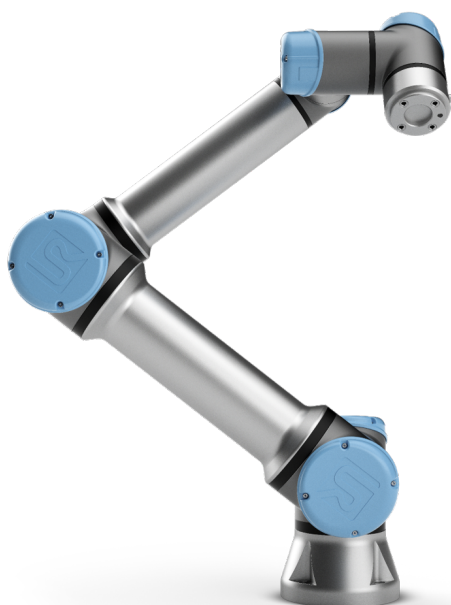




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e 系列 使用者手冊



UR5e

翻譯自原有指示 (zt)



UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e 系列 使用者手冊

UR5e

版本 5.5

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 © 2009–2019 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	xii
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
UR+	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-7
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 可配置安全功能	I-10
2.4 安全功能	I-12
2.5 模式	I-13
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	控制箱支架	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-29
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-30
5.4.7	遠程 ON/OFF 控制	I-31
5.5	電源連接	I-32
5.6	機器人連接	I-33
5.7	工具 I/O	I-33
5.7.1	工具電源	I-35
5.7.2	工具數位輸出	I-35
5.7.3	工具數位輸入	I-36
5.7.4	工具模擬輸入	I-37
5.7.5	工具通信 I/O	I-37
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-44
8.4	根據歐盟指令發布的聲明	I-44

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 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	I-51
B.2 CE/EU 公司聲明（原件翻譯）	I-52
B.3 安全系統證書	I-55
B.4 中國 RoHS	I-57
B.5 KCC 安全	I-58
B.6 環境測試證書	I-59
B.7 EMC 測試證書	I-60
C 應用標準	I-61
D 技術規格	I-67
E 安全功能表格	I-69
E.1 表 1	I-69
E.2 表 2	I-74
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箱	II-7
11.1.2 開/關控制箱	II-7
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

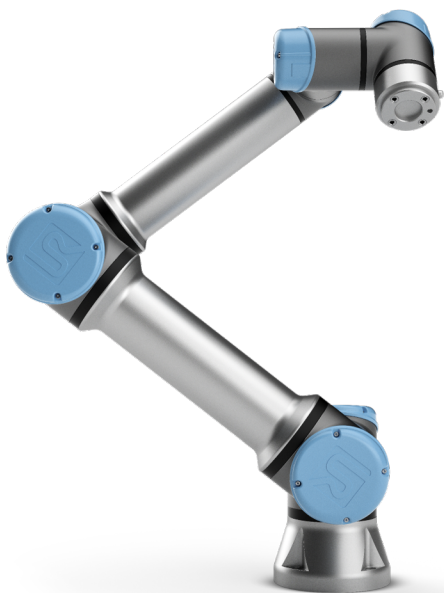
11.3	第一個程序	II-9
11.4	機器人註冊和 URCap 許可證檔案	II-10
12	操作模式選擇	II-13
12.1	操作模式	II-13
12.2	3 檔位開關	II-14
12.2.1	手動高速	II-15
13	安全配置	II-17
13.1	安全設置的基本事項	II-17
13.1.1	訪問安全配置	II-17
13.1.2	設置安全密碼	II-18
13.1.3	更改安全配置	II-18
13.1.4	應用新的安全配置	II-19
13.1.5	安全校驗和	II-19
13.2	安全菜單設置	II-19
13.2.1	機器人限制	II-19
13.2.2	安全模式	II-20
13.2.3	公差	II-21
13.2.4	關節限制	II-21
13.2.5	平面	II-22
13.2.6	自由驅動	II-24
13.2.7	逆向驅動	II-24
13.2.8	工具位置	II-25
13.2.9	工具方向	II-26
13.2.10	I/O	II-27
13.2.11	硬件	II-29
13.2.12	安全原點	II-29
14	運行索引標籤	II-31
14.1	程序	II-31
14.2	變數	II-31
14.3	機器人年齡	II-32
14.4	將機器人移動到位	II-32
15	程序選項卡	II-35
15.1	程序樹	II-35

15.1.1	程序執行指示	II-35
15.1.2	搜索按鈕	II-36
15.1.3	程序樹工具欄	II-36
15.1.4	運算式編輯器	II-37
15.1.5	從所選節點啟動程式	II-37
15.2	命令選項卡	II-38
15.3	圖形選項卡	II-40
15.4	變數索引標籤	II-41
15.5	基本程序節點	II-41
15.5.1	移動	II-41
15.5.2	方向	II-49
15.5.3	等待	II-52
15.5.4	設置	II-52
15.5.5	彈出窗口	II-53
15.5.6	中止	II-53
15.5.7	註釋	II-54
15.5.8	文件夾	II-54
15.6	高級程序節點	II-55
15.6.1	循環	II-55
15.6.2	If	II-55
15.6.3	子程序	II-56
15.6.4	賦值	II-57
15.6.5	腳本	II-58
15.6.6	事件	II-58
15.6.7	線程	II-59
15.6.8	擰緊螺絲	II-59
15.6.9	開關	II-61
15.6.10	計時器	II-62
15.6.11	主頁	II-62
15.7	模板	II-62
15.7.1	碼垛	II-62
15.7.2	探尋	II-67
15.7.3	力	II-69
15.7.4	輸送機跟踪	II-71
15.8	URCaps	II-72

15.8.1	遠端 TCP URCap 配置	II-72
15.8.2	在功能界面設置 RTCP	II-73
15.8.3	遠端 TCP 移動類型	II-73
16	安裝選項卡	II-75
16.1	一般	II-75
16.1.1	TCP 配置	II-75
16.1.2	有效負載和重心	II-77
16.1.3	安裝	II-78
16.1.4	I/O 設置	II-79
16.1.5	變數	II-81
16.1.6	啓動	II-82
16.1.7	工具 I/O	II-83
16.1.8	平滑過渡安全模式	II-84
16.1.9	主頁	II-84
16.1.10	輸送機跟蹤設置	II-85
16.1.11	擰緊螺絲設置	II-85
16.2	安全	II-88
16.3	特徵	II-88
16.3.1	使用特徵	II-89
16.3.2	添加點	II-89
16.3.3	新增一條線	II-90
16.3.4	平面特徵	II-91
16.3.5	例子：手動更新特徵以調整程式	II-92
16.3.6	例子：動態地更新特徵位姿	II-92
16.4	通訊總線	II-93
16.4.1	MODBUS 客戶端 I/O 設置	II-93
16.4.2	以太網/IP	II-95
17	移動選項卡	II-97
17.1	移動工具	II-97
17.2	機器人	II-97
17.3	工具位置	II-98
17.3.1	位姿編輯器屏幕	II-98
17.4	關節位置	II-100

18 I/O 選項卡	II-101
18.1 機器人	II-101
18.2 MODBUS	II-102
19 日誌選項卡	II-105
19.1 讀數和關節負載	II-105
19.2 日期日誌	II-105
19.3 保存錯誤報告	II-105
20 程式和安裝管理器	II-107
20.1 打開...	II-107
20.2 新建...	II-108
20.3 保存...	II-109
20.4 檔案管理器	II-109
21 Hamburger 菜單	II-111
21.1 幫助	II-111
21.2 關於	II-111
21.3 設置	II-111
21.3.1 偏好	II-111
21.3.2 密碼	II-112
21.4 系統	II-112
21.4.1 備份還原	II-112
21.4.2 更新	II-112
21.4.3 網絡	II-113
21.4.4 管理 URCaps	II-113
21.4.5 遠程控制	II-114
21.5 關閉機器人	II-114
詞彙表	II-115
指標	II-117

前言



恭喜您購買您新的 Universal Robots e 系列機器人 UR5e。

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。

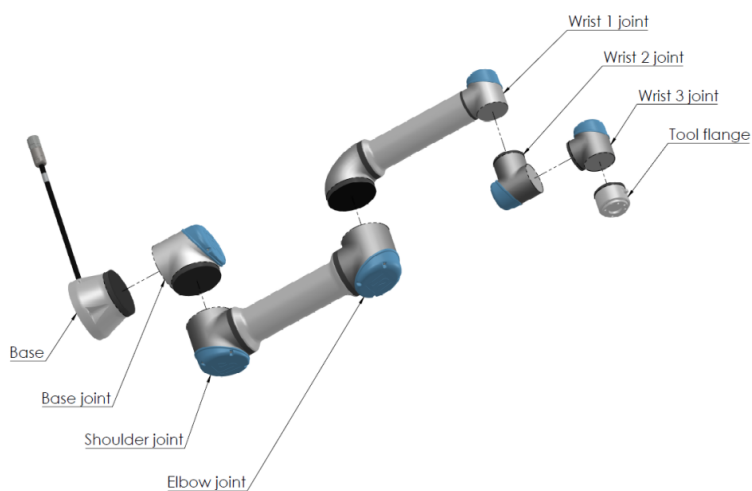


图 1: 機械手臂的關節、底座和機器人法蘭。

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：

- 控制箱，帶教導器
- 控制箱
- 教導器的安裝支架
- 開控制箱的鑰匙
- 主電纜或電源線與您的地區兼容
- 本手冊

重要安全說明

機器人是一種**部分完成的機器**（請參閱 8.4），因此每次安裝機器人後都必須執行安全評估。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

UR+

UR+ 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（手臂控制箱和/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。

Universal Robots e 系列機器人的集成商有責任確保遵循相關國家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. 確保機械手臂和工具都正確並安全地安裝到位。
2. 確保機械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. 機器人和控制箱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箱內罩後面。


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

Universal Robots e 系列機器人係工業機器人，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。

Universal Robots e 系列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，也就是說機器人可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


警告:

- 只能按照使用者手冊中提供的預期用途和規格使用此工業機器人。
- 本產品並非設計或擬用於危險場所或存在爆炸因素的環境。
- 該產品並非設計或用於與患者接觸或接近的醫療應用。
- 禁止任何偏離預期用途、規格和認證的使用或應用（結果可能是人身傷亡和/或財產損失）。

UNIVERSAL ROBOTS 明確聲明，不對誤用做出任何明示或暗示保證。

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，必須移動任何機器人關節，但不能接通機器人的電源，請聯絡 Universal Robots 經銷商。

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。採用了標準控制器的 e-Series 機器人，各項安全功能和各個介面均會根據 EN ISO13849-1:2008 進行監控（認證請參閱第 8 章）。

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 and 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 可配置安全功能

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	限制啟動保護性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。

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
安全防護停止	—	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
安全原點	1.7°	d	3

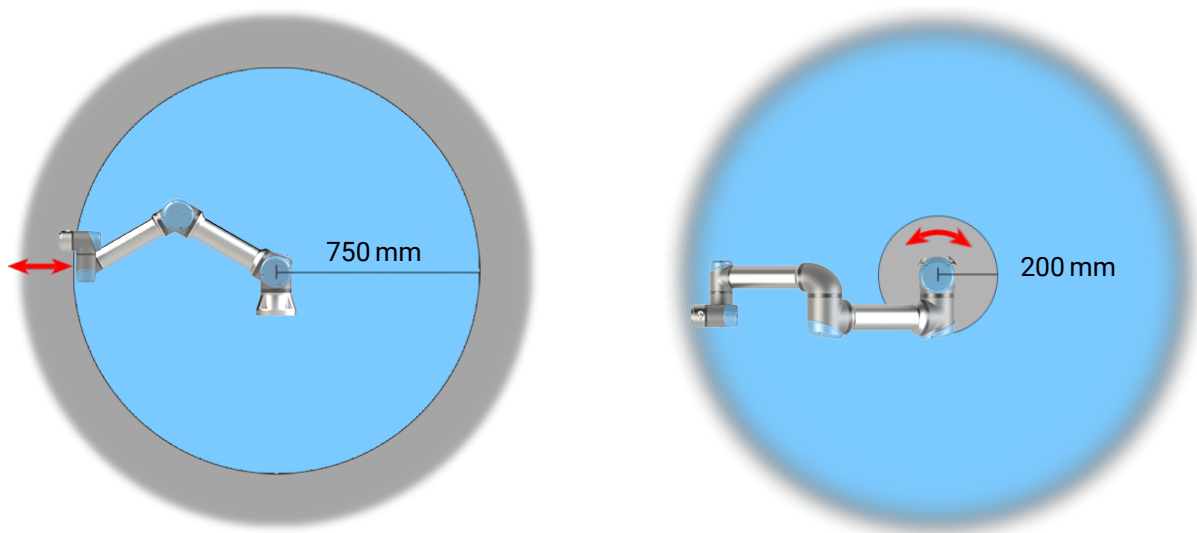


图 2.1: 由於機械手臂的物理特性，某些工作空間區域需要注意捏造危險。其中一個區域（左）是定義的徑向運動區域，即手腕關節 1 至少與機器人底座相距 750 mm 的區域。另一個區域（右）是在機器人底座 200 mm 範圍內的區域（機器人按正切方向移動時）。

**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。

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箱輸入執行 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。
安全防護停止	執行 2 類停機。
防護重置	當安全防護重置的引腳電平上升時，從安全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	當按下開關或完全鬆開開關時啟動安全防護停止。當輸入訊號上升時，3 檔位開關關閉。該開關不受安全防護重置的影響。
操作模式	在操作模式之間切換。當輸入訊號較低時，機器人將處於操作模式，而當輸入訊號較高時，機器人則處於編程模式。
自動模式安全防護停止	僅在自動模式中執行 2 類停機。
自動模式安全防護重置	當自動模式安全防護重置的輸入訊號上升時，從自動模式安全防護停止狀態恢復機器人。

為了與其他機器接口，機器人配有以下安全輸出：

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	當此訊號為邏輯高訊號時，沒有機器人的單一關節移動超過 0.1rad/s。
機器人未停止	當由於緊急停止或安全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。
安全原點	機器人處於配置的安全原點時為邏輯高電平。

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安全防護停止來實施。安全系統的反應是：

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

**注意:**

如果安全系統檢測到任何故障或違規，所有安全輸出均重置為低訊號。

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。在恢復模式中，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:**

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。

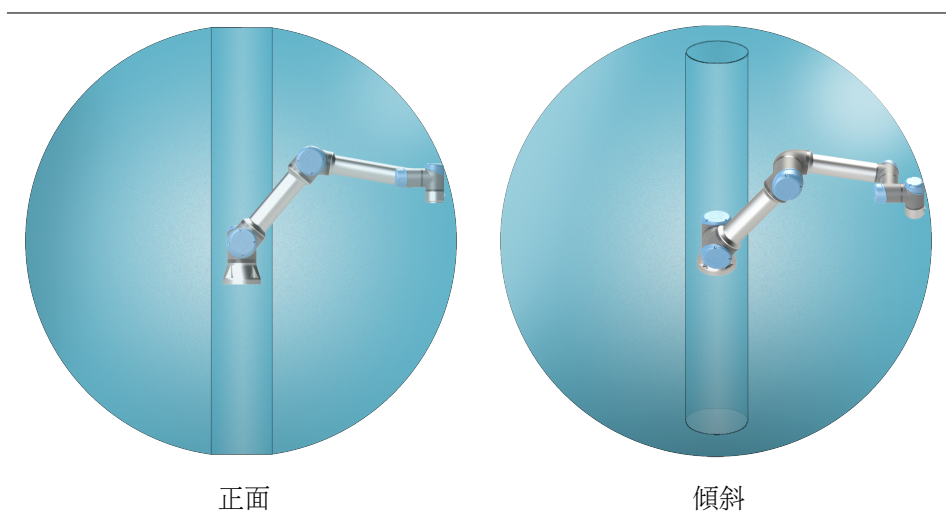
4 機械接口

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

UR5e 機器人延伸的工作空間 850 mm 從底座關節。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。

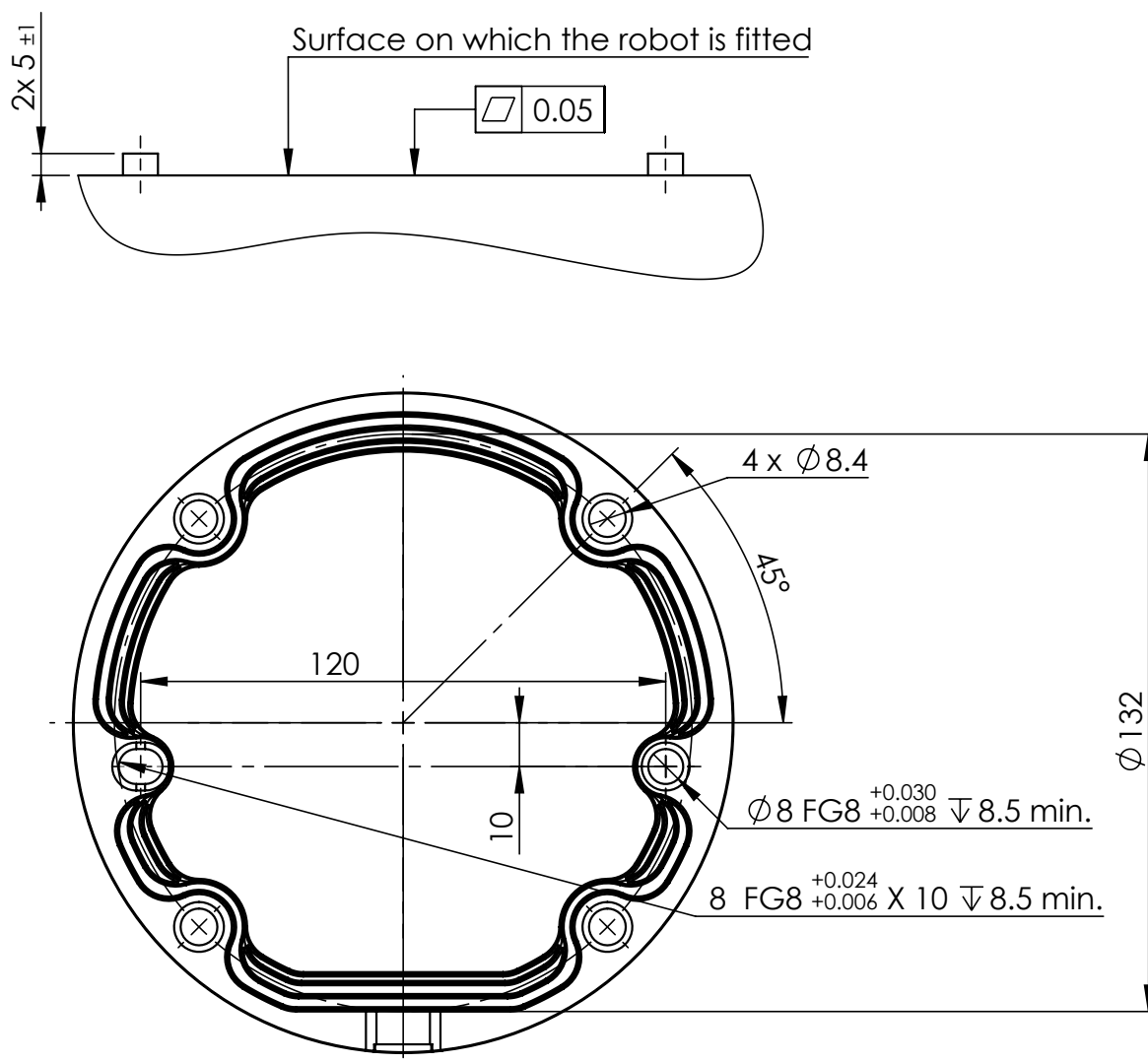


图 4.1: 機器人安裝孔。使用四個 M8 螺栓。所有測量值均以 mm 為單位。



警告:

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

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 Ø 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。請勿使用長度超過 8mm 的螺栓安裝工具。非常長的 M6 螺栓可能會對工具法蘭的底部施加一定壓力，並使機器人短路。

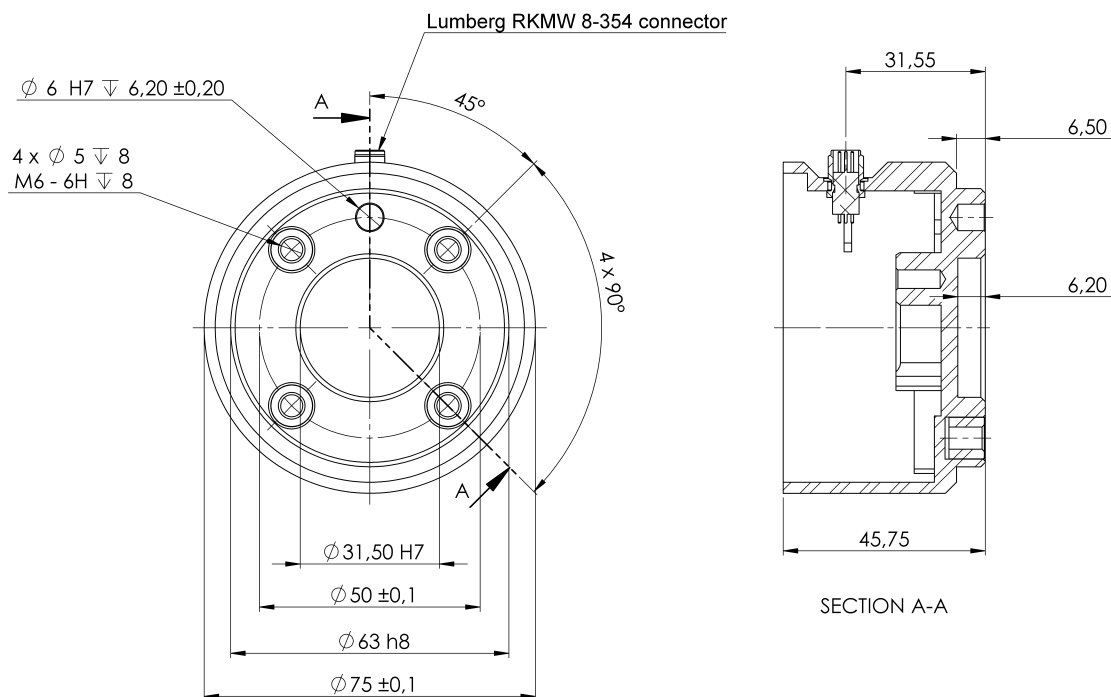


图 4.2: 工具輸出法蘭（ISO 9409-1-50-4-M6）是工具安裝在機器人頂端的位置。所有測量均為 mm。



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。
3. 使用長度超過 8mm 的 M6 螺栓將工具安裝在機器人上時可能會將螺栓推入工具法蘭，造成無法修復的損壞，從而導致需要更換端部關節。

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。

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。

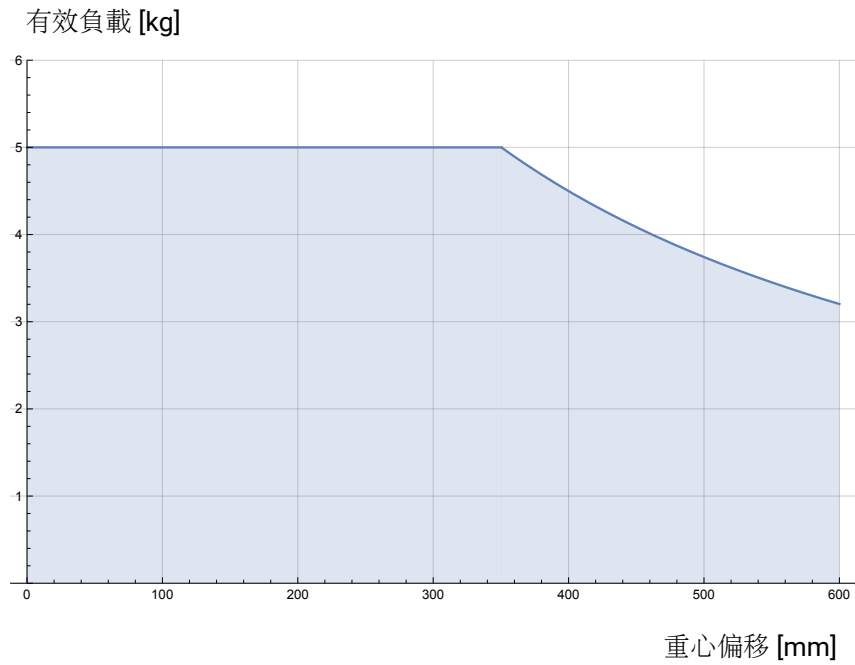


圖 4.3: 最大允許有效負載與重心偏移之間的關係。

5 電氣接口

5.1 簡介

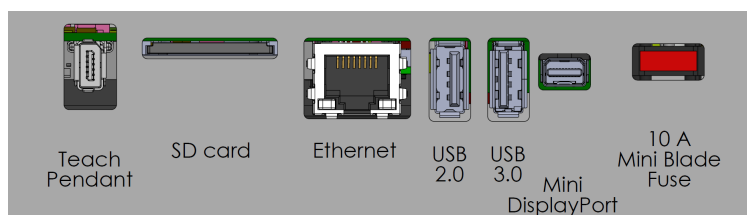
本章描述了控制箱內機械手臂的電氣接口組。大部分類型的 **I/O** 都提供有示例。**I/O** 一詞是指進出下面列出的電氣接口組的數位及模擬控制訊號。

- 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 控制箱支架

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）。
- 遠程存取和控制。

將乙太網路電纜穿過控制箱底座的孔連接，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座的蓋子，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. 控制箱內部的某些 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。
3. 負關節指接地（GND）關節，且與機器人和控制箱的防護罩相連。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），請使用控制箱中標記接地標誌的 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. 用於連接控制箱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。

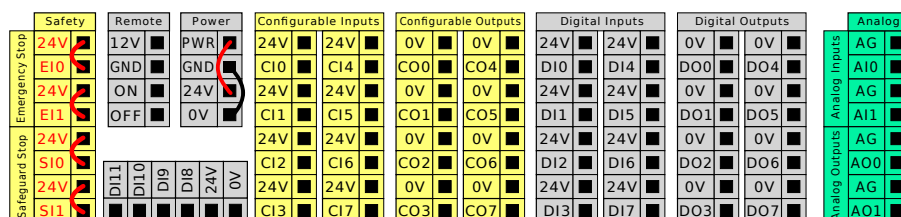
**注意:**

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。

下圖顯示了控制箱內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）。

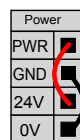
5.4.1 所有數位 I/O 的通用規範

本節闡述了控制箱的下列 24V 數位 I/O 的電氣規範。

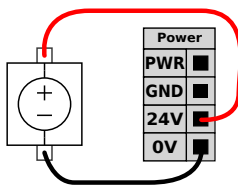
- 安全 I/O。
- 可配置 I/O。
- 通用 I/O。

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
- **安全防護停止**用於其他安全型保護設備。

功能差異如下所示。

	緊急停止	安全防護停止
機器人停止運動	是	是
程式執行	暫停	暫停
驅動器電源	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:

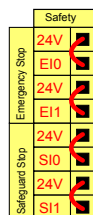
1. 切勿將安全訊號連接到安全等級不合適的非安全型 PLC。如不遵守該警告，可能會因某項安全停止功能失效而導致嚴重受傷乃至死亡。務必將安全接口訊號與普通 I/O 接口訊號分開。
2. 所有安全型 I/O 均具備冗餘性（兩個獨立通道）。保持兩個通道獨立，可確保在發生單一故障時不會喪失安全功能。
3. 在將機器人投入使用前，務必檢驗安全功能。必須定期測試安全功能。
4. 機器人的安裝需遵循這些規格。如果不遵循這些規格，有可能會造成嚴重的人員傷亡，因為安全停機裝置有可能失效。

OSSD 訊號濾波

所有已配置和固定的安全輸入都已經過濾，以便使用脈衝長度低於 3 毫秒的 OSSD 安全設備。每毫秒對安全輸入採樣一次，輸入狀態由過去 7 毫秒內出現最頻繁的輸入訊號決定。

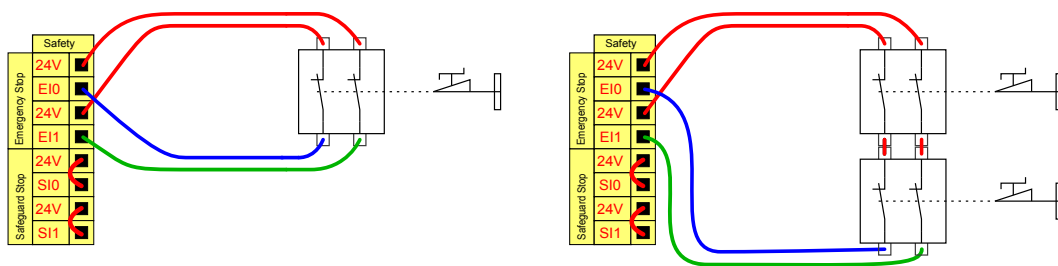
預設安全配置

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。

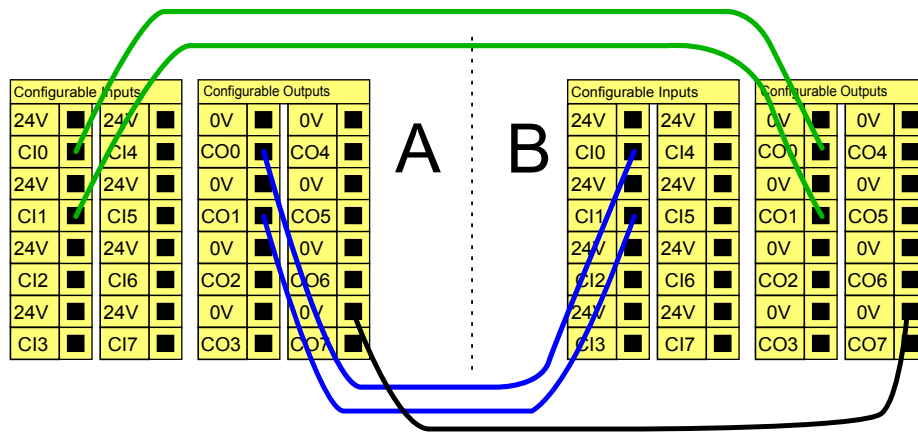


與其他機器共享緊急停止

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。

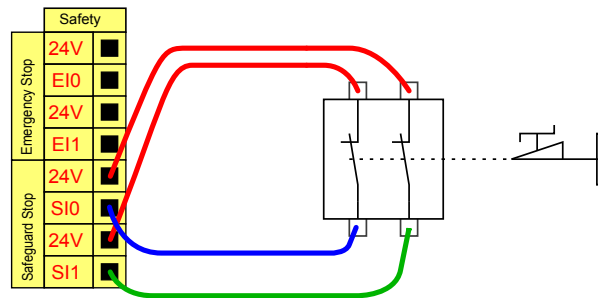
- 可配置的輸入對：外部緊急停止。
- 可配置的輸出對：系統緊急停止。

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。



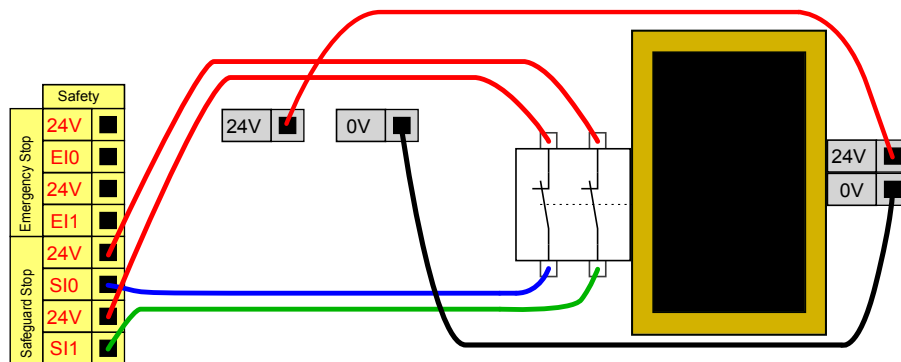
可自動恢復的安全防護停止

門開關就是基本安全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）。

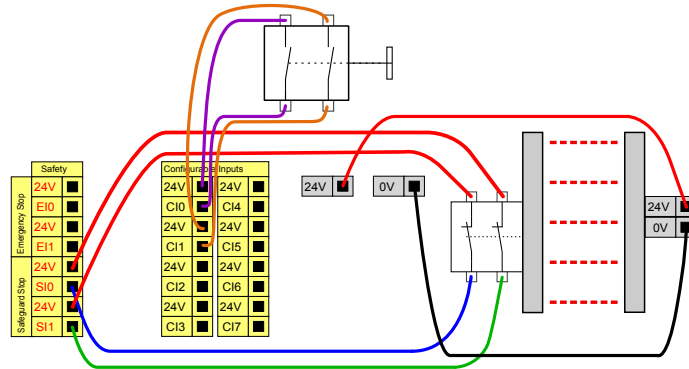


危險:

- 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。

帶重置按鈕的安全防護停止

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）。



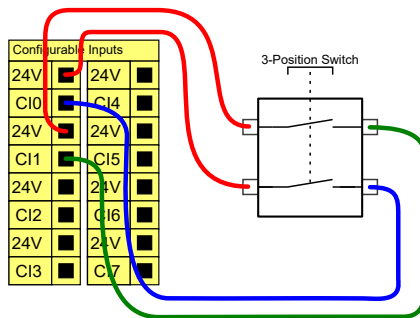
3 檔位開關

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:

Universal Robots 安全系統不支援多個外部 3 檔位開關。

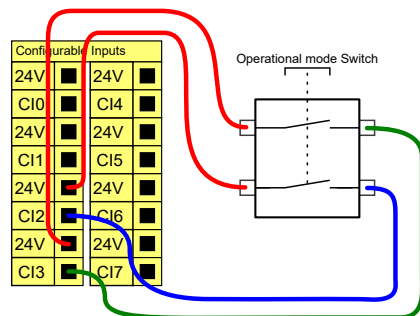


注意:

3 檔位開關輸入的兩個輸入通道存在 1 秒的不一致公差。

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。



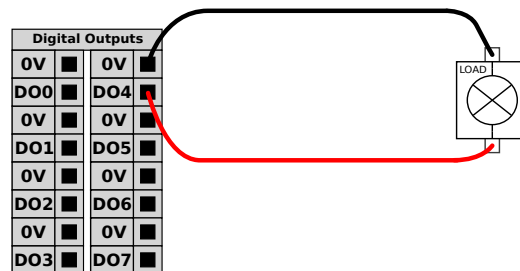
5.4.3 通用數位 I/O

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。

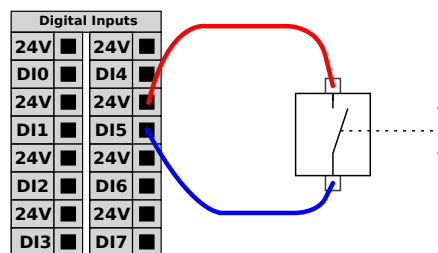
由數位輸出控制的負載

本例顯示了連接時如何從數位輸出控制負載。



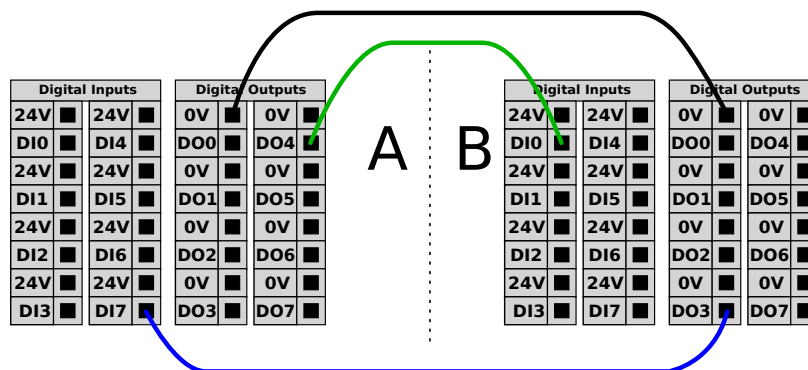
5.4.4 從按鈕進行的數位輸入

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。

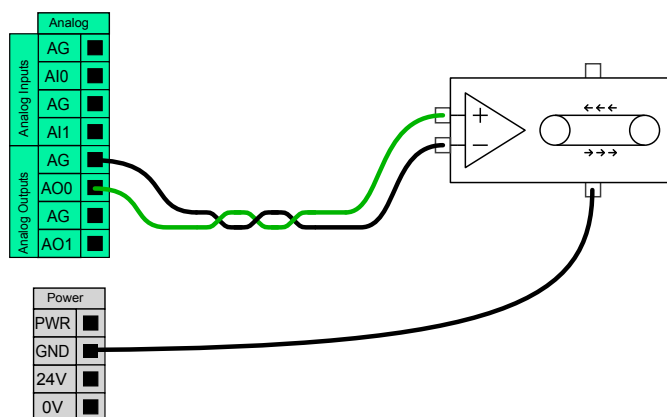
- 使用最靠近此 I/O 的 AG 終端。此 I/O 對共享同一個濾波器。
- 設備和控制箱使用相同的接地（0V）。模擬 I/O 與控制箱不進行電位隔離。
- 使用屏蔽電纜或雙絞線。將屏蔽線與電源端子上的 GND 終端相連。
- 使用在電流模式下工作的設備。電流訊號的敏感度低於接口。

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

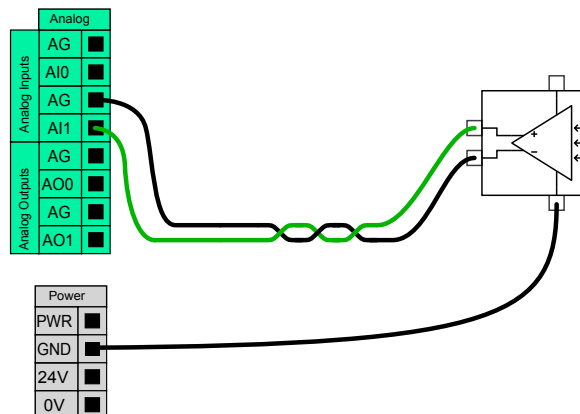
使用模擬輸出

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箱。它通常用於：

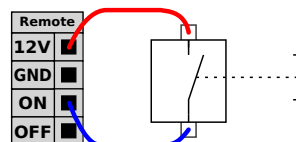
- 教導器不可接近的情況。
- PLC 系統必須實施全面控制的情況。
- 必須同時開啓或關閉多個機器人的情況。

遠端 **ON/OFF** 控制提供有 12V 的輔助電源，控制箱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

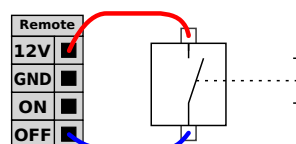
遠程 ON 按鈕

本例顯示了遠端 **ON** 按鈕的連接方法。



遠程 OFF 按鈕

本例顯示了遠端 **OFF** 按鈕的連接方法。





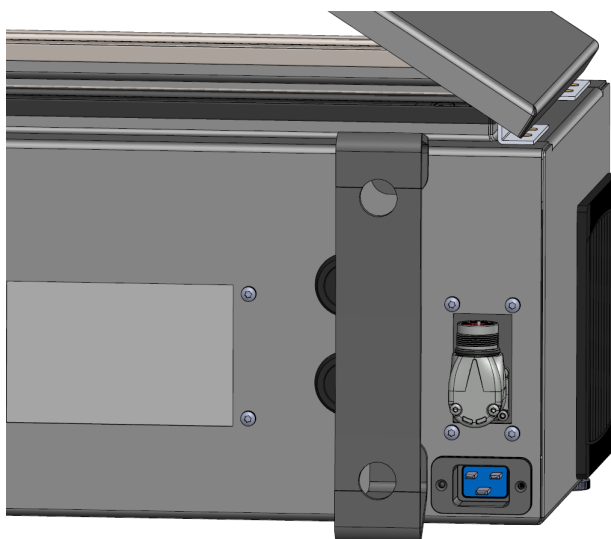
警告:

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箱。您必須對遠程 off 控制使用 **OFF** 輸入，因此此訊號允許控制箱保存檔案和正常關閉。

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 電線連接控制箱底部的標準 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）	8	-	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	150	325	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箱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. 確保控制箱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箱通電前都正確連接。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。

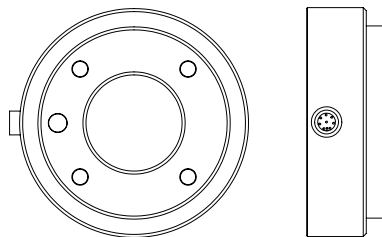
**警告:**

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。



注意：

必須手動擰緊工具連接器，最大力為 0.4 Nm。

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	電源	0V/12V/24V
藍色	T00/PWR	數位輸出 0 or 0V/12V/24V
粉紅色	T01/GND	數位輸出 1 或接地
黃色	T10	數位輸入 0
綠色	T11	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 *	-	1000	2000**	mA
雙 Pin 電源	-	1500	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 1000 mA。

後續章節介紹各種不同的工具 I/O。

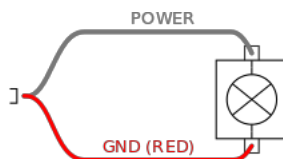


注意：

機器人法蘭 GND 相連通（與紅線相同）。

5.7.1 工具電源 電源

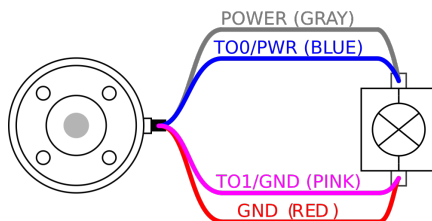
在 PolyScope 的 I/O 索引標籤中，將內部電源設置為 0V、12V 或 24V（請參閱第 II 部分）。



雙 Pin 電源

在雙 Pin 電源模式下，可以增加輸出電流，如（表 2 5.7）所示。

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 在左側清單中，點擊**常規**。
3. 點擊**工具 IO** 並選擇**雙 Pin 電源**。
4. 將電源線（灰色）連接到 To0（藍色），將接地（紅色）連接到 TO1（粉紅色）。



注意:

一旦機器人進行緊急停止，兩個電源引腳電壓均被設置為 0V（電源關閉）。

5.7.2 工具數位輸出

數位輸出支援三種不同模式：

模式	激活	未激活
灌電流 (NPN)	低	打開
拉電流 (PNP)	高	打開
推/拉	高	低

可以在 PolyScope 上，工具 IO 中的安裝索引標籤中對每個引腳的輸出模式進行配置。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



注意：

一旦機器人進行緊急停止，數位輸出（DO0 和 DO1）則被禁用（高 Z）。

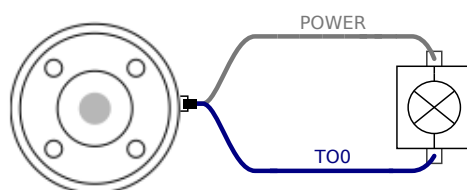


警告：

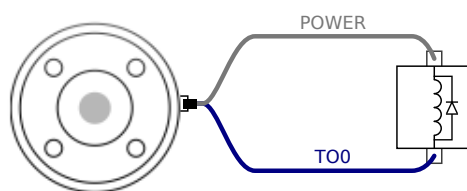
工具中的數位輸出端沒有電流限制。若超過所規定的資料，可能會導致永久性損壞。

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。



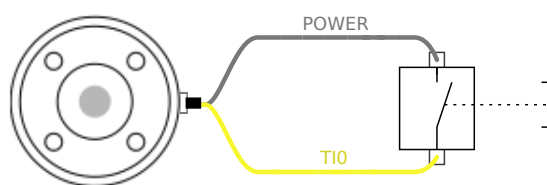
5.7.3 工具數位輸入

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。



5.7.4 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	-	k Ω
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。



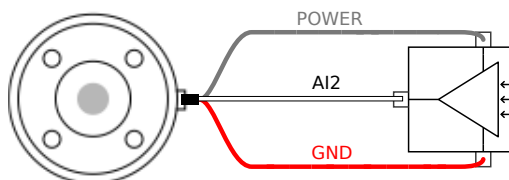
警告:

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

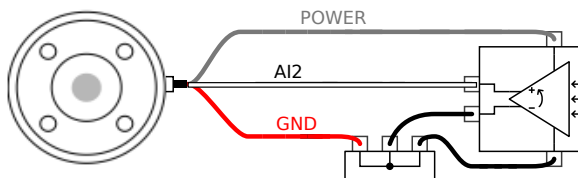
本例顯示了帶有非差分輸出的模擬傳感器連接。只要模擬輸入的輸入模式設置與 I/O 索引標籤中的設置相同，那麼傳感器的輸出端可設置為電流模式，也可設置為電壓模式。

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。



5.7.5 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. 不要改變軟體安全配置中的任何資訊（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

本章所展示的認證及聲明，是專為採用了標準控制箱的 e-Series 機器人所準備的。

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

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。您可以在附錄 B 中找到產品聲明表的副本。



KCC 安全

根據 KC 註冊資訊，已經評估了在工作環境中使用 Universal Robots e 系列機器人 UR5e 的合格評定。因此，在家庭環境中使用時存在無線電干擾的風險。您可以在附錄 B 中查看 KCC 安全認證證書的副本。

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 ISPM-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 7 章中。

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。



警告：

通常建議所用加速度不應高於給定應用程式所需的加速度。高加速度，尤其是在高負載時，可導致機器人的使用壽命縮短。對於循環時間短，速度要求高的應用，通常建議盡可能使用交融軌跡，以確保軌跡平滑，而不需要提高加速度。

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。

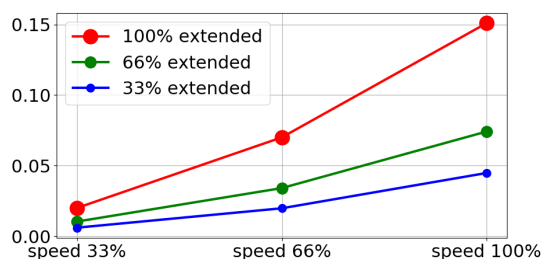
為關節 0（底座）、關節 1（肩部）以及關節 2（肘部）提供的圖形化資料可用於停止距離和時間：

- 0 類
- 1 類
- 2 類

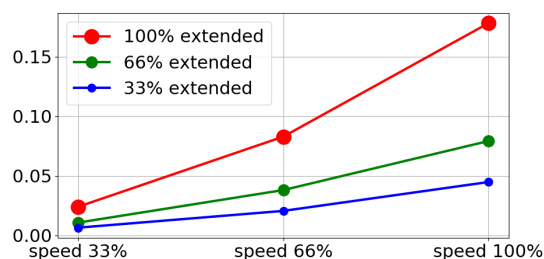
注意：這些值代表最壞的情況；您的價值將會不同。

對關節 0 的測試通過水平移動進行，即：旋轉軸垂直於地面。

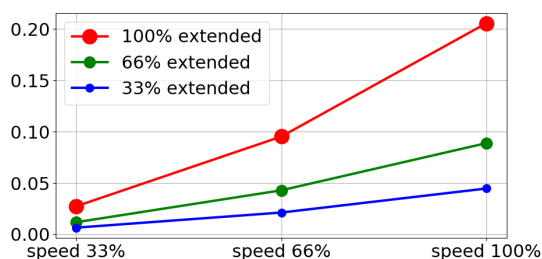
在對關節 1 和關節 2 的測試過程中，機器人遵循垂直軌跡，即旋轉軸平行於地面，並在機器人向下移動時停止。



(a) 最大有效負載的 33% 的停止距離（以米為單位）

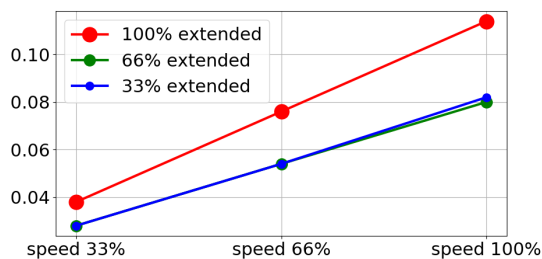


(b) 最大有效負載的 66% 的停止距離（以米為單位）

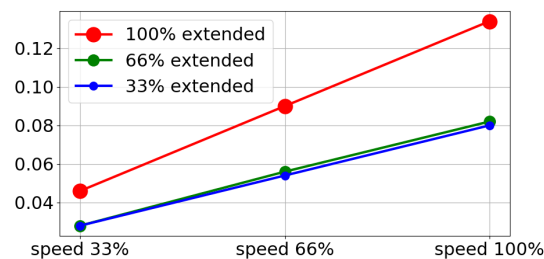


(c) 最大有效負載的停止距離（以米為單位）

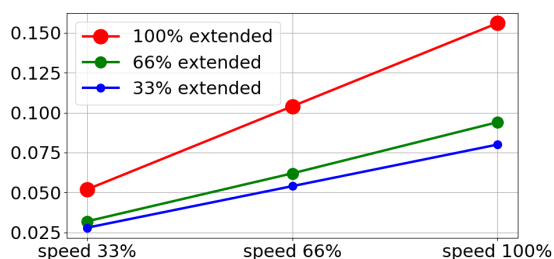
图 A.1: 關節 0 停止距離（基座）



(a) 最大有效負載的 33% 的停止時間 (以秒為單位)

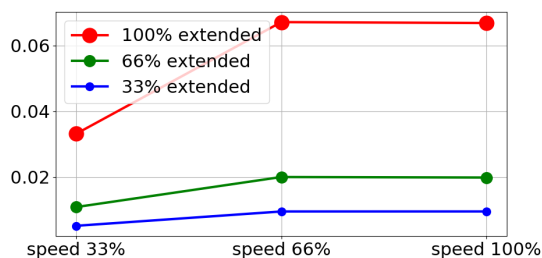


(b) 最大有效負載的 66% 的停止時間 (以秒為單位)

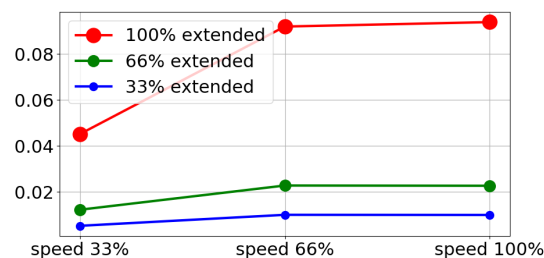


(c) 最大有效負載的停止時間 (以秒為單位)

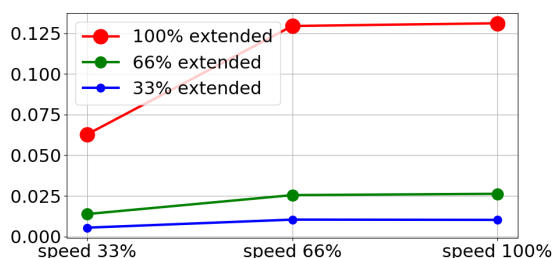
图 A.2: 關節 0 停止時間 (底座)



(a) 最大有效負載的 33% 的停止距離 (以米為單位)

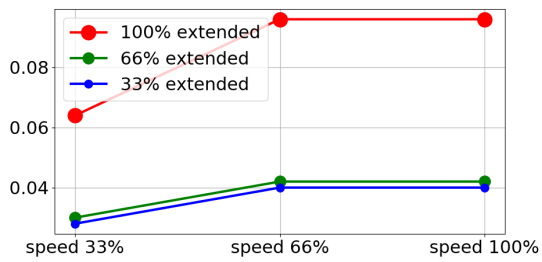


(b) 最大有效負載的 66% 的停止距離 (以米為單位)

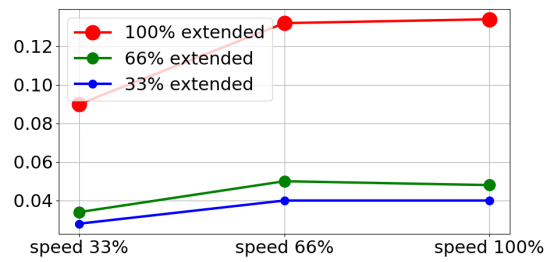


(c) 最大有效負載的停止距離 (以米為單位)

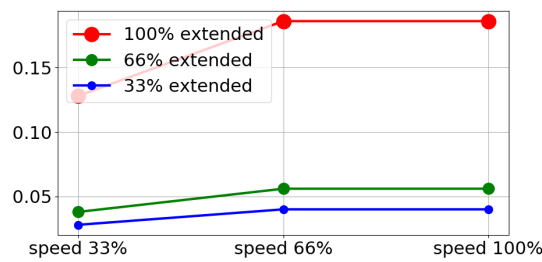
图 A.3: 關節 1 停止距離 (肩部)



(a) 最大有效負載的 33% 的停止時間（以秒為單位）

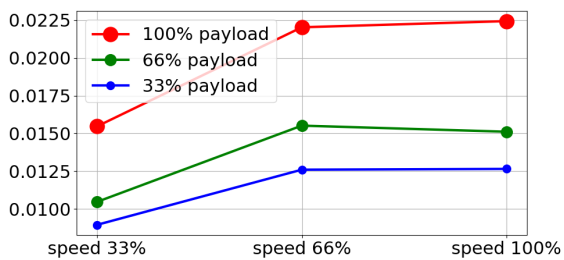


(b) 最大有效負載的 66% 的停止時間（以秒為單位）

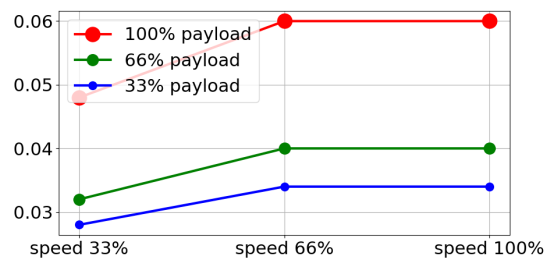


(c) 最大有效負載的停止時間（以秒為單位）

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

This chapter presents certificates and declarations prepared for the e-Series robots with the standard control box.

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

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

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

- I **Machinery Directive 2006/42/EC** – The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
- II **Low-voltage Directive 2014/35/EU** – Reference the LVD and the harmonized standards used below.
- III **EMC Directive 2014/30/EU** – Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
- IV **RoHS Directive 2011/65/EU** – Reference the RoHS Directive 2011/65/EU

V **WEEE Directive 2012/19/EU** – Reference to WEEE Directive 2012/19/EU

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

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60



Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.2 CE/EU 公司聲明（原件翻譯）

本章所展示的認證及聲明，是專為採用了標準控制箱的 e-Series 機器人所準備的。

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	David Brandt 技術官員, R&D 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、UR16e (e 系列)
	系列號:	20195000000 以及以上—Effective 17 August 2019
	集成:	Universal Robots UR3e、UR5e、UR10e 和 UR16e 只有在集成為最終整機 (機器人系統、單元或應用程式), 且符合機械指令和其他適用指令的規定後方能投入使用。

特此聲明以上產品及其功能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、1.1.3、1.1.5、1.2.1、1.2.4.3、1.2.6、1.3.4、1.3.8.1、1.5.1、1.5.2、1.5.6、1.5.10、1.6.3、1.7.2、1.7.4、4.1.2.3 特此聲明, 已根據機械指令附錄 VII 的 B 部分編制相關技術文檔。
- 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。
- IV **RoHS 指令 2011/65/EU** —請參考 RoHS 指令 2011/65/EU
- V **WEEE 指令 2012/19/EU** —請參考 WEEE 指令 2012/19/EU



請參考所引用的協調指令 MD 第 7(2) 條 &
如 LV 指令的第 7(2) 以及 EMC 指令的第 6 條:

(I) EN ISO 10218-1:2011 TUV Nord Cert.4470814097607 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015 TUV Nord Cert.4420714097610 (I)EN ISO 13849-2:2012	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/A1:2010 (II) EN 60320-1:2001/A1:2007 (II) EN 60529:1991/A2:2013	(II) EN 60947-5-5:1997/A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011 (II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/A1:2006
---	---	---

參考所引用的其他技術標準和規範:

(I) ISO/TS 15066 as applicable (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008	(III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-1:2007 (II) IEC 60664-5:2007 (II) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 (SIL2) ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators)
---	--	--

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, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60

Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.3 安全系統證書



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

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Fertigungsstätte
Manufacturing plant

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Industrial robot UR16e, UR10e, UR5e and UR3e



Geprüft nach
Tested in accordance with

EN ISO 10218-1:2011

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

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


Zertifizierungsstelle der
TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

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

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



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Fertigungsstätte:
Manufacturing plant:

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Universal Robots Safety System e-Series
for UR16e, UR10e, UR5e and UR3e robots

Geprüft nach:
Tested in accordance with:

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



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

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


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

Essen, 2019-07-16

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

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

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 KCC 安全



자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		
자율안전인증대상 기계·기구명				
			산업용로봇	
형식(규격)	UR5e		용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호	18-AB2EQ-01603			
제조사	Universal Robots A/S			
소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark			

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

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장



B.6 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.7 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

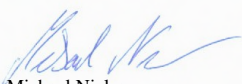
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN 61326-3-1:2008 Industrial locations SIL 2
EN/(IEC) 61000-6-1:2007
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-3:2007+A1
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1
EN/(IEC) 61000-3-2:2014
EN/(IEC) 61000-3-3:2013

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

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.

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

20aocctest-uk-j

C 應用標準

本節闡述了機械手臂和控制器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。

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 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。

D 技術規格

機器人類型	UR5e
重量	20.7 kg / 45.7 lb
最大有效負載	5 kg / 11 lb (4.4)
延伸	850 mm / 33.5 in
關節範圍	± 所有關節為 360°
速度	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	4 N
姿位重複性	± 0.03 mm / ± 0.0011 in (1.1 mils) per ISO 9283
足跡	Ø149 mm / 5.9 in
自由度	6 個旋轉關節
控制箱尺寸 (寬 × 高 × 深)	460 mm × 449 mm × 254 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10 in
控制箱 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	控制箱中的 24 V 2 A
工具 I/O 電源	12 V/24 V 1.5 A (雙 pin) 1 A (單 pin)
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、Profinet
編程	在 12 英寸觸控螢幕的 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 6 類 控制箱：ISO 6 類
Maximum Average Power	570 W
功耗	運行典型的程式時大約為 250 W
協同操作	17 個高級安全功能。遵守：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 0-50 °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箱的電纜 (4.5 m / 177 in)

E 安全功能表格

E.1 表 1

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

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

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

NOTE: All safety functions are individual safety functions.

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

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
1	1, 2, 3, 4 Emergency Stop (according to ISO 13850)	Pressing the Estop PB on the pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop ³ with power removed from the robot actuators and the tool I/O. <i>CommandError! Bookmark not defined.</i> all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time & Stop Distance Safety Functions ⁴ . ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES , not safeguarding.	Category 1 stop (IEC 60204-1)	---	1.30E-07	Robot <i>including robot tool I/O</i>
2	Safeguard Stop⁴ (Protective Stop according to ISO 10218-1)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop ³ . The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configuration are provided. See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions ⁴ . <i>For the functional safety of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of the Safeguard Stop.</i>	Category 2 stop (IEC 60204-1) SS2 stop (as described in IEC 61800-5-2)	---	1.20E-07	Robot
3	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Sets upper and lower limits for the allowed joint positions. Stopping time and distance is not a considered as the limit(s) will not be violated. Each joint can have its own limits. <i>Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move within. It is set in the safety part of the User Interface. It is a means of safety-rated soft axis limiting & space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	5 °	1.20E-07	Joint (each)

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

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

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

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

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

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

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

⁵ Estop validation: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated to the safety controller by SIL2 communications.

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

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

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

Global safety standards for all industrial robots⁶

ISO 10218-1: Manufacturer of robots
 ISO 13849-1 & -2: Provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including safety software.

Global safety requirements for robot systems

ISO 10218-2: Integrator of robot systems

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

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

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

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

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

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

Regulations about machine safety in EU countries

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

It is not required to comply with any standard, however, ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO 13849-1 are harmonized under the MD.

Harmonized standards have an "EN" prefix, e.g. EN ISO 10218.

Complying with a harmonized standard provides a presumption of conformity with the relevant MD essential requirements.

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

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

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

Key safety clauses from ISO 10218-1

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

§5.10.2 safety-rated monitored stop

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

UR robots: Safeguard Stop safety function fulfills §5.10.2.

§5.10.5 power and force limiting by inherent design or control

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

§5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting

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

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

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

E.2 表 2

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

It is very important to understand that collaborative operation is of the APPLICATION when in AUTOMATIC mode.

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

FAQs

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

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

部分 II

PolyScope 手冊

10 簡介

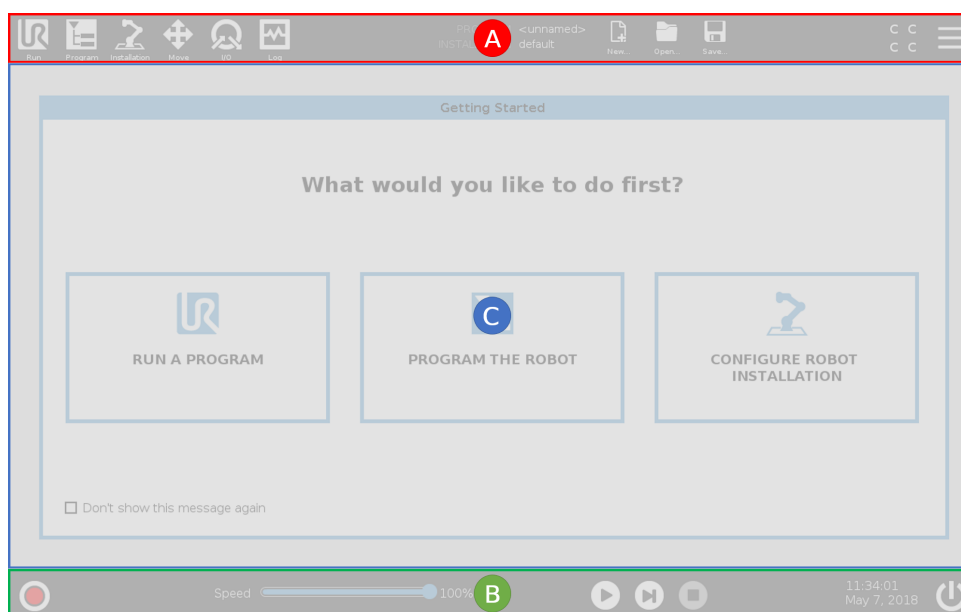
10.1 PolyScope 基本事項

PolyScope 是圖形使用者界面 (GUI) 上的**教導器** 用於操作機械手臂、控制箱並執执行程序。

A 為您提供交互式熒幕的**標題**（帶索引標籤/圖標）。

B 控制您加載程式的**頁尾**（帶按鈕）。

C 管理和監視機器人動作的**熒幕**（帶欄位）。



注意：啟動時會出現無法繼續對話。您必須選擇前往**初始化熒幕**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 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 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。點按即可切換到手動環境。



手動表示機器人已加載了手動環境。點按即可切換到自動環境。

注意：只有啓用了遠端控制，才能存取本地模式和遠端模式圖標。



本地指可本地控制機器人的模式。點按即可切換到遠端控制。必須設置密碼才能存取本地模式圖標。



遠端指遠端控制機器人的模式。點按即可切換到本地控制。



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。



模擬按鈕可在模擬模式和真實機器人之間切換執行程式。當以模擬模式運行時，機械手臂不移動。因此，機器人不會在碰撞時損壞自身或附近的設備。如果您不確定機械手臂將執行什麼操作，請使用模擬模式測試程式。



250mm/s **手動提速**可使工具速度暫時超過 250mm/s。只有在配置了 3 檔位開關時，才能在手動模式下使用此保持運行功能。



播放啓動當前加載的機器人程式。

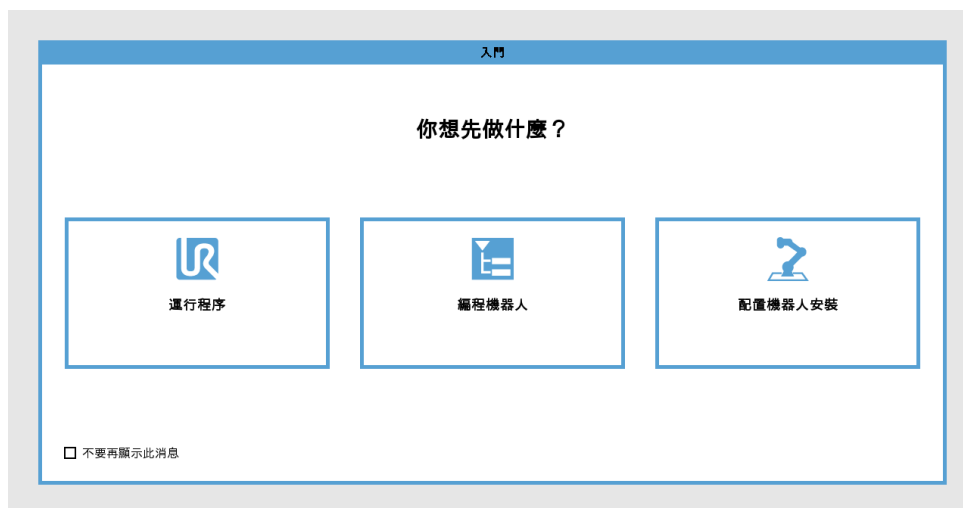


步驟允許程式單步調試。



停止停止當前加載的機器人程式。

10.2 歡迎屏幕



運程序、為機器人編程或配置機器人安裝。

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。

肩部和肘部 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箱

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箱。
5. 插入主控制箱插頭。



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/關控制箱

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箱。
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：

- 紅色表示機械手臂目前處於停止狀態。
- 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：當啓動機器人後，關節制動被解鎖，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：

啓動機械手臂時，總是驗證實際負載和實際安裝設置正確。如果設置錯誤，機械手臂和控制箱將無法正常工作，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。

如需啓動機器人：

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 按鈕即可解除制動。
 3. 按一下紅色 LED 的 OFF 按鈕即可關閉機械手臂。
- 啓動 PolyScope 後，按一下 ON 按鈕即可啓動機械手臂。然後狀態變為黃色，表示已啓動機器人，且機器人處於閒置狀態。**閒置。**

- 機械手臂狀態為**空間**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，請確認已正確安裝機械手臂和控制箱。

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，觸控螢幕上將彈出一個窗口，提示機器人需要進行初始化。
4. 在彈出的對話方塊中，點按**轉到初始化螢幕**，以存取初始化螢幕。
5. 開啓緊急停止按鈕，將機器人狀態從**緊急停止**切換為**關閉電源**。
6. 請站在機器人可觸及的範圍（工作空間）之外。
7. 點擊**初始化機器人**螢幕上的 **ON** 按鈕，使機器人狀態變成**閒置**。
8. 在有效負載中，在**有效負載**欄位驗證負載量。您還可以在**機器人**欄位中確認安裝位置是否正確。
9. 點擊**啟動**按鈕，使機器人解除剎車。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

11.3 第一個程序

程式指一系列命令，提醒機器人該做什麼。對於大多數任務，完全使用 **PolyScope** 進行編程。教導機械手臂如何使用一系列路點進行移動，以為機械手臂設定移動路徑。

使用移動選項卡（請參閱 17）將機械手臂移動到所需位置，或者通過將機械手臂拉到位來向其示教位置，同時按住教導盒頂部的自由驅動按鈕

。您還可以編寫程式，在機器人路徑中的特定點處向其他機器傳送 I/O 訊號，並可根據變數和 I/O 訊號執行 **if...then** 和 **loop** 等命令。

以下是一個簡單的程式，該程式可使已啟動的機械手臂在兩個路點之間移動。

1. 在 PolyScope 標題**檔案**路徑中，點按**新建...**並選擇**程式**。
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，按移動箭頭移動機械手臂。
您也可以通過按住自由驅動按鈕並將機械手臂拉到所需的位置來移動機械手臂。

5. 一旦機器人手臂就位，按**確定**鍵，新的路點顯示為路點 _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，按住機械手臂的**播放**按鈕，以實現在路點 _1 和路點 _2 之間移動。
- 恭喜！您現已編完了第一個機器人程式，該程式可指示機械手臂在給定的兩個路點之間移動。


注意：

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. 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。


警告：

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。

11.4 機器人註冊和 URCap 許可證檔案

在使用遠端 TCP URCap 之前，請註冊機器人，下載並安裝 URCap 許可證檔案（請參閱 15.8）。

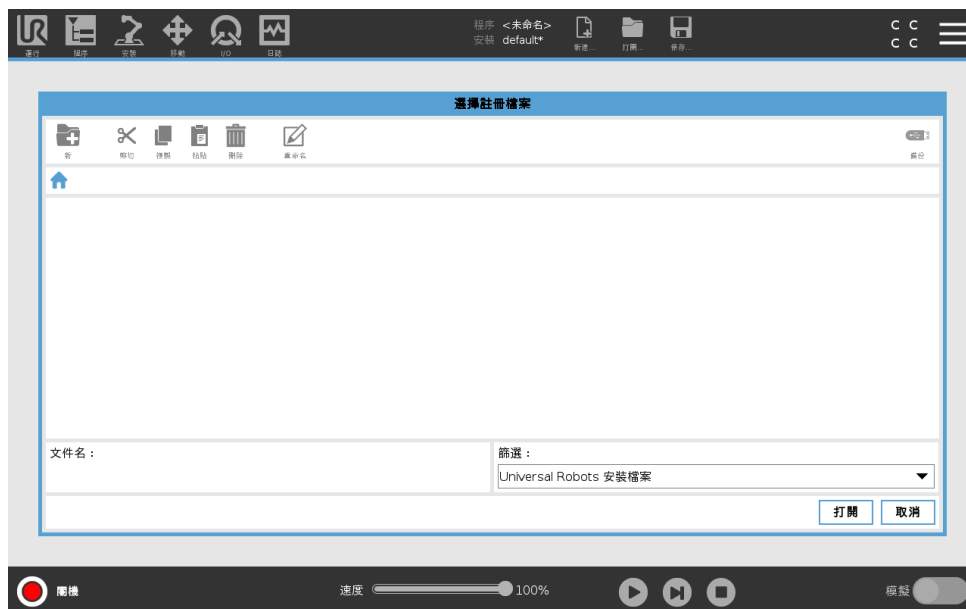


在當前螢幕註冊機器人

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 功能表，然後選擇設定。
2. 在左側的功能表中，點擊系統並選擇機器人註冊，即可顯示設定螢幕。
3. 按照螢幕上的步驟 1 和 2 註冊機器人。

下載 URcap 許可證檔案

1. 線上填寫必填欄位，並將許可證檔案下載到 PC。
2. 將授權檔案複製到 USB，並將其連線到教導器。
3. 在步驟 3 中，在設定螢幕上點擊**加載檔案**，即可打開**選擇註冊檔案**螢幕。
4. 在清單中選擇 USB 即可顯示內容並導覽到授權檔案。
5. 選擇 **license.p7b**，並點擊**開啟**即可確認機器人註冊。
6. 在左下角點擊**退出**。



取消機器人註冊

如果變更機器人的所有者，則需要新的許可證。在這種情況下，必須首先取消機器人註冊。

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 功能表，然後選擇設定。
2. 於左側功能表中，點擊系統，並選擇**機器人註冊**。
3. 在設定螢幕的右下角，點擊**取消註冊**。

12 操作模式選擇

12.1 操作模式

配置 3 檔位開關時、設置密碼、定義操作模式可配置 I/O 或透過儀表板伺服器時，將啟用操作模式（請參閱 12.1）。

自動模式啟動後，機器人只能執行預定義的任務。如果對 3 檔位開關進行了配置，移動索引標籤和自由驅動模式將不可用。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。您可以修改和保存程式與安裝檔案。



警告:

只能在自動模式下激活自動模式安全防護停止，因此安全防護的保護功能僅在自動模式下可用。

操作模式	手動	自動
自由驅動	X	*
用移動選項卡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
從所選節點啟動程式	X	

* 僅當配置 3 檔位開關時。

** 可以在 PolyScope 設置中啟用運行螢幕上的速度滑塊。

*** 如果配置了 3 檔位開關，機器人將以手動降低的速度運行，直到激活手動提速。



注意:

- Universal Robots 未配備 3 檔位開關。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。
- 如果未配備 3 檔位開關，則不能在手動模式下降低速度。


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。
- 必須將用於使機器人在操作模式之前切換的裝置放置在受保護的空間之外。
- 機器人處於自動模式時，使用者不得進入安全防護空間，除非配置了自動模式安全防護輸入。

下面的小節將介紹配置操作模式選擇的方法。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。配置選項顯示在下拉式功能表中。
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。

使用 PolyScope

1. 設置用於在（請參閱 21.3.2）操作模式之間切換的密碼。
2. 要在模式之間切換，請在標題中選擇配置文件圖標。

注意：當啓用 3 檔位開關的安全 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 檔位開關並且**操作模式**處於手動模式時，只能通過按下 3 檔位開關來移動機器人。

3 檔位開關不能用於自動模式。只能在自動模式下激活自動模式安全防護停止，因此安全防護的保護功能僅在自動模式下可用。

**注意:**

3 檔位開關必須符合 ISO 10218-1: 適用於啓用裝置的第 5.8.3 條。

12.2.1 手動高速

保持運行功能、**手動提速**可使工具速度暫時超過 250mm/s。僅當機器人處於手動模式且配置了 3 檔位開關時才可以超過該速度。如果配置了 3 檔位開關但未按下，則機器人在手動模式下執行安全防護停止。在自動模式和手動模式之間切換需要完全鬆開 3 檔位開關，並再次按下才能使機器人移動。

注意：當使用手動提速時，請使用安全關節限值（請參閱 13.2.4）或安全平面（請參閱 13.2.5），限制機器人的移動空間。

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，點按**安裝**圖標。
2. 在熒幕左側的側功能表中，點按**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. 在熒幕左側的藍色功能表中，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應用的機器人安全配置，並從上到下，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。

注意：

- 如果更改安全功能設置，則安全校驗和會發生變化，因為安全校驗和僅由安全設置生成。
- 您必須將您的更改應用於安全校驗和的安全配置以反映您的更改。

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13.2.8。



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 13.2.10）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

在安全配置中指定了安全系統限制。安全系統接收輸入字段的值，並檢測這些值是否存在違例。機器人控制器嘗試通過進行保護性停止或降低速度來防止任何違例行為。這意味著程序可能無法執行非常接近極限的運動。



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**。

預設情況下，機械手腕 **3** 位置範圍為無限制。使用與機器人連接的電纜時，必須先禁用**手腕 3 無限制範圍**核取方塊，以避免出現電纜張力和保護性停止。

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，因為安全索引標籤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 16.1.4）。該特徵過後可以被複製到安全平面螢幕並進行配置。



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。

已禁用 安全平面從不激活。



正常 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。



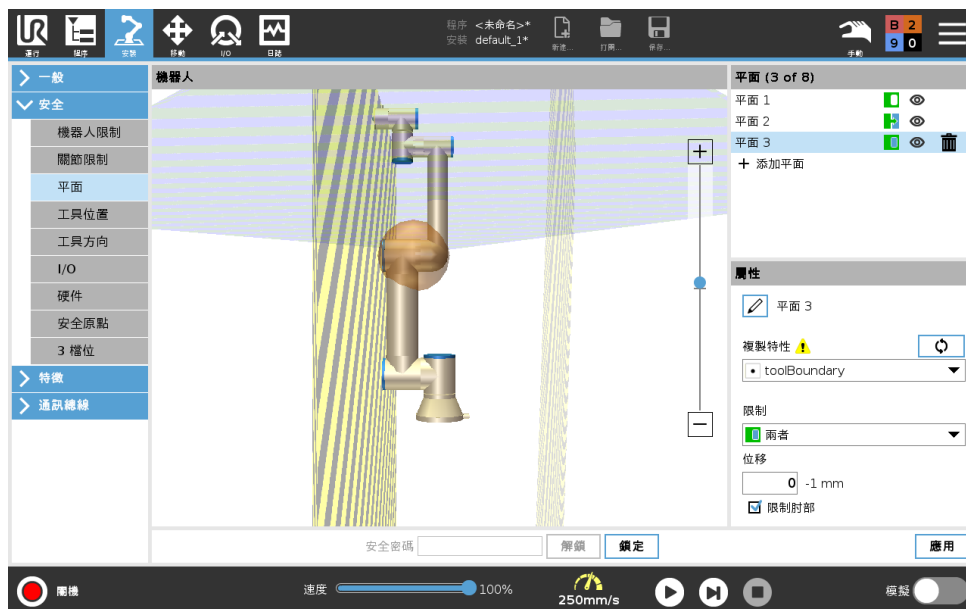
觸發器縮減模式 如果機器人工具或肘部超出觸發器縮減模式平面，安全平面將導致安全系統切換為縮減模式。

-  **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. 在螢幕左側的側功能表中，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

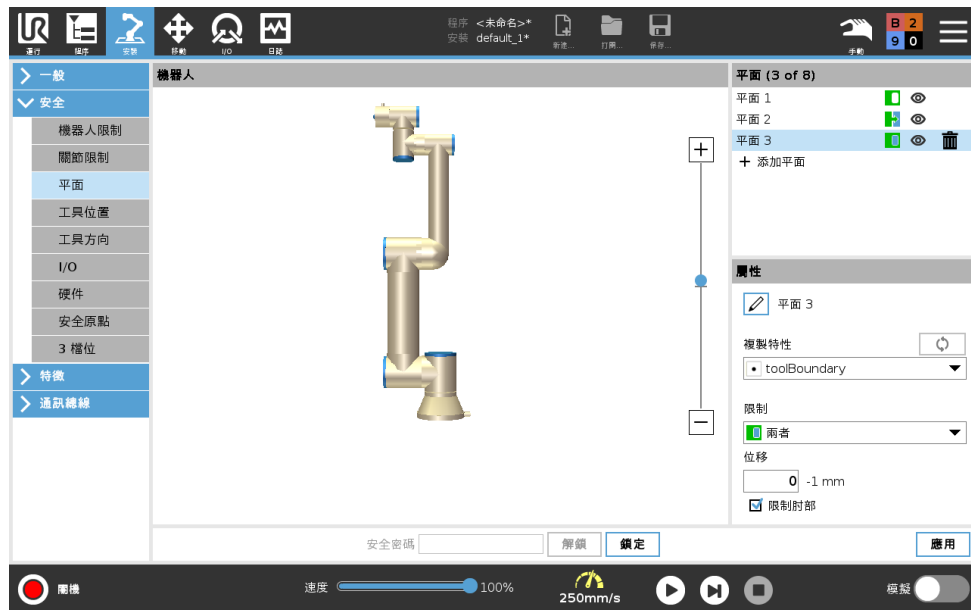
如果在特徵屏幕中修改了已複製特徵，則複製特徵文本右側會出現警告圖標。這表示該特徵不同步，即屬性卡中的信息不會被更新，以反映可能對特徵進行的修改。



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)

13.2.6 自由驅動

自由驅動可實現手動將機械手臂拉入所需位置和/或姿勢。由於已鬆開剎車，關節移動的阻力很小。手動移動機械手臂時，手臂將處於自由驅動模式（請參閱 12.1）。

隨著處於自由驅動模式下的機械手臂越接近預定義的極限或平面（請參閱 13.2.5），阻力將增加。這使得需要很大的力才能將機器人拉到位。

您可以透過以下方式啓用自由驅動：

- 使用自由驅動按鈕
- 使用 I/O 操作（請參閱 16.1.4）
- 使用移動索引標籤熒幕上的自由驅動按鈕（請參閱 17.2）

使用自由驅動按鈕

1. 長按教導盒上的自由驅動按鈕。
2. 根據需要移動機械手臂。

13.2.7 逆向驅動

在機械手臂的初始化期間，當機器人剎車被釋放時，可能會觀察到輕微的震動。在某些情況下，例如當機器人接近碰撞時，這些震顫是不被期望的，並且**逆向驅動**特徵可用於將特定關節強制地移動到期望位置，而不會釋放機械手臂中的所有製動。

啟用逆向驅動：

1. 在初始化熒幕上，點按**開啟**，即可開啓序列。
2. 當機器人處於**閒置**狀態時，長按**自由驅動**按鈕，機器人狀態變為**逆向驅動**。
3. 僅在向關節施加明顯的壓力時，鬆開剎車。只要長按/按下**自由驅動**按鈕。在使用**逆向驅動**時，機械手臂移動的時候會感覺沉重。

13.2.8 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。

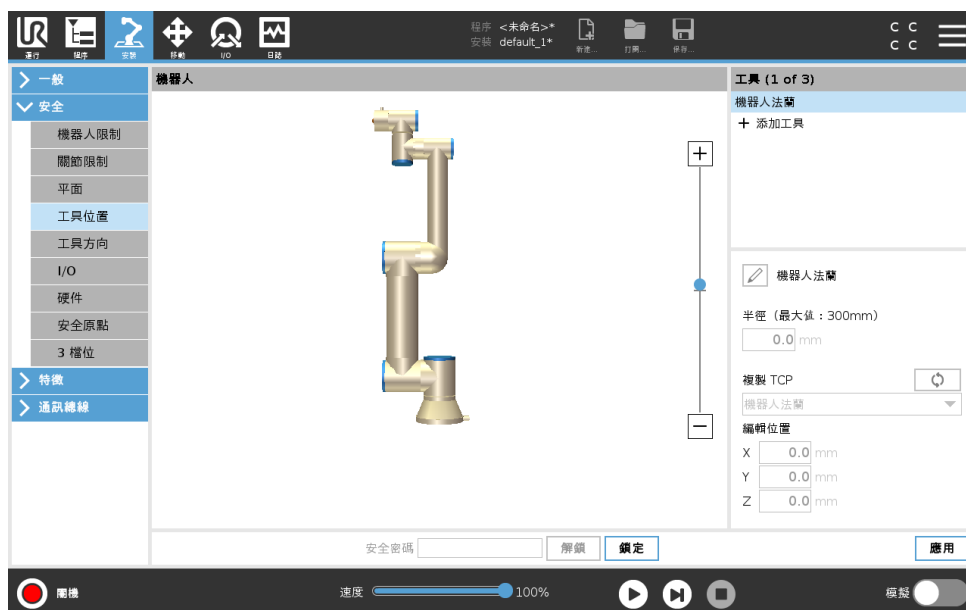
機器人讓您可以可視化您的修改。

工具讓您可以定義和配置最多兩個工具。

Tool_1 是使用值 $x = 0.0$, $y = 0.0$, $z = 0.0$ 和 $radius = 0.0$ 定義的默認工具。這些值代表機器人機器人法蘭。

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。
- 工具法蘭上定義了一個默認球體。



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。

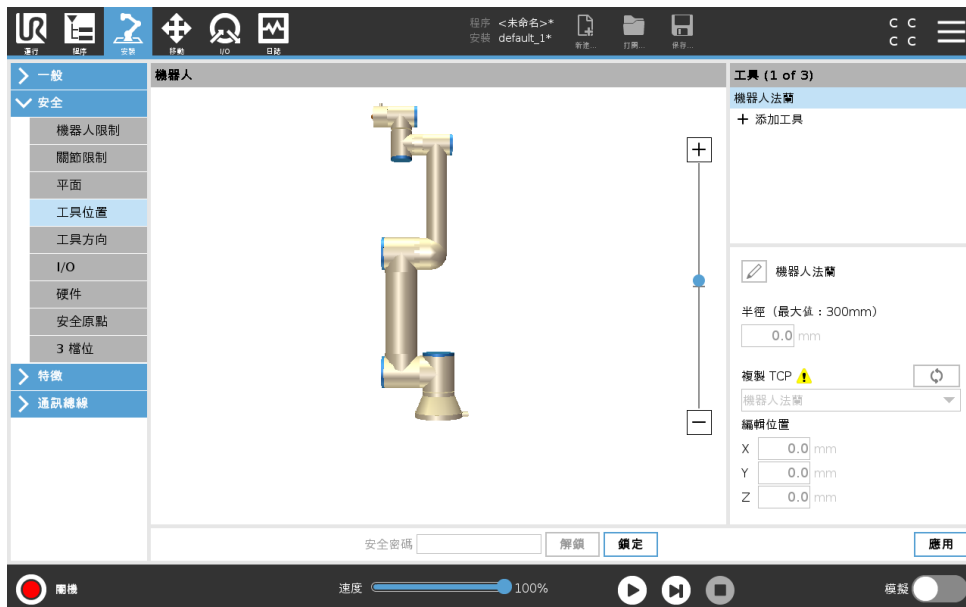
當您編輯或調整**編輯位置**輸入字段中的值時，下拉菜單中可見的 TCP 名稱將更改為**自定義**，表

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。



13.2.9 工具方向

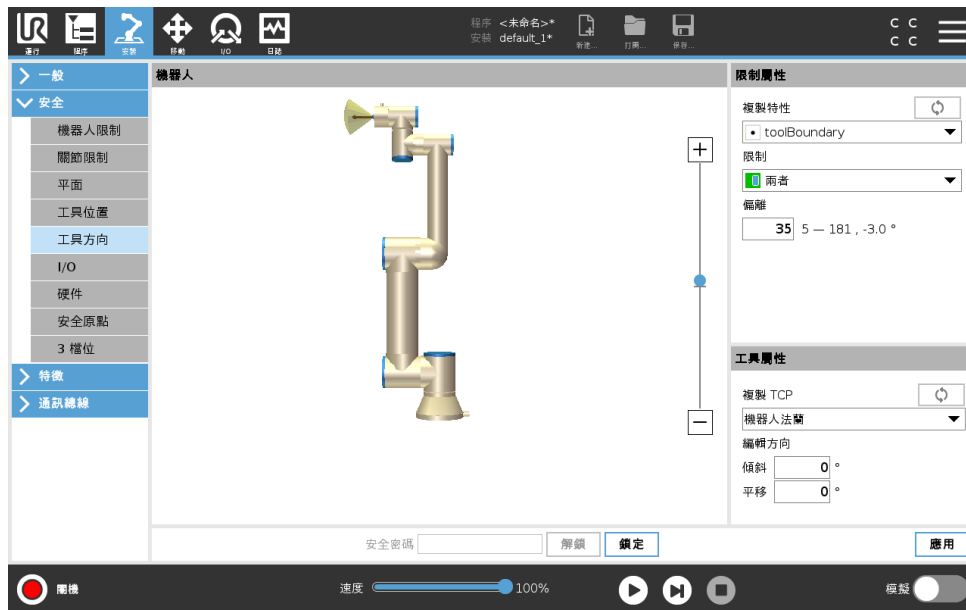
工具方向屏幕可用於限制工具指向的角度。該限制由錐體定義，它相對於機械手臂底座具有固定的方向。當機械手臂移動時，工具方向將受到限制，以便可保持在限定的錐體內。工具的默認方向與工具輸出法蘭的 Z-軸重合。可以通過指定傾斜和平移角度來定制。

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-軸需要傾斜到輸出法蘭的 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。

13.2.10 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。



輸入訊號

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）。當配置時，向輸入提供的低訊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。

3 檔位開關 在手動模式下，必須按下 3 檔位開關才能移動機器人。

操作模式 定義後，此輸入可用於在自動模式和手動模式之間切換（請參閱12.1）。

防護重置 進行安全防護停止時，此輸出保證在觸發重置前保持安全防護停止狀態。

自動模式安全防護停止 配置好後，當輸入引腳為低訊號且機器人處於自動模式時，自動安全防護停止將執行一次安全防護停止。

自動模式安全防護重置 當進行自動模式安全防護停止時，機器人在自動模式下進行安全防護停止，直到輸入引腳訊號上升，出發重置。



警告：

- 如果禁用預設的安全防護重置輸入，則只要輸入引腳為高訊號，機械手臂就不能繼續安全防護停止。僅可透過安全防護停止恢復暫停的程式。
- 與安全防護重置類似，如果禁用預設的自動模式安全防護重置，則在自動模式安全防護停止輸入訊號較高時，機械手臂將不再安全防護停止。僅可透過自動模式安全防護停止恢復暫停的程式。

輸出訊號

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

系統緊急停止 當機器人緊急停止輸入或緊急停止按鈕觸發安全系統，使其進入緊急停止狀態時，訊號為弱訊號。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 如果機器人處於移動狀態，訊號則為弱訊號。

機器人未停止 當由於緊急停止或安全防護停止而使機器人停止或處於停止過程中時，訊號為強訊號。否則將為邏輯低訊號。

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訊號較弱時，訊號則為弱訊號。否則訊號處於強狀態。

未縮減模式 這是上述縮減模式的相反狀態。

安全原點 如果機械手臂停止在配置的安全原點，則訊號為強訊號。否則為弱訊號。



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。

13.2.11 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. 在左側的側功能表中，點按**安全**按鈕並選擇**硬體**。
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。

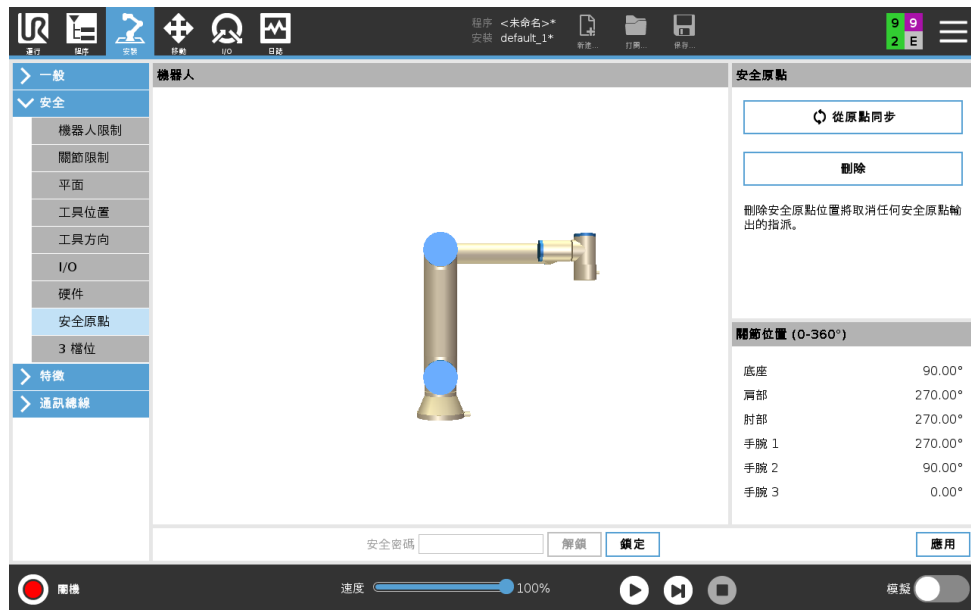


警告:

如果教導器與機器人分離或斷開，緊急停止按鈕不再有效。您必須從機器人附近移除教導器。

13.2.12 安全原點

安全原點是定義（根據使用者定義的原點）的返回位置。當機械手臂處於安全原點並且定義了安全原點 I/O 時，安全原點 I/O 將處於活動狀態。如果關節位置處於指定的關節角度或其 360 度的倍數，則機械手臂處於安全原點。



從原點同步

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 在螢幕左側的側功能表中，點擊**安全**按鈕並選擇**安全原點**。
3. 在**安全原點**下點擊**從原點同步**。
4. 點擊**應用**並在出現的對話方塊中選擇**應用**並重新啟動。

安全原點輸出

必須在安全原點輸出之前定義安全原點（請參閱13.2.10）。

定義安全原點輸出

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 在螢幕左側的側功能表中，在**安全**下選擇**I/O**。
3. 在下拉式功能表的功能分配中，輸出訊號的 I/O 螢幕上選擇**安全原點**。
4. 點擊**應用**並在出現的對話方塊中選擇**應用**並重新啟動。

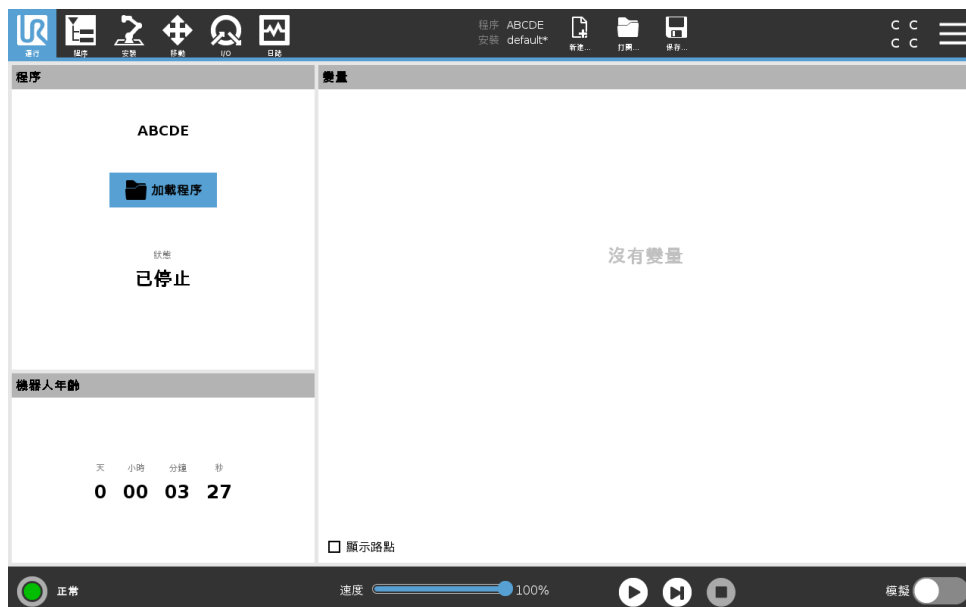
編輯安全原點

編輯原點不會自動修改此前定義的安全原點。雖然這些值不同步，但未定義原點程式節點。

編輯安全原點

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 在左側的側功能表中，在**常規**下選擇**原點**。
3. 點擊**編輯位置**，然後設定新的機械手臂位置並點擊**確定**。
4. 在側功能表中，在**安全**下選擇**安全原點**。注意：需要使用安全密碼**解鎖**安全設定（請參閱 13.1.2）。
5. 在**安全原點**下點擊**從原點同步**

14 運行索引標籤



運行索引標籤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。您可以將簡單操作與密碼結合起來，保護 PolyScope（請參閱 21.3.2），使機器人成為一個可以專門運行預編程式的工具。

在此螢幕上，您可以根據外部輸入訊號邊緣過渡自動加載和啟動預設程式（請參閱 16.1.6）。注意：自動加載啟動預設程式，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 16.1.5）。安裝變數在機器人和控制箱重新啟動後保持它們的值。

常規程式變數 這些變數僅適用於運程式，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

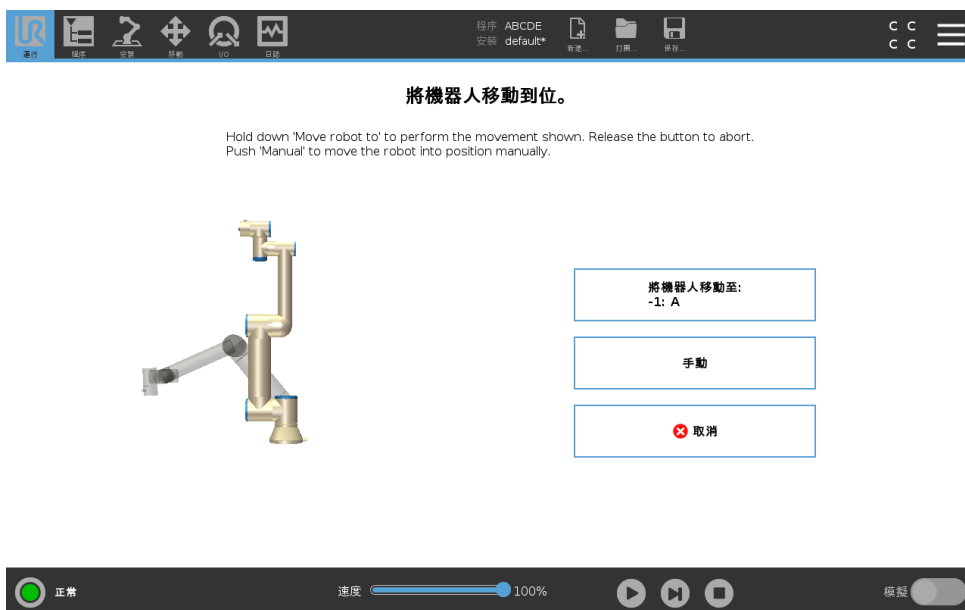
此欄位表示自首次啟動機器人之後的時長。注意：此欄位中的數字與程式運行時間無關

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。



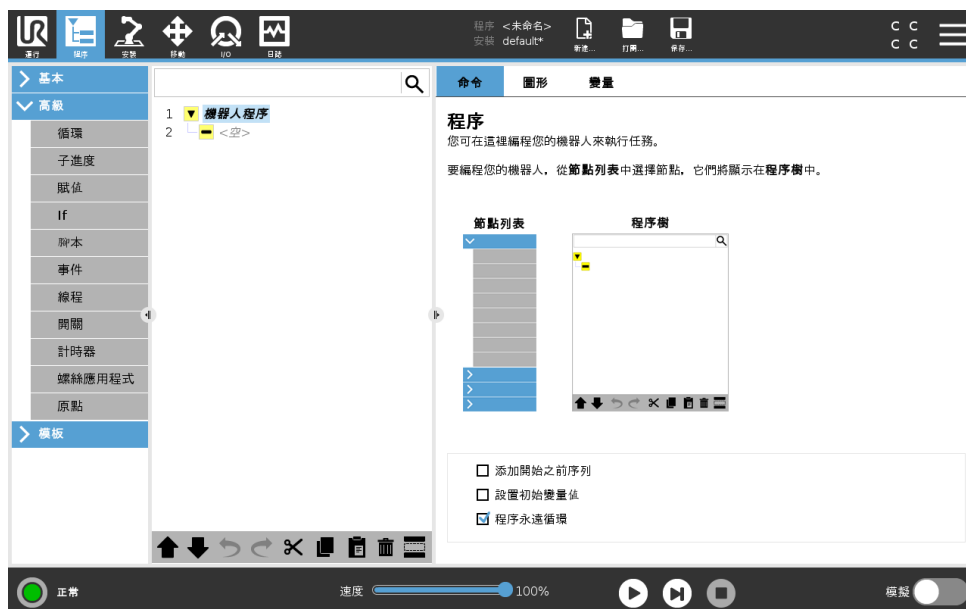
警告:

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

點擊命令即可將程式節點添加到程式樹。在螢幕右側配置已添加程式節點的功能。

不允許運行空程式樹。也不允許運行包含錯誤配置程式節點的程式。以黃色突出顯示無效的程式節點，表示在運行程式之前應該予以修復的內容。

15.1.1 程序執行指示



運行程式時，使用節點旁邊的一個小  圖標表示當前正在執行的程式節點。此外，以藍色突出顯示執行路徑。

按下程式角上的  圖標將使其跟踪正在執行的命令。

15.1.2 搜索按鈕

點擊  即可在程式樹中進行搜索。按  圖標即可退出搜索。

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：將其粘貼到程式樹的其他位置）。

粘貼

 按鈕允許您粘貼之前剪切或復制的節點。

刪除

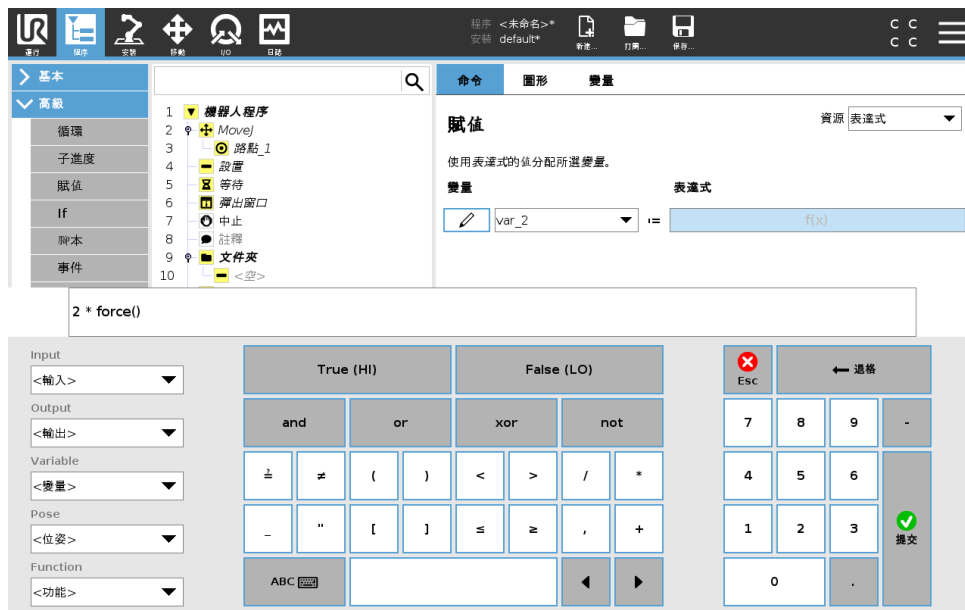
點擊  按鈕從程序樹中刪除一個節點。

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 運算式編輯器



表達式本身可以文本形式進行編輯，同時，也可使用表達式編輯器進行編輯。表達式編輯器提供許多按鈕和函數，可用於插入特殊表達式符號，例如表示相乘的 * 號和表示小於等於的 ≤ 符號。使用屏幕右上角的鍵盤符號按鈕可切換至表達式文本編輯模式。所有已定義的變量都可在變數選擇器中找到，輸入和輸出端口的名稱可在輸入和輸出選擇器中找到。一些特殊函數可在函數選擇器中找到。

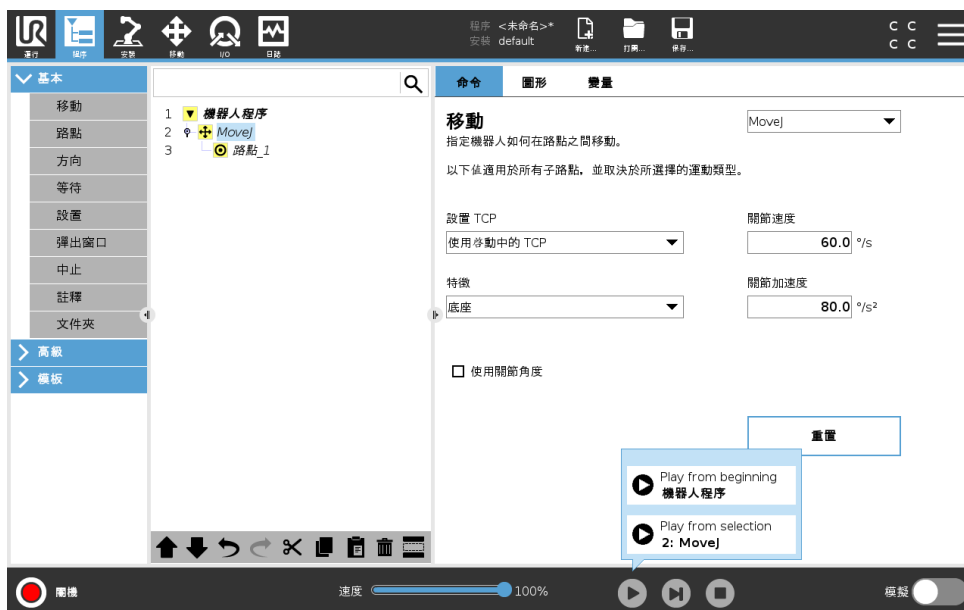
按確定按鈕時，系統將檢查表達式有無語法錯誤。點擊取消按鈕可離開此螢幕，放棄所有更改。

表達式類似如下形式：

```
digital_in[1] = True 和 analog_in[0] < 0.5
```

15.1.5 從所選節點啟動程式

當機器人處於手動模式時（請參閱 12.1），從選擇播放使您可從選定節點啟動程式。從開始播放正常運行程式。如果不能從特定節點運行某個程式，則從選擇播放程式選項將被禁用。無法使用線程啓用從選擇播放選項，因為線程始終從開始播放。



選擇從選擇播放選項

點按**播放**並選擇**從選擇播放**，可從程式樹中的某個節點運行程式。

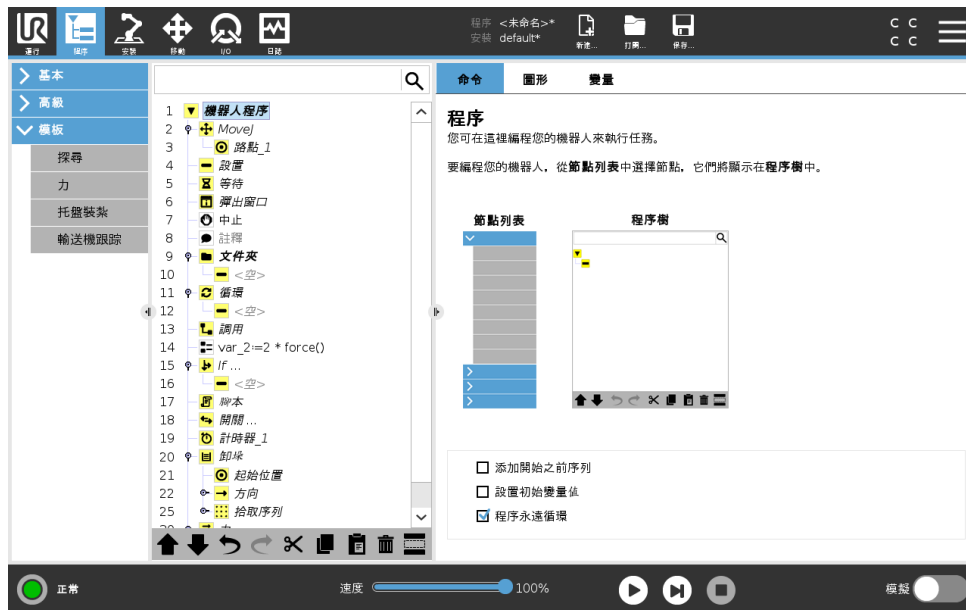


注意:

- 如果使用**開始之前部分**，則對於**從選擇播放**和**從開始播放**，均將執行此部分。
- 如果出現未分配的變數，程式將停止運行，並將顯示一則錯誤消息。
- 只能從機器人程式中的某個節點開始運行程式。
- 可以在子程式中使用**從選擇播放**。子程式結束時程序運行停止。

15.2 命令選項卡

本手冊未涵蓋有關每種程式節點的所有詳細資料。機器人程式節點包括三個控制所有程式行為的核取方塊。



添加開始之前序列

選中此核取方塊可向程式添加一個特殊序列，啟動程式時該序列也將啟動一次。

設置初始變量值

選擇此項即可設定程式變數的初始值。

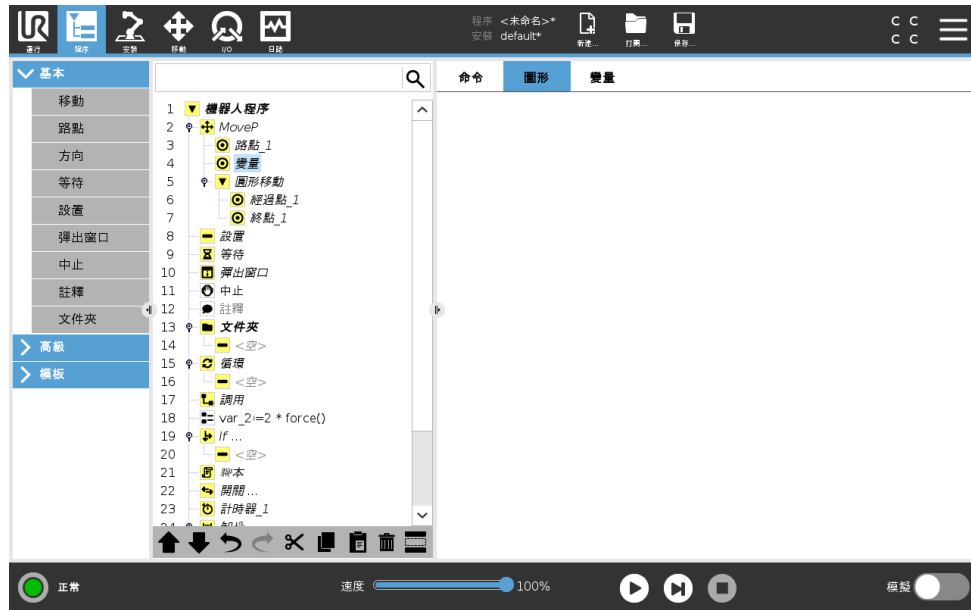
1. 從下拉列表中選擇變量，也可以使用變量選擇器框選擇變量。
2. 輸入該變量的表達式。該表達式用於在程序啟動時設置變量值。
3. 您可以選擇**保持上一次運行的值**，以將變量初始化為**變量**選項卡上的值（請參閱 15.4）。這允許變量在程序執行之間保持它們的值。如果程序是首次運行，或者變量值選項卡已清空，則變量從表達式獲取變量值。

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

選擇此項可連續運行程式。

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。

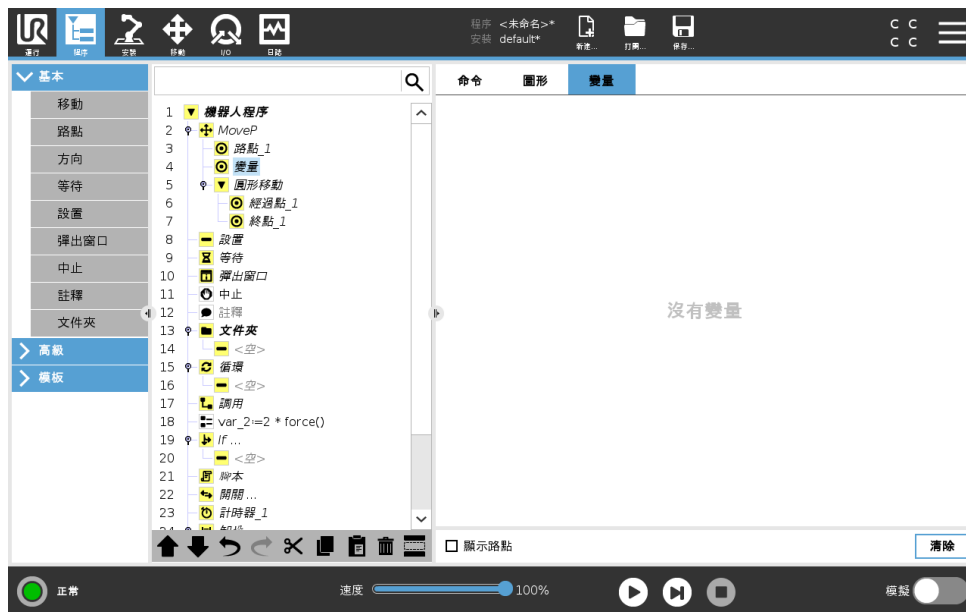
請注意，如果機器人在運程序，邊界限制可視化將被禁用。

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。

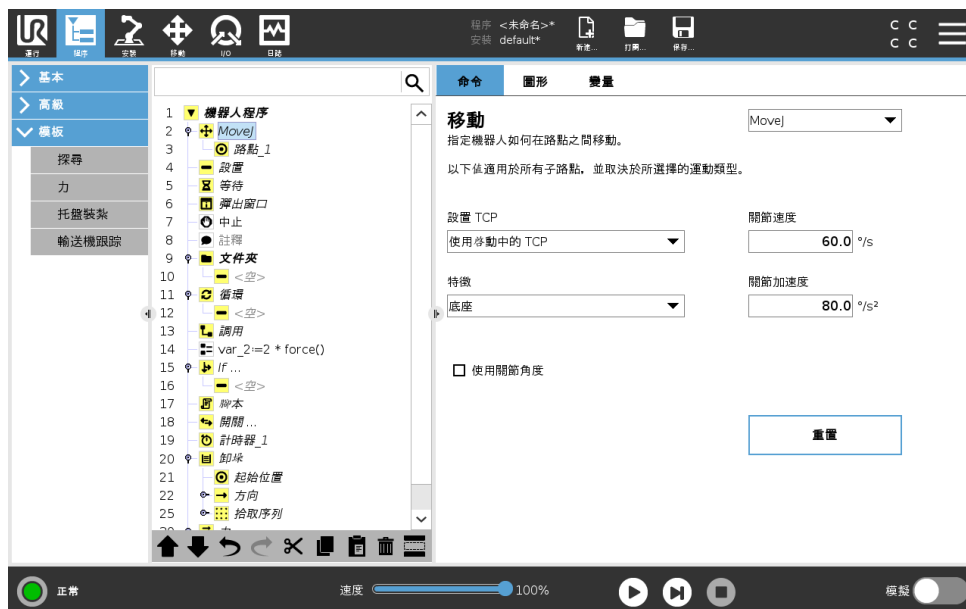
15.4 變數索引標籤



變數索引標籤顯示程式運行中的實時變數值，並在程式運行的過程中保存傳遞變數和變數值列表。它僅在有資訊要顯示時出現。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，則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，機器人控制箱不會等待 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

熒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. 存取程式索引標籤熒幕，設置路點的 TCP。

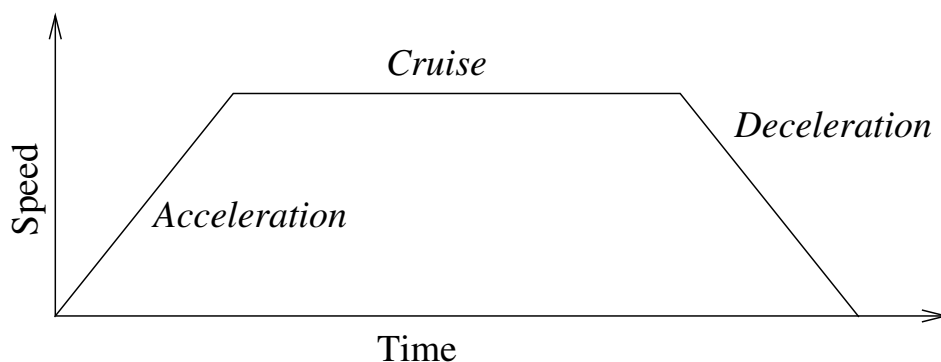


图 15.1: 運動的速度曲線。速度曲線分為三段：加速、穩速和減速。穩速階段的速度水平由運動的速度設置而定，加速和減速階段的陡度則由加速參數而定。

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。總是針對底座方向發生相對移動。

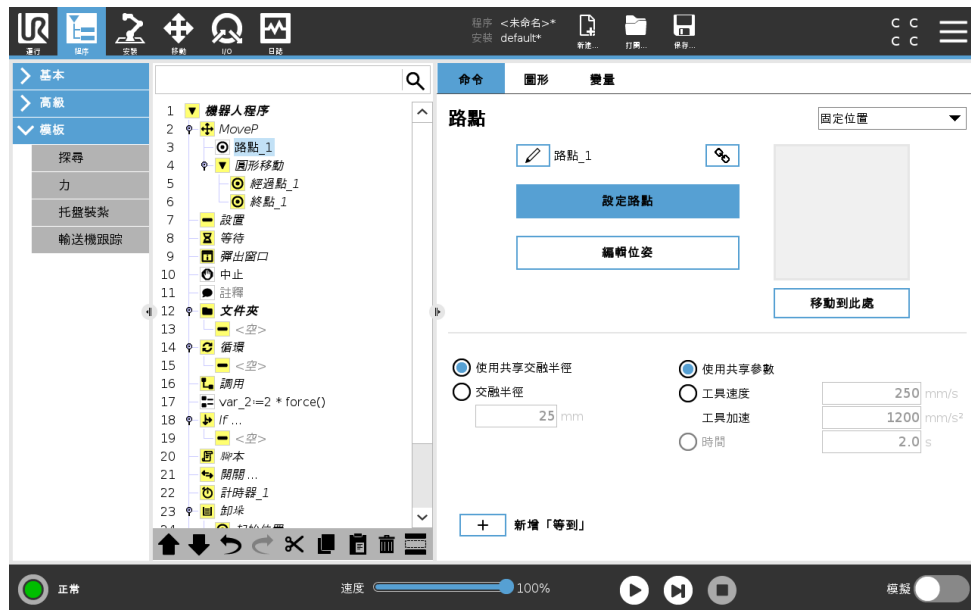
可變路點 當機械手臂移動到可變路點時，系統工具會將工具中心點 (TCP) 計算為所選特徵之空間中的變數坐標值。因此，如果選擇另一特徵，機械手臂向可變路點的移動將不同。

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。

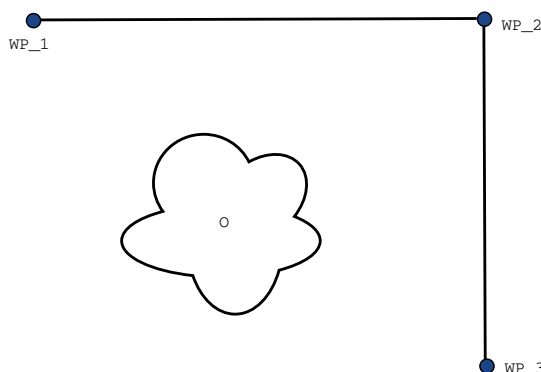


圖 15.2: WP_1: 初始位置, WP_2: 通過點, WP_3: 拾取位置, O: 障礙物。

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。當看程式序列時，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。

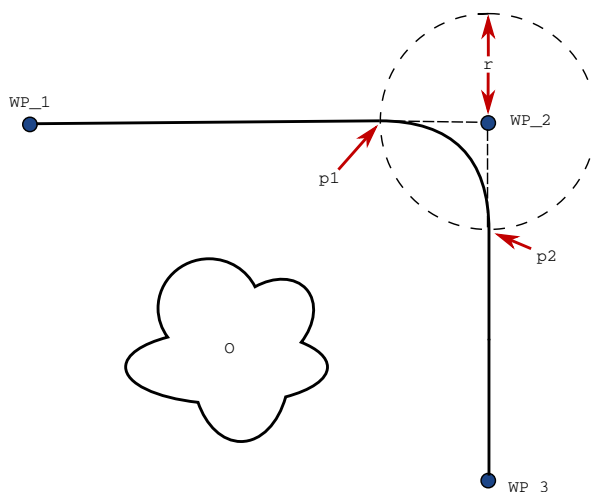


图 15.3: 與半徑 r 在 WP_2 上方交融，初始交融位置位於 $p1$ ，最後交融位置位於 $p2$ 。0 為障礙物。

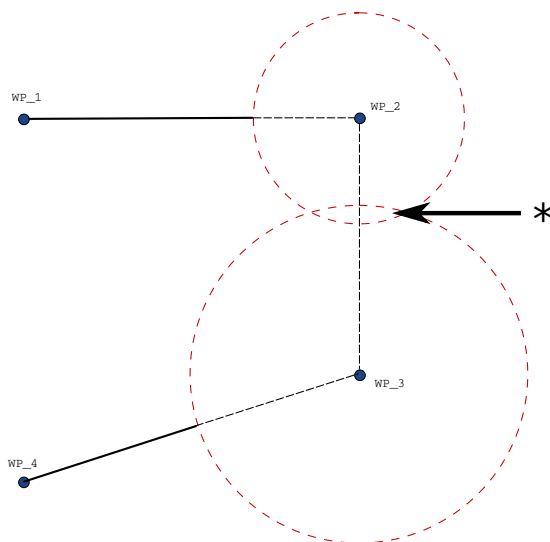


图 15.4: 不允許交融半徑重疊 (*)。

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

```

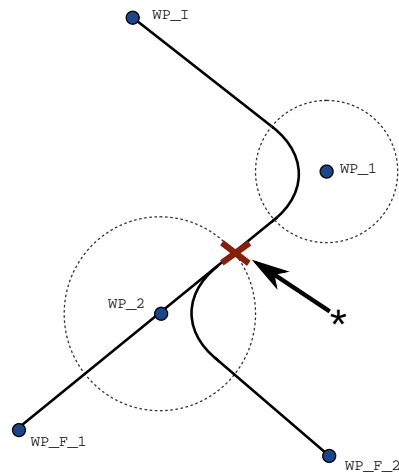


图 15.5: WP_I 為初始路點，有兩個潛在最終路點 WP_F_1 和 WP_F_2，取決於條件運算式。當機械手臂進入第二個交融時，條件 if 運算式被評估 (*)。

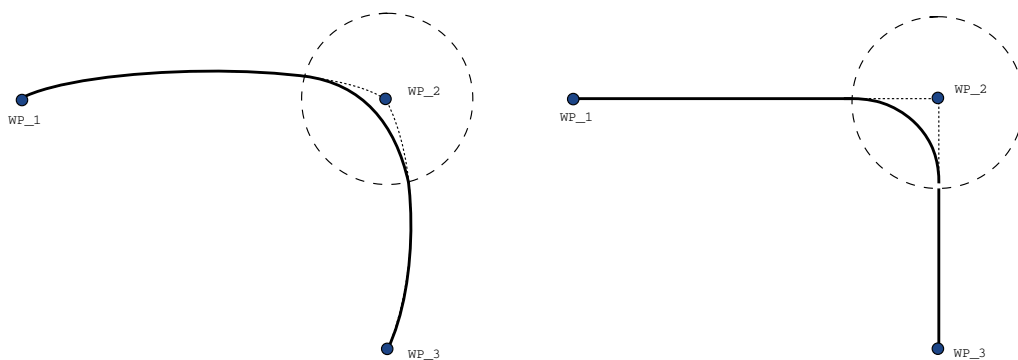
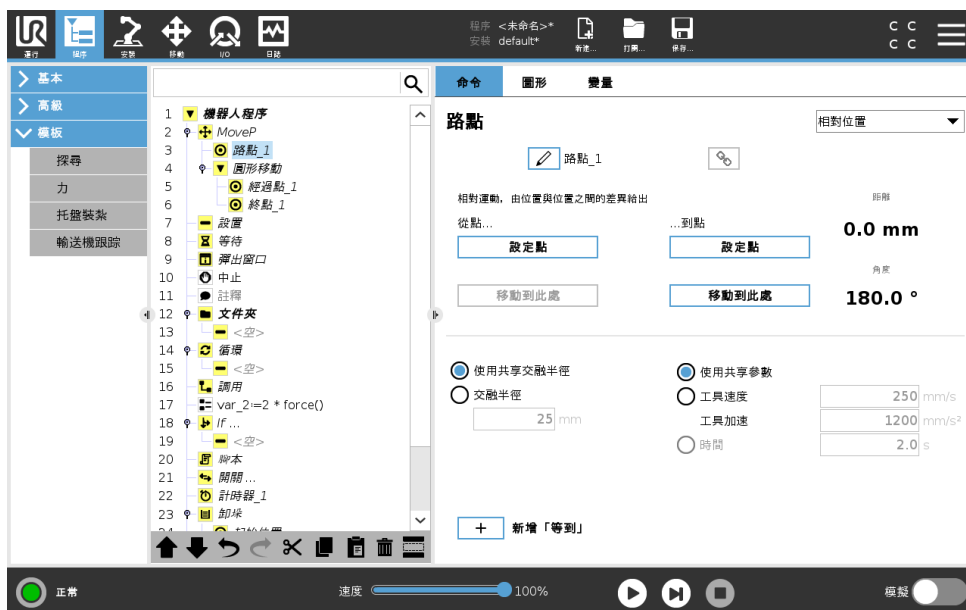


图 15.6: 關節空間 (MoveJ) 與笛卡爾空間 (MoveL) 移動和交融。

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，交融軌跡則沿著原始 MoveJ 軌跡運行。當兩個動作都受時間限制時，使用交融軌跡不會節省時間。

- **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

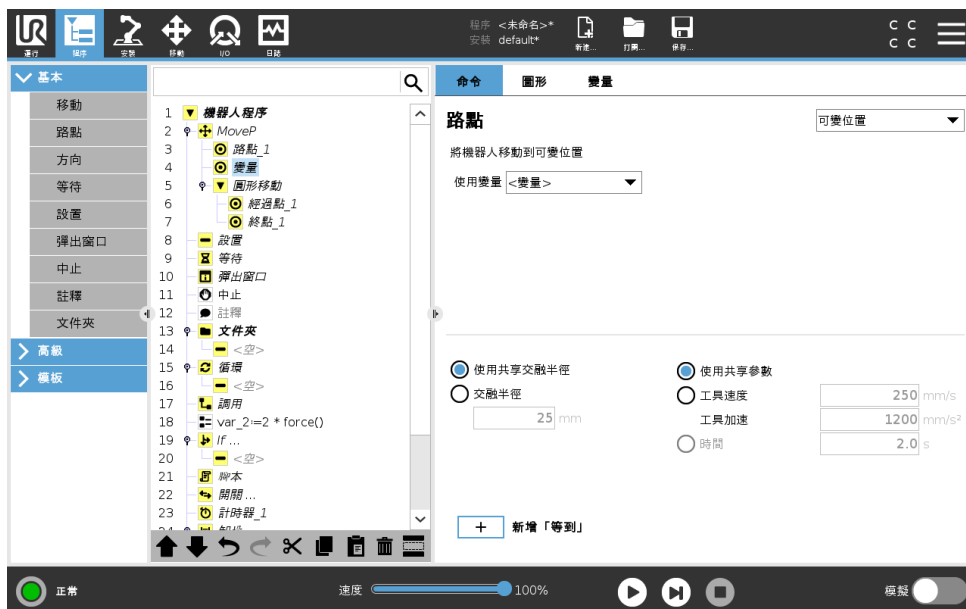


相對路點是指該路點的位置是以相對於機械手臂上一個位置的位置差的方式給出的，例如：“偏左兩厘米”。相對位置是根據兩個給定位置（從左至右）之間的差距而定義。

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]
```

```
MoveL
```

路點_1（可變位置）：

使用變量 = var_1，特徵 = 工具

15.5.2 方向

程式節點方向指定了相對於特徵軸或 TCP 的運動。機器人沿著方向程式節點指定的路徑移動，直到移動被 **Until** 條件停止。



添加移動方向

1. 在基本條件下，點擊**方向**以將線性移動添加到程式樹中。
2. 在方向欄位中，在特徵下定義該線性移動。

停止方向移動

1. 在方向欄位，點擊**添加 Until** 按鈕，定義並添加停止準則至程式樹。

您可以為 **工具速度**和**工具加速度**添加方向矢量設置，為線性運動定義矢量方向，具有如下高級用途：

- 定義相對於多個特徵軸的線性運動
- 以數學表達式形式計算方向

方向矢量定義了被解析為單位矢量的自定義代碼表達式。例如，[100,0,0] 和 [1,0,0] 的方向矢量對機器人具有完全相同的效果，使用速度滑塊以所需的速度沿著 x-軸移動。方向矢量中的數字值只以彼此的相對關係起作用。

Until

程式節點 **Until** 為運動定義停止準則。機器人沿著路徑移動，並在檢測到接電時停止。在程式樹中，您可以在方向節點和路點節點中添加 **Until** 節點。您可以在單個移動中添加多個停止準則。當滿足第一個 **Until** 條件時，運動即停止。



在 **Until** 欄位，您可以定義以下停止準則：

- **距離** 該節點可用於在機器人已經移動了一定距離時，停止某個方向上的移動。速度減緩，以便機器人恰好停在該距離處。
- **工具接觸**（請參閱 15.5.2）當機器人工具檢測到接觸時，您可以使用此節點停止移動。
- **表達式** 節點可用於停止由自定義程式表達式啟動的運動。您可以使用 I/O、變數或腳本函數來指定停止條件。
- **I/O 輸入** 您可以使用此節點停止 I/O 輸入時的訊號受控移動。

Until - 工具接觸

程式節點 **Until 工具接觸** 可使機器人在與工具接觸時停止運動。您可以定義停止的減速度和工具的縮回。



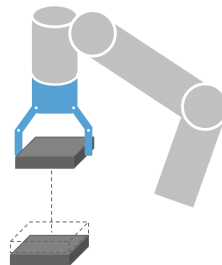
警告：

對於接觸檢測，預設的運動速度太高。在滿足工具接觸條件之前，較快的運動速度會觸發保護性停止。為避免觸發保護性停止，請降低運動速度。例如：100m/s。

**注意:**

如果安裝的工具振動，**Until** 工具接觸可能無法正常工作。例如：帶有嵌入式泵的真空夾具可能會導致快速振動。

您可以將 **Until** 工具接觸節點用於碼垛/卸垛等應用場景，其中 **Until** 工具接觸確定碼垛物品的高度。

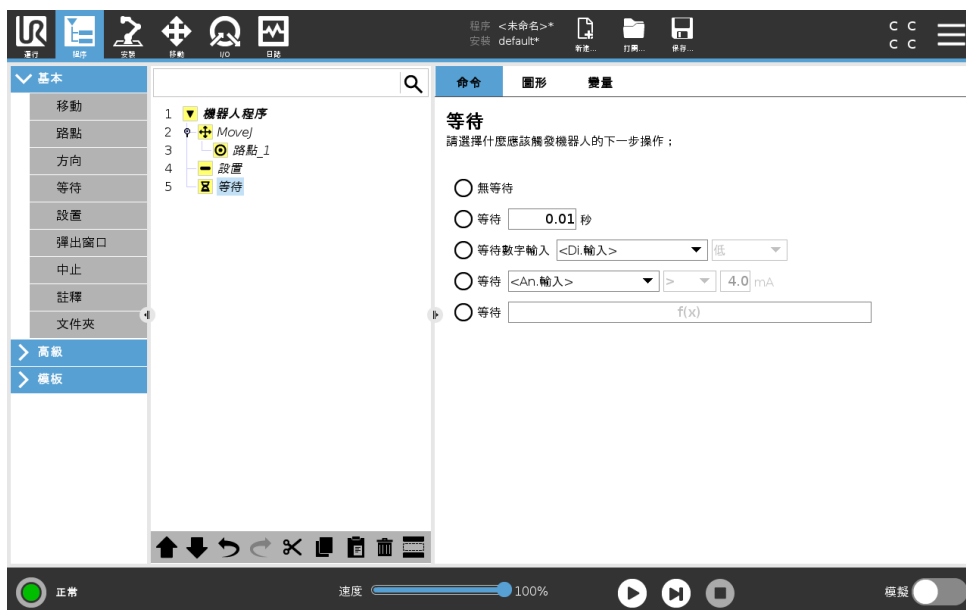
**縮回接觸**

使用**縮回接觸**對機器人進行設置，使其返回到初始接觸點。您可以設置其他反向移動，使機器人移動時避免接觸或接近接觸。如果您的夾具需要能夠自由移動，或者需要做出夾緊動作，這將能派上用場。

操作

添加一個**操作**，使在滿足特定 **Until** 條件時添加程式節點。例如，**Until** 工具接觸可以配合夾具工具的夾緊操作。如果未定義**操作**，則程式將繼續運行，直到達到程式樹中的下一個程式節點。

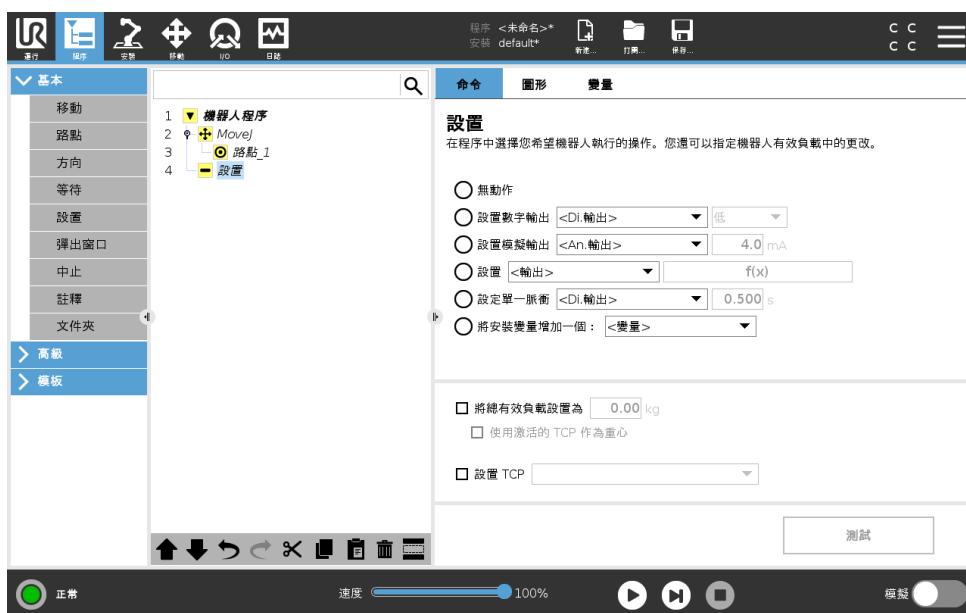
15.5.3 等待



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**，則不會出現任何反應。

注意：一旦啓用工具通信接口 TCI，則工具模擬輸入不可用於**等待**選擇和表達式。

15.5.4 設置



將數位輸出或模擬輸出設置為給定值。亦可設置數位輸出以發送單脈衝。

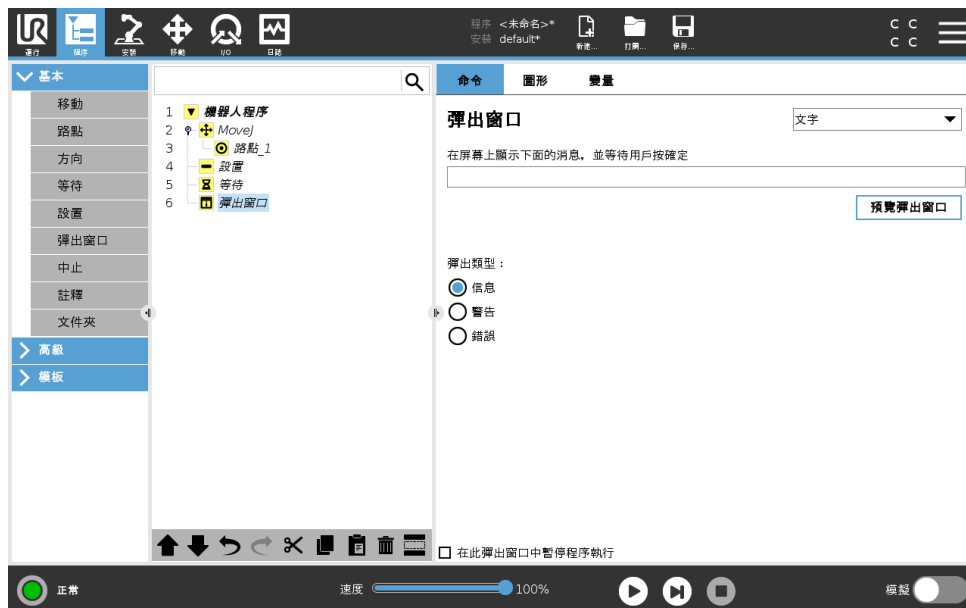
使用設置命令設置機械手臂的負載。如果工具所承受的重量與預期重量不同，您可以調整負載重量，以避免觸發機器人意外保護性停止。如果激活的 TCP 不能用作重心，則必須取消選中該核取方塊。

亦可使用**設置**命令，透過選中核取方塊並從功能表中選擇一項 TCP 偏移來修改激活的 TCP。

15.5 基本程序節點

如果在寫入程式時為特定運動指定的活動 TCP 已知，那麼請點擊左側的側功能表中的**移動**，然後選擇 TCP（請參閱 15.5.1）。關於配置指定 TCP 的更多資訊（請參閱 16.1.1）。

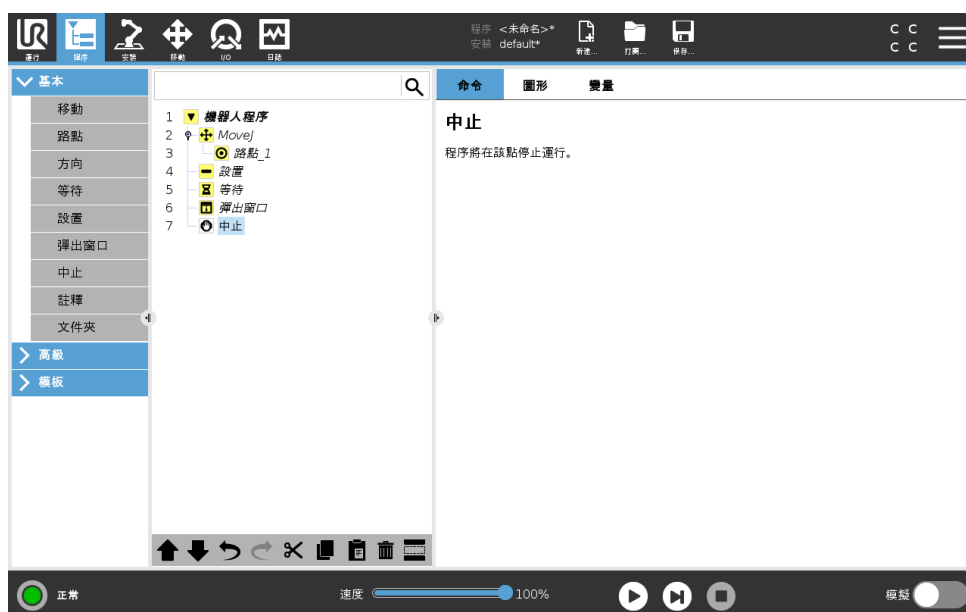
15.5.5 彈出窗口



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，然後才繼續運行程序。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。

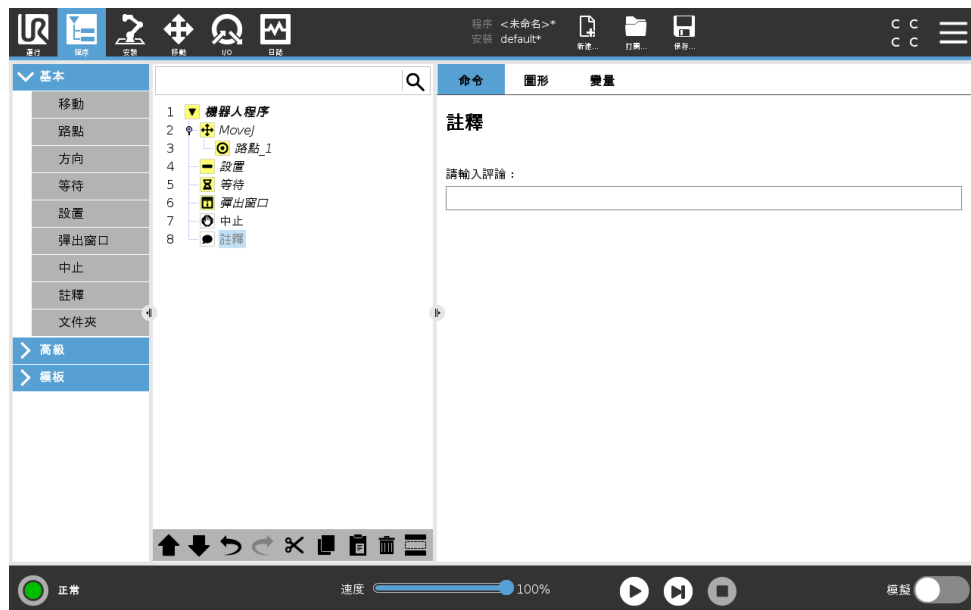
注意：消息被限制為最多 255 個字符。

15.5.6 中止



程序將在該點停止運行。

15.5.7 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。

15.5.8 文件夾

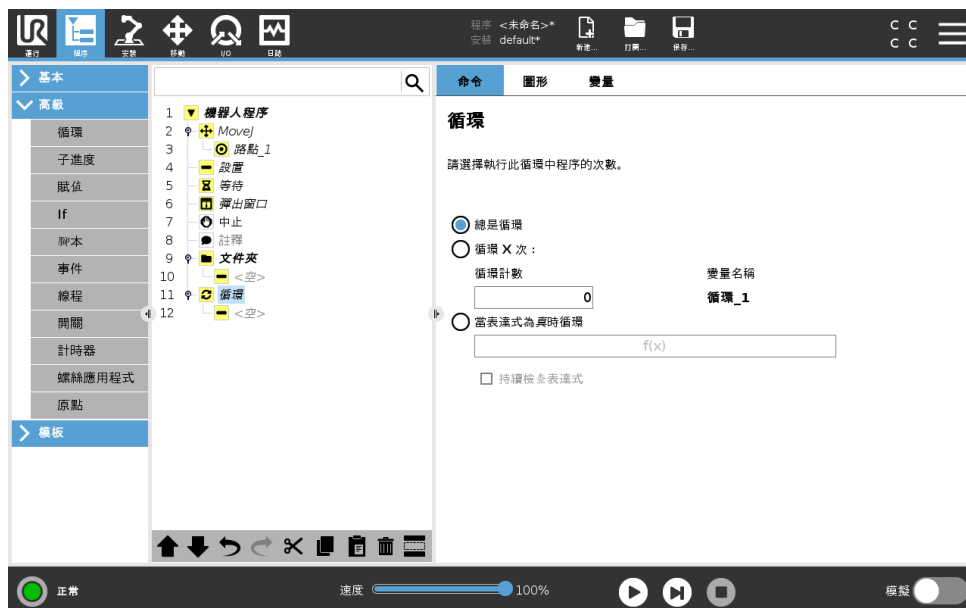


文件夾命令用於整理程序並給具體的程序部分加註標籤，以使程序樹清晰明了，程序更易於讀取和瀏覽。

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

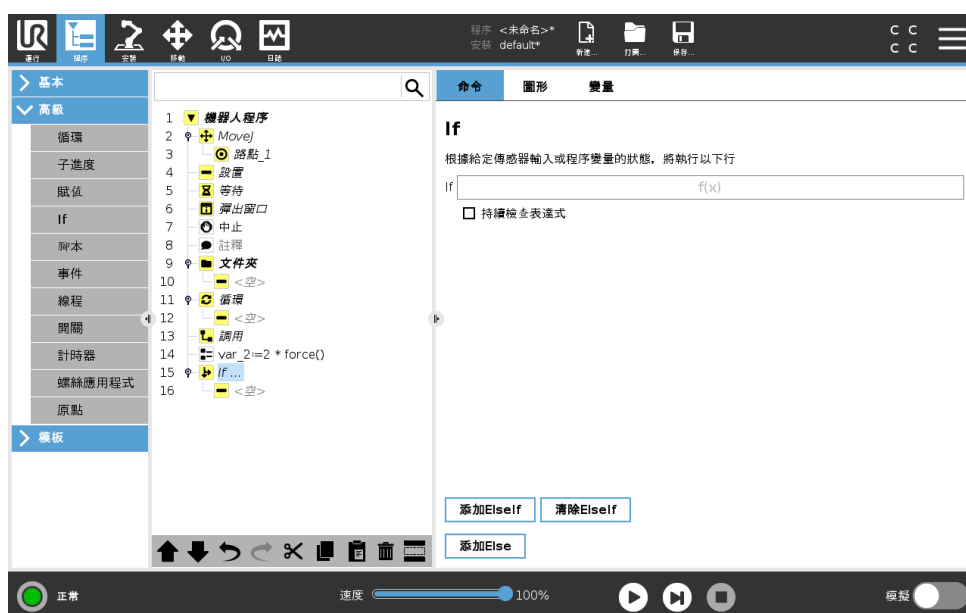


循環運行基本程序命令。基本程序命令可以無限循環運行，也可以運行指定次數，或者只要給定條件為真，即持續運行，具體取決於所做選擇。循環運行指定次數時，程序將創建一個專用循環變量（即上面截屏中所謂的 `loop_1`），此變量可在循環內部的表達式中使用。循環變量從 0 開始計數，直至 $N - 1$ 。

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 If

If 和 If...Else 語句可以根據傳感器輸入或變數值來改變機器人的行為。



在表達式編輯器中選擇使用 If 語句編寫表達式的條件。如果條件為真，將執行此 If 命令中的語句。If 命令只能有一個 Else 語句。使用添加 ElseIf 和刪除 ElseIf 選項來添加和刪除 ElseIf 表達式。

選擇繼續檢查表達式，使在執行所包含的語句時評估 If、ElseIf 和 Loop 語句。如果 If 語句中的表達式被評估為假，則遵循 ElseIf 或 Else 語句。


注意:

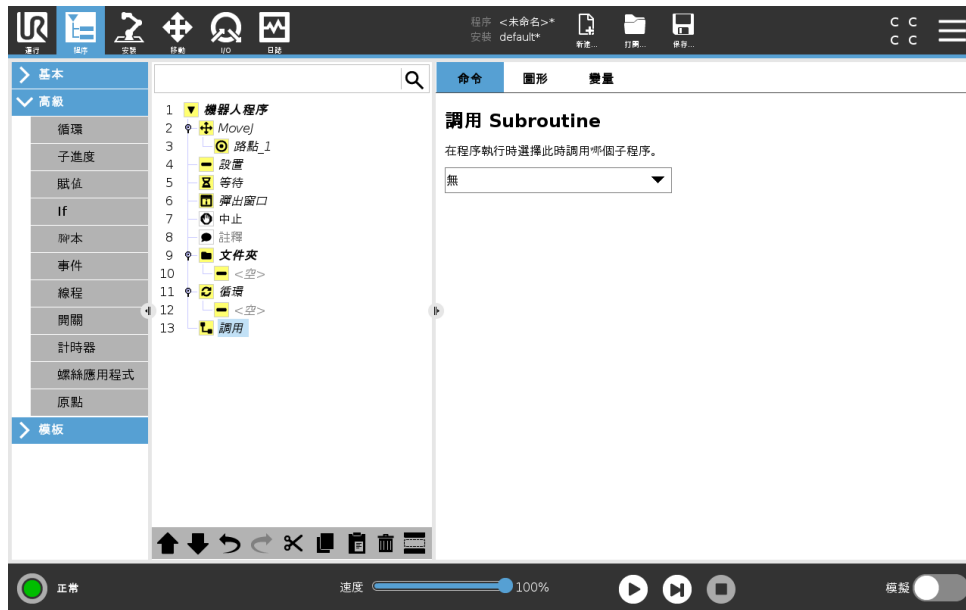
如果 If 表達式中有路點，或具有繼續檢查表達式選項的 Loop 表達式中含有路點，可以在執行表達式使機械手臂緩慢減速後添加 stopj() 或 a stopl()。這均適用於 If 和 Loop 命令（請參閱第 15.6.1 節）。

15.6.3 子程序



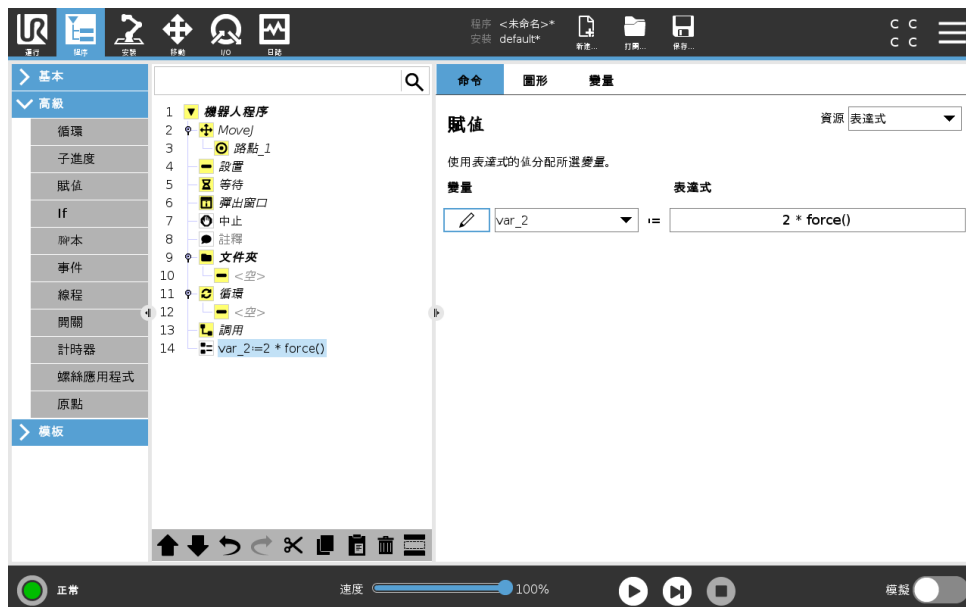
子程序命令可以將所需的程序部分存放在多個位置。子程序可以是磁盤上的獨立文件，也可以隱藏以免被意外修改。

調用 SubProgram



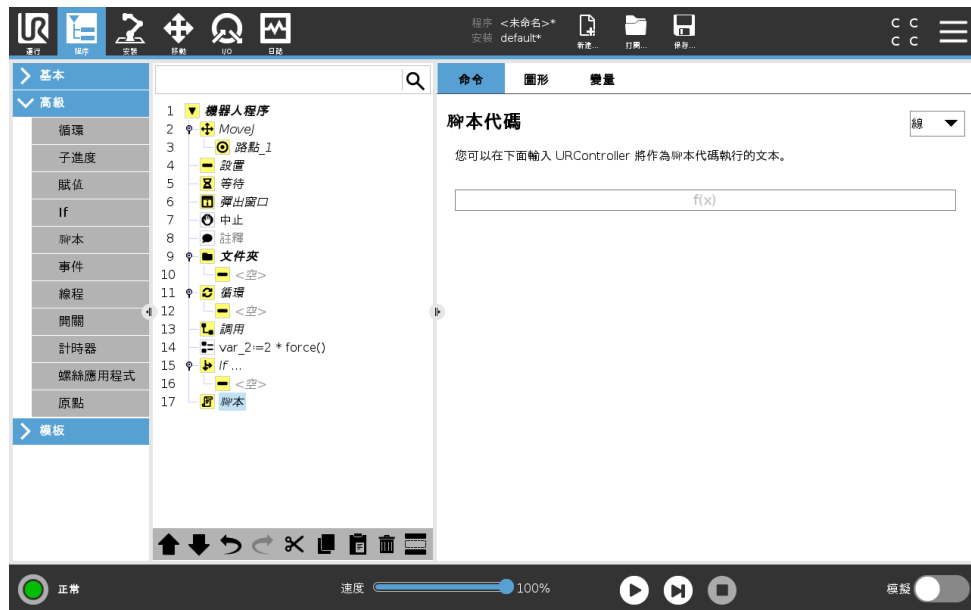
調用子程序時將運行子程序中的程序行，運行完子程序中的程序行後再返回到程序的下一行繼續運行。

15.6.4 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。

15.6.5 腳本



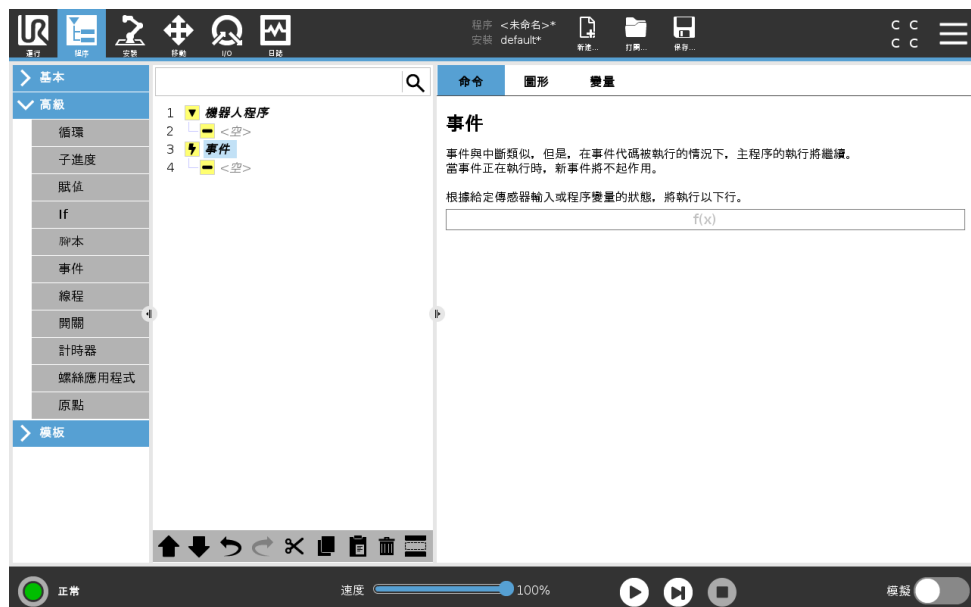
命令選項下的下拉式清單包括以下選項：

- 線可使您使用表達式編輯器編寫單行 URscript 代碼 (15.1.4)
- 檔案可使您編寫、編輯或加載 URscript 檔案。

您可以在支援網站的腳本手冊中查看 Urscript 編碼說明 (<http://www.universal-robots.com/support>)。

URScript 檔案所述函數和變數可用於編寫 PolyScope 中的程式。

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

15.6 高級程序節點

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 (2ms) 均需檢查事件。

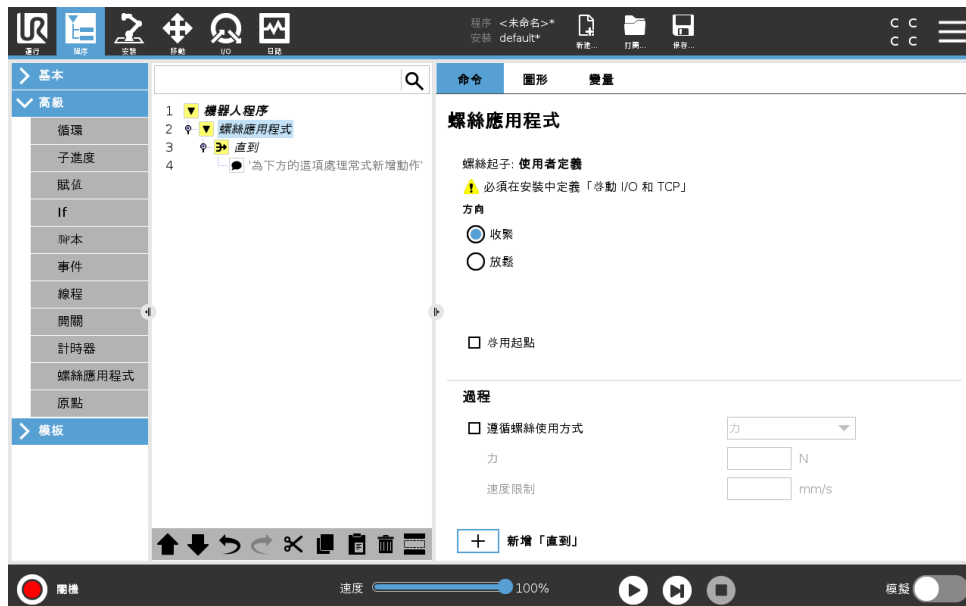
15.6.7 線程



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 擰緊螺絲

該擰緊螺絲程式節點提供了一種將擰緊螺絲應用添加到螺絲刀的簡單方法。在安裝索引標籤中配置螺絲刀及其與機器人連線的定義（請參閱 16.1）。



添加擰緊螺絲節點

1. 在標題中點擊程式。
2. 在高階設置下，點按擰緊螺絲。

3. 選擇**擰緊**，在擰緊方向（向內）擰緊螺絲，或選擇**鬆開**，沿鬆動方向（向外）鬆開螺絲。此選擇僅影響機器人擰緊螺絲的運動及其測量計算。
4. 您可以根據安裝過程中出現的**程式選擇**訊號在**程式選擇**欄位選擇螺絲刀程式。
5. 選擇**啟用起點**，將 MoveL 添加到程式樹（在運行螺絲刀時已運行）。

在**流程**下選擇**擰緊螺絲**，可在以下幾個方面對擰緊動作產生影響：

- **力**：選擇力，定義擰緊螺絲時施加的力度大小。然後選擇**速度限制**，只要不與螺絲接觸，機器人就會以此速度移動。



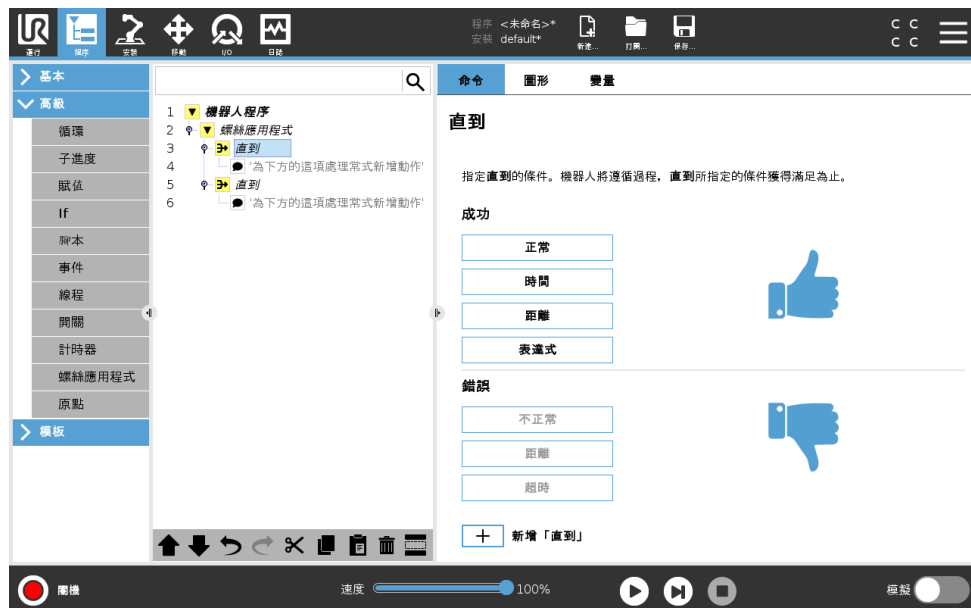
警告：

在開始擰緊螺絲程式之前，將螺絲刀頭放在螺絲上方。在螺絲上施加任何力都會影響螺絲擰緊程式的性能。

- **速度**：選擇固定的工具**速度**和**加速度**，使機器人執行擰螺絲動作
- **表達式**：與 If 命令（請參閱 15.6.2）類似，選擇**表達式**，描述機器人擰螺絲的條件。

擰緊螺絲 Until

擰緊螺絲程式節點包括強制性 **until Success Until** 節點，用於定義擰緊螺絲過程中的停止標準。



您可以定義以下停止標準：

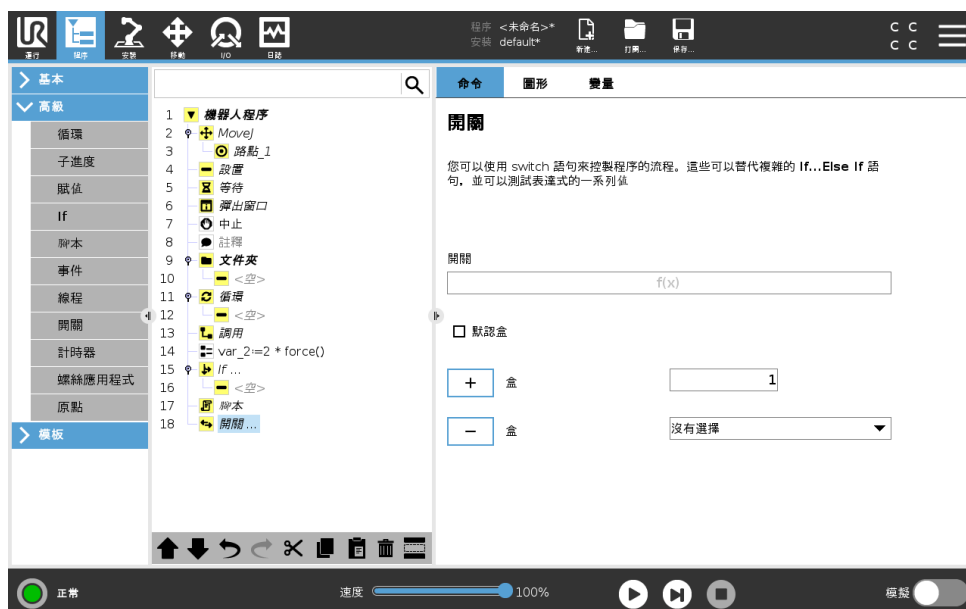
- **Success**：繼續進行擰緊螺絲，直到透過所選選項檢測到已將螺絲擰緊。只能添加一個成功條件。
- **錯誤**：繼續擰緊螺絲，直到透過所選選項檢測到出現錯誤。您可以添加多個錯誤條件。

**Success**

- **確定：**繼續擰緊螺絲，直到檢測到螺絲刀發出確定訊號。
- **時間：**繼續擰緊螺絲，直到到達規定的時間。
- **距離：**繼續擰緊螺絲，直到到達規定的距離。
- **表達式：**繼續擰緊螺絲，直到滿足自訂的表達式條件。

**錯誤**

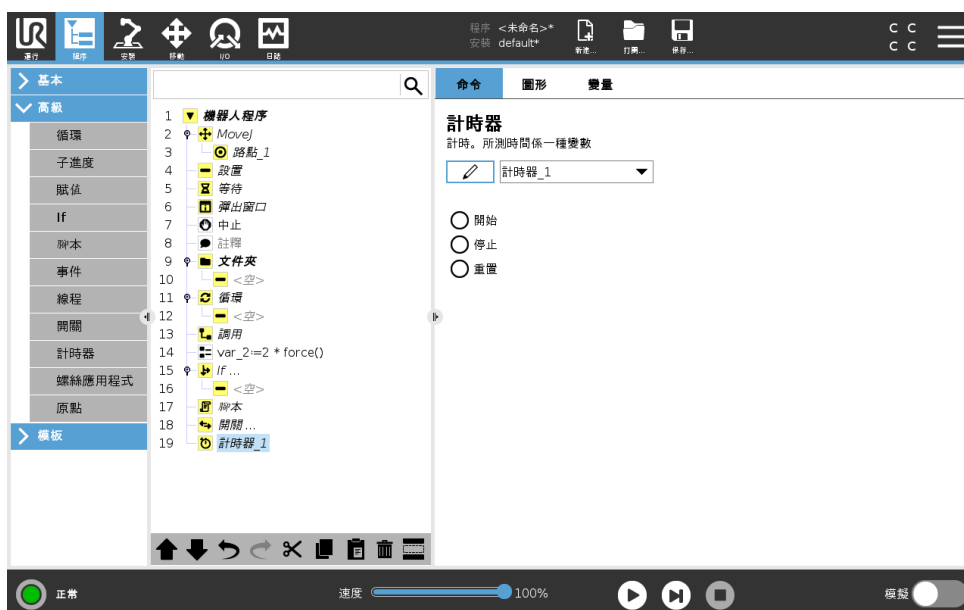
- **不確定：**檢測到螺絲刀發出不確定訊號時，停止擰緊螺絲。
- **距離：**超出規定的距離時，停止擰緊螺絲。
- **超時：**超出定義的時間時，停止擰緊螺絲。

15.6.9 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。

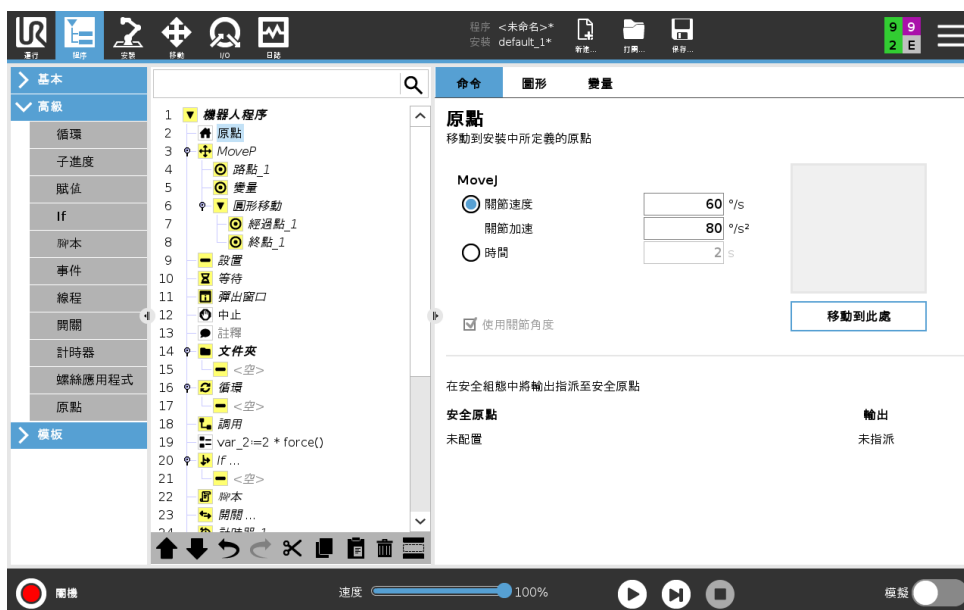
每個開關可以包含多個盒和一個預設盒。開關只能有任何盒值的一個實例。可以使用螢幕上的按鈕添加盒。盒命令可從該開關螢幕上刪除。

15.6.10 計時器



計時器用於計量運行特定部分程式所需的時長。程式變數包括自啟動計時器以後的時間，可以在變數索引標籤和運行索引標籤中看到。

15.6.11 主頁



原點節點利用關節角度將機器人移動到預定義的原點。如果將其定義為安全原點，則原點節點在程式樹中顯示為原點（安全）。如果原點與安全不同步，則表示未定義節點。

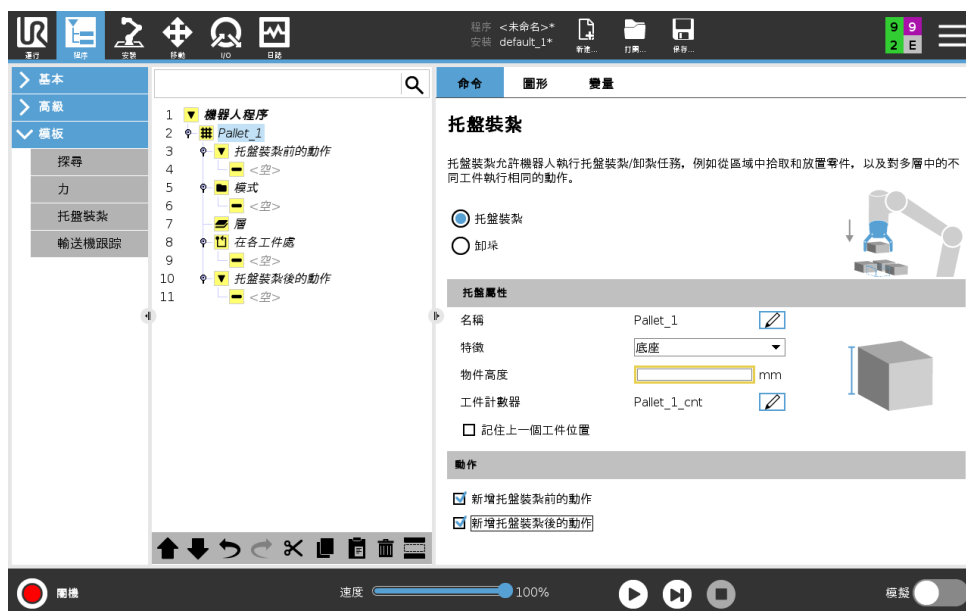
15.7 模板

15.7.1 碼垛

碼垛係一個範本，用於輕鬆編程碼垛和卸垛任務、從托盤、固定裝置等區域拾取和放置零件以及使機器人對具有不同模式的若干層不同物品執行重複操作。您可以創建不同的模式並將其應用

於特定層。您還可以在每個層之間放置一個分隔物（請參閱 15.7.1）。此外，您可以使用托盤屬性中的功能輕鬆調整托盤的位置。如需了解功能，請參閱 16.3。參考創建碼垛程式部分下的說明，使用碼垛範本。

編寫碼垛程式



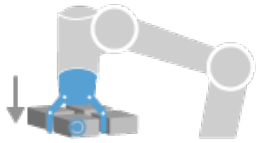
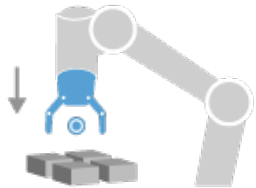
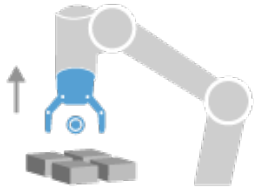
1. 請確定您是否想教導功能（請參閱 16.3）或將底座作為參考平面。
2. 在程式索引標籤中的範本下，點擊碼垛。
3. 在碼垛螢幕上，根據所需操作選擇以下一項操作。
 - (a) 選擇碼垛以將物品整理到托盤上。
 - (b) 選擇卸垛以將物品從托盤中移除。
4. 在托盤屬性下（請參閱步驟 1），為您的程式指定名稱、功能、目標高度和物品計數器名稱。如果您希望機器人在停止時正處理的物品處重新啟動，請選擇記住上一個物品位置方塊。
5. 在碼垛螢幕的**動作**下，透過選擇以下選項，添加附加操作以在碼垛序列之前或之後執行：
 - (a) 在碼垛前添加操作：開始碼垛前執行這些操作。
 - (b) 在碼垛後添加操作：完成碼垛後執行這些操作。
6. 在程式樹上，點擊**模式**節點為層指定模式。您可以創建以下模式類型：直線、網格或不規則（見下圖）。您可以在此螢幕上選擇是否要在各層之間放置分隔物（請參閱 15.7.1）。
7. 在程式樹上點擊**模式**節點，以向機器人教授指定層的位置（如：開始/結束點、網格角落和/或物品數量）。如需指導說明，請查閱 15.5.1。必須教授托盤底部的所有位置。如需複製模式，在您希望複製的模式節點螢幕上點擊**複製模式**按鈕。

	直線 如需教授位置，請在程式樹中選擇每個物品： • Start_Item_1 • End_Item_1 使用熒幕底部的物品文本框，插入序列中的物品數。
	網格 如需教授位置，請在程式樹中選擇每個物品： • Corner_Item_1 • Corner_Item_2 • Corner_Item_3 • Corner_Item_4 在適當的文本框中插入排數和列數，以設置模式的尺寸。
	不規則 如需教授位置，請在程式樹中選擇每個物品： • 物品 _1 • 物品 _2 • 物品 _3 點擊添加物品以在序列中添加和識別新的物品。

- 在程式樹中點擊**層**節點以配置碼垛序列的層。使用**選擇模式**下拉式功能表為各層選擇模式。點擊**添加層**按鈕將層添加至您的程式。必須按正確的順序添加層，因為將來無法重新對他們進行排序。
- 在程式樹中，點按**每個物品處**的節點。選擇使用預設選項 **(A) 每個物品處嚮導** 或 **(B) 手動配置** 每個物品。各選項說明如下。

(A) 每個物品處嚮導 每個物品處的嚮導協助定義在每個物品（托盤上）處執行的操作，例如參考點、接近路點、工具操作點路點以及退出路點（說明見下表）。無論不同項目的方向如何，每個項目的接近和退出路點都保持相同的方向。

- 在程式樹上點擊**每個物品處**節點。
- 在每個物品處熒幕上，點擊**下一步**。
- 點擊**移動到此**按鈕。然後長按**自動**按鈕或使用**手動**按鈕，將機器人移動至參考點。點擊**繼續**按鈕。點擊**下一步**。
- 點按**設置路點**以教導接近路點（請參閱15.5.1）。點擊**下一步**。
- 重複步驟 3。
- 點按**設置路點**以教導退出路點（請參閱15.5.1）。點擊**下一步**。
- 點擊**完成**。
- 現在您可以在程式樹中的工具操作資料夾中添加合適的夾爪操作節點。

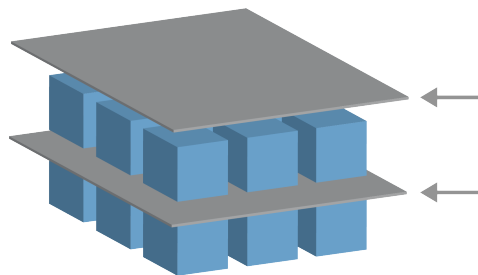
 工具操作點	工具操作點路點：在為層中的每個物品執行操作時，您希望機器人所處的地點和位置。工具操作點路點是預設的參考點，但可透過點擊工具操作點路點節點在程式樹中對其進行編輯。 使用嚮導時，參考點係托盤上第一個定義層中的第一個位置。參考點用來教授機器人層中每個物品的接近路點、工具操作點路點和退出路點。
 接近	接近路點：接近層中的每個物品時，您希望機器人採用的無碰撞位置和方向。
 工具操作	工具操作：您希望機器人附件為每個物品執行的操作。
 退出	退出路點：從層中的每個物品處移開時，您希望機器人採用的位置和方向。

(B) 手動配置

1. 在程式樹上點擊**每個物品處節點**。

2. 在每個物品處開始螢幕上，點擊**手動配置**。
3. 使用下拉式功能表選擇模式和參考點物品。點擊**使用該參考點**按鈕以設置參考點。
4. 透過點擊**移動到此**即可將機器人移動到參考點。
5. 在程式樹中點擊接近節點以向機器人教導接近路點（請參閱15.5.1）。無論不同項目的方向如何，接近路點均保持相同的方向。
6. 在程式樹中點擊每個物品處節點。重複步驟 4。
7. 在程式樹中點擊**退出**節點以向機器人教導退出路點（請參閱15.5.1）。
8. 現在您可以在程式樹中的工具操作資料夾中添加合適的夾爪操作節點。

在碼垛序列中添加層間分隔物



可將分隔物（例如紙或泡沫塑料）放置在碼垛序列中的各層之間。如需在各層之間放置分隔物，請按照以下說明操作：

1. 在程式樹上，選擇**模式**節點。
2. 在**模式**螢幕上，選擇**分隔物**並使用**分隔物高度**文字方塊來定義其高度。如果未定義高度，程式將無法運行。
3. 在程式樹中選擇**層**。在層螢幕上選擇您希望在哪些層之間放置分隔物（在每層間自動放置分隔物）。
4. 在程式樹中點按**分隔物**節點。點擊**設置分隔物**以教授分隔物位置。
5. 選擇使用預設選項 **(A) 分隔物嚮導** 或 **(B) 手動配置** 分隔物序列。各選項說明如下。

完成嚮導時，或者如果您取消嚮導，程式樹的**分隔物操作**下將顯示一個範本。除了分隔物操作節點下的工具操作資料夾之外，您還可以選擇以下其中一個資料夾：

- **拾取分隔物**係您為機器人編程以拾取分隔物進行碼垛
- **取下分隔物**可取下用於碼垛的分隔物

(A) 分隔物嚮導

1. 在程式樹上點擊**分隔物操作**節點。
2. 在分隔物操作螢幕上，點擊**下一步**。
3. 點擊**移動到此**按鈕並長按**自動**按鈕，或使用**手動**按鈕將機器人移動到分隔物點。點擊**繼續**按鈕。點擊**下一步**。
4. 點按**設置路點**以教導接近路點（請參閱15.5.1）。點擊**下一步**。
5. 重複步驟 3。
6. 點按**設置路點**以教導退出路點（請參閱15.5.1）。點擊**下一步**。
7. 點擊**完成**。
8. 您現在可以在程式樹中的拾取分隔物、放下分隔物和工具操作資料夾中添加合適的操作節點。

(B) 手動配置

1. 在程式樹上點擊分隔物操作節點。
2. 在分隔物操作開始螢幕上，點擊**手動配置**。
3. 透過點擊**移動到分隔物點**即可將機器人移動到分隔物點。
4. 在程式樹中點擊接近節點以向機器人教導接近路點（請參閱15.5.1）。
5. 在程式樹中點擊分隔物操作節點。重複步驟3。
6. 在程式樹中點擊退出節點以向機器人教導退出路點（請參閱15.5.1）。
7. 您現在可以在程式樹中的拾取分隔物、放下分隔物和工具操作資料夾中添加合適的操作節點。

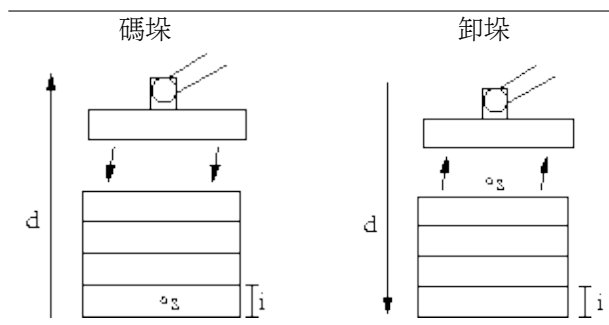
自定義碼垛程式選項

您可以透過以下方式自定義碼垛程式：

- 如果在您創建碼垛程式後需要調整托盤或重新定位托盤，則只需重新教導托盤功能（請參閱16.3），因為碼垛序列相對於功能是固定的。因此，將所有其他程式組件自動調整到新教導的位置。
- 您可以編輯移動命令的屬性（請參閱15.5.1）。
- 您可以更改速度和交融半徑（請參閱15.5.1）。
- 您可以向每個物品處序列或分隔物操作序列添加其他程式節點。

15.7.2 探尋

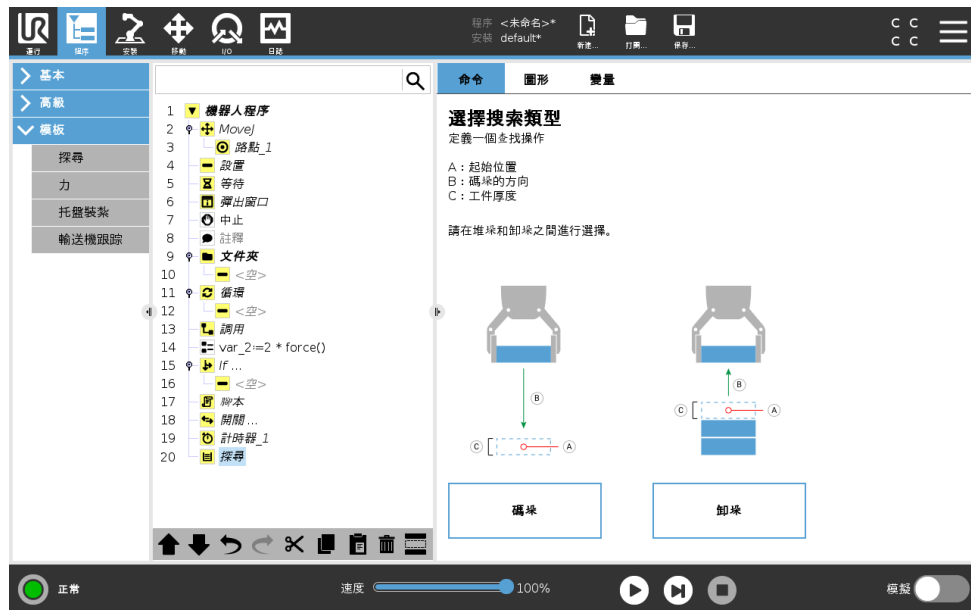
探尋命令使用傳感器確定機器人工具何時抵達可以抓取或放下工件的正確位置。傳感器可以是按鈕開關、壓力傳感器或電容傳感器。此功能適用於處理厚度不一的工件堆垛或工件的精確位置無從知曉或難以編程的情況。



編寫用於處理堆垛探尋操作程序時，必須定義 s （起始點）、 d （堆垛方向）和 i （堆垛中的工件厚度）。

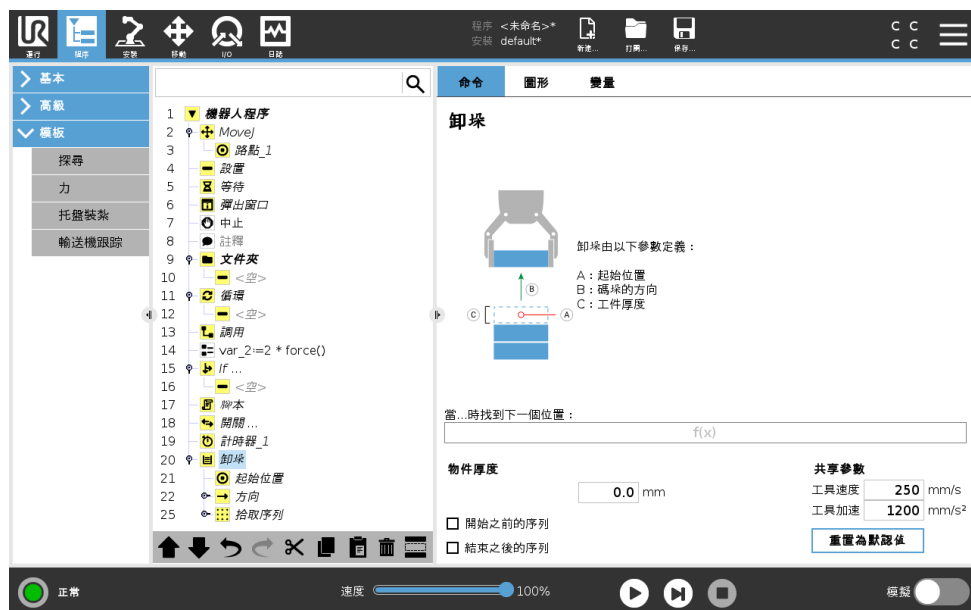
而在此之前，首先必須定義用於確定何時到達下一個堆垛位置的條件以及在每個堆垛位置將要執行的特定程序序列。此外，還必須給出堆垛操作中所涉及的運動的速度和加速度。

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

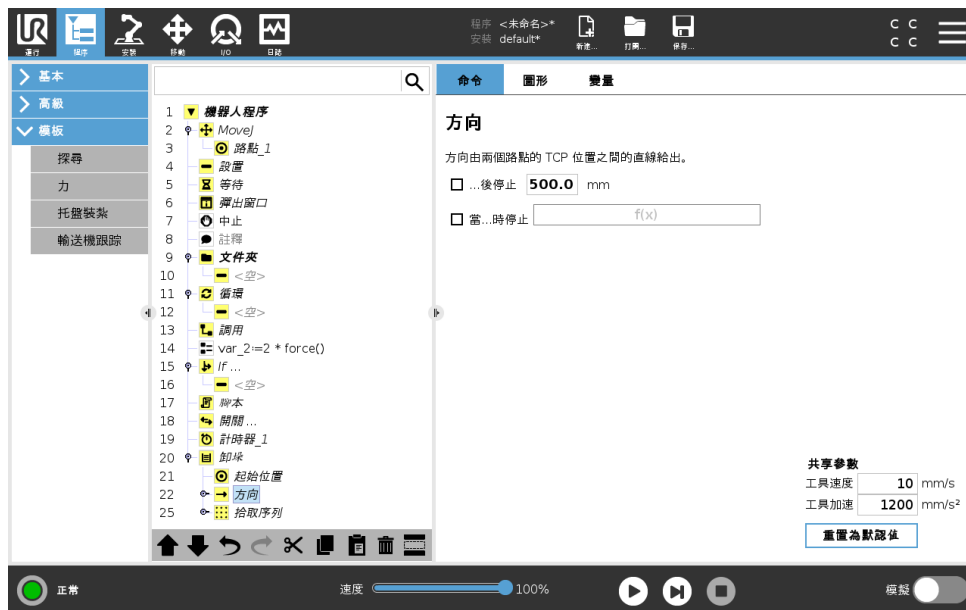


卸垛時，機械手臂從起始位置沿著指定方向移動，搜索下一工件。屏幕上的條件決定何時到達下一工件。當條件滿足時，機器人將記住此位置並執行特定序列。在下一輪，機器人將從所記住的位置開始以工件厚度為增量沿著卸垛方向搜索。

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

拾取/放置序列係在每個堆垛位置運行的特殊程式序列，類似於托盤操作。。

15.7.3 力

在器人工作空間內 **力模式** 允許可選軸在機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，如果機器人 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。

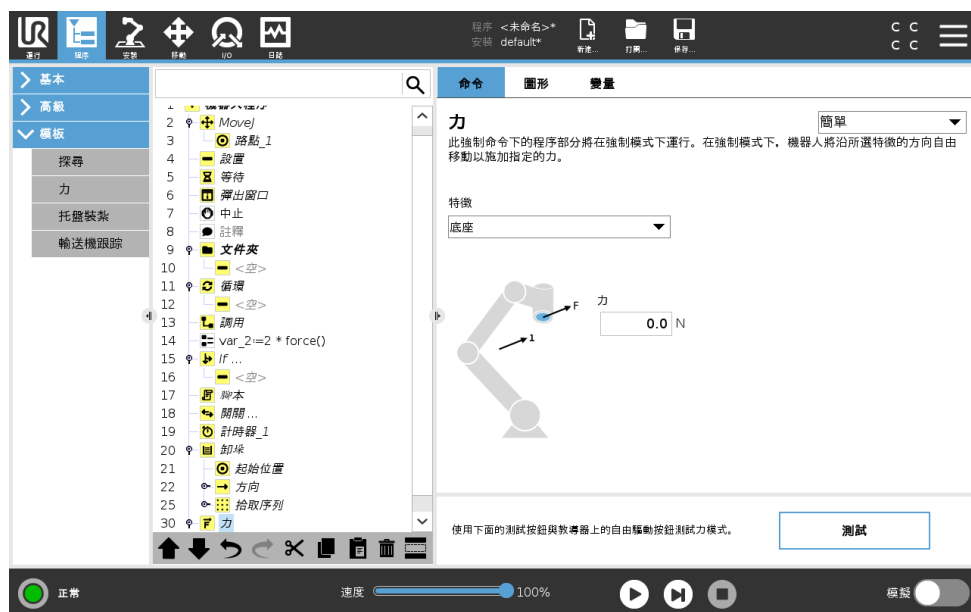
注意：如果某個設置了非零力度的軸沒有遇到障礙物，機械手臂將嘗試沿著該軸加速。
即使某個軸已被選為柔性軸，但機器人程式仍將試圖沿著該軸移動機器人。但是，力控制會確保機械手臂仍然施加接近規定的力值。

**注意:**

如果 If 中有一個強制節點，以及選中了 ElseIf 或 Loop 和繼續檢查表達式選項，您可以在表達式的末尾添加 `end_force_mode()` 腳本，以退出強制控制。

**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

傳送帶跟踪允許機械手臂最多跟踪兩個傳送帶移動情況。傳送帶跟踪之定義見安裝索引標籤（請參閱 16.1.10 部分）。



傳送帶跟踪程式節點位於模板下的程式索引標籤中。跟踪傳送帶的同時允許在該節點下的所有運動，但它們相對於傳送帶的移動。退出傳送帶跟踪模式時不允許混合，因此機器人會在下一個動作之前完全停止。

跟踪傳送帶

1. 在標題中點擊程式。
2. 點擊範本並選擇**傳送帶跟踪**即可將傳送帶跟踪節點添加到程式樹。傳送帶跟踪節點下列出的任何移動項均可跟踪傳送帶之移動情況。
3. 在傳送帶跟踪選項下的選擇傳送帶下拉式清單中，選擇**傳送帶 1** 或 **傳送帶 2** 即可定義必須跟踪那個傳送帶。



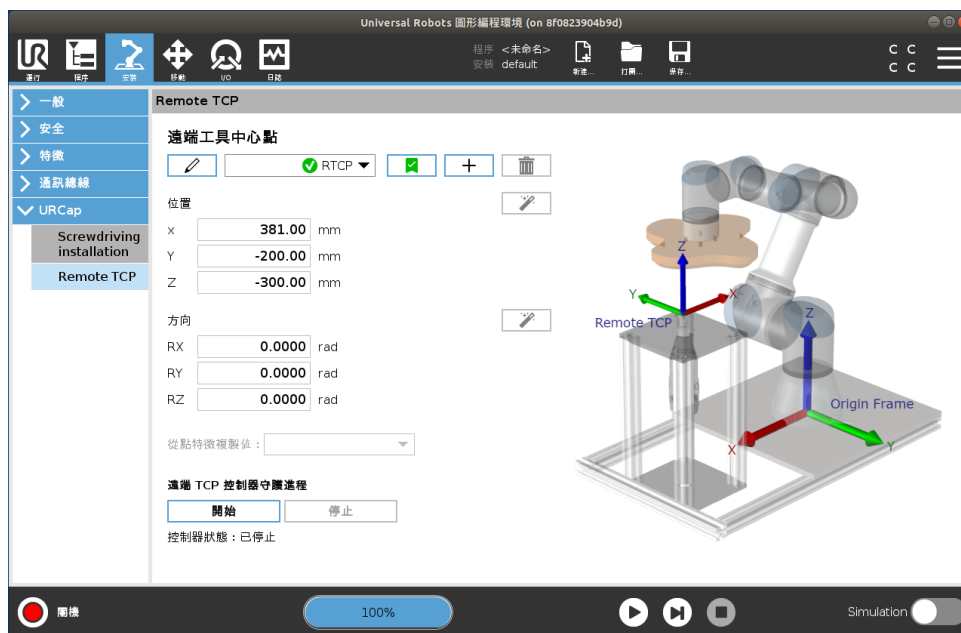
注意:

如果 If 中有一個傳送帶跟踪節點，且已選中 ElseIf 或 Loop 和繼續檢查表達式選項，則可以在表達式末尾添加 `end_conveyor_tracking()` 腳本，以退出傳送帶跟踪。

15.8 URCaps

15.8.1 遠端 TCP URCap 配置

遠端 TCP URCap 要求在使用 之前，先對機器人進行註冊（請參閱 11.4）。遠端工具中心點 (RTCP) 是空間中相對於機器人底座的固定工具中心點。RTCP 適用於需要機器人相對於固定工具抓取和移動物品的應用場景。RTCP 與 RTCP_MoveP 和 RTCP_CircleMove 命令以恆定速度相對於固定工具移動抓取的部件。



類似於常規 TCP（請參閱 16.1.1），您可以在安裝索引標籤的設置中定義和命名 RTCP。還可以完成以下操作：

- 添加、重命名、修改和刪除 TCP
- 了解預設和活動的 RTCP
- 教導 RTCP 位置
- 教導 RTCP 方向

15.8.2 在功能界面設置 RTCP

使用功能設置 RTCP，使機器人在創建 RTCP 路點和 RTCP 圓周移動時相對於 RTCP 緩慢移動。

1. 點按加號圖標，創建新的 RTCP **RTCP**。或者在下拉式功能表中選擇現有的 RTCP。
2. 點按點功能下拉式功能表中的複製值，並選擇一項功能。驗證最新的 RTCP 位置和方向值是否與所選功能的值相匹配。

15.8.3 遠端 TCP 移動類型

RTCP_MoveP

與常規 MoveP 類似，RTCP_MoveP 規定了機械手臂相對於遠端 TCP 移動的工具速度和加速度。請參閱 16.1.1。

RTCP 圓周移動

與常規圓周移動類似，可以將 RTCP Circle 移動添加到 RTCP_MoveP，進行圓周運動。請參閱 16.1.1。



注意:

圓周移動的最大速度可能低於指定值。圓周半徑是 r ，最大加速度是 A ，向心加速度不能使最高速度超過 Ar 。

RTCP 路點

與常規路點類似，RTCP 路點允許工具以恆定速度通過圓形混合區進行線性移動。預設情況下，所有路點使用相同的交融半徑值。交融半徑越小，路徑轉角越小。交融半徑越大，路徑更平滑。透過將機械手臂實際移至所需位置教導 RTCP 路點。



教導 RTCP 路點

1. 在程式索引標籤中，插入 **RTCP_MoveP** 節點。
2. 在 RTCP 上 _MoveP 節點，點按 **設置**可調出移動熒幕。
3. 在移動熒幕，使用**教導模式**或**緩慢移動**將機器人設置為所需配置。
4. 點按綠色複選標記進行驗證。

配置 RTCP 路點

使用交融路徑使機器人在兩個軌蹟之間平滑過渡。點按**使用共享交融半徑**或點按**與半徑交融**，根據 RTCP_MoveP 設置路點的交融半徑。



注意:

物理時間節點（例如，移動、等待）不能用作 RTCP_MoveP 的子節點。如果將不受支援的節點作為子節點添加到 RTCP_MoveP 節點，將無法驗證程式。

16 安裝選項卡

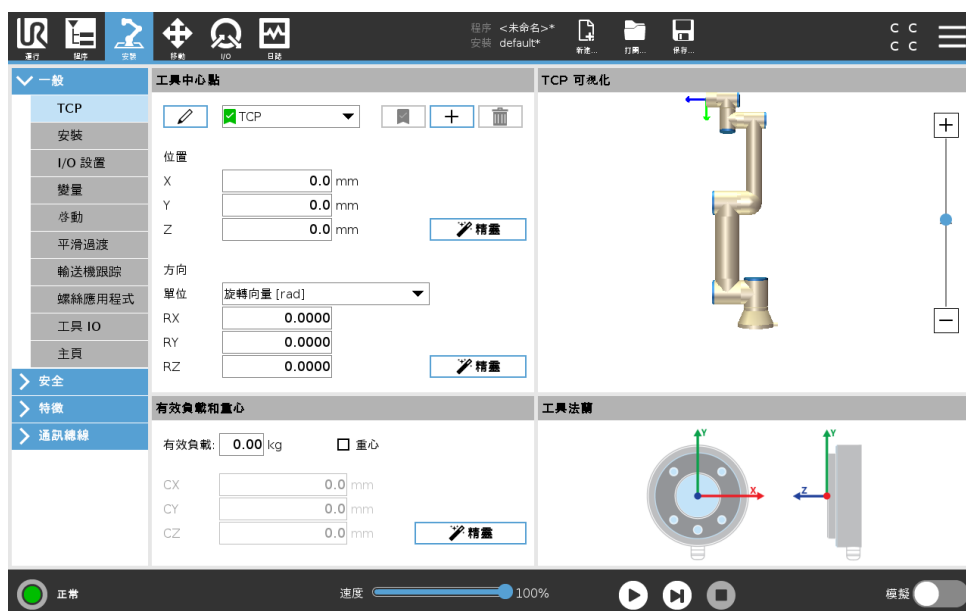
16.1 一般

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）既機器人工具的點。每個 TCP 都包含相對於機器人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。



位置

X、Y、Z 坐標表示 TCP 位置。當所有值（包括方向值）均為零時，TCP 與機器人輸出法蘭的中心點重合，並應用螢幕顯示的坐標體系。

方向

RX、RY、RZ 坐標表示控制箱指定的 TCP 方向。與移動索引標籤類似，使用 RX、RY、RZ 方塊上方的下拉式功能表選擇方向坐標（請參閱 17.3.1）。

添加、重命名、修改和刪除 TCP

點按**新建**按鈕定義新的 TCP。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。如需重命名 TCP，點擊 TCP 下拉式功能表旁邊的**鉛筆**按鈕。如需刪除所選的 TCP，點擊**刪除**按鈕。無法刪除最後一個 TCP。

可以通過在字段中輸入新值來修改所選 TCP 的轉換和旋轉。

激活的 TCP

線性移動時，機器人始終使用活動 TCP 來確定 TCP 偏移。可以使用移動命令（請參閱 15.5.1）或設置命令更改活動 TCP。使用者可在圖形索引標籤（請參閱 15.3）上觀看活動 TCP 的運動。

預設 TCP

在運行程式之前，必須將預設 TCP 設置為活動 TCP。選擇所需的 TCP，並點按設置為預設，以將 TCP 設置為預設。可用下拉式功能表中的綠色圖標表示預設配置的 TCP。

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，並保存機器人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 保存的點的質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**。
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。

16.1.2 有效負載和重心

指定有效負載的重量並定義重心。

設置有效負載

點按有效負載欄位並輸入新的重量值。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。

設置重心

點按欄位 CX、CY 和 CZ 可設置重心。這些設置適用於所有定義的 TCP。對使用比 5.2 更舊版本建立的安裝設置進行預設後，則可為 TCP 設置重心。但是，對於 5.2 以上版本，無法手動設置重心。



警告：

使用正確的安裝設置。用程式保存並加載安裝檔案。

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 熒幕上，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:

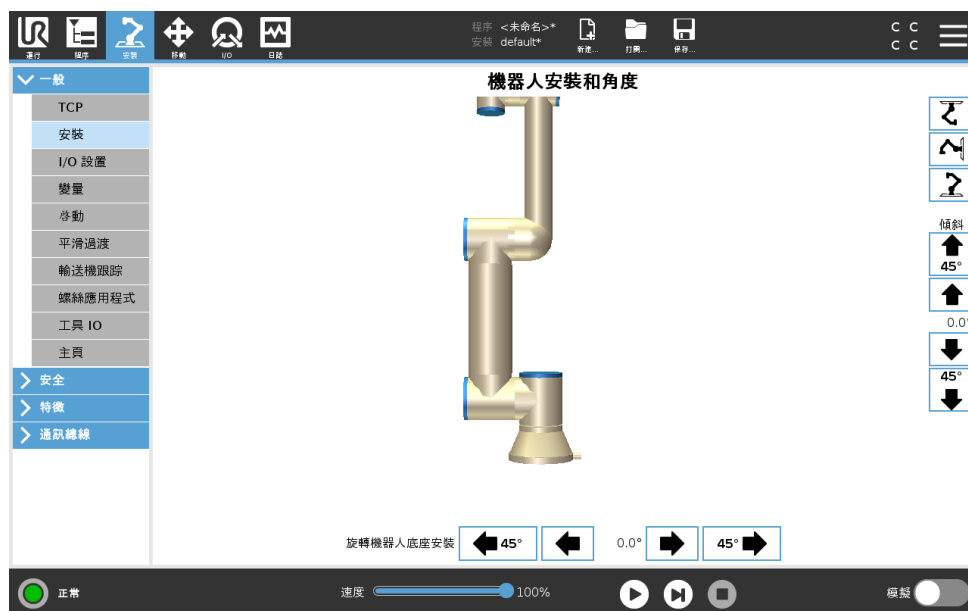
- 確保 TCP 位置彼此盡可能不同
- 在短時間內執行測量



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

16.1.3 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，這將導致頻繁的保護性停止，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。

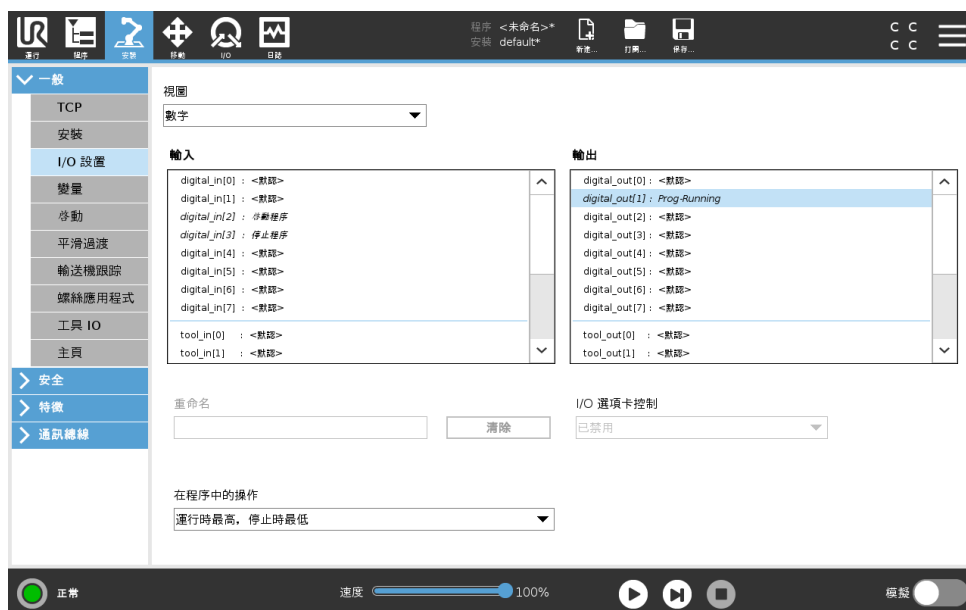
屏幕右側的按鈕可用於設置機械手臂的安裝角度。右側前三個按鈕可將角度設置為吊頂（180°）、牆壁（90°）、地面（0°）。傾斜按鈕設置任意角度。

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。用程式保存並加載安裝檔案。

16.1.4 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：當工具通訊接口 (TCI) 啟用時，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）。

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。

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（15.5.3）和（15.6.2）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。

I/O 操作和 I/O 索引標籤控制

輸入和輸出操作 物理和現場總線數位 I/O 可用於觸發操作或對程式狀態作出反應。

可用的輸入操作：

- 開始：在上升沿開始或恢復當程式。該功能僅在遠端控制中可用（請參閱 21.4.5）。
- 停止：在上升沿停止當程式。
- 暫停：在上升沿暫停當程式。
- 自由驅動：當輸入值較高時，機器人處於自由驅動模式（類似於自由驅動按鈕）。如果程式正在運行或其他條件不允許自由驅動，則忽略輸入。



警告：

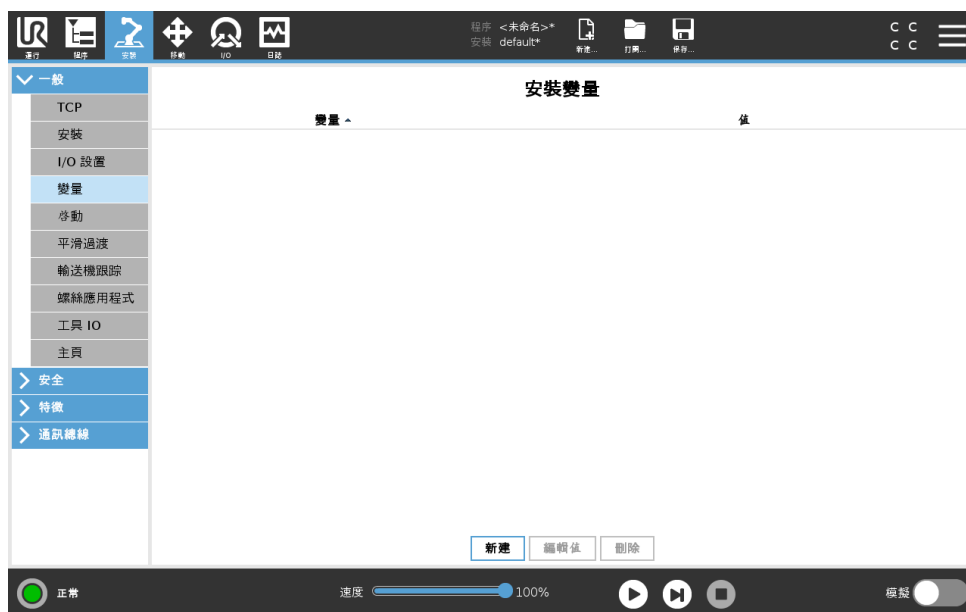
如果在使用開始輸入操作時機器人停止，則機器人會在執行該程式前緩慢移動至程式的第一個路點。如果在使用開始輸入操作時機器人暫停，則機器人會在恢復該程式前緩慢移動至暫停的位置。

可用的輸出操作：

- 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”時輸出訊號較高。
- 運行時訊號高，停機時訊號低：程式狀態係“停止”或“暫停”時輸出訊號較低，運行時較高。
- 連續脈衝：程式運行時，指定秒數內，輸出在高和低之間切換。暫停或停止程式以維持脈衝狀態。

I/O 索引標籤控制 說明是否在 I/O 索引標籤上控制輸出（由任一程序員執行，或者操作員和程序員共同執行），或說明是否由機器人程式控制。

16.1.5 變數



變量屏幕上創建的變量稱為安裝變量，像一般的程序變數一樣使用。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	=
確定 取消	

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。

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數與安裝設置變數的名稱相同，使用者將可選擇解決這一問題：選用名稱相同的安裝設置變數而不是程序變數，或對相衝突的變數進行自動更名來解決問題。

16.1.6 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啟用時，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. 在運行已啟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

控制箱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。

16.1.7 工具 I/O



I/O 界面控制

該 I/O 界面控制允許您在使用者控件和 Urcap 控件之間切換。

1. 點擊安裝索引標籤，然後再點擊常規索引標籤下的**工具 I/O**
2. 在 **I/O 界面控制** 選項下，選擇**使用者**，以存取工具模擬輸入和/或數位輸出模式設置。選擇 URCap，刪除對工具模擬輸入和數位輸出模式設置的存取權限。



注意:

如果 URCap 控制末端執行器，例如夾子，則 URCap 需要控制工具 IO 界面。在清單中選擇 URCap，以便用於控制工具 IO 界面。

工具模擬輸入

工具通訊接口

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。

一旦啓用工具通信接口，所有工具模擬輸入均不可用。

配置工具通信接口 (TCI)

1. 點擊安裝索引標籤，然後再點擊常規索引標籤下的**工具 I/O**。
2. 選擇**通信接口**即可編輯 TCI 設定。
一旦啓用 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。
3. 在通信接口下的下拉式功能表中，選擇所需的值。
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。

數位輸出模式

工具通信接口允許獨立配置兩個數位輸出。在 PolyScope 中，每個引腳都有一個下拉式功能表，可透過該功能表設定輸出模式。可以使用以下選項：

- 灌電流：可透過該選項在 **NPN** 或灌電流配置中配置引腳。輸出關閉時，引腳允許電流流到接地。這可以與 **PWR** 引腳配合使用，用以創建完整電路（請查閱 5.7.2）。
- 拉電流：可透過該選項在 **PNP** 或拉電流配置中配置引腳。輸出打開時，引腳提供正電壓（可在 **IO** 索引標籤中配置）。這可以與 **GND** 引腳配合使用，用以創建完整電路（請查閱 5.7.2）。
- 推拉：可透過該選項在推拉配置中配置引腳。輸出打開時，引腳提供正電壓（可在 **IO** 索引標籤中配置）。這可以與 **GND** 引腳配合使用，用以創建完整電路（請查閱 5.7.2）。輸出關閉時，引腳允許電流流到接地。

選擇新的輸出配置後，更改將生效。修改當前加載的安裝設置即可反映新配置。驗證工具輸出是否按預期運行後，請確保保存安裝設置，防止丟失更改。

雙 Pin 電源

雙 Pin 電源用作工具的電源。啟用雙 Pin 電源可禁用預設工具數位輸出。

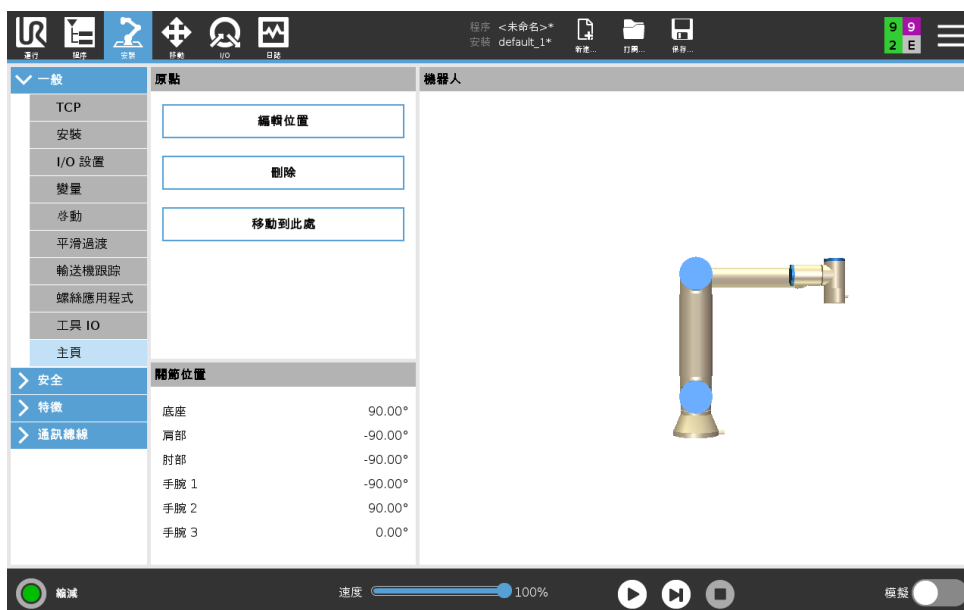
16.1.8 平滑過渡安全模式

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、安全防護停止和 3 檔位開關）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. 於左側的側功能表中，在**常規**選項下選擇**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。

16.1.9 主頁



16.1 一般

原點是使用者用定義的機械手臂返回位置。定義原點後，在編寫機器人程式時可以使用原點。您可以使用原點定義安全原點。（請參閱 13.2.12）

定義原點

1. 在標題中按一下**安裝按鈕**。
2. 在**常規選項**下選擇**原點**。
3. 點擊**設定位置**。
4. 使用**自由驅動**或**轉換按鈕**教導機器人。

16.1.10 輸送機跟踪設置

傳送帶跟踪設置允許最多配置兩個獨立傳送帶的移動。傳送帶跟踪設置中的選項可將機器人配置為使用絕對和增量編碼器以及線性和圓形傳送帶。

定義傳送帶

1. 在標題中點擊**安裝按鈕**。
2. 在**常規模式**下，選擇**傳送帶跟踪**。
3. 在傳送帶跟踪設置的下拉式清單中選擇**傳送帶 1** 或 **傳送帶 2**。
一次只能定義一個傳送帶。
4. 選擇**啟用傳送帶跟踪**
5. 配置**傳送帶參數**（第 16.1.10 部分）以及**跟踪參數**（第 16.1.10 部分）。

輸送機參數

增量 編碼器可以被連接到數位輸入 8 至 11。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。如果傳送帶的方向是恆定的，可以使用單個輸入檢測上升、下降或升降邊緣以確定傳送帶的速度。

絕對 編碼器可以通過 MODBUS 信號連接。這需要在（請參閱 16.4.1 部分）中預先配置一個數位式 MODBUS 輸出寄存器。

跟踪參數

線性傳送帶 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。透過選擇與傳送帶方向平行的直線特徵，使兩個點之間保持較大距離，用於定義直線特徵來確保準確性。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 欄位顯示輸送機移動一米時編碼器生成的刻度數。

圓形傳送帶 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. 選擇控制工具方向的**用傳送帶旋轉工具**核取方塊，即可跟踪傳送帶旋轉。

16.1.11 擰緊螺絲設置

可使用擰緊螺絲設置的選項配置機器人，以便使用工業螺絲刀或工業螺母扳手對機器人進行操作。您可以根據機器人的工具法蘭和電氣接口設置螺絲刀的位置。



配置螺絲刀

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 在常規選項下，選擇**擰緊螺絲**，或透過點按常規選項下的 **TCP** 創建自己的 TCP，以將螺絲擰緊。
3. 在**輸入**和**輸出**中，為螺絲刀配置 I/O。您可以使用**界面**列表過濾輸入和輸出下顯示的 I/O 類型。
4. 在**開始**選項下，選擇啟動擰緊螺絲動作的 I/O。

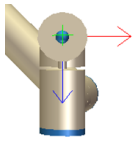
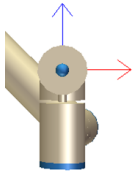
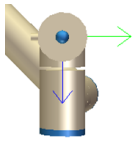
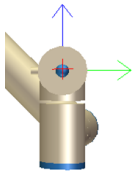
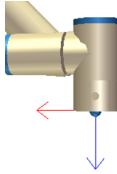
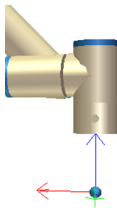
注意：在輸出下的任何輸出程式選擇清單中，您可以選擇整數輸出將程式選擇切換到（請參閱 15.6.8）數字欄位。

配置螺絲刀位置

1. 在**擰緊螺絲設置**下，使用下拉式功能表選擇此前定義的 TCP（請參閱 16.1.1），其中位置和方向設置如下：
 - 將位置配置為螺絲刀工具與螺絲接觸的頂端。
 - 配置方向，使要擰緊的螺絲在豎直方向上與正 Z 方向保持一致。

您可以可視化所選 TCP 的 X、Y 和 Z 坐標，以確認該坐標與工具的位或套接字匹配。擰緊程式節點（請參閱 15.6.8）使用所選 TCP 的正 Z 方向，以擰緊螺絲和計算距離。

典型的方向值（旋轉矢量 [rad] 表示）如下表所示。

擰緊螺絲軸平行於機器人工具法蘭的負 Y 軸方向		方向 • RX: 1.5708 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad
擰緊螺絲軸平行於機器人工具法蘭的正 Y 軸方向		方向 • RX: -1.5708 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad
擰緊螺絲軸平行於機器人工具法蘭的正 X 軸方向		方向 • RX: 0.0000 rad • RY: 1.5708 rad • RZ: 0.0000 rad
擰緊螺絲軸平行於機器人工具法蘭的負 X 軸方向		方向 • RX: 0.0000 rad • RY: -1.5708 rad • RZ: 0.0000 rad
擰緊螺絲軸平行於機器人工具法蘭的正 Z 軸方向		方向 • RX: 0.0000 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad
擰緊螺絲軸平行於機器人工具法蘭的負 Z 軸方向		方向 • RX: 3.1416 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad

配置螺絲刀界面

1. 在界面螢幕頂部的下拉式功能表中，根據訊號類型變更顯示的內容。

2. 在輸入下，配置機器人收到的螺絲刀訊號：

- 確定：成功緊固螺絲時為高訊號，如果未選擇，則在螺絲擰緊程式節點中不能滿足此條件
- 不確定：若緊固螺絲出現錯誤，則為高訊號，如果未選擇，則在螺絲擰緊程式節點中不能滿足此條件
- 準備：當準備好啟動螺絲刀時，則為高訊號，如果未選擇，則不選中此條件

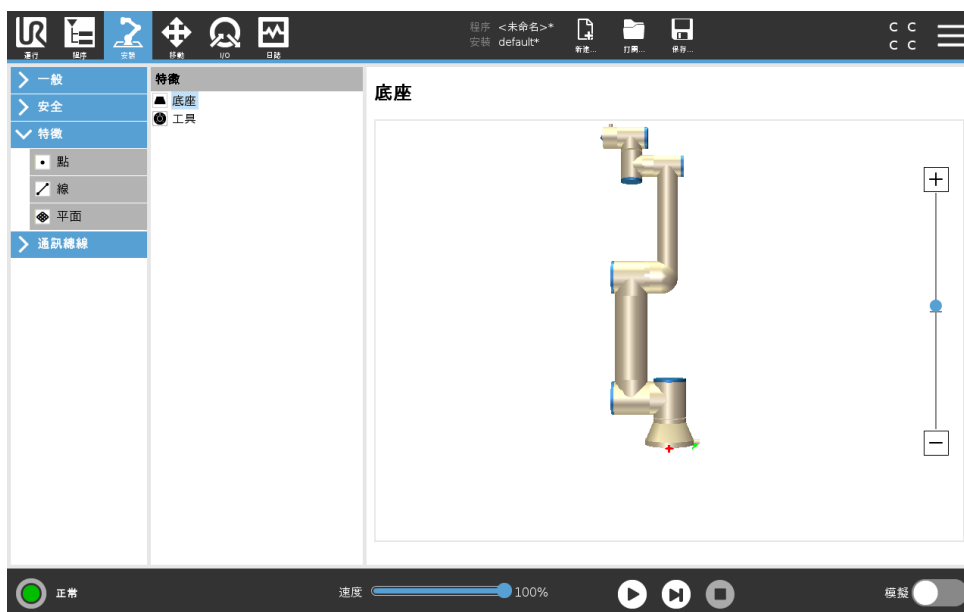
3. 在輸入下，配置機器人傳送給螺絲刀的訊號：

- 啟動：僅根據接線啟動工具，擰緊或鬆開螺絲。
- 程式選擇：可以選擇一個整數或最多四個二進制訊號來激活存儲在螺絲刀中的不同擰緊配置
- 程式選擇延遲：變更螺絲刀程式後需等待一段時間，以確保激活新程式

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座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底座的中心（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。

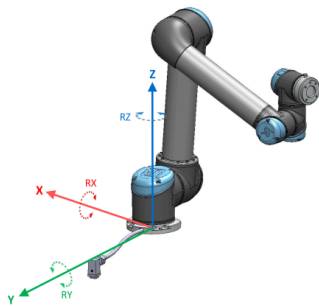


图 16.1: 底座特徵

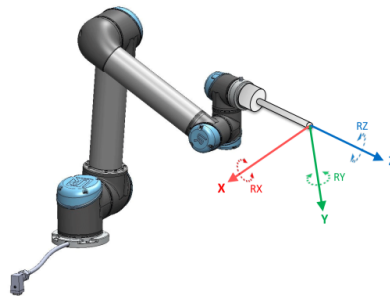


图 16.2: 工具 (TCP) 特徵

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。

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）。當選擇功能作為參考時，用於轉換和旋轉的移動工具按鈕將所選功能空間（請參閱17.3）和（17.1）中操作，以及讀取 **TCP** 坐標。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。

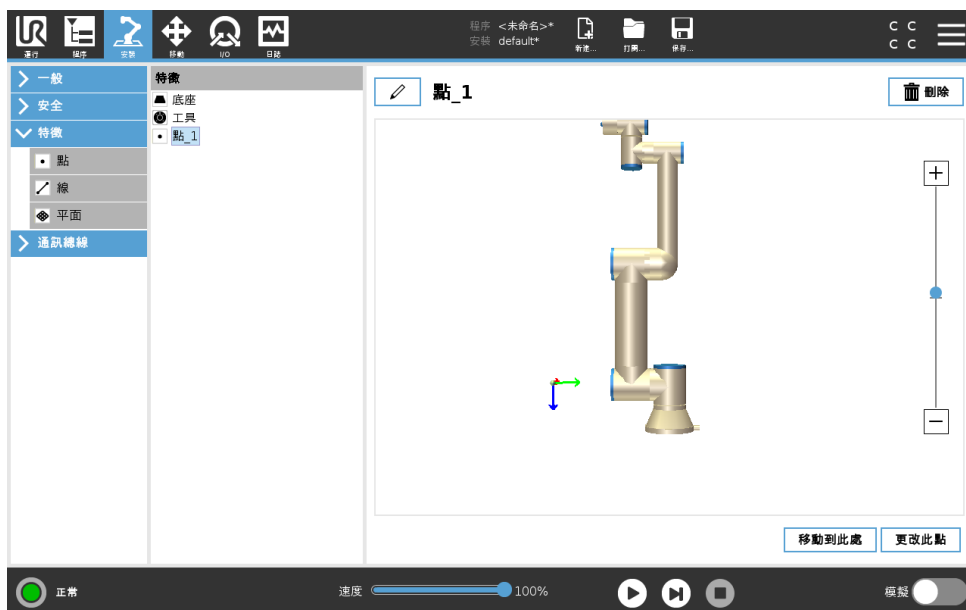
- 在特徵樹中，您可以通過點擊鉛筆按鈕來重命名點、線或平面。
- 在特徵樹中，您可以通過點擊刪除按鈕來刪除點、線或平面。

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。

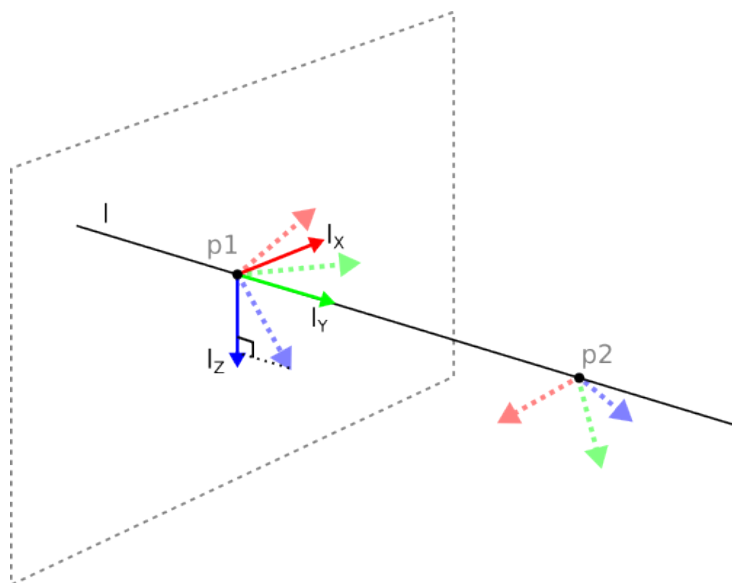
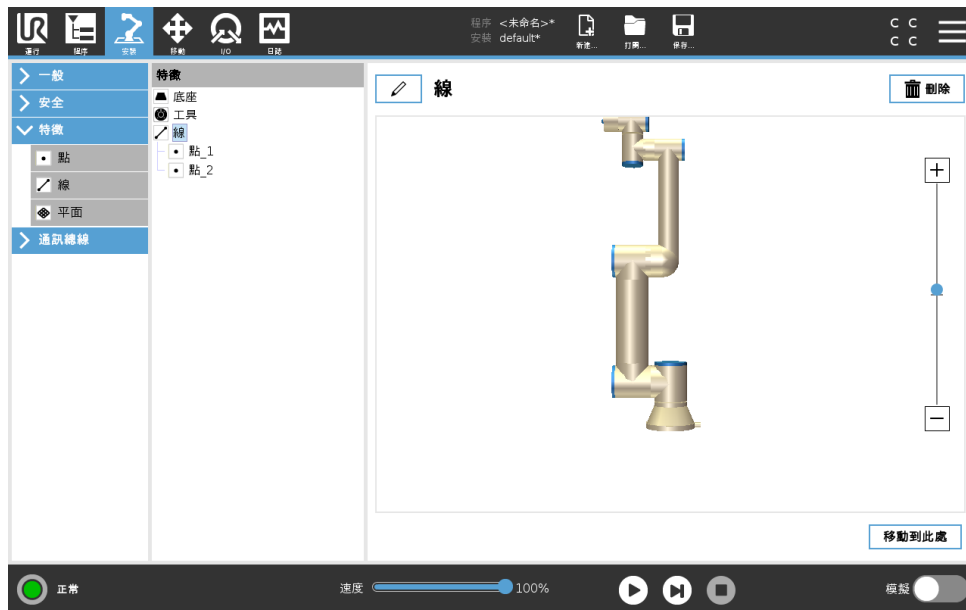


图 16.3: 直線特徵的定義

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

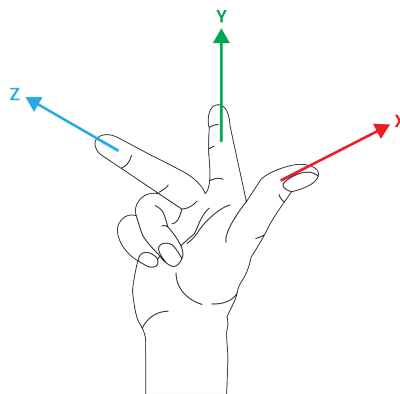
1. 在安裝中，選擇**特徵**。
2. 在特徵下選擇**平面**。

示教平面

按平面按鈕創建新平面時，螢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
```

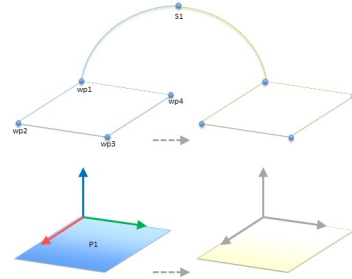


图 16.4: 相對於平面特徵（通過更改特徵進行手動更新）的四個路點的簡單程式

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）。

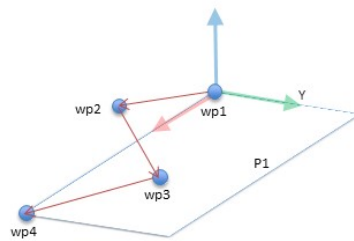


图 16.5: 具有相對於平面特徵的四個路點的 **MoveL** 命令

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
```

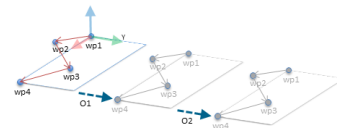


图 16.6: 對平面特徵應用偏移

16.4 通訊總線

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

```

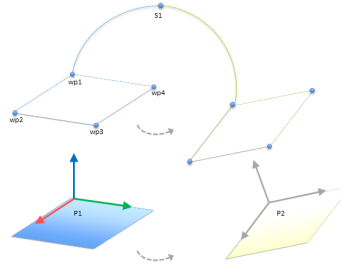


图 16.7: 從一個平面特徵切換到另一個

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 PROFINET。

16.4.1 MODBUS 客戶端 I/O 設置



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。刷新會斷開所有的 modbus 單元，並再次連接它們。所有統計數據都被清除

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。

順序模式

僅在選擇顯示高級選項（請參閱 16.4.1）時才可用。選擇此復選框將強制 modbus 客戶端在發送下一個請求之前等待響應。某些現場總線設備需要此模式。打開此選項可能有助於在有多個信號時，並且提高請求頻率會導致信號斷開連接。請注意，當在連續模式下定義多個信號時，實際信號頻率可能會低於請求的頻率。信號統計中可以觀察到實際的信號頻率（參見第 16.4.1 部分）。如果實際信號頻率小於從“頻率”下拉列表中選擇的值的一半，信號指示燈將變為黃色。

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。當頻率設置為 0 時，使用 `modbus_get_signal_status`、`modbus_set_output_register` 和 `modbus_set_output_signal` 腳本函數按需要啟動 modbus 請求。

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。

重新連接計數 TCP 連接關閉的次數，然後再次連接。

連接狀態 TCP 連接狀態。

響應時間 [ms] 發送 modbus 請求和收到響應之間的時間 - 僅在通信處於活動狀態時更新。

Modbus 數據包錯誤 接收到的包含錯誤的數據包數量（即無效長度、缺失數據、TCP 套接字錯誤）。

超時 沒有得到響應的 modbus 請求的數量。

請求失敗 由於套接字狀態無效而無法發送的數據包數量。

實際頻率 客戶端（主）信號狀態的平均頻率更新。每次信號收到服務器（或從站）的響應時，都會重新計算此值。

所有的計數器計數到 65535，然後回到 0。

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：

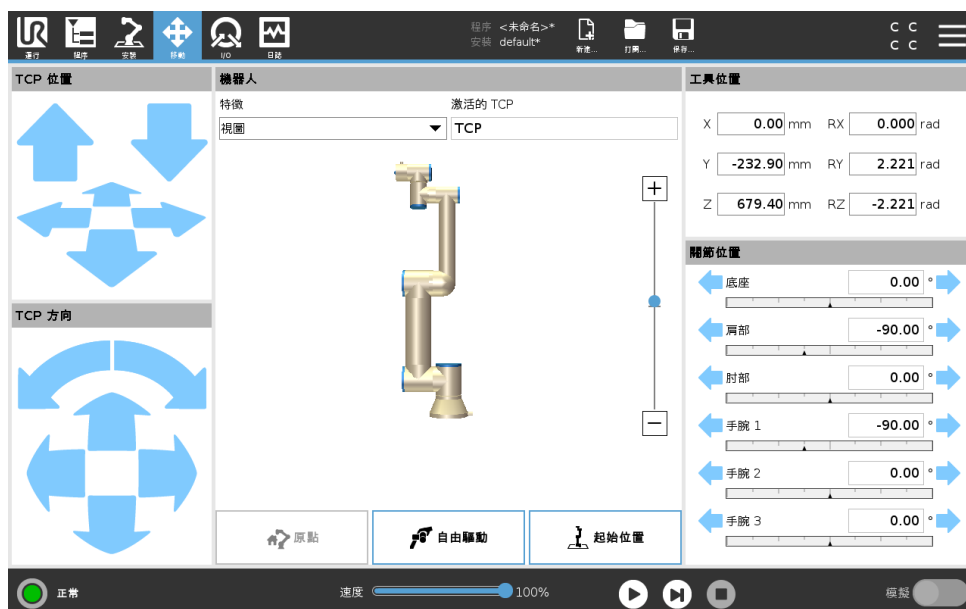
無： PolyScope 將忽略以太網/IP 連接的丟失，並繼續正常使用程序。

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**欄位的左上角，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**欄位，當前激活的工具中心點 (TCP) 的名稱顯示在**激活的 TCP** 下方。

主頁

點擊**原點**按鈕可進入**將機器人移動到位**螢幕，您可以在在此按住**自動**按鈕（請參閱14.4），以將機器人移動到先前在安裝設置中定義的位置（請參閱16.1.9）。

自由驅動

按螢幕上的**自由驅動**按鈕可將機械手臂拉到所需的位置/位姿。

零點

按**零點**按鈕可使機械手臂返回垂直位置。

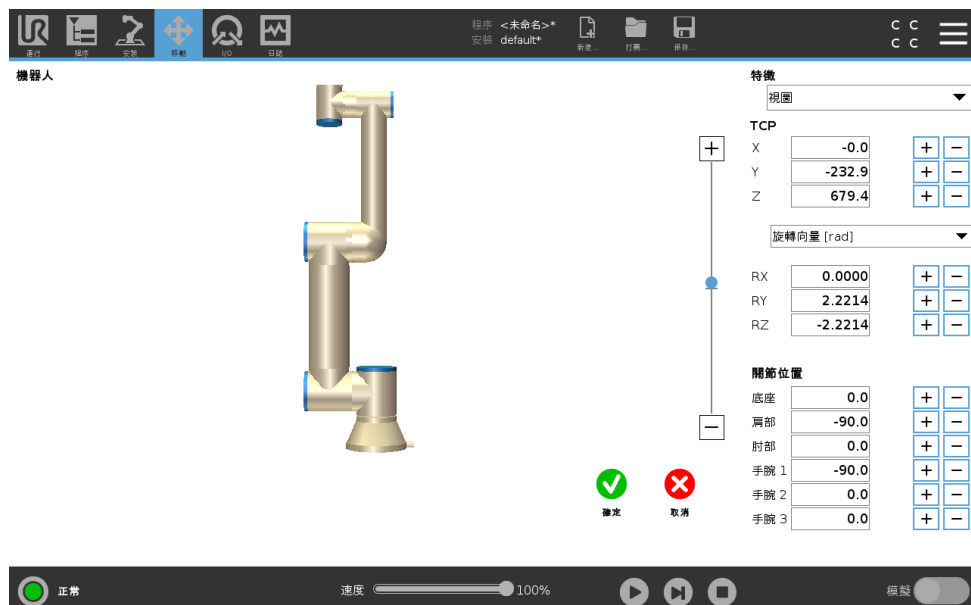
17.3 工具位置

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**螢幕。

17.3.1 位姿編輯器螢幕

一旦進入了**位姿編輯器**螢幕，您就可以精確地配置 TCP 的目標關節位置或目標位姿（位置和方向）。注意：螢幕**離線**，不直接控制機械手臂。



機器人

3D 圖像顯示機械手臂的當前位置。陰影部分顯示由熒幕上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。

特徵和工具位置

將顯示所選特徵的活動 TCP 和坐標值。**X**、**Y**、**Z** 坐標表示工具位置。**RX**、**RY**、**RZ** 坐標表示方向。關於配置多個指定 TCP 的更多資訊，（請參閱 16.1.1）。

使用 **RX**、**RY** 和 **RZ** 方塊上方的下拉式功能表選擇方向表示類型：

- **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。

您可以點擊這些值來編輯坐標。您也可以點擊框右側的 **+** 或 **-** 按鈕對當前值進行加/減操作。或者，您可以按住按鈕直接增大/減小值。

關節位置

直接表示各個關節位置。每個關節位置的關節限制範圍是 -360° 至 $+360^\circ$ 。您可以按如下方法配置關節位置：

- 點按關節位置可編輯值。
- 點按方塊右側的 **+** 或 **-** 按鈕對當前值進行加/減操作。
- 長按按鈕可直接增大/減小值。

確定按鈕

如果您從**移動**熒幕（請參閱 17）激活此屏幕，點按**確定**按鈕返回**移動**熒幕。機械手臂移動到指定目標位置。如果最後指定的值是一個工具坐標，則機械手臂使用移動類型 **MoveL** 移動到目標位置；或者如果最後指定了關節位置，則使用移動類型 **MoveJ**（請參閱 15.5.1）。

取消按鈕

點擊**取消**按鈕可離開此熒幕，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。



警告：

1. 如果**設置**選項卡中的重力設置（請參閱 16.1.3）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. 使用正確的安裝設置（例如機器人的安裝角度、有效負載量和有效負載重心偏移）。與程序一起保存並加載安裝設置文件。
3. 在按**自由驅動**按鈕之前，必須正確設置有效負載設置和機器人安裝設置。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. 只有通過風險評估後，才允許在安裝過程中使用**自由驅動**功能。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器收發的實時 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 13.2.10 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 5.4 章。

電壓 在工具輸出中，僅在使用者控制工具輸出時配置電壓。選擇 URCap 可以刪除對電壓的存取。

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。在工具輸出中選擇 URCap 可以刪除對模擬工具輸入的域設置的存取。

工具通訊接口 當工具通信接口 TCI 啓用時，工具模擬輸入變為不可用。在 I/O 屏幕上，工具輸入字段如下圖所示變化。

Tool Analog Input	
Baud Rate	115200
Parity	None
Stop Bits	One
RX Idle Chars	1.50
TX Idle Chars	3.50



注意:

啓用**雙 Pin 電源**時，必須按如下方式命名工具數位輸出：

- tool_out[0] (電源)
- tool_out[1] (GND)

工具輸出欄位如下圖所示。

Tool Digital Output

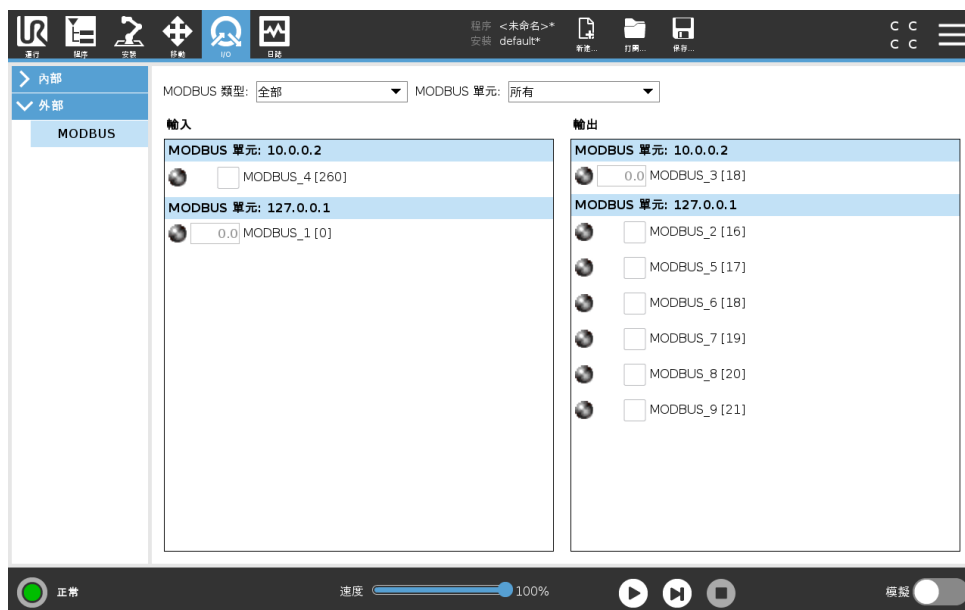
Power ☐ ☐ GND

Current

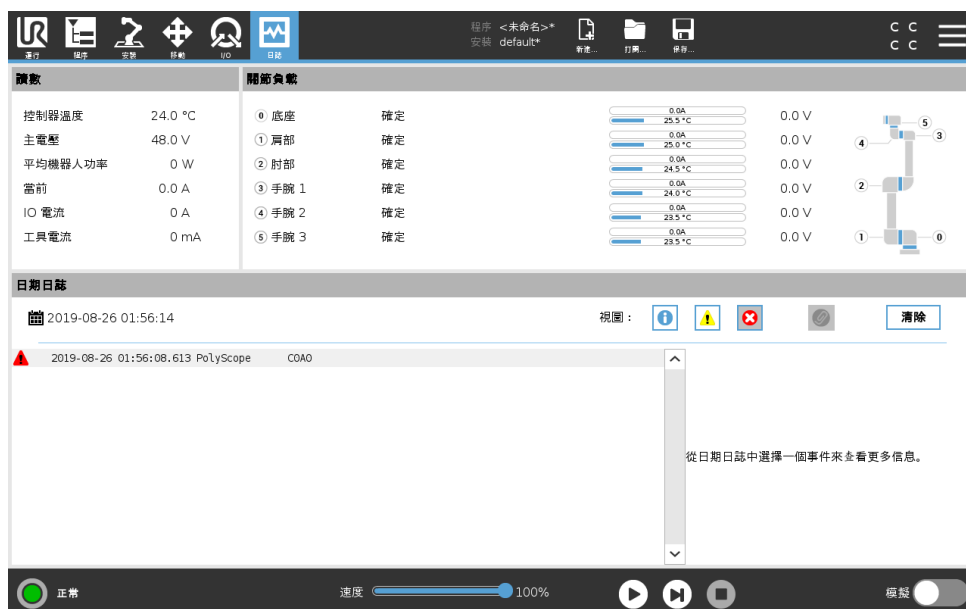
000 mA

18.2 MODBUS

下面的熒幕截圖顯示了與安裝設置中相同的 MODBUS 客戶端 I/O 訊號。使用熒幕頂部的下拉式功能表，如果配置了多個，則可以根據訊號類型和 MODBUS 單位更改顯示的內容。清單中的每個訊號都包含其連線狀態、數值、名稱和訊號地址。如果連線狀態和 I/O 索引標籤控件允許，則可以切換輸出訊號（請參閱 16.1.4）。



19 日誌選項卡



19.1 讀數和關節負載

屏幕上半部分顯示機械手臂和控制器狀況。

屏幕左側顯示與控制器相關的資訊，而屏幕右側顯示機器人關節資訊。每個關節代表關節負載的溫度以及電壓。

19.2 日期日誌

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（與嚴重性相對應）進行過濾。上圖顯示錯誤會被顯示，而資訊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資訊，選定日誌記錄後，即可看見這些資訊顯示在右側。

19.3 保存錯誤報告

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。

可以跟踪並導出以下錯誤列表：

- 故障
- 内部 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。

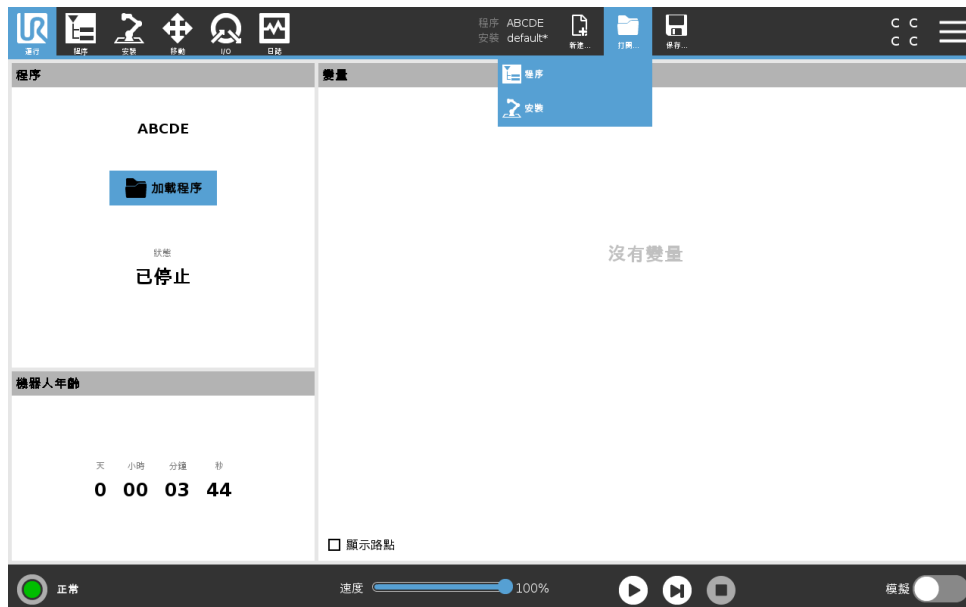
20 程式和安裝管理器



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

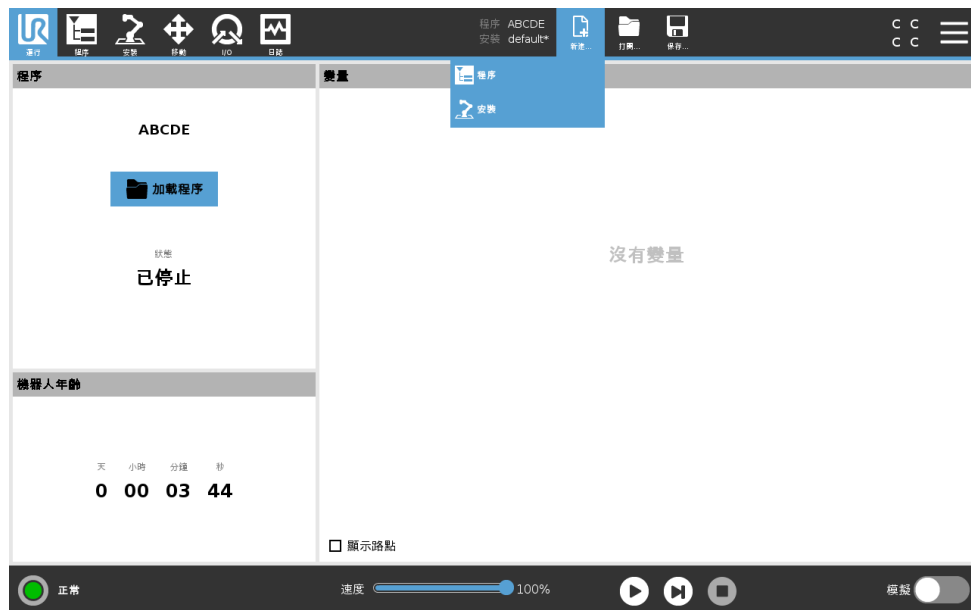
1. 在程式和安裝管理器中，點選**打開...**，然後選擇程式。
2. 在加載程式螢幕上，選擇現有程式，然後點擊打開。
3. 在檔案路徑中，檢查是否顯示所需的程式名稱。

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，選擇應用並重新啓動以提示機器人重新啓動。
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

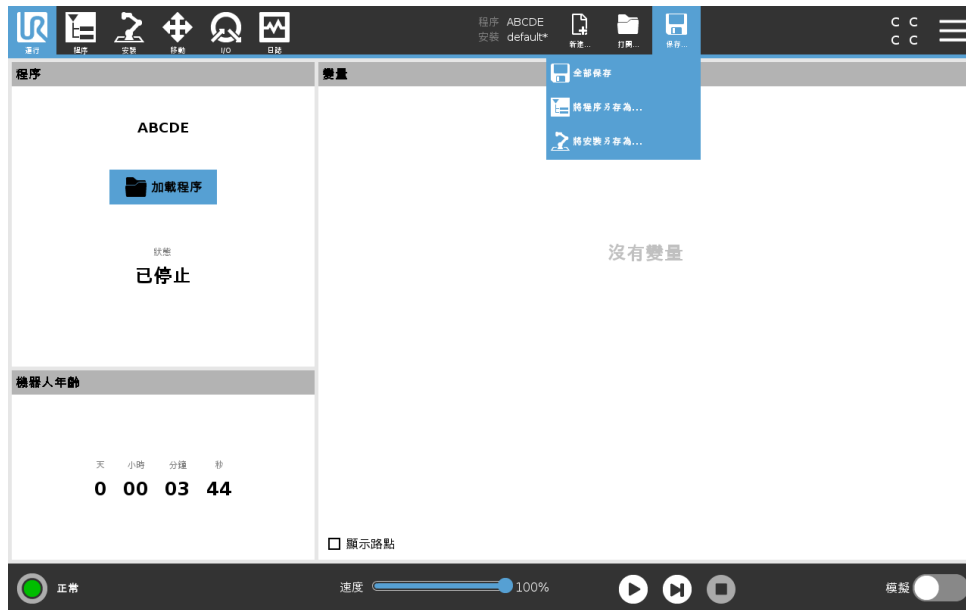
1. 在程式和安裝管理器中，點選**新建...**，然後選擇程式。
2. 在程式螢幕上，根據需要配置新程式。
3. 在程式和安裝管理器中，點選**保存...**，然後選擇全部保存或將程式另存為...
4. 在將程式另存為螢幕上，分配檔案名，然後點擊保存。
5. 在檔案路徑中，檢查是否顯示新的程式名稱。

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...



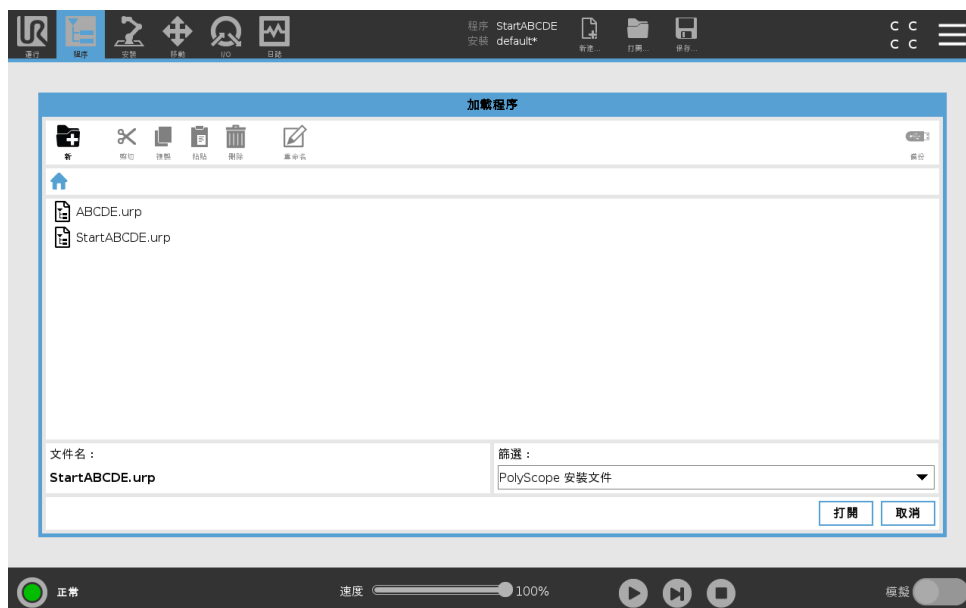
保存...提出三個選項。根據您加載創建的程式/安裝，您可以：

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，才可啓用“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. 於左側功能表中，選擇需個性化的項目。注意：如果在側功能表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。

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

您可以存取和/或調整 PolyScope 上顯示的當前時間和日期。

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 菜單圖標，然後選擇**設置**。
2. 在首選項下，選擇**時間**。
3. 根據需要驗證和/或調整**時間**和/或**日期**。
4. 點按**應用**和**重新啟動**即可應用您的變更。

日期和時間顯示在**日期日誌**下的日誌索引標籤中（請參閱19.3）。

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**。

21.3.2 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。

21.4 系統

21.4.1 備份還原

將系統的完整副本保存到 **USB** 磁碟機中，然後還原系統，並使用該 **USB** 磁碟機使系統恢復到以前的狀態。磁盤損壞或意外刪除後可能需要進行此操作。



注意：

備份和還原時，請使用控制箱 (CB) 內的其中一個 **USB** 連接埠。使用 **CB** **USB** 連接埠時運行將更加穩定，備份所需的時間更短。

備份系統

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 菜單圖標，然後選擇**設置**。
2. 在系統下，點按**備份還原**。
3. 選擇存儲備份的位置並按**備份**。
4. 按**確定**，重新啓動系統。

還原系統

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 菜單圖標，然後選擇**設置**。
2. 在系統下，點按**備份還原**。
3. 選擇備份文件，然後按**還原**。
4. 按**確定**進行確認。

21.4.2 更新

使用 **USB** 安裝更新應用，以確保機器人軟體為最新版本。

更新軟體

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 菜單圖標，然後選擇**設置**。
2. 在系統下點按**更新**。
3. 插入 **USB** 並點按**搜尋**以列出有效的更新檔案。
4. 在有效的更新檔案清單中，選擇所需版本並點按**更新**，以進行安裝。



警告:

軟體升級後務必檢測您的程式。升級操作會改變程式中的軌跡。

21.4.3 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。

21.4.4 管理 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** 檔案，然後按**打開**注意：在**激活的 URCaps** 欄位中選擇新的 **URCap** 即可查看更多詳細資料。**URCap 資訊**欄位下方將顯示更多資訊。
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** 中將其選中並按 **-** 按鈕，然後按**重新啟動**，更改即可生效。

21.4.5 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	 遠端控制不允許
通過網絡發送給機器人的通電和製動釋放	從移動索引標籤移動機器人
接收和執行通過網絡發送給機器人的機器人程序和安裝	從教導器開始
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。

啓動遠端控制

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。

21.5 關閉機器人

按**關閉機器人**按鈕可斷開機器人電源或重新啓動機器人。

關閉機器人

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 功能表，然後選擇**關閉機器人**。
2. 出現關閉機器人對話方塊時，點擊**關閉**。

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。它們通過軟體界面進行定義，請參閱第 II 部分。

指標

Hamburger 功能表 II-4

E

EtherNet/IP I-21

I

I/O I-21, I-25, II-3, II-27, II-79, II-80, II-101

M

MODBUS I-21, II-85, II-93, II-95, II-102

MoveJ II-41, II-89, II-99

MoveL II-41, II-89, II-99

MoveP II-41, II-89

P

PolyScope . xi, I-13, II-3, II-7, II-9, II-29, II-55, II-75,
II-93, II-95, II-111, II-114

PolyScope 的編程部分 II-31

S

Success II-60

T

TCI II-52

U

Until II-49

Until 工具接觸 II-50

Until 表達式 II-50

Until 距離 II-50

UR+ xii

URCaps II-113



乙太網路 I-21

乙太網路/IP II-80

交融 II-44

交融參數 II-45

以太網/IP II-95

以太網以及 II-93

位姿編輯器 II-98

位置 II-25

位置範圍 II-21

保存... II-4, II-107, II-109



停止 II-5

停止時間 II-20

停止狀態 II-8

停止距離 II-20

傳送帶跟踪 II-71

傳送帶跟踪設置 II-85

傾斜角度 II-27

出廠預設 II-19

初始化 II-4, II-8

刪除 II-23

力模式 II-69

功率 II-20

動量 II-20

半徑 II-25

原點 II-98

可變特徵 II-43

可變路點 II-43

可配置 I/O I-24

安全 I/O I-9, I-12, I-24, I-25

安全功能 I-9, I-10, II-28

安全原點 II-29

安全平面 II-22, II-97, II-99

安全指示 I-39

安全校驗 II-4, II-19

安全設置 I-3, II-17, II-112

安全評估 xii

安全配置 I-7, II-17–II-19, II-21

安裝 II-3, II-81, II-107, II-108

安裝變量 II-81

工具 II-25

工具 I/O I-33

工具中心位置 II-25

工具中心點 II-21, II-43, II-75, II-98

工具位置 II-25, II-26

工具力 II-20

工具方向 II-26, II-27

工具特徵 II-88

工具通信接口 II-83

工具速度 II-20

平移角度 II-27

底座 I-47, II-7, II-43

底座特徵	II-88
彈出窗口	II-53



恢復模式	I-13, II-21
手動提速	II-4, II-15
手動模式	II-13
手腕	II-7
打開...	II-4, II-107
指令碼手冊	xii
控制器	I-19, I-61, II-81, II-101
控制箱	I-21, I-23, I-31–I-33, II-7
控制箱的安裝支架	xii
播放	II-5, II-32
支架	I-21
教導器 ... xii, I-19, I-31, II-3, II-7, II-29, II-71, II-114	
文件夾	II-54
文件路徑	II-107
新建...	II-4, II-107
方向矢量	II-49
服務手冊	xii
框架	II-70
標準	I-61, I-63, II-22
標準 & 縮減	II-22
標題	II-3
模式	I-13, II-22
模式: 手動	II-4
模式: 本地模式	II-4
模式: 自動	II-4
模式: 遠端模式	II-4
模擬	II-4
模板	II-72
機器人	II-25, II-97, II-98
機器人未停止	II-29
機器人程式節點	II-38
機器人運動	II-29
機器人限制	II-19
機械手臂 ... I-21, I-61, II-7, II-8, II-68, II-69, II-71, II-81, II-97	
正常 & 縮減工具方向限制	II-27
正常工具方向限制	II-27
正常平面	II-24
正常模式	II-20, II-27, II-40, II-99
步驟	II-5
測試	II-71



為機器人編程	II-5
熒幕	II-3
特徵	II-85, II-88, II-98
特徵功能表	II-70

相對路點	II-43
禁用	II-22, II-24
禁用工具方向限制	II-27
移動	II-3, II-13, II-41, II-42, II-53, II-99
移動工具	II-97
程序	II-31
程式	II-3, II-72, II-107, II-108
程式和安裝管理器	II-4, II-107
程式樹	II-35
程式節點	II-35, II-38
等待	II-52
簡單	II-70
系統緊急停止	II-28
編輯位置	II-25
縮減	II-22
縮減工具方向限制	II-27
縮減模式	I-13, II-21, II-25, II-27–II-29



肘部	I-47, II-7
肘部力	II-20
肘部速度	II-20
肩部	I-47, II-7
自動	II-32, II-33, II-98
自動模式	II-13
自動模式安全防護停止	II-28
自動模式安全防護重置	II-28
自定義	II-20
自由驅動 . I-13, II-13, II-71, II-79, II-88, II-98, II-100	
觸發器平面	II-24
觸發器縮減模式	II-22
記錄	II-3
設置	II-52, II-100, II-111
警告標誌	I-4
變數	II-31, II-41
質量保證	I-45
路點	II-9, II-41, II-43, II-44, II-48
輸入信號	II-28
輸送機跟踪	I-24
迷你顯示埠	I-21



通用 I/O	I-24
速度滑塊	II-4, II-13
運動	II-70
運算式編輯器	II-61
運行	II-3, II-31
運行程序	II-5
遠程控制	II-82, II-114
配置機器人安裝	II-5
重命名	II-23

錐體中心	II-27	防護重置	II-28
錐體角度	II-27	限制肘部	II-23
錯誤	II-60	集成商	I-7
開關盒結構	II-61	電壓	II-101
關於	II-111	非縮減模式	II-29
關節空間	II-42	頁尾	II-3, II-32
關節負載	II-105	顯示	II-23
關節限制	II-21	風險評估	I-3, I-7, I-8, I-10
關閉	II-114	點	II-70

Software version: 5.5



99461