单个应用。仅执行激活的应用并需要进行教学。

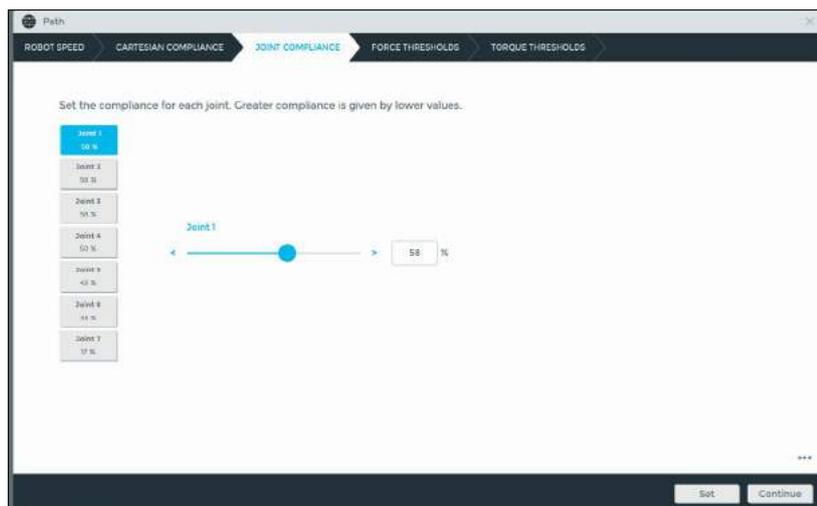
您可以在上下文菜单中右键单击要调整的位姿，精细调整位姿。无论笛卡尔位置还是末端执行器旋转都可以进行调节。

位姿精细调整



## 任务设置

您可以单击工作台左上角的“设置”图标，设置有关机器人速度、合规/刚度和灵敏度阈值的任务级参数。



## 执行



- 让 Franka Emika Robot 通过试用方式执行任务之前，请注意“提前规划”和“启动”（特别是“后退并检查”）章节的说明。
- 此外，解锁工具（参阅“紧急操作指南”章节）必须位于臂架附近。但是，绝不能将它一直插入臂架的紧急解锁孔中！

如果已向所有激活应用全面教授某项任务，则可以按“执行”按钮执行任务（请注意“提前规划”和“启动”（特别是“后退并检查”）章节的说明。

如果发生错误（如冲突），则停止执行程序。失败应用带蓝色边框，同时显示错误描述。在这种模式下，可以使用引导功能移动臂架，进而消除各种错误起因。

如果因错误停止执行程序，则边栏的机器人“交通信号灯”中将显示有关错误及如何消除错误的进一步信息。在其中一款应用中按“执行”符号可以继续使用相应的应用执行任务，或者按“停止”按钮结束任务。

## Hub



到 Hub (<https://world.franka.de/resources>) 上获取更多信息  
– Franka World 新章节 – 您可以在此处访问文档、教程和代码！

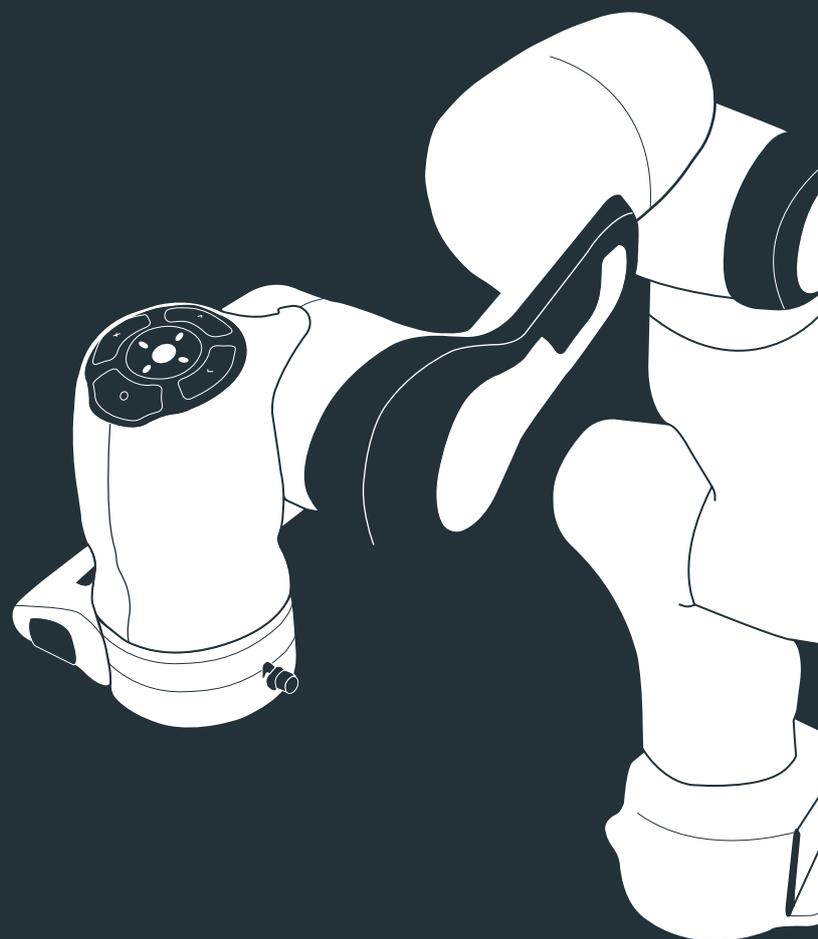
## 第 4 部分

其他产品（抓手、面向研究人员的  
Franka Emika Robot CE 开箱即用解决方案）



# FRANKA EMIKA ROBOT 抓手

- 简介
- 规格
- 产品合格认证
- 正确的安装场所
- 安装和操作

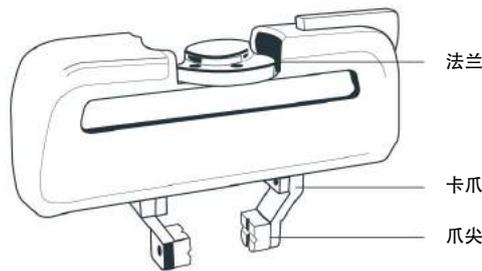


# FRANKA EMIKA ROBOT 抓手

## 简介

### 抓手简介

抓手是由 Franka Emika 生产的电动二指平行抓手。抓手通过臂架连接直接进行通信并通过臂架供电。无需进行繁琐的外部布线和集成！



- 爪尖可以轻松更改并适应要抓取的物体（例如，使用 3D 打印指尖）。
- 另外，也可以采用不同的方式安装卡爪，从而增加抓手的跨度。
- 只需将插头插入臂架手柄上的连接器端口。

### 标准配置及 需另外购置的设备

- 主要部件：
  - 抓手
- 同时提供：
  - 1 套爪尖
  - 2 个 DIN7984 M6X12 ST 8.8 螺钉
  - 1 个 ISO2338B 6X10 h8 A2 圆柱销
- 需另外购置的设备
  - 4 号六角扳手备用。

### 标签



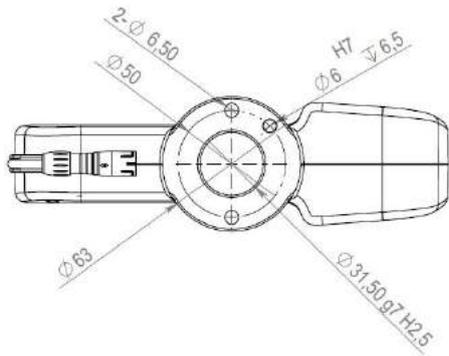
Frei-Otto-Str. 20  
80797 Munich  
Germany



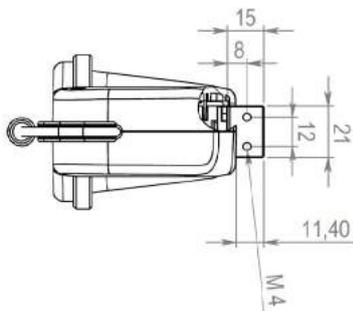
# 规格

抓手法兰接口

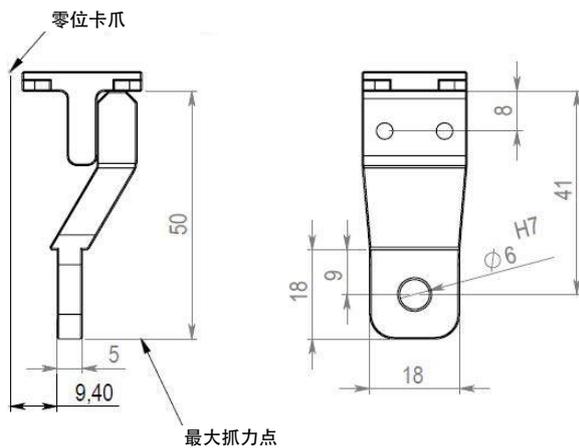
技术图纸



抓手与卡爪接口



卡爪与爪尖接口



- 卡爪作为抓手的标准配置提供，适于安装至抓手
- 如果设计其他卡爪并将卡爪安装到抓手，需注意以下几点：
  - 执行风险评估并实施由此确定的措施
  - 鉴于卡爪与抓手相隔一段距离，抓取物体将导致负载倾斜。抓手经过妥善设计和测试，得出卡爪长度为 54mm。

# FRANKA EMIKA ROBOT 抓手

## 机械数据

抓手重量 [kg]

0.73

抓手质心到末端执行器法兰 [m]

-0.01	0	0.03
-------	---	------

惯性传感器 [kg x m<sup>2</sup>]

0.001	0	0
0	0.0025	0
0	0	0.0017

末端执行器法兰到抓手的转换矩阵 (关闭时爪尖的中心点)

0.707	0.707	0	0
-0.707	0.707	0	0
0	0	1	0.1034
0	0	0	1

连续抓取力 [N]

70

最大抓取力 [N]

140

移动跨度 [mm]

80

每卡爪移动速度 [mm/s]

50

## 生产标准

抓手由一家德国 EN ISO 9001 认证生产公司制造。

# 产品合格认证

符合性声明



**Description of the machinery:**

**Product identification:** Panda system component: Hand

**Modell/Type:**  
Hand (#73912449)

**We declare that the product complies with the essential requirements of the Machinery Directive 2006/42/EC.**

**In addition, the machinery is in conformity with the following EC Directives:**  
EC Directives 2014/30/EC relating to electromagnetic compatibility (EMC)

**We declare that the relevant technical documentation is compiled in accordance with part A of Annex VII.**

**Applied harmonized standards**

**Machinery safety**

Standard	Name
EN ISO 12100:2010 ISO 12100:2010	Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction
EN 60204-1:2006/A1:2009/ AC:2010 IEC 60204-1:2005/A1:2008	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements

**EMC**

Standard	Name
EN 61000-6-1:2007 IEC 61000-6-1:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-6-2:2005/ AC:2005 IEC 61000-6-2:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
EN 61000-6-3:2007/ A1:2011/AC:2012 IEC 61000-6-3:2006/ A1:2010	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 IEC 61000-6-4:2006/ A1:2010	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

We commit to transmit, in response to a reasoned request by the market surveillance authorities, relevant documents on the partly completed machinery. The industrial property rights remain unaffected!

**Manufacturer:**  
Franka Emika GmbH  
Infanteriestr. 19  
80797 München  
Deutschland

**Representative in EU, authorized to compile the relevant technical documentation:**

Johannes Schmid  
Franka Emika GmbH  
Infanteriestr. 19  
80797 München  
Deutschland

**Datum**  
04.05.2018

Dr. Simon Haddadin, CEO



# FRANKA EMIKA ROBOT 抓手

进一步声明

<h2>Further Information</h2> <p>status: 04.05.2018 Panda</p>
<p><b>Restriction of Hazardous Substances (RoHS):</b></p> <p>The products <i>Control</i>, <i>Arm</i> and <i>Hand</i> do not fall within the scope of EU RoHS Directive 2011/65/EU, but still meet the requirements of the restricted substances and maximum concentration values that are allowed in homogenous materials:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lead (0.1%)</li><li>• Mercury (0.1%)</li><li>• Cadmium (0.01%)</li><li>• Hexavalent chromium (0.1%)</li><li>• Polybrominated biphenyls (PBB) (0.1%)</li><li>• Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) (0.1%)</li></ul> <p>The following exceptions are also applied:</p> <p>6a: Lead as an alloying element in steel for machining purposes and in galvanized steel containing up to 0,35 % lead by weight</p> <p>6b: Lead as an alloying element in aluminum containing up to 0,4 % lead by weight</p> <p>6c: Copper alloy containing up to 4 % lead by weight</p>
<p><b>REACH:</b></p> <p><i>FRANKA EMIKA GmbH</i> is a "downstream user" as defined in REACH. Our products are exclusively non-chemical products (manufactured items). In addition, under normal conditions of use and the conditions which can reasonably be predicted, no substances are released (Article 7, REACH).</p> <p>We confirm that our products do not contain more than 0.1 percent by mass of any of the listed substances on the published ECHA candidate list (SVHC). Extensions published by the ECHA candidate list are matched with our products and if it is known that one of these newly added substances contained in our products, we will inform you immediately.</p> <p>This confirmation was created based on currently available information of our suppliers.</p>
<p><b>WEEE Directive:</b></p> <p>The products <i>Control</i>, <i>Arm</i> and <i>Hand</i> are not subject to the WEEE Directive 2002/96/EC for collection, recycling and recovery for electrical goods.</p>
<p><b>Battery Directive:</b></p> <p>The product <i>Control</i> contains a BIOS battery.</p> <p>Disposal of batteries: There is an obligation to return rechargeable and non-rechargeable batteries by Battery Directive 2006/66/EC; do not dispose them with consumer waste. Dispose them according to statutory orders and lead them to a recycler. Batteries will be recycled.</p> <p>The signs below the crossed out trashcan indicate the substances lead (Pb), cadmium (Cd), or mercury (Hg).</p> <div style="text-align: center;"><p>Hg      Cd      Pb</p></div>

## 正确的安装场所

### 安装场所

- ， 封闭式建筑
- 避免阳光直射
- 无振动
- 仅允许存在与地球磁场同等强度的外部磁场

### 环境条件

### 安装类型

- 用螺钉固定连接 Franka Emika Robot 的末端执行器法兰

### 防护级别

- IP 20 (符合 EN 60529:1991 标准)
  - IP 2x：防止直径  $\geq 12.5\text{mm}$  的固体侵入
  - IP x0：不防水

### 环境介质

- 空气
  - 远离易燃物质 (灰尘、气体、液体)
  - 远离侵蚀性介质
  - 远离腐蚀性物质
  - 远离“浮动部件”
  - 远离飞溅液体
  - 远离高压气流

### 污染等级

- 2 级 (符合 IEC 60664 标准)
  - “仅产生干燥、非导电的污染；偶尔发生因冷凝导致的短暂导电”

### 环境温度

- $+15^{\circ}\text{C}$  至  $25^{\circ}\text{C}$  (标准)
- $+5^{\circ}\text{C}$  至  $+45^{\circ}\text{C}$  (扩展)
- $-10^{\circ}\text{C}$  至  $+60^{\circ}\text{C}$  (运输)
- $+5^{\circ}\text{C}$  至  $+25^{\circ}\text{C}$  (储存)

### 相对空气湿度

- 20 % - 80 %，无冷凝

### 安装高度

- 海拔高度  $\leq 2000\text{ m}$

# FRANKA EMIKA ROBOT 抓手

## 安装和操作

### 安装

#### 警告

需正确安装抓手。否则，抓手可能会在后续操作中掉落。

#### 小心

请避免将工具（六角扳手）一直插入机器人！在臂架的后续移动过程中，此类工具可能变成抛射体，从而造成伤害。



安装抓手前，需将臂架安全断电。

以下材料作为抓手的标准配置提供：

- 2 个 DIN7984 M6X12 ST 8.8 螺钉
- 1 个 ISO2338B 6X10 H8 A2 圆柱销

准备 4 号六角扳手备用。

安装：

- 如果需要，将圆柱销插入抓手法兰的 H7 接头。
- 将抓手放在适当的位置，将其法兰连接臂架末端执行器法兰。如果不使用圆柱销，请确保将电缆所在的抓手一侧连接到连接器端口所在的手柄一侧。
- 使用 2 个 M6x12 螺钉（请勿使用其他类型的螺钉！）连接抓手，并使用 5 Nm 扭矩。
- 上述螺钉的旋入深度为 8mm。不得超过此深度！

将抓手的连接器端口插入臂架手柄上的指定连接器。只需推入，不必拧紧！

#### 注意

使用 2 个 M6x12 螺钉固定抓手（切勿使用任何其他类型的螺钉！），并使用 5Nm 扭矩

#### 注意

操作过程中切勿连接或断开带电电缆或连接器（特别是，橡胶连接器、连接电缆、抓手的连接电缆等）。这可能会损坏臂架或抓手。

因此：

- 在未安全断开 Franka Emika Robot 电源的情况下，切勿连接或断开抓手

#### 注意

使用上述螺钉，旋入深度为 8mm。切勿超过此深度！

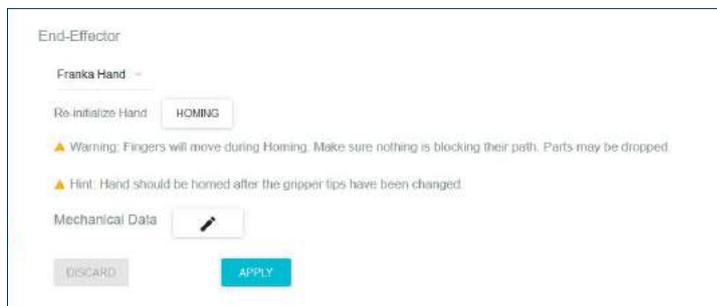
#### 警告

如果末端执行器配置不正确，Franka Emika Robot 将根据末端执行器的错误质量和质量惯性比进行操作。这意味着，Franka Emika Robot 将调节到错误的参数，而且无法完全补偿重力。这可能会造成引导过程中发生意外移动，继而因移动本身或操作人员退缩导致受伤。

因此：

- 随时检查末端执行器的配置
- 将参数化应用或任务复制到另一个 Franka Emika Robot 系统时，还要确保末端执行器配置依旧与原始配置相同

#### 配置



首次启动 Franka Emika Robot 时 - 采用初始配置 - 或稍后访问末端执行器设置进行配置，届时可从专用的下拉菜单中选择“抓手”。

如果要使用其他抓手或调整抓手配置，请从下拉菜单中选择“用户定义”，然后在文本字段中输入相应的值。

# FRANKA EMIKA ROBOT 抓手

抓手的默认设置如下：

Franka Hand			
Mass			
0.73	kg		
Flange to Center of Mass of Load Vector			
-0.01	0	0.03	m
Inertia Tensor			
0.001	0	0	
0	0.0025	0	kg x m <sup>2</sup>
0	0	0.0017	
Transformation Matrix from Flange to End-Effector			
0.7071	0.7071	0	0
-0.7071	0.7071	0	0
0	0	1	0.1034
0	0	0	1

在操作 Franka Emika Robot 的过程中，配置正确至关重要。如果配置不正确，将无法完全补偿重力，臂架随即调节到错误的目标值。

如果配置不正确：

- 在引导模式下，臂架可能拉向某些方向
- 工作模式调节可能会受到影响，臂架碰撞检测的预期灵敏度下降
- 跟踪行为可能会受到影响

## 警告

完成并确认配置后，将执行最后一个准备步骤，而后 Web 浏览器将显示编程接口工作台，同时臂架状态灯持续呈黄色亮起。

完成并确认配置后，Franka Emika Robot 将重新启动并随时可供操作。成功重新启动后，Web 浏览器将显示编程接口工作台，同时臂架状态灯持续呈黄色亮起。

 警告

物体或工具可能随时掉落（例如，因松散耦合、可能导致抓手张开的故障、Franka Emika Robot 电源关闭或 Franka Emika Robot 系统断电导致掉落）。如果物体或工具掉落，（安装抓手时这些物体或工具的重量可能高达 2.3 kg，因为机器人的最大有效载荷为 3kg，应从中减去抓手的质量 0.73 kg），很可能导致手指、手部、脚趾和脚部受伤。

因此：

- 执行危害和风险评估时应充分考虑到这一点

通过设置“导航装置”模式控制末端执行器，即可通过导航装置圆盘的方向按钮来操控抓手的卡爪：

- 按住“向左”按钮可缓慢张开抓手
- 按住“向右”按钮可缓慢闭合抓手
- 按一次“向下”按钮可将抓手张开至全宽
- 按一次“向上”按钮可让抓手抓取物体，这意味着它会抓住一个物体并持续用力握住。

# FRANKA EMIKA ROBOT 抓手

## 注意

抓手含灵敏机电部件。如果在连接抓手的情况下移动臂架以适应运输位置，可能会对这些部件造成损坏！此外，移动到运输位姿后，臂架工作空间内的物体可能会受到损坏。

因此：

- 将臂架移动到运输位姿之前，请确保卸下抓手。
- 确保工作空间允许臂架安全移动到运输位姿。

将设备断电后，抓手将不再通电。

只需将卡爪拉开，即可解决抓手卡爪之间的卡滞。

## 清理

## 小心

如果误用液体清洗剂且清理前未正确断开设备电源，可能会因触电引发事故（例如，满载及因收回货物而掉落）。

因此：

- 切勿在安全断开电源之前清理设备
- 切勿使用液体清洗剂清理设备
- 请勿在设备未充分干燥的情况下接通电源

清理时，需牢记以下几点：

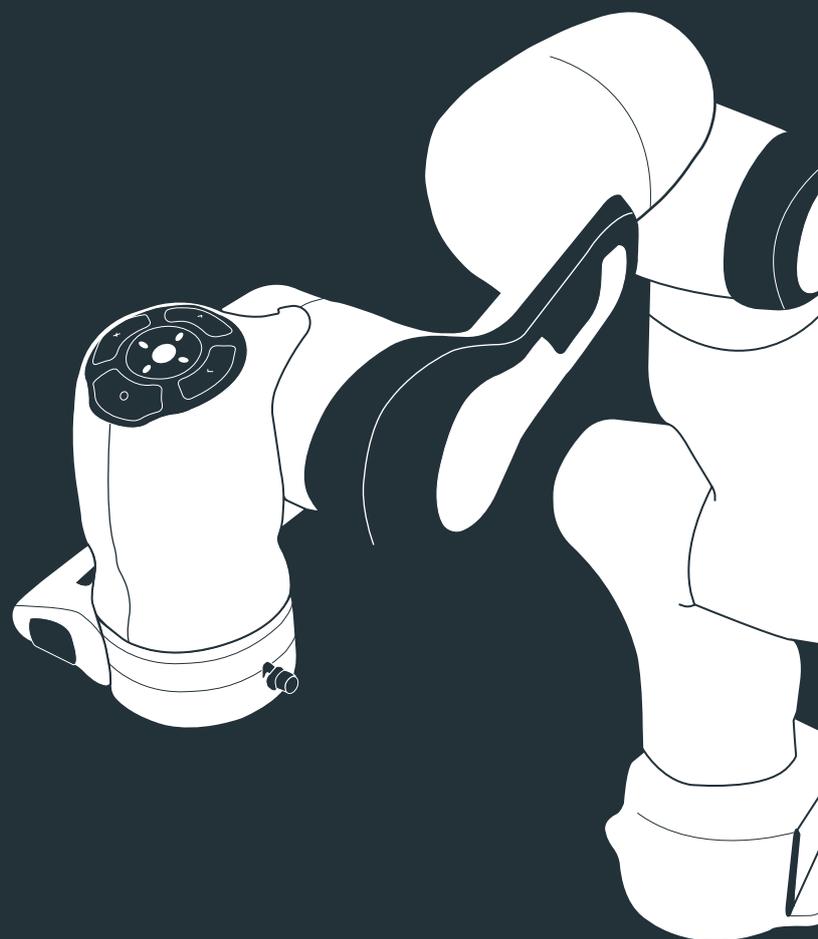
- 只能由合格人员进行清理。
- 仅当安全断开 Franka Emika Robot 的电源（断开控制装置的电源）后，才能清理部件
- 必须由合格人员关闭电源并拔下设备
- 请勿直接向设备喷洒任何液体
- 请勿使用任何化学清洗剂
- 只能使用完全拧干的湿布或干布清理部件。避免湿气侵入设备。
- 请勿用力扭动臂架。用手托起部件进行清理，以免因过载导致臂架损坏。
- 仅当所有表面充分干燥后才能重新启动。

**注意**

如果清理不当，可能会导致设备损坏。

# 面向研究人员的 FRANKA EMIKA ROBOT

- 简介
- 其他合规认证
- Franka 控制接口 (FCI)
- 布线和安装



# 面向研究人员的 FRANKA EMIKA ROBOT

## 简介



“面向研究人员的 Franka Emika Robot” 章节的以下部分是第 1 部分 “简介” 和第 2 部分 “Franka Emika Robot 作为机械半成品的组装说明” 的延伸。在设置 Franka Emika Robot 并使用其开展研究之前，需仔细阅读并研究这几部分。

### 理想的研究平台

Franka Emika Robot 因配备附加的 Franka 控制接口 (FCI)，是开展控制和运动算法、抓取策略、交互场景和机器学习等研究和测试的理想平台。用户借助 FCI 可与机器人的臂架和抓手建立快速的底层双向连接。

### 预期用途

当 Franka 控制接口 (FCI) 处于活动状态时，Franka Emika Robot 的预期用途包括：

- 研究和测试路径规划算法
- 研究和测试控制算法
- 研究和测试抓取策略
- 研究和测试交互场景
- 研究和测试机器学习算法

只要 FCI 处于活动状态，不得将 Franka Emika Robot 用作商业目的。

### 研究人员

由于面向研究人员的 Franka Emika Robot（具有激活 FCI 接口）允许访问 Franka Emika Robot 的底层传感器和执行器信号，因此研究人员需技术精湛。用户必须能够运用个人知识和经验理解机器人系统可能带来的任何风险并谨慎操作。

## 其他合规认证

### FCC

面向研究人员的 Franka Emika Robot 符合美国 FCC 认证 47 CFR 第 15 部分条例的电磁兼容性要求。

### OSHA

在美国，负责人/集成商全权负责遵守 OSHA 法规（29 CFR 第 1910 部分）并遵守公法。为支持负责人/集成商评估，我们新增了附加符合性声明。例如，在此声明电源已通过 UL NRTL 认证并采用国际标准。

<b>Statement of Conformity</b>	
supporting operator's OSHA 29CFR part 1910 evaluation	

公司  
符合性

**Description of the PARTLY COMPLETED MACHINERY:**

**Product identification:**  
Panda Research system components: Control, Arm  
**Model/Type:**  
Control (#75674215) in combination with Arm (#73681342)

**We declare that the product complies with the following essential requirements of the European Machinery Directive 2006/42/EC:**  
1.1.2; 1.1.3; 1.1.5; 1.1.6; 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.4.1; 1.2.4.2; 1.2.4.4; 1.2.5; 1.2.6; 1.3.1; 1.3.2; 1.3.3; 1.3.4; 1.3.6; 1.3.7; 1.3.9; 1.5.1; 1.5.2; 1.5.4; 1.5.5; 1.5.6; 1.5.7; 1.5.8; 1.5.9; 1.5.10; 1.5.11; 1.5.13; 1.5.14; 1.5.16; 1.6.1; 1.6.2; 1.6.3; 1.6.4; 1.6.5; 1.7.1; 1.7.2; 1.7.3; 1.7.4; 4.1.2.1; 4.1.2.3; 4.2.1; 4.4.2

**In addition, the partly completed machinery is in conformity with the following European Directives:**  
EC Directives 2014/35/EC relating to electrical equipment (LVD)  
EC Directives 2014/30/EC relating to electromagnetic compatibility (EMC)

**We declare that the relevant technical documentation is compiled in accordance with part B of Annex VII of the European Machinery Directive 2006/42/EC.**

**For supporting customers in the USA for OSHA 29CFR part 1910 evaluation, we can in addition give the following information:**

**List of NRTL certified components:**

Main Power Supply	UL-certified: Ref. Cert. No. DK-58634-UL Input: 110V-240V; 9.5-3.5A; 50/60Hz Output: DC 48V/6.25A; 12V/12.5A Reinforced insulation between the input and output circuit – SELV outputs Supplier: DELTA ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO LTD 909 SOI 9, MOO 4, PATTANA 1RD BANGPOO INDUSTRIAL ESTATE (E P Z) TAMBOL PHRAKS AMPHUR MUANG SAMUTPRAKARN 10280 THAILAND
-------------------	--

**Applied harmonized standards**

**Electrical safety**

Standard	Name
EN 61010-1:2010 IEC 61010-1:2010 + Cor.:2011	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use - Part 1: General requirements
EN 61010-2-201:2013 + AC:2013 IEC 61010-2-201:2013	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use - Part 2-201: Particular requirements for control equipment
EN 60204-1:2008/A1:2009/ AC:2010 IEC 60204-1:2005/A1:2008	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
EN 61800-5-1:2007 IEC 61800-5-1:2007	Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements - Electrical, thermal and energy

**Machinery safety**

Standard	Name
ANSI ISO 12100:2010 ISO 12100:2010	Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction
EN ISO 13857:2008 ISO 13857:2008	Safety of machinery - Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs
EN ISO 13732-1:2008	Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 1: Hot surfaces
EN ISO 13850:2015 ISO 13850:2015	Safety of machinery - Emergency stop - Principles for design
EN 61800-5-2:2007 IEC 61800-5-2:2007	Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-2: Safety requirements - Functional IEC 61800-5-2:2007

**EMC**

Standard	Name
FCC part 15	FCC part 15 – radio frequency devices. Acc. to class A digital device.
FCC rule 47 CFR part 15	"This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation."
EN 61000-6-1:2007 IEC 61000-6-1:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-6-2:2005/ AC:2005 IEC 61000-6-2:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
EN 61000-6-3:2007/ A1:2011/AC:2012 IEC 61000-6-3:2006/ A1:2010	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 IEC 61000-6-4:2006/ A1:2010	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments
EN 61000-6-1:2007 IEC 61000-6-1:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments

**Important Information!**

The partly completed machinery must not be put into service until the final machinery into which it is to be incorporated has been declared to comply with all applicable federal, state, and local laws and regulations (especially to OSHA requirements).

**Manufacturer:**  
Franka Emika GmbH  
Frel-Otto-Straße 20  
80797 Munich  
Germany

**Date**  
03.04.2020  
Munich, Germany



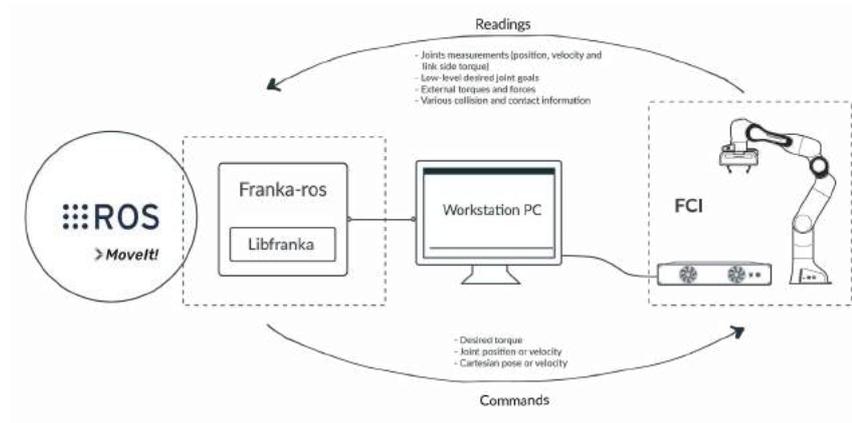

**Dr. Simon Haddadin, CEO & MD**      **Dirk Engelmann, Managing Director**

# 面向研究人员的 FRANKA EMIKA ROBOT

## Franka 控制接口 (FCI)

### FCI 简介

激活 FCI，即可通过快速、直接的底层双向通信将工作站 PC 连接到 Franka Emika Robot 系统。这样可以提供机器人的当前状态并对其实施直接控制 (1 kHz)。



### i

有关 Franka 控制接口以及如何使用该接口的相关文档，请访问：

<https://support.franka.de>（其中还包含开源软件包 `libfranka` 和 `franka_ros` 的源代码及文档）。

`libfranka` 提供了可在工作站 PC 上运行的 C++ 接口。支持通过标准以太网将您的个人应用连接到已激活 FCI 的 Franka Emika Robot。`franka_ros` 可将 Franka Emika Robot 与整个 ROS 生态系统相连。该软件包可将 `libfranka` 集成到 ROS 控制装置，并包含机器人和末端执行器的 URDF 模型和详细的 3D 网格，便于实现可视化（例如 RViz）和运动学仿真。此外，还可以通过集成 MoveIt! 轻松移动机器人和控制抓手。

## 布线 and 安装



连接网络

- 通过 RJ 45 以太网电缆（不附赠）将控制装置连接网络（可选）
- 或者，直接连接控制装置与 PC 工作站，以便通过 FCI 编程接口访问 Franka Emika Robot

**i**

有关 FCI 的其他信息，如网络要求、安装提示、库描述、故障排除和常见问题解答，请通过以下网站获取综合文档：<https://frankaemika.github.io/docs/>。

文档

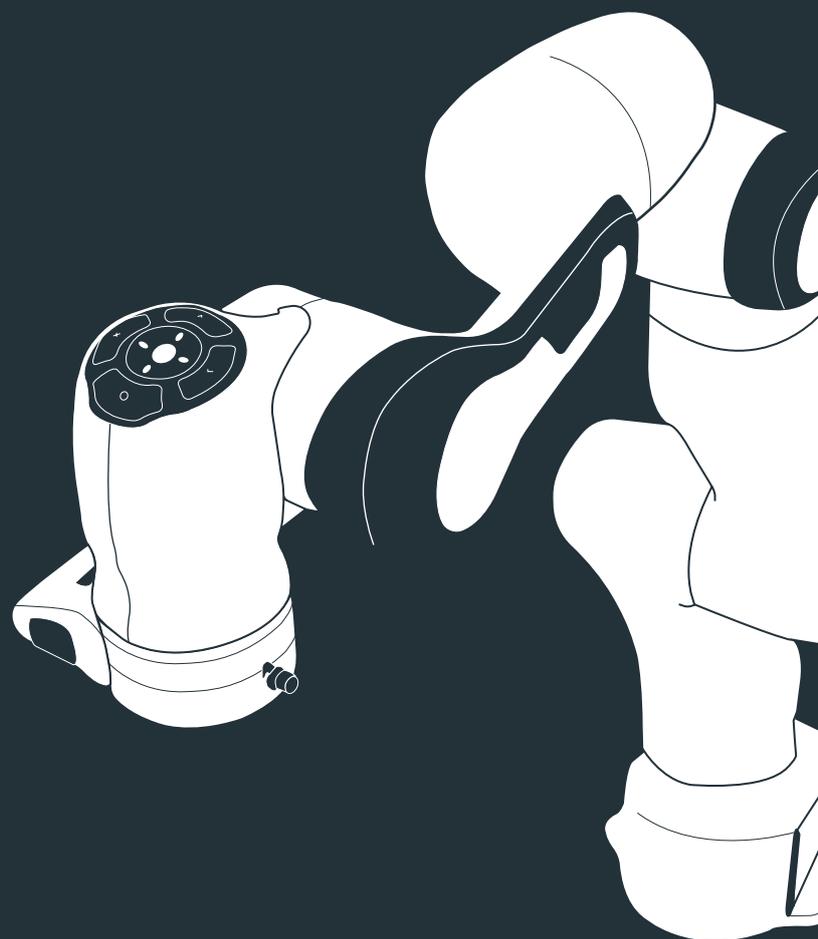
**i**

注册 Franka Emika Robot 研究人员和爱好者社区 (<https://www.franka-community.de>) 并为社区贡献力量，研究人员和爱好者使用 Franka Emika Robot 在交互中实现互惠互利！

社区

# CE 开箱即用解决方案

- 简介
- 法律框架



# CE 开箱即用解决方案

## 简介



如果已购买 Franka Emika Robot – CE 开箱即用的解决方案，除当前的基本文档以外，请务必获取补充文档，包括提供的 CE 清单。Franka Emika 对 CE 开箱即用解决方案进行了评估以确定其是否符合机械指令，因此身为 负责人/集成商，您只需遵循并确认 CE 清单中的步骤即可。这样即可将 Franka Emika Robot 用作欧盟机械指令 2006/42/EC 规定的机械成品。

## 法律框架

欧盟机械指令 –  
CE 开箱即用解决方案

如果已购买 Franka Emika Robot – CE 开箱即用解决方案，说明您现在是业界首款强大智能助手的尊贵所有者！与在五金店购买的所有电动工具一样，您可以根据欧盟机械指令 2006/42/EC 对 Franka Emika Robot 进行简单的机械成品检查。其中包含相应的 CE 标记，无需进行风险评估，即可立即开始使用。

Franka Emika Robot CE 开箱即用解决方案



Franka Emika 已根据机械指令对 CE 开箱即用实行合格评定程序。只要负责人/集成商根据预期目的使用 CE 开箱即用解决方案，Franka Emika 的符合性评估将持续有效。为验证是否在手册规定的环境和工作条件下操作 Franka Emika Robot，每项 CE 开箱即用解决方案均包含 CE 清单。如果所有问题均做出“肯定”回答，则随附的符合性声明有效，可以立即使用 Franka Emika Robot。

如果 CE 开箱即用解决方案 CE 清单中的一个或多个问题做出“否定”回答，或者您尚未购买 CE 开箱即用解决方案，则由集成商独立评估 Franka Emika Robot 系统部件（臂架、控制装置、抓手），确定其是否符合机械指令。在这种情况下，集成商需根据本手册的说明内容和正确应用方法独立进行危害和风险评估，同时负责在操作系统之前实施此项评估确定的必要措施，并发布机械指令符合性声明。

欧盟机械指令 –  
Franka Emika Robot 系统部件

Franka Emika Robot 系统部件



“Franka Emika Robot 合规认证” 章节提供了相应的公司声明。



在这种情况下，集成商负责在使用 Franka Emika Robot 之前根据本手册的内容按照相应标准进行危害和风险评估。

Franka Emika 建议根据 EN ISO 12100 和机械指令进行危害和风险评估；因此，除采取 EN ISO 10218-2:2011 规定的措施以外，还要充分考量 EN ISO 10218-1:2011 附录 A（机器人 C 标准）的危险列表。

由此确定的任何措施，无论酌情采用还是必备要求（例如，结构措施或组织措施），均应进行介绍并提供保证。

Franka Emika GmbH  
Frei-Otto-Strasse 20  
80797 Munich