

保護性停止 維修要點

Safety Message

⚠ Protective Stop

什麼是保護性停止？

保護性停止是因機器人控制器偵測到錯誤所發出的一種停止（“保護性停止”）。此警告訊息會顯示在示教器或外部顯示器上，來作為錯誤狀態的通知。若您的機器人在操作中持續出現保護性停止訊息，請立即注意並調查發生原因。查看所有的保護性停止，因這些訊息代表該機器人的應用或者程式需要被檢查。在重啟操作前，請先進行程式修改或進行相關維修。

什麼會導致保護性停止？

保護性停止會因一個或多個如下原因導致：

- 不正確的編程
- 不正確的安裝設定
- 過度使用機器人超過的正常操作規範
- 機器人本體或安裝的末端執行器、週邊或工件有撞擊或者碰觸到
- 因為不正常使用導致機器人零組件提前縮短壽命

若忽略保護性停止會如何？

忽略保護性停止是錯誤使用機器人方式。錯誤使用會讓機器人喪失保固與產品認證失效。錯誤使用會導致機器人（或機器人零組件）故障，進而使人員暴露在風險中。

每天有保護性停止發生的應用是不正確的設計。嚴禁設定自動解除保護性停止行為。機器人應用與程式需修改以確保在機器人規範內操作。遵照優傲科技[使用手冊 & 維修手冊](#)內詳述的最佳手法可確保機器人在規範內操作。



警告：

機器人會因為錯誤使用導致損毀故障。警告訊息發生代表機器人被操作在產品規範外，進而導致磨耗縮減機器人與零組件壽命！

	<p>... 調查所有的保護性停止與發生原因。</p> <p>... 再重啟操作前，修正確認這些發生原因 例如：修改程式或安裝設定。</p> <p>不可在確認或修正發生原因前以手動或自動方式清除或按掉警告訊息</p>
	<p>詳閱使用手冊 & 維修手冊了解為何發生保護性停止。使用此指導來改善你的機器人應用。</p> <p>對人員進行此警告訊息相關訓練與讓人員瞭解在重啟操作前，確認與修正引起保護性停止原因的重要性。</p>

下述項目需在進行應用驗證、訓練人員、監督機器人應用時被確認：

1) 受訓人員必須針對保護性停止發生的原因進行程式檢視與故障排除

- 受訓人員必須被告知此要求
- 受訓人員必須被指導如何調查與修正發生原因
- 在使用者檢視過保護停止後，需有審慎的流程來進行重啟操作
- 假若系統整合商或終端客戶有設定自動確認或解除保護性停止，則機器人程式需立即修正

2) 保護性停止不可未經檢視確認發生的原因就被直接清除重置

3) 使用者應決定是否需要維修與多快能執行維修

4) 使用者應通知與確保人員有被訓練如下事項：

- 保護性停止的目的與使用
- 如何檢查修正發生保護性停止原因
- 透過直接確認或清除警告來重啟操作卻沒有修正發生原因，會導致保固與產品認證失效。這樣的錯誤使用可能會導致機器人損壞與人員受傷

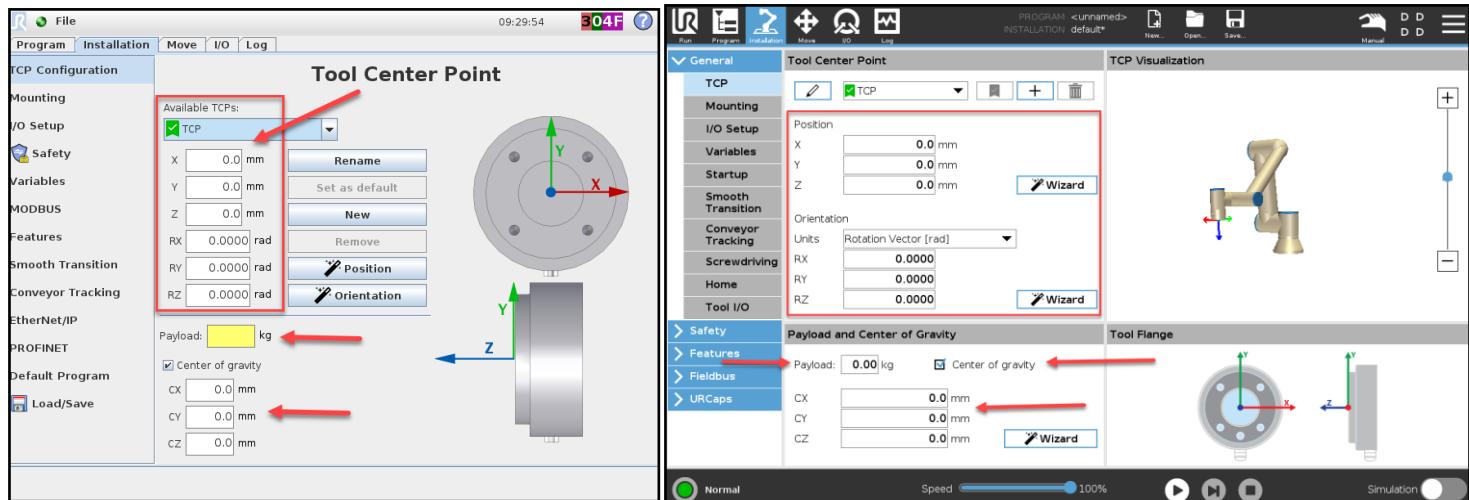
	<p>優傲科技強烈建議客戶更新機器人至最新軟體版次，這是因為保持更新能享有機器人系統新功能與改善。請至優傲科技支持網頁 Download 來下載新軟體。</p>
---	--

請至優傲科技支持網頁下載手冊作參考：<http://www.universal-robots.com/support>。您也能在此網站找到其他參考資料。

如何避免機器人發生保護性停止？有哪些修正手法？

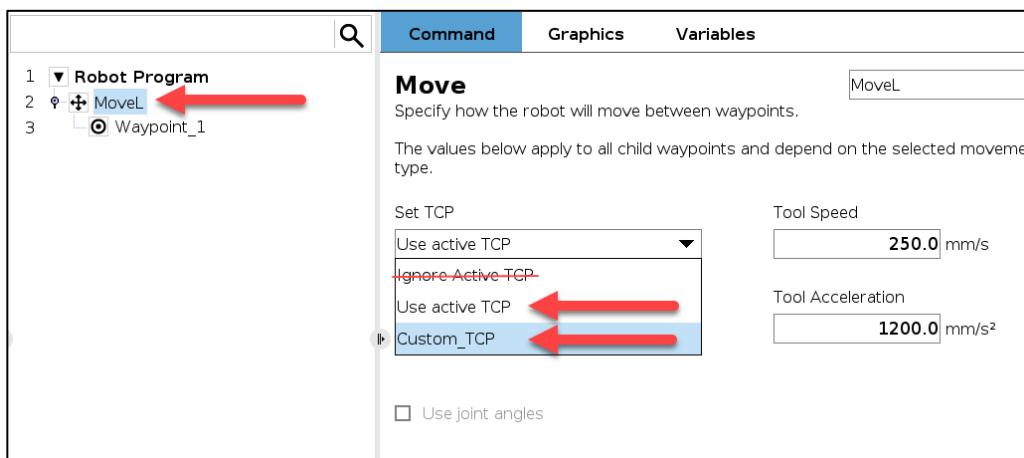
1. 檢查安裝設定：確保下述參數有被正確設定：

- 負載
- 工具中心(TCP)
- 質量重心 (末端執行器與工件的重心)



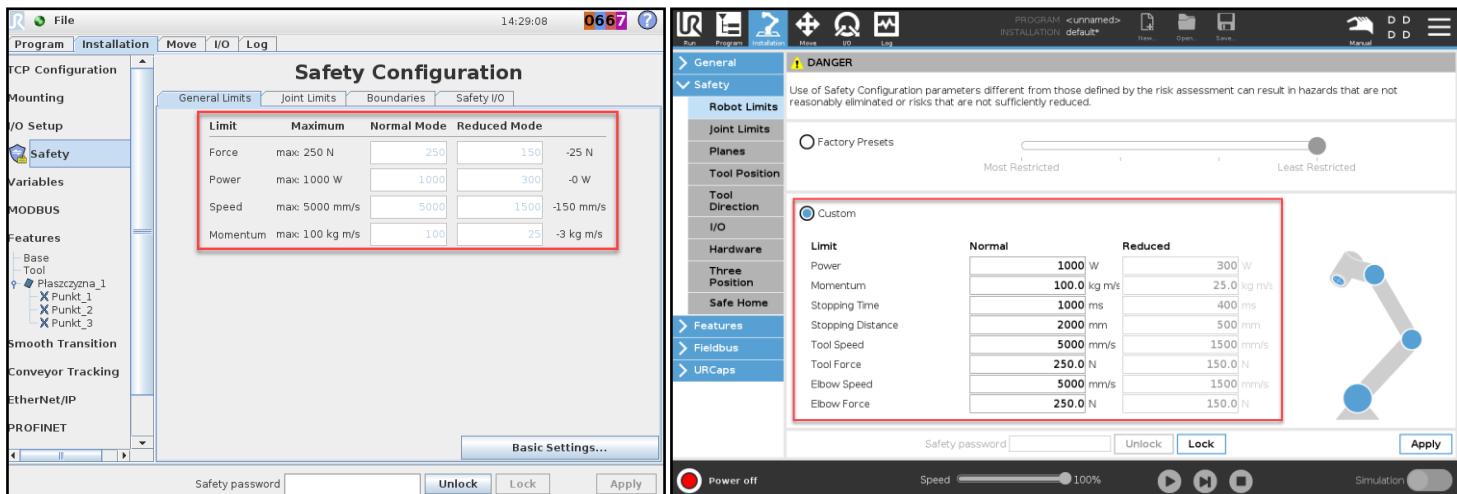
若你不確定如何設定或調整這些機器人重要參數，請透過優傲經銷商請求相關資訊與培訓。

2. move 指令下選用 TCP：檢查 move 指令下 MoveL、MoveJ、MoveP 是否選用正確的 TCP。若選用“ignore active TCP”會錯估機器人可承受力量而使保護性停止更容易發生。



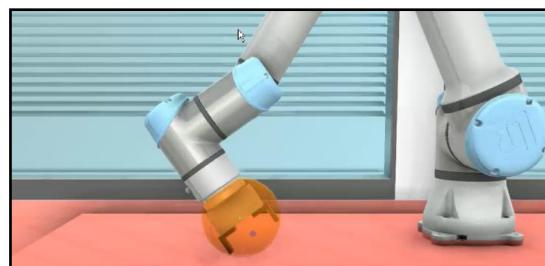
例 如何選用在安裝頁面下所設定的 TCP

3. 檢查安全設定：檢驗這些參數是否根據風險評估與應用驗證有被正確設定。



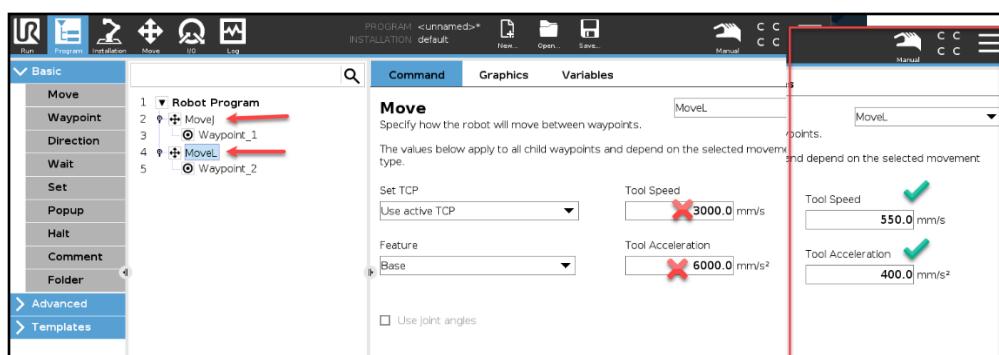
例 如何找到需檢查的安全參數

4. 過度施加力量：檢視機器人沒有在 pick-up 位置施加過多推力，產生額外不必要的力量導致保護性停止。重新教導路點來避免碰撞。若有必要可在這些位置選擇力量模式，讓機器人減少壓力產生降低保護性停止機會。



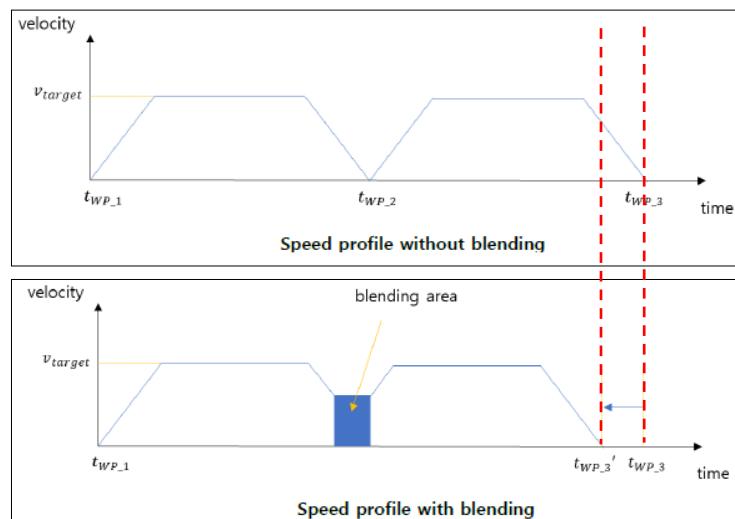
例 末端執行器卡住或干涉

5. 加速度設定：當需滿足 cycle time 條件時，編程機器人應該以平順不產生過大衝力的方式在路點間移動。考慮提高加速度設定前，應盡可能採用交融半徑方式來最佳化路徑。速度與加速度設定應符合應用指導裡對直線運動與關節運動的建議值。不合理的數值會導致關節承受過高壓力而產生保護性停止。請檢視程式裡所有的速度與加速度設定。

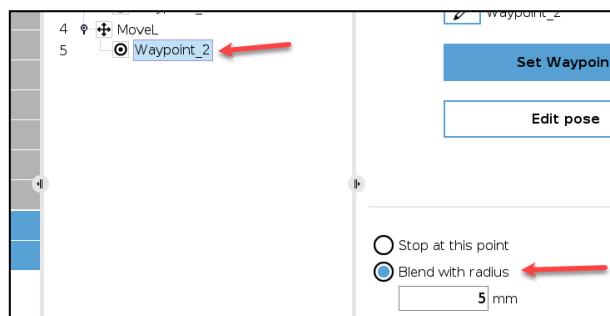


例 如何改變加速度與速度參數設定

6. 交融半徑：在 MoveJ、MoveL 與 MoveP 使用交融半徑可讓機器人在路點間移動卻不需減速至停止。此法可減低機器人關節的壓力且縮短應用的 cycle time。在增加速度與加速度之前，添加交融半徑應作為首先考慮的手段來減低 cycle time。可以考慮把交融半徑加在機器人任何不需要做停止的路點。輸入大於 0mm 數值，但不大於與下個路點之間的距離。若設定過大的交融半徑會導致路點被忽略不執行此交融半徑。忽略的路點會產生一警告訊息於日誌，為“Overlapping Blends in a MoveL, a waypoint was skipped”。可至日誌畫面確認來追蹤以確保交融半徑修正的結果。



透過路點間合理的交融半徑來減少 cycle time



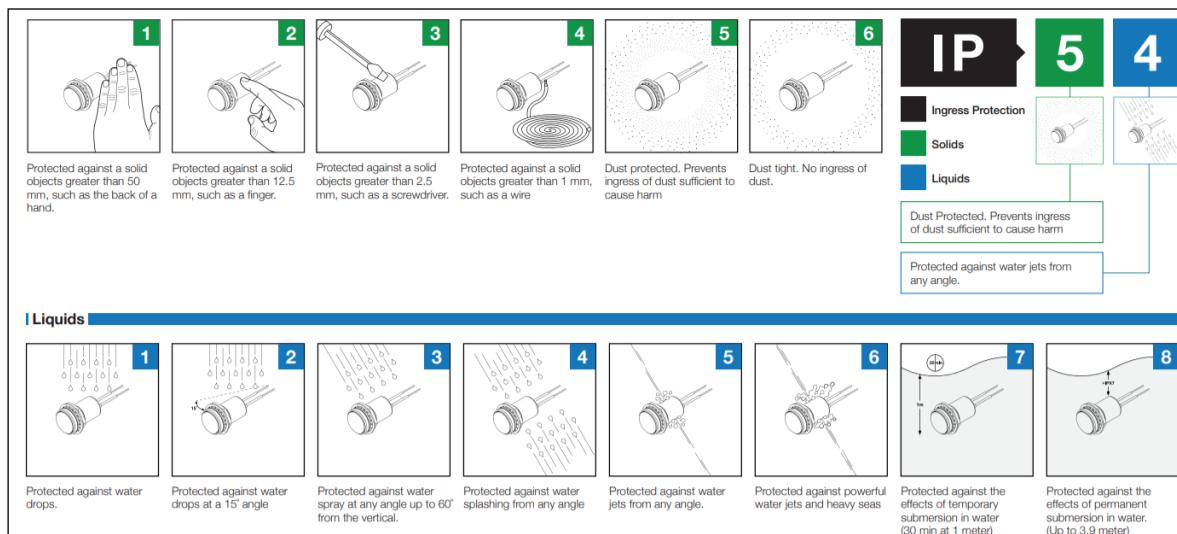
例 如何添加交融半徑。選擇該路點後，點選交融半徑即可輸入半徑數值

7. 路點偏移：若機器人路點需被頻繁的重新教導且保護性停止一直產生，此時就需進行維修。保護性停止為機器人偵測到錯誤現象。可透過下述方式來確認執行維修：

- 依據 [Service Manual](#) 檢查表來檢修機器人
- 對您的機器人系統建立預防性維護計畫並且執行
- 透過受訓的專業人員、經銷商或者優傲維修中心來進行維修

8. **安裝平面：**機器人必須安裝在禁得起至少 10 倍底座關節扭力或至少大於 5 倍手臂重量的牢固平面上 (於 [Service Manual](#) 確認扭力數值)。此平面不應對機器人應用產生晃動。如果機器人安裝在第 7 軸上，為了儘可能減低在運動時的晃動導致機器人引起保護性停止，第 7 軸加/減速必須小於 1m/s^2 。此保護性停止是因高加速度引起的慣性與衝擊力道。請參考 [User Manual](#) 得到更多指示。

9. **IP 等級：**機器人應用環境必須符合手臂 IP54 與 e-Series/CB 系列控制器 IP44/IP20 等級。在有液體比如工具機切削液或有細微粉末物質可能會與機器人手臂或控制器表面接觸的環境，需採取進一步防護措施，比如穿上機器人防護衣等。若不清楚您的應用所需的 IP 等級，請洽經銷商做進一步協助。不恰當的環境可能損壞機器人的零組件導致保護性停止發生。

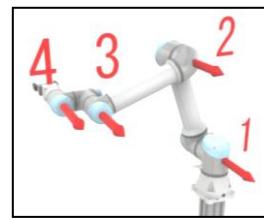


例 IP 等級對照圖，此圖不包含防水與防塵所暴露時間

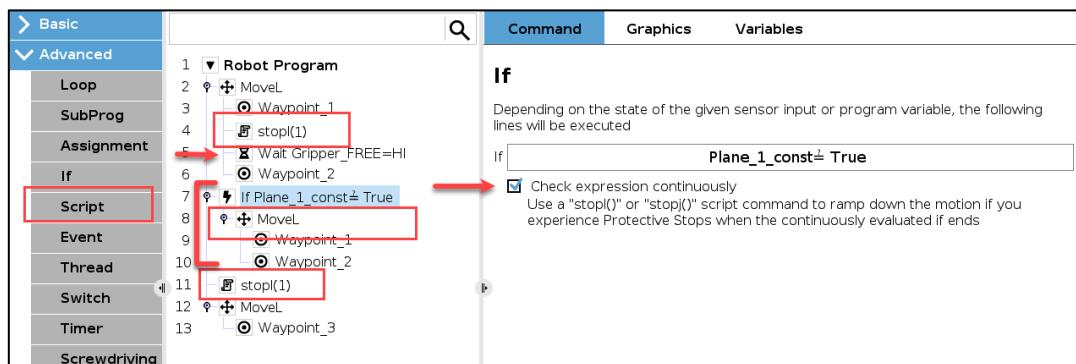
10. **奇異點：**奇異點為想要移動關節位置使得機器人 TCP 在規劃的軌跡上移動，然而卻因為兩個或多個關節在同一時間平行對齊導致無法達到的現象。太靠近奇異點會導致關節非預期的加速導致保護性停止，此在 [User Manual](#) 裡有更多說明。若奇異點影響了機器人運動與軌跡，可以嘗試下列一個或多個方式改善：

- 把受影響的路點從 MoveL 改為 MoveJ
- 調整機器人或者周圍的設備位置
- 調整機器人末端執行器的長度或角度

使用 MoveJ 不會遇到奇異點問題，所以若使用 MoveL 或 MoveP 不是必要性，請改使用 MoveJ 指令。
下圖為多顆關節平行對齊導致奇異點案例：



11. 等待指令與“不斷檢查表達式”：當機器人以高加速度與速度由一個路點移動到另一個路點，在移動過程中的等待或暫停都會觸發保護性停止。不要在運動中放置“等待信號輸入”或“等待一段時間”指令。當在迴圈或 if/else 指令下勾選“不斷檢查表達式”可能會因為機器人瞬間切換改變執行中運動軌跡到另下個程式區段而觸發保護性停止。“等待”指令與勾選“不斷檢查表達式”讓機器人突然停止或改變方向，這會讓機器人承受一大力量而產生保護性停止。若需要用“等待”指令與/或“不斷檢查表達式”時，加入“stopl()”或“stopj()”腳本指令。指令括號中的數值代表單位 rad/s² 或 m/s² 的減速度。

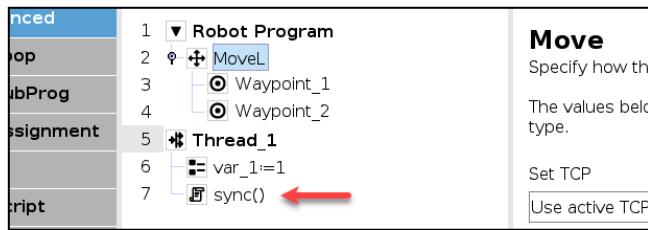


例 使用 stopl() 與 stopj() 腳本指令

12. I/O(輸入/輸出)接線：確認所有端子台接線牢固。端子連接線不可鬆脫、短路、或者接錯線路。端子台上不正確的接線或者鬆脫可能會導致保護性停止。

13. 安全相關連接線路：確認外部安全裝置所設定的“判定安全信號不一致”的時間數值。安全防護、緊急停止、安全輸入設定的雙通道安全輸入最大僅可 48ms 的誤差。建議與修正外部安全裝置設定為 20ms，否則可能會使機器人保護性停止。若外部安全裝置使用“heartbeat”方式輸出，請搭配繼電器來過濾掉這些信號，避免影響機器人控制而產生保護性停止。

14. 線程佔用太多時間：若使用並行線程且耗時超過機器人的更新頻率，則 runtime interpreter 會把此線程解讀為無窮迴圈。為了避免此現象，在等待指令裡配置微小的等待時間或增加 sync() 腳本指令來避免因 runtime errors 而產生保護性停止。若在機器人主程式沒有任何等待、sync()、機器人移動指令等也會觸發保護性停止。



例 使用 sync()腳本指令

15. **力量限制**：為了故障排除，請減低機器人安全設定的力量限制數值來找出程式中引起保護性停止的運動。執行生產用的程式來識別出發生運動停止的位置，一旦識別出來這些地方採用上述 1 至 14 的手法來修改程式與應用。之後，恢復力量限制為原來風險評估所判定的設定值。

16. 建立一個測試程式：

- 把機器人的末端執行器取下
- 把設定安裝設定恢復為出廠值 例如: TCP、CoG、Payload 歸零
- 在自由驅動模式下試運轉每個關節，確認是否有異樣？是否轉動卡頓、費力？是否有聽到任何異音？若以上答案為肯定，則此機器人需進行維修。試運轉關節需平順無異音。
- 建立一程式用不同角度試跑所有關節(可在 [HERE](#) 找範例)：
 - 是否有發生任何保護性停止？
 - 是否有任何一關節與其他關節相比聽起來不同？
 - 記錄與儲存 Support File
- 嘗試建立另一程式，以不同速度與加速度獨立試跑一個關節(可在 [HERE](#) 找範例)：
 - 是否有發生任何保護性停止？
 - 是否有任何一關節與其他關節相比聽起來不同？
 - 記錄與儲存 Support File
- 進行完以上測試後，依據需要遵循[使用與維修手冊](#)相關指示。若經過以上測試，仍有保護性停止發生，則此機器人需要進行維修，請接洽您當地經銷商尋求立即協助。

17. 檢查計畫表：依據優傲機器人[使用與維修手冊](#)建立檢查計畫，若有任何疑問或需服務請接洽您當地經銷商尋求立即協助。請參照維修手冊遵循如下的檢查計畫表：

3. Recommended Inspection activities

3.1 Robot Arm

3.1.1 Inspection Plan

Set forth below is a check list of inspections that Universal Robots recommends be performed according to the marked time interval. If upon inspection, the referenced parts are not in an acceptable state, please rectify immediately.

Use the following sections as guide:	Monthly	Semi-annually	Annually
3.1.1 Visual Inspection			
4.0.1 Pre-Use Assessment			
4.1 Robot Arm			
1 Check blue lids *	V		X
2 Check blue lid screws	F		X
3 Check flat rings	V		X
4 Check robot cable	V		X
5 Check robot cable connection	V		X
6 Check Robot Arm mounting bolts *	F	X	
7 Check Tool mounting bolts *	F	X	
8 Check screws/bolts on joints *	F		X

V = Visual inspection F = Functional inspection * = Must also be checked after heavy collision



優傲科技對客戶不遵守使用手冊&維修手冊與此文章的建議而導致的故障進行免責聲明。

未來因機器人軟體變更或更新可能導致行為與此文章說明有所差異，請詳閱優傲科技
[Support Site](#) 軟體釋出瞭解更多。