

研磨自動化設備相關重點

摘要

1. [設備操作手冊](#)
2. [研磨基礎認知](#)
3. [計算思維](#)
4. [ABB 機械手臂常用操作](#)
5. [熟悉 ABB 計算機仿真軟體\(RobotStudio\)及其程式語言\(RAPID\)](#)
6. [通用研磨路徑框架](#)
7. [DA3C1 之人機介面工件選擇](#)
8. [DA3C1 製程牽涉之機構重點](#)
9. [DA3C1 製程備品更換](#)
10. [長時間穩定的自動化生產](#)
11. [DA3C1 外觀瑕疵整理](#)
12. [紀錄檔案](#)

1 設備操作手冊 (連結: [操作手冊_鋁壓鑄件去毛邊設備 20190220](#))

- 1.1 安全
- 1.2 設備簡介
- 1.3 模組介紹
- 1.4 人機介面操作
- 1.5 程式架構與流程
- 1.6 備品更換
- 1.7 保養與維護
- 1.8 附錄(常用控制程序、人機警示說明)

2 研磨基礎認知

2.1 原則

2.1.1 使用適當工具將鑄件多餘的部分磨除掉

工具	部位或特徵
銼刀、震動研磨	毛邊、分模線
砂帶機、氣動散打機	澆口或溢流阱的殘料

2.1.2 使用適當工具改變鑄件的表面質感

工具	表面質感
砂帶機	髮絲紋
菜瓜布輪	細絲紋、光澤感

2.1.3 使用適當工具磨除表面瑕疵

工具	表面瑕疵
銼刀、氣動散打機	水痕、表面氣泡
刻磨機(針對模具)	料沖

2.2 主要控制變數 (更詳細的討論可參考: [砂帶研磨探討](#))

控制變數	說明
動摩擦力	$F_k = \mu_k \cdot F_N$ ，與相接觸時的 <u>正向力</u> 以及 <u>研磨工具的表面粗糙度</u> (動摩擦係數)呈正相關
研磨量時變率	單位時間的研磨量，與研磨工具的 <u>轉速</u> 、 <u>振動頻率</u> 、 <u>往復移速</u> 以及接觸面的動摩擦力呈正相關
研磨接觸時間	研磨工具運作時與鑄件貼面的 <u>接觸時間</u>
研磨重複次數	程式「for 迴圈」可控制相同研磨路徑的 <u>重複次數</u>

3 計算思維

3.1 定義問題

有時候我們會對所面臨的問題毫無頭緒，如果重新定義問題將有助於找到解答的方向。舉個例子：「怎麼告訴機械手臂菜瓜布輪研磨的進刀量？」

仔細思考問題的成因，釐清問題的本質，可以進一步將問題完整陳述如下：「菜瓜布輪沒有力回饋的裝置，夾爪上也未安裝 **force sensor** 作為進刀量的回饋機制，隨著菜瓜布輪持續磨耗，外徑會逐漸變小，該如何有效做進刀量的調整？」

3.2 篩選解答

問題定義清楚後，接下來需要篩選幾個解決方案。上一個問題的解答之一，安裝 **force sensor** 作為進刀量的回饋機制，但當初設備規劃時未考量進去，目前沒加裝的預算，暫不考慮；解答之二，從程式端去控制，寫一個進刀補償程式，原則上可行，但效果待驗證。

3.3 模式識別

針對問題相關的表徵事物或現象進行觀察、描述、辨識、分類和解釋的分析過程稱作模式識別。要如何寫一個菜瓜布輪的進刀補償程式？顯然要先掌握菜瓜布輪的外徑在研磨過程中是如何變化，才能進一步計算進刀補償量。

具體怎麼做？我們需要很仔細的觀察菜瓜布輪的旋轉，想像輪子是如何磨耗導致外徑逐漸變小，並找出相關變數之間的關係。基本上可以歸納成「如何量化物質世界並進行抽象思考」的問題，而建模是一個有效的方法。

3.4 模式一般化與抽象化

建模大致上的過程包含幾點：(1)定義相關變數、(2)做出合理假設、(3)正確推導、(4)評估結果、(5)修改模型，直到做出的預測與觀測結果一致。

菜瓜布輪研磨的例子很特殊，剛好可以類比成一個繞著中心軸旋轉的圓柱體，在研磨過程中，菜瓜布輪與工件貼面接觸，當其每轉一圈，表面就會被刮掉一層薄薄的皮，所以就要進刀補償一層皮的厚度，以此類推，看少掉幾層皮就補償幾層皮的厚度。以上即是一個簡單的模型類推。

3.5 拆解計算與設計演算法

將計算拆解成若干可執行的步驟，逐一處理。雖然菜瓜布輪的建模結果可以得出進刀補償量的數學式子，但這個式子無法直接計算，需要先寫一個程式去累計菜瓜布輪的研磨接觸時間，並將整個計算拆解成一系列可執行的程序，最後達到輸入可觀測變數後即可輸出(計算出)我們要的進刀補償量。以上過程可稱之為菜瓜布輪的進刀補償演算法。

※ 菜瓜布輪之建模與演算法詳請可參考：[菜瓜布輪磨耗量探討](#)

4 ABB 機械手臂常用操作

4.1 理解四個坐標系([P.97](#))

4.2 控制輸入輸出([P.146](#))

4.3 手動操作練習

4.3.1 選擇「工具座標」與「工件座標」

4.3.2 增量(寸動幅度)：無限制、小、中、大

4.3.3 機器人操作模式：1-3 軸、4-6 軸、線性移動、重定向(姿態轉變)

4.3.4 運行模式：單周、連續

4.3.5 步進模式：步進入、步進出、跳過、下一步行動

4.3.6 速度：0 – 100%

4.3.7 「停止」或「啟動」任務

4.3.8 讀取程式並執行

4.3.9 建立工件座標

4.4 練習寫一個研磨路徑程序

4.5 教點位原則

4.5.1 教點位前

4.5.1.1 先確定路徑的名稱與目的

4.5.1.2 規劃路徑中的各點位

4.5.1.3 從相關的 MODULE 中宣告各點位(robotarget)並建立路徑 PROC

4.5.2 教點位時

4.5.2.1 選擇適當的工具與工件座標

4.5.2.2 根據規劃好的路徑依序教點位

4.5.2.3 手動模式下針對教好的點位反覆前後試跑，針對不順的點位重新校正，直到流暢性佳

4.5.3 教點位後

4.5.3.1 切自動模式試跑

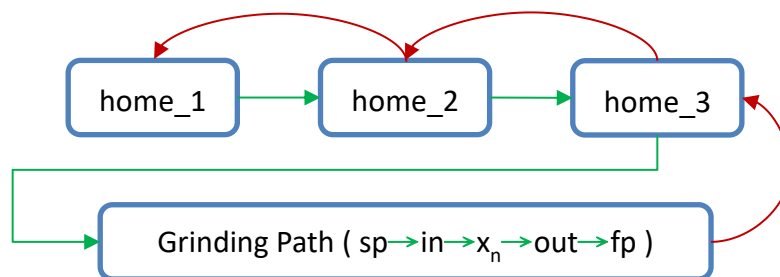
4.5.3.2 調整參數直至流暢且穩定即可；若還是不順則退回 4.5.2.3

5 熟悉 ABB 計算機仿真軟體(RobotStudio)及其程式語言(RAPID)

- 5.1 操作員手冊 RobotStudio：[3HAC032104 OM RobotStudio-zh-cn](#)
- 5.2 RAPID 語言概覽：[3HAC050947 TRM RAPID Overview RW 6-zh-cn](#)
- 5.3 RAPID 語言內核：[3HAC050946 TRM RAPID Kernel RW 6-zh-cn](#)
- 5.4 RAPID 指令、函數和數據類型：[3HAC050917 TRM RAPID RW 6-zh-cn](#)
- 5.5 應用手冊 控制器軟件 IRC5：[3HAC050798 AM Controller software IRC5-cn](#)
- 5.6 技術參考手冊 系統參數：[3HAC050948 TRM System parameters RW 6-zh-cn](#)

用途	常用指令、函數和數據類型
賦值、註解	「:=」、「！」
數學算浮(函數)	+, -, *, /, DIV, MOD, Pow(x, y) = x^y , Sqrt(x, y) = $x^{1/y}$, Round, Trunc
數據類型	bool, string, num, clock, robtarget, pos, orient, speeddata, zonedata, tooldata, wobjdata, iodev
定位指令	MoveL, MoveJ
位置函數	Offs, RelTool
邏輯(關係)算浮	AND, OR, XOR, NOT, <, <=, =, >=, >, <>
等待指令	WaitTime, WaitUntil
程序控制	RETURN, IF, FOR, WHILE, GOTO, label, STOP, EXIT
計時指令	ClkReset, ClkStart, ClkStop, ClkRead
讀取或寫入字串	Open, Write, Close

6 通用研磨路徑框架



點位名稱	說明
home_1	通常是一個可以方便到各研磨站的廣義 Home 點 例如：home_DA3C1_Grind (選在菜瓜布輪與砂帶機中間偏上的位置)
home_2	通常是一個研磨站的 Home 點，最好空間足夠讓手臂轉換不同姿態 例如：home_sandbelt (靠近砂帶機但又具備足夠空間)
home_3	通常是一個研磨站裡頭特定研磨路徑的起始 Home 點 例如：home_A (要磨 DA3C1 的 Path_A 時選在接近砂帶的中間位置)
sp	Starting Point，入刀點之前的延伸起始點，作用是調整入刀角度
in	入刀點
$x_n(n=1, 2, 3...)$	入刀點與出刀點之間的有效研磨點位
out	出刀點
fp	Final Point，出刀點之後的延伸終點，作用是調整出刀角度

機械手臂的高操作自由度、豐富的內建指令與函數，讓路徑的設計規劃與實際走法變化無窮。而評估路徑設計的好壞，取決於它的**效果、效率以及是否模組化**；人眼主觀判斷的輸出品質決定效果，做 1 pc 所花費的周期時間決定效率，模組化的設計則要確保不同路徑或點位調換順序後不會干涉，有助於快速調整關鍵參數、點位並測試結果。路徑框架的目的就是要能夠有效率的設計路徑，當然，如有需要也可自行修改或擴充，原則就是讓路徑規劃邏輯清晰。

7 DA3C1 之人機介面工件選擇

更新日期：2020/7/17

程序	No.	上蓋	下蓋
量產	2	完整製程(正常生產)	
其它	3	Logo 面(拉 4 次)+方孔面	完整製程
	4	Logo 面(拉 2 次)+方孔面	完整製程
	5	完整製程(已印刷重工)	N/A
	6	完整製程(未印刷重工)	N/A
	7	N/A	完整製程
	8		
	9	N/A	底面
	10	完整製程(未印刷重工)	
	11	完整製程(已印刷重工)	
	12	Logo 面(拉 2 次)+方孔面	底面
調機	16	移動至非 Logo 面拉絲的預備位置 (到定點後請轉手動模式)	
	17	移動至 Logo 面拉絲的預備位置 (到定點後請轉手動模式)	
補救	18	針對上菜瓜布輪被刮出深溝的磨平補救程序	
測試	20	「料盤 - 翻面站 - 出料台」路徑 (測試翻面站穩定度)	

※ 完整製程參考表：

工件	上菜瓜布輪 研磨部位	下菜瓜布輪 研磨部位	砂帶 拉絲部位
上蓋	Logo 面+右側面+左側面	N/A	Logo 面+方孔面
下蓋	N/A	底面	底面+圓孔面

8 DA3C1 製程牽涉之機構重點

項目	重點	影響與作用
氣動夾爪	<ol style="list-style-type: none"> 1 氣閥可控制開閉爪速率 2 近接開關可感測夾爪行程 	<ol style="list-style-type: none"> 1 可控制夾取之重複穩定性與反應時間 2 設計電控機制來檢知工件掉落後開爪並跳急停
夾頭	<ol style="list-style-type: none"> 1 機構尺寸制定需考量最佳夾力行程與砂帶寬度 2 機構凹槽設計與橡膠尺寸制定 3 工件承靠物須兼具彈性與韌性 	<ol style="list-style-type: none"> 1 夾的牢且不與砂帶干涉 2 定位且提供側向承靠力，限制橡膠擠壓造成的偏移 3 以壓縮產生的彈力作為承靠力，可達到緩衝避震的效果
翻面站	<ol style="list-style-type: none"> 1 翻面站機構設計 2 防呆感測 3 程式部分與廠商討論的重點 <p>※ 舊的定位站分析</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 利用機電整合的設計來將工件翻面，並有效限制工件的 6 個自由度，以利夾取 2 可判定工件夾取方向，最左右兩圓孔定位感測也可進一步判定是否嚴重夾歪
料盤	<ol style="list-style-type: none"> 1 針對料盤第 1(x₁)、7(y₁)、29(x₂)格的相同夾取位置去定義工件座標 2 Y 方向的臨格移動要考慮 X 偏移，因為料盤在製作上的各行與各列非完全正交，存在整體角度上的微小偏差 3 料盤進入後不可卡住或碰撞到 	<ol style="list-style-type: none"> 1 針對實際格子位置來定義工件座標才會發現整體角度上的微小偏差 2 夾取時精準對位，可減少工件與料盤之間的勾拉情形，從而避免夾歪 3 避免工件翹起導致嚴重夾歪
砂帶機 (含輪軸)	<ol style="list-style-type: none"> 1 輪子採用輕量化、對稱、中高設計 2 軸承太小剛性會不夠 3 包膠過厚易脫膠 4 輪子須作動平衡校正(G1 等級) 5 砂帶張力要夠緊 6 密封式軸承搭配防塵罩 7 定期清除輪內的粉塵 8 [轉速]=120*[頻率]*(1-s)/4; s 為轉差率,一般約在 0.05 內,可忽略不計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高速運轉時砂帶不會橫向偏移，也要盡可能降低震動現象，且防止粉塵進入軸承 ● 輪轉速參考圖
菜瓜布輪機	隨著菜瓜布輪磨耗做正確的進刀補償	維持菜瓜布輪的研磨品質
輸送台	速度控制在 40~35 可提升容納量且不干涉	<ol style="list-style-type: none"> 1 滿載數量：56~58 pcs 2 滿載時間：71~77 分鐘 (Cycle Time: 77~80s/pc)

9 DA3C1 製程備品更換

9.1 備品

名稱	規格	廠商
接觸輪與主動輪	參考 2D 圖	
砂帶機輪軸相關	參考 2D 圖	<ul style="list-style-type: none"> 機械加工製作：
		<ul style="list-style-type: none"> 軸承購買：
菜瓜布輪	外徑 12", 厚度 2", 中心孔徑 1"; #180	本成五金(土城)
砂帶	寬: 3 1/4", 長: 132"; #150	連順砂布 高雅靜
帶柄菜瓜布輪	綠色 $\phi 30 \times 25 \times 6$; #120	淘寶
夾指橡膠 (IIR 合成橡膠板)	1. RBWMF3H10-75-12-F30-G6-Z3 2. RBWMF5-37-15	台灣三柱

9.2 更換重點說明

9.2.1 更換砂帶(條件預設每條砂帶做 1000pcs)

步驟	說明
1	確認人機警報提示後點選錯誤復歸，並清除人機上的砂帶壽命
2	清除：先以毛刷或牙刷將定位站、接觸輪與主動輪的鋁粉清除掉；再將夾指橡膠上的鋁粉清除掉（可以膠帶黏除掉）
3	進入示教器「輸入輸出」，調整 Go_SandBelt_ITV: 50→20→15→0; 調整 Do_SandBelt_Reset: 0→1; 調整 Do_SandBelt_Start: 0→1
4	更換砂帶，接著進入示教器「輸入輸出」，調整 Go_SandBelt_ITV: 0→25→50
5	確認轉速：進入示教器「輸入輸出」，調整 Go_SandBelt_Hz: 0→1000→2000→3000→4000，逐一確認運轉時砂帶不會左右偏移，會的話調整 Go_SandBelt_Hz = 500，接著以扳手鬆開螺帽，以六角扳手校正，重新確認在各轉速下不會偏移。※校正完記得再將螺帽轉緊
6	確認不會偏移後，進入示教器「輸入輸出」，調整 Go_SandBelt_Hz: 4000→0; 調整 Do_SandBelt_Start: 1→0; 調整 Do_SandBelt_Reset: 1→0
7	首件檢查：若發現有沒磨到的部分，則需手動檢查並微調相關研磨路徑 (Path_A, Path_B_square, Path_B_circle, Path_B2)的 in, out 點位

9.2.2 更換菜瓜布輪(進刀補償計算模組 M_202_ClothWheel)

9.2.2.1 人機跳警報提示時更換 (條件預設壽命低於 1%)

步驟	說明
1	確認警報提示後點選錯誤復歸，並更換新的菜瓜布輪
2	切手動模式，重新確認並校正菜瓜布輪相關研磨路徑 (Path_A_sides2_S, Path_A_sides2_A, Path_B)的 in, out 點位
3	將 M_202 模組中的「更換邏輯值」(replace_CW_up 或 replace_CW_down)由「TRUE」改成「FALSE」
4	左盤重新上料
5	切自動模式，人機上依序按下「初始化」與「啟動」

9.2.2.2 定期更新進刀補償相關變數

布輪外徑	以小捲尺量測布輪最上端之外徑(單位: cm)，輸入至變數「measured_p_CW_up」與「measured_p_CW_down」
布輪累計研磨時間	分別將「timer_CW_up」與「timer_CW_down」當下的值輸入到「measured_time_CW_up」與「measured_time_CW_down」

(※研磨痕跡變淺或菜瓜布輪在研磨過程中震動變明顯時需修正，進階作法請參考[《菜瓜布輪磨耗量探討》](#)的末三頁，調整履歷在倒數第四頁)

9.2.2.3 新輪初期(約前 2000 pcs)無法磨到兩側 R 角與 LOGO 面，若會影響外觀在視覺上的呈現，例如：「LOGO 面看起來黑黑的、兩側 R 角有素材本身的痕跡未被磨除掉」，初期對策如下：

- 1) 可先人工粗磨，將素材表面看起來髒髒的痕跡先磨除掉
- 2) LOGO 面的砂帶拉絲接觸時間增加 30%，點位移速調整示範：
 原本 $v_{\max_A} = 600$ ，
 調整後 $v_{\max_A} = 1/(1/600 \times 1.3) \doteq 462$ ；
 原本 $v_{\min_A} = 500$ ，
 調整後 $v_{\min_A} = 1/(1/500 \times 1.3) \doteq 385$ ；
 ※ 等到菜瓜布輪可磨到 LOGO 面後，記得改回原本點位移速

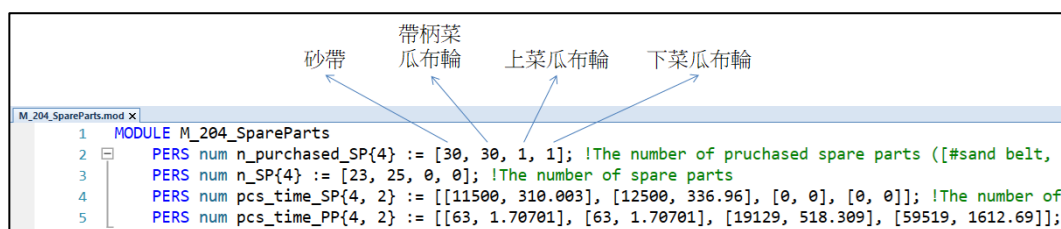
9.3 備品資料(備品模組 M_204_SpareParts 圖片截至 2020/1/2，請以手臂當前紀錄為準)

9.3.1 已購買之備品數量: n_purchased_{4}

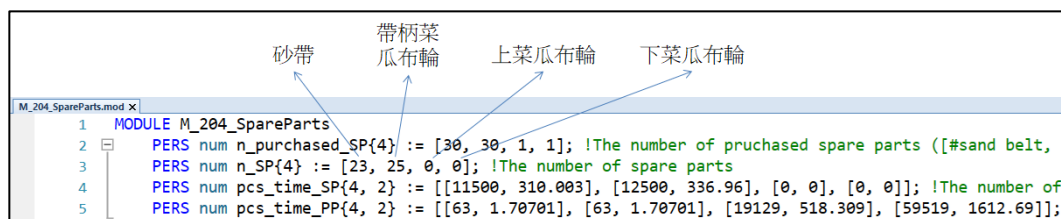
※1 新採購之備品數量請更新至變數 n_purchased_{4}，其餘變數會自動計算。

例如：n_purchased_{4} = [30, 30, 1, 1] 表示已購買過 30 條砂帶、30 個綠柄輪、1 個上菜瓜布輪與 1 個下菜瓜布輪，如果新購 55 條砂帶、50 個綠柄輪與 1 個上菜瓜布輪，請手動更新 n_purchased_{4} = [85, 80, 2, 1]，輸入方式是採累加制。

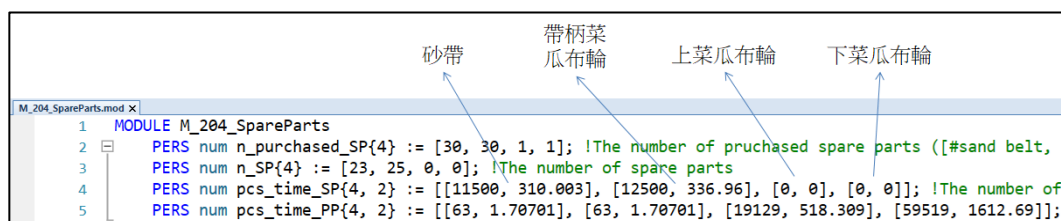
※2 新製程中已將綠柄輪研磨路徑取消，所以其備品數量不再自動更新



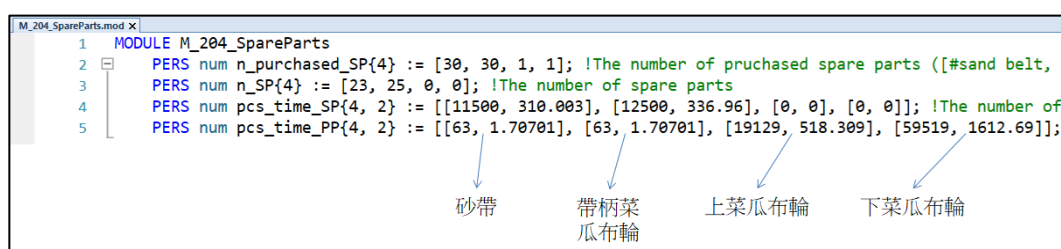
9.3.2 當前庫存數量: n_SP{4}



9.3.3 當前庫存換算→[可加工總件數, 工作總時數]: pcs_time_SP{4, 2}



9.3.4 當前使用之備品換算→[尚可加工件數, 尚可工作時數]: pcs_time_PP{4, 2}



10 長時間穩定的自動化生產

定義： 「長時間穩定的自動化生產，必須要盡可能地預防任何可能使生產中斷的事件發生，且具備能夠檢知該事件並在第一時間急停的電控系統。」

DA3C1 的產量 5K-10K 一個月，這是什麼概念？由於製程從壓鑄、衝剪、CNC、拉絲、鉻酸皮膜、組裝、全檢到包裝出貨要在一個月內完成，所以拉絲時間必須押在 6-10 天內做完，以現在週期約 101s/pc 來看，10K 的量就算 24 小時三班制不間斷的做也要連續工作 12 天。穩定的自動化生產條件，必須確保這種程度的連續工作能順利進行。會造成生產中斷的事件，必須隨著實際發生的狀況一一具體描述、分析並討論對策。

(2020/6/6 更新：單件加工週期時間 76~80 秒)

Case1:

2019/12/19(四)在做到第 1053pcs 時工件掉落，假設這個事件的發生頻率近似 0.1%，那就表示，一個月 10K 的量有可能會發生 10 次工件掉落事件。

以目前這系統來說，夾爪無法感知工件掉落，並回饋訊號告訴機械手臂緊急停止，這時候，持續運作並呈閉爪狀態的夾爪會造成一連串的撞機事件，定位站撞到使相對位置改變，後續的研磨點位都會跑掉，所以要一一檢視調整，約要 1 個工作天；一個月發生 10 次，所以最壞可能是 10 個維修工作天。可以看到，0.1%發生機率的工件掉落事件可能浪費 10 天無法生產。

至此，先給出第一個必須達成的目標： 「長時間穩定的自動化生產，必須要降低工件掉落發生的機率，以及能夠檢知事件發生並在第一時間急停的電控系統。」

(2020/5/15 更新：已達成)

Case2:

2020/2/10(一)發生另外一件離奇的事，在做到第 733pcs 時工件嚴重夾歪。照理說工件歪掉了應該會因為夾不穩而直接掉落，但它還是被夾住了。這造成嚴重後果，菜瓜布輪被刮出兩道深痕，影響研磨品質。當天下午被迫停機，直到隔天中午問題排除後才又繼續恢復生產。(※2020/2/26(三)又發生一次)

這裡可以給出第二個必須達成的目標： 「長時間穩定的自動化生產，必須要降低工件夾歪發生的機率，以及能夠偵測事件發生並在第一時間急停的電控系統。」

(2020/5/15 更新：已達成)

Case3:

第三種狀況發生在 2020/2/20(四)，定位站上有工件未被夾取，造成後續新的工件放入定位站時對撞。事後分析推斷，停留在定位站上的工件再做第二次夾取(做 Path_B 的夾取)時失敗，狀況應該會類似工件掉落，但最主要的差別在於，「工件停留(掉落)在定位站上」，所以機械手臂做新的循環時所夾取的新工件，對撞到定位站上的舊工件，結果撞擊力道太大，導致機械手臂急停。

如果說夾爪可以檢知工件掉落，理論上應該也要能檢知工件未被夾取，這是兩種類似的狀況，差別只在檢知的條件。因為不確定工件什麼時候會掉落，所以要隨時檢知工件是否掉落；而檢知工件是否被夾取，條件只須放在夾爪做閉爪動作之後。顯然，工件掉落的檢知要比未被夾取的檢知來的嚴格。

可以推論，如果「工件掉落」事件能被檢知並跳急停，則第三個狀況，「工件未被夾取」所間接導致的撞機事件，就不應該發生。

Case4:

2020/5/4(一)上午 11:57 機械手臂撞機，事後分析是因為套管的束帶斷裂，在進行上菜瓜布輪研磨時套管干涉到，導致機械手臂急停。目前已經更換新的束帶，當下的砂帶研磨總數 TotalCount 約為 15540，建議之後每做約 10000pcs 更換一次，為方便檢視，可定總計數在 25000, 35000, 45000.....時更換。

	A	B	C	D	E	F
1	Date	TotalCount	Work_PCS	Rework_PCS	StartingTime	EndingTime_Work
17	2020/4/22	14280	336	0	11:23:22	21:00:07
18	2020/4/23	14787	507	0	08:01:00	20:30:40
19	2020/4/24	14963	176	0	08:00:50	13:10:51
20	2020/4/27	15184	221	0	07:59:32	14:22:44
21	2020/4/28	15378	194	0	08:01:32	13:23:13
22	2020/4/30	15454	76	0	10:51:28	15:06:28
23	2020/5/4	15714	260	0	10:05:22	17:12:56

套管束帶更換履歷：

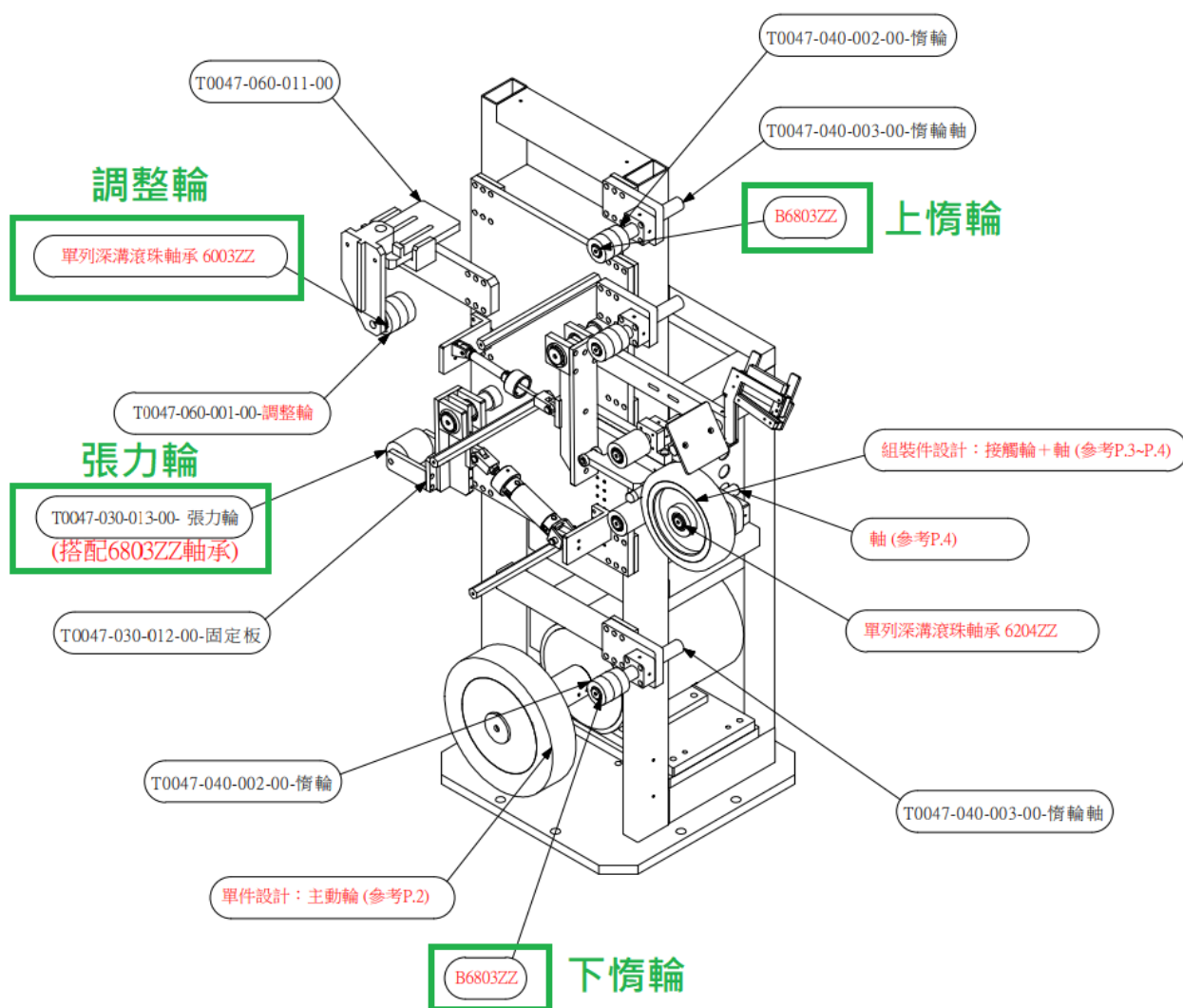
更換時間	預計更換 TotalCount	實際更換 TotalCount
2020/7/17	25000	24930
	35000	
	45000	
	55000	
	65000	

Case5:

2020/5/5(二)下午 1:00 礙於軸承損毀導致噪音過大，遂更換 3 對新的軸承，分別是上惰輪軸承 B6803ZZ 兩個、張力輪軸承 B6803ZZ 兩個以及調整輪軸承 6003ZZ。

其中以舊的調整輪軸承 7003 損毀最為嚴重，原因一來是開放式軸承容易進粉塵，二來是其規格屬於徑向荷重，不適用於調整輪。所以之後建議改用 6003ZZ 雙蓋式深溝滾珠軸承，特點是尚可承受雙向的軸向荷重，防塵性良好，價格也較便宜(44NTD/個)。

當下的 TotalCount 約為 15800，待下次又發出怪聲時再來比對，即可評斷防塵蓋效果。目前軸承備品尚有 B6803ZZ 三個、6003ZZ 兩個。



(示意圖：輪與軸)

軸承更換履歷：

更換時間	TotalCount	更換軸承數量				備用軸承數量	
		調整輪 6003ZZ	張力輪 6803ZZ	上惰輪 6803ZZ	下惰輪 6803ZZ	6003ZZ	6803ZZ
2020/5/5	15800	2	2	2		2	3

Case6:

2020/7/18(六)下午 1-2 點發現靠方孔側之 LOGO 面拉絲紋路不完整，事後檢查是出入刀點的接觸角度偏掉所致，可能因素包括但不限於：「 1. 上下蓋對鎖後有間隙 2. 下蓋圓孔面與底面的夾角是否偏掉 3. 夾指橡膠變形，夾取時兩邊擠壓量不一致造成角度偏斜 4. 砂帶面角度偏斜 5. 汽缸未將接觸輪頂到底，造成砂帶研磨時未完全貼面」；建議以程式微調角度的方式據實際情況調整，並更新調整履歷，也許可以發現其規律性，後續將調整角度納入 SOP。



(示意圖：靠方孔側之 LOGO 面拉絲紋路不完整)

LOGO 面砂帶拉絲出入刀點調整履歷：

時間	TotalCount	Z 軸偏轉角度差(ΔE_z°)				旋轉參數 rot_c	備註
		in_A	out_A	in_A2	out_A2		
2020/7/20 10:40	25133	0.48	0.40	-0.24	-0.18	[2, 2, 2, 2]	靠方孔側未磨全，手動教新姿態點位(方進圓出)
2020/7/21 9:46	25507	0	0	0	0	[0, 0, 0, 0]	靠圓孔側未磨全，旋轉參數歸零(圓進方出)
2020/7/21 11:36	25576	0.36	0.30	-0.18	-0.14	[1.5, 1.5, 1.5, 1.5]	靠方孔側未磨全，調整旋轉參數(方進圓出)
2020/7/24 9:08	27203	0	0	0	0	[0, 0, 0, 0]	靠圓孔側未磨全，旋轉參數歸零(圓進方出)
2020/7/30 9:27	28442	0.48	0.40	-0.24	-0.18	[2, 2, 2, 2]	靠方孔側未磨全，調整旋轉參數(方進圓出)
2020/7/30 10:32	28490	0	0	0	0	[0, 0, 0, 0]	靠圓孔側未磨全，旋轉參數歸零(圓進方出)
2020/7/31 9:25	28910	-0.10	-0.10	0.10	0.10	[-1, -1, -1, -1]	修改旋轉係數，再調整旋轉參數(圓進方出)

[illegible]

程式調整說明：

```

2600-508215-1 (2600-508215) x
T_ROB1/M_203_SandBelt x T_ROB1/M_112_SandBeltPath
32 PERS num rot_c{4} := [1, 1, 1, 1];
33
34
35 PROC Initialization_SB_pos_DA3C1()
36   dirvec_A := Direction_vector(in_A, out_A);
37   dirvec_A2 := Direction_vector(in_A2, out_A2);
38   dirvec_B_c := Direction_vector(in_B_circle, out_B_circle);
39   dirvec_B_s := Direction_vector(in_B_square, out_B_square);
40   dirvec_B2 := Direction_vector(in_B2, out_B2);
41   u_dirvec_A := Unit_direction_vector(dirvec_A);
42   u_dirvec_A2 := Unit_direction_vector(dirvec_A2);
43   u_dirvec_B_c := Unit_direction_vector(dirvec_B_c);
44   u_dirvec_B_s := Unit_direction_vector(dirvec_B_s);
45   u_dirvec_B2 := Unit_direction_vector(dirvec_B2);
46   Euler_Angles 0.10*rot_c{1}, 0.10*rot_c{2}, -0.10*rot_c{3}, -0.10*rot_c{4};
47 ENDPROC
48
49 !----- Compute the Euler Angles of in and out points
50 PROC Euler_Angles(num a, num b, num c, num d)

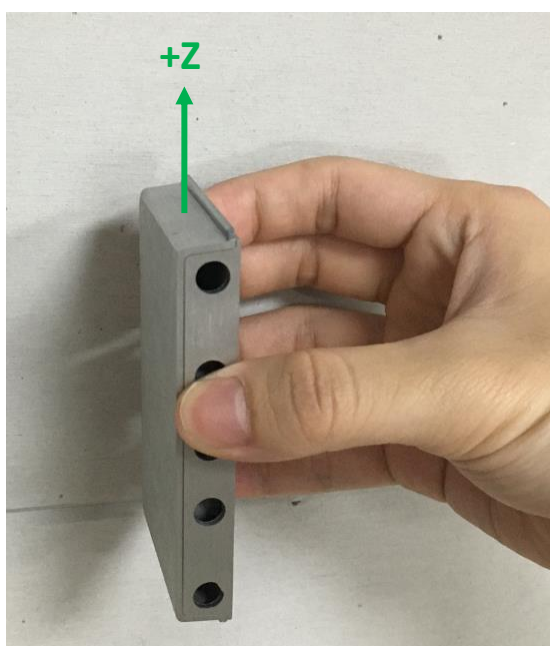
```

```

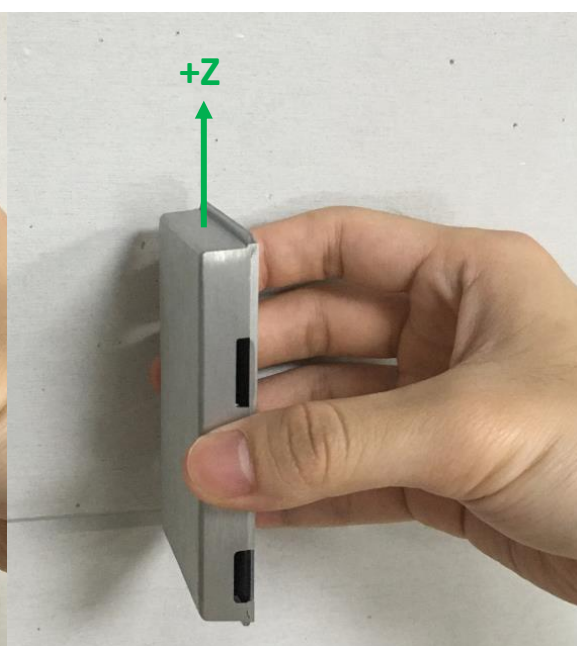
!--- Rotate the points of in and out around Z-Axis
in_A.rot := OrientZY(E_in_A{2,3}+a, E_in_A{2,2}, E_in_A{2,1});
out_A.rot := OrientZY(E_out_A{2,3}+b, E_out_A{2,2}, E_out_A{2,1});
in_A2.rot := OrientZY(E_in_A2{2,3}+c, E_in_A2{2,2}, E_in_A2{2,1});
out_A2.rot := OrientZY(E_out_A2{2,3}+d, E_out_A2{2,2}, E_out_A2{2,1});

```

- 代碼位置：TASK T_ROB1 → MODULE M_203_SandBelt → PROC Euler_Angles
- 關鍵參數[紅框處]說明如下：
 1. $E_{in_A}\{2,3\} + a$ [舊姿態的入刀點延著+Z 軸向轉 a° ； $a = 0.10 \times 1 = 0.10$]
 2. $E_{out_A}\{2,3\} + b$ [舊姿態的出刀點延著+Z 軸向轉 b° ； $b = 0.10 \times 1 = 0.10$]
 3. $E_{in_A2}\{2,3\} + c$ [舊姿態的反向入刀點延著+Z 軸向轉 c° ； $c = -0.10 \times 1 = -0.10$]
 4. $E_{out_A2}\{2,3\} + d$ [舊姿態的反向出刀點延著+Z 軸向轉 d° ； $d = -0.10 \times 1 = -0.10$]
 5. 請修改旋轉參數 rot_c 內的值來調整角度；正號「方進圓出」，負號「圓進方出」

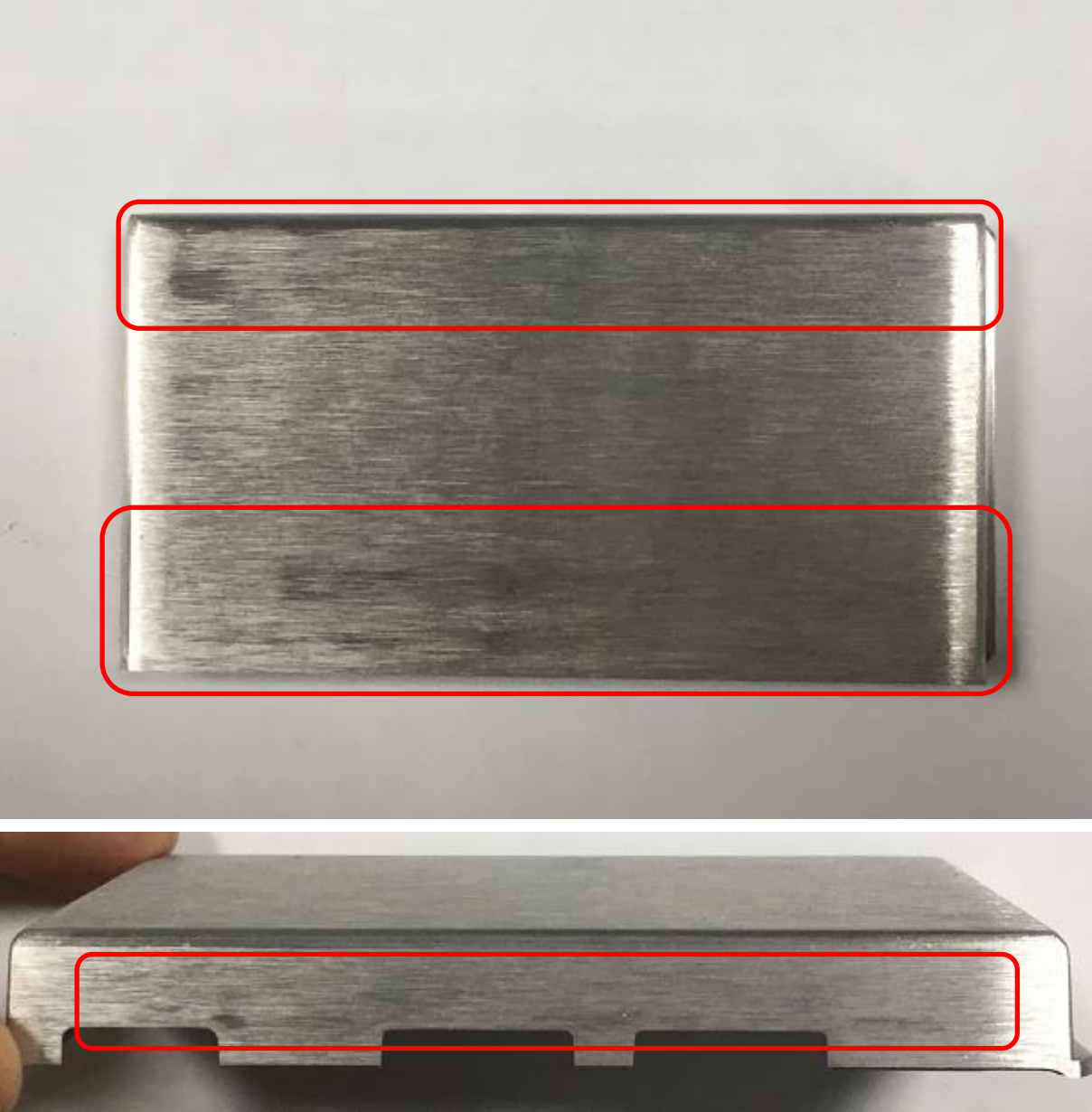


(示意圖：出入刀點+Z 軸向)



(示意圖：反向出入刀點+Z 軸向)

DA3C1 外觀瑕疵整理

	
分類 1：整面拉絲紋路不均勻 (Logo 面、圓孔面、方孔面)	
原因： 如首件檢查時發現此情況，多半是由於汽缸未將接觸輪頂到底，造成砂帶研磨時未完全貼面所致。(※2020/6/3 後記：張力輪的氣缸壓力調小可改善接觸輪沒頂到底的問題，但會因砂帶張力不足，造成在運轉時會橫向偏移，導致方孔面的上緣未拉到絲。衡量後還是決定維持現狀，生產前請手動確認接觸輪已頂到底)	
對策： 請手動將接觸輪向外推到底(已納入生產前 SOP)。	



分類 2：靠方孔側之 Logo 面拉絲紋路不完整

原因：砂帶貼面角度斜向靠圓孔側之 Logo 面，造成整面研磨量不平均；須進一步分析造成貼面角度歪掉的原因並逐一排除，才能正確歸因。可能因素包括：「1. 上下蓋對鎖後有間隙 2. 下蓋圓孔面與底面的夾角是否偏掉 3. 夾指橡膠變形，夾取時兩邊擠壓量不一致造成角度偏斜 4. 砂帶面角度偏斜 5. 汽缸未將接觸輪頂到底，造成砂帶研磨時未完全貼面 6. 工件夾歪(夾取點可能發生在：料盤、定位站)」。(※2020/6/3 後記：新翻面站有效降低工件夾歪的事件發生，從而改善此問題；可反推分類 2 的主因即為第 6 點)

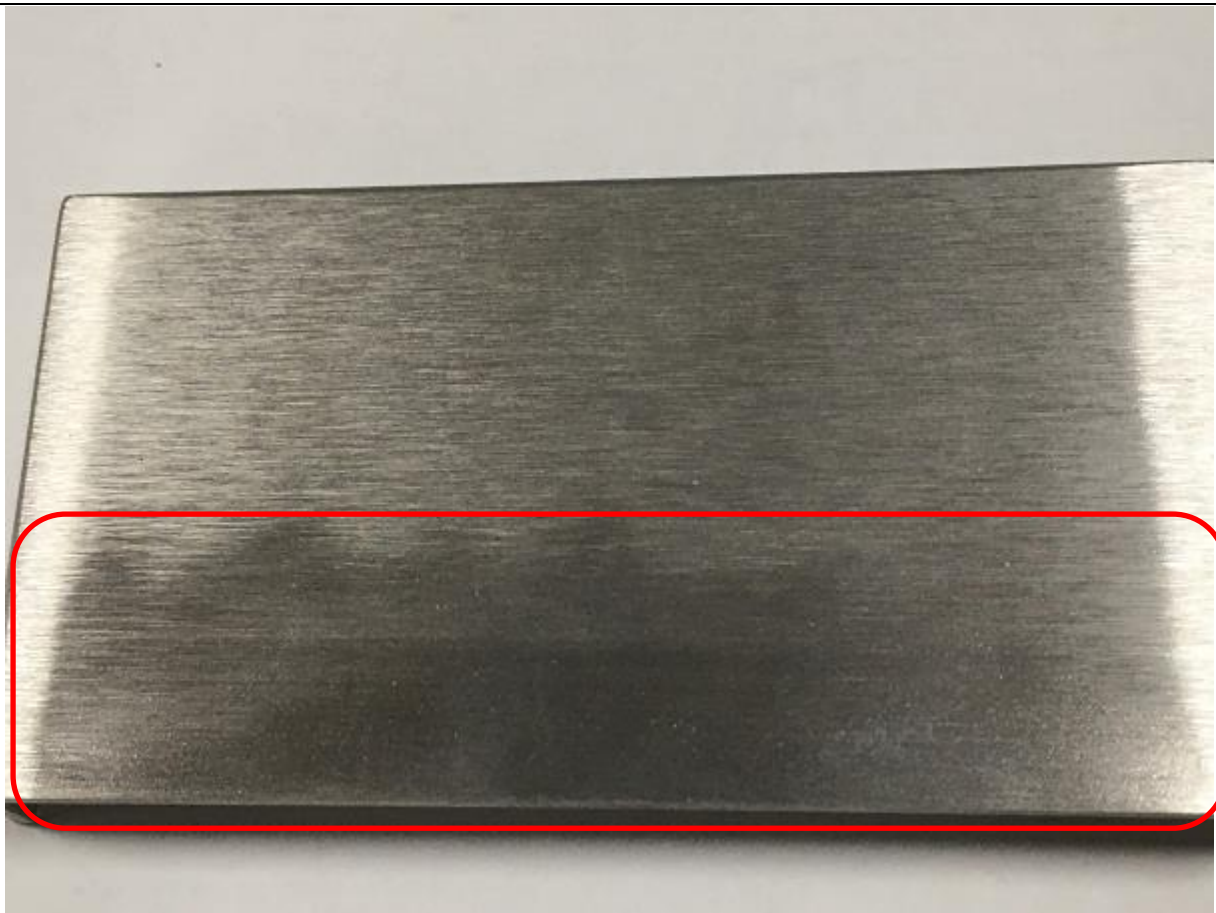
對策：調整拉絲面出入刀點的角度，根據以往經驗，約 0.1~0.5 度。請先統計發生比例，若超過 50%再調整，比方說做 10 個發生超過 5 個。

生產前 SOP：

開機→轉手動模式→進入示教器「輸入輸出」，調整 Go_SandBelt_ITV = 50→手動將接觸輪向外推到底→確認 Path_A 的出入刀點「in_A2, out_A2, in_A, out_A」角度沒有偏掉，有的話就調整→夾爪回「Feeder_Home」→轉自動模式→初始化→啟動

量產時調整 SOP：

循環停止→轉手動模式→確認 Path_A 的出入刀點「in_A2, out_A2, in_A, out_A」角度沒有偏掉，有的話就調整→夾爪回「Feeder_Home」→轉自動模式→初始化→啟動



分類 3：靠圓孔側之 Logo 面拉絲紋路不完整

原因：砂帶貼面角度斜向靠方孔側之 Logo 面，造成整面研磨量不平均；須進一步分析造成貼面角度歪掉的原因並逐一排除，才能正確歸因。可能因素包括：「1. 上下蓋對鎖後有間隙 2. 下蓋圓孔面與底面的夾角是否偏掉 3. 夾指橡膠變形，夾取時兩邊擠壓量不一致造成角度偏斜 4. 砂帶面角度偏斜 5. 汽缸未將接觸輪頂到底，造成砂帶研磨時未完全貼面 6. 工件夾歪(夾取點可能發生在：料盤、定位站)」。(※2020/6/3 後記：新翻面站有效降低工件夾歪的事件發生，從而改善此問題；可反推分類 3 的主因即為第 6 點)

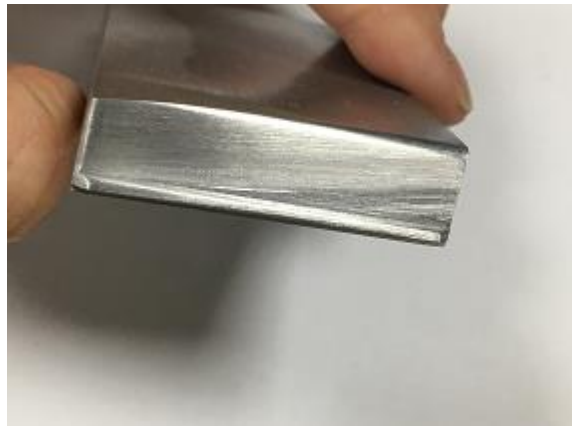
對策：調整拉絲面出入刀點的角度，根據以往經驗，約 0.1~0.5 度。請先統計發生比例，若超過 50%再調整，比方說做 10 個發生超過 5 個。

生產前 SOP：

開機→轉手動模式→進入示教器「輸入輸出」，調整 Go_SandBelt_ITV = 50→手動將接觸輪向外推到底→確認 Path_A 的出入刀點「in_A2, out_A2, in_A, out_A」角度沒有偏掉，有的話就調整→夾爪回「Feeder_Home」→轉自動模式→初始化→啟動

量產時調整 SOP：

循環停止→轉手動模式→確認 Path_A 的出入刀點「in_A2, out_A2, in_A, out_A」角度沒有偏掉，有的話就調整→夾爪回「Feeder_Home」→轉自動模式→初始化→啟動

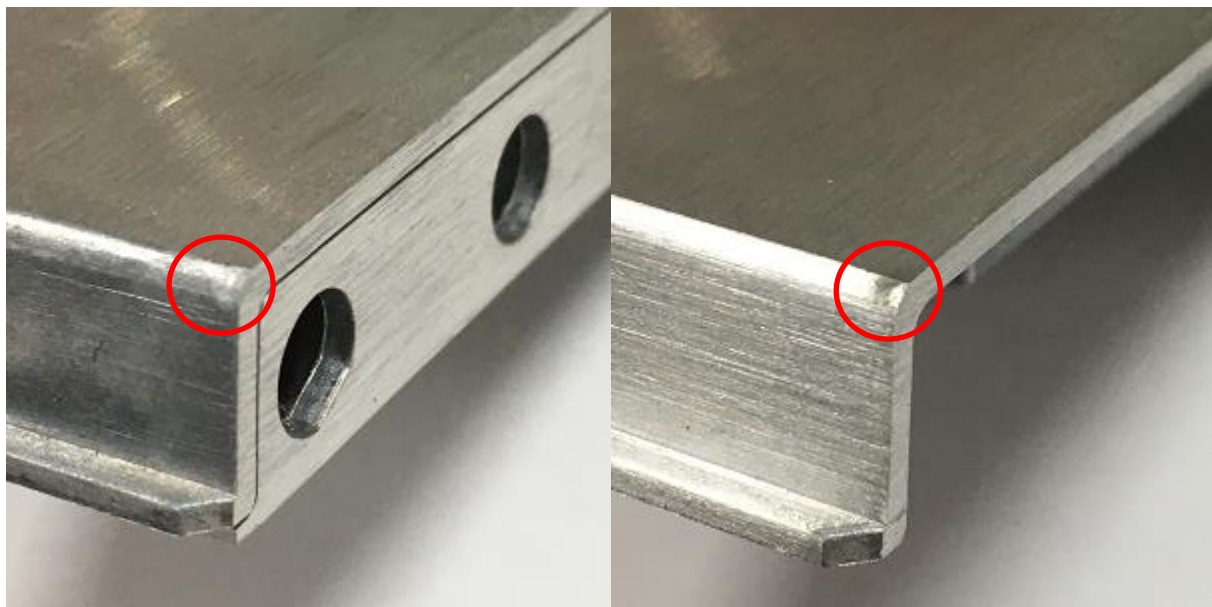


分類 4：拉絲紋路不完整且線條歪掉

原因：工件嚴重夾歪(夾取點可能發生在: 料盤、定位站)

(※2020/6/3 後記：新翻面站有效降低工件夾歪的事件發生)

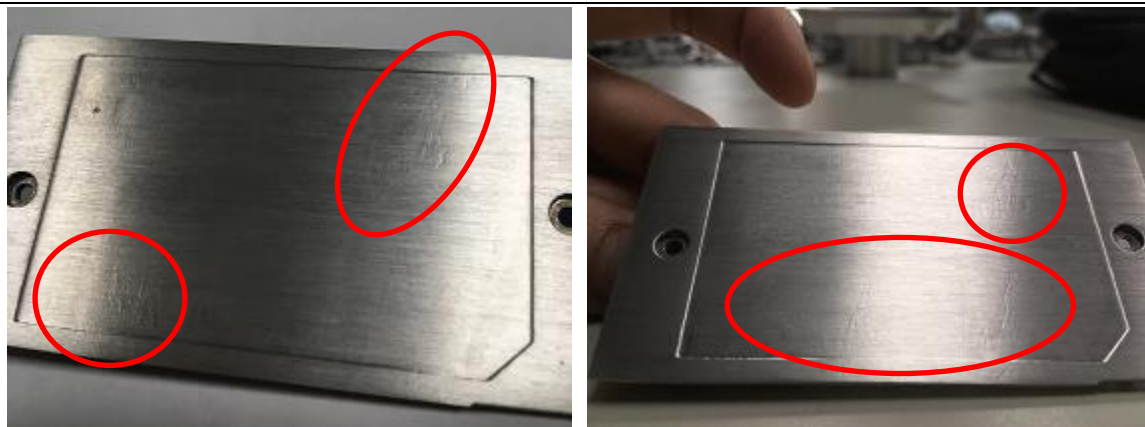
對策：現階段只能依賴人眼監控，在第一時間發現工件夾歪時按急停，人工排除狀況。如未急停，不幸將菜瓜布輪刮出深溝，會影響後續的研磨外觀，視覺上會有一條研磨不均的線；此時請將人機介面上的工件選擇改成 18→初始化→左盤重新上料→啟動→執行磨平補救程序。照過往經驗來看，磨的量去換算約可做 2000~3000pcs



分類 5：異色點

原因：表面曲率不一致，經菜瓜布輪拋光後會凸顯這種反射角不同造成的視覺差異。

對策：拉絲製程上無解，建議簽限度樣。

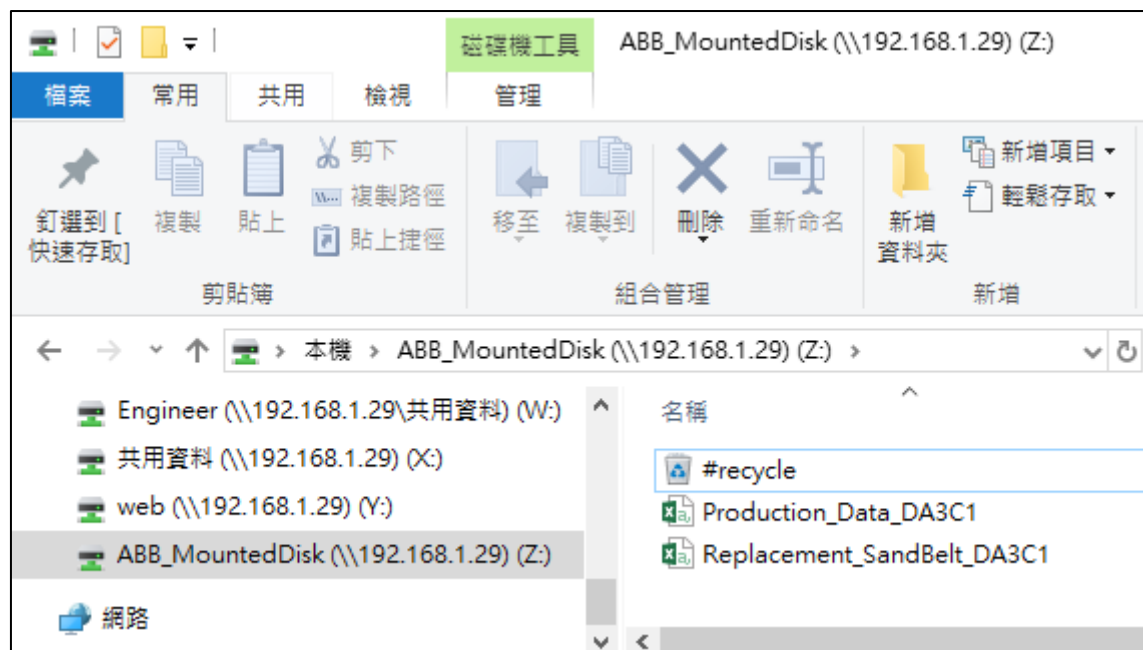


分類 6：皺痕

原因：壓鑄填充時產生的痕跡，砂帶與菜瓜布輪拉絲後仍無法消除。

對策：拉絲製程上無解，但因位於 Label 區，貼紙會蓋過。

12. 紀錄檔案



機械手臂在每次開機時，會透過 FTP(須接上區網的中繼器)自動記錄上一次的生產資料至「Production_Data_DA3C1.csv」，位於區網 NAS Server(192.168.1.29)的 ABB_MountedDisk 資料夾內，可掛載至電腦上方便查看。由於程式不支援中文編碼，所以項目均以英文表示。

另外，csv 檔在儲存時是以逗號「,」作為列的區間分隔，為避免檔案被修改後 ABB 手臂無法寫入資料，故僅將可讀寫權限設給 ABB 帳號，其餘帳號皆設唯讀。

※亦可點選以下捷徑下載查看

「Production_Data_DA3C1.csv」：<http://gofile.me/5356i/Fu4KdwJzl>

「Replacement_SandBelt_DA3C1.csv」：<http://gofile.me/5356i/N59bJwopy>

Production_Data_DA3C1 數據項目說明

TotalCount	Work_Sets	TOP_PCS	BTM_PCS	Date_PowerOn	StartingTime
25506	373	0	0	2020/7/20	08:50:34
25851	345	0	0	2020/7/21	07:58:52
26282	430	0	0	2020/7/22	06:58:46

TotalCount： LOGO 面加工總計數(含重工)

Work_Sets： 加工組數(不含重工 ※一組: 上下蓋各一件)

TOP_PCS：上蓋單獨加工件數(含重工)

BTM_PCS：下蓋單獨加工件數(含重工)

Date_PowerOn：開機日期

StartingTime： 開機時間

Date_PowerOff	EndingTime_Work	EndingTime_Rework	CycleTime	OperatingTime
2020/7/20	20:31:26	N/A	77.765	08:03:26
2020/7/21	00:09:20	N/A	76.983	07:22:39
2020/7/22	20:32:13	N/A	77.283	09:13:52

Date_PowerOff：關機日期

EndingTime_Work：最後一件加工結束之時間

EndingTime_Rework：最後一件重工結束之時間

CycleTime：週期時間(含重工)

OperatingTime：運轉時間(含重工)

PCS/SB	SB_SP_QTY	SB_SP_eq_PCS	SB_SP_eq_HRS
1000	63	63548	1721.68
1000	63	63267	1739.25
1000	62	63000	1733.7
1000	62	62625	1715.05

PCS/SB：每條砂帶所設定的可加工件數

SB_SP_QTY：砂帶庫存數

SB_SP_eq_PCS：尚可加工件數

SB_SP_eq_HRS：尚可加工時數

UCW_SP_QTY	UCW_PP_LifeSpan(%)	UCW_PP_eq_PCS	UCW_PP_eq_HRS
0	29.77%	6215	171.73
0	28.47%	5934	164.1
0	27.23%	5667	158.47
0	25.50%	5292	145.06

UCW_SP_QTY：上菜瓜布輪庫存數 (UCW 表示上菜瓜布輪或簡稱上輪)

UCW_PP_LifeSpan(%)：當前上輪之壽命百分比 (※低於 1%會跳更換警示)

UCW_PP_eq_PCS：當前上輪尚可加工件數

UCW_PP_eq_HRS：當前上輪尚可加工時數

LCW_SP_QTY	LCW_PP_LifeSpan(%)	LCW_PP_eq_PCS	LCW_PP_eq_HRS
0	79.79%	43895	1212.85
0	79.36%	43614	1206.11
0	78.95%	43347	1212.11
0	78.38%	42972	1177.94

LCW_SP_QTY：下菜瓜布輪庫存數 (LCW 表示下菜瓜布輪或簡稱下輪)

LCW_PP_LifeSpan(%)：當前下輪之壽命百分比 (※低於 1%會跳更換警示)

LCW_PP_eq_PCS：當前下輪尚可加工件數

LCW_PP_eq_HRS：當前下輪尚可加工時數

※(1) 2020/5/11(一)新增額外項目以追蹤菜瓜布輪進刀補償量

※(2) 2020/5/13(三)新增剩餘項目同之後說明的「Replacement_SandBelt_DA3C1」

UCW_k	LCW_k	UCW_dif_a	LCW_dif_a
6.96151	11.5307	0.00102997	0.000808716
6.96151	11.5307	0.00102043	0.000818253

UCW_k： 上輪 k 值

LCW_k： 下輪 k 值

UCW_dif_a： 上輪當前的單件進刀補償量

LCW_dif_a： 下輪當前的單件進刀補償量

UCW_a	LCW_a	UCW_remaining_a	LCW_remaining_a
25.1762	18.169	8.06606	52.2113
25.1885	18.1788	8.05375	52.2015

UCW_a： 上輪當前的已進刀補償量

LCW_a： 下輪當前的已進刀補償量

UCW_remaining_a： 上輪當前剩餘的可進刀補償量

LCW_remaining_a： 下輪當前剩餘的可進刀補償量

UCW_timer	LCW_timer	UCW_mean_time	LCW_mean_time	UCW_count	LCW_count
48253.58	60882.15	1.78575	2.5675	16809	16768
48273.21	60910.41	1.78464	2.56927	16820	16779

UCW_timer： 上輪上緣(磨左側面)的累計研磨接觸時間

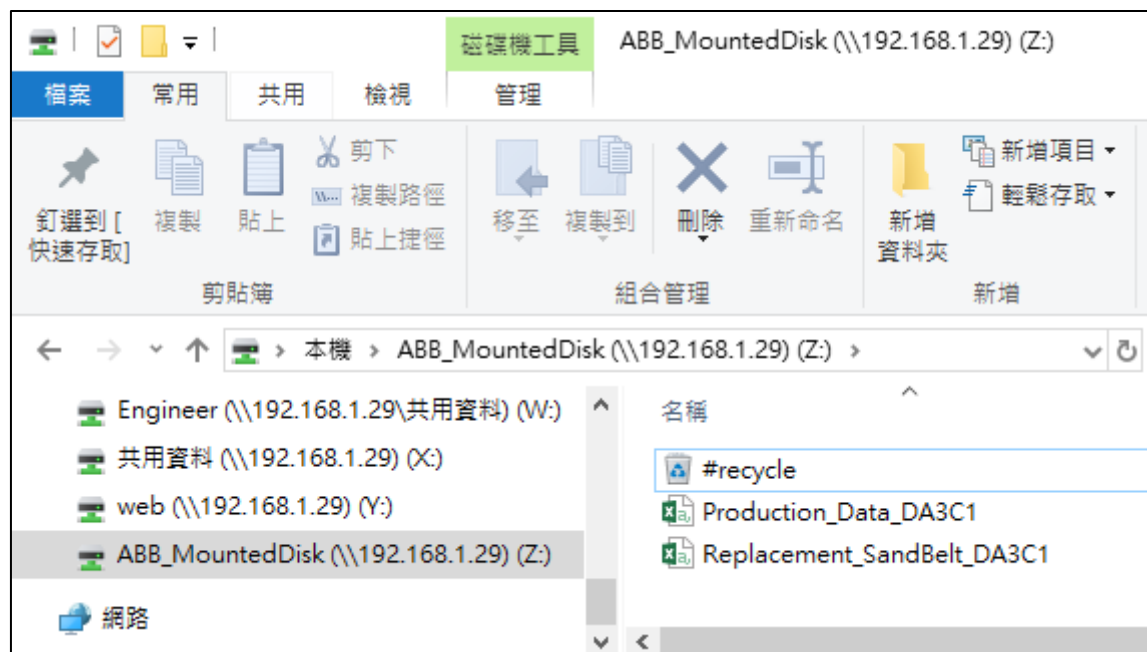
LCW_timer： 下輪上緣(磨底面)的累計研磨接觸時間

UCW_mean_time： 左側面的平均研磨接觸時間

LCW_mean_time： 底面的平均研磨接觸時間

UCW_count： 上輪的累計研磨計數

LCW_count： 下輪的累計研磨計數



機械手臂在每次砂帶壽命到期時，會透過 FTP(須接上區網的中繼器)自動記錄該條砂帶的相關數據至「Replacement_SandBelt_DA3C1.csv」

※亦可請點選以下捷徑下載查看

「Production_Data_DA3C1.csv」：<http://gofile.me/5356i/Fu4KdwJzl>

「Replacement_SandBelt_DA3C1.csv」：<http://gofile.me/5356i/N59bJwopy>

Replacement_SandBelt_DA3C1 數據項目說明

Date	Time	TotalCount	CycleTime	PCS/SB	SB_SP_QTY
2020/5/18	14:06:21	17597	79.775	1000	55

Date：砂帶壽命到期日

Time：砂帶壽命到期的時間

PCS/SB：每條砂帶所設定的可加工件數

SB_SP_QTY：砂帶庫存數

Timer_A	Mean_time_A	Count_A	Timer_B2	Mean_time_B2	Count_B2
2500.03	2.50004	1000	470.58	0.699235	673

Timer_A：Logo 面的累計研磨接觸時間

Mean_time_A：Logo 面的平均研磨接觸時間

Count_A：Logo 面的累計研磨計數 (※壽命到時會等於 PCS/SB)

Timer_B2：底面的累計研磨接觸時間

Mean_time_B2：底面的平均研磨接觸時間

Count_B2：底面的累計研磨計數

Timer_B_c	Mean_time_B_c	Count_B_c	Timer_B_s	Mean_time_B_s	Count_B_s
1553.79	2.29511	677	1721.38	2.54266	677

Timer_B_c：圓孔面的累計研磨接觸時間

Mean_time_B_c：圓孔面的平均研磨接觸時間

Count_B_c：圓孔面的累計研磨計數

Timer_B_s：方孔面的累計研磨接觸時間

Mean_time_B_s：方孔面的平均研磨接觸時間

Count_B_s：方孔面的累計研磨計數