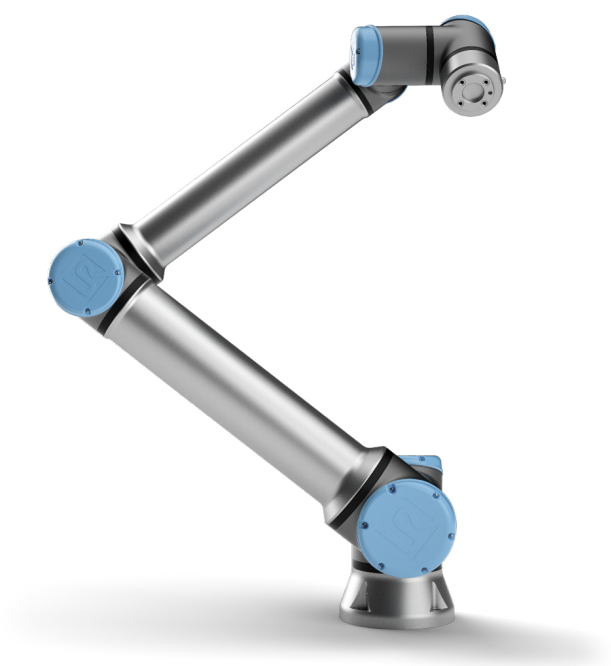




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e 系列 使用者手冊



UR10e

翻譯自原有指示 (zt)



UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e 系列 使用者手冊

UR10e

版本 5.1.0

翻譯自原有指示 (zt)

此處所包含的資訊是 Universal Robots A/S 的財產，未經 Universal Robots A/S 事先書面許可，不得全部或部分複製其中的內容。此處所包含的資訊不應視為 Universal Robots A/S 的承諾，並且其內容可能會更改，恕不另行通知。本手冊定期進行評審與修訂。

對於本文檔的任何錯誤或遺漏，Universal Robots A/S 概不負責。

版權所有 © 2009–2018 Universal Robots A/S

Universal Robots 徽標是 Universal Robots A/S 的註冊商標。

目录

前言	xi
這些箱子裡裝的是什麼	xi
重要安全說明	xii
如何使用本手冊	xii
哪裡可以找到更多資訊	xii
URCaps	xii
I 硬件安裝手冊	I-1
1 安全	I-3
1.1 簡介	I-3
1.2 有效性和責任	I-3
1.3 責任限制	I-3
1.4 該手冊中的警告標誌	I-4
1.5 一般警告和提醒	I-4
1.6 擬定用途	I-6
1.7 風險評估	I-6
1.8 使用前評估	I-8
1.9 緊急停止	I-8
1.10 沒有驅動量的運動	I-8
2 安全相關功能和界面	I-9
2.1 簡介	I-9
2.2 停機類別	I-9
2.3 安全功能	I-10
2.4 安全功能	I-11
2.5 模式	I-12
3 運輸	I-15
4 機械接口	I-17
4.1 簡介	I-17

4.2	機器人工作空間	I-17
4.3	安裝	I-17
4.4	最大有效負載	I-20
5	電氣接口	I-21
5.1	簡介	I-21
5.1.1	控制器支架	I-21
5.2	乙太網路	I-21
5.3	電氣警告和小心事項	I-22
5.4	控制器 I/O	I-23
5.4.1	所有數位 I/O 的通用規範	I-24
5.4.2	安全 I/O	I-25
5.4.3	通用數位 I/O	I-28
5.4.4	從按鈕進行的數位輸入	I-29
5.4.5	與其他機器或 PLC 通訊	I-29
5.4.6	通用模擬 I/O	I-29
5.4.7	遠程 ON/OFF 控制	I-31
5.5	電源連接	I-31
5.6	機器人連接	I-33
5.7	工具 I/O	I-33
5.7.1	工具數位輸出	I-34
5.7.2	工具數位輸入	I-35
5.7.3	工具模擬輸入	I-35
5.7.4	工具通信 I/O	I-36
6	維護和維修	I-39
6.1	安全指示	I-39
7	處置和環境	I-41
8	認證	I-43
8.1	第三方認證	I-43
8.2	供應商第三方認證	I-43
8.3	製造商測試認證	I-43
8.4	根據歐盟指令發布的聲明	I-43
9	質量保證	I-45

9.1	產品質量保證	I-45
9.2	免責聲明	I-45
A	停止距離和停止時間	I-47
B	聲明和認證	I-51
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original)	I-51
B.2	CE/EU 公司聲明（原件翻譯）	I-53
B.3	安全系統證書	I-55
B.4	中國 RoHS	I-57
B.5	環境測試證書	I-58
B.6	EMC 測試證書	I-59
C	應用標準	I-61
D	技術規格	I-67
II	PolyScope 手冊	II-1
10	簡介	II-3
10.1	PolyScope 基本事項	II-3
10.1.1	標題圖標/索引標籤	II-3
10.1.2	頁尾按鈕	II-4
10.2	歡迎屏幕	II-5
11	快速啟動	II-7
11.1	機械手臂基本事項	II-7
11.1.1	安裝機械手臂和控制器	II-7
11.1.2	開/關控制器	II-8
11.1.3	開/關機械手臂	II-8
11.1.4	初始化機械手臂	II-8
11.2	快速系統啟動	II-9
12	操作模式選擇	II-11
12.1	操作模式	II-11
12.2	3 檔位開關	II-12
12.2.1	手動高速	II-12
13	安全配置	II-15

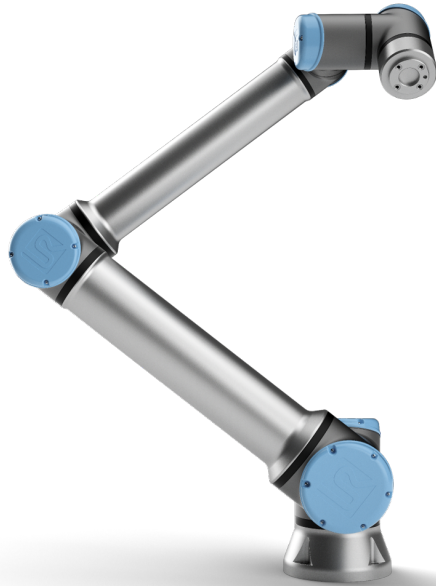
13.1	安全設置的基本事項	II-15
13.1.1	訪問安全配置	II-15
13.1.2	設置安全密碼	II-16
13.1.3	更改安全配置	II-16
13.1.4	應用新的安全配置	II-17
13.1.5	安全校驗和	II-17
13.2	安全菜單設置	II-17
13.2.1	機器人限制	II-17
13.2.2	安全模式	II-18
13.2.3	公差	II-19
13.2.4	關節限制	II-19
13.2.5	平面	II-20
13.2.6	工具位置	II-22
13.2.7	工具方向	II-24
13.2.8	I/O	II-25
13.2.9	硬件	II-27
14	運行選項卡	II-29
14.1	程序	II-29
14.2	變數	II-29
14.3	機器人年齡	II-30
14.4	將機器人移動到位	II-30
15	程序選項卡	II-33
15.1	程序樹	II-33
15.1.1	程序執行指示	II-34
15.1.2	搜索按鈕	II-34
15.1.3	程序樹工具欄	II-34
15.1.4	空節點	II-35
15.2	命令選項卡	II-35
15.3	圖形選項卡	II-37
15.4	變數索引標籤	II-38
15.5	基本程序節點	II-38
15.5.1	移動	II-38
15.5.2	等待	II-46
15.5.3	設置	II-47

15.5.4	彈出窗口	II-47
15.5.5	中止	II-48
15.5.6	註釋	II-48
15.5.7	文件夾	II-49
15.6	高級程序節點	II-49
15.6.1	循環	II-49
15.6.2	子程序	II-50
15.6.3	賦值	II-51
15.6.4	If	II-51
15.6.5	腳本	II-52
15.6.6	事件	II-52
15.6.7	線程	II-53
15.6.8	開關	II-53
15.6.9	計時器	II-54
15.7	模板	II-54
15.7.1	托盤	II-54
15.7.2	探尋	II-56
15.7.3	力	II-58
15.7.4	輸送機跟踪	II-60
15.8	第一個程序	II-60
16	安裝選項卡	II-63
16.1	一般	II-63
16.1.1	TCP 配置	II-63
16.1.2	安裝	II-66
16.1.3	I/O 設置	II-67
16.1.4	I/O 訊號類型	II-67
16.1.5	分配使用者定義的名稱	II-67
16.1.6	I/O 操作和 I/O 索引標籤控制	II-68
16.1.7	輸送機跟踪	II-68
16.1.8	變量	II-69
16.1.9	啓動	II-70
16.1.10	工具	II-71
16.1.11	平滑過渡安全模式	II-71
16.2	安全	II-72

16.3	特徵	II-72
16.3.1	使用特徵	II-73
16.3.2	添加點	II-73
16.3.3	新增一條線	II-74
16.3.4	平面特徵	II-75
16.3.5	例子: 手動更新特徵以調整程式	II-76
16.3.6	例子: 動態地更新特徵位姿	II-76
16.4	通訊總線	II-76
16.4.1	MODBUS 客戶端 I/O 設置	II-77
16.4.2	以太網/IP	II-79
17	移動選項卡	II-81
17.1	移動工具	II-81
17.2	機器人	II-81
17.3	工具位置	II-82
17.3.1	位姿編輯器屏幕	II-82
17.4	關節位置	II-83
17.5	主頁	II-83
17.6	自由驅動	II-84
18	I/O 選項卡	II-85
18.1	機器人	II-85
18.2	MODBUS	II-85
18.2.1	輸入	II-86
18.2.2	輸出	II-86
19	日誌選項卡	II-87
19.1	讀數	II-87
19.2	關節負載	II-87
19.3	日期日誌	II-87
19.4	保存錯誤報告	II-87
20	程式和安裝管理器	II-89
20.1	打開...	II-89
20.2	新建...	II-90
20.3	保存...	II-91
20.4	檔案管理器	II-91

21 Hamburger 菜單	II-93
21.1 幫助	II-93
21.2 關於	II-93
21.3 設置	II-93
21.3.1 偏好	II-93
21.3.2 密碼	II-94
21.3.3 系統	II-94
 詞彙表	 II-97
 指標	 II-99

前言



恭喜您購買您新的 **Universal Robots e** 系列機器人 **UR10e**。

該機器人可通過編程來移動工具並使用電訊號與其他機器進行通訊。它是由擠壓鋁管和關節組成的手臂。使用我們獲得專利的編程界面 **PolyScope**，使用者可輕鬆對機器人進行編程，使其沿著所需的運動軌跡來移動工具。

通過六個關節和較大的靈活性，**Universal Robots e** 系列協作機器人手臂設計模仿人體手臂的運動範圍。使用我們的專利編程接口 **PolyScope**，可以輕鬆地對機器人進行編程，以移動工具並使用電子訊號與其他機器進行通信。圖 1 顯示了機械手臂的主要組成部分，可作為整本手冊的參考。

這些箱子裡裝的是什麼

預訂一個機器人，但您會收到兩個箱子。一個裝有機械手臂，一個裝有下述物品：

- 控制器，帶教導器
- 控制器
- 教導器的安裝支架
- 開控制器的鑰匙
- 用於連接機械手臂和控制器的電纜
- 主電纜或電源線與您的地區兼容
- 本手冊

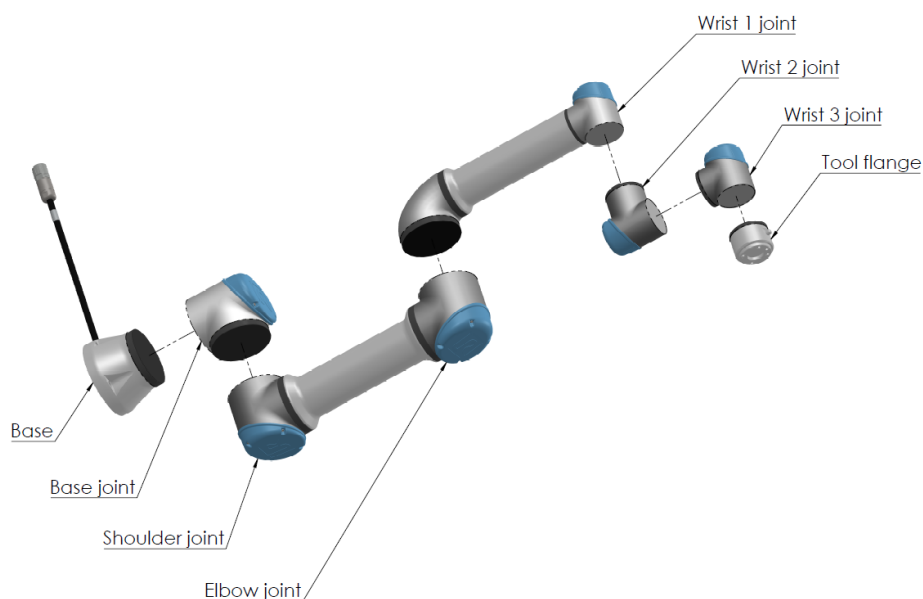


图 1: 機械手臂的關節、基座和工具法蘭。

重要安全說明

機器人係一個**半成品**（請參閱 8.4），因此每次安裝機器人時均需要進行風險評估。您必須遵守第1章中的所有安全指示。

如何使用本手冊

本手冊包含機器人安裝編程的指示資訊。手冊分為兩部分：

硬件安裝手冊：機器人的機械安裝和電氣安裝。

PolyScope 手冊：機器人編程。

本手冊面向的機器人集成商集成商應接受過基本的機械電氣培訓，並熟悉初級編程概念。

哪裡可以找到更多資訊

支援網站（<http://www.universal-robots.com/support>）包含以下資料：

- 本手冊的其他語言版本
- **PolyScope 手冊**
- 服務手冊內含故障診斷、維護和維修資訊
- 指令碼手冊針對高級使用者

URCaps

URCaps 站點（<http://www.universal-robots.com/plus/>）係一個線上展廳，提供最先進的產品，讓您自定義自己的 UR 機器人應用程式。從末端執行器和配件，到視訊相機和軟體，一個站

點，為您提供全部所需內容。所有產品均經過測試和認證，可與 UR 機器人集成，確保設定簡單、操作可靠、用戶體驗優質、程式設計簡單。您還可以透過該站點加入 UR + 開發人員計劃，存取我們的新軟體平台，讓您借助於該平台為 UR 機器人設計更加簡單易用的產品。

部分 I

硬件安裝手冊

1 安全

1.1 簡介

本章介紹了重要的安全資訊，在機器人第一次通電前，**Universal Robots e** 系列機器人的集成商必須閱讀並理解這些資訊。

本章的第一小節是一個概述。後續小節包含更多具體的工程資料方面的機器人安裝和編程資訊。第 2 章描述並定義了安全相關功能，尤其是有關協同應用的功能。

第 2 章和第 1.7 節中提供的說明和指南尤為重要。

必須遵守並執行其他章節中的組裝指示和指南，以及該手冊中部分內容，這一點非常重要。

應特別注意與警告標誌相關的文本。



注意:

如果機器人（手臂控制器和/或教導器）以任何方式被損壞、改變或改動，**Universal Robots** 拒絕承擔一切責任。**Universal Robots** 不對因編程錯誤或機器人故障導致機器人或任何其他設備的任何損害負責。

1.2 有效性和責任

該資訊不包含設計、安裝和操作一個完整的機器人應用，也不包含所有可能對這一完整的系統的安全造成影響的周邊設備。該完整的系統的設計和安裝需符合該機器人安裝所在國的標準和規範中確立的安全要求。

UR 機器人的集成商有責任確保遵循相關國家的切實可行的法律法規，確保完整的機器人應用中不存在任何重大危險。這包括但不限於以下內容：

- 對完整的系統做一個
- 將風險評估定義的其他機械和附加安全設備連接在一起
- 在軟體中建立適當的安全設置
- 確保使用者不會對任何安全措施加以修改
- 確認整個系統的設計和安裝準確無誤
- 明確使用說明
- 在機器人上標明集成商的標誌和聯絡資訊
- 收集技術文件中的所有文檔；包括風險評估和本手冊

1.3 責任限制

該手冊所包含的所有安全方面的資訊都不得視為 **UR** 的保證，即使遵守所有的安全指示，工業操作者所造成的傷害或損害依然有可能發生。

1.4 該手冊中的警告標誌

下表定義了該手冊中所包含的危險等級規定說明。產品上也使用了同樣。



危險：

這指的是即將引發危險的用電情況，如果不避免，可導致人員死亡或嚴重傷害。



危險：

這指的是即將引發危險的情況，如果不避免，可導致人員死亡或嚴重傷害。



警告：

這指的是可能引發危險的用電情況，如果不避免，可導致人員傷害或設備嚴重損壞。



警告：

這指的是可能引發危險的情況，如果不避免，可導致人員傷害或設備嚴重損壞。



警告：

這指的是可能引發危險的熱表面，如果接觸了，可造成人員傷害。



警告：

這指的是一種情況，如果不避免，可導致設備損壞。

1.5 一般警告和提醒

本節包含一些一般性警告和注意事項，可以在本手冊的不同部分重複或解釋。其他警告和提醒貫穿在此手冊中。



危險：

請務必按照 4和5這兩個章節中的說明和警告安裝機器人及所有電氣設備。

**警告:**

1. 確保機器人的手臂和工具都正確並安全地安裝到位。
2. 確保機器人的手臂有足夠的空間來自由活動。
3. 確保在機器人操作區域附近建立安全措施（例如：護欄、繩索、或防護熒幕），保護操作者及周邊人群。
4. 操作機器人時請不要穿寬鬆的衣服，不要佩戴珠寶。操作機器人時請確保長頭髮束在腦後。
5. 如果機器人已損壞，請勿使用，例如：如果關節帽鬆動、損壞或移除。
6. 如果軟體跳出一個致命錯誤資訊，請迅速激活緊急停止，寫下導致該錯誤的情況，在代碼頁面找出相關的錯誤代碼，並聯絡您的供應商。
7. 不要將安全設備連接到正常的 I/O 接口上。只能使用安全型 I/O 接口。
8. 確保進行正確的安裝設置（例如：機器人的安裝角度、TCP 中的重量、TCP 偏移、安全配置）。將安裝檔案保存並載入程式內。
9. 只有通過風險評估後，才允許在安裝過程中使用自由驅動功能。
10. 工具/末端執行器及障礙物不得有尖角或扭點。
11. 確保所有人的頭和臉在機器人可觸及的範圍之外。
12. 注意使用教導器時機器人的運動。
13. 不要進入機器人的安全範圍，或在系統運轉時觸碰機器人。
13. 將不同的機械連接起來可能加重危險或引發新的危險。始終對整個安裝進行全面的風險評估。根據評估的風險，可以應用不同級別的安全功能；因此，當需要不同的安全和緊急停止性能等級時，始終選擇最高的性能等級。始終都要閱讀和理解安裝中使用到的所有設備的手冊。
14. 切勿改動機器人。對機器人的改動有可能造成集成商無法預測的危險。機器人授權重組需依照最新版的所有相關服務手冊。
15. 如果購買機器人時附加了一個模組（例如，euromap67 接口），請在對應的手冊中查找該模組。
16. 確保機器人的使用者被告知緊急停止按鈕的位置，並且在緊急情況或異常情況下被指示啓動緊急停止。



警告:

1. 機器人和控制器在運作的過程中會產生熱量。機器人正在工作時或剛停止工作時，請不要操作或觸摸機器人。應該在處理或觸摸機器人之前檢查記錄螢幕上的溫度，也可以透過關閉機器人，等待一個小時來達到冷卻目的。
2. 切勿將手指伸到控制器內罩後面。



警告:

1. 當機器人與能夠造成機器人損壞的機械連接在一起或是在一起工作時，強烈推薦單獨對機器人的所有功能以及機器人程式進行檢查。
2. 不要將機器人一直暴露在永久性磁場。強磁場可損壞機器人。

1.6 擬定用途

UR 機器人是工業化的，擬用作操縱設備和固定設備，或用於加工或傳遞零件或產品。有關機器人的操作環境條件的詳細說明，請參閱附錄 B 和 D。

UR 機器人具備特殊的安全評級特徵，這些特徵是特地為協同操作而設計的，也就是說機器人何以在沒有護欄的情況下工作，或者和人類一起工作。

協同操作僅針對無危險的應用，即包括工具、工件、障礙物及其他機器在內的經過針對特定應用的風險評估證明不具備重大危險的完整應用。

任何與擬定用途相違的用途或應用都是不允許的。這包括但不限於以下內容：

- 用於潛在性爆炸環境中
- 用於醫療和生命攸關的應用中
- 未作風險評估就使用的
- 評估的性能等級上不合格就使用的
- 作為攀登用具使用的
- 在允許的操作參數之外進行操作

1.7 風險評估

風險評估是集成商務必完成的最重要任務之一。許多國家對此都有法律要求。機器人本身是一個部分完成的機械，而機器人安裝的安全性取決於該機器人是如何集成的（例如：工具/末端執行器、障礙物及其他機械）。

建議集成商使用 ISO 12100 和 ISO 10218-2 中的指南執行風險評估。另外，集成商可以選擇使用技術規範 ISO/TS 15066 作為附加指引。

集成商執行風險評估應考慮機器人整個應用壽命期間的所有工作程式，包括但不限於：

- 在機器人安裝的設置和開發過程中教導機器人

- 故障診斷和維護
- 機器人安裝的正常操作

風險評估必須在機械手臂第一次通電之前進行。由集成商執行的風險評估的一部分就是識別正確的安全配置設置，以及對額外的緊急停止按鈕和/或特定機器人應用所需的其他防護措施的需要。

識別正確的安全配置設置是開發合作機器人應用的一個尤為重要的部分。參閱第 2 章和第 II 部分了解詳情。

一些安全相關功能專門設計用於合作機器人應用。這些功能可通過設置進行配置，當處理集成商執行的風險評估中的特定風險時尤為重要：

- **力和功率限制：**當機器人與操作員發生碰撞時，用於減輕機器人在運動方向上施加的夾緊力和壓力。
- **動量限制：**當機器人與操作員發生碰撞時，用於通過減小機器人的速度來減輕高暫態能量和衝擊力。
- **關節、肘部和工具/末端執行器位置限制：**專門用於減少與某些身體部位相關的風險。例如：避免向頭部和頸部的運動。
- **工具/末端執行器方向限制：**專門用於減少與工具和工件的某些區域和特點相關的風險。例如：避免銳利的稜邊指向操作員。
- **速度限制：**專門用於確保機械手臂低速動作。

集成商必須通過使用密碼保護，以防止未授權人員更改安全配置。

必須對有意和/或由於合理可預見誤用的接觸進行協同機器人應用風險評估，並且必須覆蓋以下幾點：

- 個體潛在碰撞的嚴重性
- 個體潛在碰撞出現的可能性
- 避免個體潛在碰撞的可能性

如果機器人安裝在一個無法通過使用內置安全相關功能合理消除危險或充分降低風險的非協同機器人應用中（例如：當使用危險工具時），那麼集成商執行的風險評估必須判定集成商需要增加額外的防護措施（例如：一台在設置和編程過程中對集成商提供保護的有利裝置）。

Universal Robots 已經明確了如下集成商必須要考慮的重大危險。

注意：特定機器人設備可能還存在其他重大危險。

1. 工具或工具連接器上的銳邊和尖點刺傷皮膚。
2. 機器人軌跡附近障礙物上的銳邊和尖點刺傷皮膚。
3. 被機器人碰撞而受傷。
4. 因有效負載與堅固表面之間的衝擊而導致扭傷或骨折。
5. 因用於固定機械手臂或工具的螺栓鬆動而導致的後果。
6. 物品從工具上掉落，例如：因夾持不到位或斷電。
7. 因不同機器上緊急停止按鈕不同而出現的操作錯誤。
8. 因對安全配置參數的未授權更改而出現的錯誤。

有關停止時間和停止距離的資訊，請參閱第 2 章和附錄 A。

1.8 使用前評估

首次使用機器人或進行任何修改之後，必須進行以下測試。確認所有安全輸入和輸出連接適當和正確。測試所有連接的安全輸入和輸出（包括多台機器或機器人共有的設備）正在運行。因此您必須：

- 測試緊急停止按鈕和輸入是否停止機器人並啟動剎車。
- 測試保護輸入可以停止機器人的運動。如果配置了保護裝置復位，請在恢復運動之前檢查是否需要啟動。
- 檢查初始化熒幕以測試縮減模式可以將安全模式切換到縮減模式。
- 測試操作模式切換操作模式，請參閱使用者界面右上角的圖標。
- 測試必須按下 3 檔位開關才能在手動模式下啟動動作，並且機器人處於減速控制下。
- 測試系統緊急停止輸出實際上能夠將整個系統置於安全狀態。
- 測試連接到機器人移動輸出、機器人未停止輸出、縮減模式輸出或未縮減模式輸出的系統可以實際檢測輸出變化

1.9 緊急停止

激活緊急停止按鈕，立即停止機器人的一切運動。

注意：根據 IEC 60204-1 和 ISO 13850，緊急設備不受保護。它們是免費的保護措施，而不是為了防止受傷。

如果必須連接多個緊急停止按鈕，必須納入機器人應用的風險評估。緊急停止按鈕應符合 IEC 60947-5-5 的要求（請參閱第 5.4.2 節）。

1.10 沒有驅動量的運動

萬一發生緊急情況，您可以在必須移動機器人關節的地方使用**強行反向驅動**，但機器人力量不可能或不需要。

為了執行**強制反向驅動**，您必須推動或拉動機械手臂以移動關節。每個關節剎車均有一個摩擦離合器，可使關節在承受高强度扭矩的情況下移動。



警告：

- 手動移動機械手臂僅限於緊急情況，並且有可能會損壞機械關節。

2 安全相關功能和界面

2.1 簡介

Universal Robots e 系列機器人配有一系列內建安全功能以及安全 I/O、數位和模擬控制訊號（至/自電氣接口），連線到其他機器和其他防護裝置。每項安全功能和 I/O 都根據 ISO13849-1:2008 進行監控（認證請參閱第 8 章），性能等級 d（PLd）採用 3 類架構。

參閱第部分 II 第 13 章了解使用者界面中的安全功能、輸入和輸出的配置。有關安全設備與 I/O 的連接方式，請參閱第 5 章。



注意:

1. 安全功能和接口的使用和組態必須遵循每個機器人應用程式的風險評估程式。（請參閱第 1 章第 1.7 部分）
2. 如果機器人發現安全系統中存在故障或違例（例如緊急停止電路中的一條線被切斷，或安全限制被違反），將啟動 0 類停機。
3. 停止時間應作為應用風險評估的一部分考慮在內



危險:

1. 使用的安全配置參數與風險評估所確定的不同可導致無法合理消除的危險或無法充分減少的風險
2. 確保工具和夾爪連接正確，如果電源中斷，不會發生危險
3. 小心使用 12V 電源，因為編程員出錯可能會導致電壓變為 24V，從而可能損壞設備和引發火災
4. 末端執行器不受 UR 安全系統的保護。不監控末端執行器和/或連接電纜的功能

2.2 停機類別

根據具體情況，機器人可以啟動三種根據 IEC 60204-1 定義的停止類別）。這些類別在下表中定義。

停機類別	描述
0	立即停止機器人動作。
1	以有序且受控的方式停止機器人。一旦機器人停止，電源將被移除。
2	* 在保持軌跡的同時停止驅動器可用的機器人。機器人停止後驅動器電源保持不變。

注意：* 通用機器人機器人的 2 類停機按照 IEC 61800-5-2 進一步描述為 SS1 或 SS2 型停機。

2.3 安全功能

如下表所列，通用機器人的機器人安全功能位於機器人中，但其目的是控制機器人系統，即機器人及其連接的工具/末端執行器。機器人安全功能用於減少由風險評估確定的機器人系統風險。位置和速度相對於機器人的底座。

安全功能	描述
關節位置限制	設置允許的關節位置的上限和下限。
關節速度限制	設定關節速度的上限。
安全平面	定義限制機器人位置的空間平面。安全平面限制了工具/末端執行器的單獨使用，或者限制了工具/末端執行器和肘部。
工具方向	為工具定義允許的方向限制。
速度限制	限制最大機器人速度。肘部、工具/末端執行器法蘭以及使用者定義的工具/末端執行器位置中心的速度是有限的。
力限制	限制夾緊情況下機器人工具/末端執行器和彎頭施加的最大力。工具/末端執行器、彎頭法蘭和使用者定義的工具/末端執行器位置中心的力是有限的。
動量限制	限制機器人的最大動量。
功率限制	限制機器人執行的機械工作。
停止時間限制	限制啟動保護停止後機器人的最長停止時間。
停止距離限制	限制啟動保護性停止後機器人行進的最大距離。

機器人還具有以下安全輸入：

安全輸入	描述
緊急停止按鈕	如果定義了輸出，則使用系統緊急停止輸出執行 1 類停機通知其他機器。
機器人緊急停止	如果定義了輸出，則使用系統緊急停止輸出通過控制器輸入執行 1 類停機通知其他機器。
系統緊急停止	僅在機器人上執行 1 類停機。
防護停止	執行 2 類停機。
防護重置	當遇到防護重置輸入的邊緣時，從防護停止狀態恢復機器人。
縮減模式	轉換安全系統以使用縮減模式限制。
3 檔位開關	當啟動設備完全壓縮或完全釋放時啟動防護停止。發生這種情況時，使能設備輸入為高電平。
操作模式	需要時切換模式。注意：使用 3 檔位開關時需要。

為了與其他機器接口，機器人配有以下安全輸出：

2.4 安全功能

安全輸出	描述
系統緊急停止	當該訊號係邏輯低電平時，機器人緊急停止輸入係邏輯低電平或緊急停止按鈕處於按下狀態。
機器人運動	當此訊號為邏輯高電平時，沒有機器人的單一關節移動超過 0.1rad。
機器人未停止	當由於緊急停止或防護停止而使機器人停止或處於停止過程中時為邏輯高電平。否則將為邏輯低訊號。
縮減模式	當安全系統處於縮減模式時為邏輯低電平。
未縮減模式	當安全系統未處於縮減模式時為邏輯低電平。

所有的安全 I/O 都是雙通道的，這意味著它們在低電平時安全（例如，當訊號低時緊急停止被激活）。

2.4 安全功能

安全系統通過監視是否違反任何安全限制或者是否啟動了緊急停止或防護停止來實施。安全系統的反應是：

觸發	反應
緊急停止	停機類別 1。
防護停止	停機類別 2。
限制違例	停機類別 0。
故障檢測	停機類別 0。

在進行應用風險評估時，有必要考慮機器人停止啟動後的運動。為了簡化這個過程，可以使用安全功能停止時間限制和停止距離限制。這些安全功能動態降低機器人運動的速度，使其始終能夠在限制內停止。需要注意的是，關節位置限制、安全平面以及工具/末端執行器方向限制會考慮到預期的停止距離行程，即在達到限制之前機器人的運動速度會減慢。

功能安全可以概括為：

安全功能	公差	性能等級	類別
緊急停止	—	d	3
防護停止	—	d	3
關節位置限制	5°	d	3
關節速度限制	1.15 °/s	d	3
安全平面	40 mm	d	3
工具方向	3°	d	3
速度限制	50 mm/s	d	3
力限制	25 N	d	3
動量限制	3 kg m/s	d	3
功率限制	10 W	d	3
停止時間限制	50 ms	d	3
停止距離限制	40 mm	d	3

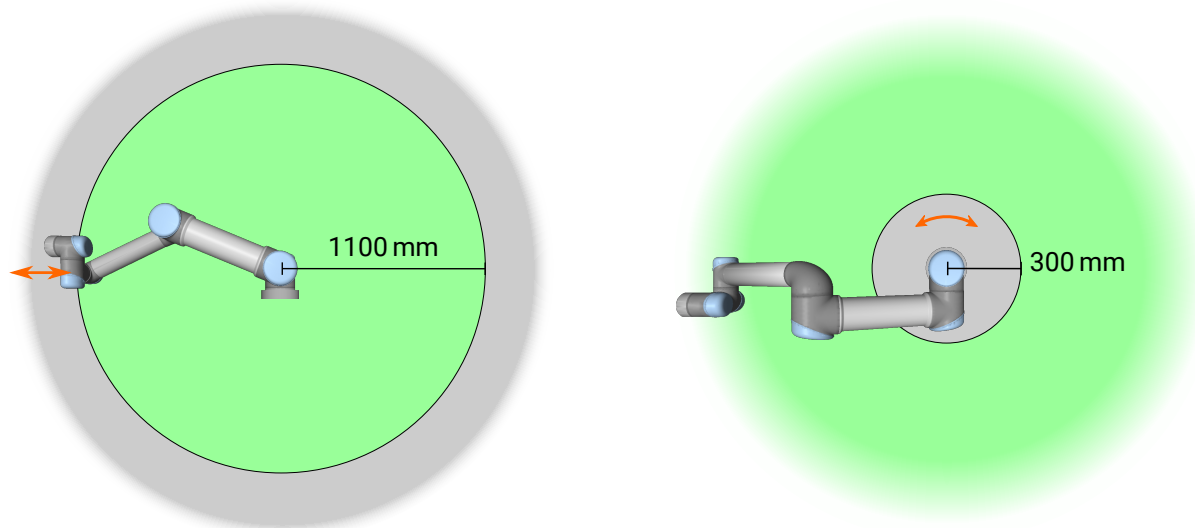


图 2.1: 由於機械手臂的物理特性，某些工作空間區域需要注意捏造危險。其中一個區域（左）是定義的徑向運動區域，即手腕 1 關節至少與機器人底座相距 1100 mm 的區域。另一個區域（右）是在機器人底座 300 mm 範圍內的區域（機器人按正切方向移動時）。



警告:

在設計程式時，關於力的限制功能有兩種例外情況很重要（圖 2.1）。在機器人向外伸展時，膝 -關節效應可能以低速導致徑向（遠離底座）產生較高的力。同樣，短槓桿臂在工具/末端執行器靠近底座和沿周圍方向移動底座時，可能以低速產生較高的力。通過清除這些區域的障礙物，將機器人放在其他位置，或結合利用安全平面與關節限制，防止機器人進入工作區的此區域，可規避夾傷風險。



警告:

如果機器人用於用手引導的手動應用（線性移動），工具/末端執行器和肘部的關節速度限制必須設置為每秒鐘最大 250 mm/s，除非風險評估顯示可以接受更高的速度。這可以防止機器人肘部在奇點附近快速運動。

2.5 模式

標準模式和縮減模式 安全系統有兩種可配置的模式：**標準模式**和**縮減模式**。每種模式均可配置安全限制。機器人工具/末端執行器的位置超出**觸發器縮減模式**平面的縮減模式側，或利用安全輸入觸發時，將激活縮減模式。

使用平面觸發縮減模式：當機器人從觸發平面的簡化模式側移回到正常模式側時，在允許正常模式和簡化模式限制的觸發平面周圍有 20mm 區域。它可以防止機器人在極限情況下安全模式閃爍。

使用輸入觸發縮減模式：當使用輸入（開始或停止縮減模式）時，在應用新的模式限制值之前可能會經過長達 500ms 的時間。當將簡約模式更改為正常模式或將普通模式更改為簡化模式時，可能會發生這種情況。它允許機器人適應，例如：速度達到新的安全限制。

恢復模式 如果安全限制違例，必須重新啟動安全系統。如果在啟動時系統超出安全限制範圍（例如：超出關節位置限制），將進入特殊恢復模式。在恢復模式下，不能運行機器人程式，但可利用自由驅動模式或 **PolyScope** 中的移動索引標籤，將機械手臂手動移回限值範圍內（請參閱第 II **PolyScope** 手冊部分。恢復模式的安全限制為：

安全功能	限制
關節速度限制	30 °/s
速度限制	250 mm/s
力限制	100 N
動量限制	10 kg m/s
功率限制	80 W

如果違反這些限制，安全系統發出 0 類停機。



警告：

請注意，在恢復模式下，關節位置、安全平面以及工具/末端執行器方向被禁用。將機械手臂移回限制範圍內時應小心。

3 運輸

如托盤上提供的那樣，機器人和控制器是一套校準套件。不要將它們分開，因為這需要重新校準。

運輸時保持好原包裝。如果您想稍後移動機器人，請將包裝材料保存在乾燥處。

將機器人從包裝移動到安裝空間時，同時握住機器人手臂的兩根管子。扶住機器人直至機器人底座的所有螺栓全部緊固好。

用手柄提起控制器。



警告:

1. 確保抬升設備時您的背部或其他身體部位不過分負重。
使用適當的抬升設備。應遵守所有地區性和國家性指南。
Universal Robots 不對設備運輸過程中產生的損害負責。
2. 確保安裝機器人時嚴格遵守第 4 章中的指示。

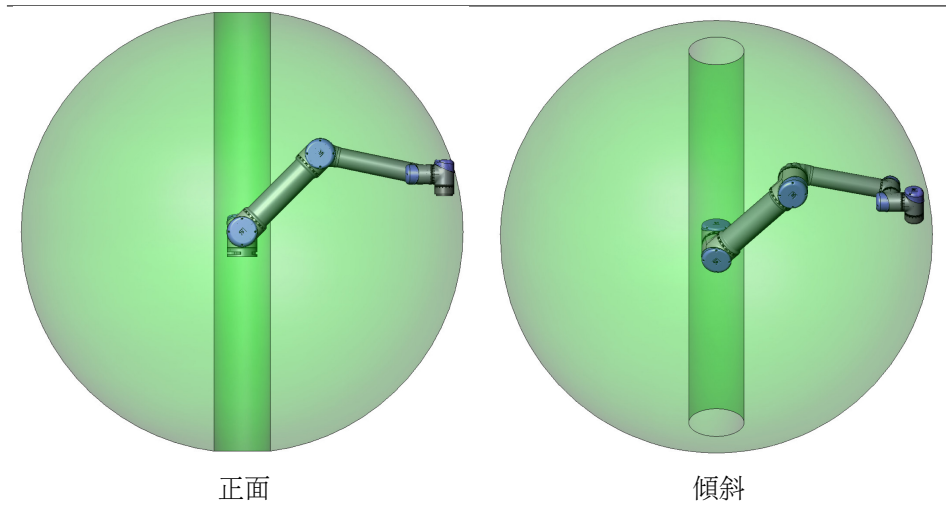
4 機械接口

4.1 簡介

本章將介紹安裝機器人系統的部件時應注意的基本事項。務必遵循第 5 章中的電氣安裝說明。

4.2 機器人工作空間

UR10e 機器人的工作空間是指底座關節周圍 1300 mm 範圍內的區域。選擇機器人安裝位置時，務必考慮機器人正上方和正下方的圓柱體空間。應避免將工具移向圓柱體空間，因為這樣會造成工具慢速運動時關節卻運動過快，從而導致機器人工作效率低下，風險評估難以進行。



4.3 安裝

機械手臂 使用四顆 8.8 強度 M8 的螺栓，通過機器人底座上的四個 8.5 mm 安裝孔來安裝機械手臂。螺栓必須用 20 Nm 扭矩擰緊。

鑽兩個 Ø8 的孔，用銷加以固定來準確地調整機械手臂位置。注意：您可採購精確的底座作為附件來使用。圖 4.1 顯示了鑽孔位置和螺絲安裝位置。

將機器人安裝在堅固且無振動的表面上，以承受底座關節的全部扭矩的至少十倍以及機械手臂重量的至少五倍。如果機器人安裝在線性軸上或是活動的平台上，則活動性安裝底座的加速度會很低。高加速度會導致機器人安全停止。



危險:

確保機械手臂正確並安全地安裝到位。安裝不穩定會導致事故。



警告:

將機器人安裝在適合 IP 等級的環境中。機器人不得在超過機器人 (IP54)、教導器 (IP54) 和控制箱 (IP44) 的 IP 等級的環境中運行。

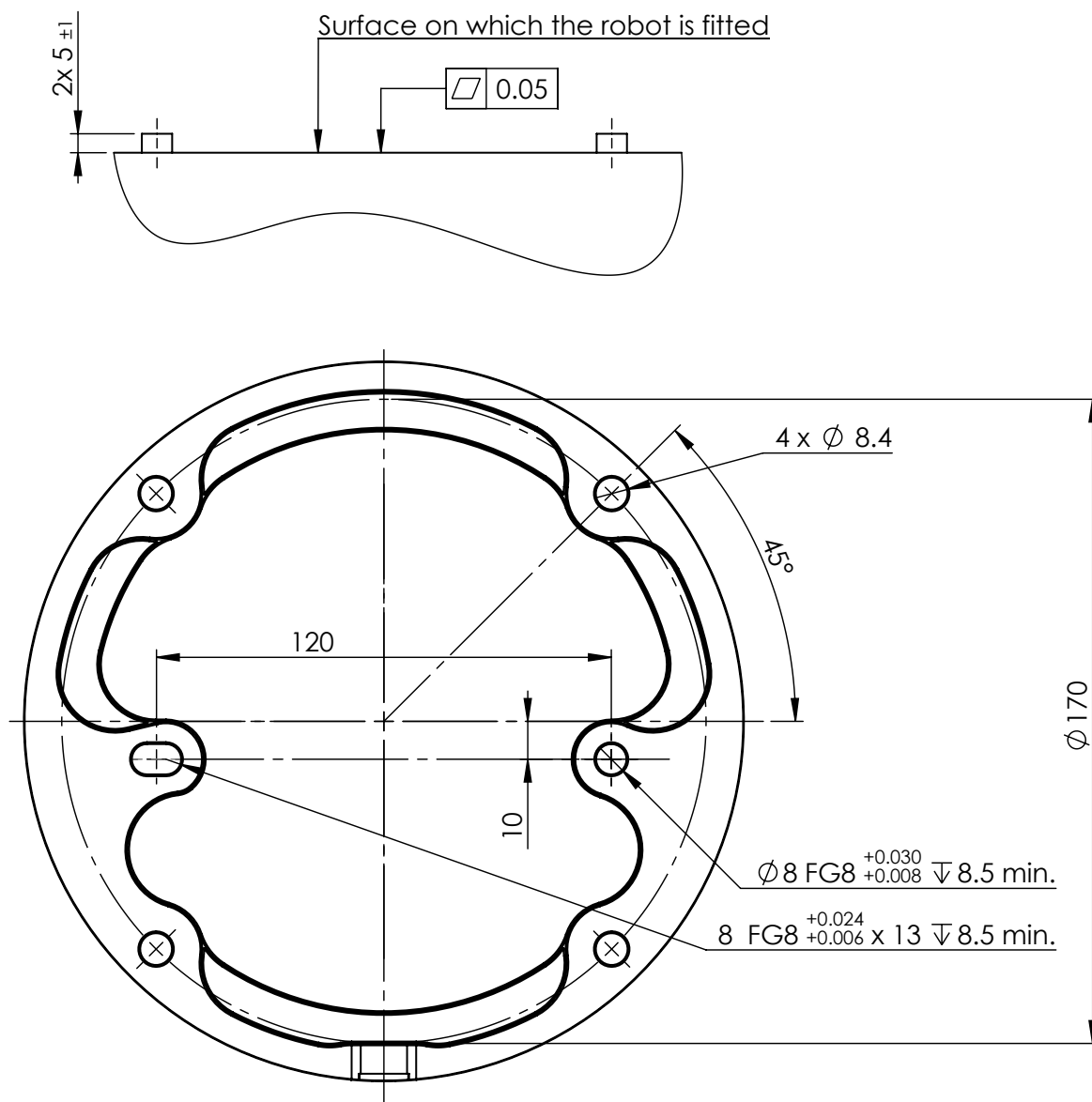


图 4.1: 機器人安裝孔。使用四個 M8 螺栓。所有測量值均以 mm 為單位。

工具 機器人法蘭有四個 M6 螺紋孔，可用於將工具連接到機器人。M6 螺栓必須用強度等級為 8.8 的 8 Nm 力擰緊。為了準確地調整工具位置，請鑽 6 個 Φ 的孔，用銷加以固定。圖 4.2 顯示了機器人法蘭的尺寸和孔圖案。建議在銷上使用徑向槽孔以避免過度約束，同時保持精確的位置。



危險:

1. 確保工具正確並安全地安裝到位。
2. 確保工具安全架構，不會有零件意外墜落造成危險。

控制器 控制器可懸掛在牆壁上或安放在地面上。控制器每側應保留 50 mm 的空隙，以確保空氣流通順暢。

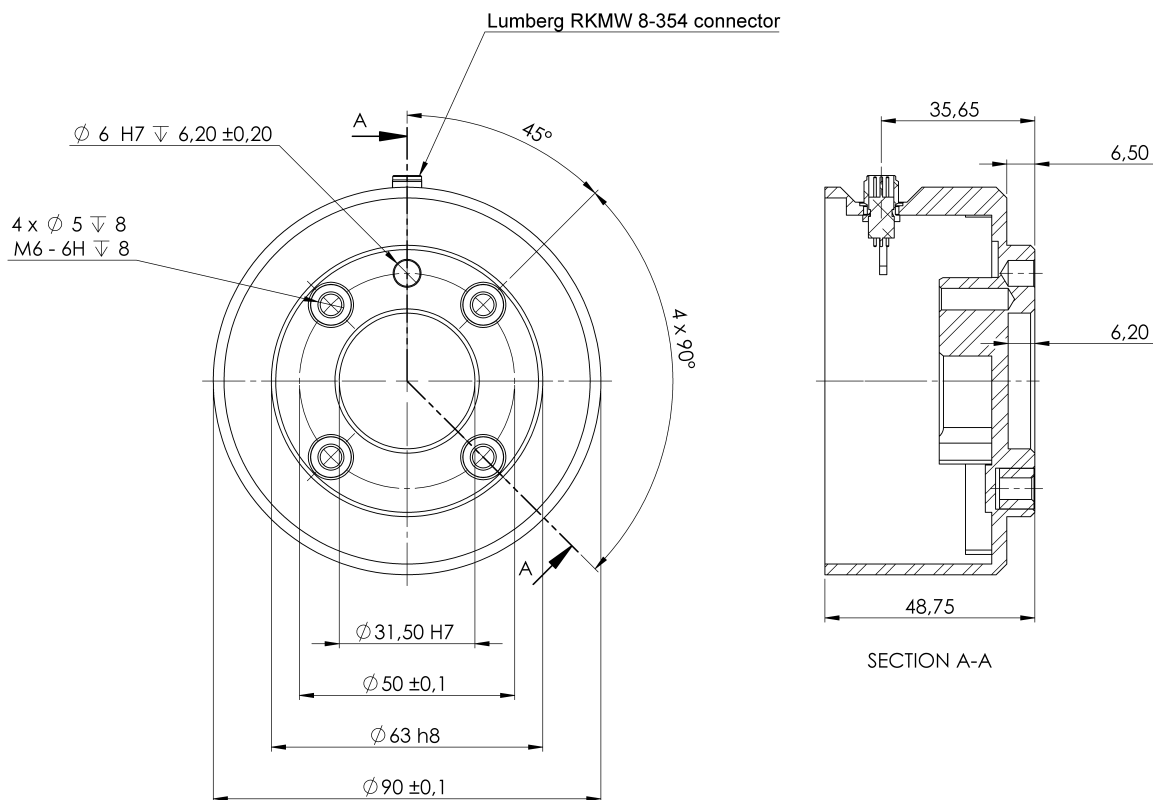


图 4.2: 工具輸出法蘭 (ISO 9409-1-50-4-M6) 是工具安裝在機器人頂端的位置。所有測量均為 mm。

教導器 教導器可以懸掛在牆壁或控制器上。確認電纜不會導致絆倒危險。

注意：您可以購買用於安裝控制箱和教導器的額外支架。



危險:

1. 確保控制器、教導器和電纜不接觸液體。潮濕的控制器可導致致命傷害。
2. 將教導器 (IP54) 和控制箱 (IP44) 放置在適合 IP 等級的環境中。

4.4 最大有效負載

機械手臂的最大允許有效負載取決於重心偏移，請參閱圖4.3。重心偏移定義為工具輸出法蘭的中心與附加有效載荷的重心之間的距離。

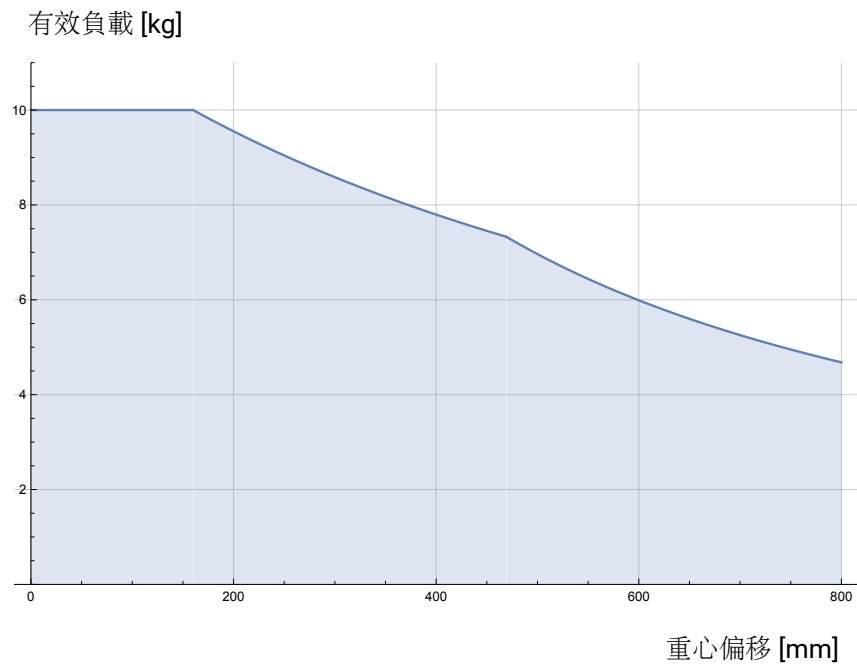


圖 4.3: 最大允許有效負載與重心偏移之間的關係。

5 電氣接口

5.1 簡介

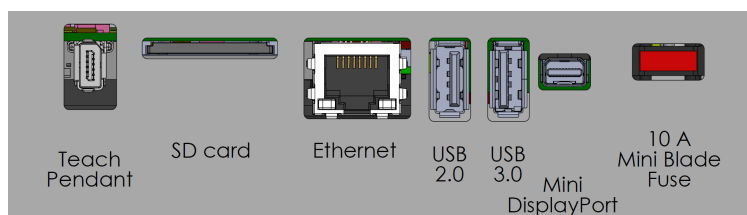
本章描述了控制器內機械手臂的電氣接口組。大部分類型的 **I/O** 都提供有示例。**I/O** 一詞是指進出下面列出的電氣接口組的數位及模擬控制訊號。

- 電源連接
- 機器人連接
- 控制器 I/O
- 工具 I/O
- 乙太網路

5.1.1 控制器支架

在 I/O 接口組的底部，有一個帶有連接埠的支架，允許附加連接（如下所示）。控制箱底座有一個帶蓋的開口，便於連接（參見5.2）。

迷你顯示埠支援具有顯示埠的監視器，需要一個與 DVI 或 HDMI 轉換器連線的有源迷你顯示器，以與具有 DVI/HDMI 接口的監視器連線。無源轉換器不適用於 DVI/ HDMI 連接埠。



注意：保險絲必須符合 **UL** 標準，配有以下最大額定電流的小型刀片類型：**10A** 和最小額定電壓：**32V**

5.2 乙太網路

乙太網路接口可用於：

- MODBUS、EtherNet/IP 和 PROFINET（參見第 II 部分）。
- 遠端存取和控制。

將乙太網路電纜穿過控制箱底部的孔連接，並將其插入支架底部的乙太網路連接埠。用適當的電纜密封管重新蓋上控制箱底部的蓋子，將電纜連接到乙太網路連接埠。



電氣規範如下表所示。

參數	最小值	典型值	最大值	單位
通訊速度	10	-	1000	Mb/s

5.3 電氣警告和小心事項

除了機器人應用的設計和安裝之外，還應注意以下所有接口組的警告。



危險：

1. 切勿將安全訊號連接到安全等級不合適的非安全型 PLC。如不遵守該警告，可能會因某項安全停止功能失效而導致嚴重受傷乃至死亡。務必將安全接口訊號與普通 I/O 接口訊號分開。
2. 所有安全型訊號均具備冗餘性（兩個獨立通道）。保持兩個通道獨立，可確保在發生單一故障時不會喪失安全功能。
3. 控制器內部的某些 I/O 可配置為普通或安全型 I/O。請通讀第 5.4 節。



危險:

1. 請確保所有不得沾水的設備都保持乾燥。如果有水進入產品，請切斷電源，然後聯繫您當地的 **Universal Robots** 服務提供商尋求幫助。
2. 僅使用該機器人的原裝電纜。請不要在那些電纜需要彎折的應用中使用機器人。如果需要更長的電纜或柔性電纜，可以聯繫您當地的 **Universal Robots** 服務提供商。
3. 負關節指接地（**GND**）關節，且與機器人和控制器的防護罩相連。本文提到的所有 **GND** 關節只適用於供電和傳送訊號。對於保護性接地（**PE**），請使用控制器中標記接地標誌的 **M6** 螺絲關節。接地連接器應至少有該系統內最高電流的額定電流。
4. 當向機器人的 **I/O** 安裝接口電纜時請小心。底部的金屬板是供接口電纜和連接器使用的。鑽孔前請去掉這個金屬板。重新安裝金屬板前，請確保所有的毛面都已去掉。記得使用正確尺寸的壓蓋。



警告:

1. 該機器人已通過國際 IEC 標準中規定的**電磁兼容性 (EMC)** 檢測。高於 IEC 標準中規定電平的干擾訊號將會造成機器人的異常行為。訊號電平極高或過度暴露將會對機器人造成永久性的損害。**EMC** 問題通常發生在焊接過程中，通常由日誌中的錯誤消息提示。由 **EMC** 問題造成的任何損失，**Universal Robots** 概不負責。
2. 用於連接控制器與其他機械和工廠設備的 I/O 電纜長度不得超過 30 米，除非進行額外測試後表明可行。



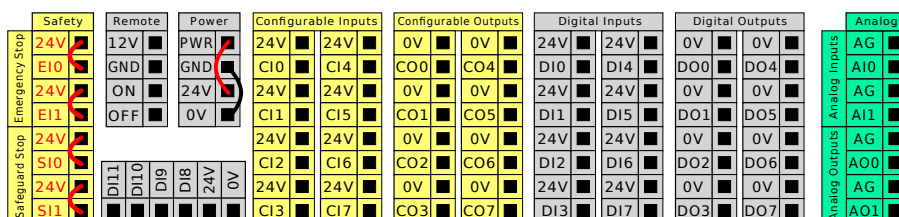
注意:

所有電壓和電流均為直流（DC），除非另有規定。

5.4 控制器 I/O

您可以將控制箱內的 I/O 用於多種設備，其中包括氣動繼電器、PLC 和緊急停止按鈕。

下圖顯示了控制器内部的電氣接口組佈局。



注意：對於這些類型的輸入，您可以使用下圖所示的水平數位量輸入模塊（DI8-DI11）進行正交編碼輸送機跟蹤（參見5.4.1）。



必須遵守並維護下面列出的顏色方案的含義。

黃色，含紅色文本	專用安全訊號
黃色，含黑色文本	可進行安全配置
灰色，含黑色文本	通用數位 I/O
綠色，含黑色文本	通用模擬 I/O

在 GUI 中，您可以將可配置型 I/O 配置為安全型 I/O 或 GUI 中的通用 I/O（請參見第 II 部分）。

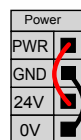
5.4.1 所有數位 I/O 的通用規範

本節闡述了控制器的下列 24V 數位 I/O 的電氣規範。

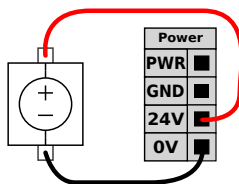
- 安全 I/O。
- 可配置 I/O。
- 通用 I/O。

根據所有三個輸入的電氣規範安裝機器人。

數位 I/O 可由 24V 電源供電，也可通過配置電源接線盒由外部電源供電。終端盒由四個終端組成。上面兩個（PWR 和 GND）為 24V，內部的 24V 電源接地。終端盒下面的兩個終端（24V 和 0V）為供應 I/O 的 24V 輸入。預設配置為使用內部電源（參閱下文）。



注意：如果需要更大的電流，可如下圖所示連接外部電源。



內部和外部電源的電氣規範如下所示。

終端	參數	最小值	典型值	最大值	單位
內置 24V 電源					
[PWR - GND]	電壓	23	24	25	V
[PWR - GND]	當前	0	-	2	A
外部 24V 輸入要求					
[24V - 0V]	電壓	20	24	29	V
[24V - 0V]	當前	0	-	6	A

數位 I/O 的構建遵循 IEC 61131-2。電氣規範如下所示。

終端	參數	最小值	典型值	最大值	單位
數位輸出					
[COx / DOx]	電流 *	0	-	1	A
[COx / DOx]	電壓降	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	漏電流	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	功能	-	PNP	-	類型
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	類型
數位輸入					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	電壓	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	OFF 區域	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	ON 區域	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	電流 (11-30V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	功能	-	PNP +	-	類型
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	類型

* 用於最大 1H 的電阻負載或電感負載。



注意:

可配置一詞用於可配置為額定安全 I/O 或普通 I/O 的 I/O。這些是帶黑色文本的黃色終端。

5.4.2 安全 I/O

本節介紹了專用安全輸入（帶紅色文本的黃色終端）和配置為安全 I/O 時的可配置 I/O（帶黑色文本的黃色終端）。請按照第節 5.4.1 中所有數位 I/O 的通用規範進行操作。

安全裝置和設備必須按照第 1 章中的安全說明和風險評估安裝。

所有安全 I/O 成對存在（冗餘），必須保留成兩個獨立的分支。單一故障應不會導致喪失安全功能。

固定的輸入有兩個：

- **機器人緊急停止**僅用於緊急停止設備
- **防護停止**用於其他安全型保護設備。

功能差異如下所示。

	緊急停止	防護停止
機器人停止運動	是	是
程式執行	暫停	暫停
機器人電源	關閉	開
重置	手動	自動或手動
使用頻率	不常使用	不超過每運行週期一次
需要重新初始化	僅解除剎車	否
停機類別 (IEC 60204-1)	1	2
監控功能的性能等級 (ISO 13849-1)	PLd	PLd

使用可配置的 I/O 設置緊急停止輸出等其他安全 I/O 功能。針對安全功能配置一組可配置的 I/O 是通過 GUI 進行的（請參閱第部分 II）。

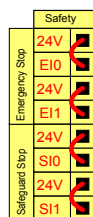


危險:

1. 切勿將安全訊號連接到安全等級不合適的非安全型 PLC。如不遵守該警告，可能會因某項安全停止功能失效而導致嚴重受傷乃至死亡。務必將安全接口訊號與普通 I/O 接口訊號分開。
2. 所有安全型 I/O 均具備冗餘性（兩個獨立通道）。保持兩個通道獨立，可確保在發生單一故障時不會喪失安全功能。
3. 在將機器人投入使用前，務必檢驗安全功能。必須定期測試安全功能。
4. 機器人的安裝需遵循這些規格。如果不遵循這些規格，有可能會造成嚴重的人員傷亡，因為安全停機裝置有可能失效。

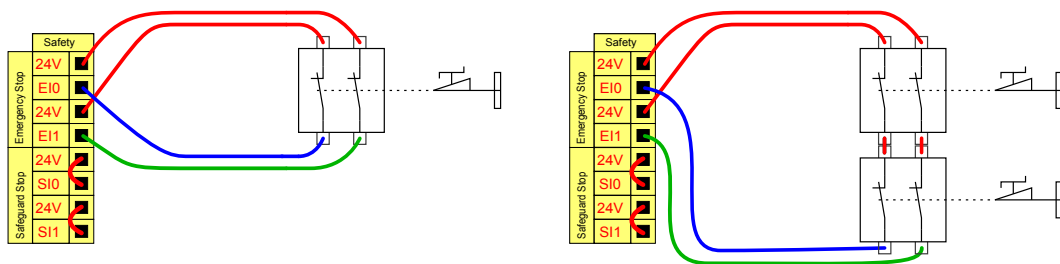
預設安全配置

所交付的機器人進行了預設配置，可在沒有任何附加安全設備的情況下進行操作（請參閱下圖）。



連接緊急停止按鈕

大多數應用需要一個或多個額外的緊急停止按鈕。下圖顯示了一個或多個緊急停止按鈕的工作原理。

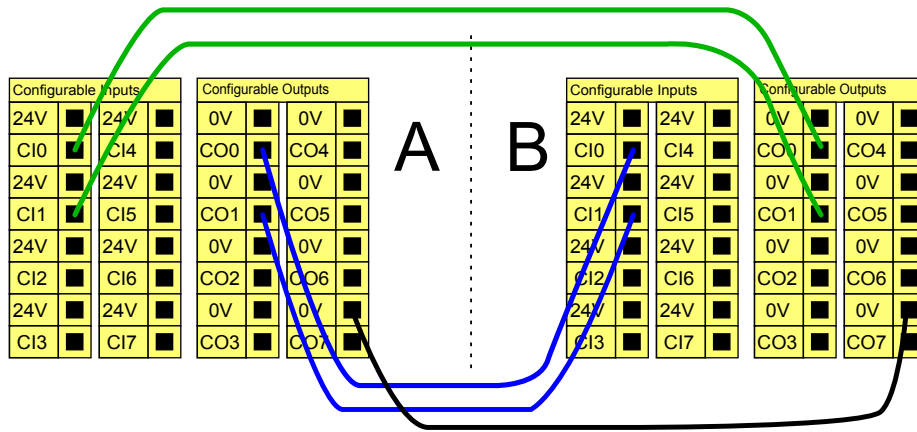


與其他機器共享緊急停止

您可以通過 GUI 配置下列 I/O 功能，在機器人與其他機器之間設置共享緊急停止功能。機器人緊急停止輸入不能用於共享目的。如果需要連接兩台以上的 UR 機器人或其他機器，則必須使用安全 PLC 來控制緊急停止訊號。

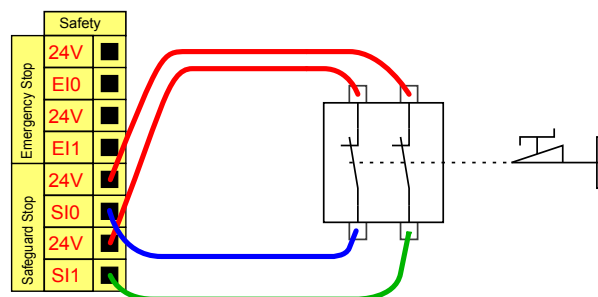
- 可配置的輸入對：外部緊急停止。
- 可配置的輸出對：系統緊急停止。

下圖顯示了 UR 機器人如何共享緊急停止功能。在本例中，使用的配置 I/O 為 CI0-CI1 和 CO0-CO1。



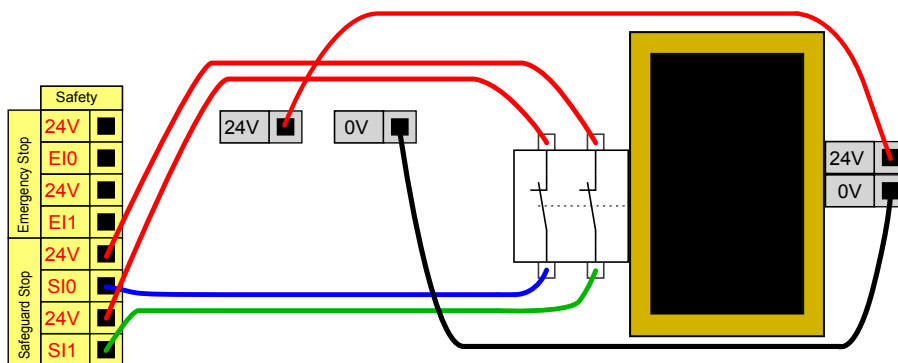
可自動恢復的防護停止

門開關就是基本防護停止設備的一個例子，門打開時，機器人停止（請參閱下圖）。



此配置僅針對操作員不能通過門並在身後關上門的應用。可配置的 I/O 用於設置門外的重置按鈕，以重新激活機器人運動。

適合進行自動恢復的另外一個例子是使用安全墊或安全型激光掃描儀（請參閱下圖）。

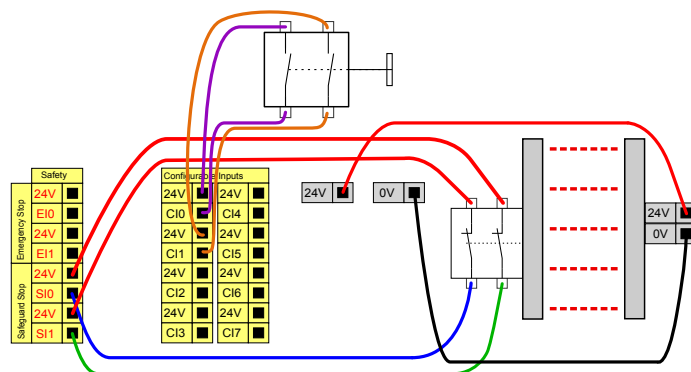


危險:

1. 當重建訊號時，機器人自動恢復運動。如果可從安全地帶內部重建訊號，請勿使用此配置。

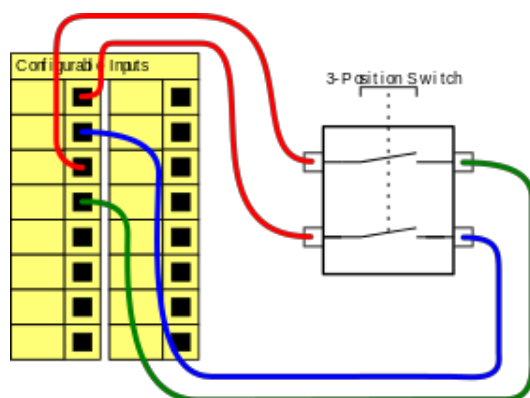
帶重置按鈕的防護停止

如果使用防護接口與光幕交互，需要從安全地帶外部進行重置。重置按鈕必須為雙通道型按鈕。在本例中，重置配置的 I/O 為 CI0-CI1（請參閱下圖）。



3 檔位開關

下圖說明了三重定位設備的連接方法。有關 3 檔位開關設備的更多資訊，請參閱第 12.2 部分。

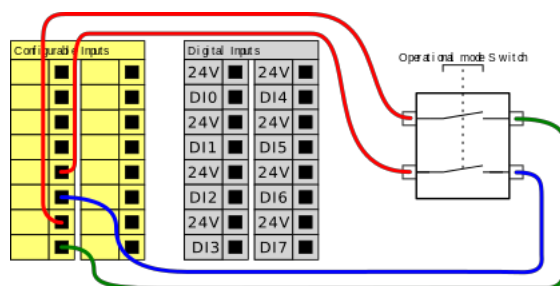


注意:

通用機器人安全系統不支持多個 3 檔位開關設備。

操作模式開關

下圖顯示了操作模式開關。有關操作模式的更多資訊，請參閱第 12.1 部分。



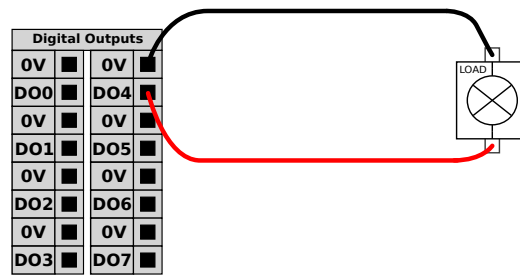
5.4.3 通用數位 I/O

本節介紹了通用 24V I/O（灰色終端）和未配置為安全 I/O 時的可配置 I/O（帶黑色文本的黃色終端）。務必遵循第 5.4.1 節的通用規範。

通用 I/O 可用於直接驅動氣動繼電器等設備，或用於與其他 PLC 系統通訊。停止執行程式時，所有數位輸出可自動禁用，請參閱第 II 部分。此模式下，如果程式沒有運行，則輸出始終為低電平。下面的章節舉了幾個例子。這些示例使用的是常規數位輸出，但如果可配置的輸出沒有被配置為執行安全功能，則也可使用此類輸出。

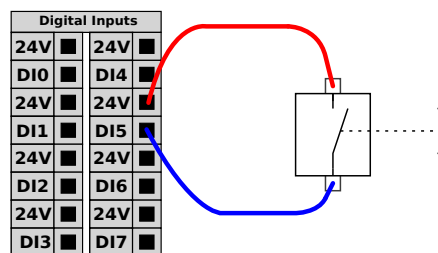
由數位輸出控制的負載

本例顯示了連接時如何從數位輸出控制負載。



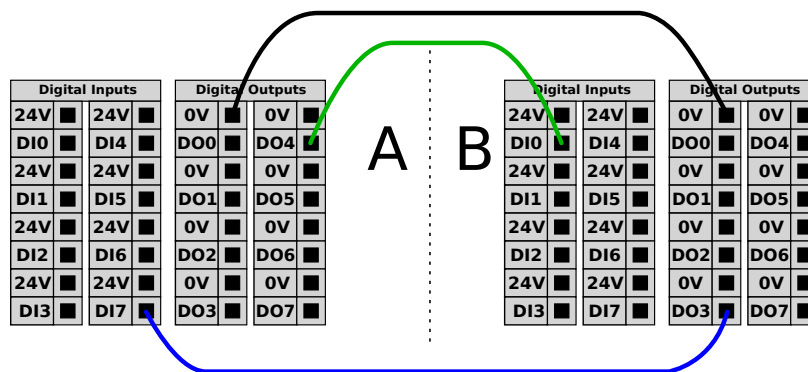
5.4.4 從按鈕進行的數位輸入

本例顯示了簡單按鈕與數位輸入的連接方式。



5.4.5 與其他機器或 PLC 通訊

如果建立了通用 GND (0V) 並且機器採用 PNP 技術，您可以使用數位 I/O 與其他設備通訊，參閱下圖。



5.4.6 通用模擬 I/O

模擬 I/O 接口為綠色終端。此類接口用於設置或測量進出其他設備的電壓 (0-10V) 或電流 (4-20mA)。

為獲得高準確度，建議遵循以下指示。

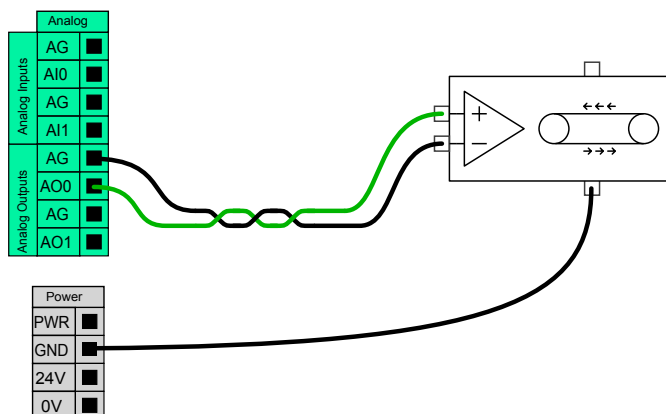
- 使用最靠近此 I/O 的 AG 終端。此 I/O 對共享同一個濾波器。
- 設備和控制器使用相同的接地 (0V)。模擬 I/O 與控制器不進行電位隔離。
- 使用屏蔽電纜或雙絞線。將屏蔽線與電源端子上的 GND 終端相連。
- 使用在電流模式下工作的設備。電流訊號的敏感度低於接口。

在 GUI 中，您可以選擇輸入模式（請參閱第 II 部分）。電氣規範如下所示。

終端	參數	最小值	典型值	最大值	單位
電流模式下的模擬輸入					
[AIx - AG]	當前	4	-	20	mA
[AIx - AG]	電阻	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	分辨力	-	12	-	位
電壓模式下的模擬輸入					
[AIx - AG]	電壓	0	-	10	V
[AIx - AG]	電阻	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	分辨力	-	12	-	位
電流模式下的模擬輸出					
[AOx - AG]	當前	4	-	20	mA
[AOx - AG]	電壓	0	-	24	V
[AOx - AG]	分辨力	-	12	-	位
電壓模式下的模擬輸出					
[AOx - AG]	電壓	0	-	10	V
[AOx - AG]	當前	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	電阻	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	分辨力	-	12	-	位

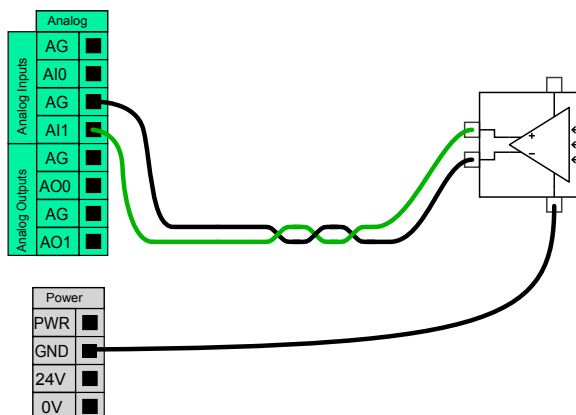
使用模擬輸出

本例顯示了如何利用模擬速度控制輸入來控制輸送機。



使用模擬輸入

本例顯示了如何連接模擬傳感器。



5.4.7 遠程 ON/OFF 控制

利用遠程 **ON/OFF** 控制，可在不使用教導器的情況下開啓和關閉控制器。它通常用於：

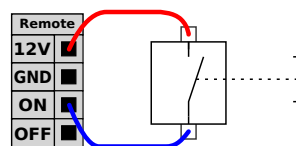
- 教導器不可接近的情況。
- PLC 系統必須實施全面控制的情況。
- 必須同時開啓或關閉多個機器人的情況。

遠程 **ON/OFF** 控制提供有 12V 的輔助電源，控制器關閉時此電源將保持活動狀態。**ON** 輸入僅用於短時間激活，其工作方式與**電源**按鈕相同。**OFF** 輸入可以按照需要按住。電氣規範如下所示。
注意：使用軟體功能自動加載和啓動程式（請參閱第 II 部分）。

終端	參數	最小值	典型值	最大值	單位
[12V - GND]	電壓	10	12	13	V
[12V - GND]	當前	-	-	100	mA
[ON / OFF]	無源電壓	0	-	0.5	V
[ON / OFF]	有源電壓	5	-	12	V
[ON / OFF]	輸入電流	-	1	-	mA
[ON]	激活時間	200	-	600	ms

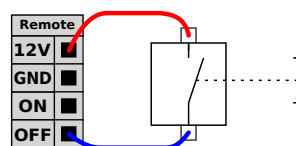
遠程 ON 按鈕

本例顯示了遠程 **ON** 按鈕的連接方法。



遠程 OFF 按鈕

本例顯示了遠程 **OFF** 按鈕的連接方法。



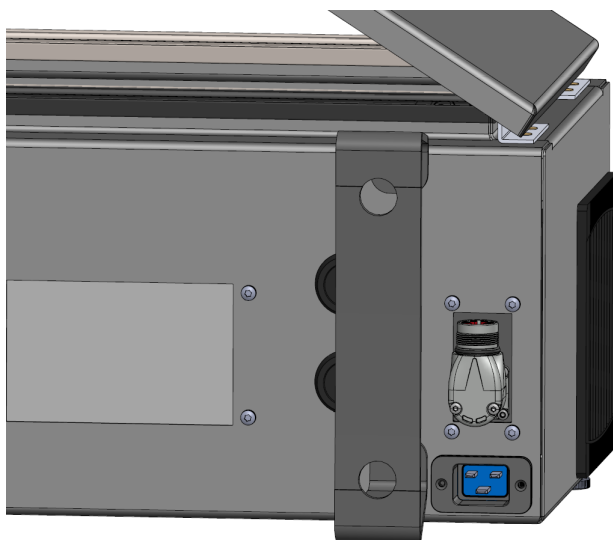
警告:

請勿按住 **ON** 輸入或**電源**按鈕，因為它會在不保存的情況下關閉控制器。您必須對遠程 off 控制使用 **OFF** 輸入，因此此訊號允許控制器保存文件和正常關閉。

5.5 電源連接

控制箱市電電纜末端有一個標準 IEC 插頭。將當地專用的市電插座或電纜連接到 IEC 插頭。

為了激活機器人，控制箱必須通過相應的 IEC C19 電線連接控制器底部的標準 IEC C20 插頭連接到電源（請參閱下圖）。



電源配備了以下附件：

- 接地連接
- 市電保險絲
- 剩餘電流斷路器

建議對機器人應用中的所有設備的電源安裝電源開關，以便於在維修時上鎖掛牌。電氣規範如下表所示。

參數	最小值	典型值	最大值	單位
輸入電壓	100	-	265	VAC
外部市電保險絲（100-200V 時）	15	-	16	A
外部市電保險絲（200-265V 時）	8	-	16	A
輸入頻率	47	-	63	Hz
備用電源	-	-	<1.5	W
額定工作功率	90	250	500	W



危險：

1. 請確保機器人以正確的方式接地（電氣接地）。請使用未用的且與控制器內接地標誌相連的插銷來為系統內的所有設備建立通用接地。接地連接器應至少有該系統內最高電流的額定電流。
2. 確保控制器的輸入電流受到剩餘電流裝置（RCD）和適當的保險絲的保護。
3. 完成所有服務所需的機器人安裝設置後，所有的電源都需上鎖掛牌。當系統上鎖後，其他設備都不可給機器人 I/O 供電。
4. 確保所有的電纜在控制器通電前都正確連接。始終使用原裝的電源線。

5.6 機器人連接

將機器人的電纜插入並鎖定在控制箱底部的連接器中（請參閱下圖）。在開啓機械手臂時，務必適當鎖定連接器。

將連接器向右轉，使電纜插入後更容易鎖定。

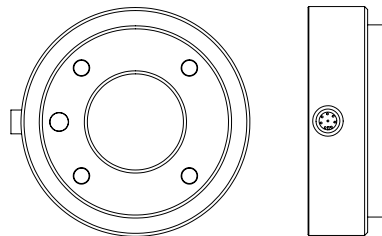


警告:

1. 切勿在機械手臂開啓時斷開機器人電纜。
2. 切勿延長或改裝原電纜。

5.7 工具 I/O

鄰近於機械手腕 #3 的機器人法蘭有一個八針連接器，可為連接到機器人的不同夾爪和傳感器提供電源和控制訊號。**Lumberg KKMV 8-354** 是一種合適的工業電纜。電纜內部的八條線中的每根電線都具有代表不同功能的不同顏色。



此連接器為特定機器人工具上使用的夾爪和傳感器提供電源和控制訊號。適合使用的工業電纜如下：

- Lumberg RKMV 8-354。

電纜內部的八條線具有代表不同功能的不同顏色。見下表：

顏色	訊號	描述
紅色	GND	接地
灰色	PWR	0V/12V/24V
藍色	DO0	數位輸出 0
粉紅色	DO1	數位輸出 1
黃色	DI0	數位輸入 0
綠色	DI1	數位輸入 1
白色	AI2 / RS485+	模擬輸入 2 或 RS485+
棕色	AI3 / RS485-	模擬輸入 3 或 RS485-

在 GUI 的 I/O 索引標籤中，將內部電源設置為 0V、12V 或 24V（請參閱第 II 部分）。電氣規範如下所示：

參數	最小值	類型	最大值	單位
24V 模式下的電源電壓	23.5	24	24.8	V
12V 模式下的電源電壓	11.5	12	12.5	V
兩種模式下的電源電流 *	-	600	2000**	mA

* 強烈建議在感性負載中使用保護二極管

** 最大 1 秒的 2000 mA。最大佔空比：10%。平均電流不得超過 600 mA

後續章節介紹各種不同的工具 I/O。



注意：

機器人法蘭 GND 相連通（與紅線相同）。

5.7.1 工具數位輸出

數位輸出以 NPN 的形式實現。數位輸出激活後，相應的關節即會被驅動接通 GND，數位輸出端禁用後，相應的關節將處於開路（開集/開漏）。電氣規範如下所示：

參數	最小值	典型值	最大值	單位
開路時的電壓	-0.5	-	26	V
灌入 1A 電流時的電壓	-	0.08	0.09	V
灌電流	0	600	1000	mA
通過 GND 的電流	0	600	3000*	mA

* 最大 1 秒的 3000 mA。最大佔空比：10%。平均電流不得超過 600 mA

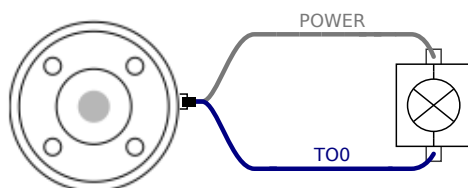


警告：

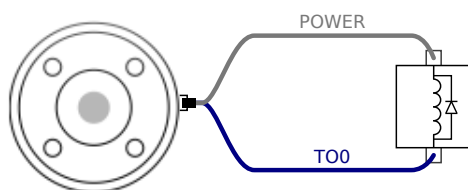
1. 工具中的數位輸出端沒有電流限制。若超過所規定的資料，可能會導致永久性損壞。

使用工具數位輸出

本例說明瞭如何在使用 12V 或 24V 的內部電源時打開負載。必須要在 I/O 索引標籤中定義輸出電壓。即使負載已關閉，電源關節和防護罩/地面之間仍存在電壓。



建議在感性負載中使用保護二極管，如下所示。



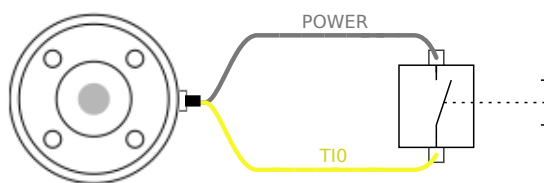
5.7.2 工具數位輸入

數位輸入以配有弱下拉電阻器的 PNP 的形式實現。這意味著浮置輸入的讀數始終為低。電氣規範如下所示。

參數	最小值	類型	最大值	單位
輸入電壓	-0.5	-	26	V
邏輯低電壓	-	-	2.0	V
邏輯高電壓	5.5	-	-	V
輸入電阻	-	47k	-	Ω

使用工具數位輸入

本例顯示了簡單按鈕的連接方法。



5.7.3 工具模擬輸入

工具模擬輸入為非差分輸入，可在 I/O 索引標籤上設置為電壓 (0-10V) 和電流 (4-20mA) (請參閱第部分 II)。電氣規範如下所示。

參數	最小值	類型	最大值	單位
電壓模式下的輸入電壓	-0.5	-	26	V
0V 至 10V 電流範圍內的輸入電阻	-	10.7	-	kΩ
分辨力	-	12	-	位
電流模式下的輸入電壓	-0.5	-	5.0	V
電流模式下的輸入電流	-2.5	-	25	mA
4mA 至 20mA 電流範圍內的輸入電阻	-	182	188	Ω
分辨力	-	12	-	位

下面的章節中舉出了兩個關於如何使用模擬輸入的示例。



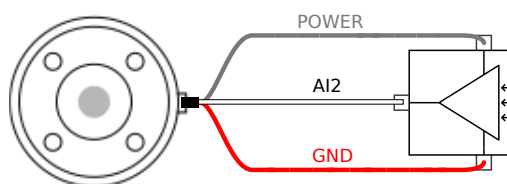
警告:

1. 在電流模式下，模擬輸入沒有提供過電壓保護。超過電氣規範中的限制可能導致輸入端永久損壞。

使用工具模擬輸入，非差分

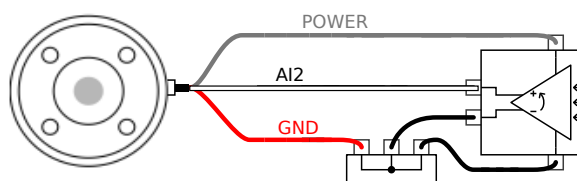
本例顯示了帶有非差分輸出的模擬傳感器連接。只要模擬輸入的輸入模式設置與 I/O 索引標籤中的設置相同，那麼傳感器的輸出端可設置為電流模式，也可設置為電壓模式。

注意：您可以檢查並確保帶有電壓輸出端的傳感器可以驅動工具的內部電阻，否則測量值可能無效。



使用工具模擬輸入，差分

本例顯示了帶有差分輸出的模擬傳感器連接。將負輸出端連接至 GND (0V)，即可像非差分傳感器一樣工作。



5.7.4 工具通信 I/O

- **訊號請求 RS485 訊號**使用內部故障安全偏置。如果連接的設備不支持該故障安全功能，則訊號偏置必須在附加工具中完成，或者通過向 RS485+ 添加上拉電阻並向下拉至 RS485- 外部添加。
- **延遲範圍**通過工具連接器發送的消息的延遲範圍介於 2ms 到 4ms，從消息在 PC 上寫入到 RS485 上的消息開始。緩衝區存儲發送到工具連接器的資料，直到線路閒置。一旦接收到 1000 字節的資料，消息就寫入設備。

波特率	9.6K、19.2k、38.4k、57.6k、115.2k、1M、2M、5M
停止位	1、2
奇偶校驗	無、奇、偶

6 維護和維修

您必須嚴格遵守本手冊的所有安全指示執行維護和維修工作。

您必須根據支持網站<http://www.universal-robots.com/support>上最新版本的服務手冊進行維護、校準和維修工作。

只有授權的系統集成商或 **Universal Robots** 才能執行維修。

零件退回給 **Universal Robots** 時應按服務手冊的規定進行操作。

6.1 安全指示

維護維修後，必須進行核對以確保服務要求的安全級別。檢查必須遵守有效的國家或地區工作安全規定。同時應檢測所有安全功能是否都正常。

維護維修工作的目的是為了確保系統正常運轉，或在故障狀態時，幫助系統恢復正常運轉狀態。維修包括故障診斷和實際的維修。

在機器人手臂或控制箱上工作時，必須遵守以下程序和警告。



危險:

1. 不要改變軟件安全配置中的任何信息（例如 力限制）。安全配置在 **PolyScope** 手冊中有介紹。如果安全參數變更，整個機器人系統應被視為新系統，這就意味著所有安全審核過程，例如風險評估，都必須更新。
2. 使用部件號相同的新部件或 **Universal Robots** 批准的相當部件替換故障部件。
3. 該工作完成後立即重新激活所有禁用的安全措施。
4. 書面記錄所有維修操作，並將其保存在整個機器人系統相關的技術文檔中。



危險:

1. 從控制箱底部移除主輸入電纜以確保其完全斷電。斷開機械手臂或控制箱連接的其他能源。採取必要的預防措施以避免其他人在維修期間重新接通系統能源。
2. 重新開啓系統前請檢查接地連接。
3. 拆分機械手臂或控制箱時請遵守防靜電法規。
4. 避免拆分控制箱內的供電系統。控制箱關閉後其供電系統仍可留存高壓（高達 600 V）達數小時。
5. 避免水或粉塵進入機械手臂或控制箱。

7 處置和環境

Universal Robots e 系列機器人。

Universal Robots e 系列機器人的製造過程中，控制使用歐盟 RoHS 指令 2011/65/EU 規定的相關危險物質，以此對環境提供保護。這些危險物質包括汞、鎘、鉛、六價鉻、多溴聯苯、多溴聯苯醚。

Universal Robots e 系列機器人（售於丹麥市場）的電子廢棄物的處置處理費用已經由 Universal Robots A/S 預付至 DPA-系統。對於適用歐盟 WEEE 指令 2012/19/EU 的國家，進口商必須向本國 WEEE 註冊機構登記。費用通常低於 1 €/機器人。國內的註冊機構列表如下：<https://www.ewrn.org/national-registers>。

下述符號將貼在機器人上以表示符合上述法律法規：



8 認證

本章介紹為產品準備的證書和聲明。

8.1 第三方認證

第三方認證是自願的。不過，為了向機器人集成商提供最佳服務，UR 選擇在下述知名檢測機構認證我們的機器人：



TÜV NORD

Universal Robots e 系列機器人通過了符合歐盟 2006/42/EC 機械指令的公告機構——TÜV NORD 的安全認證。您可以在附錄 B 中找到 TÜV NORD 安全認證證書的副本。



DELTA

UR Universal Robots e 系列機器人通過了 DELTA 的性能檢測。您可以在附錄 B 中找到電磁兼容性 (EMC) 和環境測試證書。



中國 RoHS

UR 機器人符合中國控制電子資訊產品污染的 RoHS 管理方法。

8.2 供應商第三方認證



環境

如供應商所供，Universal Robots e 系列機器人托運托盤符合丹麥 ISMPM-15 生產木質包裝材料的要求，並按照此方案進行標記。

8.3 製造商測試認證



UR

Universal Robots e 系列機器人進行了內部測試和生產線終端測試。UR 測試過程需要不斷的檢查和改進。

8.4 根據歐盟指令發布的聲明

雖然它們主要與歐洲相關，但歐洲以外的一些國家承認和/或要求**歐盟聲明**。歐洲指令可在官方主頁上找到：<http://eur-lex.europa.eu>。

UR 機器人根據下述指令進行認證。

2006/42/EC——歐盟機械指令（MD）

根據機械指令 2006/42/EC，Universal Robots e 系列機器人係部分完成的機器，因此未貼 **CE** 標誌。

如果 UR 機器人用於農藥應用，則必須注意指令 2009/127/EC 的存在。根據 2006/42/EC 附錄 II 1.B 的公司註冊說明見附錄 appendix B。

2006/95/EC——低壓指令（LVD）**2004/108/EC——電磁兼容性指令（EMC）****2011/65/EU——特定危險物質禁用指令（RoHS）****2012/19/EU——電氣電子設備廢棄物指令（WEEE）**

在附錄 B 的公司註冊聲明中，列出了符合上述指示的聲明。

CE 標誌根據上述 **CE** 標誌指示加貼。關於電力和電子設備廢物的資訊在第八章 7 中。

有關機器人開發過程中所使用標準的資訊見附錄 C。

9 質量保證

9.1 產品質量保證

在無損於用戶（客戶）可能與經銷商或零售商達成的任何索賠協議的原則下，製造商應根據以下所列條款給予客戶質量保證：

若新設備及其組件在投入使用後 12 個月內（如包括運輸時間則最長不超過 15 個月），出現因製造和/或材料不良所致的缺陷，**Universal Robots** 應提供必要的備用部件，而用戶（客戶）應提供人工來更換備件，使用體現最新技術水平的另一部件予以更換或維修相關部件。若設備缺陷是由處理不當和/或未遵循用戶指南中所述的相關信息所致，則本質量保證失效。本質量保證不適用於或並不延伸至由授權經銷商或客戶自行執行的維護（例如：安裝、配置、軟件下載）。用戶（客戶）必須提供購買收據和購買日期作為享受質量保證的有效證據。根據本質量保證提出的索賠必須於質量保證明顯未得以履行的兩個月內提出。被更換或返至 **Universal Robots** 的設備或組件的所有權歸 **Universal Robots** 所有。由設備引起或與設備相關的任何其他索賠不在本質量保證範圍之列。本質量保證中的任何條款均不試圖限制或排除客戶的法定權利，也不試圖限制或排除製造商對其疏忽而導致的人員傷亡所應承擔的責任。本質量保證持續時期不得因根據質量保證條款所提供之服務而延展。在不違背本質量保證的原則下，**Universal Robots** 保留向客戶收取更換或維修費用的權利。上述規定並非暗示改變舉證的責任而有損客戶利益。如果設備呈現缺陷，**Universal Robots** 不承擔由此引起的任何損害或損失，包括但不僅限於生產損失或對其他生產設備造成的損壞。

如果設備呈現缺陷，**Universal Robots** 不承擔由此引起的任何損害或損失，例如生產損失或對其他生產設備造成的損壞。

9.2 免責聲明

Universal Robots 致力於不斷提高產品的可靠性和性能，並因此保留升級產品的權利，恕不另行通知。**Universal Robots** 力求確保本手冊內容的準確性和可靠性，但不對其中的任何錯誤或遺漏信息負責。

A 停止距離和停止時間



注意:

您可以設置使用者定義的安全額定最大停止時間和距離。請參閱 2.1 和 13.2。如果使用使用者定義的設置，則需不斷調整程式速度，確保始終符合所選限值。

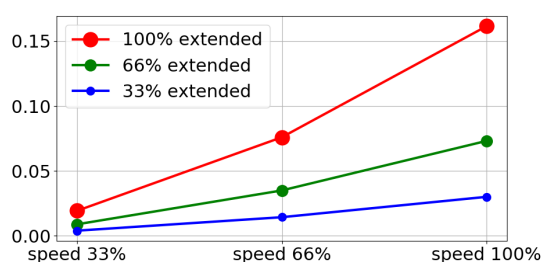
為關節 0（底座）、關節 1（肩部）以及關節 2（肘部）提供的圖形化資料可用於停止距離和時間：

- 0 類
- 1 類
- 2 類

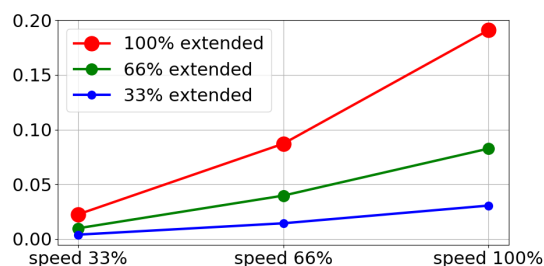
注意：這些值代表最壞的情況；您的價值將會不同。

對關節 0 的測試通過水平移動進行，即：旋轉軸垂直於地面。

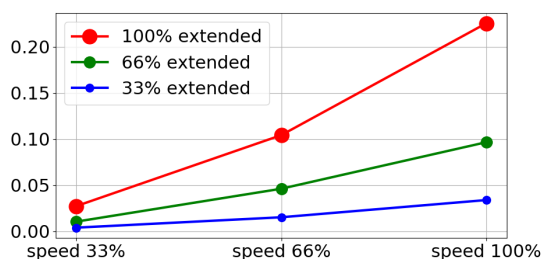
在對關節 1 和關節 2 的測試過程中，機器人遵循垂直軌跡，即旋轉軸平行於地面，並在機器人向下移動時停止。



(a) 最大有效負載的 33% 的停止距離（以米為單位）

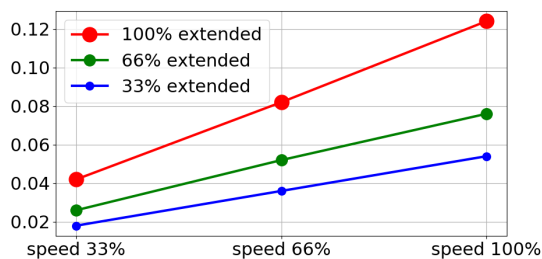


(b) 最大有效負載的 66% 的停止距離（以米為單位）

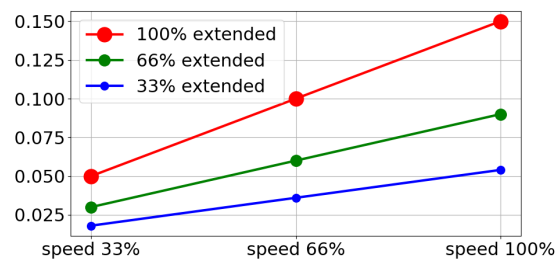


(c) 最大有效負載的停止距離（以米為單位）

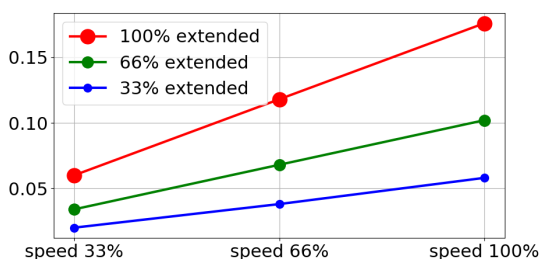
图 A.1: 關節 0 停止距離（基座）



(a) 最大有效負載的 33% 的停止時間（以秒為單位）

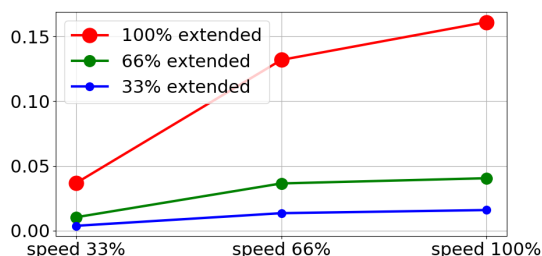


(b) 最大有效負載的 66% 的停止時間（以秒為單位）

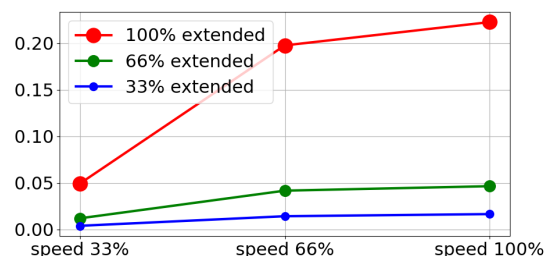


(c) 最大有效負載的停止時間（以秒為單位）

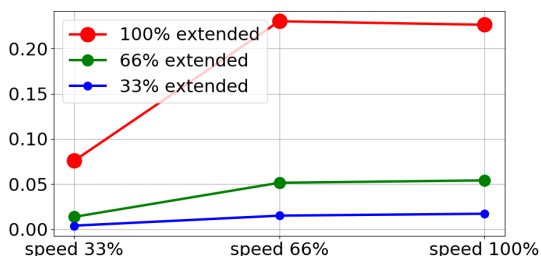
图 A.2: 關節 0 停止時間（基座）



(a) 最大有效負載的 33% 的停止距離（以米為單位）

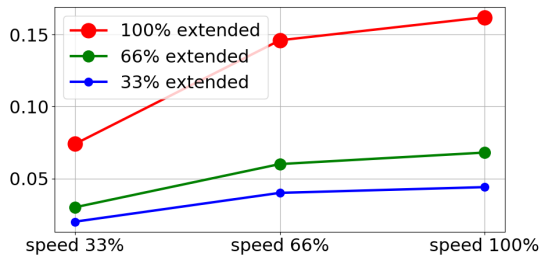


(b) 最大有效負載的 66% 的停止距離（以米為單位）

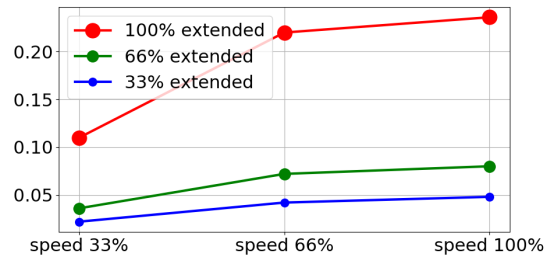


(c) 最大有效負載的停止距離（以米為單位）

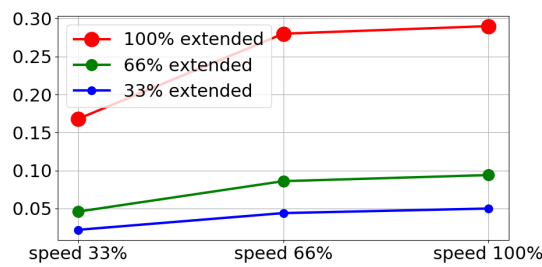
图 A.3: 關節 1 停止距離（肩部）



(a) 最大有效負載的 33% 的停止時間（以秒為單位）

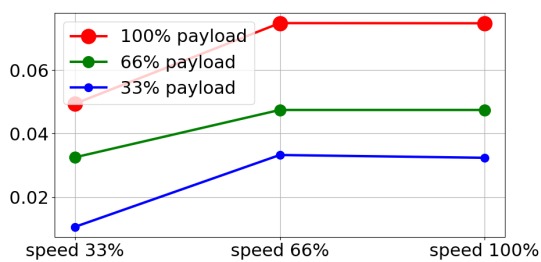


(b) 最大有效負載的 66% 的停止時間（以秒為單位）

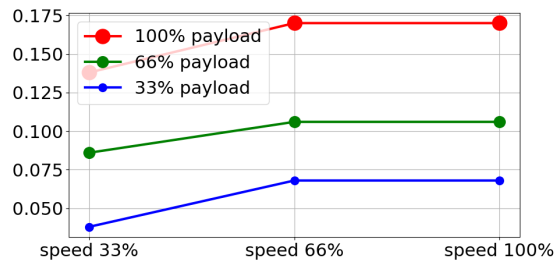


(c) 最大有效負載的停止時間（以秒為單位）

图 A.4: 關節 1 停止時間（肩部）



(a) 所有負載的停止距離（以米為單位）



(b) 所有負載的停止時間（以秒為單位）

图 A.5: 關節 2 停止距離和時間（肘部）

B 聲明和認證

B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

Manufacturer:		Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark Telephone: +45 8993 8989	David Brandt Technology Officer, RD Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s):		
	Product and Function:	Industrial robot (multi-axis manipulator with controller and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use).
	Model:	UR3e, UR5e, UR10e (e-Series)
	Serial Number:	Starting 2018500000 and higher Effective 1 April 2018
	Incorporation:	Universal Robots e-series (UR3e, UR5e, and UR10e) shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.
It is Declared That the Above Products Fulfil the Following Directives as Detailed Below: I. Machinery Directive 2006/42/EC – The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.2.1, 1.3.7, 1.2.4.3, 1.6.3, 1.5.1, 1.7.2, 4.1.2.3, 1.7.4.2. It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive. II. Low-voltage Directive 2014/35/EU – Reference the LVD and the harmonized standards used below. III. EMC Directive 2014/30/EU – Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.		



Reference the Harmonized Standards Used, as Referred to in Article 7(2) of the MD and LV Directives and Article 6 of the EMC Directive:

(I) EN ISO 10218-1:2011 TÜV Nord Certificate 44 207 14097607 (I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015 TÜV Nord Certificate 44 780 14097610 (I) EN ISO 13849-2:2012	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (II) EN 60529:1991/ A2:2013	(II) EN 60664-1:2007 (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 (II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/ A1:2006
---	---	---

Reference to Other Technical Standards and Specifications Used:

(I) ISO 9409-1:20047 (I) ISO/TS 15066 as applicable (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007	(III) IEC 60068-2-27:2008 (III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2]
--	---	------------------------------

The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities.

Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate DK008850.

Odense Denmark, 25 June 2018

Name:

Position/ Title

Roberta Nelson Shea

Global Technical Compliance Officer

B.2 CE/EU 公司聲明（原件翻譯）

Manufacturer:		被授權編譯技術檔案的社群人員:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark 電話: +45 8993 8989	David Brandt 技術官員, RD Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
半成品機器的說明與識別:		
	產品和功能:	工業機器人（附帶控制器和教導器的多軸操作工具）。功能由整機確定 （具備末端執行器和預期用途）。
	型號:	UR3e、UR5e、UR10e（e 系列）
	系列號:	2018500000 以及以上於 2018 年 4 月 1 日生效
	集成:	Universal Robots e 系列（UR3e、UR5e 和 UR10e）只有在集成為最終整機後方能投入使用 （機器人系統、單元或應用程式），符合機械指令和其他適用指令的規定。
特此聲明以上產品符合如下細述的指令： I. 機械指令 2006/42/EC – 滿足以下基本要求 ： 1.1.2、1.2.1、1.3.7、1.2.4.3、1.6.3、1.5.1、1.7.2、4.1.2.3、1.7.4.2。特此聲明 已根據機械指令附錄 VII 的 B 部分 對相關技術文件進行了編輯。 II. 低壓指令 2014/35/EU – 請參考下文所引用的 LVD 和 協調標準。 III. EMC 指令 2014/30/EU – 請參考下文所引用的 EMC 指令和 協調標準。		



請參考所引用的協調指令，
如 MD 和 LV 指令的第 7(2) 以及 EMC 指令的第 6 條所述：

(I) EN ISO 10218-1:2011 TÜV Nord 認證編號 44 207 14097607 (I) EN ISO 12100:2010	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008	(II) EN 60664-1:2007
(I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015	(II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (I) EN ISO 13850:2015	(II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011
TÜV Nord 認證編號 44 780 14097610 (I) EN ISO 13849-2:2012	(II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (II) EN 60529:1991/ A2:2013	(II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/ A1:2006

參考所引用的其他技術標準和規範：

(I) ISO 9409-1:20047 (I) ISO/TS 15066 (如適用) (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007	(III) IEC 60068-2-27:2008 (III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2]
--	---	------------------------------

製造商或其授權代表將響應國家主管機構的合理要求，
向其提供有關半成品機器的
某些資訊。
完整的質量保證系統 (ISO 9001) 已獲核准，認證機構係
Bureau Veritas，認證編號 DK008850。

Odense Denmark, 25 June 2018

Name:

Position/ Title

Roberta Nelson Shea

Global Technical Compliance Officer

B.3 安全系統證書



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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

Fertigungsstätte
 Manufacturing plant

Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

Beschreibung des Produktes
 (Details s. Anlage 1)
 Description of product
 (Details see Annex 1)

Industrial robot UR10e, UR5e and UR3e



Geprüft nach
 Tested in accordance with

EN ISO 10218-1:2011

Registrier-Nr. / Registered No. 44 780 14097607
 Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3520 4429, 3522 2109
 Aktenzeichen / File reference 8000484576

Gültigkeit / Validity
 von / from 2018-05-14
 bis / until 2023-05-13


 Zertifizierungsstelle der
 TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2018-05-14

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

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



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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

Fertigungsstätte:
Manufacturing plant:

Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

Beschreibung des Produktes
(Details s. Anlage 1)
Description of product
(Details see Annex 1)

Universal Robots Safety System G5
for UR10e, UR5e and UR3e robots

Geprüft nach:
Tested in accordance with:

EN ISO 13849-1:2015, Cat.3, PL d



Registrier-Nr. / Registered No. 44 207 14097610
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3520 1327 / 3522 2247
Aktenzeichen / File reference 8000484576

Gültigkeit / Validity
von / from 2018-05-14
bis / until 2023-05-13

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

Essen, 2018-05-14

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

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

B.4 中國 RoHS

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



Product/Part Name 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X
O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006. O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。 X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006. X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。 (企业可在此处，根据实际情况对上表中打“X”的技术原因进行进一步说明。) Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period: 下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间: Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces 驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口 Refer to product manual for detailed conditions of use. 详细使用情况请阅读产品手册。 Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability. Universal Robots 鼓励回收再利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务						

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

B.5 環境測試證書

Climatic and mechanical assessment



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

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

B.6 EMC 測試證書



Attestation of Conformity

AoC no. 1645

Project / task no. 117-29565

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

Client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)

UR robot generation 5, G5 for models UR3, UR5, and UR10

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

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

Standards/Normative documents

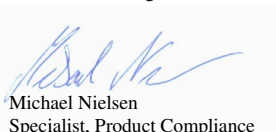
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN 61326-3-1:2008 Industrial locations SIL 2
EN/(IEC) 61000-6-1:2007
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-3:2007+A1
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1
EN/(IEC) 61000-3-2:2014
EN/(IEC) 61000-3-3:2013

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

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

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

Hørsholm, 15 August 2017



Michael Nielsen
Specialist, Product Compliance

20aoc-test-uk-j

C 應用標準

本節闡述了機械手臂和控制箱在開發過程中所採用的相關標準。如果括號中註有《歐洲指令》編號，表示該標準根據《歐洲指令》進行了調整。

標準並非法律。標準是指由相關行業的利益相關者開發的文檔，文檔中規定了某種產品或產品組的一般安全和性能要求。

縮寫的含義如下：

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

只有遵循本手冊中的所有裝配說明、安全說明和指南，方保證符合以下標準。

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

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

EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EC)

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

根據這些標準的要求，安全控制系統設計成 d 性能等級（PLd）。

ISO 13850:2006 [1 類停機]

ISO 13850:2015 [1 類停機]

EN ISO 13850:2008 (E) [1 類停機 - 2006/42/EC]

EN ISO 13850:2015 [1 類停機 - 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

根據此標準，緊急停止功能設計成 1 類停機。1 類停機是一種可控的停止，即利用電機的電源實現停止，然後在停止後切斷電源。

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

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

UR 機器人根據此標準的原理進行評估。

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

此標準不是面向集成商，而是面向機器人製造商。第二部分（ISO 10218-2）則是面向機器人集成商，這部分闡述了機器人應用的安裝和設計。

標準撰寫者含蓄地展望了傳統的工業機器人，這類機器人在傳統上通過護欄和光幕進行防護。而 UR 機器人在設計中納入了始終啓用的力和功率限制。因此，下文對一些概念進行了解釋說明。

如果在危險的應用中使用 UR 機器人，可能需要採取另外的安全措施，請參閱本手冊的第 1 章。

說明：

- “3.24.3 防護空間”定義為周圍防護。防護空間通常是指護欄後面的空間，通過護欄可防止人員接觸到危險的傳統機器人。UR 機器人設計為在無護欄的情況下工作，它具備限制功率和力的內置安全功能，因此不存在護欄所規定的危險防護空間。
- “5.4.2 性能需求”。所有安全功能根據 ISO 13849-1:2006 達到 PLd。機器人的每個關節都有冗餘編碼器系統，並且額定安全的 I/O 都有一個 3 類¹結構。額定安全的 I/O 必須根據本手冊與 3 類安全額定設備相連，以構成完整安全功能的 PLd 結構。
- “5.7 操作模式”。由於 UR 機器人沒有不同的操作模式，因此沒有提供模式選擇器。
- “5.8 懸吊控制”。本節定義了教導器在危險防護空間使用時的保護功能。由於 UR 機器人專為協同操作而設計，因此沒有像傳統機器人一樣的危險防護空間。相比傳統機器人，UR 機器人教導更安全。操作員不必釋放啓用了三重定位的設備，只需要用手便可停止機器人。如果 UR 機器人安裝在危險防護應用中，則可以按照本手冊的指示連接三重定位的設備。另外請參閱 ISO/TS 15066 第 5.4.5 條的澄清。
- “5.10 協同操作要求”。UR 機器人限制功率和力的功能始終處於活動狀態。UR 機器人的視覺設計表明機器人能夠用於協同操作。限制功率和力的功能根據 ISO 10218-1 第 5.10.5 條設計。另外請參閱 ISO/TS 15066 第 5.5.4 條的澄清。
- “5.12.3 額定安全的軟軸和空間限制”。此安全功能是可通過軟件配置的多項安全功能之一。通過設置所有安全功能可生成哈希代碼，哈希代碼表示 GUI 中的安全檢查標識符。

ISO/TS 15066:2016

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Collaborative operation

這是技術規範（TS），並非標準。TS 的目的是提出一套尚不成熟的要求，判斷這些要求對於特定的行業是否有用。根據定義，TS 仍不夠成熟，不能在《歐洲指令》下進行調整。

¹根據 ISO 13849-1，請參閱詞彙表了解更多詳情。

該 TS 用於機器人製造商和機器人集成商。UR 機器人符合與原始機器人本身相關的部件，集成商可以在集成機器人時選擇使用 TS。

該 TS 提出了在協作機器人領域補充 ISO 10218 標準的自願要求和指導。除了主要文本之外，TS 還包括一個附錄 A，該附錄中有一個列表提供了基於疼痛而**不是**傷害的力和壓力限制建議。重要的是，您必須閱讀和理解此表下的註釋，這是因為許多限制僅基於保守估計和文獻研究。隨著科學研究的新成果出現，所有數字將在未來發生變化。附錄 A 是 TS 的一個非正式和自願部分，因此，集成商可以在不使用附錄 A 中的限制值的情況下說明對 TS 的遵守情況。

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

這項美國標準將 ISO 標準 ISO 10218-1（見上文）與 ISO 10218-2 綜合在一個文件中。其語言由英式英語變為美式英語，但內容不變。

請注意，該項標準的第二部分（ISO 10218-2）是面向機器人系統的集成商，不是面向 Universal Robots。

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

這項加拿大標準將 ISO 標準 ISO 10218-1（見上文）與 -2 綜合在一個文件中。CSA 將補充機器人系統用戶的其他要求。其中有些要求可能需要由機器人集成商解決。

請注意，該項標準的第二部分（ISO 10218-2）是面向機器人系統的集成商，不是面向 Universal Robots。

IEC 61000-6-2:2005

IEC 61000-6-4/A1:2010

EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]

EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EC]

Electromagnetic compatibility (EMC)

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

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

這些標準規定了電氣和電磁干擾的要求。遵循這些標準可確保 UR 機器人在工業環境中工作良好，且不會干擾其他設備。

IEC 61326-3-1:2008

EN 61326-3-1:2008

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

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

這項標準規定了安全功能方面廣泛的 EMC 抗擾性要求。遵循此標準可以保證即便在其他設備超過 IEC 61000 標準中規定的 EMC 輻射限制的情況下，UR 機器人的安全功能也能提供安全性。

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

標準 I/O 和額定安全的 24V I/O 均根據此標準的要求創建，以確保與其他 PLC 系統進行可靠通訊。

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

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

這兩項標準非常相似。它們規定了避免因維護或修理期間無意中重新啓動以及意外發出啓動命令導致的非預期啓動的原則。

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

Low-voltage switchgear and controlgear

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

緊急停止按鈕的直接開啓操作和安全鎖定機制符合此標準的要求。

IEC 60529:2013
EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

這項標準規定了外殼防塵防水的級別。UR 機器人根據此項標準設計並用 IP 代碼進行分類，請參閱機器人標籤。

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

電源輸入線符合此項標準。

ISO 9409-1:2004 [Type 50-4-M6]

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

UR 機器人的機器人法蘭符合此標準的 50-4-M6 類型。機器人工具同樣應根據此標準建造，以確保正確裝

配。

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

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

Part 1: Hot surfaces

UR 機器人的設計保證了其表面溫度保持低於此標準規定的人機工程限制。

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

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR 機器人根據此標準建造，以防止觸電。必須根據硬件安裝手冊中的規定進行保護性的接地。

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

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

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

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

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

UR 機器人根據這些標準中規定的試驗方法進行試驗。

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

Industrial communication networks – Profiles

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

這項標準規定了額定安全的通訊總線的要求。

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

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

應用此標準的一般原則。

IEC 60664-1:2007

IEC 60664-5:2007

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

EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

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

UR 機器人的電路根據此標準設計。

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

配備 E67 附件模塊的 UR 機器人根據此標準與注塑機交互。

D 技術規格

機器人類型	UR10e
重量	33.3 kg / 73.5 lb
最大有效負載 (請參閱4.4部分)	10 kg / 22 lb
延伸	1300 mm / 51.2 in
關節範圍	± 所有關節為 360°
速度	底座和肩部關節：最大 120°/s。 所有其他關節：最大 180°/s。 工具：大約 1 m/s / 大約 39.4 in/s。
系統更新頻率	500 Hz
力矩傳感器精度	5.5 N
姿位重複性	± 0.05 mm / ± 0.0019 in (1.9 mils)
足跡	Ø190 mm / 7.5 in
自由度	6 個旋轉關節
控制器尺寸 (寬 × 高 × 深)	460 mm × 445 mm × 260 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10.3 in
控制器 I/O 連接埠	16 個數位輸入, 16 個數位輸出, 2 個模擬輸入, 2 個模擬輸出
工具 I/O 連接埠	2 個數位輸入, 2 個數位輸出, 2 個模擬輸入
工具通訊	RS 485
I/O 電源	控制箱中為 24 V 2 A, 工具中為 12 V/24 V 600 mA
通訊	TCP/IP 1000 Mbit : IEEE 802.3ab, 1000BASE-T 乙太網路接口, MODBUS TCP & 乙太網路/IP 適配器
編程	在 12" 觸控螢幕的 PolyScope 圖形使用者界面上進行
噪聲	Robot Arm: Less than 65dB(A) Control Box: Less than 50dB(A)
IP 等級	IP54
無塵室等級	機械手臂 : ISO 5 類 控制器 : ISO 6 類
功耗	運行典型的程式時大約為 400 W
協同操作	17 個高級安全功能。按照 : EN ISO 13849-1:2008、PLd Cat.3 和 EN ISO 10218-1:2011, 條款 5.10.5
材料	鋁, PP 塑料
溫度	機器人可在的環境溫度範圍內工作 -5-50 °C
電源	100-240 VAC, 47-440 Hz
佈線	連接機器人和控制箱的電纜 (6 m / 236 in) 連接觸控螢幕和控制器的電纜 (4.5 m / 177 in)

部分 II

PolyScope 手冊

10 簡介

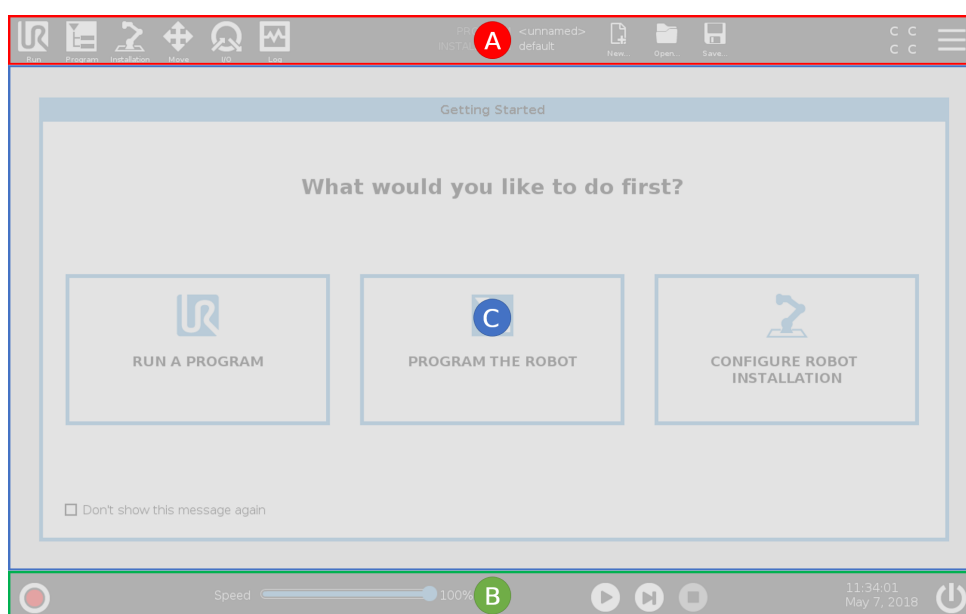
10.1 PolyScope 基本事項

PolyScope 或機器人使用者界面是您的**教導器**面板上的觸控螢幕。這是一個圖形使用者界面 (GUI)，您可以操作機械手臂和控制器，執行和創建機器人程式。**PolyScope** 包括三個區域：

A：為您提供交互式螢幕的**標題**（帶索引標籤/圖標）。

B：控制您的加載程式的**頁尾**（帶按鈕）。

C：管理和監視機器人動作的**螢幕**（帶欄位）。



注意：啟動時會出現無法繼續對話。您必須選擇前往初始化螢幕以啟動機器人。

10.1.1 標題圖標/索引標籤



運行 運行係指使用預先編寫的程式操作機器人的簡單方法。



程式 程式建立和/或修改機器人程式。



安裝 安裝設定機械手臂設置和外部設備，例如：安裝和安全。



移動 移動控制和/或調節機器人移動。



I/O I/O 監控和設置來自機器人控制箱的實時輸入/輸出訊號。



記錄表示機器人運行良好以及任何警告或錯誤訊息。



程式和安裝管理器選擇並顯示正在進行的程式和安裝（參見 20.4）。注意：程式和安裝管理器由檔案路徑、新建、打開和保存選項組成。



新建...建立新的程式或安裝。



打開...打開以前建立並保存的程式或安裝。



保存...保存程式、安裝或同時保存兩者。

注意：如果設置了操作模式密碼，自動模式和手動模式圖標只會顯示在標題中。



自動表示機器人已加載了自動環境。按一下即可切換到手動環境。



手動表示機器人已加載了手動環境。按一下即可切換到自動環境。



安全校驗顯示激活的安全配置。

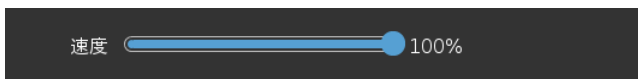


Hamburger 功能表存取 PolyScope 幫助、關於和設置。

10.1.2 頁尾按鈕



初始化管理機器人狀態。出現 RED 時，點按該按鈕即可啓動機器人。



速度滑塊實時顯示機械

手臂移動的相對速度，同時還會考慮到安全設置。

注意：自動移動由播放停止和開始組成。



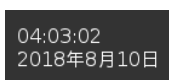
播放啓動當前加載的機器人程式。



步驟允許程式單步調試。



停止停止當前加載的機器人程式。

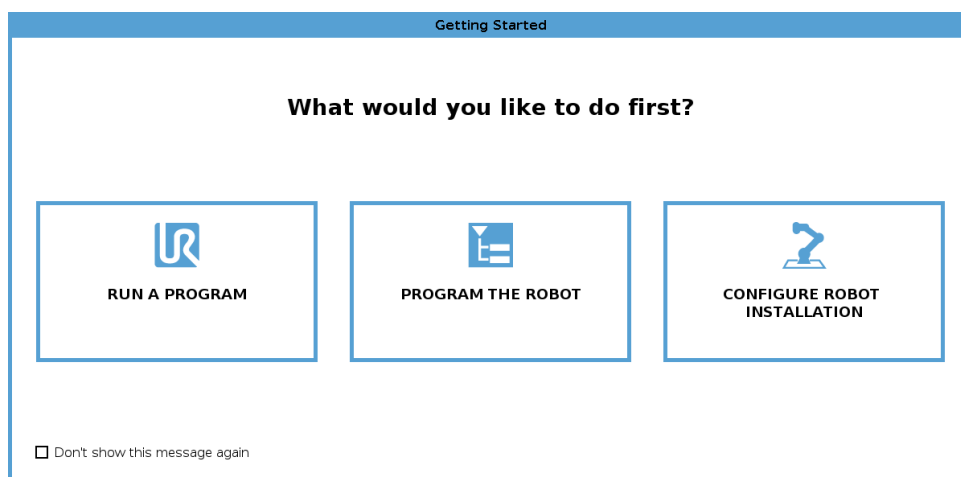


時鐘實時顯示時間和日期。



關機關機或重新啓動機器人。

10.2 歡迎屏幕



您可以：運程序、為機器人編程或配置機器人安裝。

注意：當您第一次打開電源時，如果出現無法繼續對話框，您可以前往初始化屏幕，或選擇不是現在以停留在歡迎屏幕上。

11 快速啟動

11.1 機械手臂基本事項

通用型機械手臂由管和關節組成。您可以使用 **PolyScope** 協調這些關節的活動，移動機器人並根據需要定位其工具——除了底座正上方及正下方的區域以外。

底座 是機器人的安裝位置。

Shoulder and Elbow 做出較大的動作。

手腕 1 和 2 做出較精細的動作。

手腕 3 是您附加機器人工具的位置。



注意:

首次啟動機器人之前，您指定的 **UR** 機器人集成商必須：

1. 閱讀並了解硬件安裝手冊內的安全信息。
2. 設置風險評估定義的安全配置參數（請參閱 13）。

11.1.1 安裝機械手臂和控制器

如果安裝了機械手臂和控制箱，並且已開啓，您便可以使用 **PolyScope**。

1. 開箱取出**機械手臂**和**控制箱**。
2. 將**機械手臂**安裝在堅固無震動的表面上。
3. 將**控制箱**放置在其支腳上。
4. 將電纜連接到機器人和控制器。
5. 插入主控制器插頭。

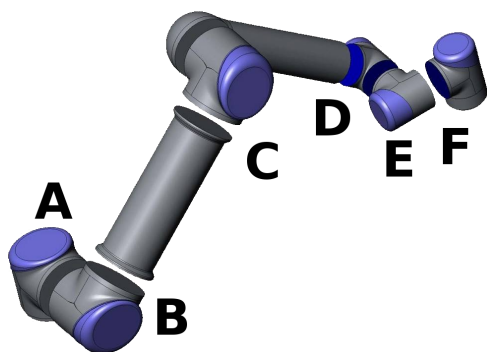


图 11.1: 機器人關節。A: 底座，B: 肩部，C: 肘部和 D、E、F: 手腕 1、2、3


危險：

傾翻的危險。如果機器人沒有安全地放置在堅固的表面上，機器人有可能會傾倒並造成傷害。

有關詳細安裝說明，請參閱硬件安裝手冊。

11.1.2 開/關控制器

控制箱主要包括連線機械手臂、教導器和任何外圍設備的物理電氣輸入/輸出。必須先打開控制箱才能啟動機械手臂。

1. 在您的**教導器**，按下電源按鈕以打開控制器。
2. 按下按鈕後，等待來自隱藏的操作系統的文本出現在觸控螢幕上。
3. 當出現無法繼續的對話方塊時，選擇**前往初始化螢幕**，存取初始化機器人螢幕。

11.1.3 開/關機械手臂

在螢幕左下角，初始化使用不同的顏色表示機械手臂的狀態：

- 紅色表示目前處於停止狀態。
- 黃色表示已開啓機械手臂，但尚未準備好進行正常操作。
- 綠色表示已開啓機械手臂，且已準備好進行正常操作。



注意：當啟動機器人後，關節剎車被解鎖，機器人發出噪音並移動少許位置。

11.1.4 初始化機械手臂


危險：

啟動機械手臂時，總是驗證實際負載和實際安裝設置正確。如果設置錯誤，機械手臂和控制器將無法正常工作，並會對人或設備造成危險。

**警告:**

確保機械手臂未與物體（例如，桌子）接觸，原因係機械手臂和障礙物之間的碰撞可能會損壞關節變速箱。

如需啟動機器人：

1. 按一下綠色 LED 的 ON 按鈕開始初始化。然後 LED 將變為黃色，這表示已接通電源，機器人當前處於閒置狀態。
 2. 按一下 START 按鈕即可解除剎車。
 3. 按一下紅色 LED 的 OFF 按鈕即可關閉機械手臂。
- 啟動 PolyScope 後，按一下 ON 按鈕即可啟動機械手臂。然後狀態變為黃色，表示已啟動機器人，且機器人處於閒置狀態。**閒置**。
 - 機械手臂狀態為空閒時，點擊 START 按鈕啟動機械手臂。在此，感應器資料會根據配置的機械手臂安裝資料進行核對。如果出現不匹配（公差為 30°），則該按鈕會被禁用，按鈕下方會顯示錯誤資訊。如果已驗證安裝，按一下該按鈕將解除所有關節剎車，然後機械手臂即可開始進行正常操作。

11.2 快速系統啟動

在使用 PolyScope 之前，請確認機械手臂和控制箱已正確安裝。

1. 按**教導器**上的緊急停止按鈕。
2. 按教導器上的電源按鈕，系統會啟動，**PolyScope** 上將顯示文字。
3. 系統就緒後，觸摸屏上將彈出一個窗口，提示機器人需要進行初始化。
4. 觸摸彈出窗口上的按鈕以訪問初始化屏幕。
5. 當**確認應用的安全配置**對話框出現時，按下**確認安全配置**按鈕應用初始安全參數集。這些參數集必須根據風險評估進行調節。
6. 解鎖緊急停止按鈕以將機器人狀態從**緊急停止**變成**關閉電源**。
7. 請站在機器人可觸及的範圍（工作空間）之外。
8. 觸摸**初始化機器人**屏幕上的**開**按鈕，使機器人狀態變成空閒。
9. 在**當前有效負載**字段中，請確認有效負載和所選的安裝正確。如果基於傳感數據的安裝與所選的安裝不一致，將有提示出現。
10. 觸摸**初始化機器人**屏幕上的**啟動**按鈕，使機器人解鎖剎車。
注意：機器人會震動並發出咔嚓聲，表示它已準備好進行編程。

**注意:**

您可以通過 www.universal-robots.com/academy/ 學習在 Universal Robots Academy 上編程您的機器人

12 操作模式選擇

12.1 操作模式

在配置 3 位啓用設備或設置密碼時啓用操作模式。

自動模式啓動後，機器人只能執行預定義的任務。移動選項卡和自由驅動模式不可用。您不能修改或保存程序和安裝。

手動模式激活後，您可以使用移動標籤，自由飛行模式和速度滑塊編程機器人。您可以修改或保存程序和安裝。

操作模式	手動	自動
自由驅動	x	*
用 MoveTab 上的箭頭移動機器人	x	*
速度滑塊	x	x**
編輯 & 保存程序 & 安裝	x	
執行程序	降低速度 *	x

* 當 3 檔位啓用設備配置時

** 可以通過安裝指定在運行屏幕中啓用/可見速度滑塊



注意:

- 通用機器人未配備 3 位啓用裝置。如果風險評估需要設備，則必須在使用機器人之前將其連接。
- 如果未配置 3 位啓用設備，則啓用自由驅動和移動選項卡。手動模式下速度不會降低。



警告:

- 在選擇自動模式之前，任何暫停的防護措施必須返回到完整功能。
- 只要有可能，手動操作模式應在保護區外的所有人員進行。
- 用於將機器人切換到操作模式的設備必須放置在受保護的空間之外。
- 機器人處於自動模式時，用戶不得進入安全防護的空間。

下面的小節將介紹配置操作模式選擇的三種方法。每種方法都是排他性的，這意味著使用一種方法使其他兩種方法處於非活動狀態。

使用操作模式安全輸入

1. 在安裝選項卡中，選擇安全 I/O。

2. 配置操作模式輸入。配置 3 位啓用設備輸入後，配置選項會出現在下拉菜單中。
3. 當操作模式輸入為低時，機器人處於自動模式，當操作模式輸入為高時，機器人處於手動模式。


注意：

- 物理模式選擇器（如果使用的話）必須完全遵循 ISO 10218-1: 第 5.7.1 條進行選擇。
- 在定義操作輸入之前，您必須定義一個 3 位啓用設備。

使用 PolyScope

1. 在 PolyScope 中，選擇一個操作模式。
2. 要在模式之間切換，請在標題中選擇配置文件圖標。

查看 21.3.2 有關設置 PolyScope 密碼的更多信息。

注意：當啓用 3 位啓用設備的安全 I/O 配置時，PolyScope 自動處於手動模式。

使用儀表板服務器

1. 連接到儀表板服務器。
2. 使用**設置操作模式**命令。
 - 設置自動操作模式
 - 設置操作模式手動
 - 清除操作模式

有關使用儀表板服務器的更多信息，請參閱<http://universal-robots.com/support/>。

12.2 3 檔位開關

當配置 3 位啓動裝置並且**操作模式**處於手動模式時，只能通過按下 3 位啓用裝置來移動機器人。當**操作模式**處於自動模式時，3 位啓用設備無效。


注意：

3 位啓用設備，其行為，性能特徵和操作必須完全符合 ISO 10218-1: 第 5.8.3 條有關使能器件的規定。

12.2.1 手動高速

輸入低時，機器人處於防護停止。速度滑塊被設在對應於 250 mm/s 的初始值，可逐漸增大以達到更高的速度。當 3 位啓用設備輸入信號由低變高時，速度滑塊被重置為低值。

**注意:**

使用安全關節限制（見 13.2.4）或安全平面（見 13.2.5）來限制機器人在利用手動高速時可以移動的空間。

13 安全配置

13.1 安全設置的基本事項

本節介紹了如何訪問機器人的安全設置。它由幫助您設置機器人安全配置的項目組成。



危險:

在配置機器人安全設置之前，您的集成商必須進行風險評估，以確保機器人周邊的所有人員和設備安全。風險評估是對整個機器人壽命期間的所有工作程序的評估，以便應用正確的安全配置設置（請參閱硬件安裝手冊）。您必須根據集成商的風險評估設置以下內容：

1. 集成商必須防止未授權人員更改安全配置，例如：安裝密碼保護。
2. 安全相關功能和界面的使用和配置必須針對特定機器人應用（請參閱硬件安裝手冊）。
3. 設置和教導的安全配置設置必須在機械手臂第一次通電之前進行。
4. 所有可以在屏幕及其子選項卡上訪問的安全配置設置。
5. 集成商必須確保所有安全配置設置的更改都符合風險評估。

13.1.1 訪問安全配置

注意：安全設置受密碼保護，只能在設置密碼並隨後使用密碼後進行配置。

1. 在您的 PolyScope 標題中，按**安裝**圖標。
2. 在屏幕左側的操作菜單中，按**安全**。
3. 觀察屏幕顯示的**機器人限制**，但設置無法被訪問。
4. 如果先前已設置了**安全密碼**，請輸入密碼，然後按**解鎖**以訪問設置。注意：一旦安全設置被解鎖，所有設置現在都處於活躍狀態。
5. 按**鎖定**選項卡或離開安全菜單，以再次鎖定所有安全項目設置。



您可以在硬件安裝手冊中找到更多安全系統信息。

13.1.2 設置安全密碼

您必須設置密碼才能解鎖構成安全配置的所有安全設置。

注意：如果沒有使用安全密碼，系統將提示您進行設置。

1. 在您的 PolyScope 標題右上角，按 **Hamburger** 菜單，然後選擇**設置**。
2. 在屏幕左側的藍色菜單中，按**密碼**並選擇**安全**。
3. 在**新建密碼**中，鍵入密碼。
4. 現在，在**確認新密碼**中，鍵入相同的密碼，然後按**應用**。
5. 在藍色菜單的左下方，按**退出**鍵返回上一個屏幕。

注意：您可以按**鎖定**選項卡再次鎖定所有安全設置，或僅導航到安全菜單之外的屏幕。



13.1.3 更改安全配置

對安全配置設置的更改必須符合集成商進行的風險評估（請參閱硬件安裝手冊）。

建議的程序：

1. 驗證這些更改符合集成商進行的風險評估。
2. 將安全設置調整到由集成商進行的風險評估所定義的適當水平。
3. 驗證是否應用了設置。
4. 將下面這段話記錄在操作員的手冊中：

“在靠近機器人作業前，確保安全配置符合預期。這可以通過檢查 PolyScope 右上角的安全校驗和是否有任何更改等方式進行驗證。”

13.1.4 應用新的安全配置

在更改配置時，機器人已被切斷電源。必須按**應用**按鈕後，您的更改方生效。您**應用**和**重新啟動**或**恢復更改**後，機器人才能接通電源。前者允許您直觀地檢查您的機器人安全配置，出於安全原因起見，這些資訊將顯示在彈出窗口的 SI 單位中。當您的目視檢查完成後，您可以**確認安全配置**，這些更改將被自動保存在當前機器人安裝中。

13.1.5 安全校驗和



安全校驗和圖標顯示您的機器人所應用的安全配置。校驗和從上到下及從左到右讀取，例如：BF4B。不同的文本和/或顏色表示對所應用的安全配置的更改。校驗和以 SI 單位顯示所應用的安全配置的詳細信息。

注意：在反映到安全校驗和之前，對安全配置進行的任何更改必須被應用。

13.2 安全菜單設置

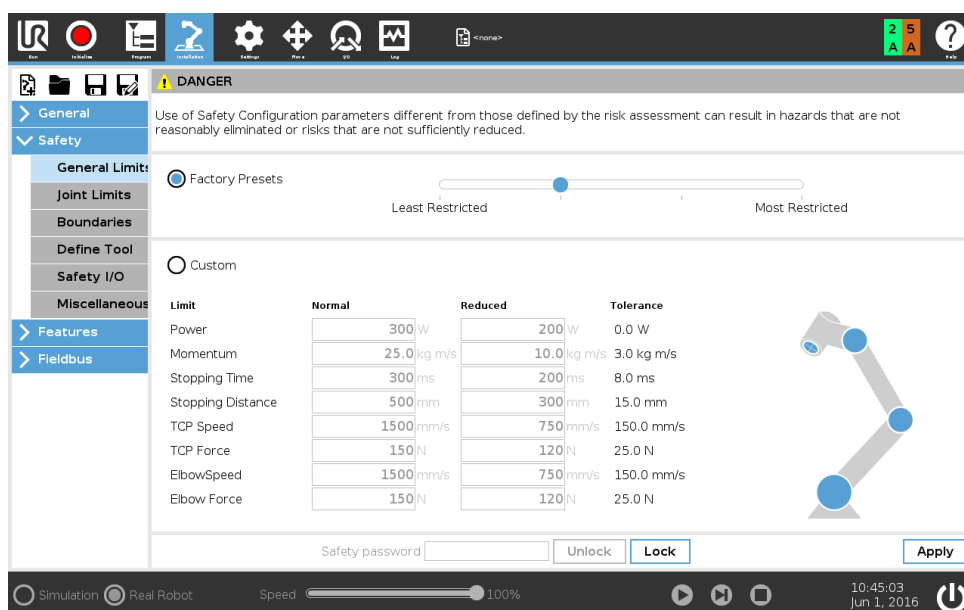
本節定義組成您的機器人安全配置的安全菜單設置。

13.2.1 機器人限制

機器人限制允許您限制一般的機器人運動。機器人限制屏幕有兩個配置選項：**出廠預設**和**自定義**。

1. 出廠預設可讓您使用滑塊選擇預定義的安全設置。更新表中的值以反映從**最大限制**到**最少限制**的預設值

注意：滑塊值只是建議，使用前務必進行妥當的風險評估。



2. 自定義可讓您設置關於機器人功能和監視相關公差的限制。

功率 限制機器人在環境中產生的最大機械作用。

注意：此限制將有效負載視為機器人的一部分，而非環境的一部分。

動量 限制機器人的最大動量。

停止時間 限制機器人停止的最大時間，例如：當緊急停止被激活時。

停止距離 限制機器人工具或肘部在停止時可以行駛的最大距離。



注意：

限制停止時間和距離將影響機器人整體速度。舉個例子，如果停止時間設定為 **300 ms**，則機器人的最大速度將受到限制，使機器人在 **300 ms** 內停止。

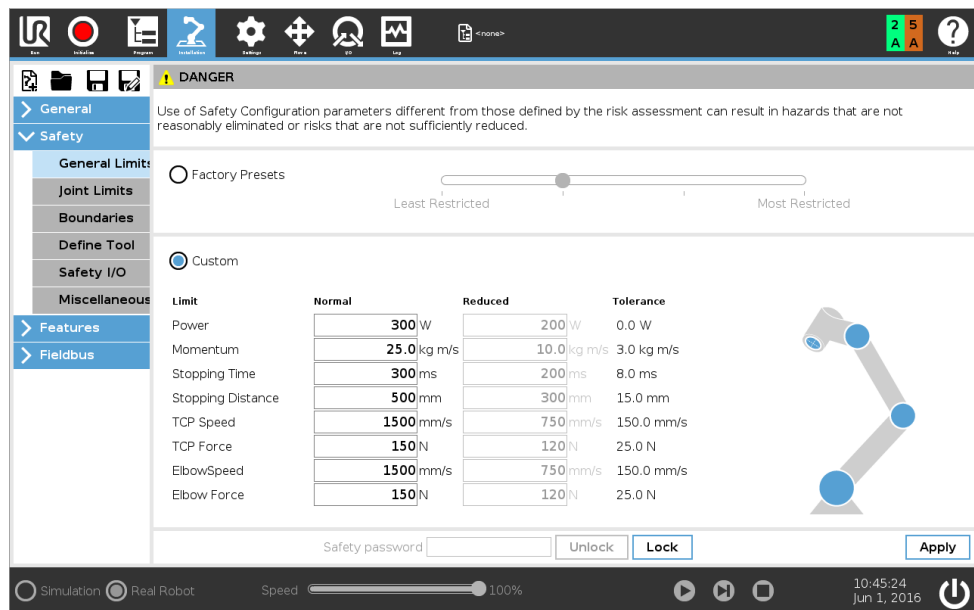
工具速度 限制最大機器人工具速度。

工具力 限制了機器人工具在夾緊情況下施加的最大力。

肘部速度 限制了最大機器人肘部速度。

肘部力 限制肘部對環境施加的最大力。

工具速度和力在機器人法蘭和兩個用戶自定義工具位置的中心受到限制，請參閱13.2.6。



注意：

您可以將所有機器人限制切到**出廠預設**，以重置為默認設置。

13.2.2 安全模式

安全模式在正常條件下，即沒有實施保護性停止，安全系統將在一種安全模式下操作，每種模式都有關聯的安全限制設置：

正常模式 默認為激活的安全模式

縮減模式 機器人工具中心點 **t** TCP 的位置超出觸發器縮減模式平面（請參閱 13.2.5），或使用可配置的輸入觸發（請參閱 13.2.8）時，將激活此模式。

恢復模式 如果活動的限制設置中的安全限制違例，機械手臂將實施 0 類停機。如果在機械手臂通電時活動的安全限制（例如：關節位置限制或安全界限）已違例，機械手臂將在恢復模式下啓動。這樣可以將機械手臂移回安全限制範圍內。在恢復模式下，機械手臂的運動受固定限制設置（非您自定義）的限制。有關恢復模式限制的詳細信息（請參閱硬件安裝手冊）。



警告：

關節位置、工具位置和工具方向的限制在恢復模式下被禁用，因此在限制範圍內移回機械手臂時應小心。

用戶在安全配置屏幕的菜單上可獨立設置標準和縮減模式的安全限制。對於工具和關節，縮減模式下對於速度和動量的限制要求比標準模式下的更嚴格。

13.2.3 公差

在安全配置中設置了物理限制。這些限制的輸入字段不含公差：公差顯示在字段旁邊（如適用）。安全系統接收輸入字段的值，並檢測這些值是否存在違例。機械手臂將力求防止安全系統違例的情況，並在發生限值減去公差的情況時停止執程序，以提供保護性停止。這表明程序可能無法執行極其接近限制的運動，例如：如果工具速度限制在 800 mm/s，公差為 150 mm/s，則機器人的移動速度可達 650 mm/s。

限制	公差
工具/肘部速度	150mm
關節速度	11 deg /s



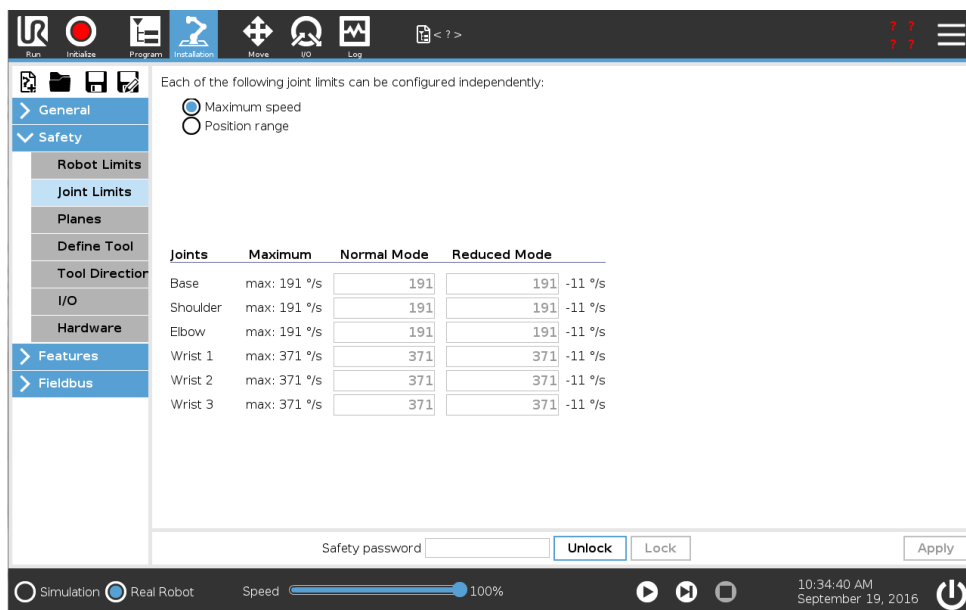
警告：

公差視軟件版本而定。更新軟件可能會改變公差。有關版本之間的變化，請參考發布說明。

13.2.4 關節限制

關節限制對每個關節在關節空間的運動進行限制，即關節旋轉位置和關節旋轉速度。有兩個關節限制選項：**最大速度**和**位置範圍**。

1. 最大速度指的是每個關節的最大角速度。
2. 位置範圍指的是每個關節的位置範圍。同樣的，如果安全平面和可配置輸入都沒有設置觸發縮減模式，則縮減模式中的輸入字段會被禁用。該限制啓用機器人額定安全的軟軸限制。



13.2.5 平面



注意:

平面的配置完全基於特徵。我們建議您在編輯安全配置之前，先創建所有特徵，並為其指定適當的名稱，因為安全選項卡解鎖後將切斷機械手臂的電源，並且無法移動機器人。

安全平面限制機器人工作空間。您最多可以定義八個安全平面，限制機器人工具和肘部。您還可以限制每個安全平面的肘部運動，並通過取消選中複選框來禁用。在配置安全平面之前，必須在機器人安裝中定義一個特徵（請參閱 16.1.3）。該特徵過後可以被複製到安全平面屏幕並進行配置。



警告:

定義安全平面只限制定義的工具球和肘部，對機械手臂的整體限制無影響。這意味著指定安全平面並不保證機械手臂的其他部分也遵循該限制。

模式

您可以使用下面列出的圖標，使用限制模式配置每個平面。

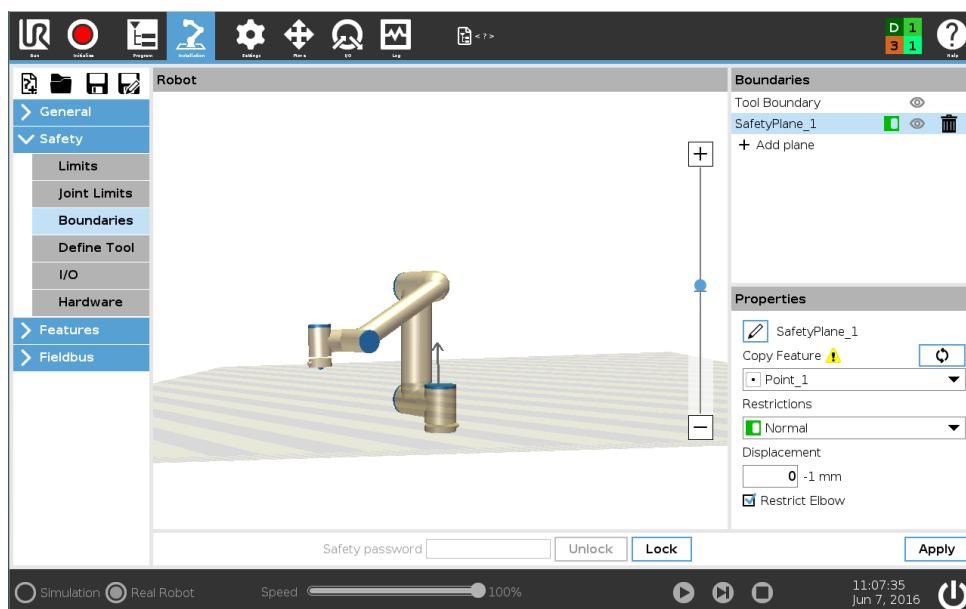
- 禁用** 安全平面從不激活。
- 標準** 如果安全系統處於標準模式，標準模式平面將處於活動狀態，並嚴格限制機器人 TCP 的位置。
- 縮減** 如果安全系統處於縮減模式，縮減模式平面將處於活動狀態，並嚴格限制位置。
- 標準 & 縮減** 如果安全系統處於標準或縮減模式，標準和縮減模式平面將處於活動狀態，並嚴格限制位置。
- 觸發器縮減模式** 如果機器人工具或肘部超出觸發器縮減模式平面，安全平面將導致安全系統切換為縮減模式。

-  **顯示** 按此圖標可在圖形窗格中隱藏或顯示安全平面。
-  **刪除** 刪除創建的安全平面（請注意：此處沒有撤消/重做動作，所以如果平面被錯誤地刪除，那就必須重做）
-  **重命名** 按下此圖標可以重命名平面。

配置安全平面

1. 在您的 PolyScope 標題中，點擊**安裝**。
2. 在左側的操作菜單中，點擊安全並選擇**平面**。
3. 在屏幕右上角的平面字段中，點擊**添加平面**。
4. 在屏幕右下角的**屬性**字段中，設置名稱、複製特徵和限制。注意：在**複製特徵**中，只有未定義和底座可用。您可以通過選擇**未定義**來重置已配置的安全平面

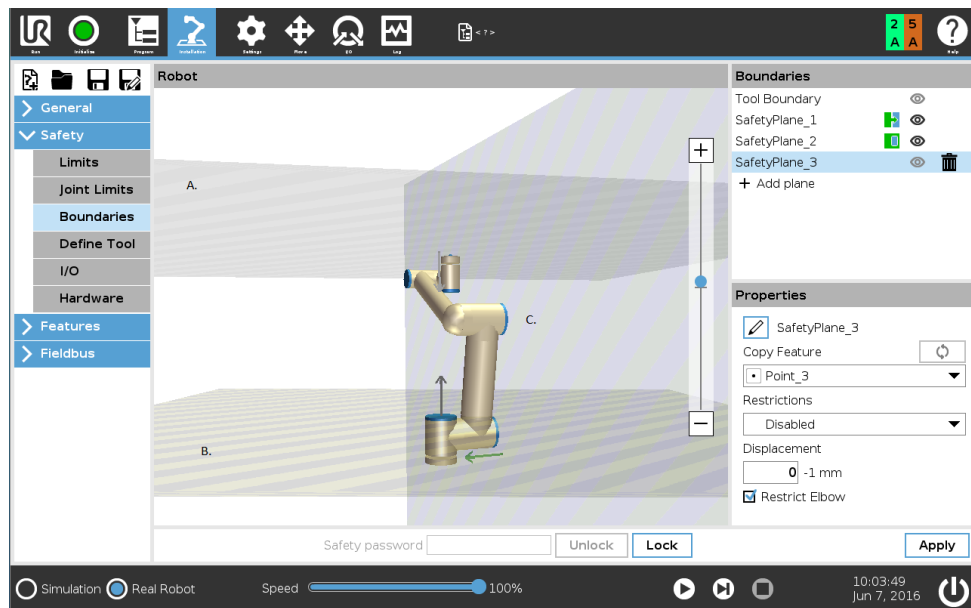
如果在特徵屏幕中修改了已複製特徵，則複製特徵文本右側會出現警告圖標。這表示該特徵不同步，即屬性卡中的信息不會被更新，以反映可能對特徵進行的修改。



肘部

您可以啓用**限制肘部**以防止機器人肘部關節穿過任何定義的平面。禁用限制肘部以讓肘部關節穿過平面。

顏色代碼



灰色 平面已配置但被禁用 (A)

黃色 & 黑色 正常平面 (B)

藍色 & 綠色 觸發器平面 (C)

黑色箭頭 工具和/或肘部允許放置在平面的這一邊。(針對正常平面)

綠色箭頭 工具和/或肘部允許放置在平面的這一邊。(針對觸發器平面)

灰色箭頭 工具和/或肘部允許放置在平面的這一邊。(針對禁用平面)

自由驅動機器人

當處於自由驅動（請參閱17.6）模式時，隨著機器人接近特定限制，您會感受到一股來自機器人的排斥力。

13.2.6 工具位置

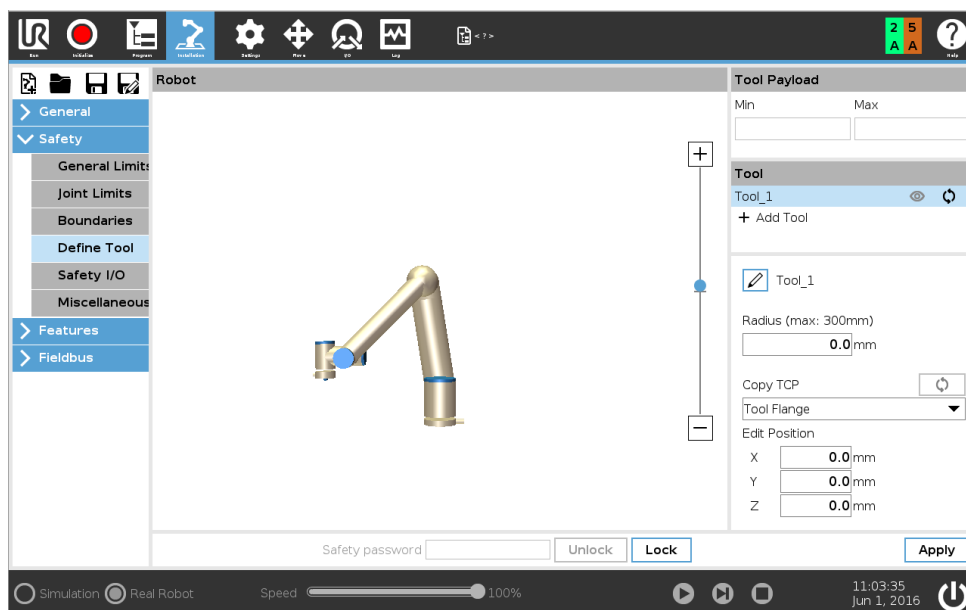
工具位置屏幕可以讓您更好地控制放置在機械手臂末端的工具和/或附件。

機器人讓您可以可視化您的修改。

工具讓您可以定義和配置最多三個工具。

必須至少定義一個工具，因此首次配置此設置時，工具_1 是用 $x=0.0$ 、 $y=0.0$ 、 $z=0.0$ 和半徑 $=0.0$ 定義的默認工具。這些值代表機器人法蘭。

注意：在複製 TCP 下，您還可以選擇機器人法蘭，並使工具值返回到 0。



對於用戶定義的工具，用戶可以更改：

半徑以改變工具球的半徑。在使用安全平面時考慮半徑。當球體中的一個點通過縮減模式觸發平面時，機器人將切換到縮減模式。安全系統防止球體上的任何點通過安全平面（請參閱 13.2.5）。

位置以改變工具相對於機器人的機器人法蘭的位置。該位置被視為是工具速度、工具力、停止距離和安全平面的安全功能。

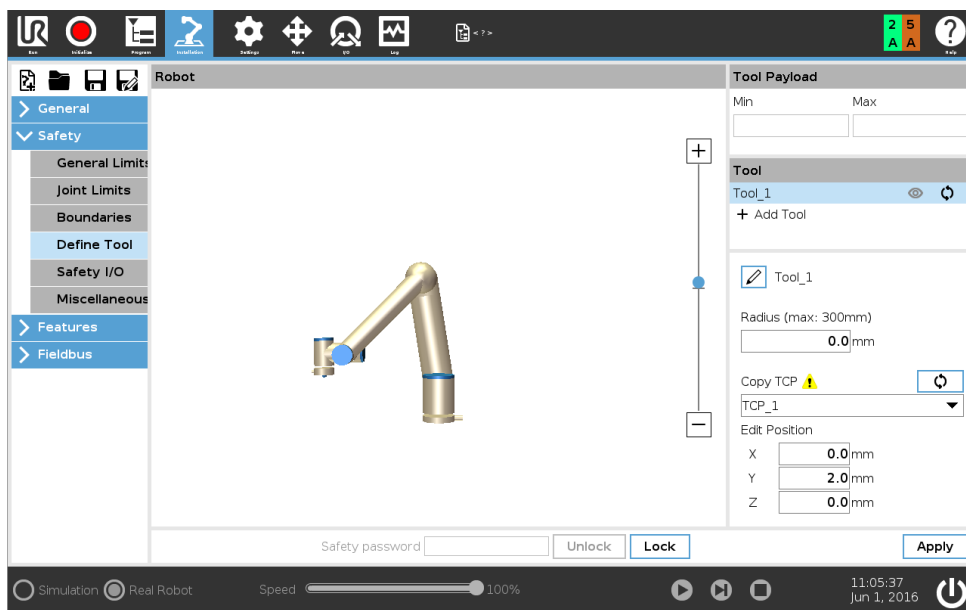
您可以使用現有的工具中心點作為定義新工具位置的基礎。可以在工具位置菜單中的複製 TCP 下拉列表中訪問在 TCP 屏幕中常規菜單中預定義的現有 TCP 副本。

當您編輯或調整編輯位置輸入字段中的值時，下拉菜單中可見的 TCP 名稱將更改為**自定義**，表示複製的 TCP 和實際限制輸入之間存在差異。原始 TCP 在下拉列表中仍然可用，並可以再次選擇將值更改回原始位置。複製 TCP 下拉菜單中的選擇不會影響工具名稱。

應用工具位置屏幕更改後，如果嘗試在 TCP 配置屏幕中修改已複製的 TCP，則複製 TCP 文本右側會出現警告圖標。這表示該 TCP 不同步，即屬性字段中的信息不會被更新，以反映可能對 TCP 進行的修改。可以通過按同步圖標同步 TCP（請參閱 16.1.1）。

注意：不必為了成功地定義和使用工具而同步 TCP。

您可以通過按顯示的工具名稱旁邊的鉛筆標籤來重命名該工具。您還可以確定半徑範圍為 0-300 mm。限制在圖形窗格中顯示為點或球體，具體取決於半徑大小。



13.2.7 工具方向

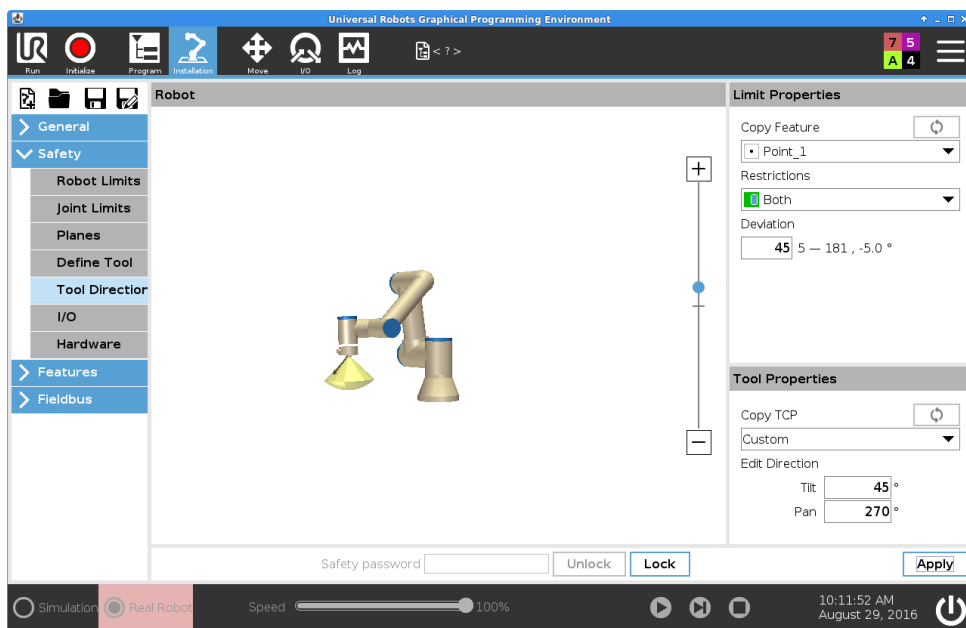
工具方向屏幕可用於限制工具指向的角度。該限制由錐體定義，它相對於機械手臂底座具有固定的方向。當機械手臂移動時，工具方向將受到限制，以便可保持在限定的錐體內。工具的默認方向與工具輸出法蘭的 Z 軸重合。可以通過指定傾斜和平移角度來定制。

在配置限制之前，必須在機器人安裝中定義一個點或平面（請參閱 16.3）。然後可以複製該特徵，並將其 Z 軸用作定義限制的錐體中心。



注意：

工具方向的配置是基於特徵的。我們建議您在編輯安全配置之前創建所需的功能，因為一旦安全選項卡被解鎖，機械手臂將關閉，從而無法定義新特徵。



限制屬性

工具方向限制有三種可配置屬性：

1. **錐體中心**：您可以從下拉菜單中選擇一個點或平面特徵，以定義錐體中心。所選特徵的 Z-軸用作錐體居中的方向。
2. **錐體角度**：您可以定義機器人允許偏離中心的程度。

 **禁用工具方向限制** 從不激活

 **正常工具方向限制** 僅在安全系統處於正常模式時有效。

 **縮減工具方向限制** 僅在安全系統處於縮減模式時有效。

 **正常 & 縮減工具方向限制** 僅在安全系統處於正常模式和縮減模式時有效。

通過將複製功能設置為未定義，您可以將值重置為默認值或撤銷工具方向配置。

工具屬性

默認情況下，工具與工具輸出法蘭的 Z-軸方向相同。這可以通過指定兩個角度進行修改：

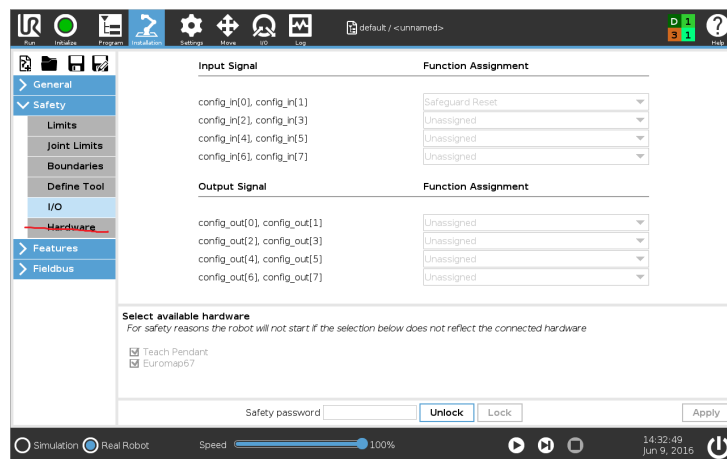
傾斜角度：輸出法蘭的 Z-軸需要平移到輸出法蘭的 X-軸的程度

平移角度：在原始輸出法蘭 Z-軸周圍旋轉傾斜的 Z-軸的程度。

或者，可以通過從下拉菜單中選擇該 TCP 來複製現有 TCP 的 Z-軸。

13.2.8 I/O

I/O 分輸入輸出，並且成對出現，這樣每個功能都有一個 3 類和 PLd I/O，以確保安全。



輸入信號

對於輸入信號，可以選擇下述安全功能：

系統緊急停止 這是替代教導器上的緊急停止按鈕的緊急停止按鈕，只要設備符合 ISO 13850，便可以提供與教導器上的緊急停止按鈕相同的功能。

縮減模式 所有安全限制有兩種可以應用的模式：標準模式和縮減模式（請參閱 13.2.2）。當被配置時，向輸入提供的低信號將導致安全系統轉變為縮減模式。機械手臂將減速，以符合縮減模式限制設置。安全系統保證機器人在輸入被觸發後的縮減模式限制小於 0.5 秒。如果機械手臂繼續違反任何縮減模式限制，將實施 0 類停機。向標準模式轉換的方式與此相同。注意：安全平面同樣可能導致向縮減模式轉換。

防護重置 配置防護停止時，此輸出保證在觸發重置前保持防護停止狀態。在防護停止狀態下，機械手臂不會移動。



警告:

默認為對引腳 0 和引腳 1 配置防護重置輸入功能。禁用防護重置意味著只要防護停止輸入變高，機械手臂將停止在防護停止位置。換言之，如果沒有防護重置輸入，防護停止輸入 SI0 和 SI1（請參閱硬件安裝手冊）充分確定了防護停止狀態是否激活。

輸出信號

您可以對輸出信號應用以下安全功能。觸發強信號的狀態結束時，所有信號回覆弱狀態：

系統緊急停止 當安全系統被機器人緊急停止輸入或緊急停止按鈕觸發進入緊急停止狀態，則給出弱信號。為了避免死鎖，如果緊急停止狀態被系統緊急停止輸入觸發，則不會給出低信號。

機器人運動 如果機械手臂在移動狀態就給出弱信號，否則就給出強信號。

機器人未停止 當由於緊急停止或防護停止而使機器人停止或處於停止過程中時為高信號。否則將為邏輯低信號。

縮減模式 當機械手臂處於縮減模式，或利用縮減模式輸入配置了安全輸入且當前信號低時，將發送低信號。否則信號處於強狀態。

非縮減模式 這是上述縮減模式的相反狀態。



注意:

從機器人通過系統緊急停止輸出獲得緊急停止狀態的外部機器必須符合 ISO 13850 標準。這在機器人緊急停止輸入連接到外部緊急停止裝置的設置中特別有用。在這種情況下，當外部緊急停止裝置被釋放時，系統緊急停止輸出將變為高電平。這意味著外部機器的緊急停止狀態將重新被設置，無需機器人操作員人工操作。因此，為了遵守安全標準，外部機器必須要手動執行才能恢復。

3 檔位開關和操作模式

您可以在機器人的設置和編程過程中使用 3 檔位設備作為一個附加防護措施。配置 3 檔位開關輸入之後，機器人將處於運行模式或編程模式。標題中會出現一個圖標，顯示當前的操作模式。這些模式與密碼配置文件相似，只是在編程模式下必須保持開關，界面在操作模式下將更受限制（請參閱 21.3.2）。

操作模式：一旦激活，機器人只能執行預定義的任務。移動選項卡和自由驅動模式不可用。

編程模式：運行模式中提出的限制出現，但是，當 3 檔位開關輸入為低信號時，機器人處於防護停止狀態。此外，速度滑塊被設在對應於 250 mm/s 的初始值，可逐漸增大以達到更高的速度。當 3 檔位開關輸入信號由低變高時，速度滑塊被重置為低值。

配置操作模式選擇有兩種方法：

1. 要使用外部模式選擇設備選擇操作模式，配置操作模式輸入。一旦配置了 3 檔位開關輸入，配置選項將出現在下拉菜單中。當操作模式輸入信號較低時，機器人將處於操作模式，當較高時，機器人處於編程模式。

2. 要從 Polyscope 選擇操作模式，只有 3 檔位開關輸入必須配置並應用到安全配置。這種情況下，一旦配置和應用，PolyScope 默認模式為編程模式。通過選擇標題中的配置文件圖標，可以從用戶界面驅動模式之間的切換。在編程模式下，它被標記為“編程”，當選擇時，可選擇切換到“操作”模式。

**注意:**

當安全 I/O 配置及 3 檔位開關啓用被確認後，PolyScope 默認模式為編程模式。

13.2.9 硬件

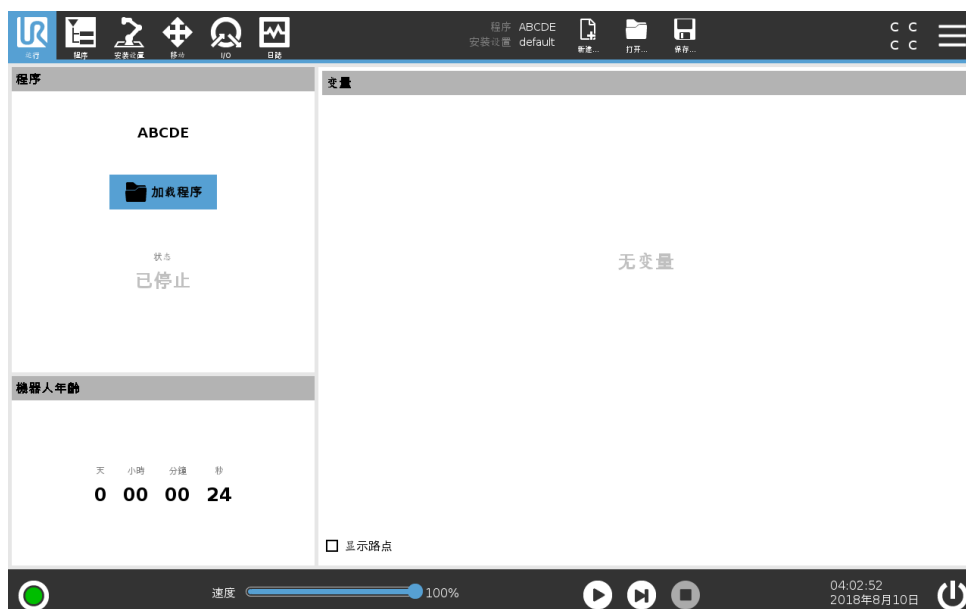
您可以在不附加教導器的情況下使用機器人。刪除教導器需要定義另一個緊急停止源。您必須指定是否教導器以避免觸發安全違例。

選擇可用硬件

無需使用 PolyScope 即可使用機器人作為編程界面。

1. 在標題中觸摸**安裝**按鈕。
2. 在左側的操作菜單中，觸摸**安全**按鈕並選擇**硬件**。
3. 輸入安全密碼並**解鎖**屏幕。
4. 取消選擇**教導器**以在沒有 PolyScope 界面的情況下使用機器人。
5. 按**保存並重新啟動**以實施更改。

14 運行選項卡



運行選項卡為您提供了一種非常簡便的機械手臂和控制箱操作方法，使用盡可能少的幾個按鈕和選項即可完成操作。您可結合對 PolyScope 編程部分的密碼保護功能（請參閱 21.3.2），使機器人成為可以獨占運行預先編好的程序的一種工具。

在此屏幕上，您可以根據外部輸入信號邊緣過渡自動加載和啓動默認程序（請參閱 16.1.9）。注意：自動加載啓動默認程序，開機時自動初始化等，可以用於將機械手臂整合進其他機器。

14.1 程序

程序字段顯示加載到機器人的程序名稱及其當前狀態。您可以點擊**加載程序**選項卡加載其他程序。

14.2 變數

機器人程式可以在運行時通過存儲更新變數值。有兩種變數可用：

安裝變數 這些變數可以用於多個程式，且變數名和變數值在機器人安裝期間持續存在（請參閱 16.1.8）。安裝變數在機器人和控制箱重新啓動後保持它們的值。

常規程式變數 這些變數僅適用於運行程式，且變數值在程式關閉後即丟失。

顯示路點 機器人程式使用指令碼變數存儲有關路點的資訊。

在**變數**下面選擇**顯示路點**核取方塊，變數清單即可顯示指令碼變數。

變數類型

布爾值	布爾變數，值為真或假。
整數值	整數，範圍是 -2147483648 至 2147483647（32 位元）。
浮點值	浮點數（十進制）（32 位元）。
字串	字元序列。
位姿	矢量，指示笛卡爾空間中的位置和方向。位置矢量 $\llbracket x, y, z \rrbracket$ 和旋轉矢量 $\llbracket rx, ry, rz \rrbracket$ 的集合，表示方向，書寫形式 $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ 。
列表	變數序列。

14.3 機器人年齡

此字段表示機器人首次開啓是多久以前的事。

注意：此字段中表示的數字與程序運行時間無關。

14.4 將機器人移動到位

點擊頁尾中的**播放**，即可出現**將機器人移動到位**的熒幕。如果運行程式之前，必須將機械手臂移動到特定的起始位置，或者在修改程式時將機械手臂移動到路點，請存取**將機器人移動到位**熒幕。

如果透過**將機器人移動到位**熒幕無法將機械手臂移動到程式起始位置，則可移動到程式樹中的第一個路點。如果出現以下情況，機械手臂的移動位姿可能會錯誤：

- 第一次移動之前，在運行程式期間改變了第一次移動的 TCP、特徵位姿或路點位姿。
- 第一個路點位於 If 或 Switch 程式樹節點內。



自動

按住**自動**索引標籤可將機械手臂移動到其起始位置。

注意：您可隨時釋放該按鈕，使機器人停止運動。

動畫

當您按住**自動**索引標籤，動畫顯示機械手臂將要進行的動作。



警告:

1. 比較動畫和真實機械手臂的位置，確保機械手臂可以安全地運動，不會打到障礙物。
2. 自動移動功能使機器人沿著陰影區軌道移動。碰撞可能會損壞機器人或其他設備。

手動

按下**手動**索引標籤進入**移動**圖標螢幕，在這裡可以手動移動機械手臂。如果您覺得動畫中的運動不理想，則可以採用手動模式。

15 程序選項卡



程序選項卡顯示要編輯的當前程序。

15.1 程序樹

程序樹以命令列表形式顯示該程序，稱之為程序節點。程序名稱直接顯示在該命令列表的上方。在程序樹的右側，顯示與所選命令有關的信息。通過單擊所需的命令類型，從**基本**下的命令列表中添加命令。您可以在**高級**下添加高級命令，也可以使用**模板**。模板提供了可供配置的程序樹。

在程序樹中，當前正在執行的命令高亮顯示，如 15.1.1 中所示。

15.1.1 程序執行指示



程序樹以可視化線索告知當前機器人控制器正在執行的命令。命令圖標左側顯示小 ➡ 圖標，正在執行的命令名稱和以該命令為子命令（通常用 ▶/▼ 命令圖標標示）的所有命令都以藍色高亮顯示。這可以幫助使用者在程序樹中找到正在執行的命令。

例如，如果機械手臂正在朝著一個路點移動，則標有 ➡ 圖標的相應路點子命令及其名稱以及其所屬的移動命令（請參閱 15.5.1）的名稱以藍色高亮顯示。

如果程序暫停，則程序執行指示圖標將標示出正在執行中的最後一條命令。

點擊程序樹下帶 ➡ 圖標的按鈕，將跳轉到程序樹中當前正在執行或最後執行的命令。如果在程序運行期間點擊了某個命令，則命令選項卡將一直顯示該所選命令的相關信息。按下 ➡ 按鈕將使命令選項卡上一直顯示當前正在執行的命令的信息。

15.1.2 搜索按鈕

點擊 🔍 以在程序樹中執行文本搜索。當點擊時，可輸入搜索文本，匹配的程序節點將以黃色高亮顯示。此外，導航按鈕可用於瀏覽匹配。按 ✕ 圖標退出搜索模式。

15.1.3 程序樹工具欄

使用程序樹底部的工具欄修改程序樹。

撤銷/重做按鈕

↶ 和 ↷ 按鈕用於撤銷和重做對命令的更改。

向上 & 向下移動

⬆ 和 ⬇ 和按鈕可以改變節點的位置。

剪切

✂ 按鈕剪切一個節點，並允許將其用於其他操作（例如：將其粘貼到程序樹的其他位置）。

複製

📄 按鈕複製一個節點，並允許將其用於其他操作（例如：將其粘貼到程序樹的其他位置）。

粘貼

 按鈕允許您粘貼之前剪切或復制的節點。

刪除

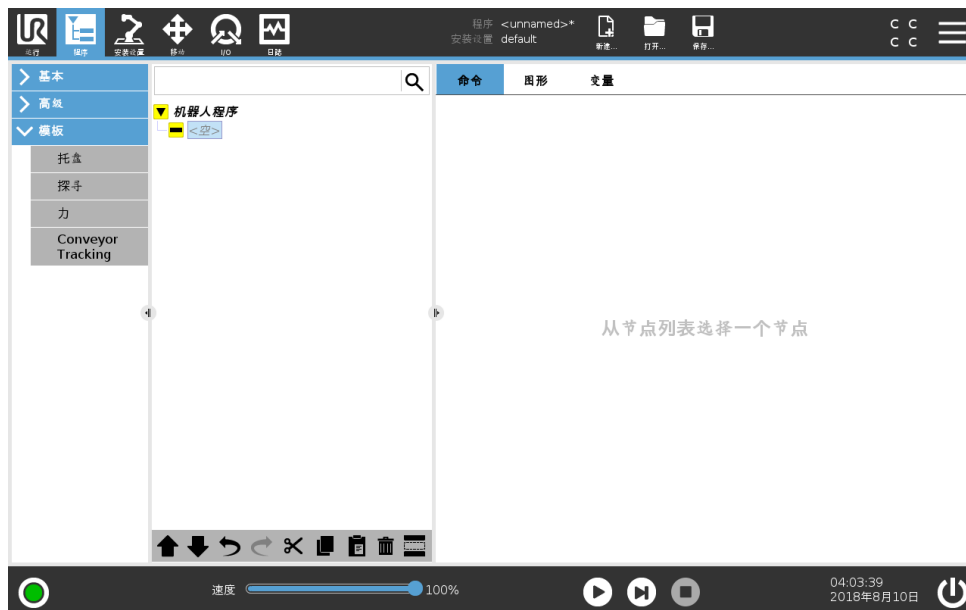
點擊  按鈕從程序樹中刪除一個節點。

抑制

點擊  按鈕抑制程序樹上的特定節點。

程序運行時將會直接跳過被抑制的程序行。被抑制的程序行也可以解除抑制。使用這種方法可以快速更改程序，而且確保不破壞原始內容。

15.1.4 空節點



程序節點不能為空。必須在程序樹中指定和定義所有行才能運程序。

15.2 命令選項卡

使用命令選項卡配置程序樹上的每個程序節點以運行您的程序。顯示的信息會根據您選擇的節點類型而有所不同。

在命令選項卡字段中，有以下小節中討論的其他復選框選項。



添加開始之前序列

選中此復選框可在運程序之前添加一組命令。

設置初始變量值

在程序（和任何線程）開始運行之前，選中此復選框以設置變量值。命令選項卡字段被替換為初始變量值字段，並且初始變量出現在程序樹的頂部。

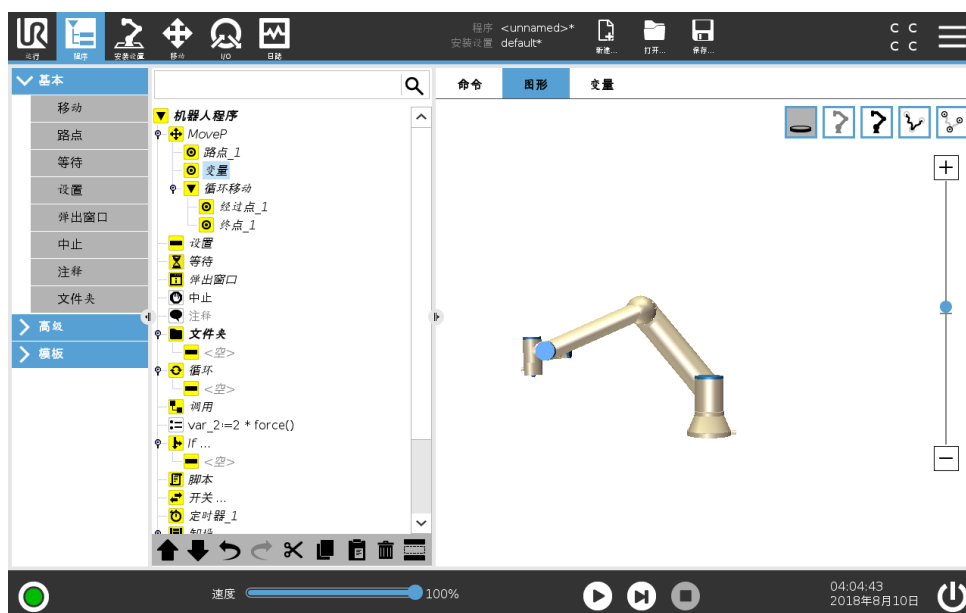
1. 從下拉列表中選擇變量，也可以使用變量選擇器框選擇變量。
2. 輸入該變量的表達式。該表達式用於在程序啟動時設置變量值。
3. 您可以選擇**保持上一次運行的值**，以將變量初始化為**變量**選項卡上的值（請參閱 15.4）。這允許變量在程序執行之間保持它們的值。如果程序是首次運行，或者變量值選項卡已清空，則變量從表達式獲取變量值。

將變量名稱設置為空（僅輸入空格）即可將其從程序中刪除。

程序永遠循環

選中此復選框可連續運程序。

15.3 圖形選項卡



當前機器人程序的圖形化表示形式。TCP 的路徑以 3D 視角顯示，運動段顯示為黑色，交融段（運動段之間的過渡）顯示為綠色。綠點標明程序中各路點處的 TCP 位置。機械手臂 3D 圖顯示機械手臂的當前位置，機械手臂陰影部分顯示機械手臂到達屏幕左側所選路點的方式。

如果機器人 TCP 的當前位置距離安全平面或觸發器平面很近，又或者機器人工具的方向接近工具方向邊界限制（請參閱 13.2.5，則會顯示相鄰邊界的 3D 成像。

請注意，如果機器人在運程序，邊界限制可視化將被禁用。

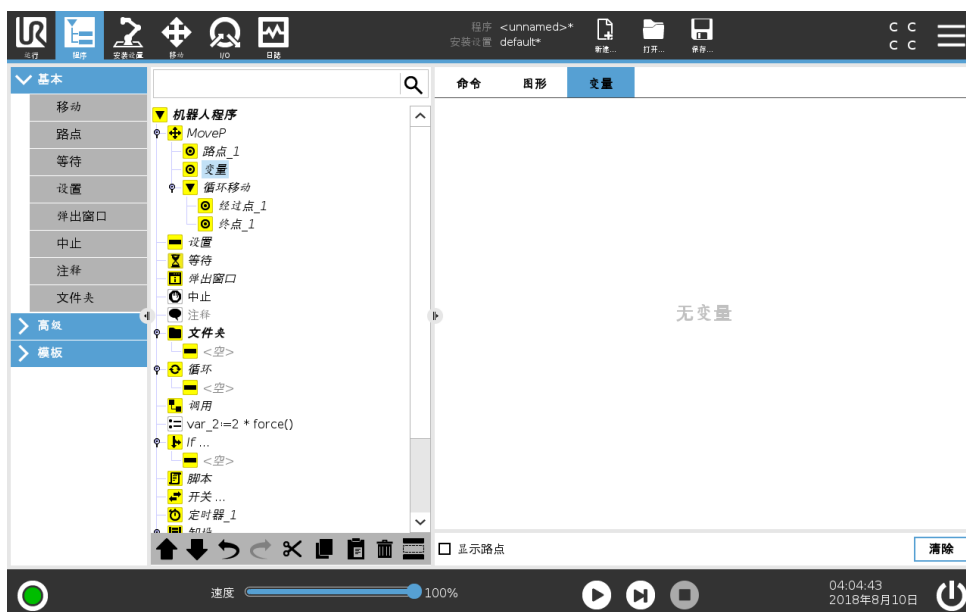
安全平面以黃黑色呈現，帶小箭頭指示安全平面正常，顯示安全平面上允許放置機器人 TCP 的位置。觸發器平面以藍綠色呈現，帶小箭頭指向觸發器平面的一側，在該側**正常**模式限制處於激活狀態（請參閱 13.2.2）。工具方向邊界限制以錐體呈現，帶一個矢量指示機器人工具的當前方向。錐體內部代表允許的工具方向（矢量）。

目標機器人 TCP 離開限制區域時，3D 成像消失。如果 TCP 違反邊界限制或接近邊界限制，則成像會變成紅色。

3D 視角可進行縮放和旋轉，以更好地顯示機械手臂的運動狀態。屏幕右上角的按鈕可以禁用 3D 視角中的各個圖形組件。底部按鈕可開啓/關閉相鄰邊界限制成像。

所顯示的運動段取決於所選的程序節點。如果選擇移動節點，那麼所顯示的路徑是指由該移動定義的運動。如果選擇路點節點，那麼屏幕將顯示接下來的 ~ 10 步運動。

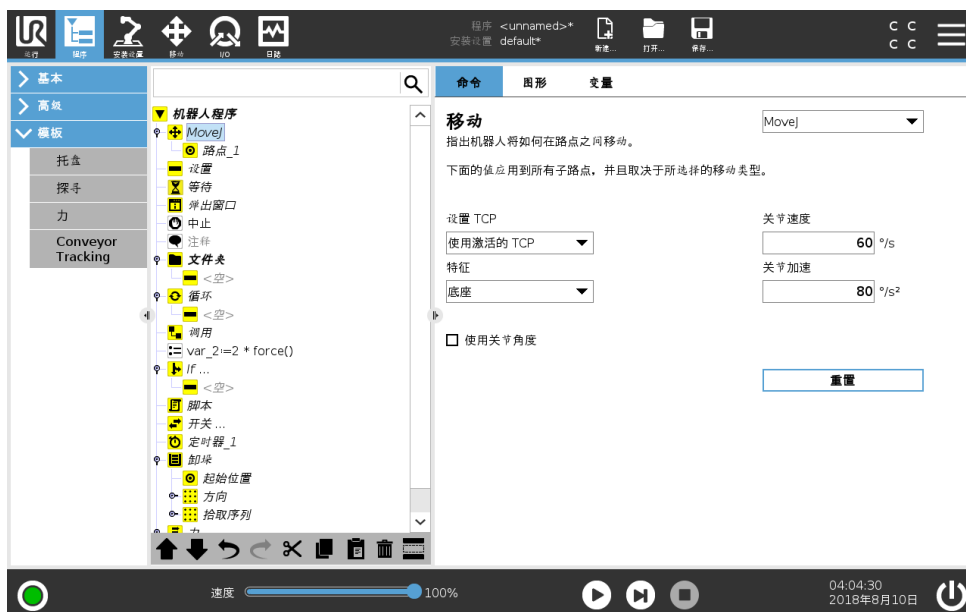
15.4 變數索引標籤



變數索引標籤顯示程式運行中的實時變數值，並在程式運行之間保存傳遞變數和變數值列表。它僅在有資訊要顯示時出現。變數按其名稱的字母順序排列。此螢幕上的變數名最多以 50 個字元顯示，變數值最多以 500 個字元顯示。如果啓用了“顯示路點”，路點變數將顯示在清單中。

15.5 基本程序節點

15.5.1 移動



移動命令通過基本路點控制機器人的運動。路點必須置於運動命令下。移動命令定義機械手臂在這些路點之間的加速度和移動速度。

移動類型

您可從以下三種移動方式進行選擇：**MoveJ**、**MoveL** 和 **MoveP**。下面將解釋每種移動類型。

- **moveJ** 進行機械手臂關節空間中的運動。控制關節以同時完成彼等之移動。此移動類型將為工具提供一個曲線路徑。適用於此移動類型的共用參數包括最大關節速度和最大關節加速度，分別以 deg/s 和 deg/s^2 表示。如果希望機械手臂在路點之間快速移動，而不用考慮工具在這些路點之間的移動路徑，此移動類型是個不錯的選擇。
- **moveL** 將使工具中心點（TCP）在路點之間進行線性移動。這意味著每個關節都會執行更為複雜的移動，以使工具保持在直線路徑上。適用於此移動類型的共用參數包括所需工具速度和工具加速度（分別以 mm/s 和 mm/s^2 表示）以及特徵。
- **moveP** 將使工具以恆定速度通過圓形混合區進行線性移動，適用於黏合或配製等一些工藝操作。預設情況下，所有路點使用相同的交融半徑。值越小，路徑轉角越大，反之，值越大，路徑越平直。機械手臂以恆定速度經過各路點時，機器人控制器不會等待 I/O 操作或操作員的操作。若存在 I/O 操作或操作員採取行動，可能會使機械手臂停止運動，或導致保護性停止。
- **圓形移動** 可以被添加到 **moveP** 以進行圓形移動。機器人從其當前位置或起點開始移動，移動通過圓弧上指定的經過點和完成圓形移動的結束點。

模式用於通過圓弧計算工具方向。該模式可以是：

- 修正：只有起始點用於定義工具方向
- 無約束：起點轉換為結束點以定義工具方向



共享參數

螢幕右下角的共享參數適用於機械手臂從上一個位置移至命令下第一個路點的路徑，以及該路點到每個後續每個路點的路徑。移動命令設置不適用於移動命令下從最後一個路點延伸的路徑。

選擇 TCP

根據 TCP 是使用使用者定義的 TCP 還是激活 TCP 來設置，可以調整機器人在路點之間移動的方式。忽略激活的 TCP 允許相對於機器人法蘭調整該移動。

在移動中設置 TCP

1. 存取程式索引標籤螢幕，設置路點的 TCP。

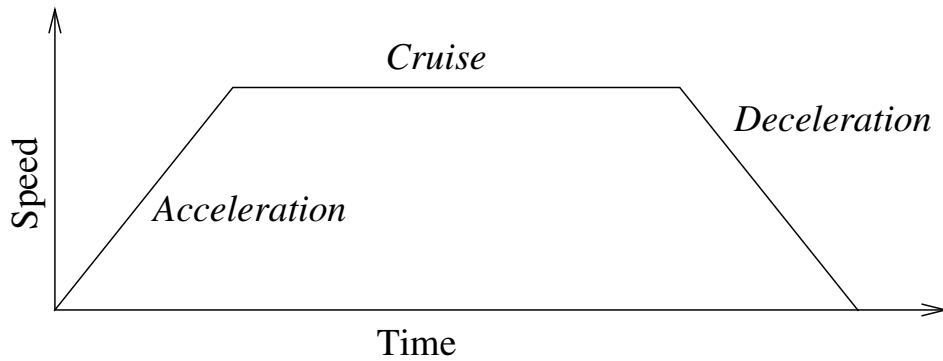


图 15.1: 運動的速度曲線。速度曲線分為三段：加速、穩速和減速。穩速階段的速度水平由運動的速度設置而定，加速和減速階段的陡度則由加速參數而定。

2. 在命令下，在右側的下拉式功能表中選擇移動類型。
3. 在移動下，在設置 **TCP** 下拉式功能表中選擇一個選項。
4. 選擇使用激活的 **TCP** 或選擇使用者定義的 **TCP**。
您可以選擇忽略激活的 **TCP**。

特徵選擇

特徵空間是移動命令下的路點，應在指定這些路點時顯示（請參閱第16.3節）。也就是說，設置路點時，程式將記住工具在所選特徵的特徵空間中的坐標。以下幾種情況需要詳細解釋：

相對路點 所選特徵對相對路點無影響。總是針對**基座**方向發生相對移動。

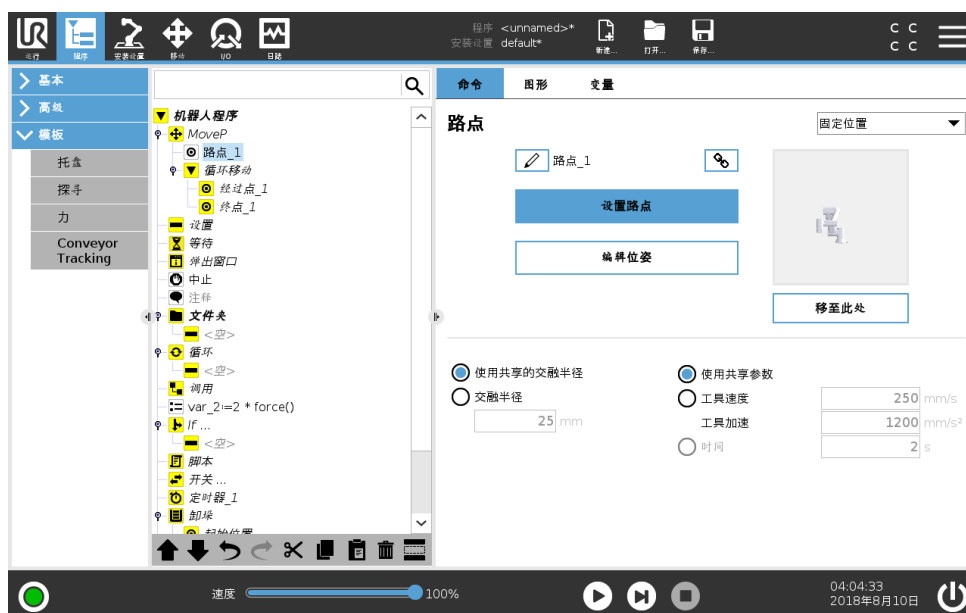
可變路點 當機械手臂移動到可變路點時，系統工具會將工具中心點 (TCP)計算為所選特徵之空間中的變數坐標值。因此，如果選擇另一特徵，機械手臂向可變路點的移動將不同。

特徵變數 您可以在程式運行時通過將姿態分配給其對應的變數來更改特徵的位置。

使用關節角度

作為 3D 姿位的替代方案，您可以在使用 **MoveJ** 定義路點（使用機器人關節角度）時勾選**使用關節角度**核取方塊。如果啓用**使用關節角度**，**TCP** 和功能選項則不可用。如果程式在機器人之間移動，則表示未調整**使用關節角度**定義的路點。

固定路點



機器人路徑上的點。路點是機器人程式的核心要素，指示機械手臂移動到哪個位置。透過將機械手臂實際移至相應位置教導固定位置的路點。

教導路點

教導是一個用於向機器人展示如何根據應用程式的特徵定位 TCP 的術語。如需教導機器人某個路點，請按照以下說明操作：

1. 在程式索引標籤中，插入**移動節點**。
2. 在移動節點中，使用**設定 TCP** 下拉式功能表設定 TCP。
3. 在移動節點中，使用**特徵**下拉式功能表選擇特徵。
4. 在路點模式中，使用**教導模式**或**緩慢移動**將機器人定位為所需配置。

使用路點

使用路點意味著在當前情況下套用特徵和 TCP 之間的教導關係。特徵和 TCP（套用於當前所選特徵）之間的關係有助於 TCP 到達理想位置。然後機器人計算出如何定位自己，使當前活動中的 TCP 到達該 TCP 位置。如需使用某個路點，請按照以下說明操作：

1. 在移動節點中，使用現有路點，或將路點插入不同的移動節點（例如，透過複製和粘貼或使用路點上的“連結”按鈕）。
2. 設置所需的 TCP。
3. 設置所需的特徵。

設置路點

路點名稱

路點會自動獲得唯一的名稱。該名稱可以由使用者更改。通過選擇鏈接圖標，航點被鏈接並共享位置資訊。即使它們可能被鏈接，也可以為單個路點設置其他路點資訊，例如：交融半徑、工具/關節速度和工具/關節加速度。

交融

交融使機器人能夠在兩個軌跡之間平穩過渡，而不會停在它們之間的路點。

例子 考慮一個拾取和放置應用作為示例（見圖15.2），機器人當前在路點 1（WP_1），它需要在路點 3（WP_3）上拾取一個物件。為了避免與物件和其他障礙物（O）的碰撞，機器人必須從路點 2（WP_2）方向接近 WP_3。因此，引入了三個路點來創建滿足要求的路徑。

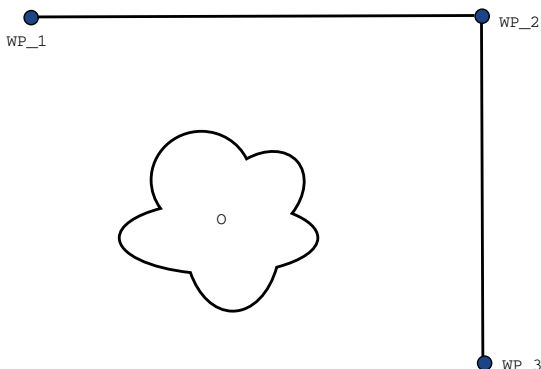


图 15.2: WP_1: 初始位置, WP_2: 通過點, WP_3: 拾取位置, O: 障礙物。

在不配置其他設置的情況下，機器人在繼續移動之前將於每個路點停止。對於這個任務，由於平直利的轉彎將需要更少的時間和精力，同時仍然滿足要求，因此停止在 WP_2 並不是最佳的做法。只要從第一軌跡到第二軌跡的過渡發生在這個位置附近，機器人就不能準確地到達 WP_2。

可以通過為路點配置交融以避免停止在 WP_2，從而允許機器人計算到下一個軌跡的平穩過渡。交融的主要參數是半徑。當機器人位於路點的交融半徑範圍內時，它可以開始交融並偏離原始路徑。由於機器人不需要減速並重新加速，這將允許更快更平穩的運動。

交融參數 除了路點外，多個參數將影響混合軌跡（見圖15.3）：

- 交融半徑（ r ）
- 機器人的初始和最終速度（分別在位置 $p1$ 和 $p2$ ）
- 移動時間（例如：如果設置軌跡的特定時間，這將影響機器人的初始/最終速度）
- 從... 到（MoveL、MoveJ）的軌跡類型

如果設置了交融半徑，機械手臂軌跡就會繞過路點從其周圍經過，以使機械手臂不會停在該點。混合區不能重疊，因此為當前路點設置的交融半徑不能與上一路點或下一路點的交融半徑重疊（如圖15.4所示）。

有條件的交融軌跡 交融軌跡受設定交融半徑的路點和程式樹中的下一路點影響。也就是說，在圖15.5的程式中，繞過 WP_1 從其周圍經過受到了 WP_2 的影響。在這個例子中，當繞過 WP_2 從其周圍經過時，其結果變得更加明顯。機器人有兩個可能的終點位置，在確定要交融的下一路點時，機器人必須在輸入交融半徑時評估 `digital_input[1]` 的當前讀數。這意味著在我們實際達到 WP_2 之前，**if...then** 運算式（或確定下一路點的其他必要語句，例如：可變路點）將被評估。當看程序列時，這似乎與我們的直覺判斷相違。如果某個路點是停止點，其次是條件運算式來決定下一個路點（例如：I/O 命令），則會在機械手臂停在此路點時執行該命令。

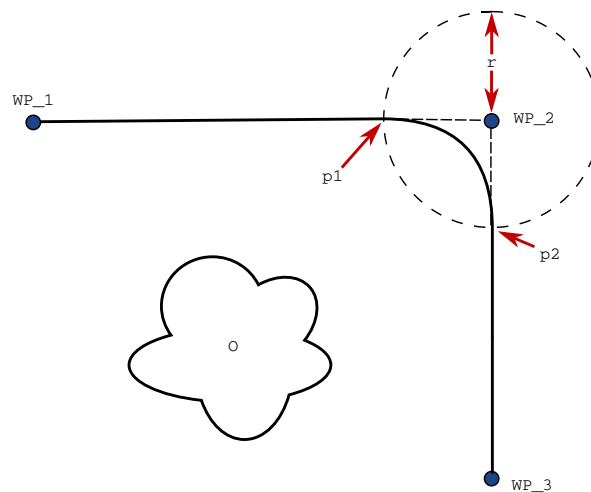


图 15.3: 與半徑 r 在 WP_2 上方交融，初始交融位置位於 p1，最後交融位置位於 p2。O 為障礙物。

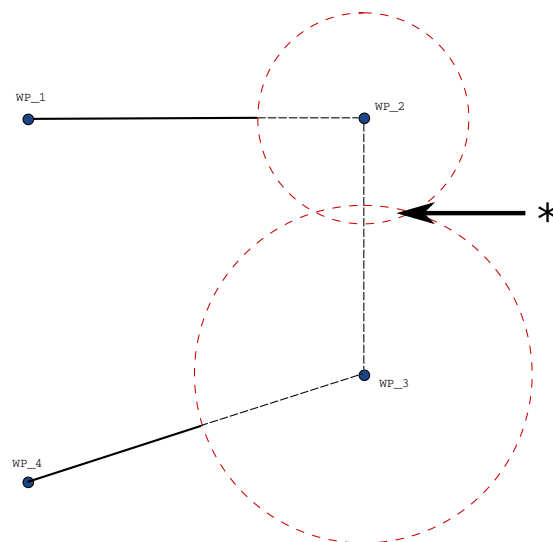


图 15.4: 不允許交融半徑重疊 (*)。

交融軌跡 不同的移動類型（即 MoveL、MoveJ 或 MoveP）會生成不同的交融軌跡。

- **MoveP 型交融** MoveP 型出現交融時，以恆定速度形成一個呈圓弧狀的交融位置。方向與兩個軌跡之間的平滑插補相交融。您可以將 MoveJ 或 MoveL 交融到 MoveP 中。在這種情況下，機器人使用 MoveP 的圓弧交融軌跡，並插補兩種運動的速度。但不能將 MoveJ 或 MoveL 與 MoveP 交融。相反，將 MoveP 的最後一個路點視為未交融的停止點。如果兩個軌跡形成一個接近 180 度（反向）的角度，則無法進行交融，因為會形成一個半徑非常小的圓弧，而機器人無法以恆定速度沿此圓弧移動。這會導致程式中的運行時間異常，但這可以透過調整路點形成一個稍大一點的角度進行糾正。
- **交融涉及 MoveJ** MoveJ 交融在關節間隙產生一條平滑的曲線。這適用於從 MoveJ 到 MoveJ、從 MoveJ 到 MoveL 和從 MoveL 到 MoveJ 的交融。相對於未出現交融的運動，交融會產生更平滑和更快的軌跡（請參見圖 15.6）。如果使用速度和加速度來指定速度曲線，

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

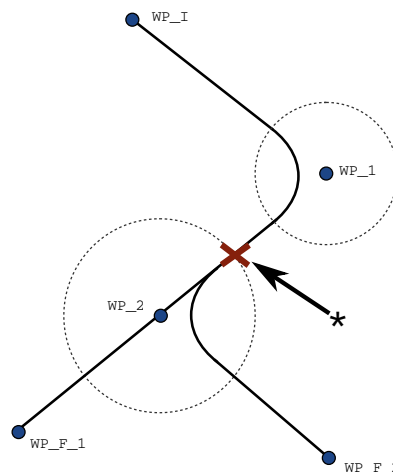


图 15.5: WP_I 為初始路點，有兩個潛在最終路點 WP_F_1 和 WP_F_2，取決於條件運算式。當機械手臂進入第二個交融時，條件 if 運算式被評估 (*)。

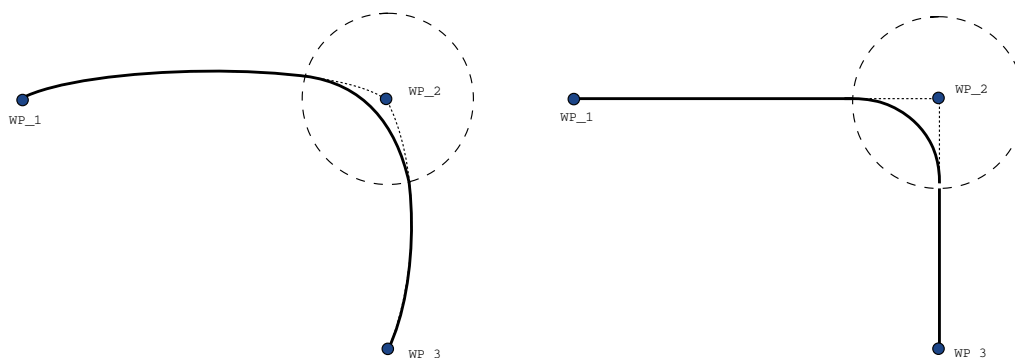
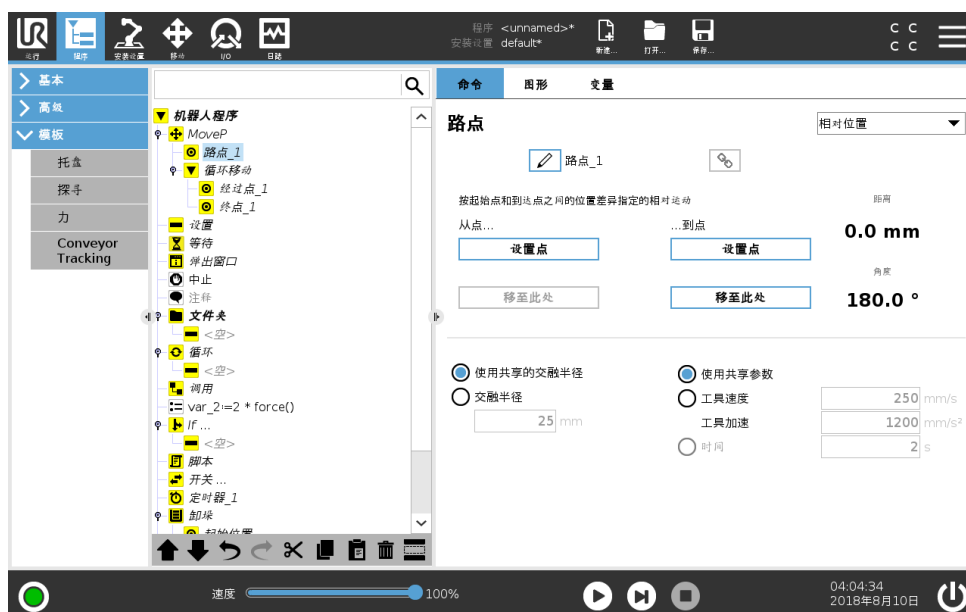


图 15.6: 關節空間 (MoveJ) 與笛卡爾空間 (MoveL) 移動和交融。

則交融時，交融僅出現在交融半徑內。如果使用時間，而非使用速度和加速度指定兩種運動的速度曲線，交融半徑以外的軌跡中可能會出現超調。如果兩個軌跡的時間存在較大差異，就會發生此種情況。

- **MoveL 型交融** MoveP 型出現交融時，以恆定速度形成一個呈圓弧狀的交融位置。方向與兩個軌跡之間的平滑插補相交融。機器人可在沿圓弧移動之前，在軌跡上減速，以避免產生非常高的加速度（例如，如果兩個軌跡之間的角度接近 180 度）。

相對路點

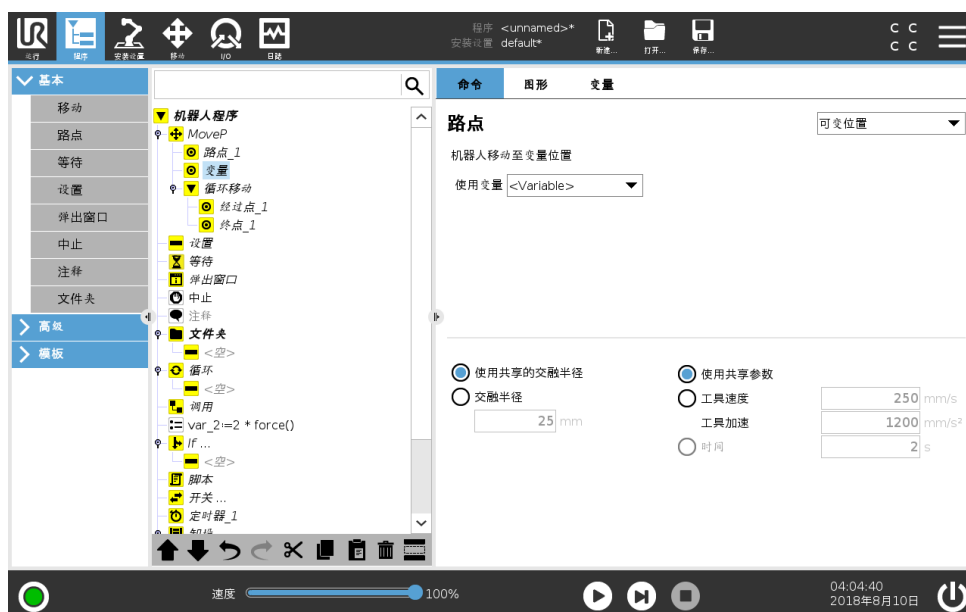


相對路點是指該路點的位置是以相對於機械手臂上一個位置的位置差的方式給出的，例如：“偏左兩厘米”。相對位置是根據兩個給定位置（從左至右）之間的差距而定義。

注意：重複的相對位置可能會將機械手臂移出其工作空間。

這裡的距離是指兩個 TCP 位置之間的笛卡爾距離。角度說明兩個位置之間 TCP 方向的變化幅度。更準確地說，是指描述方向變化的旋轉矢量的長度。

可變路點



可變路點係指該路點的位置由變量給定，在此情況下，`calculated_pos` 即為變量。變量必須是一個位姿，例如：

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`。前三個數字表示 *x*、*y*、*z* 坐標，後三個數字表示方向，以旋轉矢量表示，由矢量 *rx*、*ry*、*rz* 給定。軸長是指要旋轉的角度，以弧度表示，矢量本身給定了

要繞之旋轉的軸。位置始終是相對於參考框架或坐標系給定的，由所選特徵定義。如果在固定路點上設置交融半徑，並且其前後的路點可變，或者在可變路點上設置交融半徑，則不會檢查交融半徑是否重疊（請參閱參閱15.5.1）。如果運行程序時，交融半徑與點重疊，機器人將忽略它並移動到下一個點。

例如，將機器人沿著工具的 z-軸移動 20 mm:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Move1
```

路點_1（可變位置）：

使用變量 = var_1，特徵 = 工具

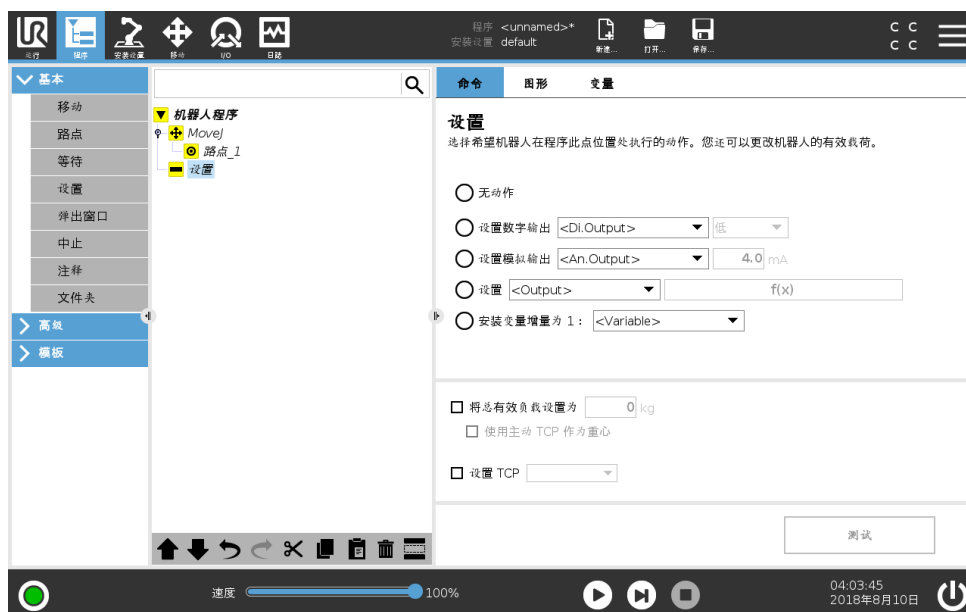
15.5.2 等待



等待在給定的時間內暫停 I / O 信號或表達式。如果選擇無等待，則不做任何事情。

注意：一旦啓用工具通信接口 TCI，工具模擬輸入不可用於等待選擇和表達式（參見16.1.10）。

15.5.3 設置

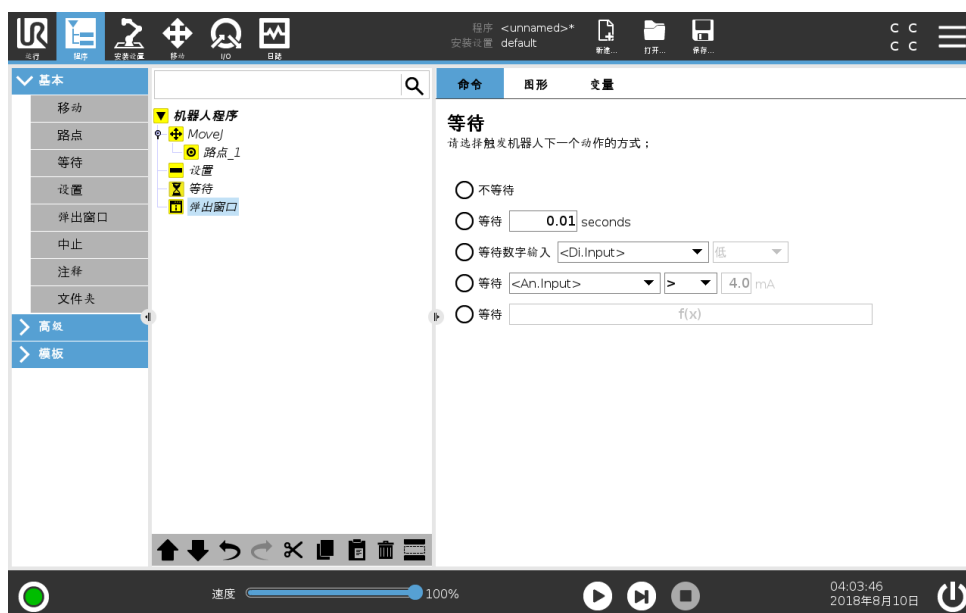


將數位輸出或模擬輸出設置為給定值。

也可用於設置機械手臂的有效負載。如果工具處承受的重量與預期重量不同，可能需要調整負載重量，以避免觸發機器人意外保護性停止。在預設情況下，激活的 TCP 也用作重心。如果激活的 TCP 不能用作重心，則可以取消選中該複選框。

激活的 TCP 也可以使用設置命令修改。只需勾選複選框，並從功能表中選擇一個 TCP 偏移。如果在編寫程式時已知特定運動的激活 TCP，您可以透過點擊左側基本功能表中的移動，使用 TCP 選項（請參閱 15.5.1）。關於配置指定 TCP 的更多資訊（請參閱 16.1.1）。

15.5.4 彈出窗口

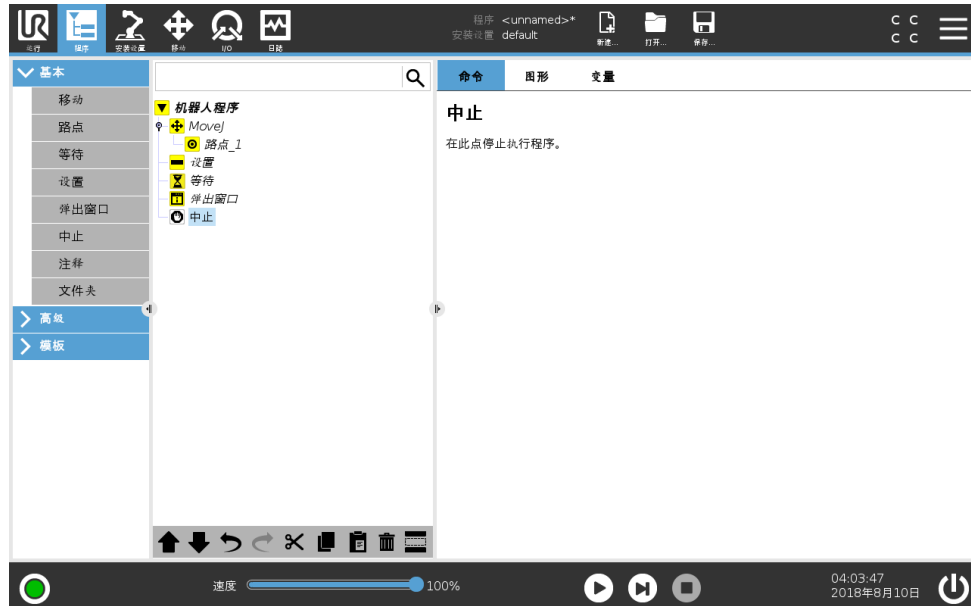


利用命令可指定一則消息，程序運行至此命令時在屏幕上顯示該消息。您可以選擇消息的樣式，通過屏幕鍵盤可輸入消息文本。顯示彈出窗口後，機器人將等待用戶/操作員按下窗口中的“確

定”按鈕，然後才繼續運程序。如果選中“中止程序執行”，機器人程序將在彈出此消息窗口時中止運行。

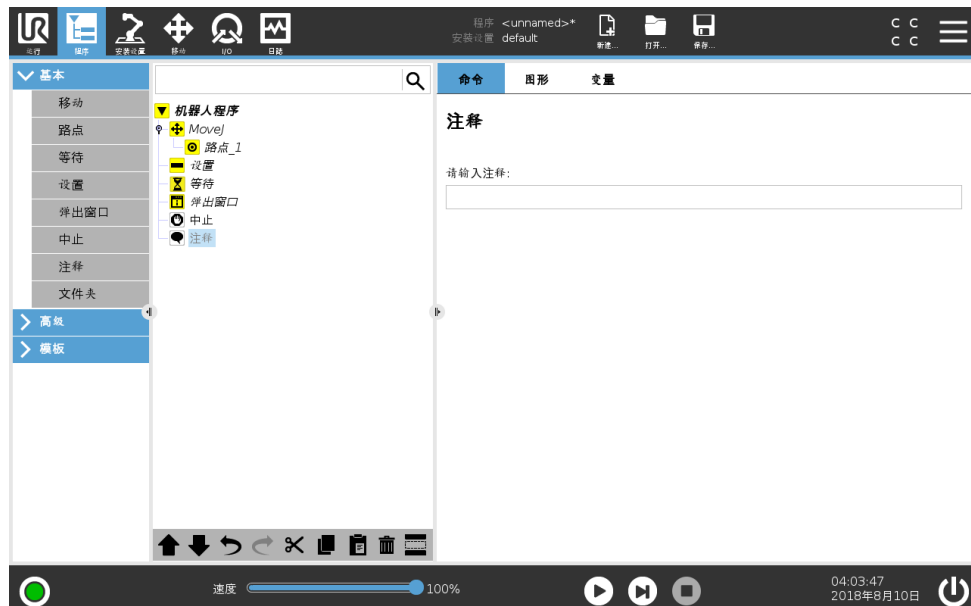
注意：消息被限制為最多 255 個字符。

15.5.5 中止



程序將在該點停止運行。

15.5.6 註釋



此命令允許編程員向程序添加一行文本。程序運行期間，此行文本不會執行任何操作。

15.5.7 文件夾



文件夾命令用於整理程序並給具體的程序部分加註標籤，以使程序樹清晰明了，程序更易於讀取和瀏覽。

文件夾對程序及其執行沒有影響。

15.6 高級程序節點

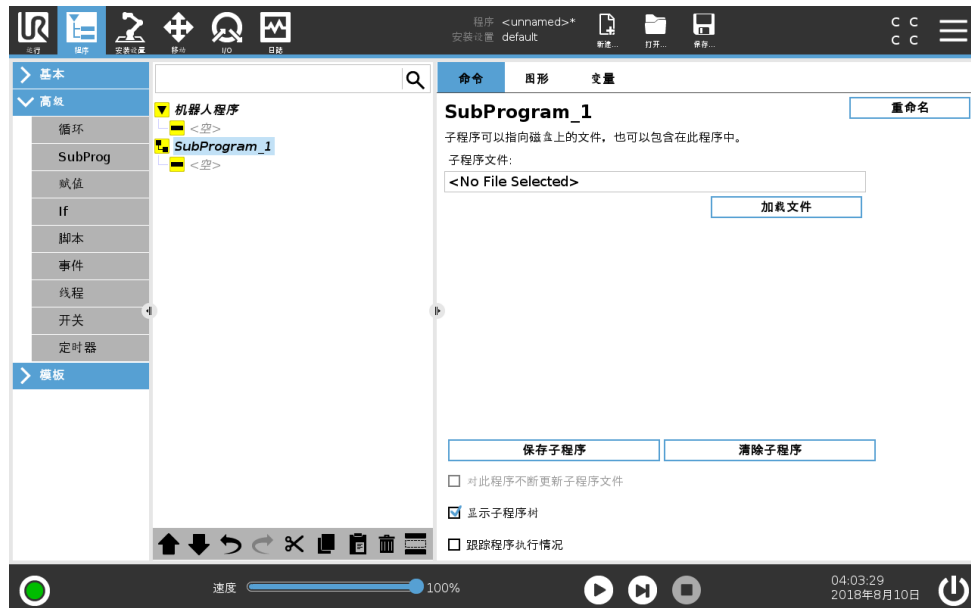
15.6.1 循環



循環運行基本程序命令。基本程序命令可以無限循環運行，也可以運行指定次數，或者只要給定條件為真，即持續運行，具體取決於所做選擇。循環運行指定次數時，程序將創建一個專用循環變量（即上面截屏中所謂的 loop_1），此變量可在循環內部的表達式中使用。循環變量從 0 開始計數，直至 $N - 1$ 。

如果循環命令的結束條件是一個表達式，PolyScope 允許選擇持續判斷該表達式，因此，執行循環期間可隨時中斷“循環”，而不是只在每次迭代運行之後中斷。

15.6.2 子程序



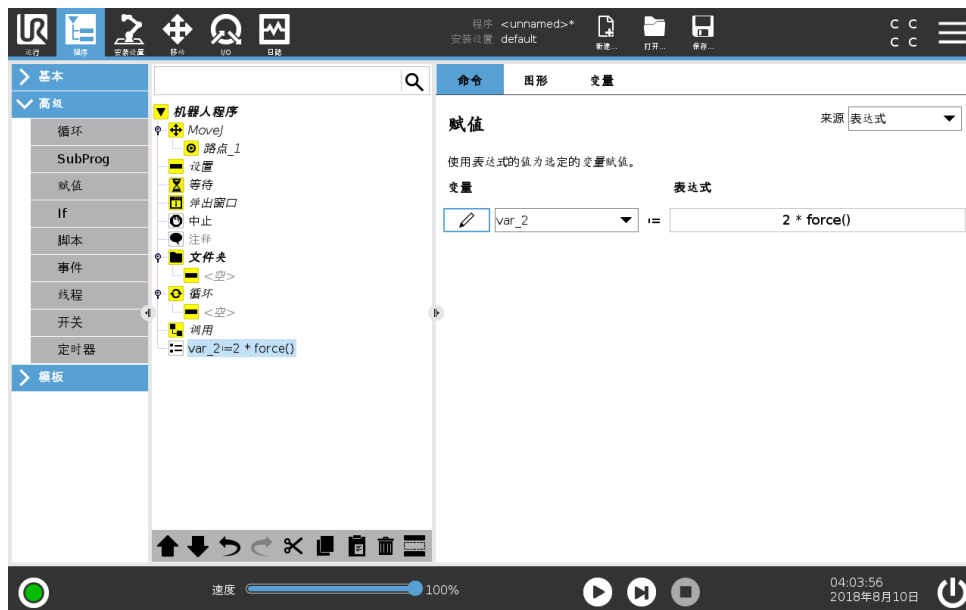
子程序命令可以將所需的程序部分存放在多個位置。子程序可以是磁盤上的獨立文件，也可以隱藏以免被意外修改。

調用 SubProgram



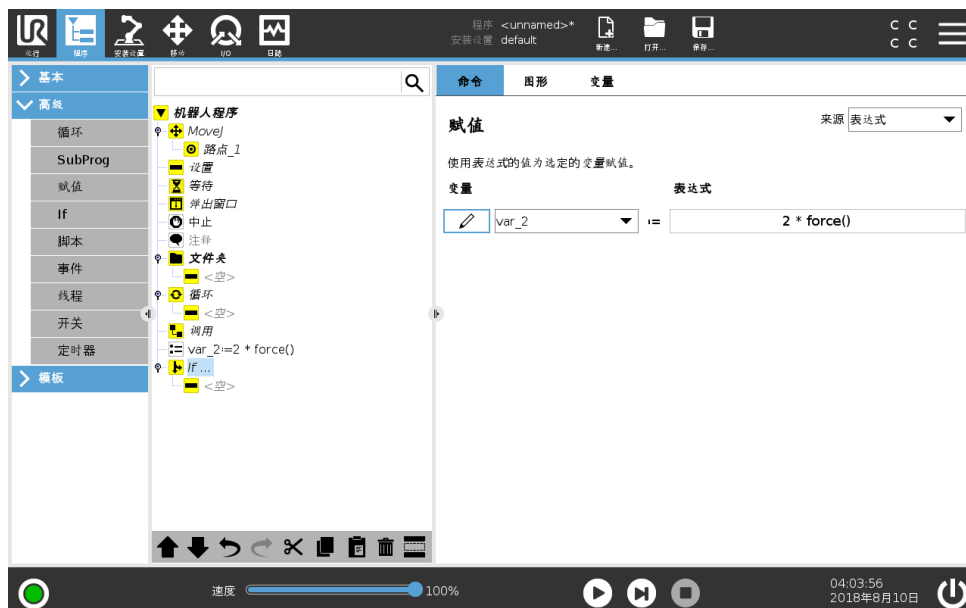
調用子程序時將運行子程序中的程序行，運行完子程序中的程序行後再返回到程序的下一行繼續運行。

15.6.3 賦值



為變量賦值。通過賦值可將右側的計算值賦給左側的變量。此命令在複雜程序中很實用。

15.6.4 If



if...Else 命令結構可以根據傳感器輸入或變量值來改變機器人的行為。使用表達式編輯器來描述機器人遵循此 **If** 命令語句的條件。如果條件為真，則將執行此 **If** 命令內部的語句。

If 命令可以有多个 **Elseif** 語句，可以使用 **Add Elseif** 和 **Remove Elseif** 按鈕添加和刪除這些語句。但是，**If** 命令只能有一個 **Else** 語句。

注意：您可以選擇不斷檢查表達式複選框以在執行所含的命令時，判斷 **If** 命令和 **Elseif** 語句的條件。如果 **If** 命令中的表達式評估為假，則遵循 **Elseif** 或 **Else** 語句。

15.6.5 腳本



使用此命令可訪問由機器人控制器執行的底層實時腳本語言。這是專門針對高級用戶的，使用指南可以在支持網站 (<http://www.universal-robots.com/support>) 上的腳本手冊中找到。

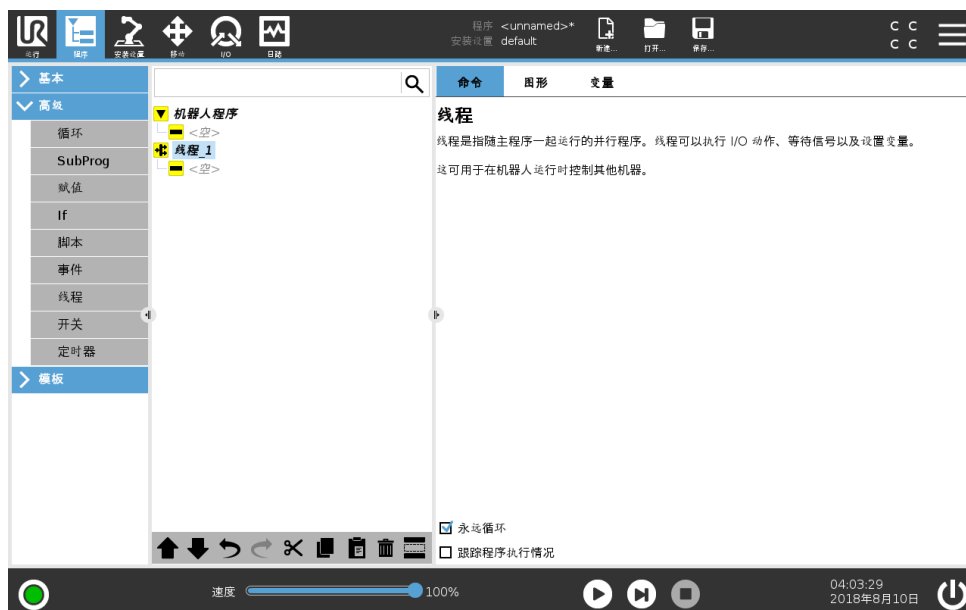
如果在右上角選中“文件”選項，可以創建和編輯腳本程序文件。通過此方式，可以將長而複雜的腳本程序與 PolyScope 軟件提供的界面友好的操作員編程功能配合使用。

15.6.6 事件



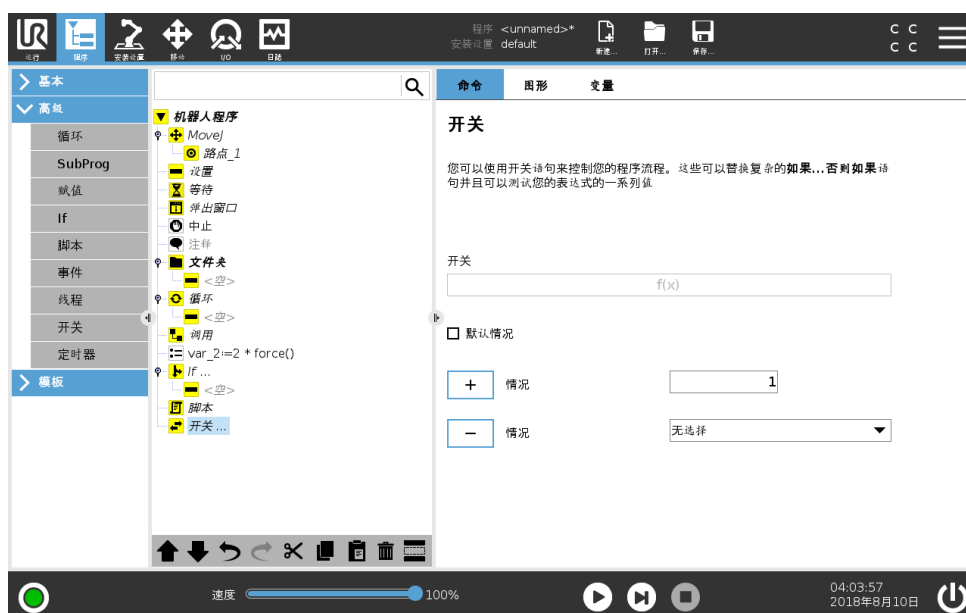
事件命令可用於監控輸入信號，以及在輸入信號呈高電平時執行某個動作或設置變量。例如：當輸出信號呈高電平時，事件程序可等待 200ms，然後將其重新設置為低電平。這樣，如果外部機器上的觸發機制是上升沿而非高輸入電平時，主程序代碼要簡單得多。每個控制周期（8ms）檢查事件。

15.6.7 線程



線程是機器人程序的一個並行進程。線程可用於控制與機械手臂無關的外部機器。線程可以通過變量和輸出信號和機器人程序進行通訊。

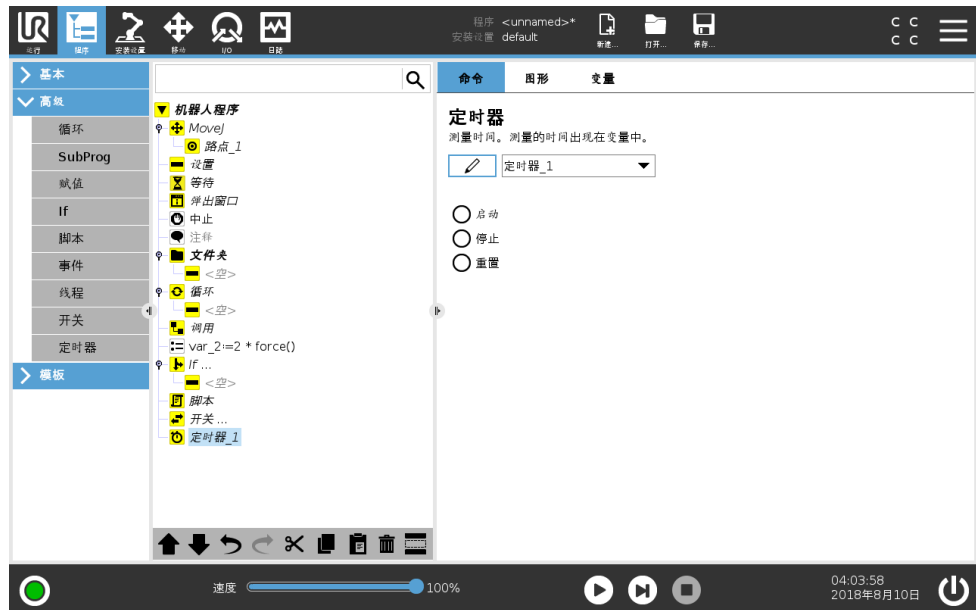
15.6.8 開關



開關盒結構可以指示機器人根據傳感器輸入或變數值來改變其行為。使用**運算式編輯器**可描述基本條件及定義機器人繼續執行此開關命令的子命令的情況。如果條件被評估匹配其中一個情況，則將執行盒命令內部的命令行。如果指定了預設盒，則只有在沒有找到其他匹配的情況下，才會執行這些命令行。

每個開關可以包含多個盒和一個預設盒。開關只能有任何盒值的一個實例。可以使用熒幕上的按鈕添加盒。盒命令可從該開關熒幕上刪除。

15.6.9 計時器



計時器用於計量運行機器人特定部件所需的時長。程式變數

15.7 模板

15.7.1 托盤



托盤操作可以在以模式形式給定的一組位置執行運動序列（請參閱15.7.1.1）。在模式中的每個位置處，將相對於此模式位置執行運動序列。

編寫托盤操作程序

編程步驟如下：

1. 定義模式。

2. 確定用於在每個點拾取/放置工件的**托盤序列**。序列描述在每個模式位置應完成的動作。
3. 使用序列命令屏幕上的選擇器定義序列中應與模式位置相對應的。

托盤序列/錨式序列

在**托盤序列**節點中，機械手臂相對於托盤位置而運動。使機械手臂處於由模式在**錨點位置/模式點處**指定的位置。為滿足這一原則，將相應移動所有剩餘位置。

勿在序列中使用**移動**命令，因為該命令的運動不是相對於錨點位置。

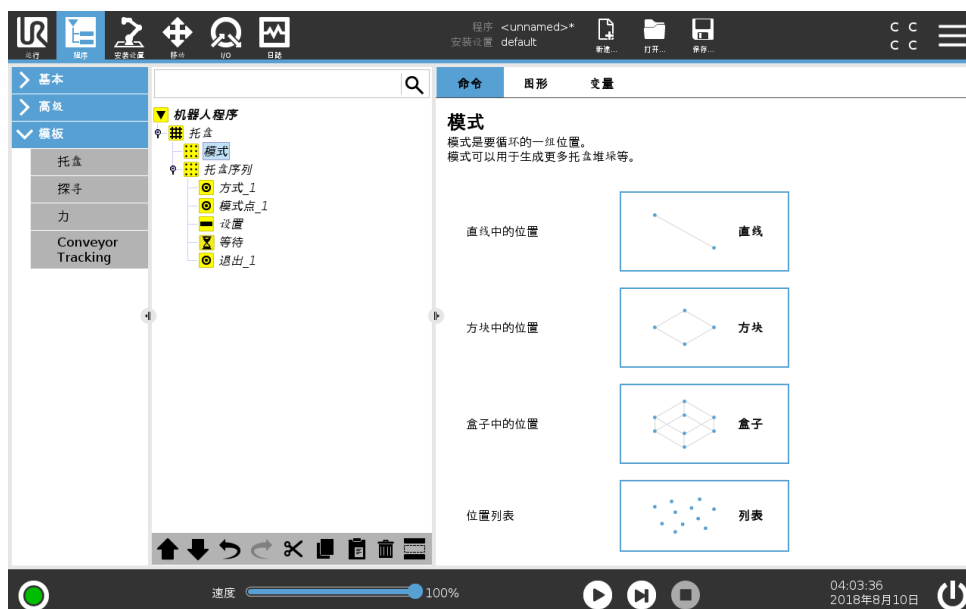
“BeforeStart”

可選的 **BeforeStart** 序列只在操作開始之前運行。這可用於等待信號就緒。

“AfterEnd”

可選的 **AfterEnd** 序列在操作完成後運行。這可用於向輸送機發送開始運動信號，以為下一托盤做好準備。

15.7.1.1 模式



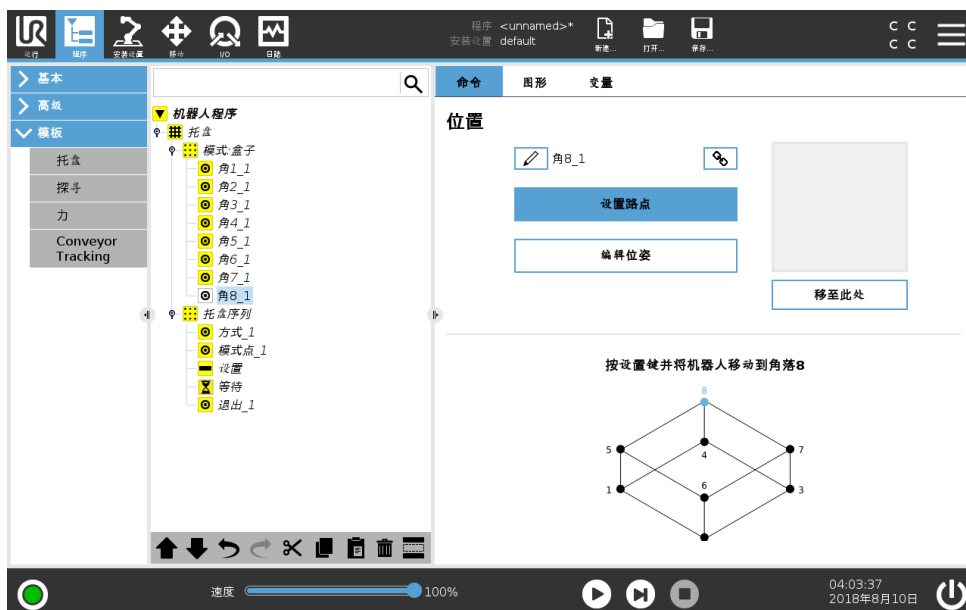
模式命令可用于在机器人程序中指示机器人循环通过各个位置。每次执行**模式**命令时，其均与一个位置相对应。

模式可分为四种类型。前三种分别是**直線**、**方块**和**盒子**，这三种可用于表示符合正规模式的位置。正规模式通过定义模式各边的多个特征点来定义。**直線**模式由两个端点来确定，**方块**模式由四个角点中的三个角点来确定，**盒子**由八个角点中的四个角点来确定。程序员输入沿模式每条边的位置数量。然后，机器人控制器通过按比例添加矢量来计算各个模式位置。

如果要经过的位置不属于正规模式，可以选择**列表**选项，程序员可在其中指定包含所有位置的位置列表。通过此方式，可以实现各种位置排列。

定義模式

選擇**盒子**模式時，屏幕將變成如下圖所示。



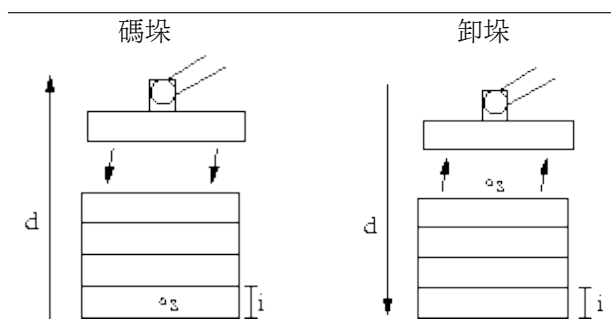
盒子模式使用三个矢量定义盒子的边。这三个矢量由四个点确定，第一个矢量从点一至点二，第二个矢量从点二至点三，第三个矢量从点三至点四。每个矢量按输入的间隔计数进行划分。模式中的具体位置只需按比例添加间隔矢量即可计算得出。

直线和方块模式的原理方式与此类似。

机器人经过各个模式位置，程序会使用一个计数变量。您可在模式命令屏幕中看到这个变量的名称。变量从数字 0 一直循环增加至 $X * Y * Z - 1$ （模式中的点数）。此变量可通过赋值命令进行操作，并可在表达式中使用。

15.7.2 探寻

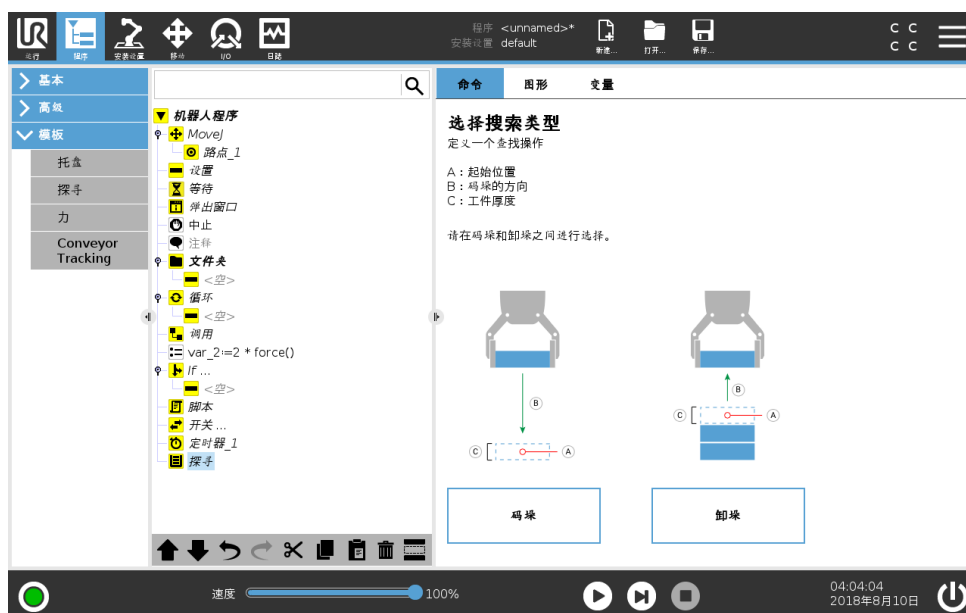
探寻命令使用传感器确定机器人工具何时抵达可以抓取或放下工件的正确位置。传感器可以是按钮开关、压力传感器或电容传感器。此功能适用于处理厚度不一的工件堆垛或工件的精确位置无从知晓或难以编程的情况。



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

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

碼垛



碼垛時，機械手臂將移至起始位置，然後反向移動以搜索下一個堆垛位置。找到下一個堆垛位置時，機器人將記住此位置並執行特定序列。在下一輪，機器人將從所記住的位置開始以工件厚度為增量沿著碼垛方向搜索。當碼垛高度超出所定義的數值時，或者傳感器發送信號時，碼垛操作即告完成。

卸垛



卸垛時，機械手臂從起始位置沿著指定方向移動，搜索下一工件。屏幕上的條件決定何時到達下一工件。當條件滿足時，機器人將記住此位置並執行特定序列。在下一輪，機器人將從所記住的位置開始以工件厚度為增量沿著卸垛方向搜索。

起始位置

起始位置是指開始執行堆垛操作的位置。如果忘記定義起始位置，堆垛操作將從機械手臂當前位置開始。

方向



方向由兩個位置確定，通過第一個位置 TCP 到第二個位置 TCP 之間的位置差距來計算。
注意：方向不考慮點的朝向。

下一個碼垛位置表達式

機械手臂沿著方向矢量移動，同時不斷判斷是否已到達下一個堆垛位置。當表達式結果為真時，將執行特定序列。

“BeforeStart”

可選的 BeforeStart 序列只在操作開始之前運行。這可用於等待信號就緒。

“AfterEnd”

可選的 AfterEnd 序列在操作完成後運行。這可用於向輸送機發送開始運動信號，以為下一個堆垛做好準備。

拾取/放置序列

與托盤操作（15.7.1）類似，機器人在每個堆垛位置會執行一個特定程序序列。

15.7.3 力

在器人工作空間內 **力模式** 允許可選軸在器人工作空間內具有柔順性和力。在力命令下，機械手臂的所有移動都處於**力模式**。機械手臂在**力模式**下移動時，可以選擇一個或多個軸為的柔性軸。機械手臂符合順從軸上的環境。這意味著機械手臂會自動調整其位置以達到所需的力。也可以讓機械手臂自身對其環境（如工件）施加一個力。

力模式適用於沿預定軸的實際 TCP 位置不重要，但沿著該軸所需的力度必須達到的情況。例如，如果器人 TCP 在曲面上滾動，則推動或拉動工件。**力模式**還支持繞預定軸施加一定扭矩的情況。

注意：如果某個設置了非零力度的軸沒有遇到障礙物，機械手臂將嘗試沿著該軸加速。

即使某個軸已被選為柔性軸，但器人程式仍將試圖沿著該軸移動器人。但是，力控制會確保機械手臂仍然施加接近規定的力值。

**警告:**

1. 在進入強制模式之前避免高速減速。
2. 在力模式下避免高加速度，因為它會降低力控制精度。
3. 進入強制模式之前，避免平行於兼容軸的運動。

**特徵選擇**

特徵功能表用於選擇機器人在力模式下工作時將使用的坐標系（軸）。功能表中的特徵為安裝時所定義的特徵（請參閱 16.3）。

力模式類型

力模式有四種不同的類型，每種類型定義一種對所選特徵的理解方式。

- **簡單**：在力模式下將只有一個柔性軸。沿著該軸的力可以調節。所需的力將始終沿著所選特徵的 **z**-軸施加。但是，對於直線特徵，會沿著他們的 **y**-軸施加力。
- **框架**：框架類型可實現更高級的應用。在這裡，所有六個自由度的柔順性和力都可以單獨選擇。
- **點**：選擇了點時，任務框架會讓 **y**-軸從機器人 TCP 指向所選特徵的起點。機器人 TCP 與所選特徵的起點之間的距離必須至少為 **10 mm**。請注意，運行過程中任務框架將隨著機器人 TCP 位置的變化而變化。任務框架的 **x**-軸和 **z**-軸取決於所選特徵的原始方向。
- **運動**：運動表示任務框架將隨 TCP 運動方向而變化。任務框架的 **x**-軸將是 TCP 移動方向投射到所選特徵的 **x**-軸和 **y**-軸所決定平面上的投影。**y** 軸將垂直於機械手臂運動，並在所選特徵的 **x-y** 平面內。此類型適用於沿複雜路徑的去毛刺作業，此時需要一個垂直於 TCP 運動的力。

請注意，當機械手臂不再移動時：如果在機械手臂站立不動時進入力模式，在 TCP 速度高於零之前將沒有柔性軸。如果隨後依然是在力模式下機械手臂再次站立不動，任務框架的方向與上一次 TCP 速度大於零時的方向相同。

對於後三種類型，當機器人正在力模式下工作時，實際任務框架可在運行時在圖形索引標籤（請參閱 15.3）上查看。

力值選擇

- 可以為順從軸設置力值或扭矩值，機械手臂調整其位置以獲得選定的力。
- 對於不符合標準的軸，機械手臂將遵循程式設定的軌跡。

對於平移參數，力的單位為牛頓 [N]，對於旋轉參數，扭矩單位為牛頓米 [Nm]。



注意：

您必須執行以下操作：

- 在單獨的線程中使用 `get_tcp_force()` 指令碼函數來讀取實際的力和扭矩。
- 糾正扳手矢量，如果實際力和/或扭矩低於要求。

速度限制

可將柔性軸的笛卡爾速度設置為最大。只要不與其他物體接觸，機器人就可以在力度受控的情況下以此速度移動。

測試力設置

標有**測試**的開關按鈕可將教導器背面**自由驅動**按鈕的行為從正常自由驅動模式切換到測試力命令。

當**測試**按鈕開啓、教導器背面的**自由驅動**按鈕按下時，機器人將仿照程式已達到此力命令的情況來進行工作。通過這一方法，可在實際運行完整程式之前驗證各項設置。這一可能性對驗證柔性軸和力是否選擇正確尤其有用。只需要用一隻手握住機器人 TCP，另一隻手按**自由驅動**按鈕，並注意機械手臂能夠/不能夠移動的方向。離開此熒幕時，測試按鈕會自動關閉，這意味著教導器背面的**自由驅動**按鈕再次用於正常**自由驅動**模式。

注意：僅當為力命令選擇了有效的特徵時，**自由驅動**按鈕才有效。

15.7.4 輸送機跟踪

可將機器人配置為跟踪輸送機的移動。輸送機跟踪在安裝索引標籤中定義。配置正確時，機器人將調整其運動以跟隨輸送機。輸送機跟踪設置（請參閱第16.1.7節）提供了將機器人配置為使用絕對和增量編碼器以及線性和圓形輸送機的選項。傳送帶跟踪程式節點位於模板下的程式索引標籤中。跟踪輸送機的同時允許在該節點下的所有運動，但它們相對於輸送機的移動。

15.8 第一個程序

程序是一個告訴機器人該做什麼的命令列表。**PolyScope** 允許只有很少編程經驗的人員編程機器人。對於大多數任務，整個編程過程使用觸摸屏即可完成，無需鍵入任何晦澀難懂的命令。

刀具運動是機器人程序的一部分，教導機器人手臂如何移動。在 **PolyScope** 中，工具運動使用一系列**路點**設置。合併的航點構成了機器人手臂遵循的路徑。使用移動選項卡設置航點，手動移動（示教）機器人至某個具體位置，或由軟件計算得出。使用移動選項卡（請參閱 17）將機器人手臂移動到所需的位置，或者通過將機器人手臂拉到就位來示教位置，同時按住後面的自由力按鈕。

除了移動通過路點外，程序還可在機器人路徑中的特定點處向其他機器發送 I/O 信號，並可根據變量和 I/O 信號執行 **if...then** 和 **loop** 等命令。

以下是一個簡單的程序，它允許已啟動的機器人手臂在兩個航點之間移動。

1. 在 PolyScope 標題文件路徑中，點擊**新建...**並選擇**程序**。
2. 在基本下，點擊**航點**以將航點添加到程序樹中。默認的 **MoveJ** 也被添加到程序樹中。
3. 選擇新的航點，然後在命令選項卡中，點擊**航點**。
4. 在移動工具屏幕上，按移動箭頭移動機器人手臂。
您也可以通過按住自由驅動按鈕並將機器人手臂拉到所需的位置來移動機器人手臂。
5. 一旦機器人手臂就位，按 **OK** 鍵，新的航路點顯示為路點 **_1**。
6. 按照步驟 2 到 5 創建路點 **_2**。
7. 選擇路點 **_2** 並按下向上箭頭，直到它位於路點 **_1** 之上以更改移動的順序。
8. 站在離開機器人的位置，按住緊急停止按鈕並在 **PolyScope Footer** 中，按住機器人手臂的**播放**按鈕，在路點 **_1** 和路點 **_2** 之間移動。
恭喜！您現已編完了您的第一個機器人程序，該程序可指示機器人手臂在給定的兩點之間移動。



警告:

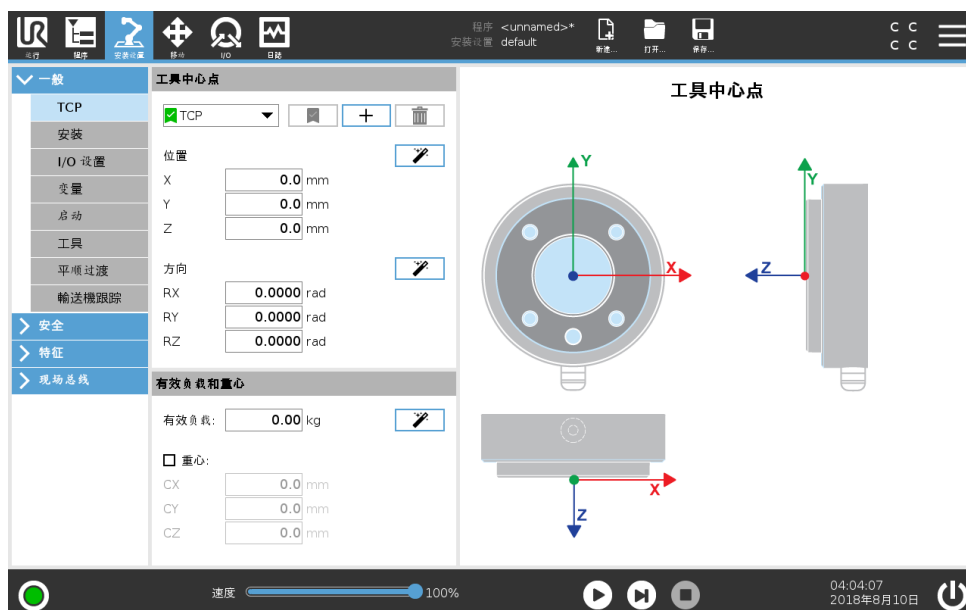
1. 不要讓機器人移到自身或其他物體中，因為這會對機器人造成損害。
2. 您的頭和軀幹不能位於機器人可接觸到的範圍（工作區）。請不要將您的手指放在機器人可抓住的地方。
3. 這只是一個快速啟動指南，教您如何輕鬆地使用 **UR** 機器人。該指南的前提是環境安全無害，用戶謹慎小心。請不要將速度或者加速度上調至默認值之上。在使機器人進入操作之前，始終進行風險評估。

16 安裝選項卡

16.1 一般

安裝選項卡允許您配置影響機器人和 PolyScope 整體性能的設置。

16.1.1 TCP 配置



工具中心點（TCP）是機器人工具的點。設置工具中心點熒幕的安裝索引標籤定義和命名了 TCP（如上所示）。每個 TCP 都包含相對於工具輸出法蘭中心而設定的轉換和旋轉。

當編程返回到先前存儲的航點時，機器人將 TCP 移動到航點內保存的位置和方向。當為線性運動編程時，TCP 以線性方式移動。

X、Y 和 Z 坐標決定了 TCP 的位置，而 RX、RY 和 RZ 坐標決定了其方向。當所有值均為零時，TCP 與工具輸出法蘭的中心點重合，並應用熒幕顯示的坐標體系。

添加、修改和刪除 TCP

要定義新的 TCP，請點擊**新建**按鈕。所創建的 TCP 會自動獲取一個唯一的名稱，並可在下拉式功能表中選擇。所選 TCP 的轉換和旋轉可以通過點擊相應的空白文本欄位並輸入新值來修改。要刪除所選的 TCP，只需點擊**刪除**按鈕。最後一個剩餘 TCP 無法刪除。

預設和激活的 TCP

在可用 TCP 下拉式功能表中，預設 TCP 的名稱左側有一個綠色複選標記圖標。要將 TCP 設置為預設，請選擇所需的 TCP 並點擊**設為預設**。

TCP 偏移量被指定為激活的，以確定笛卡爾坐標系統空間中的所有線性運動。使用者可在圖形索引標籤（請參閱 15.3）上觀看激活 TCP 的運動。在程式運行之前，預設 TCP 被設置為活動 TCP。在程式中，任何指定 TCP 都可設為激活的 TCP 用於機器人的特別移動（請參閱 15.5.1 和 15.5.3）。

教導 TCP 位置



TCP 位置坐標可通過以下步驟自動計算：

1. 點擊 **TCP 位置嚮導**。
2. 在機器人工作空間中選擇一個固定的點。
3. 使用螢幕右側的位置箭頭從至少三個不同角度移動 TCP，並保存工具輸出法蘭的相應位置。
4. 使用**設置**按鈕將驗證過的坐標應用到合適的 TCP。這些位置必須足夠多樣化，以確保計算結果正確。如果它們不夠多樣化，按鈕上方的狀態 LED 將變為紅色。

即使只要三個位置便足可確定 TCP，但仍然需要使用第四個位置來進一步驗證計算結果正確。每個為計算所得 TCP 保存的點的质量通過相應按鈕上的 LED 為綠色、黃色還是紅色來指示。

教導 TCP 方向



1. 點擊 **TCP 方向嚮導**。

16.1 一般

2. 從下拉列表中選擇一個特徵。（請參閱 16.3）了解有關定義新特徵的更多資訊
3. 點擊**選擇點**並使用**移動工具箭頭**到工具的方向和相應的 TCP 與所選特徵的坐標系統重合的位置。
4. 驗證計算所得的 TCP 方向，並通過點擊**設置**將其應用於所選的 TCP 上。

有效負載

機器人工具的重量在螢幕下方指定。要更改此設置，只需輕按白色文本欄位並輸入新的重量。所作設置將應用於所有指定的 TCP。有關最大允許有效負載的詳細資訊，請參閱**硬件安裝手冊**。

有效載荷估計

此功能允許機器人幫助設置正確的有效載荷和重心。

使用有效負載估算嚮導

1. 在安裝索引標籤的常規項下，選擇 **TCP**
2. 在 TCP 螢幕上，在有效負載和重心位置點擊**有效負載和重心嚮導**。
3. 在有效載荷估計嚮導中點擊**下一步**
4. 按照步驟設置四個位置。
設置四個位置需要將機械手臂移動到四個不同的位置。每個位置都被測量。單個測量可以通過點擊重心欄位並輸入值來修改。
5. 所有測量完成後，點擊**完成**



注意:

遵循以下準則以獲得最佳有效負載評估結果:

- 確保四個 TCP 位置彼此盡可能不同
- 在短時間內執行測量



警告:

- 避免在估計之前和期間拉動工具和/或附加的有效載荷
- 機器人安裝和角度必須在安裝中正確定義

重心

使用 CX、CY 和 CZ 區域指定刀具的重心。如果未指定，則認為 TCP 是工具的重心。這些設置適用於所有定義的 TCP。



警告:

使用正確的安裝設置。用程式保存並加載安裝檔案。

16.1.2 安裝



指定機器人手臂的安裝有兩個目的：

1. 在屏幕上正確顯示機械手臂。
2. 告知控制器重力方向。

高級動力學模型確保機械手臂平穩精確地運動，並使機械手臂處於**自由驅動模式**時能夠自我支撐。為此，機械手臂的安裝務必設置正確，這一點至關重要。



警告：

如果沒有正確地設置機械手臂安裝，這將導致頻繁的安全停止，和/或機械手臂在**自由驅動**按鈕按下時會活動。

如果機械手臂安裝在平穩的檯面或地面上，無需對此屏幕進行任何更改。但是，如果機械手臂採用**吊頂式安裝**、**壁掛式安裝**或呈**一定角度安裝**，則需使用屏幕中的按鈕對其進行調整。

屏幕右側的按鈕可用於設置機械手臂的安裝角度。右側前三個按鈕可將角度設置為**吊頂**（180°）、**牆壁**（90°）、**地面**（0°）。**傾斜**按鈕設置任意角度。

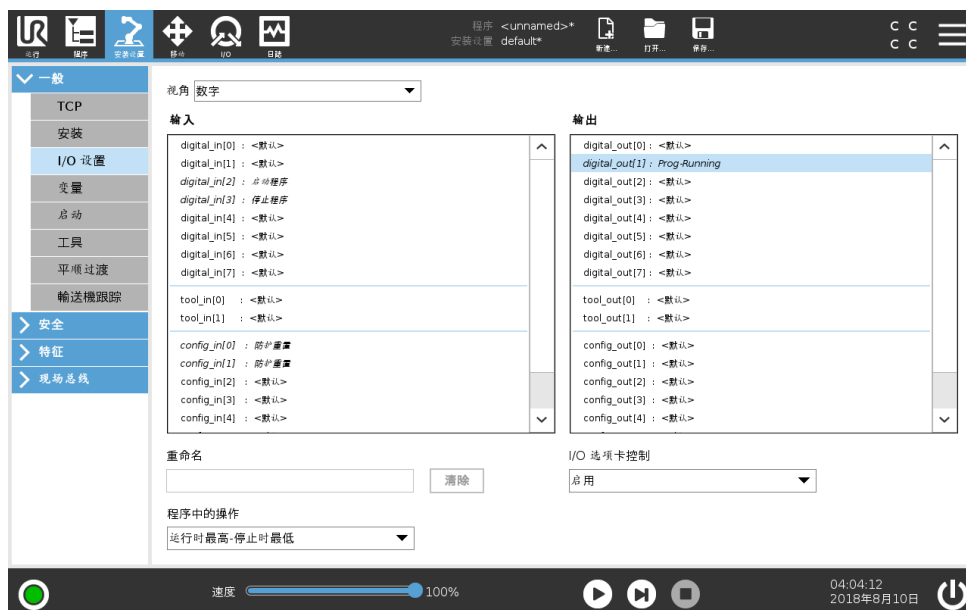
屏幕底部的按鈕用於旋轉機械手臂的安裝角度，以與實際安裝角度保持一致。



警告：

使用正確的安裝設置。用程序保存並加載安裝文件。

16.1.3 I/O 設置



在 I/O 設置螢幕上，使用者可以定義 I/O 訊號並使用 I/O 索引標籤控件配置操作。

注意：當工具通信接口 **TCI** 啟用時（參見 16.1.10），工具模擬輸入變為不可用。

輸入和輸出部分列出 I/O 訊號的類型，如：

- 數位標準通用、可配置和工具
- 模擬標準通用和工具
- MODBUS
- 通用寄存器（布爾、整數和浮點）通用寄存器可以通過通訊總線訪問（例如：Profinet 和乙太網路/IP）。

16.1.4 I/O 訊號類型

要限制輸入和輸出部分中列出的訊號數量，請使用螢幕頂部的查看下拉式功能表，根據訊號類型更改顯示的內容。

16.1.5 分配使用者定義的名稱

要輕鬆記住訊號在與機器人一起工作時所做的工作，使用者可以將名稱與輸入和輸出訊號相關聯。

1. 選擇所需的訊號
2. 點擊螢幕下方的文本欄位來設置名稱。
3. 要將名稱重置為預設，請點擊清除。

必須給通用寄存器一個使用者定義的名稱以使其在程式中可用（即：針對 **Wait** 命令或 **If** 命令的條件運算式）等待和如果命令分別在（15.5.2）和（15.6.4）中描述。命名的通用寄存器可以在運算式編輯器螢幕的輸入或輸出選擇器中找到。

16.1.6 I/O 操作和 I/O 索引標籤控制

輸入操作 可以將不用於安全功能的標準通用數位輸入、兩個數位工具輸入、布爾型通用輸入寄存器以及可配置輸入（請參閱 2.1）設置為觸發某個操作。可用操作：

- 啟動當前程式
- 停止當前程式
- 暫停當前程式

此外，當輸入為高/低時，可以配置一個動作進入或離開自由驅動模式。（類似於使用教導器背面的**自由驅動**按鈕）。

輸出動作 預設情況下，輸出在程式停止運行後保留其值。可對此等數位輸出類型進行以下輸出操作：

- 數位輸出
- 工具輸出
- 可配置輸出
- 通用布爾輸出
- 數位 MODBUS 輸出
- 模擬輸出（輸出達到最大或最小）

可用操作包括：

不運行時低：程式狀態係“停止”或“暫停”時輸出較低。

不運行時高：程式狀態係“停止”或“暫停”時輸出較高。

不運行時較高，停止時較低：程式狀態係“停止”或“暫停”時輸出較低，運行時較高。

I/O 索引標籤控制 還可以指定是否可在 I/O（由程式員、或操作員和程式員共同協作），或者只有機器人程式可改變輸出值。

16.1.7 輸送機跟踪

使用輸送機時，可將機器人配置為跟踪其移動。輸送機跟踪設置提供了將機器人配置為使用絕對和增量編碼器以及線性和圓形輸送機的選項。

輸送機參數

增量 編碼器可以被連接到數字輸入 0 至 3。數字信號的解碼以 40kHz 運行。使用正交編碼器（需要兩個輸入），機器人將能夠確定速度與輸送機方向。如果輸送機的方向是恆定的，可以使用單個輸入檢測上升、下降或升降邊緣以確定輸送機的速度。

絕對 編碼器可以通過 MODBUS 信號連接。這需要在（請參閱 16.4.1 節）中預先配置一個數字式 MODBUS 輸入。

線性輸送機

當選擇了線性輸送機時，必須在安裝的**特徵**部分中配置直線特徵，以確定輸送機的方向。直線特徵應平行於輸送機的方向，並且在定義直線特徵的兩個點之間應有較大的距離。在教導兩點時，通過讓工具緊靠輸送機側面來配置直線特徵。如果直線特徵的方向與輸送機的運動相反，請使用反向按鈕。

每米刻度 字段顯示輸送機移動一米時編碼器生成的刻度數。

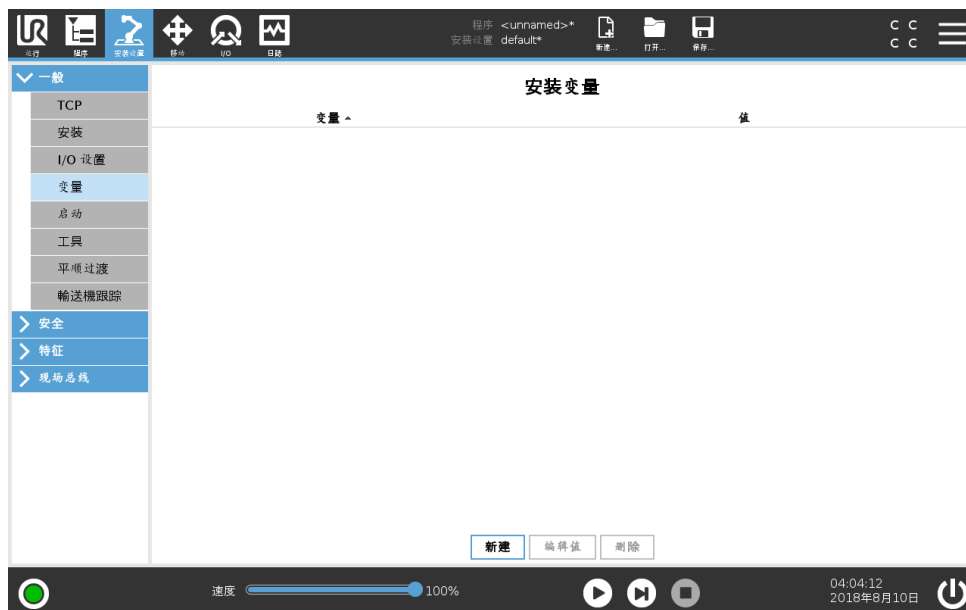
$$\text{每米刻度} = \frac{\text{編碼器每轉一圈刻度}}{2\pi \cdot \text{編碼器光盤半徑 [m]}} \quad (16.1)$$

圓形輸送機

在跟踪圓形輸送機時，必須定義輸送機中心點。

1. 在安裝的**特徵**部分中定義中心點。**每轉一次刻度值**必須是當輸送機旋轉一整圈時編碼器產生的刻度數。
2. 如果工具的方向應該與傳送帶相對，請選擇**用輸送機旋轉工具**複選框（例如：如果工具垂直於輸送機，則在運動過程中它將保持垂直）。
3. 如果方向應該由軌跡控制，請取消選中**用輸送機旋轉工具**複選框。

16.1.8 變量



變量屏幕上創建的變量稱為安裝變量，像一般的程序變量一樣使用。

安裝設置變量非常特殊，因為即使當程序被中斷而後又重新啟動，以及當機械手臂和/或控制器斷電而後又重新上電，它們的值依然保留著。它們的名稱和值都儲存在安裝設置中，因此可以在多個程序中使用相同的變量。

創建新的安裝變量

名稱	值
i_var_1	=

按**新建**，板上將出現含有新變量建議的名稱。該變量名稱可以更改，變量值可以通過觸摸文本字段輸入。只有在這個新名稱在該安裝設置沒有使用的情況下，才可以點擊**OK**-按鈕。

將列表中的變量高亮，按後點擊**編輯數值**，可以更改安裝設置變量值。

要刪除變量，選中它，然後點擊**刪除**。

安裝設置變量配置結束後，需保存安裝設置本身，從而保存配置（請參閱**??**）。

安裝設置變量及其值每 10 分鐘會自動保存一次。

如果加載了程序或安裝設置，並且一個或一個以上的程序變量與安裝設置變量的名稱相同，用戶將可選擇解決這一問題：選用名稱相同的安裝設置變量而不是程序變量，或對相衝突的變量進行自動更名來解決問題。

16.1.9 啟動



啟動螢幕包含自動加載設置、啟動預設程式，以及在啟動時，自動對機械手臂進行初始化。



警告：

1. 當自動加載、自動啟動和自動初始化被啓用時，只要輸入訊號與選定的訊號電平相匹配，機器人在控制箱上電後立即運行程式。例如：在這種情況下，不需要邊沿轉換到選定的訊號電平。
2. 訊號電平設置為低電平時請小心。輸入訊號預設為低電平，使程式自動運行而不受外部訊號的觸發。
3. 在運行已啓用自動啟動和自動初始化的程式之前，您必須處於遠程控制模式。

加載預設程式

控制器接通電源後會加載預設程式。此外，當輸入**運行程式**螢幕（請參閱 14）被輸入，且不加載任何程式時，預設程式會自動加載。

開啟啟動程式

預設程式可在**運行程式**螢幕中自動啟動。當預設程式被加載，並且特定的外部輸入訊號邊緣過渡被發現，該程式會自動啟動。

在啟動時，當前輸入訊號電平未定義。在啟動時選擇與訊號電平相匹配的轉換會立即啟動程式。此外，離開**運行程式**螢幕或點擊儀表板上的停止按鈕將使自動啟動特徵失效，直到再次按壓運行按鈕。

自動初始化

機械手臂會自動初始化。對於特定的外部輸入訊號邊緣過渡，機械手臂將完全被初始化，而不考慮可見螢幕。

解除制車是最後的初始化階段。在解除制車期間，機械手臂發出輕微的移動和卡嗒聲。另外，如果配置的安裝角度與（基於傳感器資料）得到的安裝角度不相符，資料制車將不能自動釋放。在這種情況下，就必須在初始化熒幕（請參閱 ??）中對機器人進行手動初始化。

在啟動時，當前輸入訊號電平未定義。啟動時選擇與訊號電平相匹配的轉換將立即啟動機器手臂。

16.1.10 工具



工具通信接口 **TCI** 通過機器人工具模擬量輸入實現機器人與附加工具的通訊。這消除了對外部佈線的需要。

一旦啟用工具通信接口，所有工具模擬輸入均不可用。

啟用工具通信接口

1. 在 Polyscope 中，點擊**啟用按鈕**編輯波特率、奇偶校驗位和停止位。
2. 在相關的下拉式功能表中，選擇適當的值。您可以編輯**發送和接收空間字元**，方法是點擊文本欄位並輸入新值
3. 點擊**禁用按鈕**以禁用 TCI。

注意：值的任何變化都會立即發送到該工具。如果任何安裝值與該工具使用的值不同，則會顯示警告。

禁用模擬輸入

一旦啟用 **TCI**，工具模擬輸入不可用於安裝的 **I/O 設置**，並且不會出現在輸入列表中。工具模擬量輸入也不適用於**等待選擇和運算式的程式**。

在 **I/O** 的**工具輸入**部分，將顯示從工具接收的參數，而不是模擬值。

16.1.11 平滑過渡安全模式

在活動期間切換安全模式（即縮減模式輸入、縮減模式觸發平面、防護停止和三位激活裝置）時，機械手臂欲使用 0.4 秒來建立“軟”過渡。現有應用程式具有與“硬”設定相對應的恆定行為。新安裝檔案預設為“軟”設定。

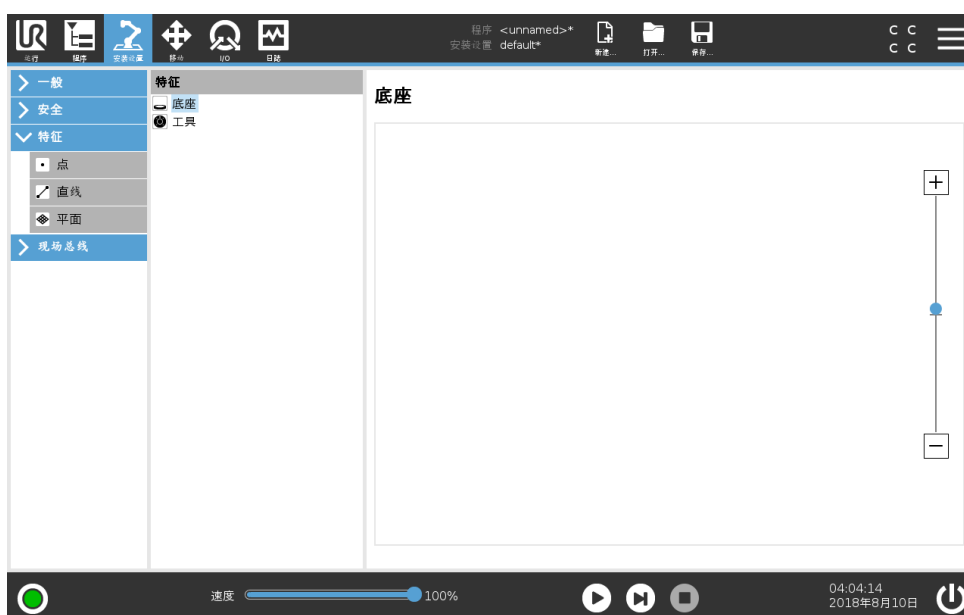
調整加速/減速設定

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 於左側功能表中，在**一般**下選擇**平滑過渡**。
3. 選擇**硬**達到更高的加速度/減速度
或選擇**軟**，進行更平穩的預設過渡設定。

16.2 安全

請參閱第13章。

16.3 特徵



特徵是已經與以供將來參考的名稱和相對於機器人底座的六維位姿（位置和方向）定義這種物體的表示。

機器人程式的某些子部分包括相對於除機械手臂底部之外的特定物體執行的運動。這些物體是機械手臂周邊的桌子、其他機器、工件、輸送機、托盤、觀察系統、坯料或邊界。機器人始終存在兩個預定義功能。每個特徵的姿勢都由機械手臂本身的配置定義：

- 底座特徵原點位於機器人基座的中心（見圖16.1）
- 工具特徵原點位於當前 TCP 的中心（見圖16.2）

使用者定義的功能通過使用工作區中 TCP 當前位姿的方法進行定位。這意味著使用者可以使用自由驅動模式或可喚醒模式將機器人移動到所需位姿方法教導功能位置。

存在三種不同的策略（**點**、**直線**和**平面**）來定義特徵位姿。給定應用程式的最佳策略取決於所用對象的類型和精度要求。通常，如果適用於特定對象，應首選基於更多輸入點（**直線**和**平面**）的功能。

為了準確地定義線性輸送機的方向，用盡可能多的物理分離來定義直線特徵的兩個點。點特徵也可用於定義直線輸送機，但使用者必須將 TCP 指向輸送機的運動方向。

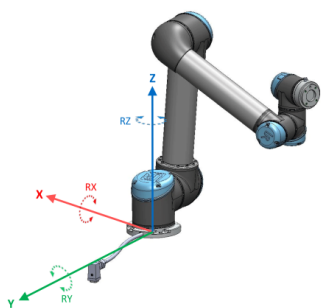


图 16.1: 底座特徵

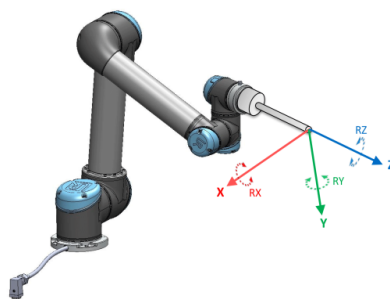


图 16.2: 工具 (TCP) 特徵

使用更多的點來定義桌子的位姿意味著方向是基於單一 TCP 的位置而不是方向。單一 TCP 方向難以進行高精度配置。

要了解定義特徵的不同方法，請參閱（第 16.3.2）、（16.3.3）和（16.3.4節）。

16.3.1 使用特徵

如果在安裝過程中定義特徵，您可以透過在機器人程式中引用該特徵，使機器人運動與（例如 **MoveJ**、**MoveL** 和 **MoveP** 命令）此特徵相關聯（請參閱第 15.5.1 節）。這允許了機器人程式容易適應（例如：當具有多個機器人站或在程式運行期間移動物體或在場景中永久移動物體時）。通過調整物體的特徵，相對於物體的所有程式運動都會相應地被移動。有關更多示例，請參閱（第 16.3.5 和 16.3.6 節）。

在移動索引標籤（第 17 節）或位姿編輯器熒幕（請參閱 17.3.1）中手動移動機器人時，配置為可喚醒的特徵亦是有用的工具。當選擇特徵作為參考時，用於轉換和旋轉的移動工具按鈕將在所選特徵空間（請參閱 17.3）和（17.1）中和 TCP 坐標的讀數運行。例如，如果一個表被定義為一個特徵並被選為移動索引標籤中的一個參考，那麼轉換箭頭（即上/下、左/右、前進/後退）將機器人在相對於表的這些方向上移動。此外，TCP 坐標將位於表的框架中。

- 在特徵樹中，您可以通過點擊鉛筆按鈕來重命名點、線或平面。
- 在特徵樹中，您可以通過點擊刪除按鈕來刪除點、線或平面。

可喚醒

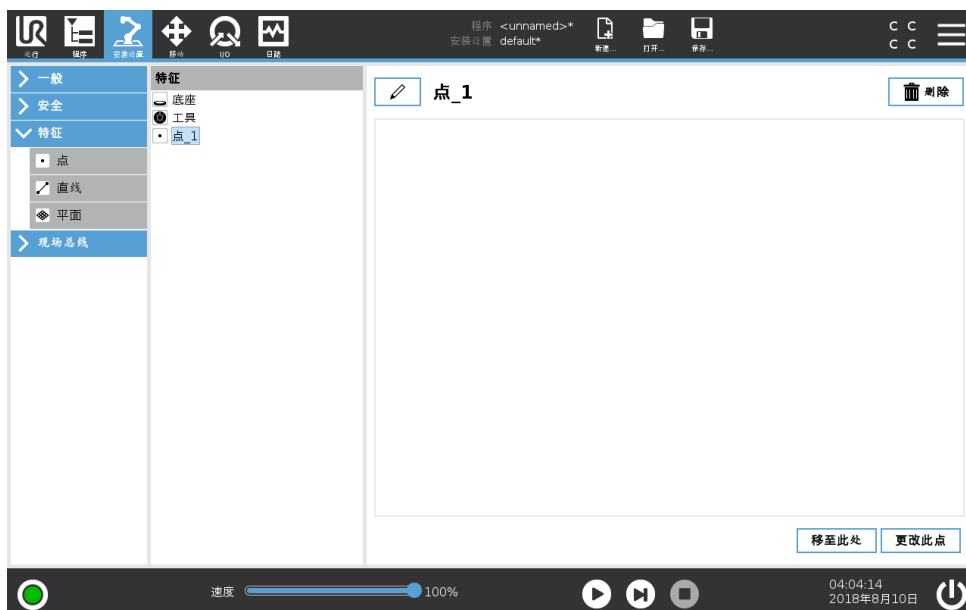
選擇所選特徵是否將可喚醒。這確定該特徵是否將顯示在移動熒幕的特徵功能表中。

使用將機器人移至此處

按下將機器人移至此處按鈕將機械手臂移向所選特徵。移動結束後，特徵的坐標系和 TCP 的坐標系將重合。

16.3.2 添加點

按點按鈕可在安裝設置中添加點特徵。點特徵定義機械手臂的安全邊界或全局主配置。點特徵的位置由 TCP 的位置來定義。



16.3.3 新增一條線

按線按鈕可在安裝設置中添加線特徵。線特徵定義了機器人需要遵循的線。(例如：當使用傳送帶跟蹤時)。直線 l 由兩個點特徵 $p1$ 和 $p2$ 之間的軸來定義，如16.3所示。

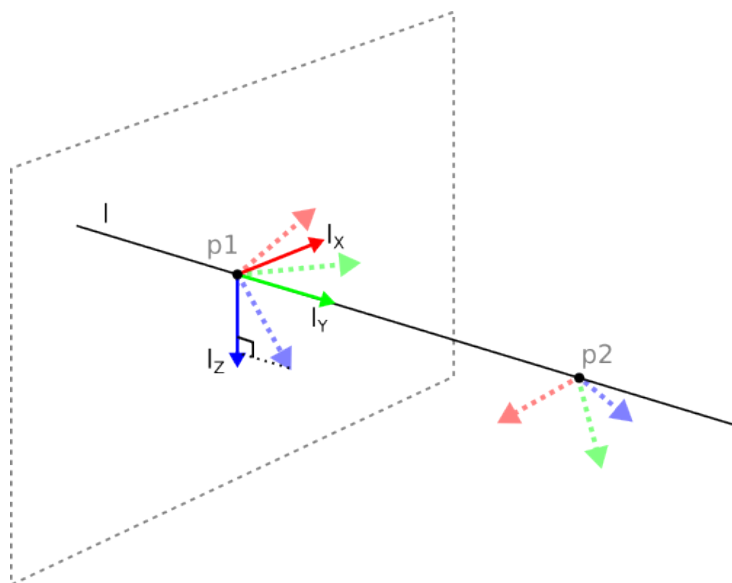
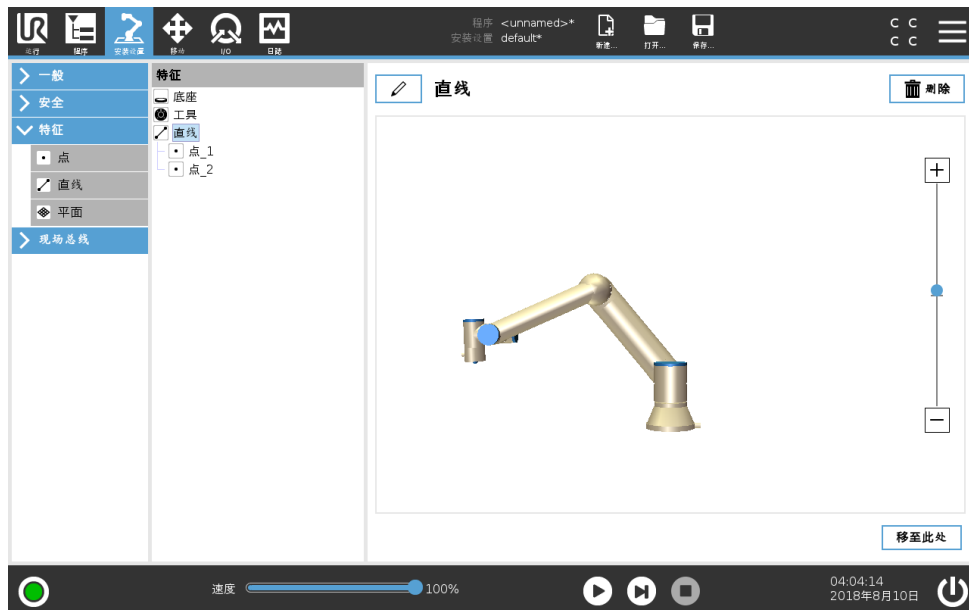


图 16.3: 直線特徵的定義

在圖16.3中，軸由第一個點指向第二個點，將構成直線坐標系的 y -軸。直線坐標系的 z -軸將由 $p1$ 的 z -軸投射到線段垂面上的投影來定義。直線坐標系的位置與 $p1$ 的位置相同。



16.3.4 平面特徵

當您需要高精度框架時選擇平面特徵：例如：當使用觀察系統或相對於桌子進行移動時。

添加平面

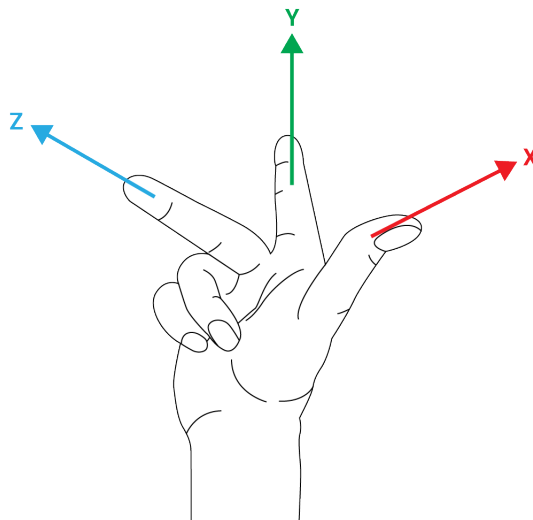
1. 在安裝中，選擇**特徵**。
2. 在特徵下選擇**平面**。

示教平面

按平面按鈕創建新平面時，熒幕上的指南可幫助您創建平面。

1. 選擇 Origo
2. 移動機器人以定義平面的正 **x**-軸方向
3. 移動機器人以定義平面的正 **y**-軸方向

平面使用右手定則定義，因此 **z**-軸是 **x**-軸和 **y**-軸的叉積，如下所示。





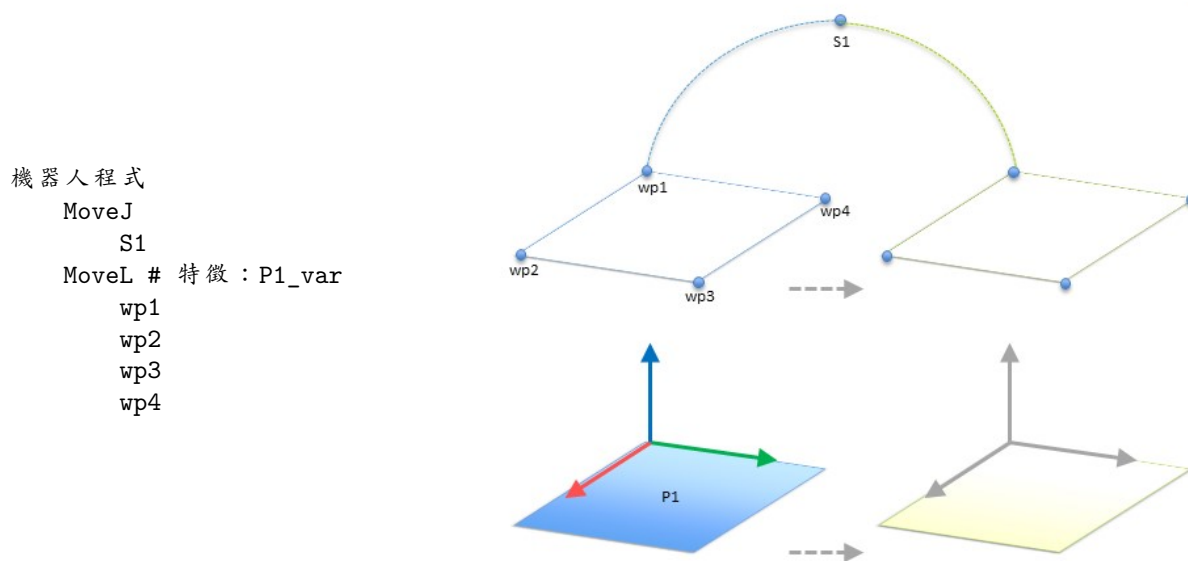
注意:

如果您希望該平面在相反方向上正常，您可以在 **x**-軸的相反方向上重新示教該平面。

通過選擇平面並按修改平面來修改現有平面。然後，您將使用相同的指南來示教新平面。

16.3.5 例子：手動更新特徵以調整程式

考慮一個應用的機器人程式的多個部分相對於一張桌子。圖16.4中示出從航點 **wp1** 到 **wp4** 的移動。



機器人程式

```
MoveJ
  S1
MoveL # 特徵：P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

圖 16.4: 相對於平面特徵（通過更改特徵進行手動更新）的四個路點的簡單程式

應用需要將程式重新用於多個機器人安裝，其中只有桌子的位置略有不同。相對於桌子的移動是相同的。通過將桌子的位置定義為安裝中的特徵 **P1**，具有相對於平面配置的 **MoveL** 命令的程式可以通過僅使用桌子實際位置更新安裝，從而輕鬆地應用於額外機器人中。

該概念適用於應用中的一些特徵，以實現可以在許多機器人上解決相同任務的靈活程式，即使工作空間中因安裝而有所不同。

16.3.6 例子：動態地更新特徵位姿

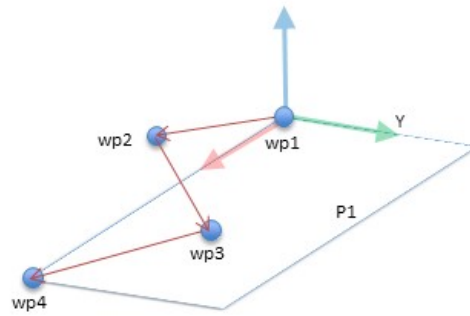
考慮一個類似的應用，其中機器人必須以特定的模式移動到桌子的頂部以便解決特定任務（參見16.5）。

相對於 **P1** 的移動每次以偏移量 **o** 重複許多次。在此示例中，偏移在 **Y**-方向上設置為 **10 cm**（參見圖16.6，偏移 **O1** 和 **O2**）。這通過使用 **pose_add()** 或 **pose_trans()** 指令碼函數來操作變數。

程式在運行時可以切換到不同的特徵，而不是添加偏移量。下面的示例（參閱圖16.7）中顯示了 **MoveL** 命令的參考特徵 **P1_var** 可以在兩個平面 **P1** 和 **P2** 之間切換。

16.4 通訊總線

您可在這裡設置 PolyScope 接受的用於實時分佈式控制的工業計算機網絡協議系列：MODBUS 和以太網/IP

图 16.5: 具有相對於平面特徵的四個路點的 *MoveL* 命令

機器人程式

```

MoveJ
    wp1
y = 0.01
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = pose_trans(P1_var, o)
MoveL # 特徵: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```

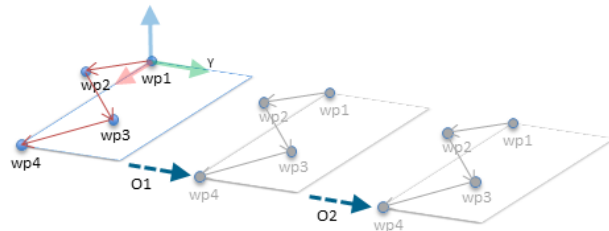


图 16.6: 對平面特徵應用偏移

機器人程式

```

MoveJ
    S1
if (digital_input[0]) then
    P1_var = P1
else
    P1_var = P2
MoveL # 特徵: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```

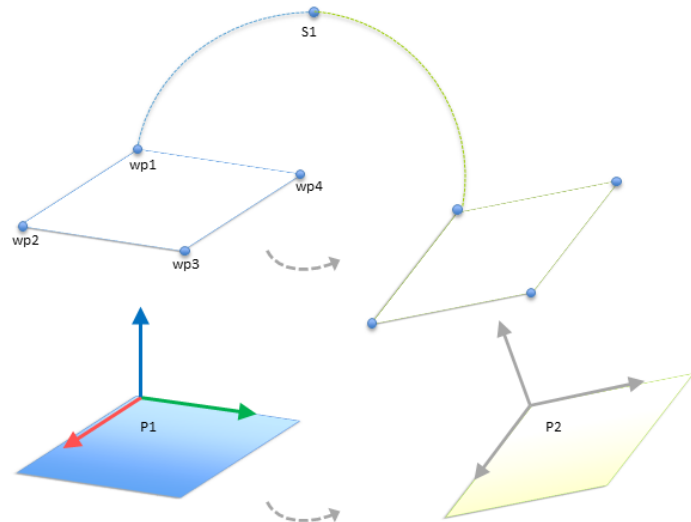


图 16.7: 從一個平面特徵切換到另一個

16.4.1 MODBUS 客戶端 I/O 設置

版本 5.1.0



MODBUS 客戶端 I/O 設置

添加 MODBUS 设备

IP 地址: 10.0.0.2

删除设备

类型	地址	名称	值	操作
寄存器输出	11-77	MODBUS	0	删除
数字输入	0	MODBUS		删除

添加新信号

e-Series

此處可設置 MODBUS 客戶端（主機）信號。可由輸入/輸出信號（寄存器或數字）創建與指定 IP 地址的 MODBUS 服務器（或從設備）的連接。每個信號都有唯一的名稱，因此可用在程序中。

刷新

按此按鈕可刷新所有 MODBUS 連接。

添加設備

按此按鈕可添加新的 MODBUS 設備。

刪除設備

按此按鈕可刪除 MODBUS 設備和已添加到設備的所有信號。

設置設備 IP

此處將顯示 Modbus 設備的 IP 地址。按此按鈕可更改 IP 地址。

添加信號

按此按鈕可添加信號到相應的 MODBUS 設備上。

刪除信號

按此按鈕可從相應的 MODBUS 設備上刪除信號。

設置信號類型

使用此下拉菜單可選擇信號類型。可用類型包括：

數字輸入： 數字輸入（線圈）是一位長度的信號，可從信號地址域中指定線圈上的 MODBUS 設備讀取。使用功能代碼 0x02（讀取離散輸入）。

數字輸出： 數字輸出（線圈）是一位長度的信號，可設置為高電平或低電平。在用戶已設置此輸出的值之前，將從遠程 MODBUS 設備讀取輸出值。這意味著將使用功能代碼 0x01（讀取線圈）。當通過機器人程序設置或使用**設置信號值**按鈕設置輸出之後，將使用功能代碼 0x05（寫入單線圈）。

寄存器輸入： 寄存器輸入信號是從地址域中指定的地址讀取的 16 位長度信號。使用功能代碼 0x04（讀取輸入寄存器）。

寄存器輸出： 寄存器輸出是 16 位長度信號，可由用戶自行設置。在用戶已設置寄存器的值之前，將從遠程 MODBUS 設備讀取寄存器值。這意味著將使用功能代碼 0x03（讀取保持寄存器）。當通過機器人程序或在**設置信號值**字段中指定信號值來設置信號之後，將使用功能代碼 0x06（寫入單寄存器）來設置遠程 MODBUS 設備的值。

設置信號地址

此字段顯示遠程 MODBUS 服務器上的地址。可使用屏幕小鍵盤選擇不同地址。有效地址取決於製造商和遠程 MODBUS 設備的配置。

設置信號名稱

用戶可以使用屏幕鍵盤為信號指定名稱。當信號在程序中使用時會用到信號名稱。

信號值

此處顯示信號的當前值。對於寄存器信號，信號值以無符號整數表示。對於輸出信號，可以使用按鈕設置所需的信號值。同樣，對於寄存器輸出信號，所提供的要寫入設備的信號值也必須是無符號整數。

信號連接狀態

此圖標顯示是否可正確讀取/寫入信號（綠色）、設備是否做出意外響應或是否無法檢測到設備（灰色）。如果收到 MODBUS 異常響應，則顯示響應代碼。MODBUS-TCP 異常響應為：

- E1 非法功能 (0x01)：**詢問所收到的功能代碼是服務器（或從設備）不允許的動作。
- E2 非法數據地址 (0x02)：**詢問所收到的功能代碼是服務器（或從設備）不允許的動作，檢查輸入的信號地址是否對應遠程 MODBUS 服務器的設置。
- E3 非法數據值 (0x03)：**詢問所包含的值是服務器（或從設備）不允許的動作，檢查輸入的信號值對於遠程 MODBUS 服務器上的指定地址是否有效。
- E4 從設備故障 (0x04)：**服務器（或從設備）在嘗試執行所請求的動作時發生不可恢復的錯誤。
- E5 應答 (0x05)：**專用信息已與編程命令一起發送至遠程 MODBUS 設備。
- E6 從設備忙 (0x06)：**專用信息已與編程命令一起發送至遠程 MODBUS 設備，從設備（服務器）現在無法響應。

顯示高級選項

此復選框可顯示/隱藏每個信號對應的高級選項。

高級選項

更新頻率：此菜單可用於更改信號的更新頻率。更新頻率是指向遠程 MODBUS 設備發送請求來讀取或寫入信號值的請求頻率。

從設備地址：此文本字段可用於為與特定信號對應的請求設置具體的從設備地址。該值必須在 0-255 範圍內（包括 0 和 255），默認值為 255。若要更改此值，建議您首先查閱遠程 MODBUS 設備手冊，驗證從設備地址更改後的功能正常。

16.4.2 以太網/IP

以太網/IP 可讓您啓用或禁用機器人與以太網/IP 連接。如果啓用，當以太網/IP 掃描儀連接丟失時，您可以選擇哪個行動應該發生在程序中。這些行動是：

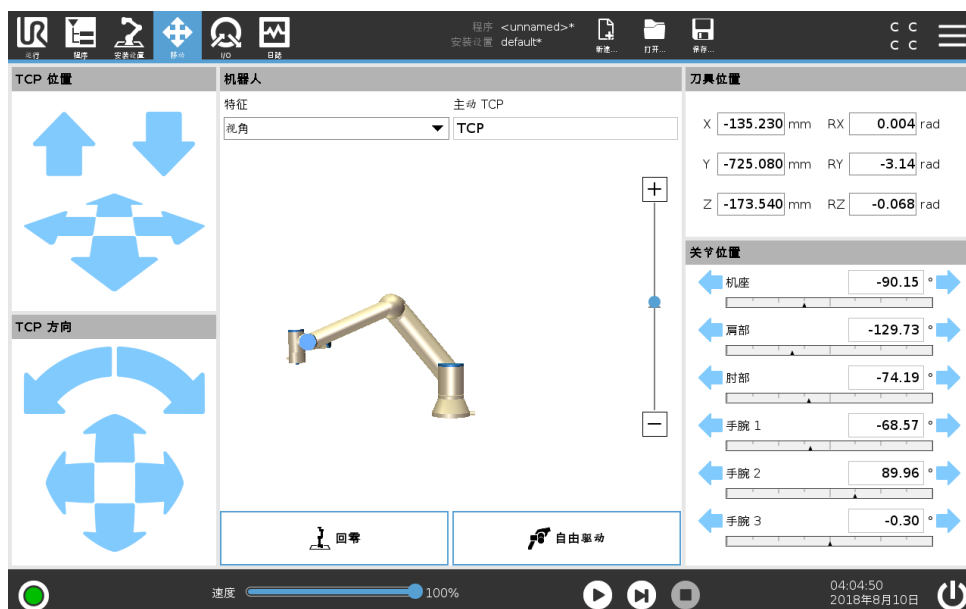
無： PolyScope 將忽略以太網/IP 連接的丟失，並繼續正常使用程序。

暫停： PolyScope 將暫停當前程序。程序將在停止的地方恢復。

停止： PolyScope 將停止當前程序。

17 移動選項卡

在此屏幕，可通過平移/旋轉機器人工具或逐個移動機器人關節來直接移動（緩慢移動）機械手臂。



17.1 移動工具

按住任何**移動工具**箭頭將機械手臂向特定方向移動。

- 按住**平移箭頭**（上部），將按所指示的方向移動機器人的工具提示。
- 按住**旋轉箭頭**（底部），將按所指示的方向移動機器人工具的方向。旋轉點即工具中心點（TCP），也即位於機械手臂末端，提供機器人工具特徵點的點。TCP，在圖中以藍色小球表示。

17.2 機器人

如果機器人 TCP 的當前位置距離安全平面或觸發器平面很近，又或者機器人工具的方向接近工具方向邊界限制（請參閱13.2.5），則會顯示相鄰邊界的 3D 成像。

請注意，如果機器人在運程序，邊界限制可視化將被禁用。

安全平面以黃黑色呈現，帶小箭頭指示安全平面正常，顯示安全平面上允許放置機器人 TCP 的位置。觸發器平面以藍綠色呈現，帶小箭頭指向觸發器平面的一側，在該側**正常模式**限制處於激活狀態（請參閱 13.2.2）。工具方向邊界限制以錐體呈現，帶一個矢量指示機器人工具的當前方向。錐體內部代表允許的工具方向（矢量）。

當機器人 TCP 離開限制區域時，3D 成像消失。如果 TCP 違反邊界限制或接近邊界限制，則成像會變成紅色。

特徵

在**機器人**字段的左上角，在**特徵**下方，您可以定義如何控制機械手臂相對應**視角**、**底座**或**工具**的特徵。

注意：要獲得控制機械手臂的最佳感覺，您可以選擇**視角**特徵，然後使用**旋轉箭頭**更改 3D 圖的查看角度，以符合您查看真實機械手臂的視角。

激活的 TCP

在**機器人**字段的右上角，當前激活的工具中心點（TCP）的名稱顯示在**激活的 TCP** 下方。

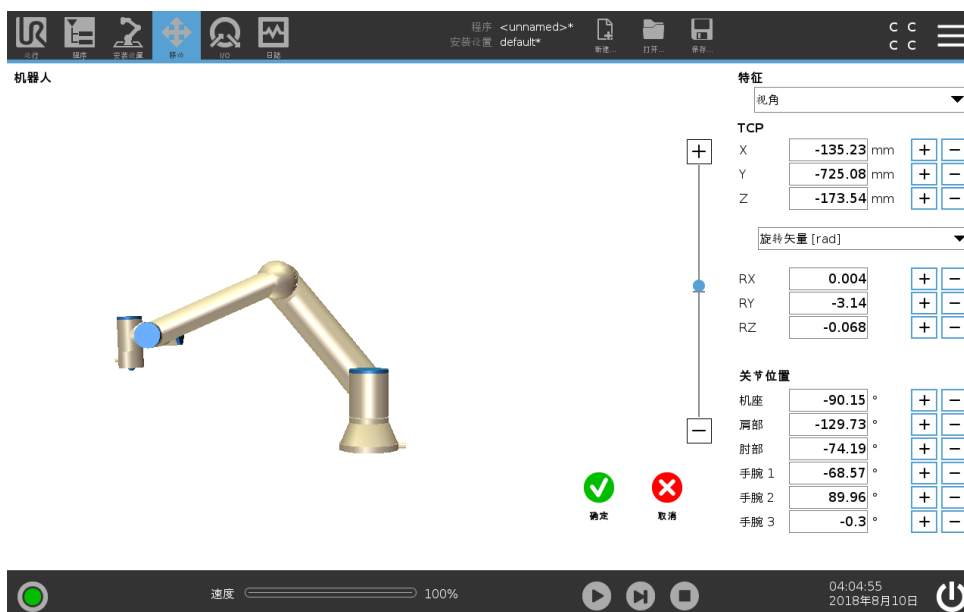
17.3 工具位置

文本框顯示了 TCP 相對於所選特徵的完整坐標值。

注意：您可以配置多個指定 TCP（請參閱 16.1.1）。您也可以點擊**編輯位姿**來訪問**位姿編輯器**屏幕。

17.3.1 位姿編輯器屏幕

可以在此屏幕上指定機器人工具的目標關節位置或目標位姿（位置和方向）。屏幕“離線”，不直接控制機械手臂。



17.3.1.1 機器人

以 3D 視角形式顯示機械手臂的當前位置和指定的新目標位置。機械手臂 3D 圖顯示機械手臂的當前位置，機械手臂“陰影部分”顯示由屏幕右側指定值控制的機械手臂的目標位置。按放大鏡圖標可縮放視角，拖動手指圖標可更改視角。

如果機器人 TCP 的指定目標位置距離安全平面或觸發器平面很近，又或者機器人工具的方向接近工具方向邊界限制（請參閱 13.2.5），則會顯示相鄰邊界的 3D 成像。

安全平面以黃黑色呈現，帶小箭頭指示安全平面正常，顯示安全平面上允許放置機器人 TCP 的位置。觸發器平面以藍綠色呈現，帶小箭頭指向觸發器平面的一側，在該側正常模式限制處於激

17.4 關節位置

活狀態（請參閱 13.2.2）。工具方向邊界限制以錐體呈現，帶一個矢量指示機器人工具的當前方向。錐體內部代表允許的工具方向（矢量）。

目標機器人 TCP 離開限制區域時，3D 成像消失。如果目標 TCP 違反邊界限制或接近邊界限制，則成像會變成紅色。

17.3.1.2 特徵和工具位置

在屏幕右上角可找到特徵選擇器。特徵選擇器定義了用於控制機械手臂相對應的特徵。

當前激活的工具中心點 (TCP) 的名稱顯示在特徵選擇器下方。關於配置多個指定 TCP 的更多信息，請參閱 16.1.1。文本框顯示了 TCP 相對於所選特徵的完整坐標值。X、Y 和 Z 控制工具的位置，而 RX、RY 和 RZ 控制工具的方向。

使用 RX、RY 和 RZ 框上方的下拉菜單選擇方向表示形式。可用類型包括：

- **旋轉矢量 [rad]** 方向由旋轉矢量給定。軸長是指要旋轉的角度，以弧度表示，矢量本身給定了要繞之旋轉的軸。這是默認設置。
- **旋轉矢量 [°]** 方向由旋轉矢量給定，矢量長度是指要旋轉的角度，以度表示。
- **RPY [rad]** 滾動角、俯仰角和偏航角 (RPY)，以弧度表示。RPY 旋轉矩陣 (X、Y'、Z" 旋轉) 由以下公式確定：

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** 滾動角、俯仰角和偏航角 (RPY)，以度表示。

點擊坐標可編輯值。點擊框右側的 + 或 - 按鈕可對當前值進行加/減操作。按住按鈕將直接增大/減小值。按住的時間越長，增大/減小的值越大。

17.3.1.3 關節位置

允許直接指定各關節位置。每個關節位置的值可介於 -360° 和 $+360^\circ$ 之間，兩者為關節限制。點擊關節位置可編輯值。點擊框右側的 + 或 - 按鈕可對當前值進行加/減操作。按住按鈕將直接增大/減小值。按住的時間越長，增大/減小的值越大。

17.3.1.4 確定按鈕

如果該屏幕是從移動選項卡激活的（請參閱 17），點擊確定按鈕將返回移動選項卡，在此機器人將移動至指定目標。如果最後一個指定值是工具坐標，機械手臂將採用 **MoveL** 移動類型移動至目標位置；如果最後指定的是關節位置，則機械手臂將採用 **MoveJ** 移動類型移動至目標位置。不同的移動類型如 15.5.1 所述。

17.3.1.5 取消按鈕

點擊取消按鈕可離開此屏幕，放棄所有更改。

17.4 關節位置

關節位置 字段允許您直接控制各關節。每個關節都可從 -360° 移至 $+360^\circ$ ，這兩個角度即是每個關節水平條所示的默認關節限制角。如果關節達到其關節限制角，則無法再移離一步。

注意：您可以配置與默認位置範圍不同的關節（請參閱 13.2.4），該範圍在水平條中以紅色顯示。

17.5 主頁

按主頁選項卡訪問將機器人移動到位屏幕，您可以按住自動選項卡將機械手臂返回到其起始位置（請參閱 14.4）。

17.6 自由驅動

按住**自由驅動**按鈕時，可真正抓取機器人並將其拉至所需位置。



警告:

1. 如果**設置**選項卡中的重力設置（請參閱 16.1.2）錯誤，或者機械手臂承受重載時，若按放**自由驅動**按鈕，機器人可能開始運動（下降）。此情況下，只需再次釋放**自由驅動**按鈕即可。
2. 確保使用正確的安裝設定（例如：機器人的安放角、TCP 的輕量級、TCP 偏移）。與程序一起保存並加載安裝設置文件。
3. 在按下**自由驅動**選項卡之前，確保 TCP 設置和機器人安裝設置都正確。如果這些設置不正確，機械手臂會在您激活**自由驅動**按鈕時運動。
4. 只有通過風險評估，才允許在安裝過程中使用**自由驅動**功能（阻抗/逆向驅動）。工具及障礙物不得有尖角或扭點。確保所有人員都在機械手臂工作範圍之外。

18 I/O 選項卡

18.1 機器人



在此屏幕，您可始終監控並設置機器人控制箱收發的實時 I/O 信號。屏幕將顯示 I/O 的當前狀態，包括程序運行期間的 I/O 狀態。程序運行期間如有任何更改，程序將停止運行。程序停止運行時，所有輸出信號將保持其狀態。屏幕的更新頻率為 10Hz，因此，特別快的信號可能無法正確顯示。

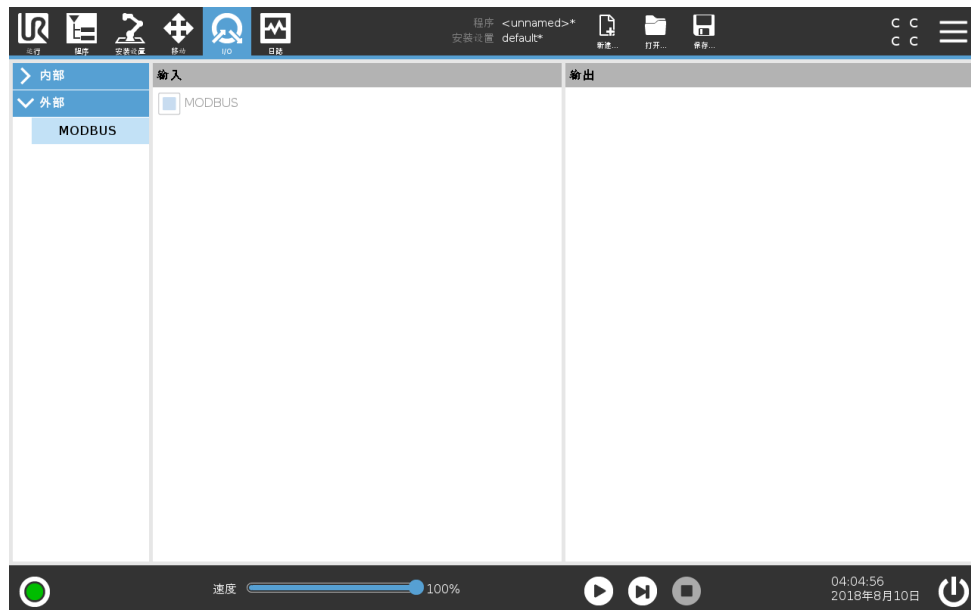
可配置 I/O 可用於安裝設置中（請參閱 13.2.8 安全 I/O 配置章節裡定義的特定安全設置。保留的配置內容將使用安全功能作為名稱，替代默認名稱或用戶自定義名稱。用於安全設置的可配置輸出不可切換狀態，僅以 LED 顯示。

信號的電氣細節請參閱用戶手冊。

模擬域設置 模擬 I/O 可設置為電流 [4-20mA] 輸出或電壓 [0-10V] 輸出。保存程序時，系統將記住該設置，以便在後續重新啟動機器人控制器時使用。

18.2 MODBUS

此處顯示在安裝設置中設置的 MODBUS 客戶端 I/O 數字信號。如果信號連接丟失，屏幕上相應的條目將被禁用。



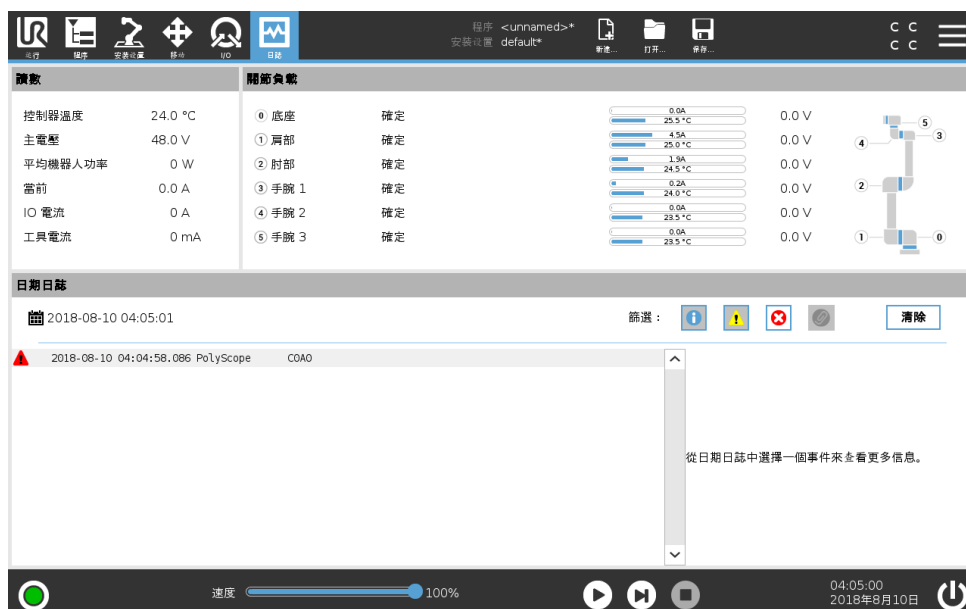
18.2.1 輸入

查看 MODBUS 客戶端數字輸入的狀態。

18.2.2 輸出

查看和切換 MODBUS 客戶端數字輸出的狀態。只有在 I/O 選項卡控件選項允許的情況下才能切換信號（請參閱 16.1.3）。

19 日誌選項卡



19.1 讀數

屏幕上半部分顯示機械手臂和控制器狀況。

19.2 關節負載

屏幕左側顯示與控制器相關的信息，而屏幕右側顯示機器人關節信息。每個關節代表電機和電子部件的溫度，關節的負載，以及電壓。

19.3 日期日誌

信息顯示在屏幕的下半部分。第一列將日誌記錄的嚴重性分類。第二欄顯示消息的到達時間。下一列顯示消息發送人。最後一列顯示具體消息。消息可以通過切換按鈕（與日誌記錄的嚴重性相對應）進行過濾。上圖顯示錯誤會被顯示，而信息和警告消息會被過濾。一些日誌消息的設計初衷就是提供更多信息，可以通過選定日誌記錄進行訪問。

19.4 保存錯誤報告

一旦 PolyScope 發生錯誤，就會生成錯誤日誌。在日誌選項卡中，您可以跟踪和/或導出生成的報告到 USB 驅動器（請參閱 19）。可以跟踪並導出以下錯誤列表：

- 故障
- 內部 PolyScope 例外
- 保護性停止

- URCap 中出現未處理異常
- 違例

導出的報告包含：用戶程序、歷史日誌、安裝和運行服務列表等。

錯誤報告

當日誌行中出現回形針圖標時，可以使用詳細的狀態報告。

- 選擇日誌行並點擊保存報告按鈕將報告保存到 USB 驅動器。
- 報告可以在程序運行時保存。



注意：

生成一個新報表時，最舊的報表將被刪除。只有最近的五個報告被存儲。

20 程式和安裝管理器



程式和安裝管理器係指允許您建立、加載以及設定程式和安裝的三個圖標：**新建...**、**打開...**和**保存...**。文件路徑顯示當前加載的程式名稱和安裝類型。創建或加載新的程式或安裝時，文件路徑會更改。您可以為機器人安裝多個安裝檔案。自動加載已創建的程式並使用激活的安裝。

20.1 打開...

允許您加載程式和/或安裝。



打開程式

1. 在程式和安裝管理器中，點選**打開...**，然後選擇程式。
2. 在加載程式螢幕上，選擇現有程式，然後點擊打開。
3. 在檔案路徑中，檢查是否顯示所需的程式名稱。

打開安裝檔案。

1. 在程式和安裝管理器中，點選**打開...**，然後選擇安裝。
2. 在加載機器人安裝螢幕上，選擇現有的安裝，然後點擊打開。
3. 在安全配置框中，選擇應用並重新啟動以提示機器人重新啟動。
4. 選擇設置安裝以設置當前程式的安裝。
5. 在檔案路徑中，檢查是否顯示所需的安裝檔案名。

20.2 新建...

允許您創建新的程式和/或安裝。



創建一個新的程式

1. 在程式和安裝管理器中，點選**新建...**，然後選擇程式。
2. 在程式螢幕上，根據需要配置新程式。
3. 在程式和安裝管理器中，點選**保存...**，然後選擇全部保存或將程式另存為...
4. 在將程式另存為螢幕上，分配檔案名，然後點擊保存。
5. 在檔案路徑中，檢查是否顯示新的程式名稱。

創建新的安裝

注意：機器人關機後，必須保存安裝才能使用。

1. 在程式和安裝管理器中，點擊**新建...**，然後選擇安裝。
2. 點擊確認安全配置。
3. 在安裝螢幕上，根據需要配置新安裝。
4. 在程式和安裝管理器中，點擊**保存...**，然後選擇另存安裝檔案為...
5. 在保存機器人安裝螢幕上，分配文件名，然後點擊保存。
6. 選擇設置安裝以設置當前程式的安裝。
7. 在文件路徑中，驗證是否顯示新的安裝名稱。

20.3 保存...



保存...提出三個選項。根據您加載創建的程式/安裝，您可以：

全部保存以立即保存當前程式和安裝，而不需系統提示保存到其他位置或不同的名稱。注意：如果沒有對程式或安裝進行任何更改，則全部保存... 按鈕將會被停用。

將程式另存為...以更改新的程式名稱和位置。注意：連同現有的名稱和位置，當前安裝亦已被保存。

將安裝另存為...以更改新的安裝名稱和位置。注意：連同現有的名稱和位置，當前程式已被保存。

20.4 檔案管理器



此圖顯示了加載熒幕，其中包含以下按鈕：

階層連結路徑 階層連結路徑顯示了存取當前位置所經過的目錄清單。選定階層連結中的目錄名稱，即可將位置變更為該目錄，並顯示在檔案選擇區。

檔案選擇區域 點擊檔案名即可將其打開。選擇並按壓目錄名稱半秒即可選中目錄。

檔案篩選器 您可以指定顯示的檔案類型。選擇備份檔案後，此區域顯示 10 個最近保存的程式版本，其中“.old0”係最新版本，“.old9”係最舊版本。

檔案名 在此顯示所選檔案。保存檔案時，在文字欄位手動輸入檔案名。

操作按鈕 操作列包含一系列用於管理檔案的按鈕。

操作列右側的“備份”操作支援功能將當前選定的檔案和目錄備份到其他位置和 USB。僅當外部媒體連結到 USB 連接埠時，才可啟用“備份”操作。

21 Hamburger 菜單

21.1 幫助

您可以找到構成 PolyScope 功能所有元素的定義。

1. 在標題的右上角，觸摸 **Hamburger** 菜單，然後選擇**幫助**。
2. 觸摸其中一個出現的紅色問號，以定義所需的元素。
3. 在元素定義屏幕的右上角，觸摸紅色 X 以退出幫助。

21.2 關於

您可以顯示版本和法律數據。

1. 點擊 **Hamburger** 菜單，然後選擇**關於**。
2. 點擊**版本**或**法律**以顯示數據。
3. 點擊關閉返回到您的屏幕。

21.3 設置

個性化 PolyScope 設置

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 菜單，然後選擇**設置**。
2. 在左側的設置屏幕操作菜單中，選擇要進行個性化的項目。注意：如果操作菜單中設置了操作模式密碼，則系統僅適用於編程員。
3. 在右下角，點擊**應用並重新啟動**以實現您的更改。
4. 在左下角，點擊**退出**以在不更改設置的情況下關閉設置屏幕。

隱藏速度滑塊

速度滑塊位於運行選項卡屏幕的底部，允許操作員更改正在運行的程序的速度。

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 菜單圖標，然後選擇**設置**。
2. 在首選項下，點按**運行屏幕**。
3. 選中復選框以顯示或隱藏**速度滑塊**。

21.3.1 偏好

語言

您可以更改 PolyScope 語言和計量單位（公制或英制）。

時間

您可以調整 PolyScope 上顯示的當前時間（格式：12 或 24 小時）。

21.3.2 密碼

模式

通過在 PolyScope 上創建兩個不同的用戶角色，操作模式密碼可防止未經授權的機器人設置修改：自動和手動。設置操作模式密碼時，程序或安裝只能在手動模式下創建和加載。當您進入手動模式時，PolyScope 會提示您先前在此屏幕上設置的密碼。

安全

安全密碼可防止未經授權修改安全設置。

21.3.3 系統

更新

您可以搜索更新以驗證機器人軟件是否是最新的。

1. 在左側的設置屏幕操作菜單中，選擇**系統**
2. 在**更新機器人軟件**字段中，點擊**搜索**。
3. 在**描述**字段中，留意列出的更新。
4. 選擇所需的更新，然後按**更新**以進行安裝。

網絡

您可以通過選擇三種可用網絡方法之一來配置機器人連接到網絡：

- DHCP
- 靜態地址
- 禁用網絡（如果您不希望將機器人連接到網絡）

根據您選擇的網絡方法，配置網絡設置：

- IP 地址
- 子網掩碼
- 默認網關
- 首選 DNS 服務器
- 備用 DNS 服務器

注意：按**應用**以應用更改。

URCaps

您可以管理現有的 **URCaps** 或在機器人中安裝新的 URCaps。

1. 在標題中，按 **Hamburger** 菜單，然後選擇**設置**。
2. 在系統下，選擇 **URCaps**。
3. 按 **+** 選項卡，選擇 **.urcap** 文件，然後按**打開**注意：通過在**激活的 URCaps** 字段中選擇新的 URCap，查看更多詳細信息。**URCap 信息** 字段下方將顯示更多信息。
4. 如果要繼續安裝該 URCap，請按**重新啟動**。在此步驟之後，URCap 已安裝並可以使用。
5. 要刪除已安裝的 URCap，請從**激活的 URCaps** 中選擇它並按 **-** 按鈕，然後按**重新啟動**，以使更改生效。

遠程控制

機器人可以處於本地控制（由教導器控制）或遠程控制（由外部控制）。

本地控制不允許	遠程控制不允許
通過網絡發送給機器人的通電和製動釋放	從移動選項卡移動機器人
接收和執行通過網絡發送給機器人的機器人程序和安裝	開啓教導器的程序
啓動時自動啓動程序，由數字輸入控制	從教導器加載程序和安裝
啓動時自動釋放制動器，由數字輸入控制	自由驅動
啓動程序，由數字輸入控制	

默認情況下，通過網絡或數字輸入控制機器人將受到限制。啓用和選擇遠程控制功能會消除此限制。通過切換機器人的本地控制配置文件（PolyScope 控制）來啓用遠程控制，從而可以遠程控制所有運行的程序和執行腳本。

注意：啓用設置中的遠程控制功能才能訪問配置文件中的遠程模式和本地模式。

1. 在標題中，按 **Hamburger** 菜單，然後選擇**設置**。
2. 在系統下，選擇**遠程控制**。
3. 按**啟用**以激活遠程控制功能。PolyScope 保持活躍狀態。注意：啓用遠程控制不會立即啓動該功能。它允許您從本地控制切換到遠程控制。
4. 在配置文件菜單中，選擇**遠程控制**以修改 PolyScope。注意：您可以通過切換到配置文件菜單返回本地控制，或者如果指定了密碼，則選擇操作員或編程員。



注意:

- 雖然遠程控制限制了您在 PolyScope 中的操作，但您仍然可以監視機器人狀態。
- 當遙控器中的機器人系統關閉時，它將在遙控器中啓動。

詞彙表

停機類別 0 當機器人的電源被切斷後，機器人立刻停止工作。這是不可控的停止，由於每個關節會以最快的速度製動，因此機器人可能偏離程序設定的路徑。當超過安全評定限制，或當控制系統的安全評定部分出現錯誤的情況下方可使用這種保護性停止。欲了解更多信息，請參閱 ISO 13850 或 IEC 60204-1。

停機類別 1 當為機器人供電使其停止時，機器人就停止，當機器人實現停止後切斷電源。這是可控性停止，機器人會遵循程序編制的路徑。一旦機器人站穩後就將電源切斷。欲了解更多信息，請參閱 ISO 13850 或 IEC 60204-1。

停機類別 2 機器人通電時的可控性停止。安全評定控制系統的操控可使機器人停留在停止的位置。欲了解更多信息，請參閱 IEC 60204-1。

3 類 術語類別不應與術語停機類別混淆。類別是指作為某一性能等級的基礎使用的結構類型。3 類結構的一個顯著特性便是發生單一故障時不會喪失安全功能。欲了解更多信息，請參閱 ISO 13849-1。

性能等級 性能等級（PL）是一個分離的等級，它用於說明控制系統中各個與安全相關的部分在可預測的條件下執行安全功能的能力。PLd 是第二高的可信度分類，它意味著安全功能相當值得信賴。欲了解更多信息，請參閱 ISO 13849-1。

診斷覆蓋率（DC） 用於衡量為了達到評定的性能等級而實施的診斷的有效性。欲了解更多信息，請參閱 ISO 13849-1。

MTTFd 平均危險失效時間（MTTFd）指的是為了達到評定的性能等級而進行計算和檢測所得的值。欲了解更多信息，請參閱 ISO 13849-1。

集成商 集成商即設計機器人最終安裝的機構。集成商負責進行最終風險評估，必須確保最終安裝遵循當地的法律法規。

風險評估 風險評估即識別所有風險並將風險降低到適當程度的整個過程。風險評估應進行記錄存檔。詳情請參考 ISO 12100。

合作機器人應用 術語合作是指在機器人應用中操作員與機器人之間的協作。準確的定義和描述參閱 ISO 10218-1 和 ISO 10218-2。

安全配置 安全相關功能和界面可通過安全配置參數來配置。它們通過軟件界面進行定義，請參閱第 II 部分。

指標

Hamburger 功能表 II-4

A

AfterEnd II-55

B

BeforeStart II-55

E

Elbow II-7

EtherNet/IP I-21

I

I/O I-21, I-25, II-3, II-25, II-67, II-85

I/O 索引標籤上控制輸出 II-68

M

MODBUS .. I-21, II-68, II-76, II-78, II-79, II-85, II-86

MoveJ II-38, II-73

MoveL II-38, II-73

MoveP II-38, II-73

P

PolyScope . xi, I-13, II-3, II-7, II-9, II-27, II-29, II-50,
II-52, II-60, II-63, II-76, II-79, II-93, II-95

Polyscope II-71

S

Shoulder II-7

T

TCI II-46

U

URCaps xii, II-94

?

主頁 II-83

乙太網路 I-21

乙太網路/IP II-67

交融 II-41

交融參數 II-42

以太網 II-76

以太網/IP II-79

位姿編輯器 II-73, II-82

位置 II-23

位置範圍 II-19

保存... II-4, II-89, II-91

?

停止 II-4

停止時間 II-18

停止狀態 II-8

停止距離 II-18

傾斜角度 II-25

出廠預設 II-17

列表（模式） II-55

初始化 II-4, II-8

刪除 II-21

力模式 II-58

功率 II-18

動量 II-18

半徑 II-23

反向驅動駕駛，強行 I-8

可變特徵 II-40

可變路點 II-40

可配置 I/O I-24

命令 II-35

基座 II-40

安全 I/O I-9, I-11, I-24, I-25

安全功能 I-9, I-10, II-26

安全平面 II-20, II-81

安全指示 I-39

安全校驗 II-4

安全校驗和 II-17

安全設置 I-3, II-15, II-94

安全配置 I-7, II-15–II-17, II-19

安裝 II-3, II-69, II-89, II-90

安裝變量 II-69

工具 II-22

工具 I/O I-33

工具中心位置 II-23

工具中心點 II-19, II-40, II-63

工具位置 II-22, II-23

工具力 II-18

工具方向 II-24, II-25

工具特徵 II-72

工具通信接口	II-71
工具速度	II-18
平移角度	II-25
底座	I-47, II-7
底座特徵	II-72
彈出窗口	II-47



恢復模式	I-13, II-19
手動模式	II-11
手腕	II-7
打開...	II-4, II-89
托盤序列	II-55
指令碼手冊	xii
控制器	I-18, I-21, I-31, I-33, II-69, II-87
控制器的安裝支架	xi
控制箱	I-23, I-31, I-61, II-8, II-85
播放	II-4, II-30
操作模式	II-26
支架	I-21
教導器 xi, I-19, I-31, II-3, II-8, II-27, II-60, II-68, II-95	
文件夾	II-49
文件路徑	II-89
新建...	II-4, II-89
方塊模式	II-55, II-56
時鐘	II-4
服務手冊	xii
框架	II-59
標準	I-61–I-63, II-20
標準 & 縮減	II-20
標題	II-3
模式	I-12, II-20, II-55, II-56
模式: 手動	II-4
模式: 自動	II-4
模板	II-60
機器人	II-22, II-81, II-82
機器人未停止	II-26
機器人運動	II-26
機器人限制	II-17
機械手臂 I-21, I-61, II-7, II-8, II-57–II-59, II-69, II-81, II-87	
歡迎屏幕	II-5
正常 & 縮減工具方向限制	II-25
正常工具方向限制	II-25
正常平面	II-22
正常模式	II-18, II-25, II-37
步驟	II-4
測試	II-60



為機器人編程	II-5
--------------	------

熒幕	II-3
特徵	II-68, II-72, II-82
特徵功能表	II-59
的工具中心點	II-82
盒子模式	II-55, II-56
直線模式	II-55, II-56
相對路點	II-40
禁用	II-20, II-22
禁用工具方向限制	II-25
移動	II-3, II-11, II-38, II-39, II-47, II-55, II-73
移動工具	II-81
程序	II-29
程序樹	II-33, II-34
程序節點	II-33, II-35
程式	II-3, II-60, II-89, II-90
程式和安裝管理器	II-4, II-89
等待	II-46
簡單	II-59
系統緊急停止	II-25, II-26
編程模式	II-26
編輯位置	II-23
縮減	II-20
縮減工具方向限制	II-25
縮減模式	I-12, II-19, II-23, II-25, II-26



肘部	I-47
肘部力	II-18
肘部速度	II-18
肩部	I-47
自動	II-30, II-31, II-83
自動模式	II-11
自定義	II-18
自由驅動 .. I-13, II-11, II-22, II-60, II-66, II-68, II-72, II-84	
觸發器平面	II-22
觸發器縮減模式	II-20
記錄	II-4
設置	II-47, II-84, II-93
警告標誌	I-4
變數	II-29, II-38
質量保證	I-45
路點	II-37, II-38, II-40, II-41, II-45, II-55, II-60
輸入信號	II-25
輸送機跟蹤	I-24, II-60, II-68
迷你顯示埠	I-21



逆向驅動	II-84
通用 I/O	I-24
速度滑塊	II-4, II-11

運動	II-59	關機	II-4
運算式編輯器	II-53	關節空間	II-39
運行	II-3, II-29	關節負載	II-87
運行程序	II-5	關節限制	II-19
遠程控制	II-70, II-95	防護重置	II-26
配置機器人安裝	II-5	限制肘部	II-21
重命名	II-21	集成商	I-6
錐體中心	II-25	非縮減模式	II-26
錐體角度	II-25	頁尾	II-3, II-30
錨點位置	II-55	顯示	II-21
開關盒結構	II-53	風險評估	xii, I-3, I-6, I-8, I-11
關於	II-93	點	II-59