



UNIVERSAL ROBOTS

PolyScope 手冊



版本 5.4

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

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 快速系統啓動	II-9
11.3 機器人註冊和 URCap 授權檔案	II-9
12 操作模式選擇	II-13
12.1 操作模式	II-13
12.2 三位激活裝置	II-14
12.2.1 手動高速	II-14
13 安全配置	II-15
13.1 安全設置的基本事項	II-15
13.1.1 訪問安全配置	II-15
13.1.2 設置安全密碼	II-16
13.1.3 更改安全配置	II-16
13.1.4 應用新的安全配置	II-17
13.1.5 安全校驗和	II-17
13.2 安全菜單設置	II-17
13.2.1 機器人限制	II-17

13.2.2	安全模式	II-18
13.2.3	公差	II-19
13.2.4	關節限制	II-19
13.2.5	平面	II-20
13.2.6	自由驅動	II-22
13.2.7	工具位置	II-23
13.2.8	工具方向	II-24
13.2.9	I/O	II-25
13.2.10	硬件	II-26
13.2.11	安全原點	II-27
14	運行索引標籤	II-29
14.1	程序	II-29
14.2	變數	II-29
14.3	機器人年齡	II-30
14.4	將機器人移動到位	II-30
15	程序選項卡	II-33
15.1	程序樹	II-33
15.1.1	程序執行指示	II-33
15.1.2	搜索按鈕	II-34
15.1.3	程序樹工具欄	II-34
15.1.4	運算式編輯器	II-35
15.1.5	空節點	II-35
15.2	命令選項卡	II-36
15.3	圖形選項卡	II-37
15.4	變數索引標籤	II-38
15.5	基本程序節點	II-38
15.5.1	移動	II-38
15.5.2	方向	II-46
15.5.3	等待	II-49
15.5.4	設置	II-49
15.5.5	彈出窗口	II-50
15.5.6	中止	II-50
15.5.7	註釋	II-51
15.5.8	文件夾	II-51

15.6	高級程序節點	II-52
15.6.1	循環	II-52
15.6.2	子程序	II-52
15.6.3	賦值	II-53
15.6.4	If	II-54
15.6.5	腳本	II-54
15.6.6	事件	II-55
15.6.7	線程	II-55
15.6.8	擰螺絲	II-56
15.6.9	開關	II-58
15.6.10	計時器	II-58
15.6.11	主頁	II-59
15.7	模板	II-59
15.7.1	碼垛	II-59
15.7.2	探尋	II-64
15.7.3	力	II-66
15.7.4	輸送機跟踪	II-68
15.8	URCaps	II-69
15.8.1	遠端 TCP URCap	II-69
15.8.2	在特徵中設置 RTCP	II-70
15.8.3	遠端 TCP 移動命令	II-70
15.8.4	RTCP 移動類型	II-71
15.8.5	RTCP 路點	II-71
15.9	第一個程序	II-72
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	安裝	II-78
16.1.3	I/O 設置	II-79
16.1.4	變數	II-80
16.1.5	啓動	II-81
16.1.6	工具 I/O	II-82
16.1.7	平滑過渡安全模式	II-83
16.1.8	主頁	II-83



16.1.9	輸送機跟踪設置	II-84
16.1.10	擰螺絲設置	II-84
16.2	安全	II-85
16.3	特徵	II-86
16.3.1	使用特徵	II-87
16.3.2	添加點	II-87
16.3.3	新增一條線	II-88
16.3.4	平面特徵	II-88
16.3.5	例子: 手動更新特徵以調整程式	II-89
16.3.6	例子: 動態地更新特徵位姿	II-90
16.4	通訊總線	II-90
16.4.1	MODBUS 客戶端 I/O 設置	II-91
16.4.2	以太網/IP	II-93
17	移動選項卡	II-95
17.1	移動工具	II-95
17.2	機器人	II-95
17.3	工具位置	II-96
17.3.1	位姿編輯器屏幕	II-96
17.4	關節位置	II-98
18	I/O 選項卡	II-99
18.1	機器人	II-99
18.2	MODBUS	II-100
19	日誌選項卡	II-103
19.1	讀數和關節負載	II-103
19.2	日期日誌	II-103
19.3	保存錯誤報告	II-103
20	程式和安裝管理器	II-105
20.1	打開...	II-105
20.2	新建...	II-106
20.3	保存...	II-107
20.4	檔案管理器	II-107
21	Hamburger 菜單	II-109

21.1	幫助	II-109
21.2	關於	II-109
21.3	設置	II-109
21.3.1	偏好	II-109
21.3.2	密碼	II-110
21.4	系統	II-110
21.4.1	更新	II-110
21.4.2	網絡	II-110
21.4.3	URCaps	II-111
21.4.4	遠端控制	II-111
21.5	關閉機器人	II-112

部分 II

PolyScope 手冊

10 簡介

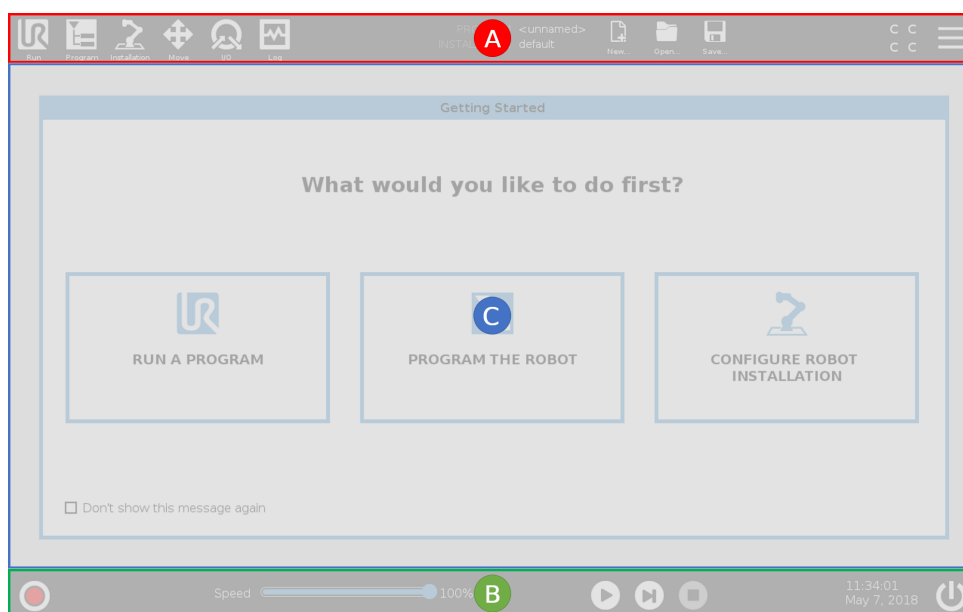
10.1 PolyScope 基本事項

PolyScope 是**教導器**，用於操作機械手臂、控制盒以及運程式。

A：為您提供交互式熒幕的**標題**（帶索引標籤/圖標）。

B：控制您的加載程式的**頁尾**（帶按鈕）。

C：管理和監視機器人動作的**熒幕**（帶欄位）。



注意：啓動時會出現無法繼續對話。您必須選擇前往初始化熒幕以啓動機器人。

10.1.1 標題圖標/索引標籤



運行 係指使用預先編寫的程式操作機器人的簡單方法。



程序 建立和/或修改機器人程式。



安裝 設定機械手臂設置和外部設備，例如：安裝和安全。



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。



日誌 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。點擊即可切換到手動環境。



手動表示機器人已加載了手動環境。點擊即可切換到自動環境。

注意：只有在啓用遠端控制的情況下才能訪問本地模式和遠端模式圖標。



本地表示可以在本地控制機器人。點擊即可切換到遠端控制。要訪問本地模式圖標，必須設置密碼。



遠端表示可以從遠端位置控制機器人。點擊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 **手動高速**允許工具速度暫時超過 250mm/s。該續壓運行功能僅在已配置三位激活裝置時在手動模式下可用。

-  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，關節剎車被解鎖，機器人發出噪音並移動少許位置。

11.1.4 初始化機械手臂



危險：

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 按鈕即可解除剎車。
 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，請確認機械手臂和控制箱已正確安裝。

1. 按教導器上的緊急停止按鈕。
2. 按教導器上的電源按鈕，系統會啟動，PolyScope 上將顯示文字。
3. 系統就緒後，觸控螢幕上將彈出一個窗口，提示機器人需要進行初始化。
4. 點擊彈出窗口上的按鈕即可存取初始化螢幕。
5. 當確認應用的安全配置對話框出現時，按下確認安全配置按鈕應用初始安全參數集。這些參數集必須根據風險評估進行調節。
6. 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。
7. 請站在機器人可觸及的範圍（工作空間）之外。
8. 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。
9. 在當前有效負載欄位中，請確認有效負載和所選的安裝是否正確。如果基於傳感資料的安裝與所選的安裝不一致，將有提示出現。
10. 點擊初始化機器人螢幕上的啟動按鈕，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 機器人註冊和 URCap 授權檔案

在使用遠端 TCP URCap 之前，註冊機器人並下載和安裝 URCap 授權檔案（請參閱15.8）。

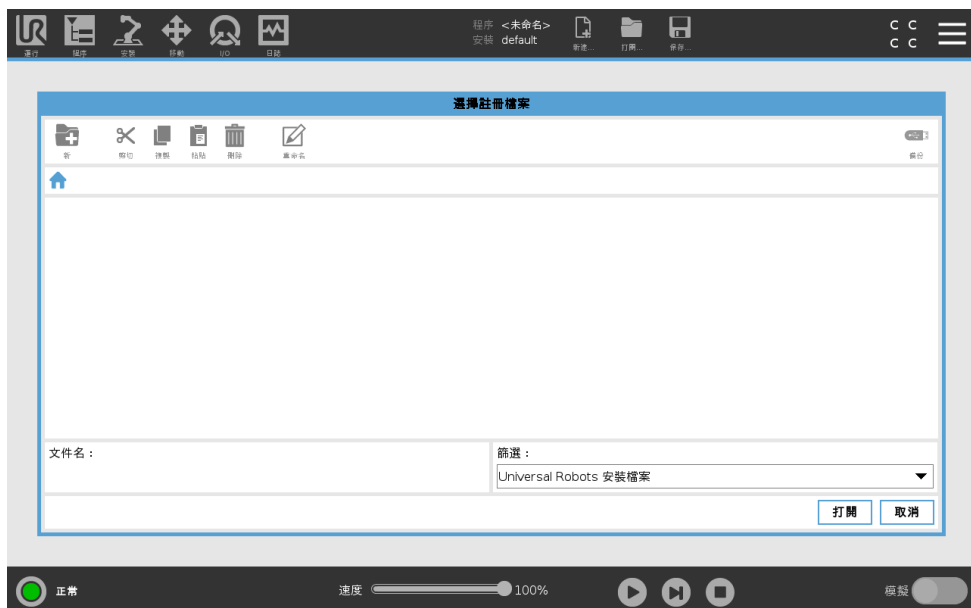


在當前螢幕註冊機器人

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 授權檔案

1. 線上填寫必填欄位，並將授權檔案下載到 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

配置了三位激活裝置，設置密碼，定義操作模式可配置 I/O 後，或通過儀表板服務器（請參閱 12.1），可啓用操作模式。

自動模式啓動後，機器人只能執行預定義的任務。如果已配置三位激活裝置，移動選項卡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。您可以修改並保存程序和安裝檔案。

操作模式	手動	自動
自由驅動	X	*
使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

* 僅當未配置三位激活裝置時

** 可以在 PolyScope 設置中啓用運行熒幕上的速度滑塊。



注意:

- Universal Robots 機器人未配備三位激活裝置。如果風險評估需要設備，則必須在使用機器人之前將其連接。
- 如果未配置三位激活裝置，手動模式下速度不會降低。



警告:

- 在選擇自動模式之前，任何暫停的防護措施必須返回到完整功能。
- 只要有可能，應在確保所有人員安全的安全區域內運行手動操作模式。
- 必須將用於在操作模式之間切換的裝置放置在安全區域之外。
- 機器人處於自動模式時，使用者不得進入安全區域，除非已配置自動模式防護輸入。

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

使用操作模式安全輸入

1. 在安裝選項卡中，選擇安全 I/O。
2. 配置操作模式輸入。配置選項見下拉式功能表。
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. 設置密碼（請參閱 21.3.2），以在操作模式之間切換。
2. 要在模式之間切換，請在標題中選擇配置文件圖標。

注意：當啓用三位激活裝置的安全 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 三位激活裝置

當配置三位激活裝置並且**操作模式**處於手動模式時，只能透過按下三位激活裝置來移動機器人。三位激活裝置在自動模式中不可用。



注意:

三位激活裝置符合 ISO 10218-1: 適用於啓用裝置的第 5.8.3 條。

12.2.1 手動高速

續壓運行功能、**手動高速**允許工具速度暫時超過 250mm/s。該功能僅在您的機器人處於手動模式且已配置三位激活裝置時可用。如果已配置三位激活裝置，但未按下，則機器人在手動模式下執行安全防護停止。如需在自動模式和手動模式之間切換，需要完全鬆開三位激活裝置並再次按下，以使機器人能夠移動。

注意：使用手動高速選項時，應使用安全關節限制（請參閱13.2.4）或安全平面（請參閱13.2.5），以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，點擊安裝圖標。
2. 在熒幕左側的側邊功能表中，點擊安全。
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。



限制	正常	縮減
功率	300 W	200 W
動量	25.0 kg m/s	10.0 kg m/s
停止時間	400 ms	300 ms
停止距離	500 mm	300 mm
工具速度	1500 mm/s	750 mm/s
工具力	150.0 N	120.0 N
肘部速度	1500 mm/s	750 mm/s
肘部力	150.0 N	120.0 N

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13.2.7。



注意：

您可以將所有機器人限切到**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

13.2 安全菜單設置

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 13.2.9）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。當使用連接到機器人的電纜時，您必須首先禁用**機械手腕 3 無限制範圍**核取方塊，以避免產生電纜張力與發生保護性停止。

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 16.1.3）。該特徵過後可以被複製到安全平面熒幕並進行配置。







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。

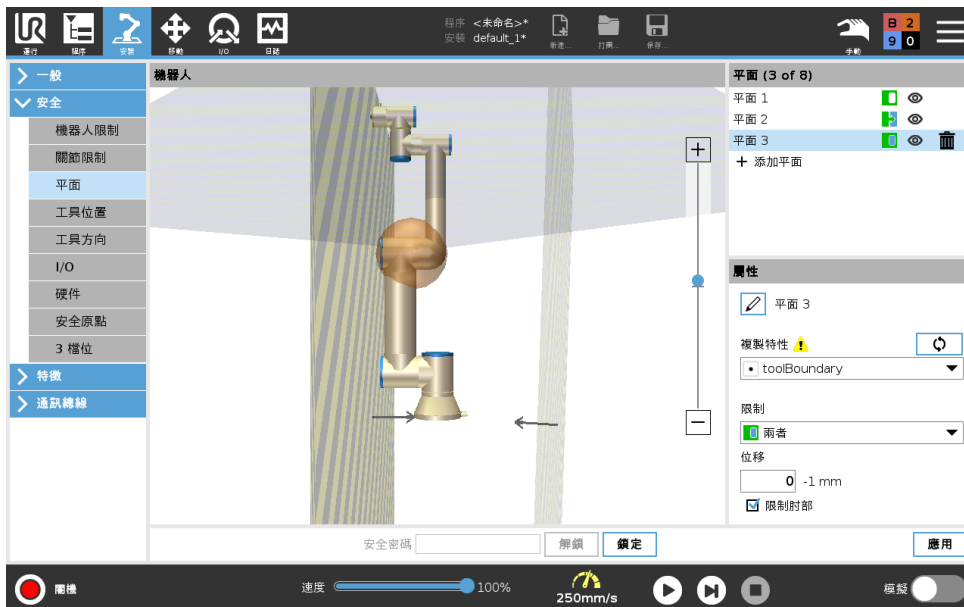
-  **正常** 如果安全系統處於標準模式，標準模式平面將處於活動狀態，並嚴格限制機器人 TCP 的位置。
-  **縮減** 如果安全系統處於縮減模式，縮減模式平面將處於活動狀態，並嚴格限制位置。
-  **標準 & 縮減** 如果安全系統處於標準或縮減模式，標準和縮減模式平面將處於活動狀態，並嚴格限制位置。
-  **觸發器縮減模式** 如果機器人工具或肘部超出觸發器縮減模式平面，安全平面將導致安全系統切換為縮減模式。

-  **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. 在螢幕左側的側邊功能表中，點擊安全按鈕並選擇**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

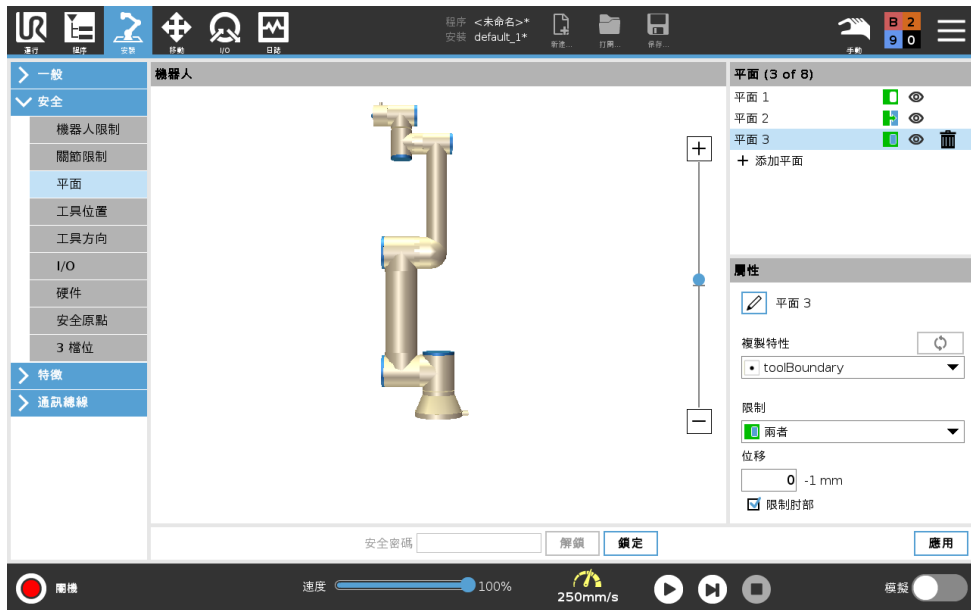
如果在特徵屏幕中修改了已複製特徵，則複製特徵文本右側會出現警告圖標。這表示該特徵不同步，即屬性卡中的信息不會被更新，以反映可能對特徵進行的修改。



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

當機器人處於自由驅動（請參閱 17.2）模式時，隨著機器人接近特定限制，您會感受到一股來自機器人的排斥力。這股力是由機器人工具和肘部的位置、方向、速度，以及關節的位置與速度引起的。

目的是告訴使用者當前的位置、方向或速度已接近限制，從而防止機器人超出該限制。但是如果施加足夠的力，將超出該限制。當當前速度達到接近限制的 250mm/s 時，會產生力，並且隨著機器人越來越接近限制，力度會增強。

逆向驅動

在自由驅動模式下，由於剎車被釋放，機器人關節可以以相對較小的力移動。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。

啓用逆向驅動

1. 在初始化熒幕，點擊 **ON**，開始為序列通電。
2. 當機器人狀態為空間時，按住自由驅動按鈕。機器人狀態變為逆向驅動。
3. 只能在施加顯著壓力的關節處鬆開剎車。只要自由驅動按鈕被接合/按下。在使用逆向驅動時，機械手臂在移動的時候會感覺到沉重。

13.2.7 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。

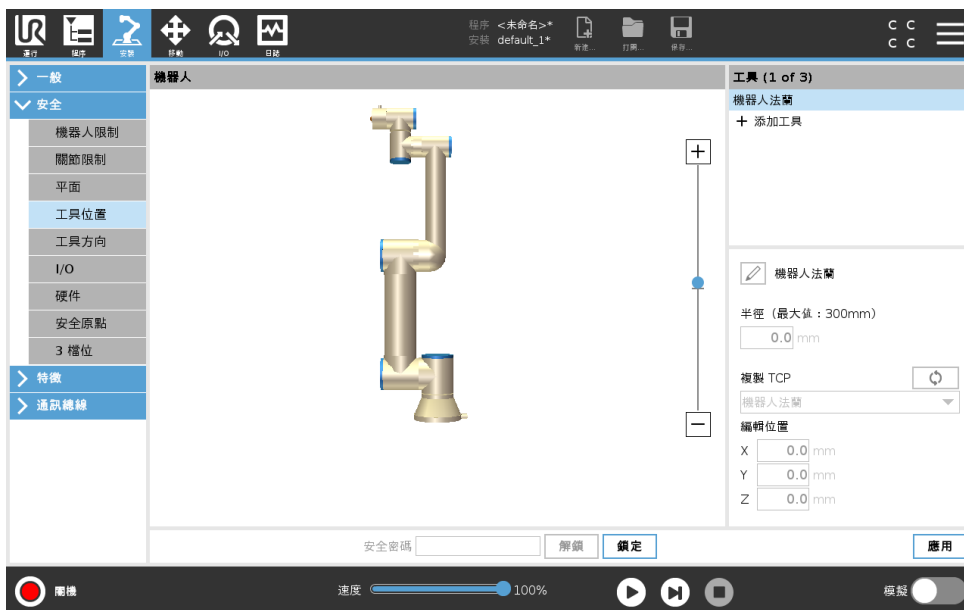
機器人讓您可以可視化您的修改。

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。

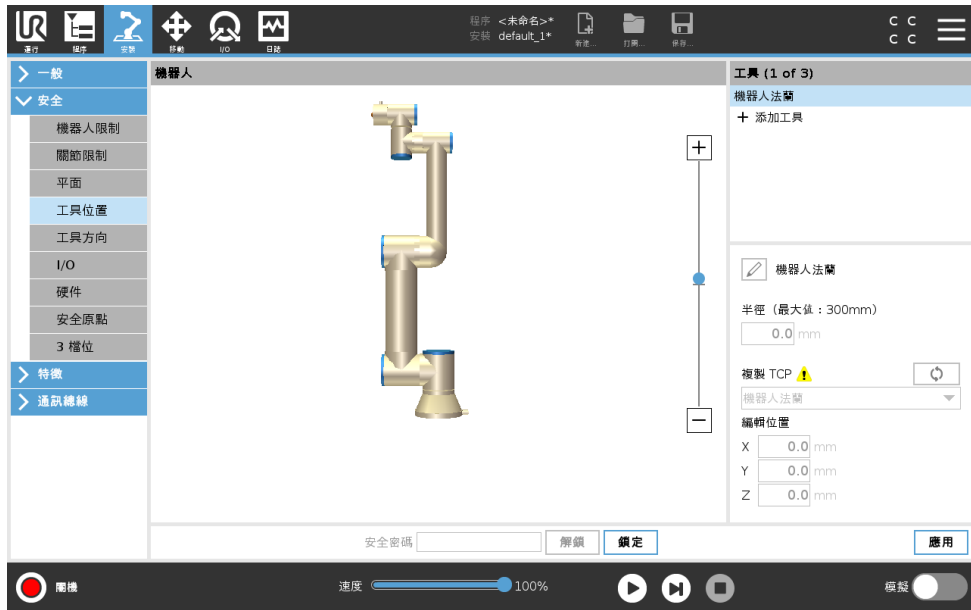
您可以使用現有的工具中心點作為定義新工具位置的基礎。可以在工具位置菜單中的複製 TCP 下拉列表中訪問在 TCP 屏幕中常規菜單中預定義的現有 TCP 副本。

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。



13.2.8 工具方向

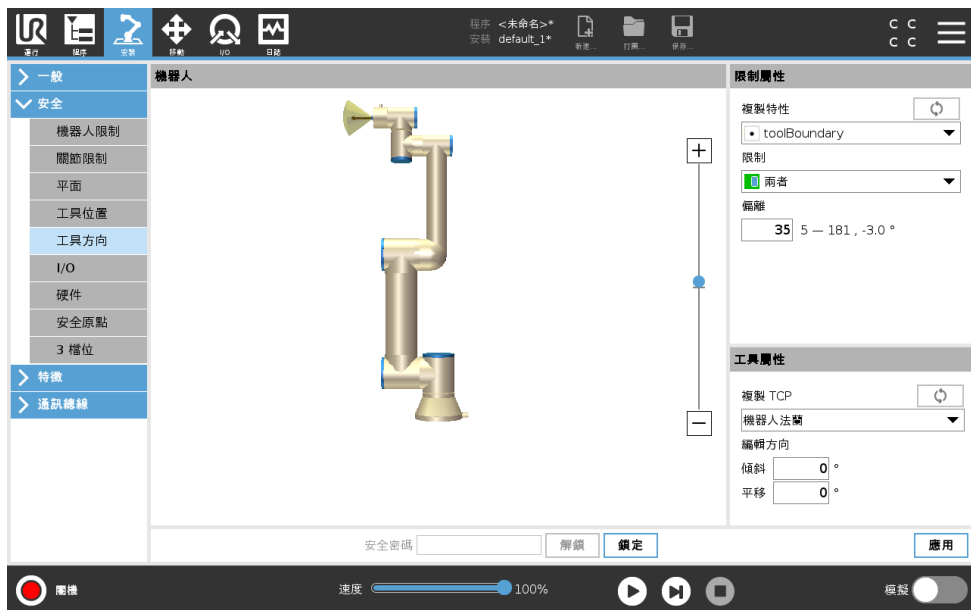
工具方向屏幕可用於限制工具指向的角度。該限制由錐體定義，它相對於機械手臂底座具有固定的方向。當機械手臂移動時，工具方向將受到限制，以便可保持在限定的錐體內。工具的默認方向與工具輸出法蘭的 Z 軸重合。可以通過指定傾斜和平移角度來定制。

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。

13.2.9 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）。當被配置時，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。切換標準模式的方式與此相同。注意：觸發平面同樣可能導致向縮減模式切換。

三位激活裝置 在手動模式中，必須按下三位激活裝置方可移動機器人。

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）。

安全防護重置 當發生安全防護停止時，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 一旦配置，當輸入訊號較低並且機器人處於自動模式時，**自動模式安全防護停止**將執行安全防護停止

自動模式安全防護重置 當發生自動模式安全防護停止時，機器人在自動模式中保持安全防護停止狀態，直到輸入訊號的上升邊線觸發重置。



警告:

- 如果禁用預設的安全防護重置輸入，一旦輸入訊號較高，安全防護停止將不再能停止機械手臂。僅恢復被安全防護停止暫停的程式。
- 與安全防護重置類似，如果預設的自動模式安全防護重置被禁用，一旦自動模式安全防護停止輸入訊號較高，則安全防護停止將不再能停止機械手臂。僅恢復被自動模式安全防護停止暫停的程式。

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。

13.2.10 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. 在左側的側邊功能表中，點擊**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。

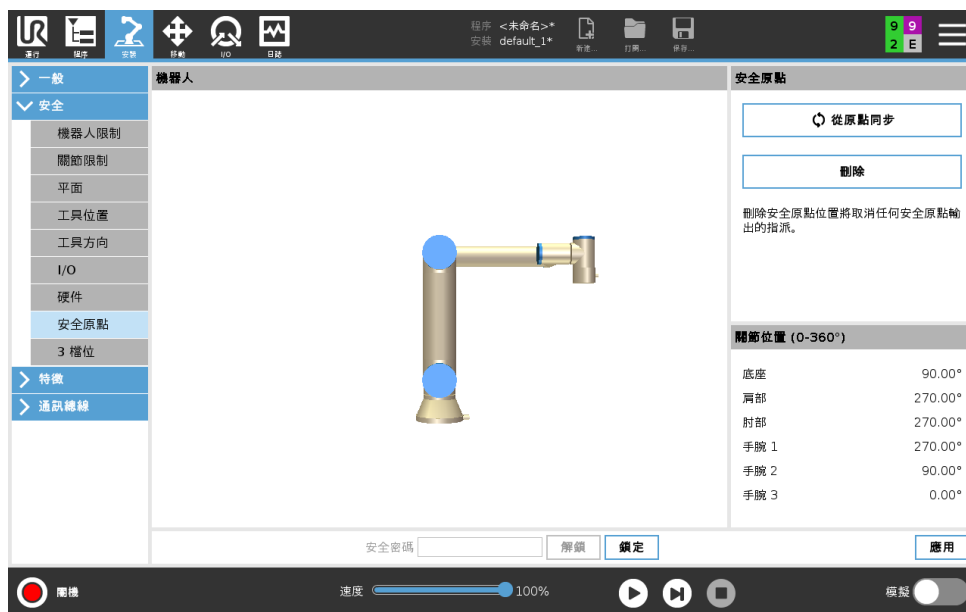


警告:

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。

13.2.11 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. 在螢幕左側的側邊功能表中，點擊**安全**，然後選擇**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13.2.9）。

定義安全原點輸出

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 在熒幕左側的側邊功能表中，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 熒幕上選擇**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**。

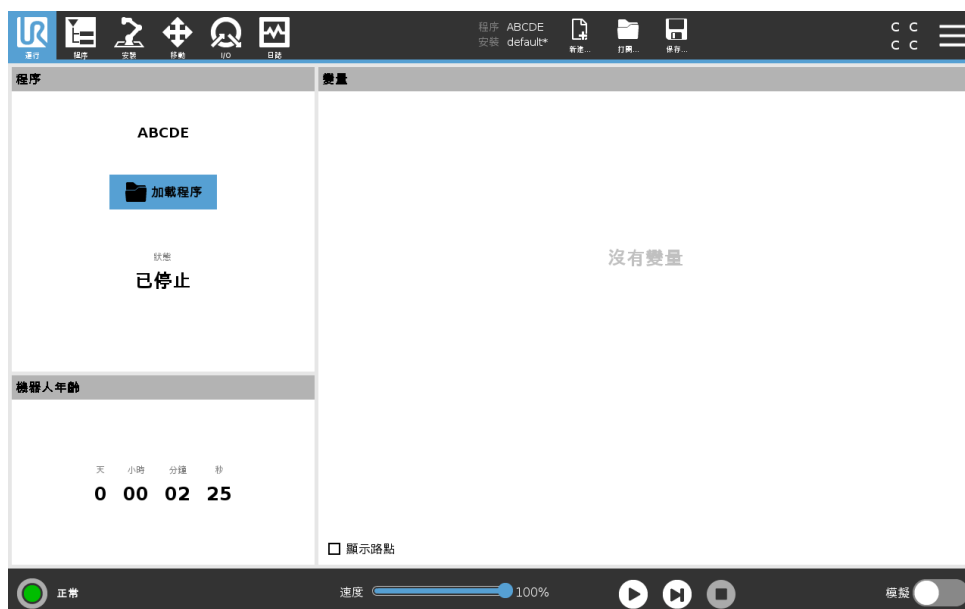
編輯安全原點

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. 在熒幕左側的側邊功能表中，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. 在側邊功能表中，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。您可結合對 PolyScope 編程部分的密碼保護功能（請參閱 21.3.2），使機器人成為可以獨占運行預先編好的程式的一種工具。

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啓動預設程式（請參閱 16.1.5）。注意：自動加載啓動預設程式，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 16.1.4）。安裝變數在機器人和控制箱重新啓動後保持它們的值。

常規程式變數 這些變數僅適用於運程式，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 $\{x, y, z\}$ 和旋轉矢量 $\{rx, ry, rz\}$ 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**圖標熒幕，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

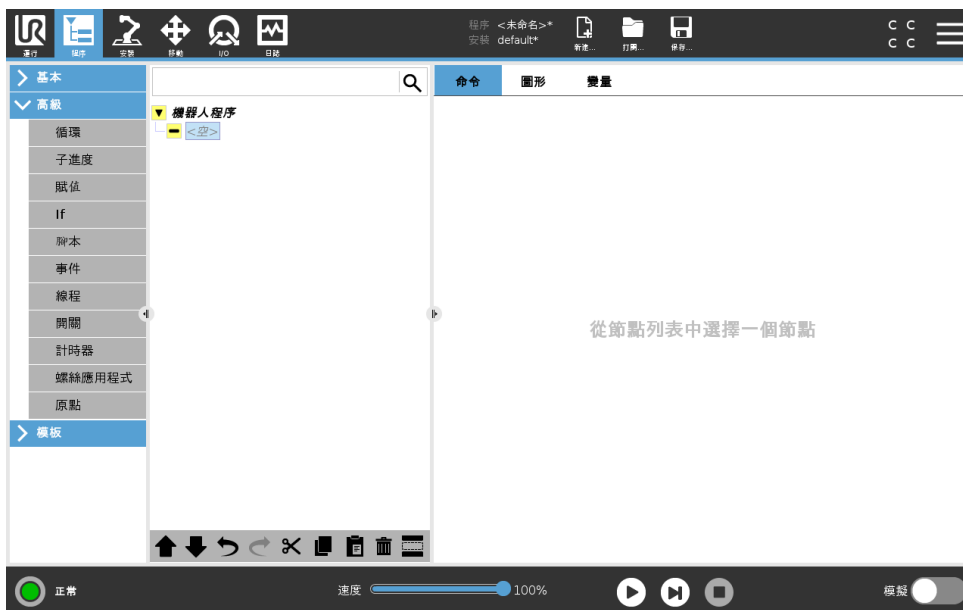


表達式本身可以文本形式進行編輯，同時，也可使用表達式編輯器進行編輯。表達式編輯器提供許多按鈕和函數，可用於插入特殊表達式符號，例如表示相乘的 * 號和表示小於等於的 ≤ 符號。使用屏幕右上角的鍵盤符號按鈕可切換至表達式文本編輯模式。所有已定義的變量都可在變數選擇器中找到，輸入和輸出端口的名稱可在輸入和輸出選擇器中找到。一些特殊函數可在函數選擇器中找到。

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 空節點

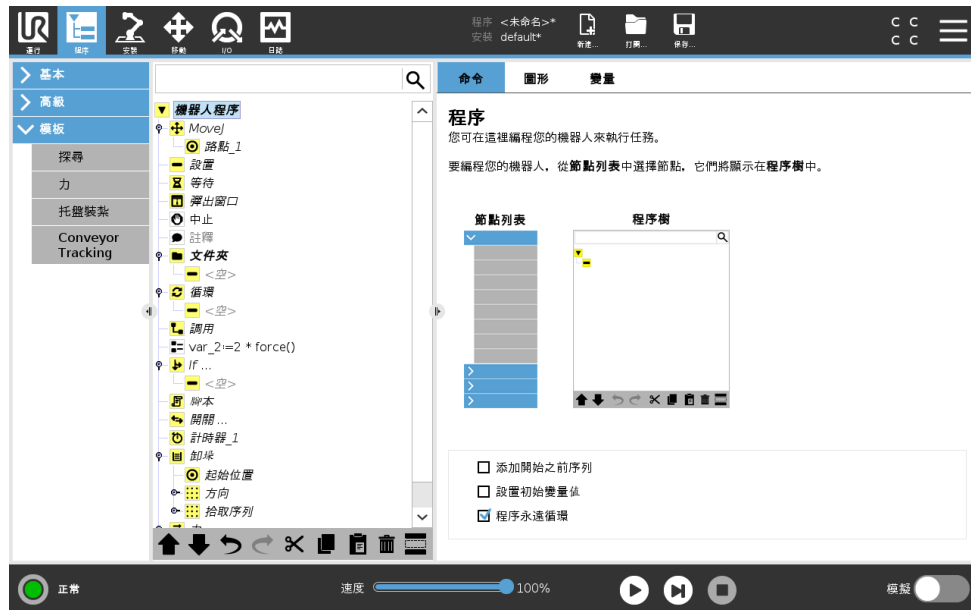


程序節點不能為空。必須在程序樹中指定和定義所有行才能運程序。

版權所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S。保留所有權利。

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。

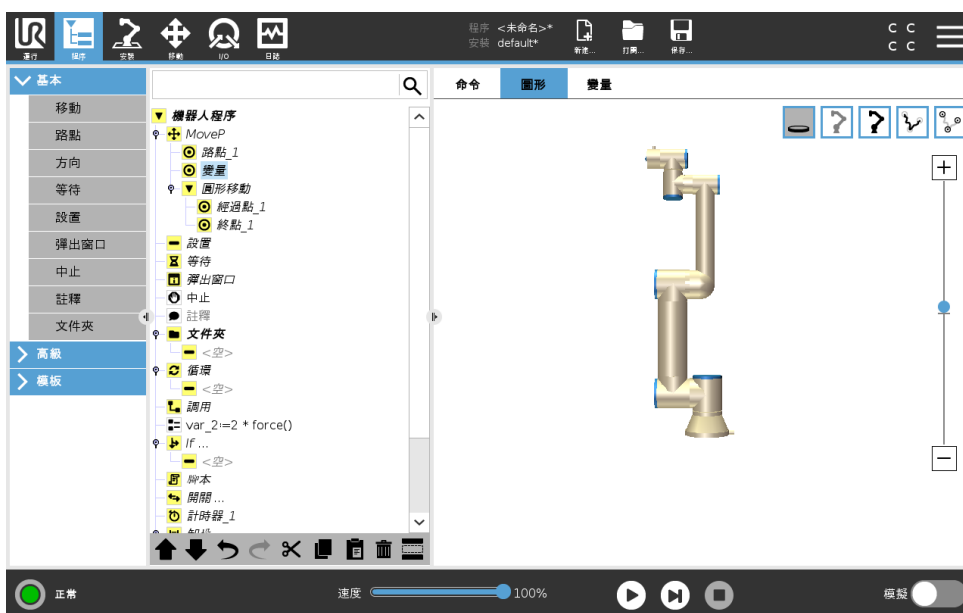
1. 從下拉列表中選擇變量，也可以使用變量選擇器框選擇變量。
2. 輸入該變量的表達式。該表達式用於在程序啟動時設置變量值。
3. 您可以選擇保持上一次運行的值，以將變量初始化為變量選項卡上的值（請參閱 15.4）。這允許變量在程序執行之間保持它們的值。如果程序是首次運行，或者變量值選項卡已清空，則變量從表達式獲取變量值。

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。

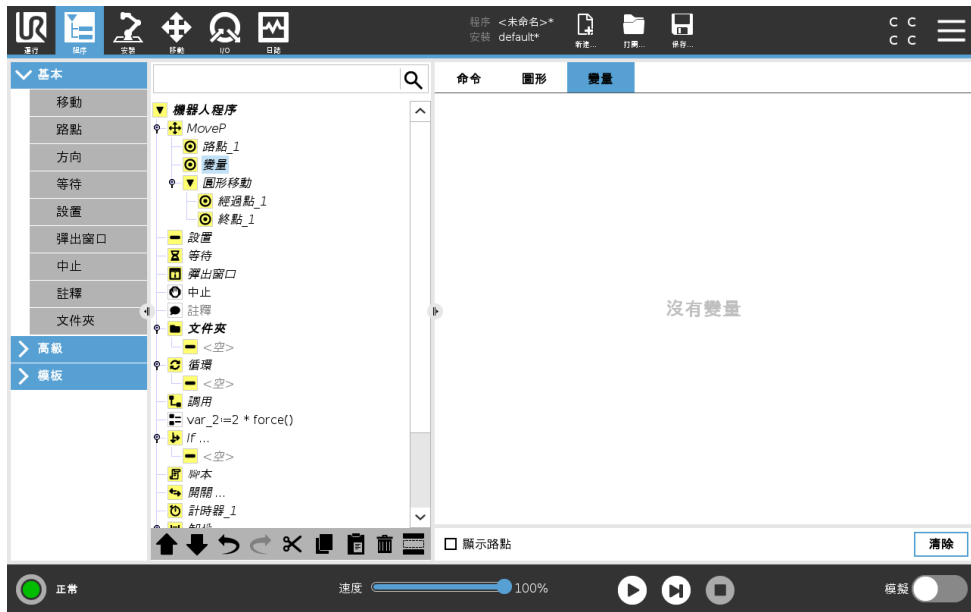
請注意，如果機器人在運程序，邊界限制可視化將被禁用。

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。

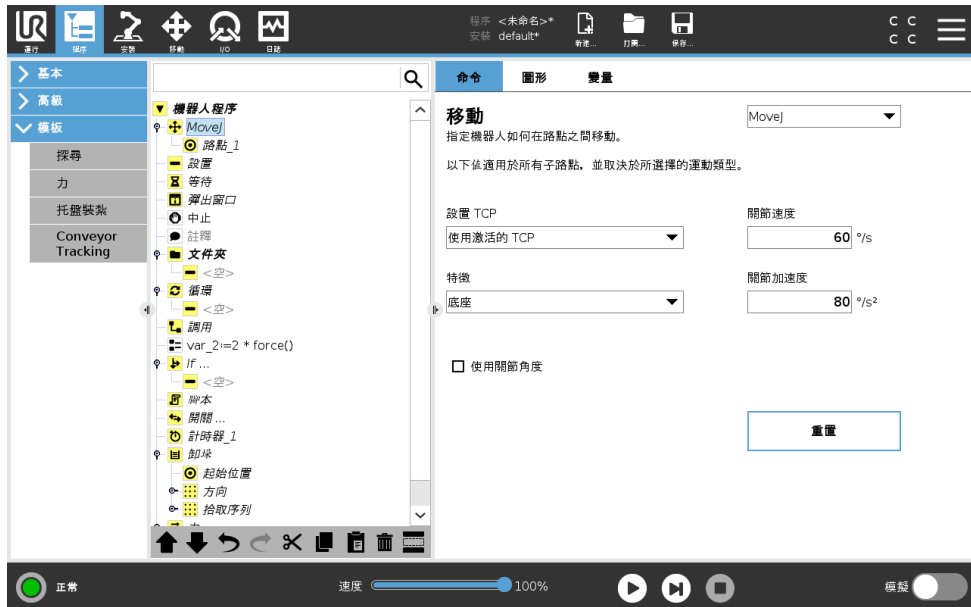
15.4 變數索引標籤



變數索引標籤顯示程式運行中的實時變數值，並在程式運行之間保存傳遞變數和變數值列表。它僅在有資訊要顯示時出現。如果啓用了“顯示路點”，路點變數將顯示在清單中。

15.5 基本程序節點

15.5.1 移動



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

移動類型

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

- **moveJ** 進行機械手臂關節空間中的運動。控制關節以同時完成彼等之移動。此移動類型將為工具提供一個曲線路徑。適用於此移動類型的共用參數包括最大關節速度和最大關節加速度，分別以 deg/s 和 deg/s^2 表示。如果希望機械手臂在路點之間快速移動，而不用考慮工具在這些路點之間的移動路徑，此移動類型是個不錯的選擇。
- **moveL** 將使工具中心點 (TCP) 在路點之間進行線性移動。這意味著每個關節都會執行更為複雜的移動，以使工具保持在直線路徑上。適用於此移動類型的共用參數包括所需工具速度和工具加速度（分別以 mm/s 和 mm/s^2 表示）以及特徵。
- **moveP** 將使工具以恆定速度通過圓形混合區進行線性移動，適用於黏合或配製等一些工藝操作。預設情況下，所有路點使用相同的交融半徑。值越小，路徑轉角越大，反之，值越大，路徑越平直。機械手臂以恆定速度經過各路點時，機器人控制箱不會等待 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

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

選擇 TCP

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

在移動中設置 TCP

1. 存取程式索引標籤螢幕，設置路點的 TCP。

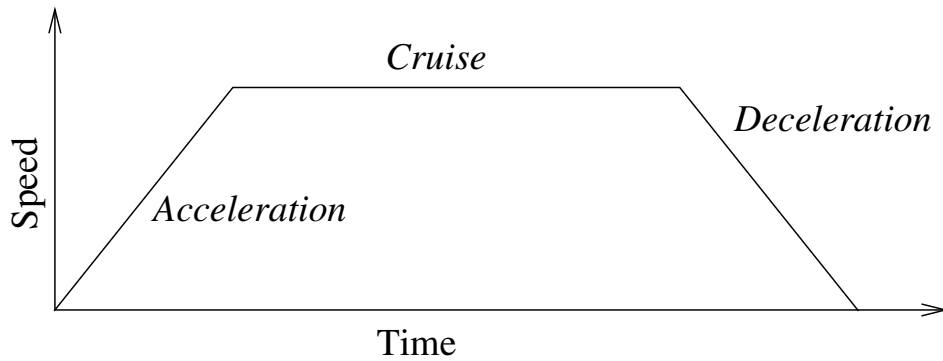


图 15.1: 運動的速度曲線。速度曲線分為三段: 加速、穩速和減速。穩速階段的速度水平由運動的速度設置而定, 加速和減速階段的陡度則由加速參數而定。

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

特徵選擇

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

相對路點 所選特徵對相對路點無影響。總是針對底座方向發生相對移動。

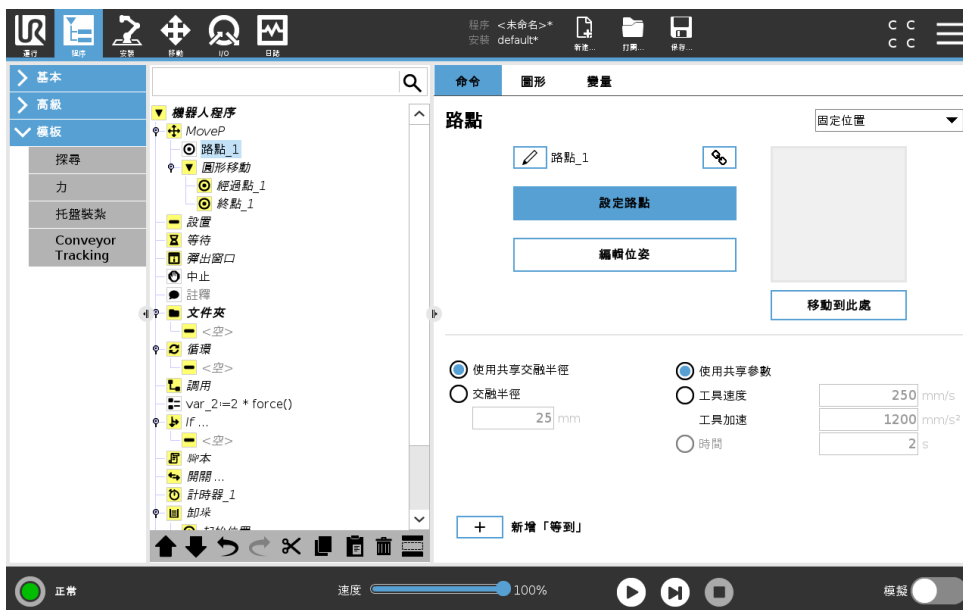
可變路點 當機械手臂移動到可變路點時, 系統工具會將工具中心點 (TCP) 計算為所選特徵之空間中的變數坐標值。因此, 如果選擇另一特徵, 機械手臂向可變路點的移動將不同。

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。

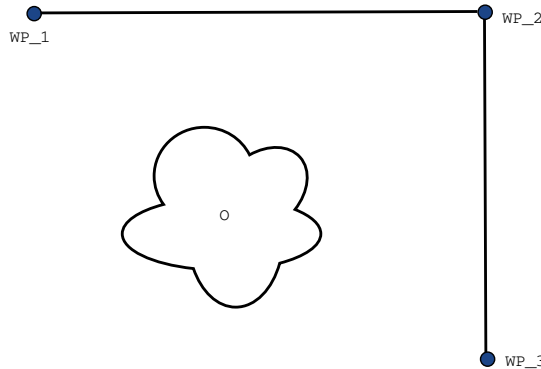


图 15.2: WP_1: 初始位置, WP_2: 通過點, WP_3: 拾取位置, O: 障礙物。

在不配置其他設置的情況下，機器人在繼續移動之前將於每個路點停止。對於這個任務，由於平直利的轉彎將需要更少的時間和精力，同時仍然滿足要求，因此停止在 WP_2 並不是最佳的做法。只要從第一軌跡到第二軌跡的過渡發生在這個位置附近，機器人就不能準確地到達 WP_2。可以通過為路點配置交融以避免停止在 WP_2，從而允許機器人計算到下一個軌跡的平穩過渡。交融的主要參數是半徑。當機器人位於路點的交融半徑範圍內時，它可以開始交融並偏離原始路徑。由於機器人不需要減速並重新加速，這將允許更快更平穩的運動。

交融參數 除了路點外，多個參數將影響混合軌跡（見圖15.3）：

- 交融半徑 (r)
- 機器人的初始和最終速度（分別在位置 p_1 和 p_2 ）
- 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。

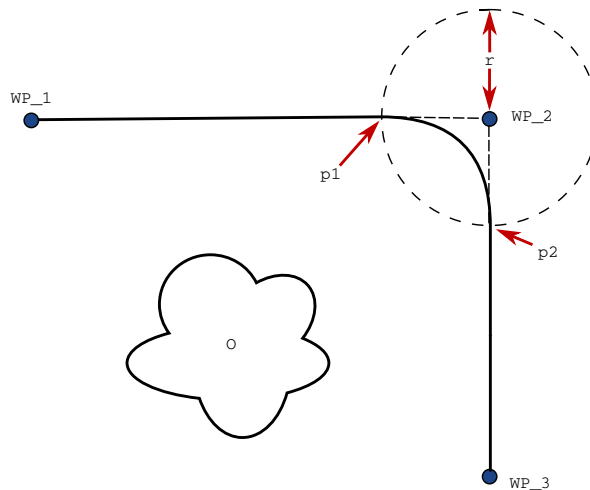


图 15.3: 與半徑 r 在 WP_2 上方交融，初始交融位置位於 $p1$ ，最後交融位置位於 $p2$ 。O 為障礙物。

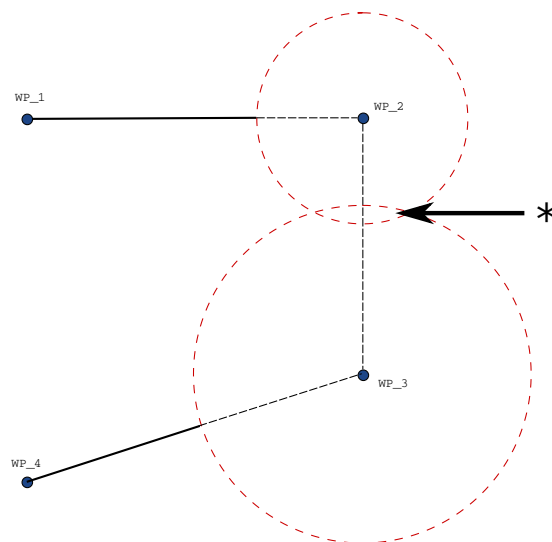


图 15.4: 不允許交融半徑重疊 (*)。

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

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

```

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

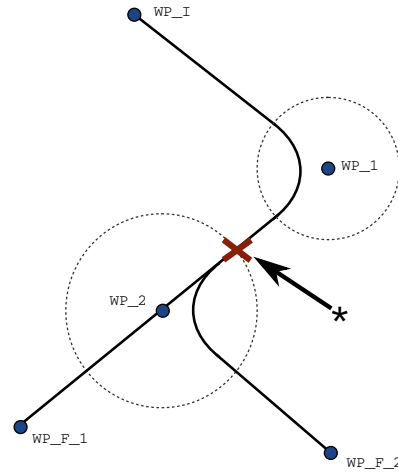


图 15.5: WP_I 為初始路點，有兩個潛在最終路點 WP_F_1 和 WP_F_2，取決於條件運算式。當機械手臂進入第二個交融時，條件 if 運算式被評估 (*)。

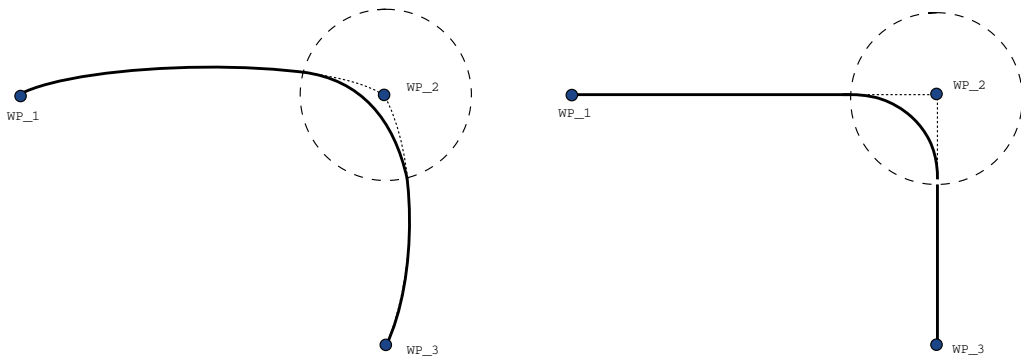


图 15.6: 關節空間 (MoveJ) 與笛卡爾空間 (MoveL) 移動和交融。

則交融時，交融僅出現在交融半徑內。如果使用時間，而非使用速度和加速度指定兩種運動的速度曲線，交融軌跡則沿著原始 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

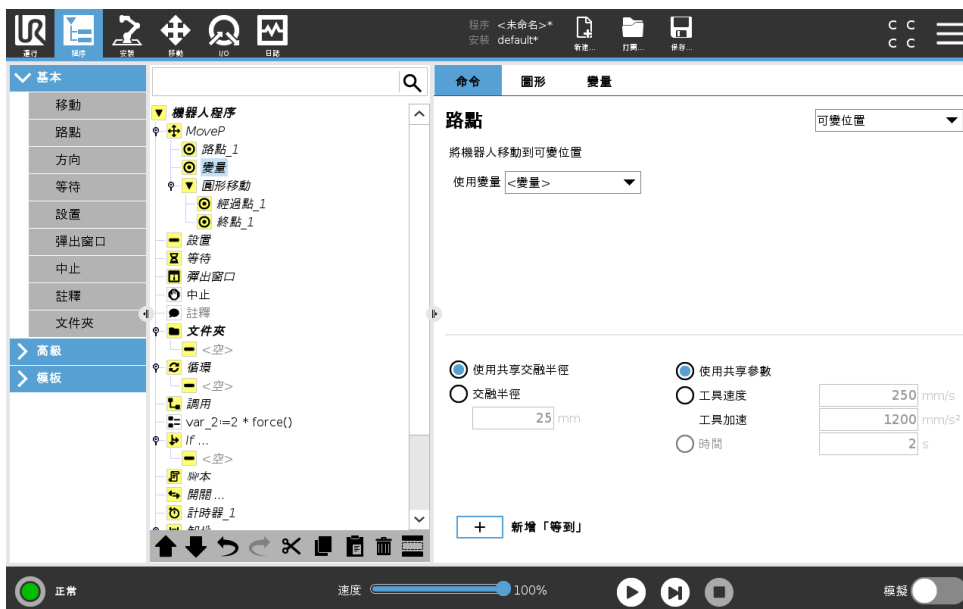


相對路點是指該路點的位置是以相對於機械手臂上一個位置的位置差的方式給出的，例如：“偏左兩厘米”。相對位置是根據兩個給定位置（從左至右）之間的差距而定義。

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

版權所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S。保留所有權利。

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

例如，將機器人沿著工具的 z-軸移動 20 mm:

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

```
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** 在機器人移動了一定距離時，該節點可用於停止在一個方向上的移動。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，您可以使用該節點停止移動。
- **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** 您可以使用該節點停止 I/O 輸入上的訊號控制運動。

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退回。



警告：

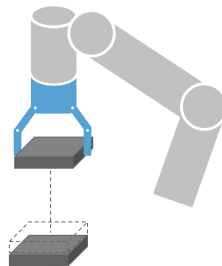
預設運動速度過高，無法檢測到接觸。在工具接觸條件生效前，過高的運動速度會觸發保護性停止。為防止觸發保護性停止，請降低運動速度。例如：100m/s。



注意:

如果安裝的工具產生震動，**Until** 工具接觸可能無法工作。例如：帶內置泵的真空夾爪可引起快速震動。

您可以將 **Until** 工具接觸節點用於堆垛/卸垛等應用，**Until** 工具接觸可確定堆垛物體的高度。



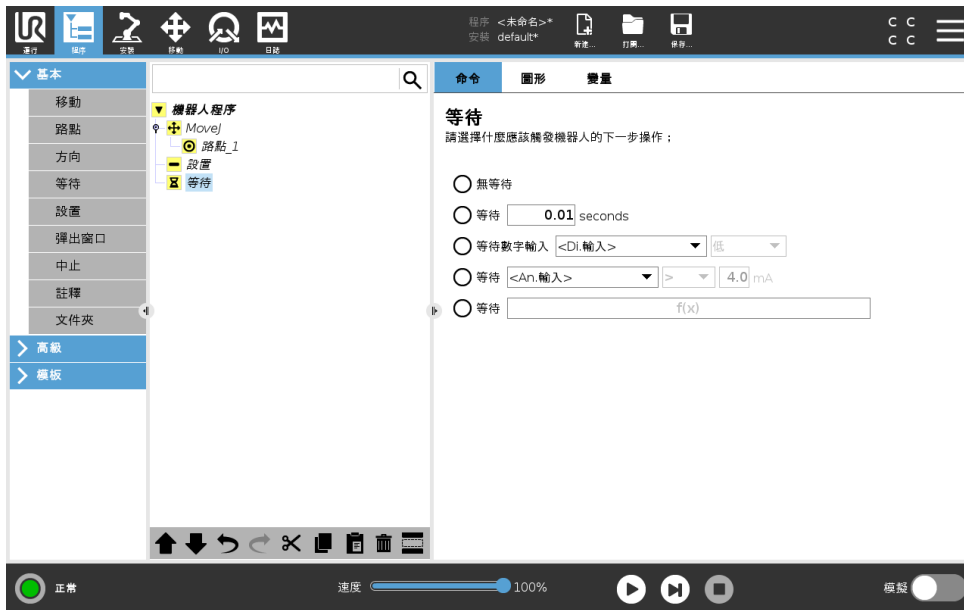
退回至接觸

使用**退回至接觸**設置，使機器人退回至初始接觸點。您可以設置額外的反向移動，使機器人免於接觸或朝向接觸移動。如果您的夾爪需要自由移動，或者需要夾緊操作，此功能將可派上用場。

操作

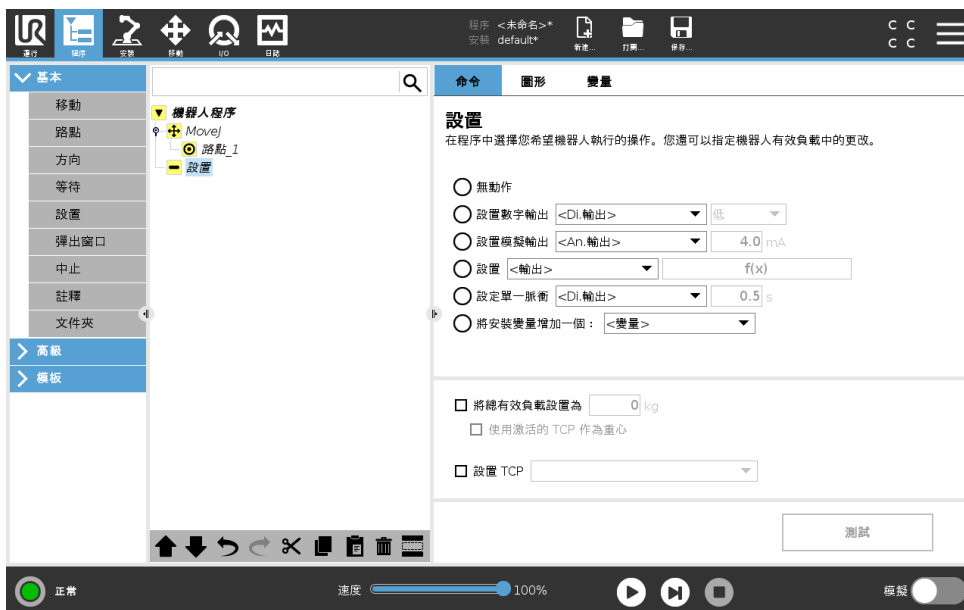
添加**操作**允許在滿足指定 **Until** 條件時添加程式節點。例如，**Until** 工具接觸可啓動夾爪工具的抓取操作。如果未定義任何**操作**，則程式繼續執行程式樹中的下一個程式節點。

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。

如果在寫入程式時為特定運動指定的激活 TCP 已知，那麼請點擊左側側邊功能表中的**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。

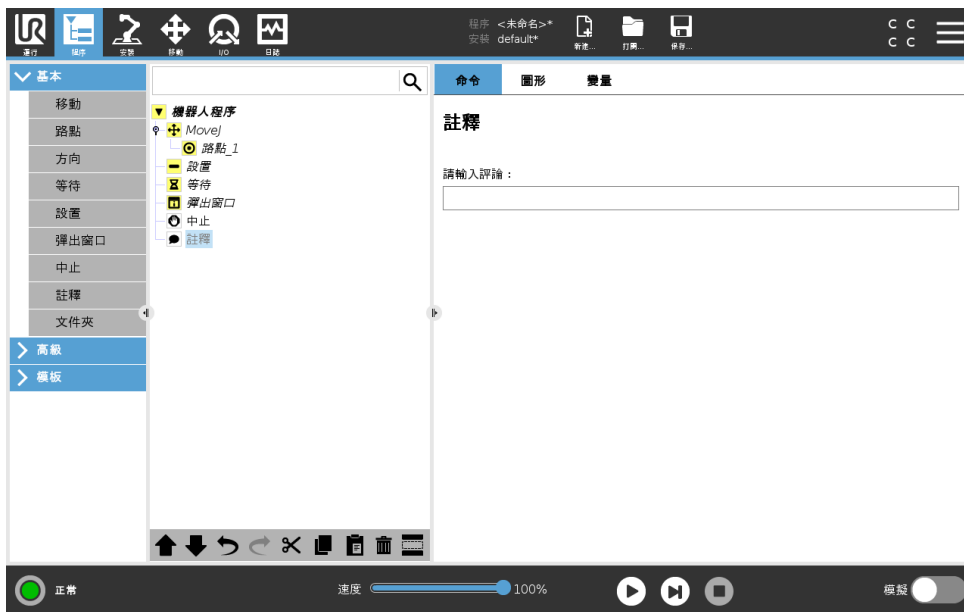
注意：消息被限制為最多 255 個字符。

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

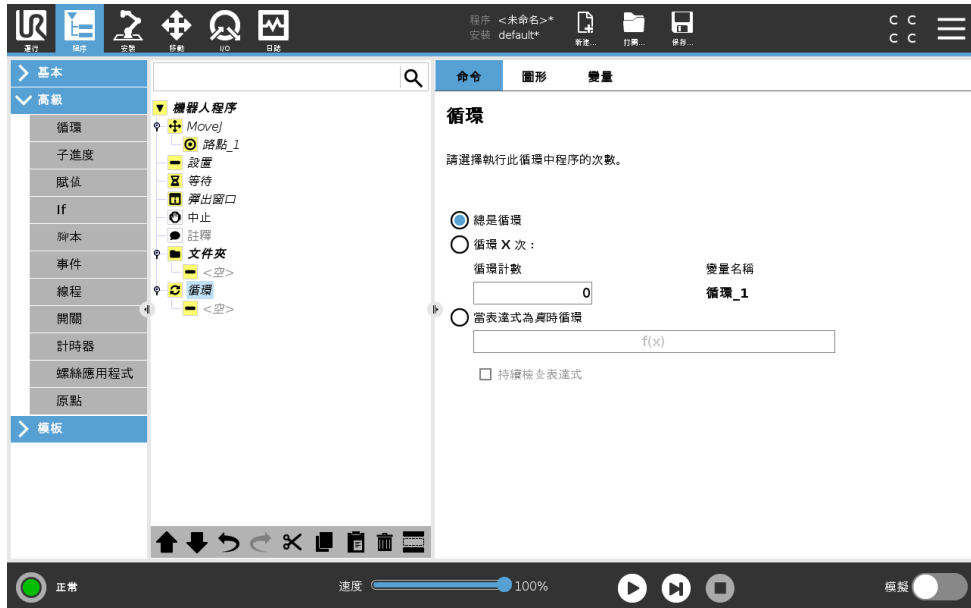


文件夾命令用於整理程序並給具體的程序部分加註標籤，以使程序樹清晰明了，程序更易於讀取和瀏覽。

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 $N - 1$ 。

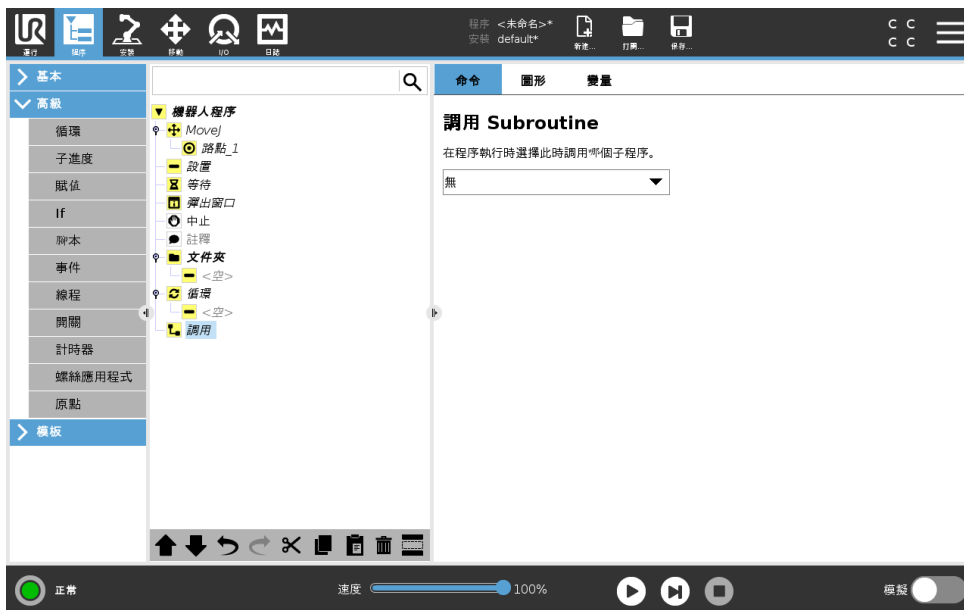
如果循環命令的結束條件是一個表達式，PolyScope 允許選擇持續判斷該表達式，因此，執行循環期間可隨時中斷“循環”，而不是只在每次迭代運行之後中斷。

15.6.2 子程序



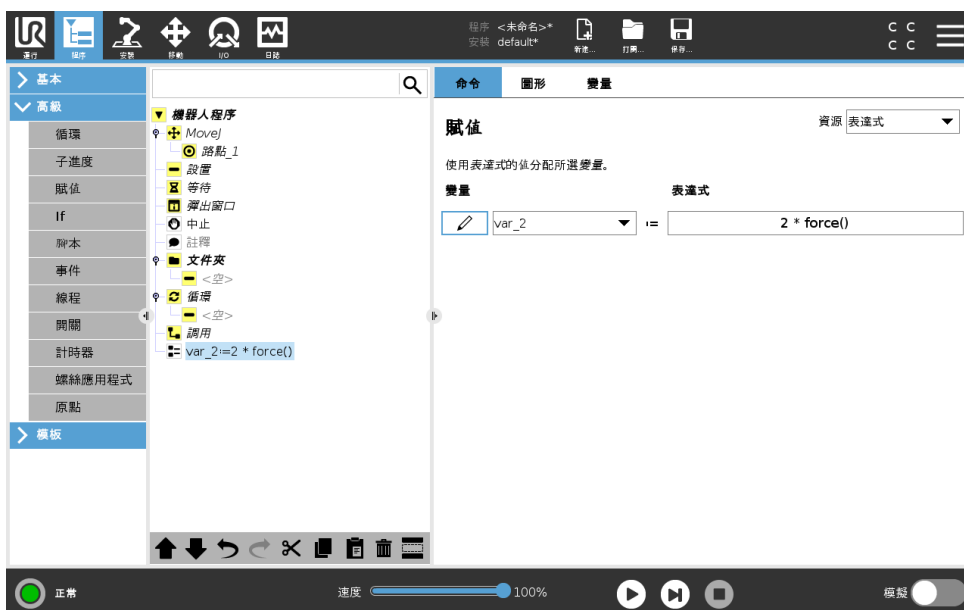
子程序命令可以將所需的程序部分存放在多個位置。子程序可以是磁盤上的獨立文件，也可以隱藏以免被意外修改。

調用 SubProgram



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

15.6.3 賦值



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

15.6.4 If



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

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

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

15.6.5 腳本



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)

15.6 高級程序節點

- 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

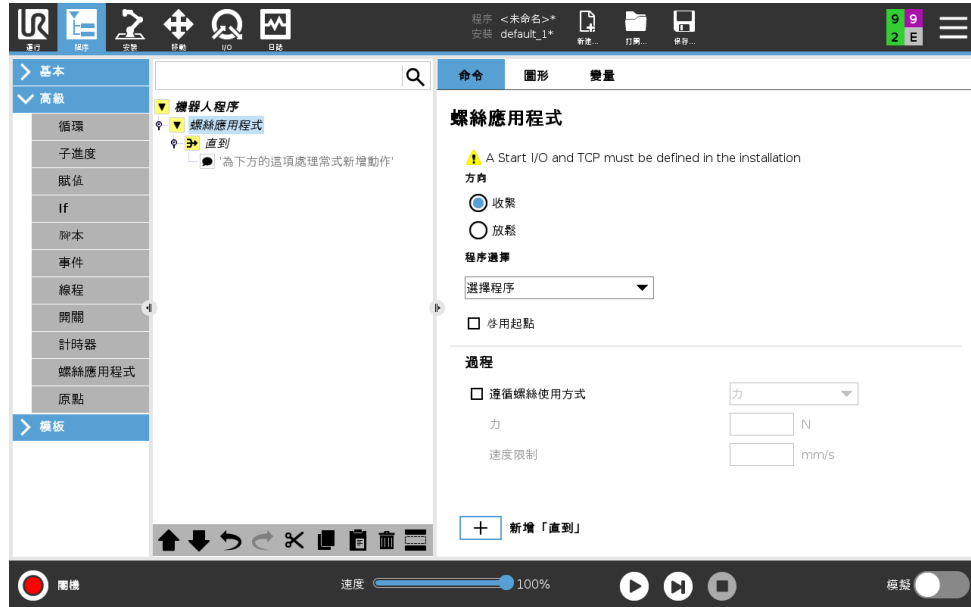


版權所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S。保留所有權利。

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 擰螺絲

擰螺絲程式節點提供了為隨附螺絲刀添加擰螺絲應用的簡單方法。螺絲刀配置及其與機器人的連線方法請參見安裝選項卡（請參閱 16.1）。



添加擰螺絲節點

1. 在標題中點擊程式。
2. 在高階選項下，點擊擰螺絲。您可以在程式選擇清單中選擇螺絲刀控制箱中的現有程式。
3. 選擇擰緊，沿擰緊方向擰緊螺絲，或者選擇鬆開，沿鬆開方向鬆開螺絲。
4. 選擇啟用起始點，將 MoveL 添加至程式樹，即可定義指定起始點。

在進程下選擇跟隨螺絲，透過以下方式影響擰螺絲操作：

- 力：選擇力，定義施加在螺絲上的力度大小。然後選擇速度限制，限制機械手臂移動的速度。



警告：

在開始擰螺絲程式前，將螺絲刀略置於螺絲上方。在螺絲上施加任何力都會影響擰螺絲程式的表現。

- 速度：選擇工具速度，使機器人以定義的速度跟隨螺絲。然後選擇加速度，使機器人達到定義的速度跟隨螺絲。
- 表達式：與 If 命令（請參閱 15.6.4）類似，選擇表達式，描述機器人跟隨螺絲的條件。

擰螺絲 Until

擰螺絲程式節點包括一個預設的 until 成功 Until 節點，為擰螺絲運動定義了停止條件。

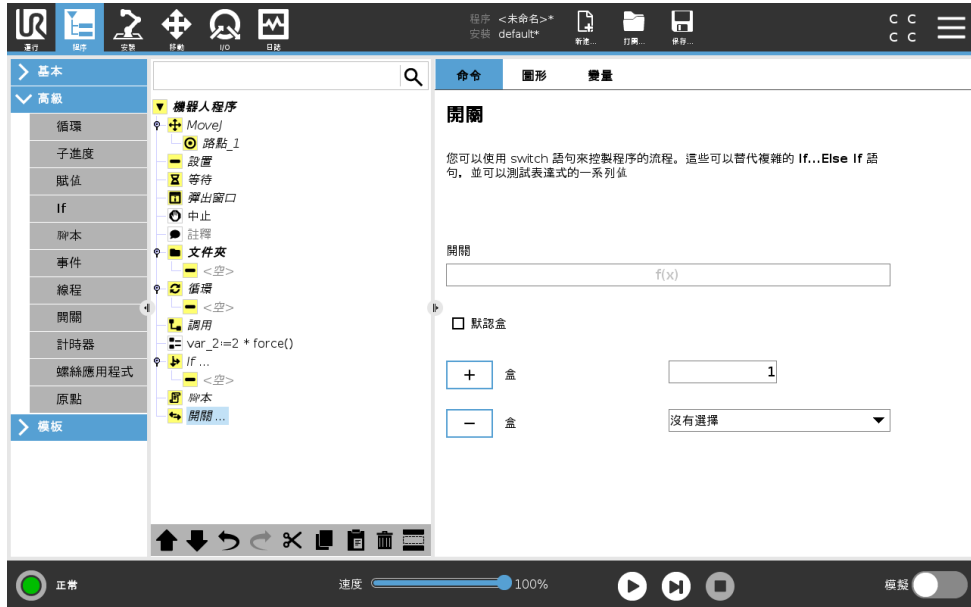


您可以定義以下停止條件：

- **成功**：將繼續擰螺絲，直到使用所選選項檢測到完成為止。您只需添加一個成功條件。
- **錯誤**：將繼續擰螺絲，直到使用所選選項檢測到錯誤為止。您可以添加多個錯誤條件。

	<p>成功</p> <ul style="list-style-type: none"> • 確定：將繼續擰螺絲，直到在螺絲刀處檢測到確定訊號。 • 時間：擰螺絲動作將持續到定義的時間。 • 距離：繼續擰螺絲，直到達到定義的距離。 • 表達式：繼續擰螺絲，直到滿足自定義表達式。
	<p>錯誤</p> <ul style="list-style-type: none"> • 未確定：當在螺絲刀處檢測到未確定訊號時，將停止擰螺絲。 • 距離：在滿足成功條件後，驗證能否在定義的距離內檢測到確定訊號。 • 超時：如果未達到定義的時間，將停止擰螺絲。

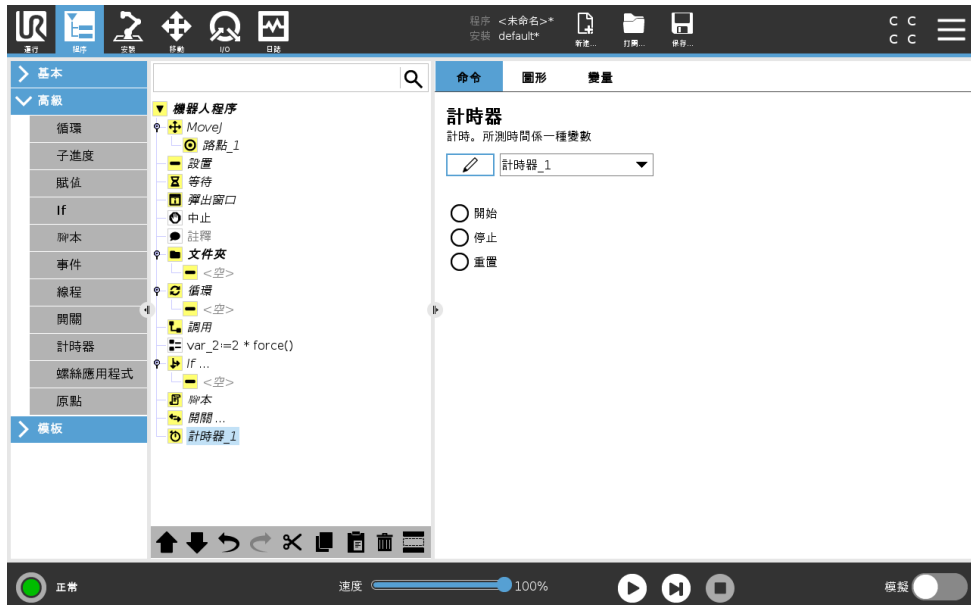
15.6.9 開關



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。

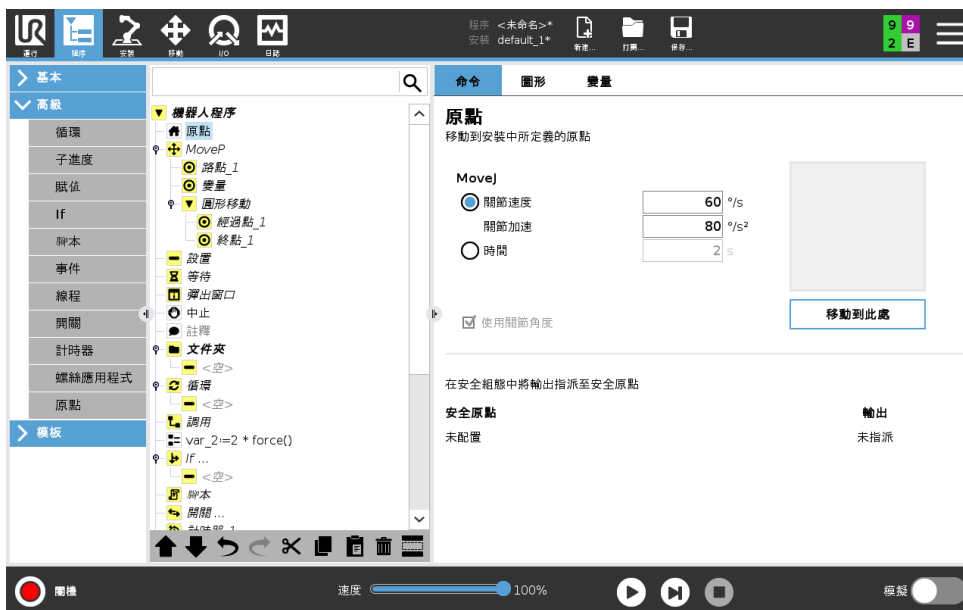
每個開關可以包含多個盒和一個預設盒。開關只能有任何盒值的一個實例。可以使用熒幕上的按鈕添加盒。盒命令可從該開關熒幕上刪除。

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

15.6.11 主頁



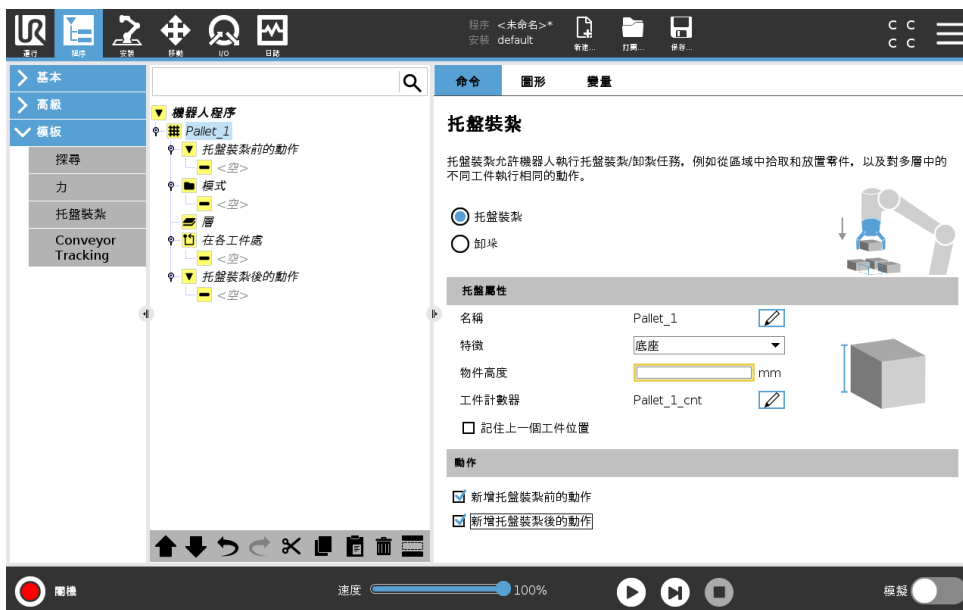
原點節點利用關節角度將機器人移動到預定義的原點。如果將其定義為安全原點，則原點節點在程式樹中顯示為原點（安全）。如果原點與安全不同步，則表示未定義節點。

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在不同模式下對多個層中的不同物品執行重複操作模式。您可以創建不同的模式並將其應用於指定層。您也可以每層之間放置分隔物（請參閱15.7.1）。此外，您可以使用托盤屬性中的特徵，輕鬆調整托盤的放置。要了解特徵，請參閱16.3。按照下面的編寫碼垛程式部分使用碼垛範本。

編寫碼垛程式



版權所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S。保留所有權利。

1. 決定您是否要教授特徵（請參閱16.3）或使用底座作為參考平面。
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，為您的程式指定名稱、特徵（請參閱第 1 步）、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啓動，請選擇記住上一個物品位置方塊。
5. 在碼垛螢幕的操作下，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）。在此螢幕上，您可以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）。如需教授說明，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。

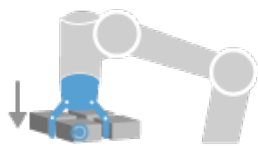
	<p>直線</p> <p>如需教授位置，請在程式樹中選擇每個物品：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 開始_物品_1 • 結束_物品_1 <p>使用螢幕底部的物品文本框，插入序列中的物品數。</p>
	<p>網格</p> <p>如需教授位置，請在程式樹中選擇每個物品：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 角落_物品_1 • 角落_物品_2 • 角落_物品_3 • 角落_物品_4 <p>在適當的文本框中插入排數和列數，以設置模式的尺寸。</p>
	<p>不規則</p> <p>如需教授位置，請在程式樹中選擇每個物品：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 物品_1 • 物品_2 • 物品_3 <p>點擊添加物品以在序列中添加和識別新的物品。</p>

8. 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。

9. 在程式樹中，點擊**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）。無論不同物品的定向如何，每個物品的接近和退出路點都保持相同的定向和方向。

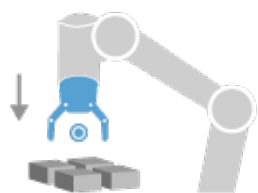
1. 在程式樹上點擊**每個物品處**節點。
2. 在每個物品處螢幕上，點擊**下一步**。
3. 點擊**移動到此**按鈕。然後長按**自動**按鈕或使用**手動**按鈕，將機器人移動至參考點。點擊**繼續**按鈕。點擊**下一步**。
4. 點擊**設置路點**以教授接近路點（請參閱15.5.1）。點擊**下一步**。
5. 重複步驟3。
6. 點擊**設置路點**以教授退出路點（請參閱15.5.1）。點擊**下一步**。
7. 點擊**完成**。
8. 現在您可以在程式樹中的工具操作資料夾中添加合適的夾爪操作節點。



工具操作點

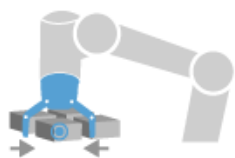
工具操作點路點：在為層中的每個物品執行操作時，您希望機器人所處的地點和位置。工具操作點路點是預設的參考點，但可透過點擊工具操作點路點節點在程式樹中對其進行編輯。

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。



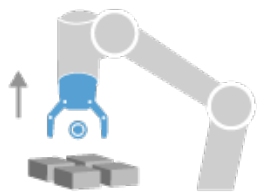
接近

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

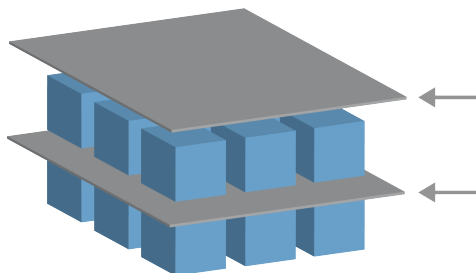
退出路點：從層中的每個物品處移開時，您希望機器人採用的位置和方向。

(B) 手動配置

1. 在程式樹上點擊每個物品處節點。

2. 在每個物品處開始熒幕上，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授接近路點（請參閱15.5.1）。無論不同物品的定向如何，接近路點都保持相同的定向和方向。
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**節點以向機器人教授退出路點（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。要在層間添加分隔物，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**熒幕上，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**。在層熒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. 在程式樹中點擊**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。除分隔物操作節點下的工具操作資料夾之外，您可以選擇以下資料夾之一：

- **拾取分隔物**可編程以拾取分隔物進行碼垛
- **放下分隔物**可編程以放下分隔物進行卸垛

(A) 分隔物嚮導

1. 在程式樹上點擊**分隔物操作**節點。
2. 在分隔物操作熒幕上，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. 點擊**設置路點**以教授接近路點（請參閱15.5.1）。點擊**下一步**。
5. 重複步驟 3。
6. 點擊**設置路點**以教授退出路點（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**以向機器人教授接近路點（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**以向機器人教授退出路點（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。

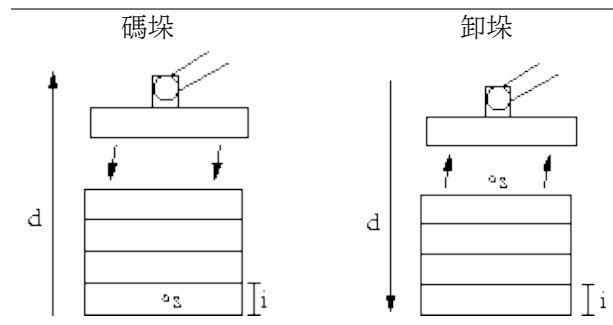
自定義碼垛程式選項

您可以透過以下方式自定義碼垛程式：

- 如果在創建碼垛程式後，需要調整或復位托盤，您只需重新教授機器人托盤特徵（請參閱16.3）即可，因為碼垛序列相對於特徵已固定。因此，所有其他程式組件將自動調整到新教授的位置。
- 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** 允許可選軸在器人工作空間內具有柔順性和力。在力命令下，機械手臂的所有移動都處於 **力模式**。機械手臂在 **力模式** 下移動時，可以選擇一個或多個軸為的柔性軸。機械手臂符合順從軸上的環境。這意味著機械手臂會自動調整其位置以達到所需的力。也可以讓機械手臂自身對其環境（如工件）施加一個力。

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

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

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



警告:

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



特徵選擇

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

力模式類型

力模式有四種不同的類型，每種類型定義一種對所選特徵的理解方式。

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

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

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

版權所有 © 2009–2019 Universal Robots A/S。保留所有權利。

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

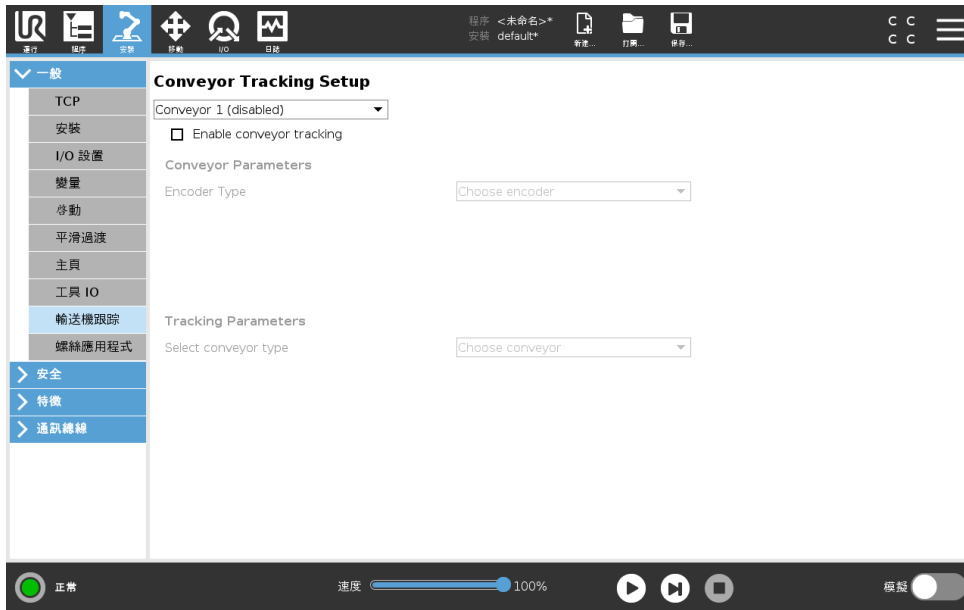
標有**測試**的開關按鈕可將教導器背面**自由驅動**按鈕的行為從正常自由驅動模式切換到測試力命令。

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 16.1.9 部分）。



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

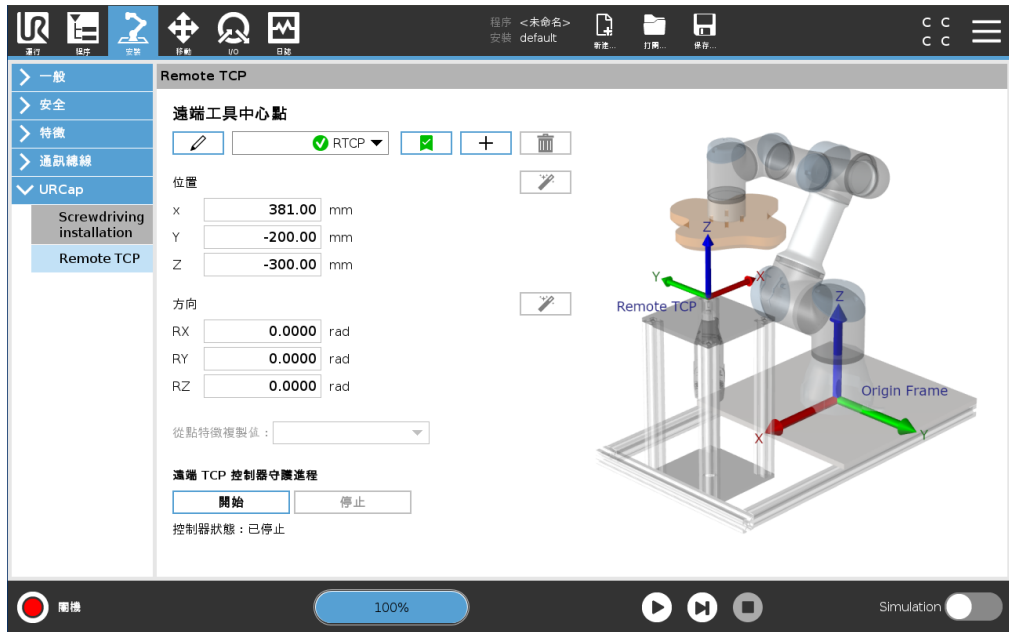
跟蹤傳送帶

1. 在標題中點擊程式。
2. 點擊範本並選擇**傳送帶跟蹤**即可將傳送帶跟蹤節點添加到程式樹。傳送帶跟蹤節點下列出的任何移動項均可跟蹤傳送帶之移動情況。
3. 在傳送帶跟蹤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** 即可定義必須跟蹤那個傳送帶。

15.8 URCaps

15.8.1 遠端 TCP URCap

遠端 TCP URCap 要求在使用機器人之前先進行註冊。要註冊機器人，（請參閱11.3）。



遠端工具中心點 (RTCP) 係固定在機器人底座相對位置的工具中心點。當實際應用需要機器人抓取一個部件並相對於固定在作業單元中的工具進行移動時，通常使用 RTCP。RTCP 和 RTCP_MoveP 命令結合使用，相對於固定的工具以恆定速度移動抓取的部件。定義和命名 RTCP 的方法與常規 TCP 類似（請參閱 16.1.1），並且可以在遠端工具中心點螢幕上的安裝索引標籤之設置選項下完成。因為 RTCP 與常規 TCP 類似，您可以參考（16.1.1）中的小節，進行以下操作：

- 添加、重命名、修改和刪除 RTCP
- 了解默認和活動 RTCP
- 教導 RTCP 位置
- 教導 RTCP 方向

教導 RTCP 方向與常規 TCP 之間的不同點是無需選擇特徵。

15.8.2 在特徵中設置 RTCP

使用特徵定義 RTCP，以使機器人在創建 RTCP 路點和圓形移動時可以相對於 RTCP 緩慢移動。

1. 點擊加號圖標或在下拉式功能表中選擇現有的 RTCP，創建新的 RTCP。
2. 在點特徵下拉式功能表的複製值中選擇特徵，以複製值。
3. 驗證 RTCP 位置和方向值的更新，使其與所選特徵的更新相對應。

15.8.3 遠端 TCP 移動命令

RTCP_MoveP 命令透過隱藏與遠端 TCP 相對的路點和圓形移動，來控制機器人的運動。RTCP 路點和圓形移動必須位於 RTCP_MoveP 命令下，並透過在 RTCP_MoveP 命令頁面上點擊 **+** 路點或 **+** 圓形移動按鈕生成。

RTCP_MoveP 命令定義了機械手臂相對於遠端 TCP 移動的工具速度和加速度。移動命令定義了機器人相對於 RTCP 移動的交融半徑。

15.8.4 RTCP 移動類型

RTCP 路點

將使工具以恆定速度透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。值越小，路徑轉角越大，反之，值越大，路徑越平直。機械手臂以相對於 RTCP 的恆定速度經過各路點時，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。

可以將 RTCP 圓形移動

添加到 **RTCP_MoveP**，以進行圓周移動。機器人從其當前位置或起點開始移動，通過圓弧上指定的經過點，以及完成圓周移動後的**結束點**。使用固定或無約束模式計算通過圓弧的遠端工具方向。

- **固定模式**：只有起始點用於定義工具方向。
- **無約束模式**：起始點轉換為結束點後可定義工具方向。



注意：

圓周移動的最大速度可能低於指定值。圓形半徑為 r ，最大加速度為 A ，由於向心加速度，最大速度不能超過 Ar 。

15.8.5 RTCP 路點

與常規路點一樣，可透過將機械手臂實際移至相應位置教導 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_MoveP 節點上，按**設置**按鈕可打開移動熒幕。
3. 在移動熒幕上，使用**教導模式**或**緩慢移動**將機器人定位為所需配置。
4. 按下綠色複選標記。

配置 RTCP 路點

路點將自動獲得一個唯一名稱，您可以點擊鉛筆圖標對其進行更改。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上。透過點擊**使用相同交融半徑**單選按鈕，或點擊**交融半徑**按鈕並輸入一個值，可以從 RTCP_MoveP 節點獲取路點的交融半徑。


注意：

需要實際時間（如移動、等待）的節點不能作為 RTCP_MoveP 節點的子節點使用。如果將不受支援的節點作為子節點添加至 RTCP_MoveP 節點，將無法驗證程式。

15.9 第一個程序

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

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

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

以下是一個簡單的程序，它允許已啟動的機器人手臂在兩個航點之間移動。

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

**警告:**

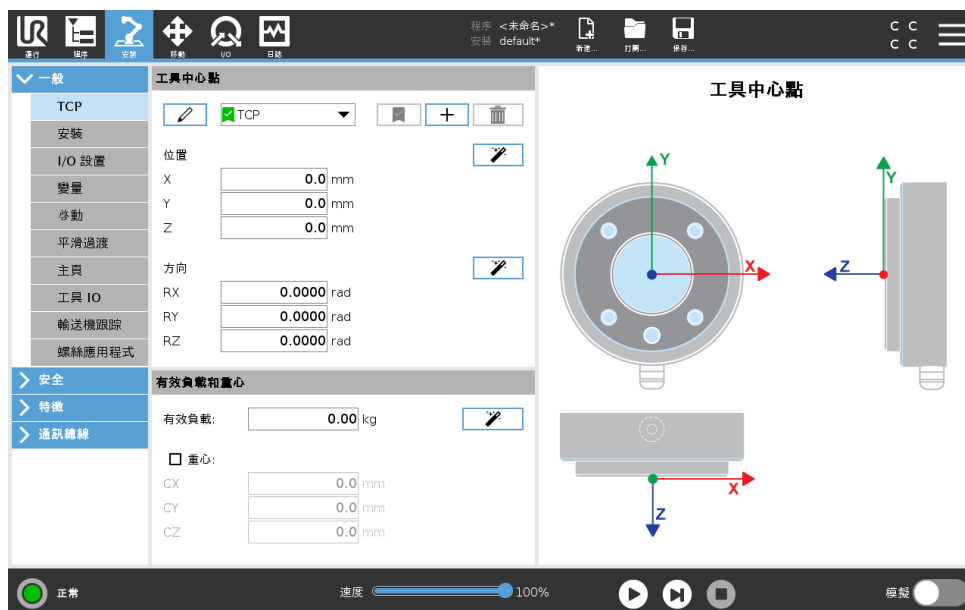
1. 不要讓機器人移到自身或其他物體中，因為這會對機器人造成損害。
2. 您的頭和軀幹不能位於機器人可接觸到的範圍（工作區）。請不要將您的手指放在機器人可抓住的地方。
3. 這只是一個快速啓動指南，教您如何輕鬆地使用 UR 機器人。該指南的前提是環境安全無害，用戶謹慎小心。請不要將速度或者加速度上調至默認值之上。在使機器人進入操作之前，始終進行風險評估。

16 安裝選項卡

16.1 一般

安裝選項卡允許您配置影響機器人和 PolyScope 整體性能的設置。

16.1.1 TCP 配置



工具中心點 (TCP) 既機器人工具的點。設置工具中心點熒幕的安裝索引標籤定義和命名了 TCP (如上所示)。每個 TCP 都包含相對於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。

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

添加、重命名、修改和刪除 TCP

要定義新的 TCP，請點擊**新建**按鈕。所創建的 TCP 會自動獲取一個唯一的名稱，並可在下拉式功能表中選擇。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。

所選 TCP 的轉換和旋轉可以通過點擊相應的空白文本欄位並輸入新值來修改。

預設和激活的 TCP

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

TCP 偏移量被指定為激活的，以確定笛卡爾坐標系統空間中的所有線性運動。使用者可在圖形索引標籤 (請參閱 15.3) 上觀看激活 TCP 的運動。在程式運行之前，預設 TCP 被設置為活動 TCP。在程式中，任何指定 TCP 都可設為激活的 TCP 用於機器人的特別移動 (請參閱 15.5.1 和 15.5.4)。

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 保存的點的质量通過相應按鈕上的 LED 為綠色、黃色還是紅色來指示。

教導 TCP 方向



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

有效負載

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

有效載荷估計

此功能允許機器人幫助設置正確的有效載荷和重心。

使用有效負載估算嚮導

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



注意:

遵循以下準則以獲得最佳有效負載評估結果:

- 確保四個 TCP 位置彼此盡可能不同
- 在短時間內執行測量



警告:

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

重心

使用 **CX**、**CY** 和 **CZ** 區域指定刀具的重心。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。如果在 5.2 或更高版本中手動設置重心，則永久刪除為 TCP 設置重心的功能。



警告:

使用正確的安裝設置。用程式保存並加載安裝檔案。

16.1.2 安裝



指定機器人手臂的安裝有兩個目的：

1. 在屏幕上正確顯示機械手臂。
2. 告知控制器重力方向。

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



警告：

如果沒有正確地設置機械手臂安裝，這將導致頻繁的保護性停止，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。

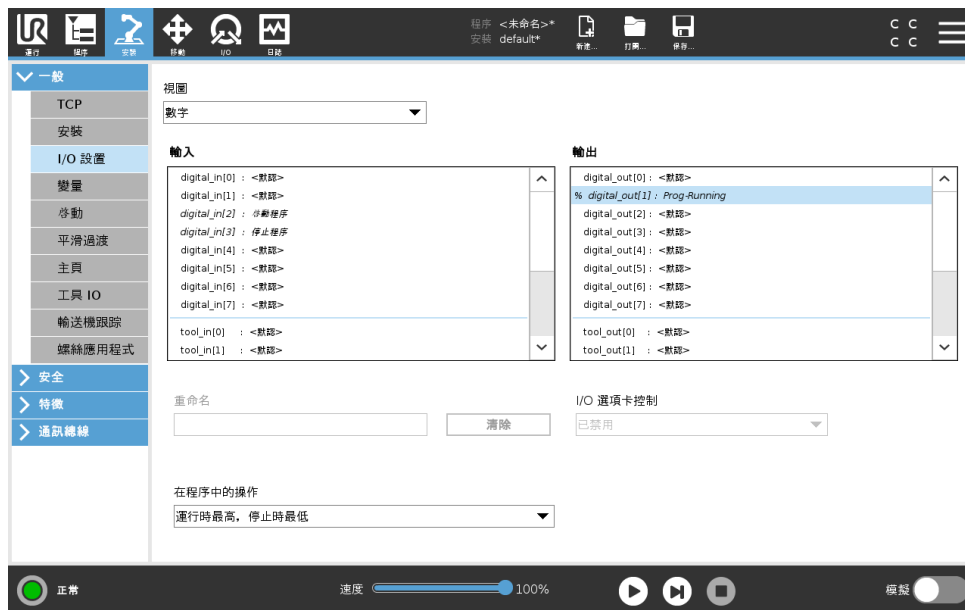
屏幕底部的按鈕用於旋轉機械手臂的安裝角度，以與實際安裝角度保持一致。



警告：

使用正確的安裝設置。用程式保存並加載安裝檔案。

16.1.3 I/O 設置



在 I/O 設置螢幕上，使用者可以定義 I/O 訊號並使用 I/O 索引標籤控件配置操作。
注意：當工具通訊接口 (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（15.6.4）中描述。命名的通用寄存器可以在運算式編輯器螢幕的輸入或輸出選擇器中找到。

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21.4.4）。
- 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：

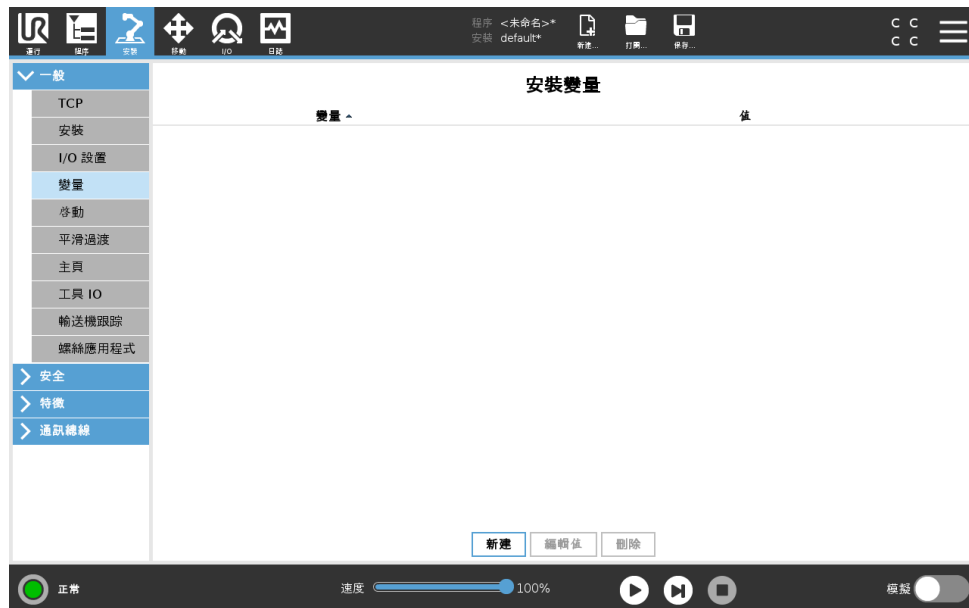
如果在使用開始輸入操作時機器人停止，則機器人會在執行該程式前緩慢移動至程式的第一個路點。如果在使用開始輸入操作時機器人暫停，則機器人會在恢復該程式前緩慢移動至暫停的位置。

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”時輸出較高。
- 運行時高，停止時低：程式狀態係“停止”或“暫停”時輸出較低，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 指定是否（由編程員或操作員和編程員合作）透過 I/O 選項卡控制輸出，或指定是否由機器人程式控制輸出。

16.1.4 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啓動，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

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。

16.1.5 啟動



啟動熒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，您必須處於遠端控制模式。

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**熒幕（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。

16.1.6 工具 I/O



I/O 介面控制

I/O 介面控制可使您在使用者控制和 Urcap 控制之間切換。

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 介面控制**下，選擇**使用者**，存取工具模擬輸入和/或數位輸出模式設置。選擇 URCap 將消除對工具模擬輸入和數位輸出模式設置的存取。

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。

一旦啟用工具通信接口，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。
一旦啟用 TCI，工具模擬輸入不可用於安裝的 I/O 設置，並且不會出現在輸入列表中。工具模擬量輸入也不適用於等待選擇和運算式的程式。
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 ??）。
- 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 ??）。
- 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 ??）。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。啓用雙 Pin 電源可禁用預設工具數位輸出。

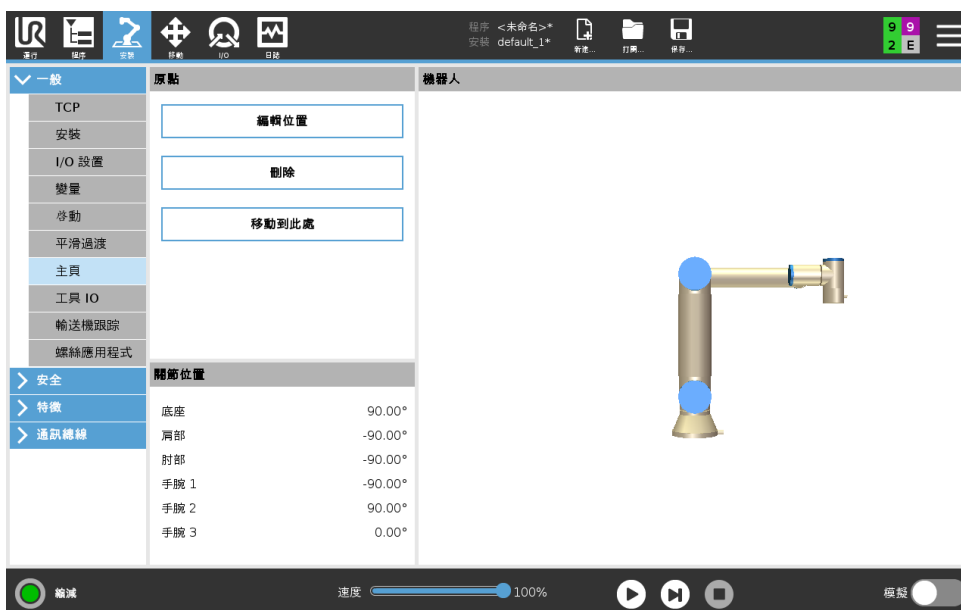
16.1.7 平滑過渡安全模式

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、安全防護停止和三位激活裝置）時機械手臂欲使用 0.4 秒來建立“軟”過渡。現有應用程式具有與“硬”設定相對應的恆定行為。新安裝檔案預設為“軟”設定。

調整加速/減速設定

1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 於左側側邊功能表中，在**常規**下選擇**平滑過渡**。
3. 選擇**硬**以獲得更高的加速度/減速度，
或選擇**軟**以進行更平滑的預設過渡設置。

16.1.8 主頁



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 13.2.11）

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。

16.1.9 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 16.1.9 部分）以及**跟踪參數**（第 16.1.9 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。

16.1.10 擰螺絲設置

使用擰螺絲設置配置螺絲刀。



配置螺絲刀

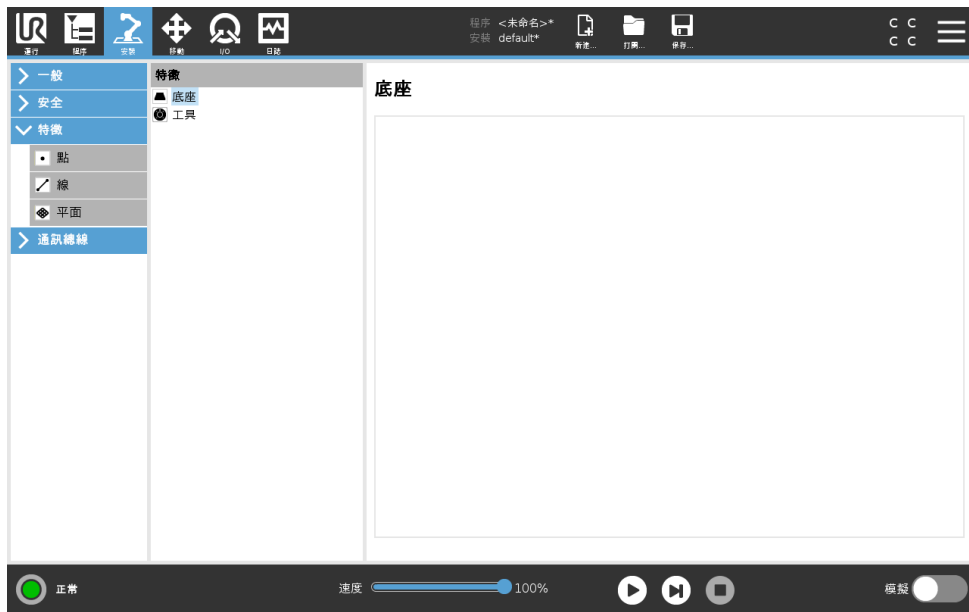
1. 在標題中按一下**安裝**按鈕。
2. 在常規選項下，選擇**擰螺絲**，或點擊常規選項下的 **TCP**，創建您自己的擰螺絲 TCP。
3. 在**輸入**和**輸出**中，為螺絲刀配置 I/O。您可以使用**界面**清單，過濾輸入和輸出螢幕中顯示的 I/O 類型。
4. 在**開始**下，選擇開啓擰螺絲操作的 I/O。

注意：在輸出選項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（請參閱 15.6.8）切換至數字欄位。

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）

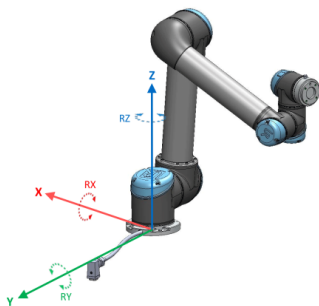


图 16.1: 底座特徵

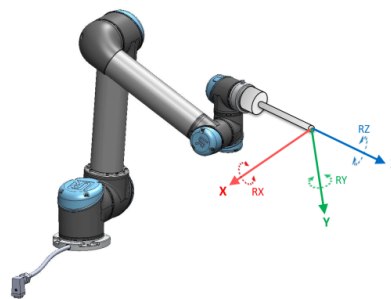


图 16.2: 工具（TCP）特徵

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

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

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

16.3 特徵

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

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

16.3.1 使用特徵

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

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

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

可喚醒

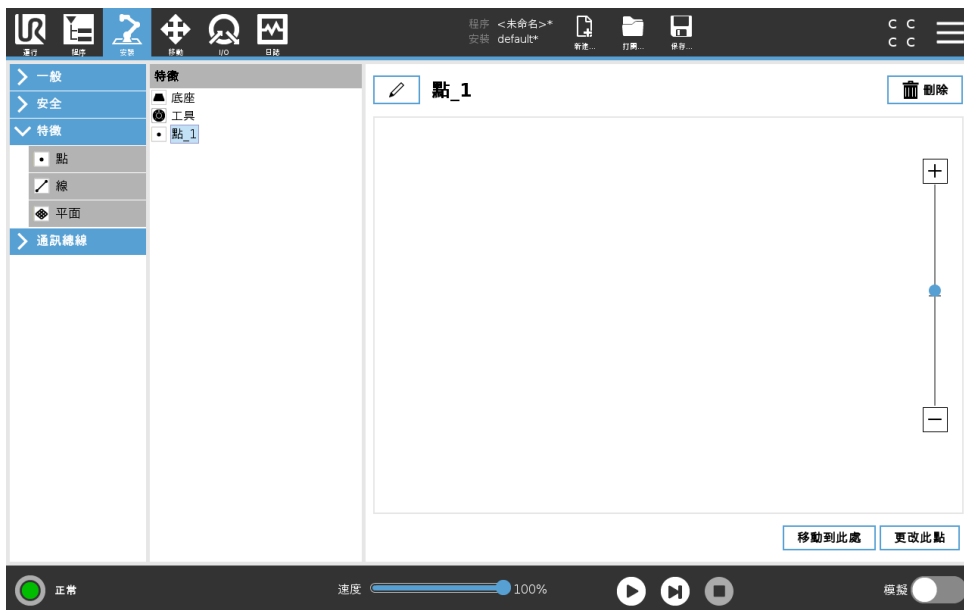
選擇所選特徵是否將可喚醒。這確定該特徵是否將顯示在移動螢幕的特徵功能表中。

使用將機器人移至此處

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

16.3.2 添加點

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



16.3.3 新增一條線

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

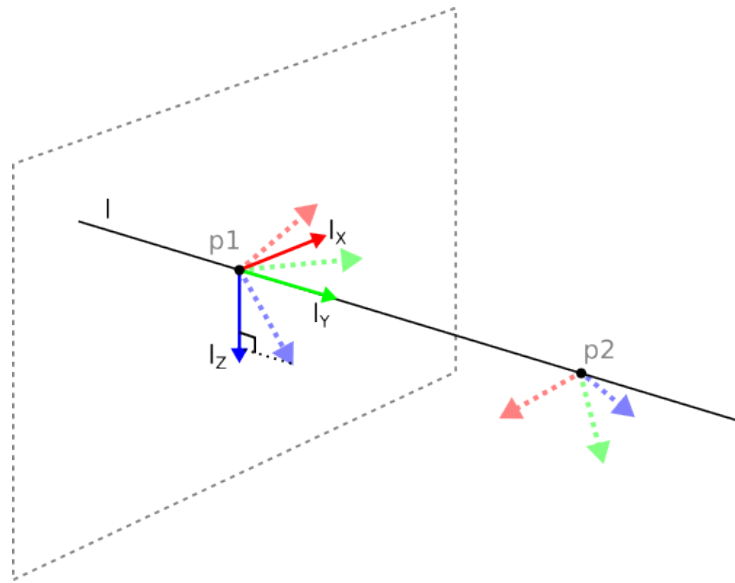
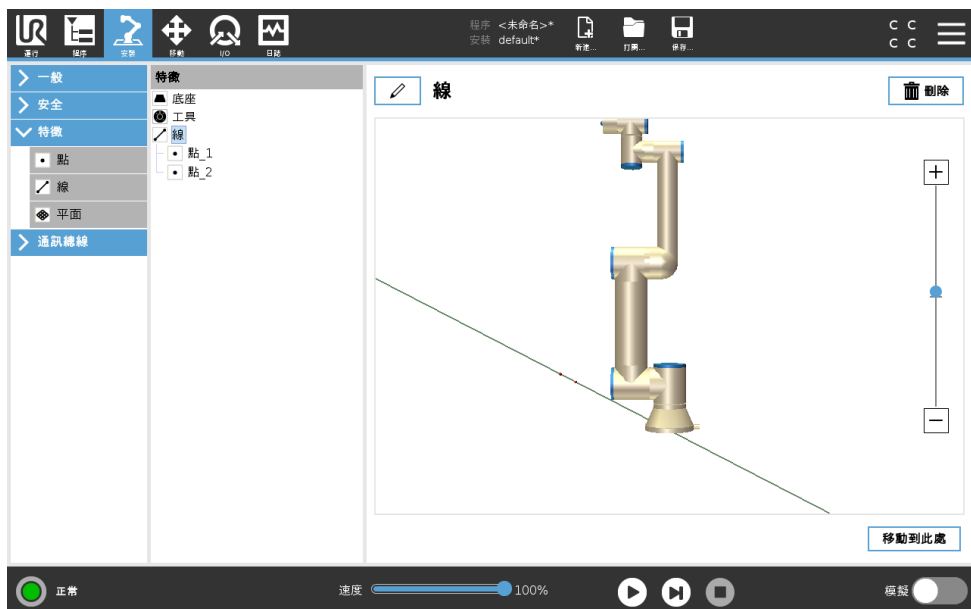


图 16.3: 直線特徵的定義

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

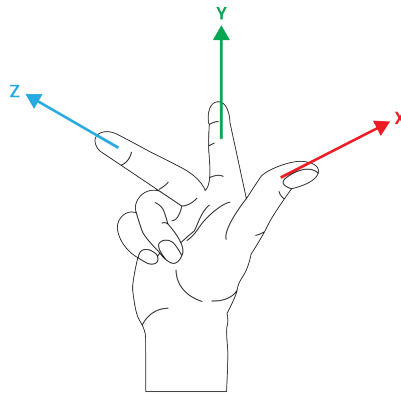
1. 在安裝中，選擇特徵。
2. 在特徵下選擇平面。

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

```

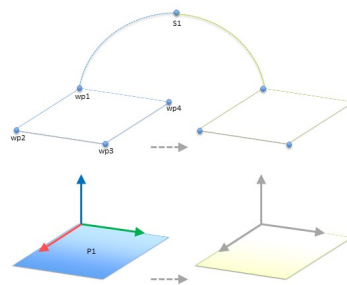


圖 16.4: 相對於平面特徵（通過更改特徵進行手動更新）的四個路點的簡單程式

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

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

16.3.6 例子：動態地更新特徵位姿

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

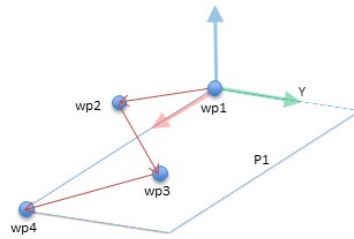


图 16.5: 具有相對於平面特徵的四個路點的 *MoveL* 命令

機器人程式

```

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

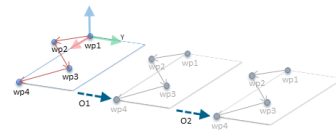


图 16.6: 對平面特徵應用偏移

機器人程式

```

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

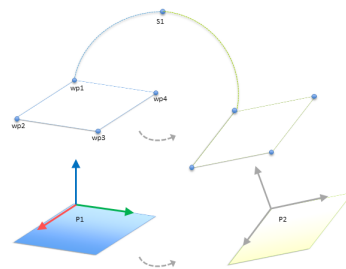


图 16.7: 從一個平面特徵切換到另一個

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、以太網路/IP 和 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。



警告：
存取斷開連線的訊號將停止程式。

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，將從遠端 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，將從遠端 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）來設置遠端 MODBUS 設備的值。

設置信號地址

此字段顯示遠端 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端 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端 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端 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端 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端 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。更新頻率是指向遠端 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` 腳本函數按需要啓動 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，建議您首先查閱遠端 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：

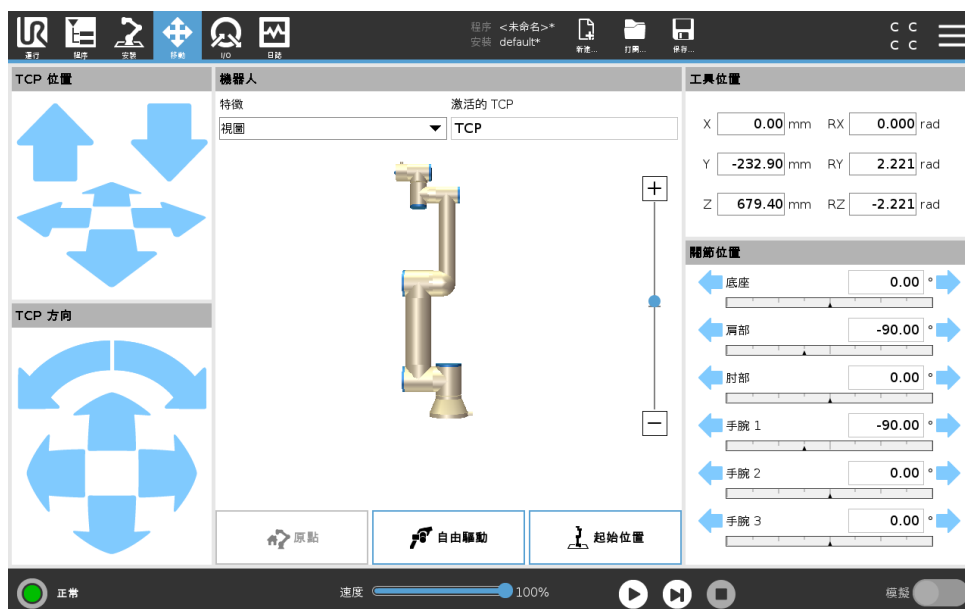
無： PolyScope 將忽略以太網/IP 連接的丟失，並繼續正常使用程序。

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

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16.1.8）。

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。

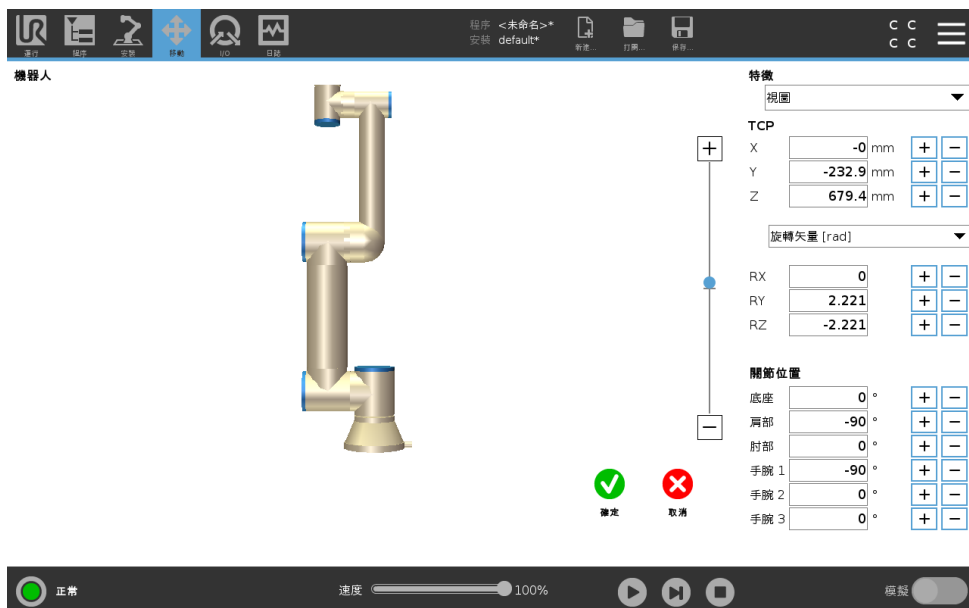
17.3 工具位置

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

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



機器人

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

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

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

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

特徵和工具位置

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

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

使用 RX、RY 和 RZ 方塊上方的下拉式功能表選擇方向表示形式。可用類型包括：

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

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

- **RPY [°]** 滾動角、俯仰角和偏航角 (RPY)，以度表示。

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

關節位置

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

確定按鈕

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

取消按鈕

點擊取消按鈕可離開此屏幕，放棄所有更改。

17.4 關節位置

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

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



警告：

1. 如果**設置**選項卡中的重力設置（請參閱 16.1.2）錯誤，或者機械手臂承受重載時，若按放**自由驅動**按鈕，機器人可能開始運動（下降）。此情況下，只需再次釋放**自由驅動**按鈕即可。
2. 使用正確的安裝設置（如機器人安裝角度、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. 在操作**自由驅動**按鈕前，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 13.2.9 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 ?? 章。

電壓 在工具輸出選項中，電壓僅可在使用者控制工具輸出時予以配置。選擇 URCap 消除對電壓的存取。

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，以便在後續重新啓動機器人控制器時使用。在工具輸出選項中選擇 URCap，將消除對模擬工具輸入域設置的存取。

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

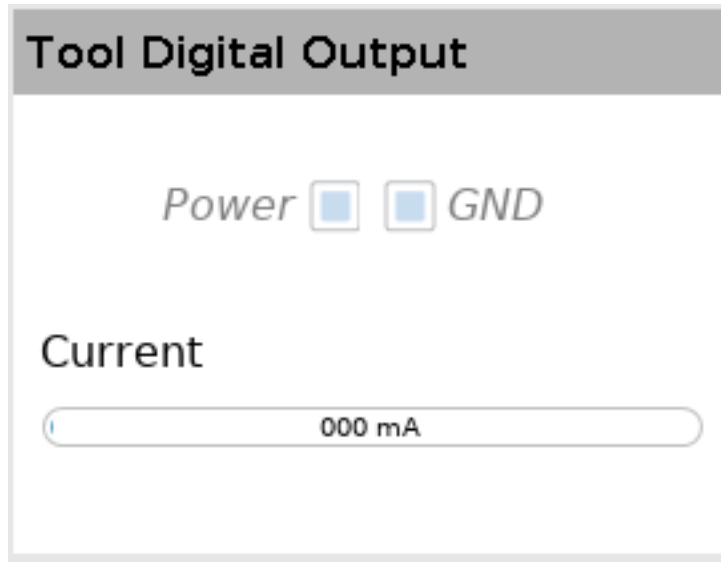


注意:

啓用 **雙 Pin 電源** 時，必須按如下方式命名工具數位輸出：

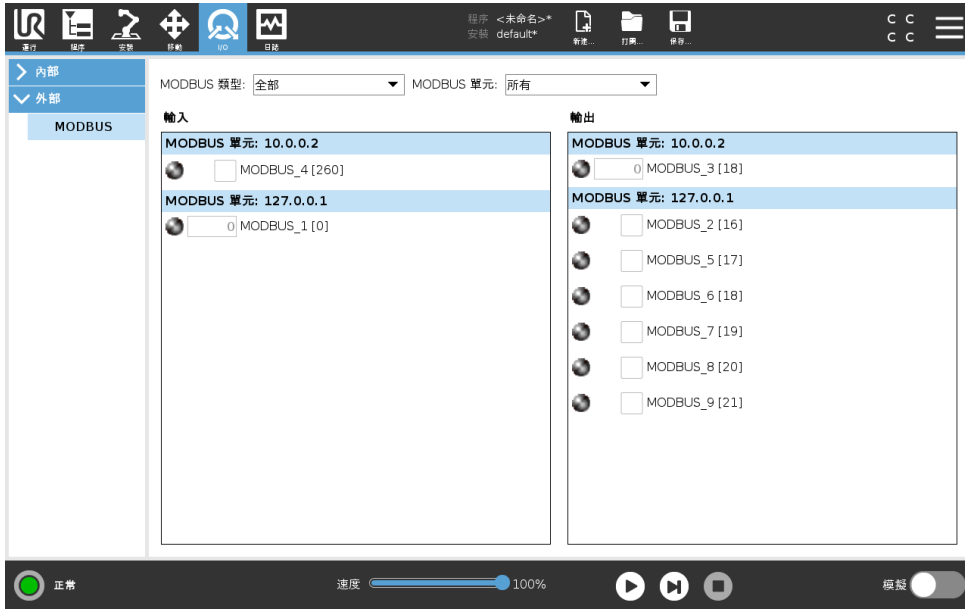
- tool_out[0] (電源)
- tool_out[1] (GND)

工具輸出欄位如下圖所示。

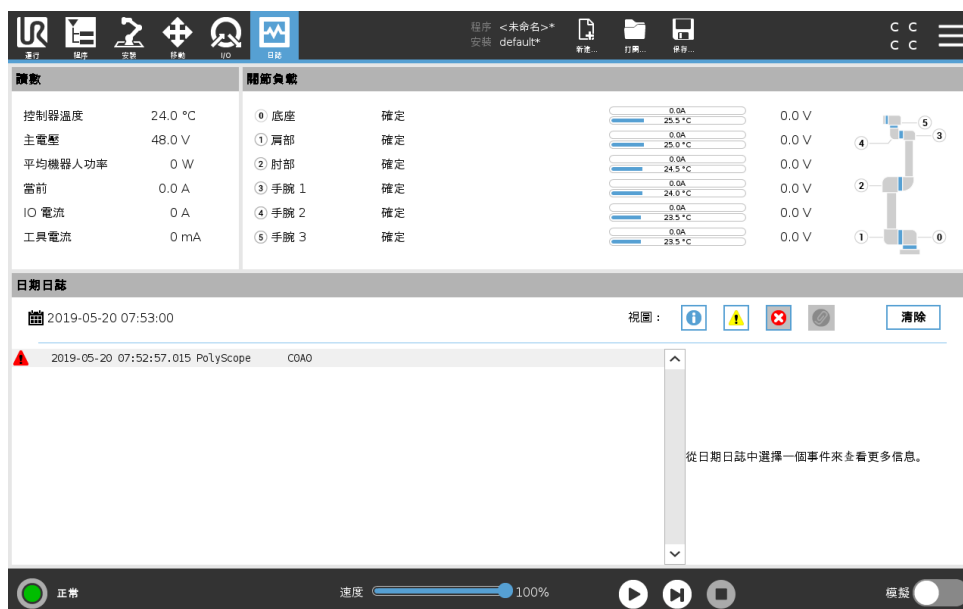


18.2 MODBUS

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 16.1.3）。



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
- 內部 PolyScope 例外
- 保護性停止
- URCap 中出現未處理異常
- 違例

導出的報告包含：用戶程序、歷史日誌、安裝和運行服務列表等。

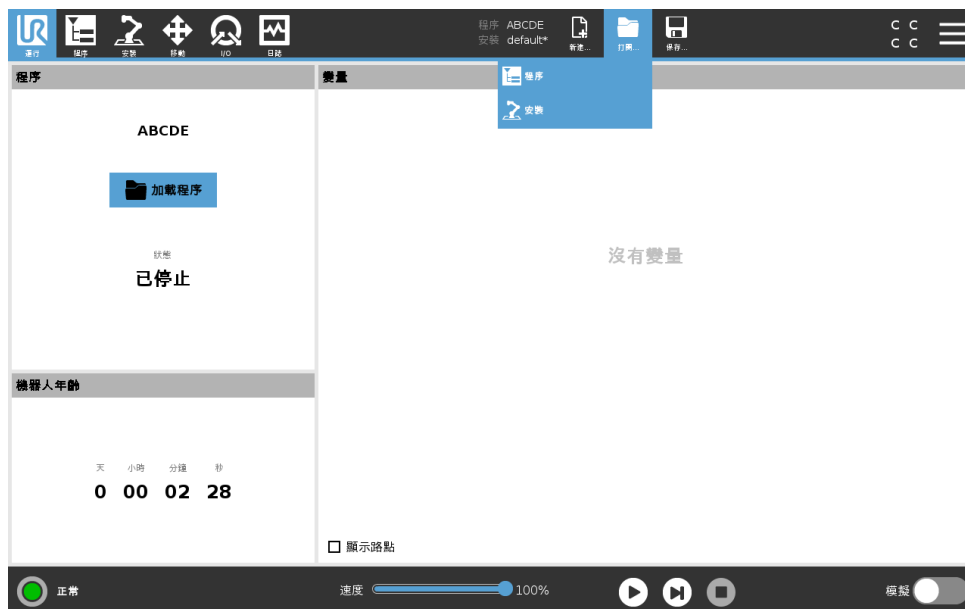
20 程式和安裝管理器



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

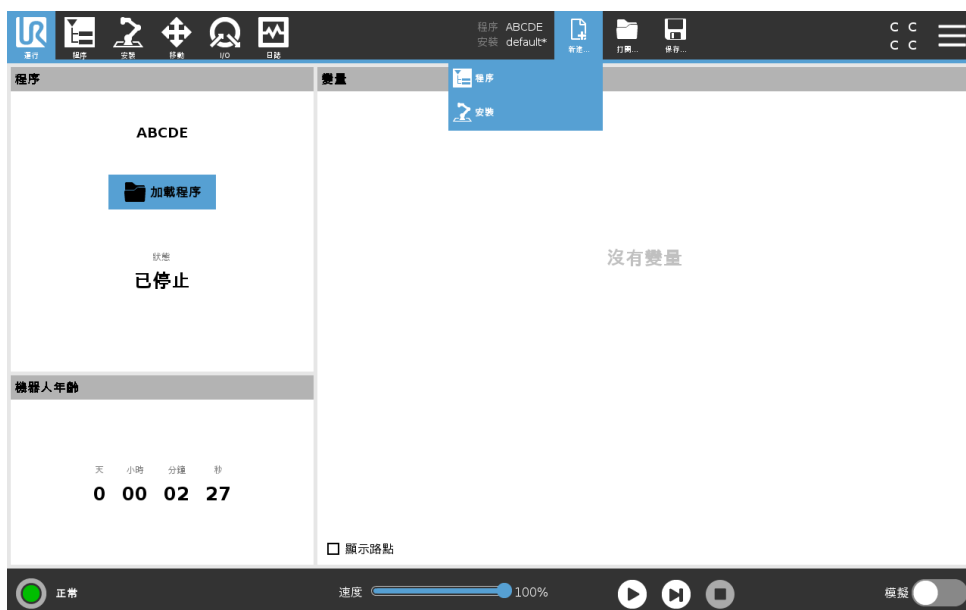
1. 在程式和安裝管理器中，點選**打開...**，然後選擇程式。
2. 在加載程式螢幕上，選擇現有程式，然後點擊打開。
3. 在檔案路徑中，檢查是否顯示所需的程式名稱。

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

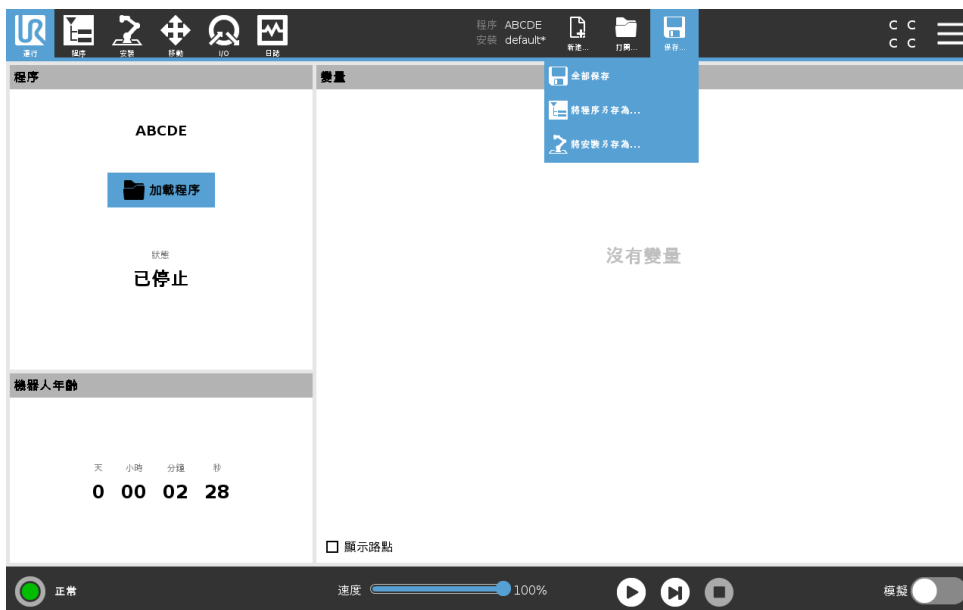
1. 在程式和安裝管理器中，點選**新建...**，然後選擇程式。
2. 在程式熒幕上，根據需要配置新程式。
3. 在程式和安裝管理器中，點選**保存...**，然後選擇全部保存或將程式另存為...
4. 在將程式另存為熒幕上，分配檔案名，然後點擊保存。
5. 在檔案路徑中，檢查是否顯示新的程式名稱。

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. 在安裝熒幕上，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. 在保存機器人安裝熒幕上，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...



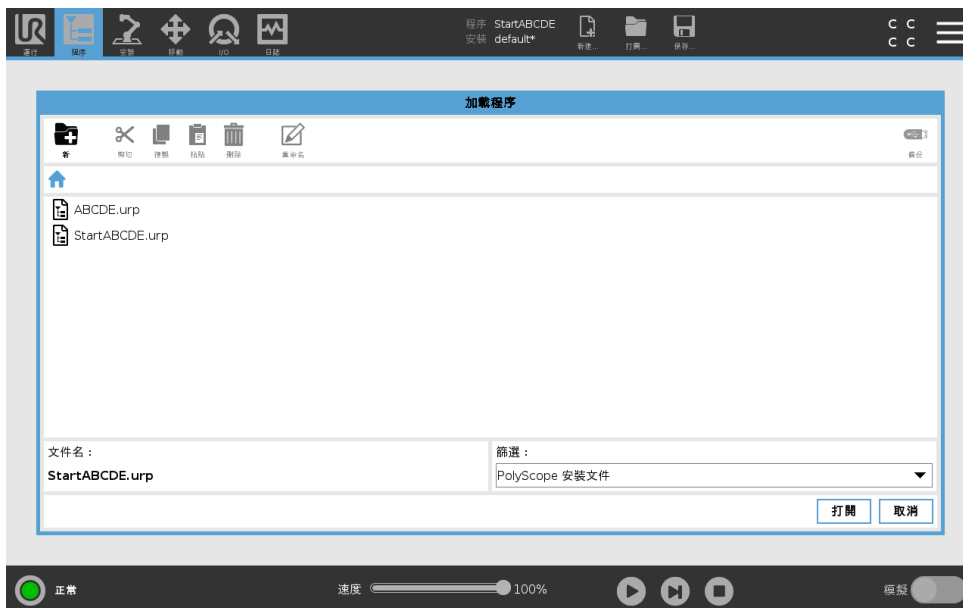
保存... 提出三個選項。根據您加載創建的程式/安裝，您可以：

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



此圖顯示了加載螢幕，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。

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。

21 Hamburger 菜單

21.1 幫助

您可以找到構成 PolyScope 功能所有元素的定義。

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

21.2 關於

您可以顯示版本和法律數據。

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

21.3 設置

個性化 PolyScope 設置

1. 在標題中，點擊 **Hamburger** 菜單，然後選擇**設置**。
2. 在左側的側邊功能表中，選擇要進行個性化設置的選項。注意：如果在側邊功能表中設定了操作模式密碼，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. 點擊**應用並重新啟動**，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（請參閱19.3）中。

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 更新

安裝 USB 中的更新程式，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，點擊**更新**。
3. 插入 USB 並點擊**搜尋**，以便列出有效更新檔案。
4. 在有效的更新檔案清單中，選擇所需版本，並點擊**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。

21.4.2 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。



21.4.3 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。

21.4.4 遠端控制

機器人可以處於本地控制（由教導器控制）或遠端控制（由外部控制）。

 本地 本機控制不允許	 遠端 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。啓用和選擇遠端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）來啓用遠端控制，從而可以遠端控制所有運行的程序和執行腳本。

注意：啓用設置中的遠端控制功能才能訪問配置文件中的遠端模式和本地模式。

啟用遠端控制

1. 在標題中，按 **Hamburger** 菜單，然後選擇**設置**。
2. 在系統下，選擇**遠端控制**。
3. 按**啟用**以激活遠端控制功能。**PolyScope** 保持活躍狀態。注意：啓用遠端控制不會立即啓動該功能。它允許您從本地控制切換到遠端控制。
4. 在配置文件菜單中，選擇**遠端控制**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:

- 雖然遠端控制限制了您在 **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**關機**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**。