



SYNTEC
TECHNOLOGY CO.,LTD.

調適與機構補償

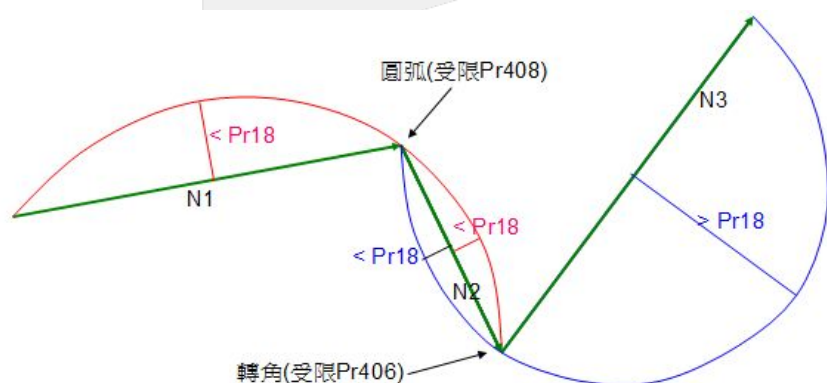
匯出日期：2025-09-27
修改日期：2017-12-06

1 高速高精應用手冊

1.1 參數說明

版本	參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr18	高速高精允許最大弦誤差	[1~100]	BLU	15	按Reset鍵
V12	-					

- 此參數將決定以虛擬圓弧逼近單節路徑時，所能容忍的最大誤差，設定值越大，則越多單節交接處會被視為圓弧，越少單節交接處會被視為轉角，反之亦然。



- 相關應用說明可參閱「EMC2_C009_高速高精相關參數設定」。
- 10.114.52(含)之後的版本不再提供此參數。

版本	參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr401	切削的加減速時間	[0~5000]	ms	300	按Reset鍵
V12	P21401					

- 設定各軸在G01/G02/G03/G31模式下，合成狀態加速至最高速度Pr405所需時間，換言之，此參數與Pr405將決定合成最大加速度為

$$A_{\max} = \frac{No405 / 60}{No401 / 1000} \left(\frac{mm}{sec^2} \right)$$

加速度越大，加工時間越快，但工件易出現過切刻痕。針對一般銑床加工中心，建議此參數約為切削最高速度Pr405的0.02~0.05倍之間。

系統會自動將合成切削最大加速度分配給各軸的加速度，與Pr541~ & Pr621~所決定的各軸切削最大加速度作比較，選取較小的設定作為各軸規劃依據。

實際上，切削加減速時間（Pr401）需要根據機台剛性做調整，剛性越大，時間可以越短，剛性小，時間需要的也越大。

				小型機床	中型機床	大型機床	
最高速每增加1000mm/min， 加速度時間增加的建議值				20	35	50	
版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr402		加速到加速度1G所需的時間	[1~3500]	ms	150	按Reset鍵
V12	P21402	N1~N 4					

- 設定各軸在G01/G02/G03/G31模式下，合成狀態加速至1G加速度所需時間，換言之，此參數將決定合成最大加加速度(Jerk)為

$$J_{\max} = \frac{9.8}{No402 / 1000} \left(\frac{m}{\sec^3} \right),$$

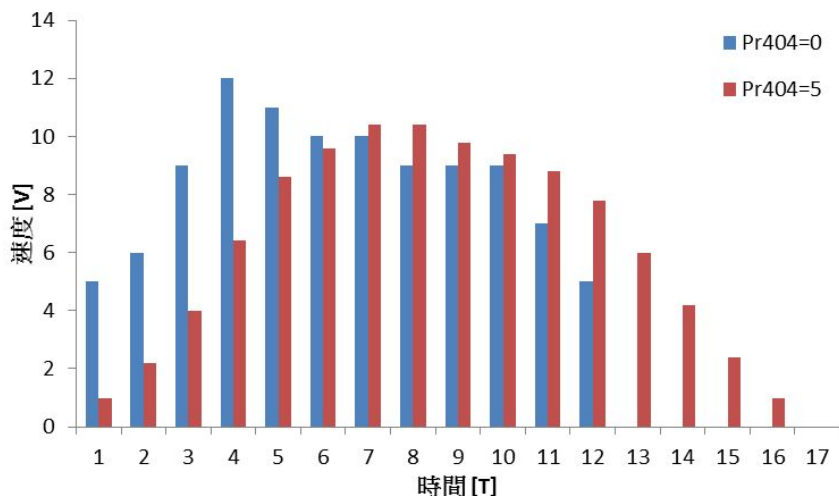
沖量越大，加工時間越快，但機台也越容易出現抖動。此參數一般建議值為150，若機台抖動情形不明顯，可再酌量減少；反之抖動情形嚴重，則建議加大設定。

系統會自動將合成最大沖量分配給各軸的沖量，與Pr641~所決定的各軸最大沖量作比較，選取較小的設定作為各軸規劃依據。

參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
404	後加減速切削鐘型加減速時間	[0~100]	ms	20	Reset

此參數可針對前加減速時所規劃的速度曲線加以平滑化，降低速度命令的跳動，藉此降低機台抖動，一般車床或三軸銑床建議值為10ms ~ 20ms。

如下圖所示，設定越大，指令平滑效果越好，但加工精度越差。



若有開啟高精度平滑功能(SPA)時，也就是Pr3808設置在1~5之間，則可以視機台震動狀況再降低Pr404。

針對特定產機應用，若不需要轉角減速功能，在Pr406與Pr408為極大值狀況下，建議將Pr404設大(3000 mm/min 速度，可放大到50ms)，以「後加減速」的方式，提供機台必要的加減速保護，避免機構受到太大沖擊。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr405		切削時的最高進給速度	[6~3600000]	mm/min	5000	按Reset鍵
V12	P21405	N1~N4					

- 設定各軸合成速度最大值。

設定切削模式下，合成切削最高速度的上限值。

系統會自動將合成切削最高速度分配給各軸的速度，與Pr621~所決定的各軸最高速度作比較，選取較小的設定作為各軸規劃依據。

參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
406	轉角參考速度	[6~3600000]	mm/min	500	Reset

設定G01/G31模式下，單節轉角為120度時，合成角隅速度所能允許的最高速度。設定越大，加工時間越快，但角隅精度較差；反之則加工時間越慢，但角隅精度較好。

10.112版本建議值為500；10.114及10.116版本，再不變動Pr408前提下，遇到特徵較為精緻且細微的工件，建議將數值調小為150；遇到較平滑的表面或尺寸較大的工件，建議將數值調大為375。

系統會自動將合成角隅速度分配給各軸的速度，與Pr601~所決定的各軸最高角隅速度作比較，選取較小的設定作為各軸規劃依據。

若啟用G61或G09(確實停止檢測/In-position check)，系統將自動取消轉角減速功能。

若加工程式單節包含輔助軸或旋轉軸，請務必下修各軸轉角參考速度Pr601~，以避免機台抖動過大，建議值是500。

參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
407	路徑誤差容許量(um)	[2~20]	um	2	Reset

設定G05高精軌跡控制模式下，可容許的幾何軸加工誤差量。設定越小，加工精度越好，但曲線變化較大；反之亦然。

此參數設定值與CAD/CAM的轉檔內外公差有關，公差設置愈大，則此參數設定值應放大，一般銑床加工建議設定在5um以內。

參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
408	半徑5mm圓弧切削參考速度	[0~3600000]	mm/min	500	Reset

設定G02/G03模式下，圓弧最高速度的上限值，公式定義如下，其中Rref為5mm。

$$V_{\max} = \text{Pr } 408 \times \sqrt{\frac{R}{R_{\text{ref}}}}$$

承上，由於圓弧切削時，伺服落後會造成圓半徑內縮，因此利用上述公式，系統可自動對圓弧速度作限制，以確保圓弧加工的內縮誤差量固定，一般工具機建議值為2000~4000。

圓弧運動時，若因高速運動致使離心力過大，造成圓弧路徑出現抖動紋路時，建議下修Pr408設定，以改善加工效果。

此參數除了用來限制G02/G03的速度上限外，針對G01模式，系統也會參考此參數作為各單節交接處的速度限制，因此若設定過小，將造成G01各單節轉角出現異常減速之情形。

版本	參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr541~Pr560	軸向切削的加減速時間	[0~5000]	ms	50	按Reset鍵
V12	P31010 N1~N18					

- 設定各軸在G01/G31模式下，加速至其最高速度Pr621~所需時間，換言之，此參數與Pr621~將決定各軸最大加速度為

$$A_{\max} = \frac{No621 \sim /60}{No541 \sim /1000} \left(\frac{mm}{sec^2} \right)$$

加速度越大，加工時間越快，但精度較差且工件易出現過切刻痕。

系統會自動將合成切削最大加速度(Pr401&Pr405)分配給各軸的加速度，與Pr541~ & Pr621~所決定的各軸切削最大加速度作比較，選取較小的設定作為各軸規劃依據。

承上，建議在機台存在特定軸向無法負荷合成最大加速度時，再開啟該軸向的各軸切削最大加速度限制作為保護。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr601~Pr620		軸向轉角參考速度	[6~3600000]	mm/min	500	按Reset鍵
V12	P31005	N1~N18					

- 在直線轉角時，能夠預看轉角大小，事先減速，以參數設定的速度轉彎。
- 10.112.X版本之前，此參考速度為轉角90度時，允許的角隅最高速度值，建議值為500 mm/min。
- 10.114.X版本之後，此參考速度為轉角120度時，允許的角隅最高速度值，建議值為500 mm/min。
- 此速度越大時加工越快，但角隅精度差，此速度設定值越小，轉角速度越慢，但角隅精度較好。
- 若為旋轉軸，則單位為deg/min
- 特別注意：
 - a. G code 若有設定G61或G09 確實停止檢測(In-position check)，控制器將自動取消轉角減速機制。
 - b. 若不需要轉角減速功能，可將參數406與408設定為極大值，轉角就會以較高的速度轉彎，但同時請將 Pr404設大(3000 mm/min 速度，可放大到50ms)，以『後加減速』的方式，提供機台必要的加減速保護，避免機構受到太大沖擊。
 - c. 若加工程式單節包含輔助軸或旋轉軸，請務必設定參數601~620，以避免機台抖動過大，建議值是500。
 - d. 若參數406設定為0，代表關閉合成轉角參考速度的限制，請務必設定參數601~620，以避免機台抖動過大，建議值是500。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr621~Pr640		軸向切削的最高進給速度	[6~3600000]	mm/min	5000	按Reset鍵
V12	P31004	N1~N18					

- 設定各軸在G01/G31模式下，單軸速度最大值。

- 若軸向為旋轉軸，則單位為deg/min。

設定切削模式下，各軸最高速度的上限值。

系統會自動將合成切削最高速度(Pr405)分配給各軸的速度，與各軸切削最高速度作比較，選取較小的設定作為各軸規劃依據。

承上，建議在機台存在特定軸向無法滿足合成切削最高速度時，再開啟該軸向的各軸切削最高速度限制作為保護。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr641~Pr660		軸向重力加速度加減速時間	[1~500]	ms	10	按Reset鍵
V12	P31011	N1~N18					

- 設定各軸在G00/G01/G02/G03/G31/增量寸動下，單軸加速至1G加速度所需時間，換言之，此參數將決定單軸最大沖量為

$$J_{\max} = \frac{9.8}{No641 \sim / 1000} \left(\frac{m}{\sec^3} \right)$$

- 連續寸動的設定請參考 寸動(JOG)功能使用說明。

系統會自動將合成最大沖量(Pr402)分配給各軸的沖量，與各軸最大沖量作比較，選取較小的設定作為各軸規劃依據。

承上，建議在機台存在特定軸向無法滿足合成最大沖量時，再開啟該軸向的各軸最大沖量限制作為保護。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr3802		內定高精控制模式	[0~2]	-	0	按Reset鍵
V12	P523	N1					

- 此參數用來設定內定高精控制模式，未開啟Option11(高精軌跡控制模式)時，參數值定義如下：
0: G64;
1: G62;
- 開啟Option11(高精軌跡控制模模式)時，參數值定義如下：
0: G64;
1: G62;
2: HPCC;

- 10.114.26E、10.114.33G、10.114.38M及10.114.50B各版本以後的更新，以及10.114.52(含)之後的版本不再提供此參數，統一使用G64為預設高精控制模式。
- 10.116.x(含)之後的版本，重新提供此參數。
- 並非所有機型都支援G62，若使用上有疑慮，請聯絡原廠。

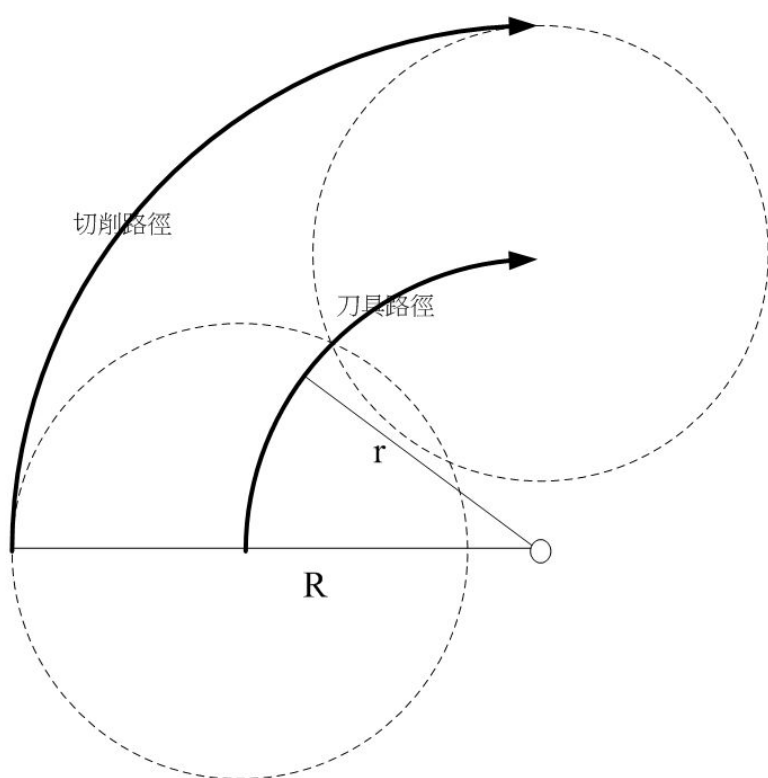
版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr3820		內圓弧切削最低減速比	[1~100]	%	2	按Reset鍵
V12	P20123	N1~N4					

- 為了維持在工件表面等速率的切削，在作完刀徑補償後，會根據切削路徑的半徑R和刀具路徑的半徑r的比例，重新規劃速度：

$$F_{actual} = \frac{r}{R} \times F$$

$$\frac{r}{R}$$

- 此參數限制 $\frac{r}{R}$ 最低的比例。



版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr3808		高精度平滑性(SPA)	[0~9]	-	0	按Reset鍵
V12	P21411	N1~N4					

- 高精度平滑性功能，是針對伺服落後造成工件尺寸內縮而開發的精度補償功能。
 - 0：表示不開啟
 - 1~5：表示開啟不同程度的精度補償
 - 6~9：特殊應用，需要極度高速切削時(通常是在使用線性馬達的應用場合)使用，一般的螺桿機構則不建議使用
- SPA各版本(SPA1.0 / SPA2.0 / SPA3.0)詳細功能與啟用限制請參考前饋補償應用手冊。

1.2 G碼指令說明（銑床CE系統限定）

1.2.1 G05.1路徑平滑模式

指令格式：

G5.1 Q_ E_：啟動平滑功能

G5.1 Q0：關閉平滑功能

Q：啟動/關閉平滑功能的開關，其中啟動功能可分為Q1/Q2兩種模式

E：平滑的允許最大路徑誤差，單位為IU(公制mm/英制inch)

目的：

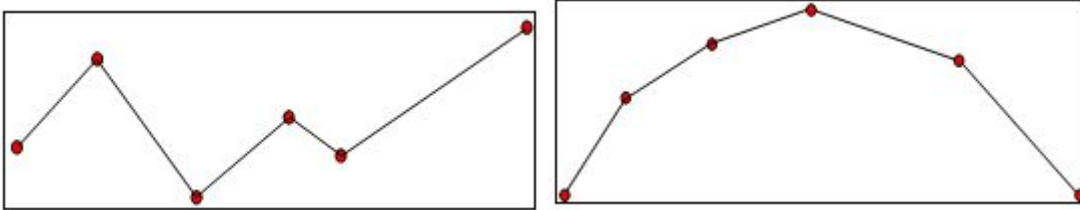
根據G05.1所帶的E引數，對加工路徑進行修飾平滑，以達縮短加工時間且提升切削平穩性的目的。E引數越大，則平滑後的軌跡與原始路徑差異越大。



不平順的加工單節示意圖 平滑過的加工單節示意圖

G5.1 Q1適用情境：如下左圖所示，NC路徑崎嶇不平雜點較多。

G5.1 Q2適用情境：如下右圖所示，NC路徑曲率一致，但是打點密度較疏，一般起因於CAD/CAM的加工精度設較低。



注意事項與使用限制

此功能僅支援銑床CE系統，有效版本始於10.114.56。

E引數有效輸入為2~20，單位0.001mm/0.001inch。當輸入小於2，內訂為2；輸入大於20，內訂為20。

指令不完整(例如少下Q或E)，或是指令不正確(例如Q值錯誤，或E值小於等於0)，系統發出【COR-107 G5.1/G05 指令格式錯誤】警報。

G61/G63模式之下，禁止使用啟動平滑功能的指令(G5.1)，否則系統發出【COR-106在G61或G63模式下禁止使用G5.1路徑平滑】警報。

承上，G5.1模式中啟用G61/G63，系統將停止平滑功能，直到跳出G61/G63模式後再啟動。

平滑的動作，只對G5.1 Q1/Q2 E_到G5.1 Q0之間的G01指令有效。

在G5.1模式之下，下達刀長補正指令(如G43)或座標轉換指令(如G54)，若下一個指令為G01，則不進行平滑動作，之後的G01指令回復平滑動作。

若設定UVW為XYZ軸增量指令(Pr3809=1)，此功能關閉。

程式範例

```
N001 G05.1 Q1 E0.01//開啟平滑模式，允許誤差為10um
N002 G90 G01 F2000
N003 X-0.002 Y-0.001//以下指令進行平滑
N004 X-0.003 Y-0.003
N005 X-0.004 Y-0.005
N006 X-0.005 Y-0.007
N007 X-0.007 Y-0.008
N008 X-0.008 Y-0.009
N009 X-0.011 Y-0.010
N010 X-0.013 Y-0.012
N011 X-0.014 Y-0.013
N012 X-0.015 Y-0.015
N013 X-0.016 Y-0.018
N014 G05.1 Q0//關閉平滑模式
N015 M30//程式結束
```

1.2.2 G05高精軌跡控制模式(HPCC)

指令格式：

啟動G05高精軌跡控制模式 (HPCC)：

G05P10000

G05 P10000 X0 Y0 Z0 (A_) (B_)

G05P10000 E_
G05E_

關閉G05高精軌跡控制模式 (HPCC):

G05 P0
G05

P : 指定開啟或是關閉G05高精軌跡控制模式 (HPCC), P值設10000為開啟, 0為關閉。若有設E值, 則P值內定為10000; E值及P值皆未設定, 則P值內定為0。

XYZ : 指定要進行平滑的幾何軸軸向, 引數必須為0。

(A_)(B_) : 指定要進行平滑的旋轉軸軸向, 引數為容許誤差, 必須為正(>0), 單位為degree。

E : 根據此誤差值, 控制器自動調整參數或路徑, 單位為IU(公制mm、英制inch)。

說明:

G05高精軌跡控制模式(HPCC)包含下面兩大核心

- **NURBS曲線擬合** : 根據容許的幾何軸誤差值Pr407及指令給定的旋轉軸容許誤差值, 進行曲線的嵌合, 達到理想上的連續平滑路徑。
- **參數最佳化(POBE)**: 自動調整核心內部參數並且進行精度的補償, 使得最後的加工結果的轉角精度及圓內縮誤差, 接近一開始所設定的轉角誤差容許值(即E引數之值或平滑等級TOL)。

相關參數

- Pr407: 曲線嵌合誤差(um), 此參數用於NURBS曲線擬合。
- TOL : 加工誤差容許量(um), 此參數用於參數最佳化, 在啟用功能時若未設定E值, 則參考此參數。
- TOL設定路徑:
 - 八鍵系統: F10下一頁 > F3參數設定 > F6高速高精設定 > F1快速參數設定;
 - 五鍵系統: F10下一頁 > F3參數設定 > F10下一頁 > F1高速高精設定 > F1快速參數設定。

E引數調整步驟

- 控制器在未開啟 HPCC下, 主畫面 F7 -> F4, 觀察程式變數, 觀察程式變數 #1828 (預估加工誤差)。
 - a. 注意! 若參數 3808 = 0, 則 #1828 無效, 顯示為 0, 無【參數最佳化】功能!
 - b. #1828: 預估加工誤差, 單位: um, 116.10G 116.10G 以上版本提供, 有效版本止於 10.116.54A(含)之前。
- 調整 E引數或平滑等級
根據 #1828 的值, 將 E引數 (IU, 容許加工誤差) 設定為較 #1828 / 1000 略小, 由 核心進行運動參數的微調。
 - a. 例如: #1828 = 100.0, E引數建議設定為 0.09 0.09 左右。
 - b. 若 $E > \#1828 / 1000E$, 則核心不會修改運動參數。
 - c. 若 E 比 #1828 / 1000 小很多, 則加工速度會大幅下降。
- 大部分的加工程式中都包含了會內縮圓弧、柱等, 以及需要精度轉角, 此時應將參數 3808 設為非 0 的值 (建議由 5 開始), 進行精度補償。
 - a. 注意! 修改參數 3808 後, 必須再觀察 #1828 的值, 再據以調整 E值。
 - b. 尺寸精度的調整, 原則上:
 - i. 加工程式中下的進給率越大, 內縮嚴重。
 - ii. Pr3808 越大, 不會有內縮甚至可能外擴。
 - iii. 透過調整【加工程式中的 F值】及【Pr3808】, 應可以達到加工速度/精度的需求。
- 加工速度:
 - a. 一般而言, 加工時間都會因為使用 HPCC 的【NURBS 曲線擬合】功能而縮短, 加工速度可以獲得提升。
 - b. 若效果不顯著, 可以再嘗試將加工檔中的進給率大讓 HPCC 自動進行 調整核心動程參數。

- 若進行以上步驟後，加工效果之精度或光潔仍不夠好再降低 E 引數的值，在精度與速間取得平衡。

啟用情境

- G05開啟HPCC指令與條件

指令	Pr3808(SPA)	平滑等級	啟用功能
G05 P10000	0	----	NURBS 曲線擬合
	1~5	0	
G05 P10000 X0 Y0 Z0 (A_) (B_)	----	----	含XYZ線性軸與兩旋轉軸的 NURBS 曲線擬合
G05 P10000	1~5	1~9	NURBS 曲線擬合 參數最佳化(POBE)
G05 P10000 E_	1~5	----	NURBS 曲線擬合 參數最佳化(POBE)
G05 E_			

注: --- 代表任意合法的輸入值

- 以參數 Pr3802 =2 開啟: 不需要下 G05、加工時預設開啟 HPCC 功能

Pr3802	Pr3808(SPA)	平滑等級	啟用功能
2	0	---	NURBS 曲線擬合
	1~5	0	
2	1~5	1~9	NURBS 曲線擬合 參數最佳化(POBE)

注: --- 代表任意合法的輸入值

注1: 高精軌跡控制模式需要在銑床CE版本下，並且要選購Option11才可開啟。

注2: 在10.116.36(含)以後的版本，核心使用的是新版SPA2.0(ZPEC)，不支援參數最佳化(POBE)，其原因可參照"注3"。

在10.116.6(含)~10.116.35(含)之間版本，核心使用的是原始SPA，支援參數最佳化(POBE)。

注3: 因SPA2.0(ZPEC)的精度控制大幅提升，故不需支援參數最佳化(POBE)即可拉高精度。

注4: 在10.116.36(含)以後之版本，才支援G05 P10000 X0 Y0 Z0 (A_) (B_)此指令規格，高精軌跡控制模式才支援旋轉軸(最多兩個)。

注5: 參數最佳化(POBE)有效版本止於 10.116.54A(含)之前。

注意事項：

1. G05模式僅支援銑床CE系統，有效版本始於10.116.0，其中高精軌跡控制模式（HPCC）為軟體功能option 11，欲使用請先向原廠購買啟用；
參數最佳化功能，則需要在高精度平滑性(SPA)功能啟動（Pr3808不為0，建議設5）時，才会有作用。
2. P引數只能為10000或是0，若輸入錯誤，系統會發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報。
3. 在10.116.36(含)以後版本，僅使用G05 P10000啟用高精軌跡控制模式（HPCC），後面未設定平滑軸向時，預設平滑軸向為X軸、Y軸及Z軸(等同於G05 P10000 X0 Y0 Z0)。
4. 啟用指令G05 P10000 X0 Y0 Z0 A_ B_，X、Y、Z代表線性之幾何軸，A、B代表旋轉軸，**旋轉軸的部分指定的容許誤差會受到參數17以及參數3241影響**，在下列情況系統會發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報。
 - a. 當指定超過五個軸向時。
 - b. 幾何軸設定引數不為0時。
 - c. 旋轉軸設定引數為0時。
 - d. 沒有設定幾何軸軸向，卻有設定旋轉軸軸向時。
 - e. 指定超過兩個旋轉軸向時。
 - f. 任一軸向引數為負數時。

特別提及，X、Y、Z不建議設為旋轉軸型態，A、B軸不建議設為線性軸型態。亦指，此功能建議線性軸數量至多3個，旋轉軸數量至多為2個。
5. 進行參數最佳化時
 - a. 會根據Pr401及Pr408，當作參數的極限值，最後的加速度及圓弧速度，並不會超過原先參數的設置。
 - b. E引數必須為正值，若等於或小於0，系統會發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報；。
 - c. 若設定的容許誤差參考值(E引數之值或平滑等級)大於系統預估的加工誤差(#1828)，則不進行參數最佳化。影響系統預估誤差(#1828)之參數: Pr401, 402, 404, 405, 406, 408, 3808, 181~183。
 - d. E的建議值設定為比#1828 / 1000略小，若輸入值太小，則會導致加工太慢或是一直停頓；系統自動保護最小值為0.001IU(公制mm/英制inch)。
6. Nurbs曲線嵌合不支援圖形模擬。
7. 當Pr3802 = 2時，系統會自動開啟高精軌跡控制模式，平滑軸向為X軸、Y軸及Z軸，但仍受下列第8點與第9點的限制。
8. 高精軌跡控制模式(HPCC)下
 - a. 僅接受半徑軸（Pr281~0）。
 - b. 人機行號顯示會領先實際位置。
 - c. 10.116.36(含)以後版本，最多同時支援三個幾何軸及兩個旋轉軸，但若出現非平滑軸向的指令或是幾何軸移動量為零的單節，會暫時關閉高精軌跡控制功能，不發出警報。
10.116.16B以前版本，最多支援三個幾何軸，不支援旋轉軸，若出現第四軸的指令，系統會發出【COR-107 G5.1/G05指令格式錯誤】警報。
10.116.16B(含)以後版本，則改為暫時關閉高精軌跡控制功能，不發出警報。
 - d. 軸禁止功能（R603）會同時檢查X、Y、Z三個幾何軸。
 - e. 加工中使用單節停止C40，將發出警報【COR-140 高精軌跡控制功能使用錯誤】。
 - f. 使用鑽孔循環(G81~G89)功能前，請先關閉G05高精軌跡控制模式。
 - g. 使用確實停止檢測（G09/G61）會停止高精軌跡控制功能，直至離開確實停止檢測（G09/G61）模式後自動重新啟動高精軌跡控制。
 - h. 使用G63會停止高精軌跡控制功能，直至跳出G63模式後自動重新啟動高精軌跡控制。
 - i. 要用M30或M99作為程式結尾。
 - j. 不建議使用Pr3809 = 1，且加工程式含有UVW之方式進行加工。
9. 當系統處於以下模式中，**無法**開啟高精軌跡控制模式(HPCC)
 - a. 車床系統。
 - b. 10.116.16J(含)以前版本，在G61/G63/放電加工模式之下，啟動G05高精軌跡控制功能會跳出【COR-106 在G61或G63模式下禁止使用G5.1路徑平滑啟動】警報；

若在啟動G05高精軌跡控制功能後，更改加工模式為G61/G63/放電加工模式，則不發出警報，但是高精軌跡控制功能自動無效，需再次下G05才會開啟高精軌跡控制功能。

- c. 10.116.16K(含)以後版本，不發出警報，改為G05高精軌跡控制功能開啟無效，會在跳出G61/G63/放電加工模式後開始生效。
- d. 當在RTCP/STCP模式下，以G05 P10000開啟高精軌跡控制模式功能，會跳出【COR-140 高精軌跡控制功能使用錯誤】警報。
- e. 單節停止C40。
- 10. 高精軌跡控制模式下，以下功能**有效**
 - a. 暫停、急停、重置、進給倍率變動。
 - b. 後加減速、SPA功能、以及機構補償功能。
- 11. 高精軌跡控制模式下，以下功能**無效**
 - a. 反時間進給功能（G93）。
 - b. 單節停止禁止（#1502）、進給倍率禁止變動（#1504）、SPA禁止（#1516）。
- 12. 如何確定是否開啟高精軌跡控制功能(HPCC)
 - a. 加工畫面上顯示HPCC字樣，代表已開啟高精軌跡控制功能(HPCC)。
 - b. 巨集變數#1826 ≠ 0，代表已開啟高精軌跡控制功能。
- 13. HPCC與C40之間關係

	狀態	Step 1	Step 2	規格
a	就緒	Pr3802=2	C40	關閉HPCC
b	就緒	C40	Pr3802=2	關閉HPCC
c	加工中	G05 E_	C40	COR-140
d	加工中	C40	G05 E_	關閉HPCC

- 14. 就緒下取消單節停止C40，將恢復預設HPCC模式。
- 15. 加工中取消單節停止C40，將無法恢復HPCC模式，直到下一次再次啟用HPCC模式。

程式範例：

• 單獨開啟NURBS曲線擬合

必要條件：Option-11(選配)、平滑等級=0(不開啟參數最佳化功能)。

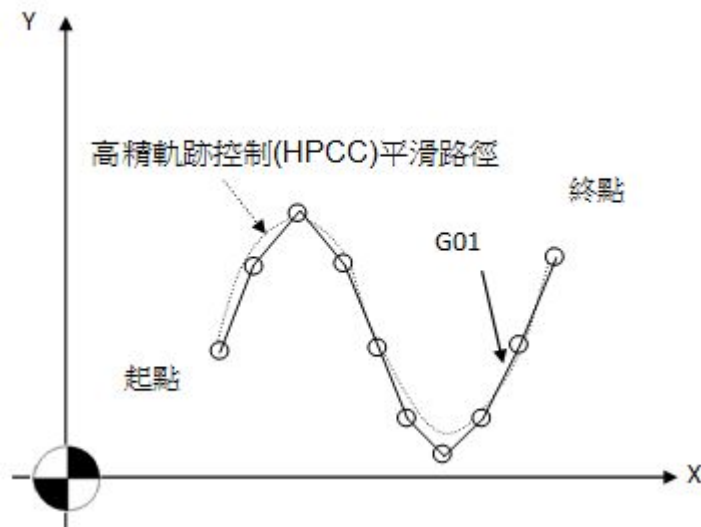
開啟指令：G05 P10000 : 開啟HPCC功能並設定平滑軸向為X軸、Y軸及Z軸，見程式範例一。

G05 P10000 X0 Y0 Z0 (A_) (B_) : 開啟HPCC功能並設定平滑軸向，A、B代表旋轉軸，可設定1~3個幾何軸與0~2個旋轉軸為平滑軸向 (10.116.36以後)，見程式範例二。

關閉指令：G05 P0

相關參數：Pr407

程式範例一：



```

N001 G0 X3. Y4. Z0.
N002 G05 P10000 // 啟動高精軌跡控制模式(HPCC), 插值平滑化曲線
N003 G01 X3.8 Y6.1 F5000
N004 X4.6 Y7.
N005 X5.4 Y6.1
N006 X6.1 Y4.
N007 X6.9 Y1.9
N008 X7.7 Y1.
N009 X8.5 Y1.9
N010 X9.3 Y4.
N011 X10. Y6.1
N012 G05 P0 // 關閉高精軌跡控制模式(HPCC)
N013 M30
    
```

程式範例二：

```

N001 G0 X3. Y4. Z0. B0.
N002 G05 P10000 X0 Z0 B0.002 // 啟動高精軌跡控制模式(HPCC), 平滑軸向為X軸、Z軸及B軸, B軸容
許誤差為0.002Degree(Pr17=2的情形下), 插值平滑化曲線
N003 G01 X3.8 Z6.1 B3.4 F5000
N004 X4.6 Z7.
N005 X5.4 B6.1
N006 X6.1 Z4. B3.6
N007 X6.9 Z1.9
N008 X7.7 B1.
N009 Z8.5 B1.9
N010 Z9.3 B4.
N011 X10. Z6.1 B1.
N012 G05 P0 // 關閉高精軌跡控制模式(HPCC)
N013 M30
    
```

• 開啟NURBS曲線擬合且POBE參數最佳化參考E引數

必要條件: Option-11(選配)、Pr3808 ≠ 0

開啟指令: G05 P10000 E_

關閉指令: G05 P0

E引數有效範圍：正值 (單位：IU, 公制mm/英制inch)

相關參數：Pr407

程式範例：

```

N001 G0 X3. Y4. Z0.
N002 G05 P10000 E0.01 // 啟動高精軌跡控制模式(HPCC)，插值平滑化
// 曲線，並參考E引數最佳化參數
N003 G01 X3.8 Y6.1 F5000
N004 X4.6 Y7.
N005 X5.4 Y6.1
N006 X6.1 Y4.
N007 X6.9 Y1.9
N008 X7.7 Y1.
N009 X8.5 Y1.9
N010 X9.3 Y4.
N011 X10. Y6.1
N012 G05 P0 // 關閉高精軌跡控制模式(HPCC)
N013 M30
    
```

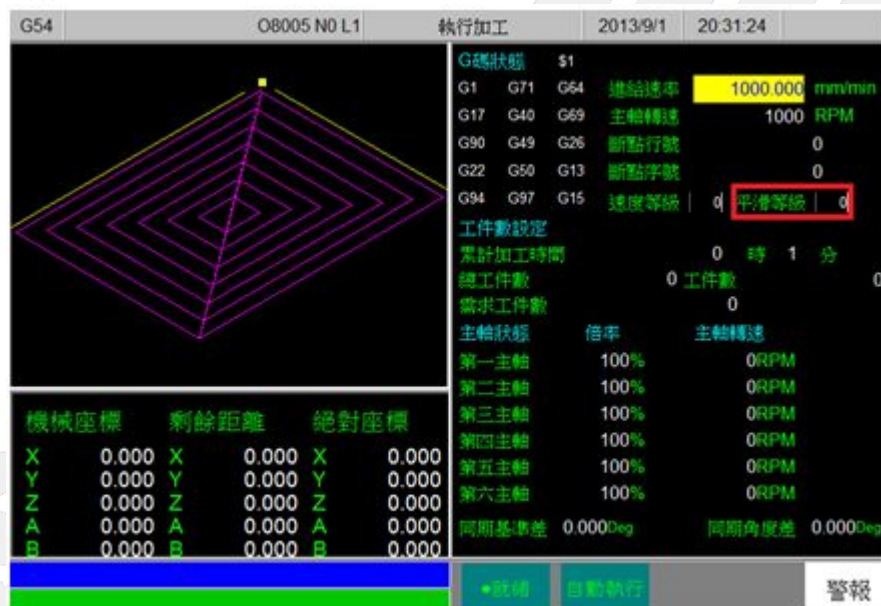
• 開啟NURBS曲線擬合且POBE參數最佳化參考平滑等級

必要條件：Option-11(選配)、Pr3808 ≠ 0

開啟指令：G05 P10000

關閉指令：G05 P0

有效範圍：平滑等級1~9



相關參數：Pr407、平滑等級參數TOL

程式範例：

```

N001 G0 X3. Y4. Z0.
N002 G05 P10000 // 啟動高精軌跡控制模式，插值平滑化
// 曲線，並參考平滑等級最佳化參數
N003 G01 X3.8 Y6.1 F5000
N004 X4.6 Y7.
N005 X5.4 Y6.1
    
```

```

N006  X6.1 Y4.
N007  X6.9 Y1.9
N008  X7.7 Y1.
N009  X8.5 Y1.9
N010  X9.3 Y4.
N011  X10. Y6.1
N012  G05 P0    // 關閉高精軌跡控制模式
N013  M30

```

1.2.3 多組加工條件指定

指令格式一：

啟動

G62 P_

G64 P_

關閉

G62 P0

G64 P0

P：指定欲使用的加工條件，範圍1~9；P為0時，表示取消多組加工條件指定，回復成標準參數或快速參數設定。

指令格式二：

啟動

G120.1 P_ Q_

關閉

G120.1 P0

G121

P、Q：呼叫多組加工條件，P為加工應用狀況，Q為加工條件。詳細內容可參考銑床程式制作說明書。

注：軟體版本10.116.24B後才有G120.1，且G62/G64的P引數設定範圍在此版本才擴充到9，原本為5。

相關參數：Pr401, Pr402, Pr404, Pr405, Pr406, Pr408, Pr3808, Pr3981

參數設定路徑：

八鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F6高速高精設定。

五鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F10下一頁>F1高速高精設定。

程式範例：

```

N001  G0 X3. Y4. Z0.
N002  G120.1 P3Q2    // 指定多組加工參數P3Q2
N003  G01 X3.8 Y6.1 F5000
N004  X4.6 Y7.
N005  X5.4 Y6.1
N006  X6.1 Y4.
N007  X6.9 Y1.9
N008  X7.7 Y1.
N009  X8.5 Y1.9
N010  X9.3 Y4.
N011  X10. Y6.1

```

N012 G120.1 P0 // 關閉多組加工參數
 N013 M30

G62/G64 P_與G120.1 P_Q_之參數組對應關係如下。

G120.1	P1Q1	P1Q2	P1Q3
G62/G64	P1	P2	P3
G120.1	P2Q1	P2Q2	P2Q3
G62/G64	P4	P5	P6
G120.1	P3Q1	P3Q2	P3Q3
G62/G64	P7	P8	P9

1.3 快速調整加工參數組

因應不同的加工需求，快速將特定加工參數調整至使用者設定之數值，並有兩種方式可達成：

- 指定快速參數
- 指定多組加工條件

1.3.1 指定快速參數

啟用此功能前，請先至以下參數設定路徑所示頁面做好參數設定。

啟動方式：加工參數設定頁面上，直接調整速度等級及平滑等級。

關閉方式：速度等級0且平滑等級0。

有效範圍：速度等級1~9，平滑等級1~9

相關參數：Pr401, Pr404, Pr408, TOL

參數設定路徑：

八鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F6高速高精設定>F1快速參數設定。

五鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F10下一頁>F1高速高精設定>F1快速參數設定。

1.4 高速高精應用教學

一般而言，不同工件的加工，所要求品質並不一樣。因此本章節將先針對高速高精參數設定概念進行解說，隨後說明控制器所提供的多組參數應用規格，期望可使加工人員，依照不同產品，或是不同加工性質，做不同參數配置加工。

1.4.1 參數設定概念

依照加工類型(粗加工、精加工)或工件特徵，進行參數調整

- 加工性質
 - a. 粗加工一般是要求快，但是精度及穩度比較不在乎。因為容許的精度誤差比較大，建議可加大Pr406、Pr408與Pr407(需啟用高精軌跡控制模式)設定，縮短整體加工時間。並配合Pr3808=1及加大Pr404，以平滑機台命令，降低機台抖動。
 - b. 精加工一般是要求準及穩。因此為求提高轉角精度，建議可同時降低Pr406、Pr408與Pr407(需啟用高精軌跡控制模式)設定，提升整體加工精度。並配合Pr3808=5及降低Pr404，改善伺服落後與軌跡誤差。
- 工件特徵
 - a. 針對精緻且細微的工件(如下圖所示)，建議降低Pr406，即調高角隅比例 $K(=Pr408/Pr406)$ ，例： $K=17.5$ ，以確保轉角精度；



工件尺寸：50mm*50mm



工件尺寸：40mm*40mm

- b. 針對平滑曲面組成的工件，或是尺寸較大但不具備細微特徵的工件，建議放大Pr406，即調低角隅比例 K (例： $K=6.5$)以縮短加工時間。



工件尺寸：50mm*50mm



工件尺寸：185mm*140mm

- 最後依據角隅比例 $K(=Pr408/Pr406)$ 設定Pr18，以分配合適的轉角與圓弧速度限制。

1.4.2 高速高精功能啟用說明

快速參數設定

- 有效版本始於10.116.x，止於 10.116.54A(含)之前。
- 設定路徑：
 - 八鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F6高速高精設定>F1快速參數設定。
 - 五鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F10下一頁>F1高速高精設定>F1快速參數設定。
- 啟動方式：加工參數設定頁面上，直接調整速度及平滑等級。需注意加工進行中，無法進行等級切換。



等級設定說明

速度等級：

速度9級：速度優先；填入不考慮精度，機台剛性可承受的數值。

速度1級：精度優先；填入考慮精度時，可接受的數值。

平滑等級：

在G05高精軌跡控制模式下，其定義為可容許的加工誤差量；否則是指在使用CAD/CAM轉檔後，所產生的加工檔路徑與CAD檔誤差的容許量；一般建議參考預設值即可，不必刻意修改。

平滑9級：高平滑性；加工性質為粗加工，加工尺寸大且不細微的工件，等級選擇上以靠近高平滑性為考量。

平滑1級：路徑貼合；加工性質為精加工，特徵為精緻且細微的工件，等級選擇上以靠近路徑貼合為考量，以符合加工程式的CAD/CAM轉檔精度。

快速參數之調整

調整平滑等級

設定快速等級之前，根據工件的加工性質調整平滑等級：需要較高的精度，平滑等級的選擇以路徑貼合為考量；需要較高的平滑性，平滑等級的選擇以高平滑性為考量。

調整快速等級

調整平滑等級使工件之加工品質達到要求後，可適度調整快速等級，提高加工的速度。但過高的快速等級設定值可能使得工件輪廓內縮，因此設定快速等級後，須檢視加工結果是否符合要求。

編號	說明	0 級	1 級	9 級
401	切削時的加速時間(ms)	250	0	0
402	後加速減速前離型加速時間(ms)	10	0	0
403	半徑5mm圓頭切削參考速度(mm/min)	2000		

編號	說明	0 級	1 級	9 級
404	路徑誤差容許量(um)	2		

多組加工條件設定

- 有效版本：10.116.24B

- 設定路徑：

- 八鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F6高速高精設定。

- 五鍵系統：F10下一頁>F3參數設定>F10下一頁>F1高速高精設定。

- 啟動方式：在加工程式內使用G62/G64 P_ 或G120.1 P_ Q_ 進行呼叫。

- 下圖為系統預設的多組加工條件，共有轉角多、圓弧多、3C產品及非金屬加工四種應用狀況，各應用狀況又細分精加工、粗加工等條件，總共有九組，使用者可根據需求選用。

調用編號	轉角較多			圓弧較多			3C產品		非金屬材料加工	
	精加工 精度優先	精加工 速度優先	粗加工	精加工 精度優先	精加工 速度優先	粗加工	手機模	平板模		
401	參數編號	P1Q1	P1Q2	P1Q3	P2Q1	P2Q2	P2Q3	P3Q1	P3Q2	P3Q3
402	401	200	100	50	200	125	100	85	110	85
403	402	150	150	150	150	150	150	150	150	150
404	404	10	12	15	10	12	30	12	12	20
405	405	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
406	406	115	175	615	365	545	615	470	375	225
407	408	2000	3000	4000	1665	2500	4000	2165	1720	4500
408	3808	5	4	3	5	4	1	5	5	5
409	3981	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P1Q3: 粗銑，精度佳，適用於材料預留量少時。
P2Q3: 粗銑，穩定佳，適用於材料預留量多時。

是否恢復預設值?

1.5 巨集變數

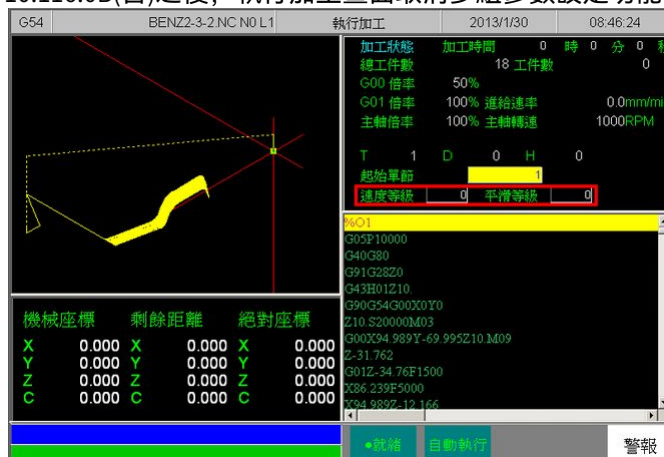
編號	說明	規則	型態
#1826	高精軌跡控制模式(HPCC)狀態 0: 關閉 1~3: 開啟	R	Double
#1829	高速高精參數選擇 0: 不啟用多組參數或快速參數設定 1~5: 啟用多組參數設定 9: 啟用快速參數設定	R/W	Double

1.6 相容性異動

- 10.114.52(含)之後取消Pr18(高速高精允許最大弦誤差)，改由系統依據角隅比例K值($K=Pr408 / Pr406$)來自動決定。當K值愈大時，計算出的高速高精允許最大弦誤差ε會愈小，因此愈多的單節交接處會被視為轉角，愈少的單節交接處會被視為圓弧，故將出現加工速度緩慢情形。
- 10.114.51(含)之前，不支援G64 P_啟動多組高速高精參數功能。
- 10.112.87~10.112.99與10.114.21~10.114.29之間的版本，當該軸群擁有非主軸的旋轉軸時，系統將自動關閉SPA功能，以避免加工尺寸有誤。
- 10.114.26(含)之後，執行加工畫面提供多組參數設定功能，供使用者快速啟用。



- 10.116.0B(含)之後，執行加工畫面取消多組參數設定功能，改提供快速參數設定功能。



- 自10.116.6A(含)之後，執行加工畫面取消快速參數設定功能，轉移至加工參數設定頁面。



- 自10.116開始，G62為跨單節S-Curve加減速模式(Pr3802=1)，全程運動控制會控制在Jmax之內，其運動特性與10.114不同；若欲使用與過去相容的G62動程，請切至G64模式(Pr3802=0)。
- 10.116.10A(含)之前版本，若Pr541~Pr543加減速時間設為0，加速度限制較高，加工時間雖然較短但是精度較差。升級到10.116.10B(含)之後版本，在同樣參數下，加工精度較高但加工時間會變長。如果升級後想要維持相同加工時間，建議將數值調小為1.732倍。
- 10.116.24B(含)之後版本，新增G120.1指令，同時將參數設定畫面改為下圖，原本G62/G64的P引數設定範圍也有效版本始於10.116.x。擴充到9。

G54	N0 L1	參數設定	2015/5/5	12:07:21	管理者
加工應用 (1/3)					
調用指令	G120.1	P0	P1Q1	P1Q2	P1Q3
編號	說明	參數值表	條件1	條件2	條件3
001	切削時的加減速時間(ms)	300	0	0	0
002	加速到加速度1(G)所需時間(Jerk單位:ms)	150			
003	後加速到切削速度加減速時間(ms)	20	0	0	0
004	轉角參考速度(mm/min)	500			
005	半徑5mm圓弧切削參考速度(mm/min)	500			
006	高速度平滑性(0關閉,1平滑性最高,5精度最高)	0	0	0	0

- 10.116.16K(含)之後的版本，有以下異動：
 - G05高精軌跡控制模式下使用G09/G61/G63會關閉高精軌跡控制模式，直到離開G09/G61/G63後重新啟動高精軌跡控制模式。

- 在G61/G63/放電加工模式之下，啟動G05高精軌跡控制功能，改為不發COR-106警報，只在跳出G61/G63/放電加工模式後開始生效。
- 當在RTCP/STCP模式下，以G05 P10000開啟HPCC功能，會跳出【COR-140 在G43.4模式下禁止使用G05高精軌跡控制模式】警報。
- 修改COR-106警報字串為【COR-106 在G61、G63、放電加工模式下禁止使用G5.1路徑平滑】，此警報不再與G05有關。
- 10.116.36(含)之後的版本，新增最多可同時支援三個幾何軸及兩個旋轉軸的高精軌跡控制模式，啟用指令為：
G05 P10000 X0 Y0 Z0 (A_) (B_)：開啟HPCC功能並設定平滑軸向，X、Y、Z代表幾何軸，A、B代表旋轉軸
- 10.116.54B(含)之後的版本，不再支援快速參數設定和參數最佳化(POBE)功能。
- 10.118.40B(含)之後的版本，多組加工條件設定支援Pr405以及Pr3981。
 - 10.118.40B(含)之前的版本升級至此版本，多組加工條件的Pr405會參考原先參數設定中Pr405的值。

編號	說明	P0 參數總表	P1Q1 條件1	P1Q2 條件2	P1Q3 條件3
401	切削時的加速時間(ms)	300	0	0	0
402	加速到加速度1G所需的時間(Jerk單位:ms)	150			
404	後加減速切削進型加減速時間(ms)	20	0	0	0
405	切削時的最高速度(mm/min)	5000	5000	5000	5000
406	轉角參考速度(0關閉;1-3600000設定轉角參考速度,單位:mm/min)	500	0	0	0
408	半徑5mm圓弧切削參考速度(mm/min)	500			
3000	高精度平滑性(0關閉;1平滑性最高;9精度最高)	0	0	0	0
3001	後加減速濾波器平滑等級	0	0	0	0

1.6.1 G62G64相容性異動歷史

G62/G64動程特性說明和版本演變歷史。

動程特性說明

G62 目標是曲面切削用的動程

G62.1 目標是給產機加工用的動程

G64 目標是一般切削皆可用的動程

9.x版本

9.78

增加指令G62/G62.2，開啟high precision surface/dynamic control

9.203

改善G64效能，增加限制轉角最高加速度

9.232

G64加工行為與G62相同

9.242.17

改善加工會造成機台異常振動的問題

9.242.18

改善G62/G64模式在正反向時的加速特性，以降低正反向時震動現象，增加機台平順性

10.X版本

10.1

擴充系統參數3802設定64選定G64為一般加工模式

10.2

修改參數3802參數定義，以使內定值保持為G64模式(pr3802 = 0)

10.15

改善G64效能，增加限制轉角最高加速度

10.64

G64加工行為與G62相同

10.114.X版本

110.114.26E, 10.114.33G, 10.114.38M, 10.114.50B, 10.114.52

參數3802從人機頁面上移除，並將其值修改為0(即內定加工模式為G64)

10.116.X版本

10.116.0

提供動程參數快速設定功能，使用者調整「速度等級」與「平滑等級」決定運動特性

恢復參數: Pr3802內定高精控制模式(0:G64; 1:G62; 2:HPCC)

重置(Reset)後，多組高速高精參數所選擇的加工條件會回到第0組(即P0)

新增G62.2跨單節S-Curve加減速動程

完全移除G62.1動程

10.116.0A

修正參數3802=2時，NURBS曲線擬合沒有開啟的問題

10.116.0B

G62模式內部邏輯調整

10.116.0D

將G62正式改為跨單節S-Curve加減速動程，並加到Pr3802=1

修正動程快速參數設定功能對Pr401、P406、Pr408及Pr407是沒有作用的問題

10.116.0F

修正G62演算法漏洞，避免單節速度銜接不連續的問題

10.116.6A

修正G62移動中因插補逾時導致命斷掉因而產生巨大震動問題

10.116.0I, 10.116.6B

修正G62模式，某些位置的速度超過加工程式Feedrate的問題

10.116.0T, 10.116.10E

修正在G62模式下，速度規劃單節數多到被塞滿時，會卡死加工中

10.116.16, 10.116.10I

修正G62模式下(參數3802=1)時，暫停後再啟動路徑會偏移一個量

G62起點速度終點速度功能無法使用

將Pr3802設成0(G64), 即可正常使用

10.116.16E

修正使用G62時，遇到G04單節會卡死加工中

10.116.10N, 10.116.16E

優化G62相關演算法，但G62仍有可能會逾時

10.116.16M, 10.116.24G

修正 G62 模式下遇到插補逾時和速度不平順或忽然停住現象

G62加工行為與G64相同

總結

G62/G64相容性異動可整理如下圖。



1.7 QA

- 快速參數設定、多組參數設定與一般參數對系統在規劃上的差異？

Ans：三種參數設定屬於獨立功能，彼此不會同時啟用，依循法則是後令蓋前令。

- 當程式中透過G62 Px(x>0)啟動多組參數時，快速參數功能將被多組參數取代；當程式中透過G62 P0關閉啟動多組參數時，系統將再回復成快速參數設定。
- 若快速參數設定等級皆設定為零，則系統將以一般參數中Pr401/Pr402/Pr404/Pr406/Pr408/Pr3808為依據。

- G01進入G02時，總是出現明顯的刻痕？

Ans：

- PR408設定過小，導致圓弧進給速度受限，因此在G01與G02交界處，因減速而造成停滯刻痕，建議可酌量放大PR408確認。
- 承1，除PR408設定過小外，若程式中有利用G41/G42啟用刀徑補償功能，另一個原因是PR3820限制了圓弧進給速度，建議可酌量放大PR3820確認。
- 反向背隙或尖角現象，建議分別以PR1221~/PR1241~或PR1361~/PR1381~/PR1441~/PR1461~做補償。

SYNTEC

2 高速高精參數簡易調整SOP

2.1 步驟

Step1: 設定預設參數

設定下面參數時，必須注意合成與各軸的設定，是否有沖突的狀況。

參數	設定建議	各軸對應參數	備注
Pr401 -切削加減速時間	依據機臺剛性，及Pr405的值設定。建議設定範圍為Pr405* γ (γ 在0.02~0.05之間， γ 越小，機臺越振動)	Pr541~Pr556 ，旋轉軸虛設各軸參數	
Pr402 -加速到加速度1G所需的時間	從150ms開始視機臺狀況向下調適，以機臺不出現抖動為原則。	Pr641~Pr656	
Pr404 -後加減速切削鐘形加減速時間	建議值為10ms~30ms（若有開啟高精度平滑功能時，也就是Pr3808設置在1~5之間，可以視機臺震動狀況再降低）。		一般而言，設越大，加工的誤差也會越大
Pr405 -切削時的最高進給速度	依機臺不同而設置不同速度上限。	Pr621~Pr636	
Pr406 -轉角參考速度	依據可容忍的轉角誤差，設定此值	Pr601~Pr616 旋轉軸建議設500以下	
Pr408 -半徑5mm圓弧切削參考速度	依照機臺剛性設置，建議設置2000~4000之間。		
Pr3808 -高精度平滑性	依照機臺剛性設置，設越高，誤差越小，但機臺較抖動		越高誤差越小，但越震
Pr181 ~軸向伺服系統的回路增益	軸向伺服系統的回路增益依照驅動器Kp的設定值填入	Pr181~Pr196	

Step2 快速參數設定（F6參數設定->F10下一頁->F4高速高精設定->F1快速參數設定）

此功能有效版本止於 10.116.54A(含)之前
如下圖

1. 填入考慮精度及表面時，所能容忍的最大加減速時間及圓弧參考速度。

2. 填入不考慮精度及表面品質時，只考慮加工速度時，最小的加減速時間及圓弧參考速度。
- Pr404的值，依據Pr401及Pr408設定完後，機臺的振動狀況調整，Pr404設越大，越能減小機臺振動的狀況。
- 通常不需要再更改，依照預設值設定即可。

速度等級參數

編號	說明	(精度優先)(速度優先)	
		1 級	9 級
401	切削時的加減速時間(ms)	200	100
404	後加減速切削鐘型加減速時間(ms)	5	20
408	半徑5mm圓弧切削參考速度(mm/min)	2000	4000

平滑等級參數

編號	說明	(路徑貼合)(高平滑性)	
		1 級	9 級
TOL	加工誤差容許量(um)	2	20

Step3設定多組加工條件 (F6參數設定->F10下一頁->F4高速高精設定->F2多組加工條件)

依照下表可以填入多組參數 (可視使用者需求做調整)

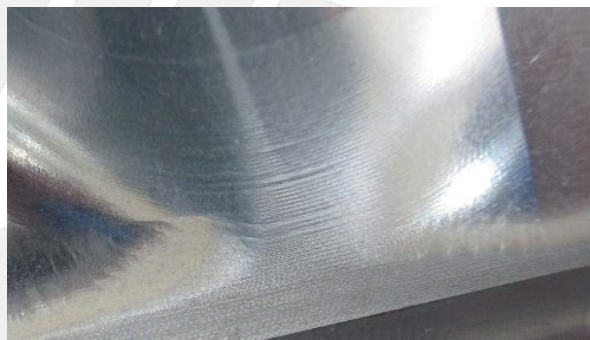
編號	說明	參數總表	條件1	條件2	條件3
401	切削時的加減速時間(ms)	299	200	100	100
402	加速到加速度1G所需的時間(Jerk,單位:ms)	150	150	150	150
404	後加減速切削鐘型加減速時間(ms)	20	10	10	15
408	轉角參考速度(mm/min)	500	115	175	545
408	半徑5mm圓弧切削參考速度(mm/min)	500	2000	3000	2500
3808	高精度平滑性(0:關閉,1:平滑性最高,5:精度最高)	0	5	5	3

●啟緒 未選擇 警報

<< F1 快速參數設定 F2 多組參數設定 F4 下一頁參數 >>

2.2 高速高精參數設定指南

- 高速高精調整前步驟及注意事項
 - 首先確認機構補償（螺距、背隙及尖角）及驅動調適完成後，再進行高速高精參數的調整。
 - 加工中請盡進刀維持切削倍率(R16)為100%，以維持加工品質。若加工太久或加工速度太快，請修改加工程式中的F-Code，而非調整切削倍率(R16)。
- 轉角減速功能（Pr406及Pr408）
 - 由9.X或10.112.X升級至10.114.0~，由於切削時轉角自動減速的邏輯有變動，所以請參考手冊轉角自動減速功能相關設定教學，進行參數的調整。
 - Pr406及Pr408設定不良。
 - 已經參考指南設定將Pr406調小，但加工速度還是過快，導致加工品質變差：舊版使用者可能是Pr408設太大，在舊版(9.X或10.112.X)單節交接處亦會受Pr406限制，但升級上來會造成被視為圓弧的單節不受限，導致加工速度過快，若為此情況，請銜進刀機臺剛性，將Pr408調小。
 - 已經開啟SPA功能，而且參數依照指南設定，但加工品質還是不佳（如圖）：若為較大轉折的地方，並認為是轉角，則嘗試調大Pr408及Pr406的比例K，改善加工精度；若為較平滑的區域，並認為是圓弧，則可嘗試調小Pr408及Pr406的比例K。但若照上面調整，加工變差，則可能需要做反向的調整。
- Pr3808, SPA功能
 - 模具加工，在轉折處出現刀痕（如圖）：為確保加工精度，建議設定Pr3808=4(含)以上，開啟SPA功能。若發生機臺抖動過大的情況，建議先將Pr406及Pr408設小，排除抖動問題。



- 開啟SPA功能後，加工反而變糟：確認驅動器的位置回路增益與控制器的位置回路增益(Pr181~200)設定是否一致。

- 背隙及尖角補償已經調過，並且調整高速高精參數後，圓弧尖角處仍加工不良：請確認切削倍率(R16)是否設定為100%。

SYNTEC

3 車牙應用手冊

手冊資訊

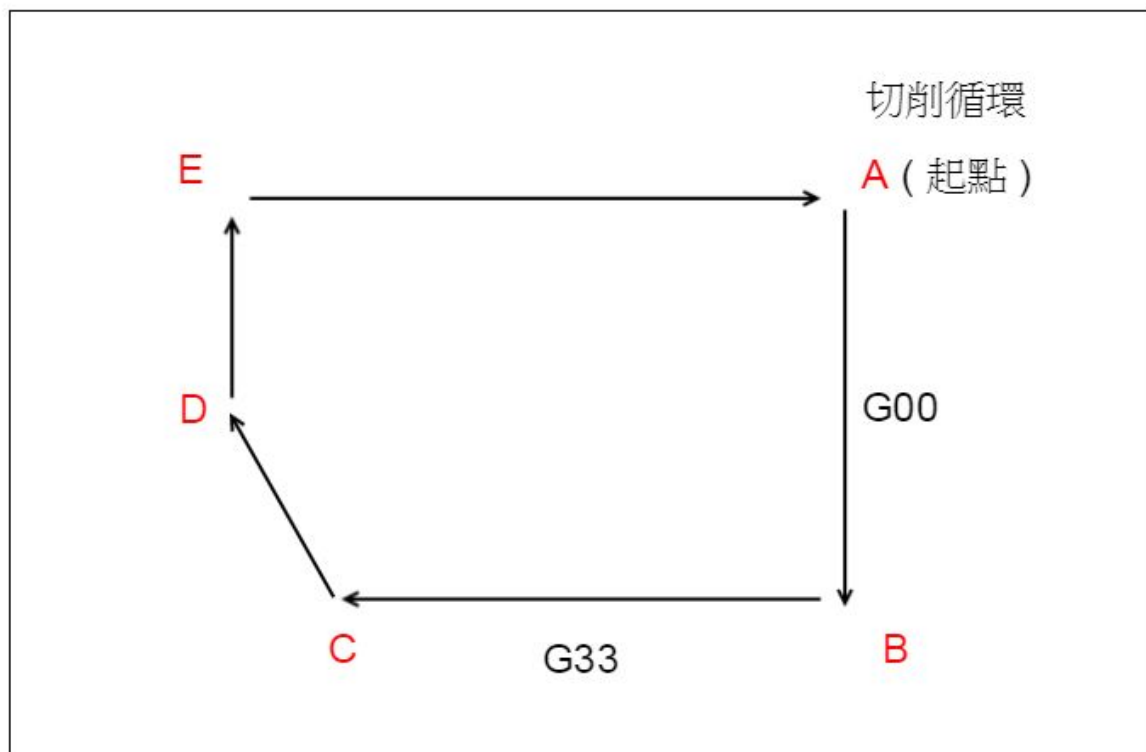
- 簡介
- 應用規格
- 注意事項
- 診斷變數
- 問題排除
- 相容性異動

3.1 簡介

本文件提供G33、G21、G21.2、G78、G78.2車牙問題排除與注意事項整理。

3.2 應用規格

- 車牙指令(G21、G21.2、G78、G78.2)都含有G33螺紋切削單節(如下圖BC段)。
- G33進入B點會等到主軸索引訊號時才啟動；進給軸的移動量，會參考主軸的反饋位置。
- 目前軟體版本(10.116.16x、10.116.24x)都提供車牙指令(G21、G21.2、G78、G78.2)三種模式(Pr4040)：一般車牙、高速車牙、極速車牙。
- 10.118.58K(含), 10.118.62D(含), 10.118.66M(含), 10.118.70P(含), 10.118.74M(含), 10.118.78D(含), 10.118.82(含)之後提供第四種模式(Pr4040 = 3): 穩速車牙



車牙模式	進給軸追主軸反饋	退尾速度優化	起點Overlap功能
一般車牙	O	X	X
高速車牙	O	O	X
極速車牙	O	O	O
穩速車牙	O	O	X

備註：退尾段指的是C->D->E。

3.3 注意事項

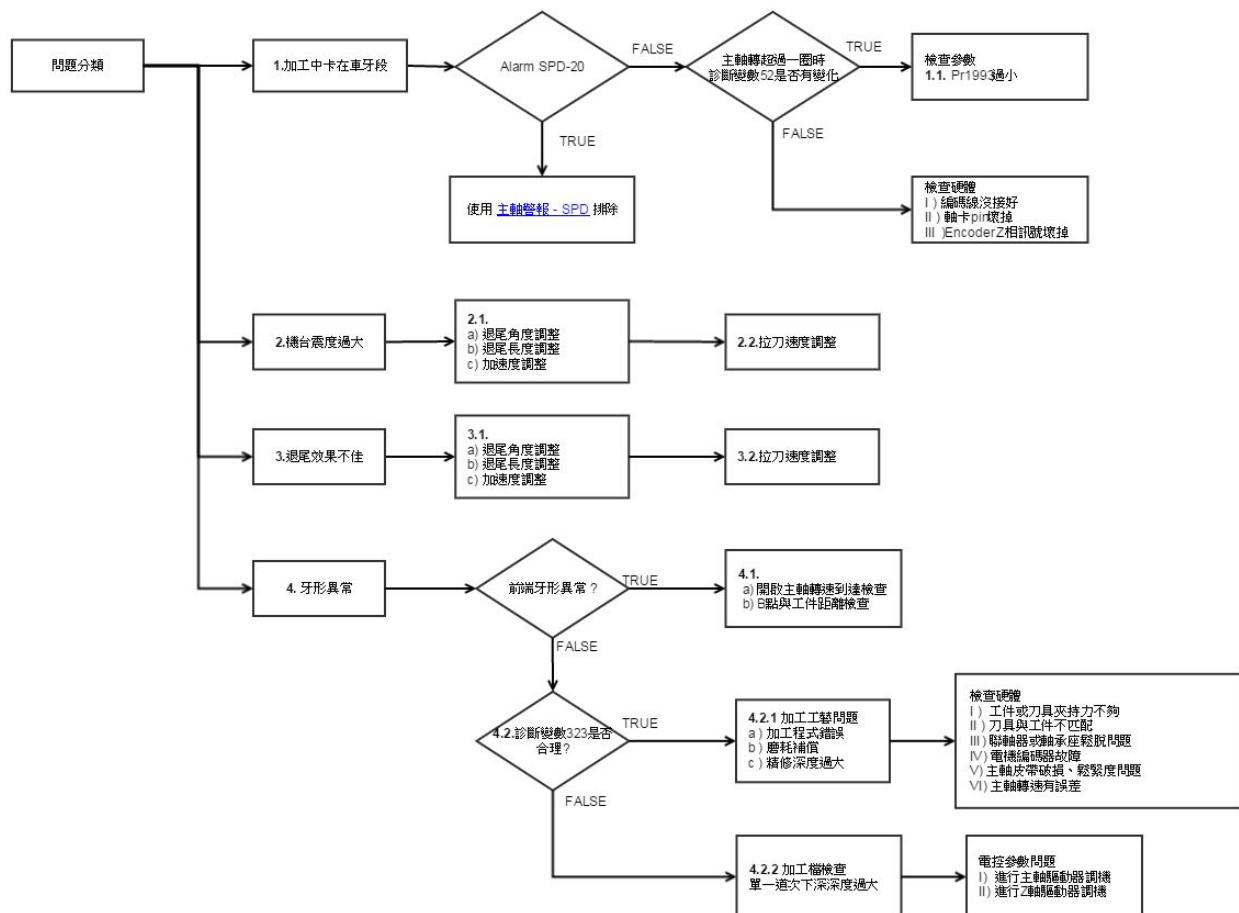
- B->C->D中啟用重置(C37)或暫停(C1)，一般車牙須等到D點才生效；高(極)速車牙須等到E點才生效。
- 加工中在B點之後按下單節停止，一般車牙會停在D點；高(極)速車會停在E點。

3.4 診斷變數

診斷變數-052	主軸索引位置計數器
定義	當主軸反饋索引訊號產生時，硬體所記錄(latch)的脈沖數目
說明	1. 理論上此變數每次更新的增量，要等於（Pr1651 主軸馬達編碼器一轉的脈沖數） * （Pr1661 主軸反饋倍頻，如果不是的話），表示硬體線路有掉脈波(Loss Pulse)的可能性存在，請檢查反饋訊號ABZ配線是否脫落或受雜訊干擾。 2. 本變數會在執行完主軸定位(C61)後被歸零。
診斷變數-322	車牙索引訊號檢查錯誤
定義	車牙前會先等待主軸Index訊號，若發現此次訊號不合理則診斷變數加1，並放棄此次Index重新抓取，不影響車牙品質
說明	1. 若發現索引訊號不合理則診斷變數+1，並放棄啟動車牙動作，等待下次索引訊號。 2. 此診斷變數+1時不放動車牙，等待下次正確的索引訊號進來才動作，因此不影響車牙品質。

診斷變數-323	車牙時Z軸追主軸最大誤差
定義	車牙過程中，在Z軸為等速段時，利用主軸反饋與Z軸反饋計算追隨誤差，單位：BLU
說明	- 計算方式為：追隨誤差 = (主軸反饋差) * (主軸轉Z軸移動量比例) - (Z軸反饋差)。 - 只對G33/G21/G78 單節指令有效；此數值只對Z軸等速段進行更新。 - 此值越小代表Z軸對主軸的追隨性越好，車牙品質越佳。 - 遇連續G21單節的第一次G21會清除為零；遇到G78單節時會清除歸零，G33則不會重新清除零但會持續判斷更新最大誤差值。 - 有效版本始於10.116.16U, 10.116.24O

3.5 問題排除



補充說明：

- 加工中卡在車牙段：
[說明]加工中卡在車牙段主要是因為主軸索引訊號沒有進來與主軸轉速檢查造成。

- 1.1 Pr1993 車牙時主軸轉速到達檢查範圍 過小
[說明] Pr1993過小會有轉速檢查無法到達導致卡在B點的可能。
- 1.2 主軸無法參考到正確的索引訊號
[說明] 請參考SPD-020警報排除
- 2. 機台震度過大問題之可能解決方法:
[說明] 震度調整步驟只適合高(極)速車牙(Pr4040 = 1 or 2)，一般車牙(Pr4040=0)的震度與參數沒有一致性，建議不要使用。機台震度與退尾效果的好壞約略成反比，與拉刀速度(Pr461)、退尾長度(Pr4043)、加速度(Pr409)、退尾角度(Pr4018)有關，各參數調整如下說明：
 - 2.1
 - a) 退尾角度調小
[說明] 退尾角度由參數Pr4018控制，震度受該參數影響最大，建議將Pr4018直接設成最小退尾角度(90度 - 牙刀角的一半)。
G78、G78.2只適合極速車牙(Pr4040 = 2)，高速車牙(Pr4040 = 1)調整參數Pr4018不會改變機台震度。
 - b) 退尾長度調大
[說明] 退尾長度由參數Pr4043控制，調整時一次增加1即可，隨著Pr4043增加，機台震度下降，但改善效果會遞減。
 - c) 加速度時間調大
[說明] 加速度由參數Pr409控制。Pr409對震度影響最小，調整時可直接放大2倍。
 - 2.2 拉刀速度調小
[說明] 拉刀速度為DE段的速度，一般是X軸方向的G00速度(Pr461)。調整時一次減少1000即可看出效果，但參數並非數值越小震度越小，最小震度發生在 $Pr461 = F * S * \tan(Pr4018)$ 時。
 - 2.3 更換成穩速車牙
[說明] 上述方法嘗試過後，仍無法解決機台震度過大問題，表示機台結構無法承受高(極)速車牙的加減速變化，可更換成穩速車牙(Pr4040 = 3)。
- 3. 退尾效果不佳問題之可能解決方法:
[說明] 退尾效果調整步驟只適合高(極)速車牙(Pr4040 = 1 or 2)，一般車牙(Pr4040=0)的退尾效果與參數沒有一致性，建議不要使用。退尾效果的好壞與機台震度約略成反比，調整退尾效果(步驟3.1 a) 3.1 b) 3.1 c) 3.1 d) 3.2)，遇機台震度過大時請停止該步驟往下一步調整；退尾效果受到拉刀速度(Pr461)、退尾長度(Pr4043)、加速度(Pr409)與退尾角度(Pr4018)影響，各參數對退尾效果的影響如下說明：
 - 3.1
 - a) 退尾角度調大
[說明] 退尾角度由參數Pr4018控制，退尾表現受該參數影響最大，注意該參數必須大於最小退尾角度(= 90度 - 牙刀角的一半)，否則退尾段會過切造成爛牙的可能。調整時一次增加3~5即可看出效果。
G78、G78.2只適合極速車牙(Pr4040 = 2)，高速車牙(Pr4040 = 1)調整參數Pr4018不會改變退尾效果(需要搭配118.12D以後的版本)。
 - b) 退尾長度調小
[說明] 退尾長度由參數Pr4043控制。調整時一次減少1即可看出效果。
 - c) 加速度時間調小
[說明] 加速度由參數Pr409控制。一般情況Pr409對震度影響最小，調整時可直接縮小2倍。
 - 3.2 拉刀速度調大
[說明] 拉刀速度為DE段的速度，一般是X軸方向的G00速度(Pr461)；**G00速度與機台強度有關，須注意震度問題**；調整時由 $Pr461 = F * S * \tan(Pr4018)$ 每次往上增加1000即可看出效果。
- 4. 牙形異常問題之可能解決方法:
[說明] 一般牙形檢查是利用通止規(Go與NoGo)或是肉眼觀察。
 - 4.1 前端牙形異常
[說明] 特別針對牙形前端異常的調整。
 - a) 主軸轉速還在加速造成?

[說明] 開啟主軸轉速到達檢查(Pr1991 = 2 or 3)。

b) B點跟工件距離過近造成

$$\text{Pr409} \times \frac{(F \times S)^2}{6 \times 10^7} \text{ mm}$$

[說明] B點跟工件距離應大於 $\frac{(F \times S)^2}{6 \times 10^7}$ mm，S：主軸轉速，F： Pitch；例如： S = 2000 rev/min， F = 2.0 mm/rev， Pr409 = 5 ms， 則B點跟工件距離應大於0.334mm。

• 4.2 診斷變數323是否合理？

[說明] 該變數是根據驅動器的主軸與Z軸反饋計算出來的追隨誤差，合理的追隨誤差說明如下：

牙規規格	最大追隨誤差(um)
M2 X0.4	27
M3 X0.5	36
M4 X0.7	45
M5 X0.8	47
M6 X1.0	50
M10 X1.25	56
M12 X1.5	66
M15 X1.5	66
M17 X1.5	72
M20 X2.0	83
M25 X2.0	83
M30 X3.0	106

其他牙規計算，利用通規的有效半徑為D_{go}，止規的有效半徑為D_{nogo}，得最大追隨誤差 = (D_{go} - D_{nogo}) / 3.465。

• 4.2.1 加工工藝問題

[說明] 先檢查道次下深深度是否合理，再進行硬體方面的檢查。

a) 加工程式錯誤

[說明] 一般牙規的下深深度為 $(\frac{3}{4}) \times H$ 其中 $H = (\frac{\text{Pitch}}{2}) \times \tan(\frac{180 - \text{牙刀角}}{2})$ 。

b) 磨耗補償

[說明] 若通規(Go)不過，則可增加磨耗，意思是指增加下深深度；若止規(NoGo)通過，則減少磨耗，意思是指減少下深深度。

c) 精修深度過大

[說明] 意思是指精修下深過多，造成加工品質不佳；深度因材質而定，以鋁料為例：最後一次精修0.05~0.10。要求加工品質時的每道次下深會考慮等表面積切削，或直接使用G78/G78.2由核心根據等表面積切削力自動計算。

4.2.2 加工檔檢查

[說明] 先檢查道次下深深度是否合理，再進行硬體方面的檢查。

a) 單一道次下深深度過大

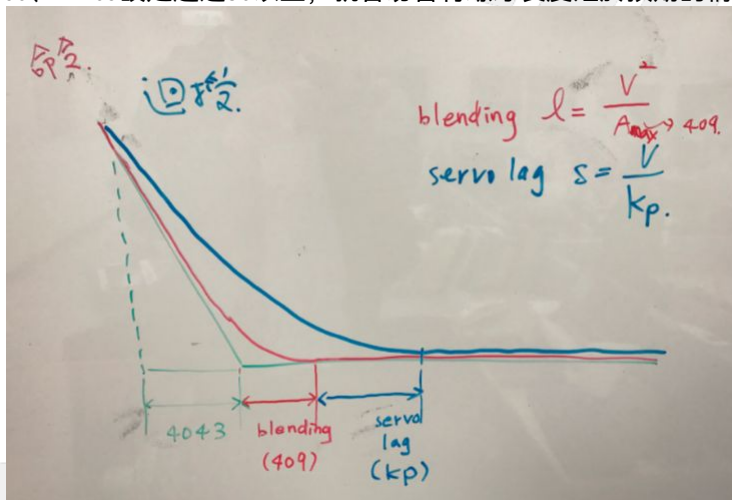
[說明] 意思是指因切削力過大造成Z軸追主軸效果不佳所致；深度因材質而定，以鋁料為例：一般粗修深度為0.10~0.30mm。

5. 螺牙段太短問題之可能解決方法：

如下圖所示，按照程式撰寫的螺牙應該如圖的上方的工件，但實際車出來的螺牙太短，如圖下方的工件。影響實際螺牙長度有兩個重要的參數：Pr.409 & KP(Z軸)



參照下圖，設定參數4043可決定G21與G78(Atype: G92與G76)的退尾長度，系統會照參數規劃命令。但實際車牙時，則受到Pr.409與KP(Z軸)為主。以46型車床為例(也適用於其他較小型的車床)，若KP低於60、Pr409設定超過50以上，就容易會有螺牙長度短於預期的情況。



參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
409	螺牙切削時1 m/min的加減速時間	[0~60000]	ms	10	按Reset鍵

Pr409 螺牙切削時1 m_min的加減速時間

參數編號	說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
181~200	軸向伺服系統的回路增益	[1~1000000]	1/sec	30	按Reset鍵

Pr181~Pr200 軸向伺服系統的回路增益

3.6 相容性異動

車牙主要變動在兩部分，

1. 保證退尾距離與保證Jerk兩者間變化，所謂的保證退尾距離是"退尾距離不超過Pr4043"，保證Jerk是"整體Jerk不超過參數Pr409、Pr401、Pr402等設定"；
2. 高(極)車牙的演算法變化。

9.242版本及之後版本。

- 修改議題Supp-1952：9.242.24(含)之前使用保證退尾邏輯；9.242.25(含)之後使用保證Jerk邏輯。

10.112版本及之後版本。

- 修改議題Supp-1952：10.112.68(含)之前使用保證退尾邏輯；10.112.69(含)之後使用保證Jerk邏輯。

10.114版本及之後版本。

- 修改議題Supp-1952：10.114.1(含)之前使用保證退尾邏輯；10.114.2(含)~10.114.56F(含)之後使用保證Jerk邏輯。
- 修改議題ISSUE-2775：10.114.56G(含)之後使用保證退尾邏輯。

10.116版本及之後版本。

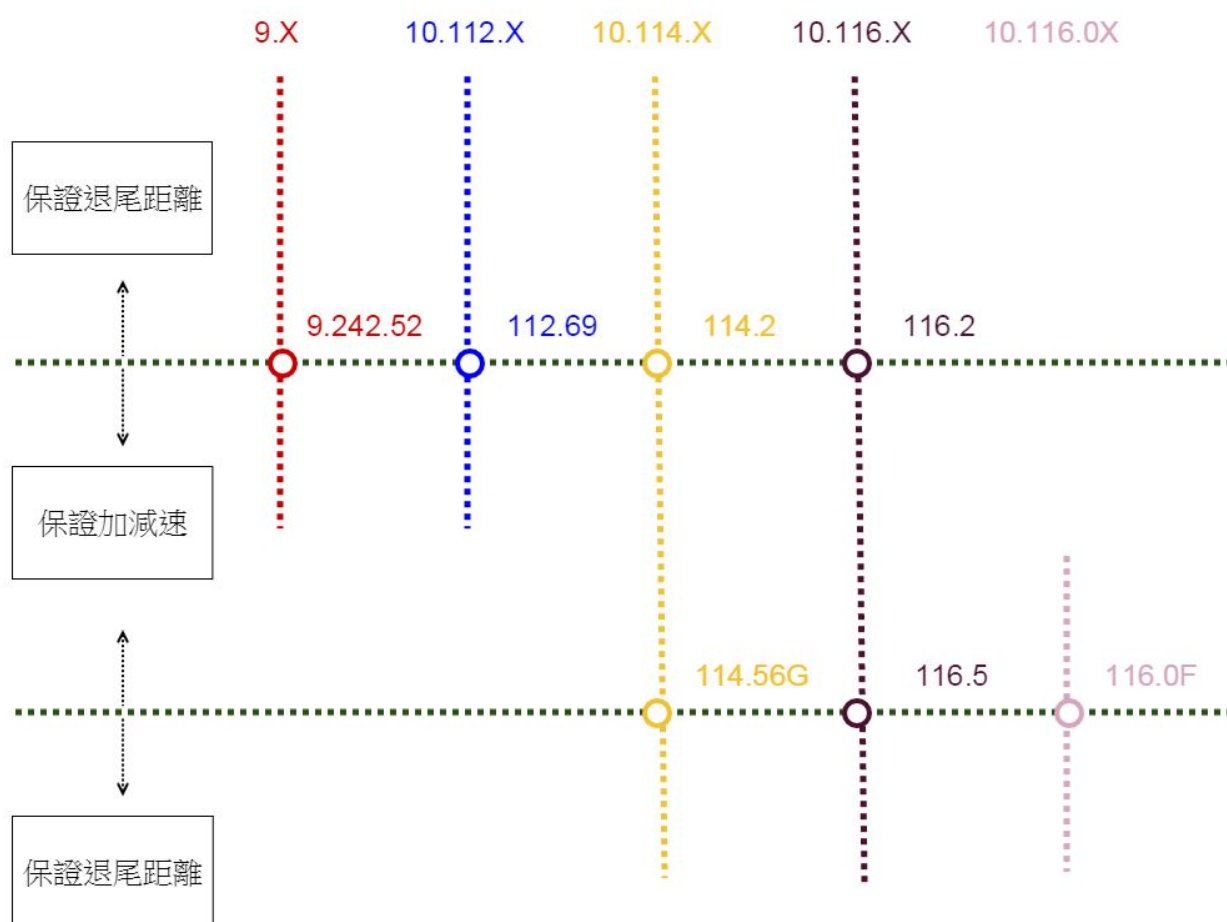
- 修改議題ISSUE-2554：10.116.0E(含)之前使用保證Jerk邏輯，10.116.0F(含)之後使用保證退尾邏輯。
- 修改議題ISSUE-2554：10.116.4(含)之前使用保證Jerk邏輯，10.116.5(含)之後使用保證退尾邏輯。
- 修改議題ISSUE-2554：第二版高(極)速車牙，使用保證退尾邏輯。
- 修改議題HSHP-310：10.116.15(含)之後，第三版高(極)速車牙使用保證退尾邏輯，且優化退尾速度，提高退尾表現。
- 修改議題HSHP-923：10.116.16N(含), 10.116.24H(含), 10.116.29(含)之後，優化極速車牙，減少退尾震度。

10.118版本及之後版本。

- 修改議題HSHP-2389：10.118.12D(含)之後，當極速車牙時(Pr4040=2)，復合型螺紋切削固定循環車牙(A-Type G76)，參考 Pr4018 角度優化退尾效果。
- 修改議題HSHP-3793：10.118.58K(含), 10.118.62D(含), 10.118.66M(含), 10.118.70P(含), 10.118.74M(含), 10.118.78D(含), 10.118.82(含)之後提供穩速車牙模式，提供高(極)車牙與一般車牙之間的選擇，優化退尾表現、減少退尾震度。

相容性異動圖表

SYNTEC

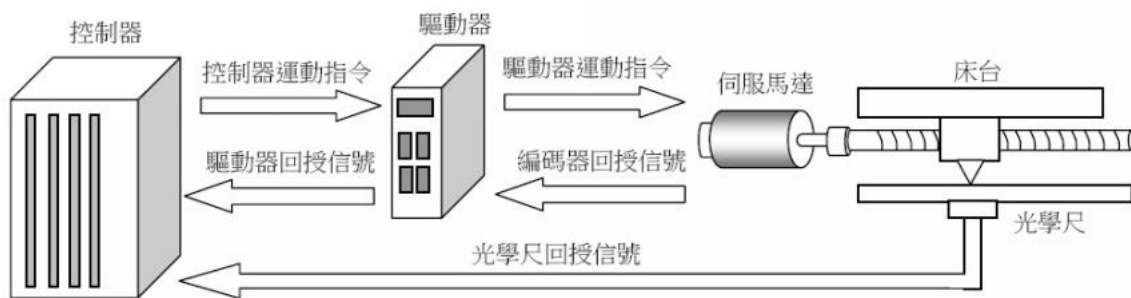


SYNTEC

4 光學尺雙反饋功能說明手冊

4.1 前言

機台常因螺桿製造誤差，或是摩擦力所造成的背隙現象，導致定位精度不佳。新代控制器支援利用光學尺雙反饋的方式，依據光學尺反饋資料，進行機台位置偏差補償，以提升加工精度。



4.2 雙反饋動作規格說明

- 目前新代控制器雙反饋功能分為兩種模式：控制模式、檢測模式。
- 檢測模式是10.118.28D 之後才提供的，設定檢測模式透過雙反饋資料進行檢測並不會進行位置補償。
- 控制模式則會針對機台位置偏差進行補償動作。

4.2.1 雙回授控制模式規格說明 (雙反饋補償功能)

- 當正確完成雙反饋參數設定，**重新開機且尋完原點後**，光學尺雙回授控制模式便正式啟動。此後不管任何動作(包含第二次尋原點)，控制器均會依據光學尺反饋資料，進行位置偏差補償。
- 承上敘述，每當重啟控制器須重新進行第一次尋原點開啟雙回授控制模式。
- 當光學尺雙回授控制模式啟動時，控制器的尋原點動作不再以馬達編碼器的零點訊號為依據，而是改為光學尺的零點訊號。
- 當光學尺雙回授控制模式啟動時，節距、背隙補償將視為對光學尺製造或安裝誤差的修正。也就是說只要節距、背隙補償有開啟，床台穩態位置必定受其影響。
- 節距補償必須在開機完成尋原點後，才會啟用控制模式，並且之後一直啟用，當然也包含第二次尋原點；至於背隙、尖角、溫度補償，除尋原點動作不啟用外，其他時刻均按參數設定即刻進行補償。
- **若馬達使用絕對式編碼器，不支援開啟雙回授控制模式**，否則會跳出MOT-055 絕對式編碼器相關參數設定錯誤，此時需將編碼器型態設成一般編碼器或光學尺(Pr201~0/1)，方能正確啟用雙回授控制模式。
- 雙反饋資料若是透過訂閱頻道取得(詳見下方相關參數 Pr241~ 說明)，目前控制器不支援使用雙回授控制模式。訂閱頻道功能請參見 訂閱頻道參數設定。
- 相關系統資料包含雙反饋位置反饋誤差量、X軸雙回路絕對位置反饋量、X軸雙反饋索引位置計數器(詳見下方相關系統資料說明)。

4.2.2 雙反饋檢測模式規格說明 (雙反饋檢測功能)

- **若馬達使用絕對式編碼器，支援開啟雙反饋檢測模式**，但需先完成絕對式原點設定，將軸向位置座標和第二位置座標同時設定為原點。
- 若馬達使用絕對式編碼器且已完成絕對式原點設定，重新開機控制器會進行一次座標同步，將軸向座標同步到第二位置座標。

- 若馬達使用非絕對式編碼器，重新開機進行第一次尋原點後，會將軸向和第二位置座標同時設定為原點。
- 當設定為雙反饋檢測模式，控制器的尋原點動作、節距、背隙等機構補償功能仍以馬達編碼器為依據而非光學尺訊號。
- 當設定為雙反饋檢測模式，雙反饋資料可透過訂閱頻道取得 (僅支援新代M3驅動器，詳見下方參數設定步驟)。
- 相關系統資料為X軸雙回路絕對位置反饋量 (詳見下方相關系統資料說明)。

4.3 參數說明

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr681~Pr700		*軸向雙反饋模式	[0~1]	-	0	重新開機
V12	P35032	N1~N18					

• **此參數設定軸向使用雙反饋模式**

0：雙回授控制：軸向使用雙反饋進行控制。

1：雙反饋檢測：軸向提供讀取雙反饋訊號作為檢測應用，但不使用雙反饋進行控制。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr21~Pr40		*軸向對應的軸卡端口號碼	[0~36010*]	-	0	重新開機
V12	P30001	N1~N18					

- 此參數設定各軸向對應在軸卡上，實際硬體命令輸出，及編碼器訊號輸入的端口編號（或串列通訊站號）。
- 僅端口號碼17,18(虛擬軸)可重複設定，使用多合一驅動時，端口號碼設定1,1000或2,2000.....皆為重複設定。
- 第17軸的設定從21開始，即第17~32軸對應的設定值為21~36。
- 針對6D系列(含-H)、20系列、21系列(含-H)、200系列串列控制器，此參數設定為19，表示該軸向對應主軸端口(SPD)；設定為20則表示對應手輪端口(MPG)。
- 泛用控制器

此參數設定為 MM，代表軸向對應的軸卡端口號碼(MM=0~20)。

- 串列控制器

1. 用單軸驅動時，此參數設定為 MM，代表軸向對應的驅動器站號(MM=0~36)，對應號碼如下表：

Pr21~Pr40參數設定值						
通訊	1~16	17	18	19	20	21~36
M3	伺服軸	虛擬軸		泛用主軸	(手輪占用)	伺服軸

Pr21~Pr40參數設定值						
通訊	1~16	17	18	19	20	21~36
M2	伺服軸	虛擬軸		泛用主軸	(手輪占用)	不支援
ECAT	伺服軸	虛擬軸		泛用主軸	(手輪占用)	伺服軸
RTEX	伺服軸	虛擬軸		泛用主軸	(手輪占用)	不支援

單軸驅動器使用監視軸

注意事項:

伺服軸：實際支援軸數請參考 [Pr3203 *插補周期](#)。

泛用主軸：RTEX/ECAT須至少接一軸伺服軸，才可使用泛用主軸。

虛擬軸：RTEX/ECAT須至少接一軸伺服軸，才可使用虛擬軸。

軸型態	支援虛擬軸	注意事項
一般軸	O	
主軸	O	Pr1791不可設定為4(新代主軸)，否則跳警報SPD-22 "僅支援新代變頻器"。
串列PLC軸	X	
ATC軸	X	
ROT軸	X	
定點控制軸	X	

2. 使用多合一驅動時，此參數設定為 MMnnn，代表的意義如下：

MM：主站號號碼(1~16)，可參考注意事項中的驅動器指撥開關設定說明。

nnn：子站號號碼(000~027)

[新代M3四合一驅動](#)

新代M3六合一驅動

新代M3八合一驅動

新代ECAT四合一驅動

新代ECAT六合一驅動

使用新代M3四合一驅動時，子站號編號所對應的軸向功能如下：

0：該主站的第一伺服軸

1：該主站的第二伺服軸

2: 該主站的第三伺服軸

3: 該主站的第四伺服軸

7: 該主站的第一監視軸(須開啟該主站的第一伺服軸才可使用), 對應第一伺服軸的第二編碼器反饋。

8: 該主站的第二監視軸(須開啟該主站的第二伺服軸才可使用), 對應第二伺服軸的第二編碼器反饋。

9: 該主站的第三監視軸(須開啟該主站的第三伺服軸才可使用), 對應第三伺服軸的第二編碼器反饋。

10: 該主站的第四監視軸(須開啟該主站的第四伺服軸才可使用), 對應第四伺服軸的第二編碼器反饋。

若指撥開關設定主站號碼1, 則此參數與軸向功能的對應如下:

第一伺服軸: 1000

第二伺服軸: 1001

第三伺服軸: 1002

第四伺服軸: 1003

第一監視軸: 1007

第二監視軸: 1008

第三監視軸: 1009

第四監視軸: 1010

新代M3四合一驅動

新代M3六合一驅動

新代M3八合一驅動

新代ECAT四合一驅動

新代ECAT六合一驅動

使用新代M3六合一驅動時, 子站號編號所對應的軸向功能如下:

0: 該主站的第一伺服軸

1: 該主站的第二伺服軸

2: 該主站的第三伺服軸

3: 該主站的第四伺服軸

4: 該主站的第五伺服軸

5: 該主站的第六伺服軸

20: 該主站的第一監視軸(須開啟該主站的第一伺服軸才可使用), 對應第一伺服軸的第二編碼器反饋。

21: 該主站的第二監視軸(須開啟該主站的第二伺服軸才可使用), 對應第二伺服軸的第二編碼器反饋。

22: 該主站的第三監視軸(須開啟該主站的第三伺服軸才可使用), 對應第三伺服軸的第二編碼器反饋。

23: 該主站的第四監視軸(須開啟該主站的第四伺服軸才可使用), 對應第四伺服軸的第二編碼器反饋。

24: 該主站的第五監視軸(須開啟該主站的第五伺服軸才可使用), 對應第五伺服軸的第二編碼器反饋。

25：該主站的第六監視軸(須開啟該主站的第六伺服軸才可使用)，對應第六伺服軸的第二編碼器反饋。

若指撥開關設定主站號碼1，則此參數與軸向功能的對應如下：

第一伺服軸：1000
第二伺服軸：1001
第三伺服軸：1002
第四伺服軸：1003
第五伺服軸：1004
第六伺服軸：1005
第一監視軸：1020
第二監視軸：1021
第三監視軸：1022
第四監視軸：1023
第五監視軸：1024
第六監視軸：1025

新代M3四合一驅動

新代M3六合一驅動

新代M3八合一驅動

新代ECAT四合一驅動

新代ECAT六合一驅動

使用新代M3八合一驅動時，子站號編號所對應的軸向功能如下：

0：該主站的第一伺服軸
1：該主站的第二伺服軸
2：該主站的第三伺服軸
3：該主站的第四伺服軸
4：該主站的第五伺服軸
5：該主站的第六伺服軸
6：該主站的第七伺服軸
7：該主站的第八伺服軸

20：該主站的第一監視軸(須開啟該主站的第一伺服軸才可使用)，對應第一伺服軸的第二編碼器反饋。

21：該主站的第二監視軸(須開啟該主站的第二伺服軸才可使用)，對應第二伺服軸的第二編碼器反饋。

22：該主站的第三監視軸(須開啟該主站的第三伺服軸才可使用)，對應第三伺服軸的第二編碼器反饋。

23：該主站的第四監視軸(須開啟該主站的第四伺服軸才可使用)，對應第四伺服軸的第二編碼器反饋。

24：該主站的第五監視軸(須開啟該主站的第五伺服軸才可使用)，對應第五伺服軸的第二編碼器反饋。

25：該主站的第六監視軸(須開啟該主站的第六伺服軸才可使用)，對應第六伺服軸的第二編碼器反饋。

26: 該主站的第七監視軸(須開啟該主站的第七伺服軸才可使用)，對應第七伺服軸的第二編碼器反饋。

27: 該主站的第八監視軸(須開啟該主站的第八伺服軸才可使用)，對應第八伺服軸的第二編碼器反饋。

若指撥開關設定主站號碼1，則此參數與軸向功能的對應如下：

第一伺服軸：1000
第二伺服軸：1001
第三伺服軸：1002
第四伺服軸：1003
第五伺服軸：1004
第六伺服軸：1005
第七伺服軸：1006
第八伺服軸：1007
第一監視軸：1020
第二監視軸：1021
第三監視軸：1022
第四監視軸：1023
第五監視軸：1024
第六監視軸：1025
第七監視軸：1026
第八監視軸：1027

新代M3四合一驅動 新代M3六合一驅動 新代M3八合一驅動 新代ECAT四合一驅動

新代ECAT六合一驅動

使用新代ECAT四合一驅動時，子站號編號所對應的軸向功能如下：

0：該主站的第一伺服軸
1：該主站的第二伺服軸
2：該主站的第三伺服軸
3：該主站的第四伺服軸

若新代ECAT四合一驅動為連接的第一站，則此參數與軸向功能的對應如下：

第一伺服軸：1000
第二伺服軸：1001
第三伺服軸：1002
第四伺服軸：1003

新代M3四合一驅動 新代M3六合一驅動 新代M3八合一驅動 新代ECAT四合一驅動

新代ECAT六合一驅動

使用新代ECAT六合一驅動時，子站號編號所對應的軸向功能如下：

0：該主站的第一伺服軸

- 1: 該主站的第二伺服軸
- 2: 該主站的第三伺服軸
- 3: 該主站的第四伺服軸
- 4: 該主站的第五伺服軸
- 5: 該主站的第六伺服軸

若新代ECAT六合一驅動為連接的第一站，則此參數與軸向功能的對應如下：

第一伺服軸：1000
 第二伺服軸：1001
 第三伺服軸：1002
 第四伺服軸：1003
 第五伺服軸：1004
 第六伺服軸：1005

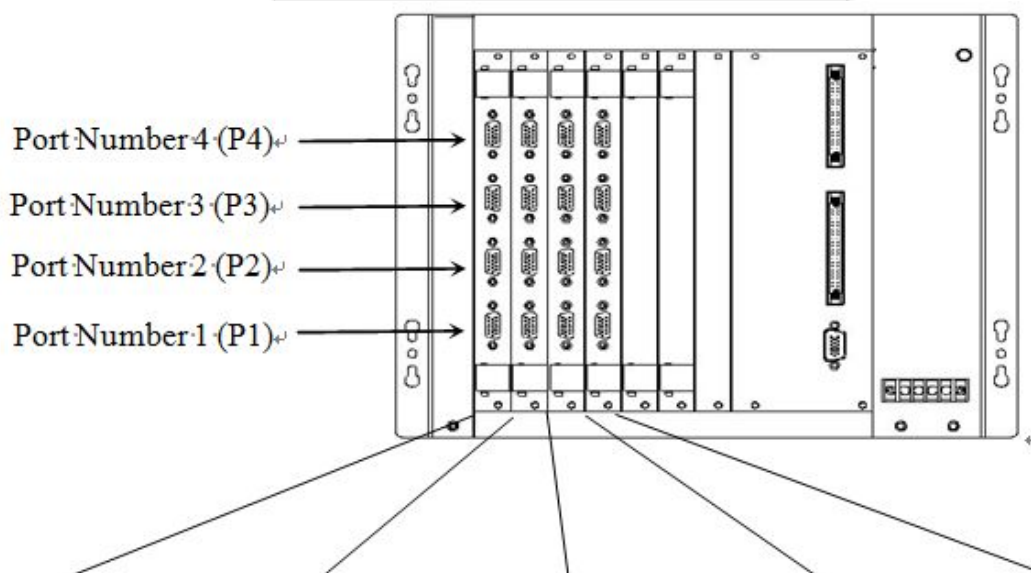
注意事項：

使用新代三合一驅動器時，第三軸的站號有兩種設定方式：

- a. 若是迷你三合一驅動器（三軸功率相同），則第三軸的站號設定為x002（x為主站號）
- b. 若是大三合一驅動器（第三軸功率與前兩軸不同），則第三軸的站號設定為x003（x為主站號）

3. EtherCAT通訊支援32軸的機型使用多合一驅動時，此參數設定為MMnnn，不支援17000~20010：
 MM：主站號號碼第十七站至第三十二站對應參數(21~36)，目前僅支援部分機型的EtherCAT通訊。
 nnn：子站號號碼(000~010)

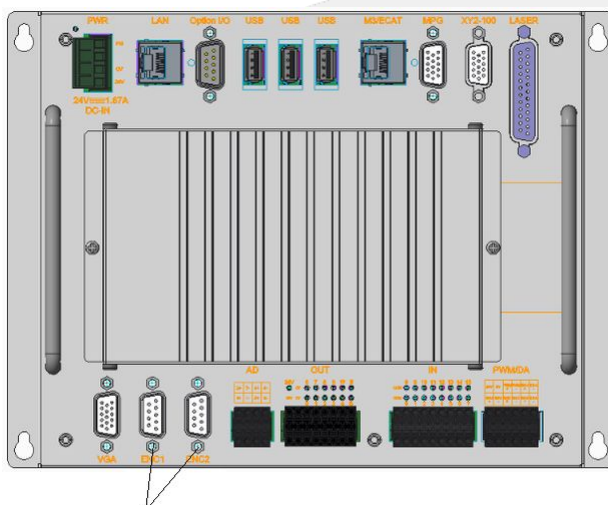
- SUPER控制器最多可同時安裝4片Servo4軸卡，每片軸卡可控制4個軸向，因此最多可同時控制16個軸向，其中各軸卡上對應的端口編號關係如下：



第四片軸卡		第三片軸卡		第二片軸卡		第一片軸卡	
Port	Pr20~40設定	Port	Pr20~40設定	Port	Pr20~40設定	Port	Pr20~40設定

P4	20(用於MPG)	P4	15(用於MPG)	P4	10(用於MPG)	P4	5(用於MPG)
	19		14		9		4
P3	18	P3	13	P3	8	P3	3
P2	17	P2	12	P2	7	P2	2
P1	16	P1	11	P1	6	P1	1

• 72系列、73系列控制器 ENC1 / ENC2 接口



Port	Pr21~40設定
ENC1	301
ENC2	302

• 注意事項:

- 在10.116.36P的版本之前，由於硬體規格限制，在多合一驅動的情況下，子站號碼必須從0開始設定，否則控制器無法正常使用，會發出OP-054 多合一裝置初始化失敗的警報。
(例如: 在控制器僅開第一軸與第二軸的情況下，將Pr21設定為1001, Pr22設定為1002，子站號沒有從0開始設定，便會發出OP-054 多合一裝置初始化失敗的警報。)
在該版本之後，經由軟體避開此限制，不再強制子站號碼必須從0開始設定
- 監視軸功能，必須搭配新代控制器與新代驅動器皆升級至下表所列的之後版本，才可正常使用。

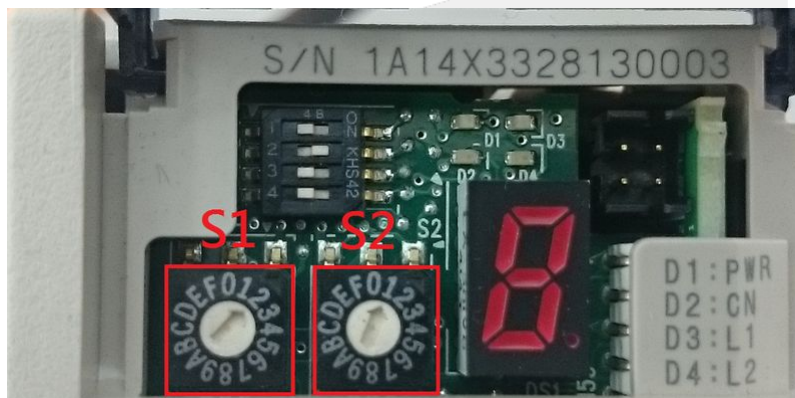
控制器版本	驅動器版本	功能	描述
10.116.24V、10.116.36B、 10.116.37、10.117.37	2.0.22	外部監視 軸功能	多合一驅動器可透過第二編碼器的設 定監視外部軸向的反饋訊號

3. 驅動器指撥開關設定:

• 安川驅動

[M3]

使用安川M3驅動時，指撥開關由S1、S2兩個旋鈕所組成，實體圖如下所示。



一般情況S1 請固定設定為 2，S2 在單軸與二合一驅動有不同的意義。

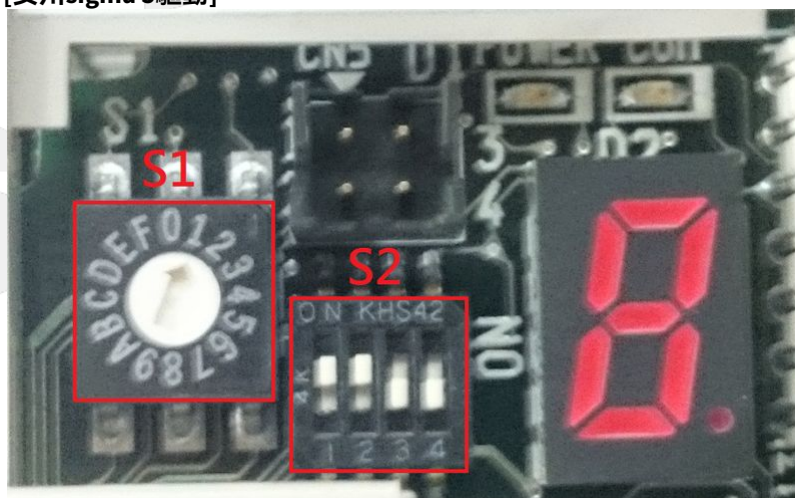
安川單軸驅動： **S2代表驅動器端口編號**，例如：S2設定為3，則對應的該軸向Pr21~Pr40設定為3。(欲使用驅動器端口編號16，S1請改設為3，S2設定為0。)

安川二合一驅動： **S2代表主站號碼**，例如：S2設定為3，則對應之兩個軸向的Pr21~Pr40分別設定為3000、3001。(欲使用主站號碼16，S1請改設為3，S2設定為0。)

[M2]

使用安川M2驅動時，指撥開關由一個旋鈕與一個撥動開關所組成，實體圖如下所示。

[安川sigma 5驅動]

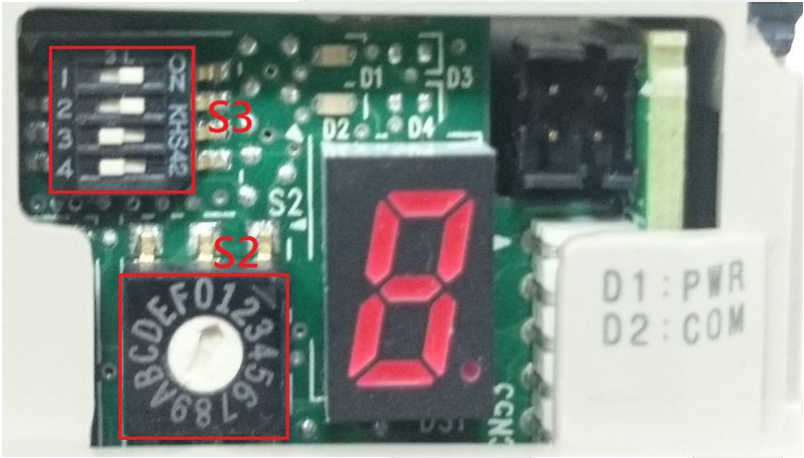


S1代表驅動器端口編號，例如：S1設定為3，則對應的該軸向Pr21~Pr40設定為3。

撥動開關S2則按照下表設定。

撥動開關S2的對應PIN角				驅動器端口編號
1	2	3	4	
ON	ON	OFF	OFF	1~15
ON	ON	ON	OFF	16

[安川sigma 7驅動]



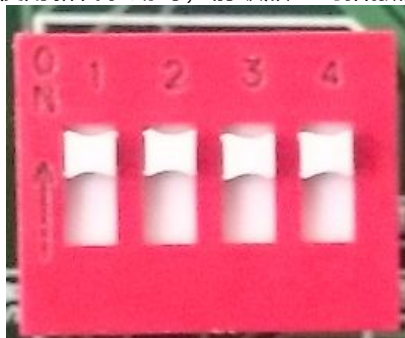
S2代表驅動器端口編號，例如: S2設定為3，則對應的該軸向Pr21~Pr40設定為3。

撥動開關S3則按照下表設定。

撥動開關S3的對應PIN角				驅動器端口編號
1	2	3	4	
ON	ON	OFF	OFF	1~15
ON	ON	ON	OFF	16

• 新代驅動

使用新代驅動時，前級版上的指撥開關實體圖如下所示。



指撥開關共有4個PIN角可使用，每個PIN角有ON與OFF兩種選擇，故指撥開關可以用來表示16種不同的主站號碼。

指撥開關對應通訊的主站號碼如下表格所示，使用時請特別注意主站號碼與控制器參數的對應關係。

指撥開關的對應PIN角				主站號碼	指撥開關的對應PIN角				主站號碼
1	2	3	4		1	2	3	4	
ON	ON	ON	ON	1	ON	ON	ON	OFF	9
OFF	ON	ON	ON	2	OFF	ON	ON	OFF	10
ON	OFF	ON	ON	3	ON	OFF	ON	OFF	11
OFF	OFF	ON	ON	4	OFF	OFF	ON	OFF	12
ON	ON	OFF	ON	5	ON	ON	OFF	OFF	13
OFF	ON	OFF	ON	6	OFF	ON	OFF	OFF	14
ON	OFF	OFF	ON	7	ON	OFF	OFF	OFF	15
OFF	OFF	OFF	ON	8	OFF	OFF	OFF	OFF	16

例如: 若主站號碼為1的情況下，控制器參數應如下設定：

參數	設定值
Pr21	1000

參數	設定值
Pr22	1001
Pr23	1002
Pr24	1003

若主站號碼為2的情況下，Pr21改為2000、Pr22改為2001、Pr23改為2002、Pr24改為2003。

其他主站號碼設定的情況下，所對應的Pr21~Pr40則依此類推。

• EtherCAT

- 搭配ECAT驅動器時，無法自由設定站號(指撥開關無效)，驅動器站號即是連接順序，如下圖所示。



版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr61~Pr80		軸向位置感測器解析度 (編碼器: Pulse/轉; 光學尺: Pulse/mm)	[10~2,147,483 ,647]	-	1250	按Reset鍵
V12	P300 11	N1~N 18					

- 位置感測器解析度：當感測器型別(Pr20x)為編碼器時，此參數單位為Pulse/Rev；當感測器型別為光學尺時，此參數單位為Pulse/mm(若為旋轉軸，此參數單位為Pulse/deg)。
- 請注意參數設定值為倍頻前之單相(A相或B相)訊號解析度。
- 假設光學尺解析度為1um/pulse，即1mm/1000pulse，且反饋倍頻為4倍頻設定下(Pr8x=4)，此參數請設定為1000/4=250；
- 假設光學尺解析度為10um/pulse，即1mm/100pulse，反饋倍頻為4倍頻設定下(Pr8x=4)，此參數請設定為100/4=25。
- 相容性異動：10.116.10M/10.116.16D(含)之後版本，設定上限將由2,500,000提升到67,108,864。
- 相容性異動：10.118.58Q, 10.118.62J, 10.118.70X, 10.118.74L, 10.118.82J, 及之後版本，設定上限將由67,108,864提升到2,147,483,647。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
----	------	--	----	----	----	-----	---------

V10	Pr81~Pr100		軸向反饋倍頻	[1~4]	-	4	按Reset鍵
V12	P30012	N1~N18					

- 編碼器反饋的倍頻數，可設定一倍頻、二倍頻、四倍頻。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr201~Pr220		軸向感測器型態	[0~5]	-	0	重新開機
V12	P30013	N1~N18					

- 此參數設定軸向感測器型態：
 - 0：一般編碼器
 - 1：光學尺
 - 2：無反饋
 - 3：絕對式編碼器
 - 4：單圈絕對式編碼器
 - 5：絕對式光學尺
- 針對絕對式編碼器應用，泛用控制器（10系列、SUPER系列）可透過RS422端口與三菱J2S/J3S/J4驅動器搭配；串列控制器則可搭配新代、安川等多款驅動器。
- 注意事項：
 - 當使用伺服主軸時，若對應軸向的感測器型態設定為無反饋，且Pr1711~設定為主軸有安裝編碼器時，僅支援Pr1811~主軸編碼器設定在馬達側。
 - 設定為絕對式編碼器（Pr201~=3/4）時，不支援雙反饋（Pr241~≠0）功能，需將編碼器型態設為一般編碼器或光學尺（Pr201~=0/1），方能正確啟用雙反饋功能。
 - 設定為『4：單圈絕對式編碼器』時，支援通訊方式：M2（新代、安川）、M3（新代、安川）、RTEX（松下A6N）、EtherCAT
 - 設定為『4：單圈絕對式編碼器』時，軸向軸型態禁止設定為線性軸型態（Pr221 ~ Pr240 設定為0），否則發出警報MOT-090
 - 設定為『4：單圈絕對式編碼器』時，軸向軸型態禁止設定為旋轉軸型態C（Pr221 ~ Pr240 設定為3），否則發出警報MOT-055
 - 設定為『4：單圈絕對式編碼器』時，軸型態為旋轉軸型態E（Pr221 ~ Pr240 設定為5），需啟用軟體行程極限（Pr2401~），否則發出警報MOT-072
 - 設定為『4：單圈絕對式編碼器』時，當軟體行程極限（Pr2401~）設定值超過馬達轉一圈的距離（與Pr61~、Pr121~、Pr161~有關），將自動啟用虛擬多圈絕對功能
 - 控制器需支援FRAM
 - 禁止斷電後移動行程超過半圈，否則將導致座標不可信
- 控制器版本：
 - 10.116.15~10.116.16O、10.116.24I、10.116.29之間的控制器軟體版本，Pr201~可以設為『4：新代編碼器（正）』跟『5：新代編碼器（反）』，此功能是針對磨床之chopping軸專用，使用時需與硬體配合，為特殊選項，非一般使用。為避免使用者誤用，10.116.16P、10.116.24J與10.116.30之後的版本，Pr201~之設定範圍被限縮為[0-3]，只有專用的磨床軟體安裝包才可以使用4與5。
 - 『4：單圈絕對式編碼器』：目標版本為10.118.28E、10.118.32及之後版本。
 - 『5：絕對式光學尺』：目標版本為10.118.42Q、10.118.48B、10.118.49及之後的版本。

- d. 版本10.118.82B, 10.118.83以前, 設定為『4: 單圈絕對式編碼器』時, 需確保軟體行程極限 (Pr2401~) 設定值小於馬達轉一圈的距離 (與Pr61~、Pr121~、Pr161~有關), 否則發出警報 MOT-072
- e. 版本10.118.82B, 10.118.83及之後版本, 設定為『4: 單圈絕對式編碼器』時, 軟體行程極限 (Pr2401~) 設定值超過馬達轉一圈的距離 (與Pr61~、Pr121~、Pr161~有關), 將自動啟用虛擬多圈絕對功能

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr241~Pr260		*軸向雙反饋對應的軸卡端口號碼	[0~100004]	-	0	重新開機
V12	P35031	N1~N18					

- 此參數設定各軸向光學尺輸入訊號, 所對應的軸卡端口編號或訂閱頻道號碼。
- 設定規格限制
 - 泛用控制器, 使用雙回授控制模式, 即 Pr681~ 設定為 0, 此參數設定各軸卡上對應的端口編號, 可參閱Pr21~Pr40的說明。
 - 串列控制器, 使用雙反饋檢測模式, 即 Pr681~ 設定為 1, 此參數設定訂閱頻道號碼 100+nnn, 代表意義如下
 - nnn (001~004) 選擇欲使用的訂閱頻道, 需確認使用的訂閱頻道所訂閱的資訊為反饋資訊
 - 雙回授控制模式僅供泛用軸卡端口使用, 使用串列軸向雙反饋功能時請將Pr681~ 設定為 1
- 若系統不支援設定的參數號碼則會跳OP-093 【雙反饋端口設定錯誤】 警報

Unable to render include or excerpt-include. Could not retrieve page.

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr301~Pr320		軸向雙反饋反饋倍頻	[1~4]	-	4	按Reset鍵
V12	P35042	N1~N18					

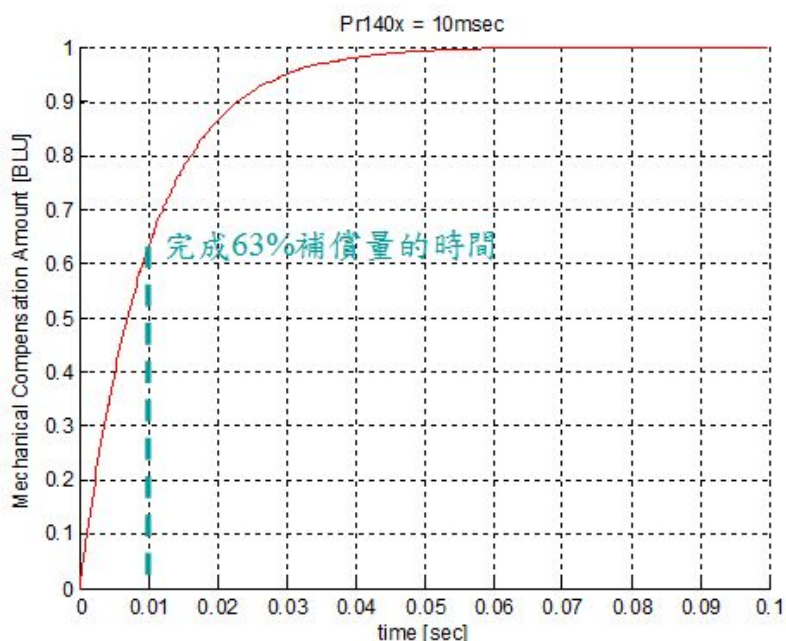
- 雙反饋反饋倍頻用來設定各伺服軸之光學尺反饋倍頻數, 可設定一倍頻、二倍頻、四倍頻。

軸向雙反饋感測器型態

- 雙反饋感測器型態無參數設定, 而是根據 Pr221~ 軸向的軸型態設定決定。
- 若軸向的軸型態為線性軸型態, 即 Pr221~ 設定為 0, 則雙反饋感測器型態為光學尺。
- 若軸向的軸型態非線性軸型態, 即 Pr221~ 設定非 0, 則雙反饋感測器型態為一般編碼器。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	預設值	修改後何時有效
V10	Pr1401~Pr1420		軸向機構補償時間常數	[0~60000]	ms	10	按Reset鍵
V12	P35001	N1~N18					

- 控制器機構補償量（背隙、齒節、位置尖角與溫升補償）是以指數型曲線送出，此參數可用來決定指數型曲線的時間常數。
- 設定值越小，補償所需修正時間越短，但易造成機台抖動，參考建議值為10ms。
- 設定為0時，補償量會立刻發送完畢，不以指數型曲線來規劃。

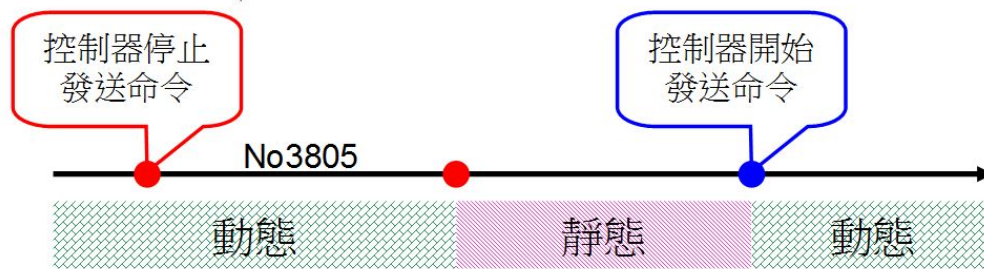


版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr1421~Pr1440		軸向靜態雙反饋最大容許誤差量	[0~100000]	BLU	1000	按Reset鍵
V12	P35038	N1~N18					

- 此參數設定雙反饋靜態時，各伺服軸之光學尺訊號，與馬達編碼器訊號的最大容許誤差量。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr3805		靜態雙反饋誤差檢查延遲時間	[0~60000]	ms	1000	按Reset鍵
V12	P35039	N1~N18					

- 此參數決定在停止發送命令後，控制器切入靜態的等候時間。



- 此參數設定為0時，表示關閉雙反饋誤差檢查功能。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr3817		雙反饋嚴重容許誤差量	[0~100000]	BLU	10000	按Reset鍵
V12	P35036	N1~N18					

- 此參數設定雙反饋動態時，各伺服軸之光學尺訊號，與馬達編碼器訊號的最大容許誤差量。
- 此參數設定為0時，表示關閉雙反饋誤差檢查功能。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr3818		雙反饋自我檢測容許誤差量 (pulse)	[0~50]	Pulse	0	按Reset鍵
V12	P35037	N1~N18					

- 雙反饋啟用後，當光學尺各索引信號(Index)間，累計的A/B脈沖數差異超過此參數設定時，系統即發出MOT-040雙反饋自我檢測誤差超過警報。
- 此參數設定為0時，表示不啟動檢查功能。
- 適用一般等間距光學尺以及Distance Code光學尺
- 使用限制：
 - 軸向需完成尋原點後，功能才會啟動。
 - 異常發生時，系統不會立刻發出警報，而必須等待第5個索引信號進來後才會發出警報。換之言，若移動範圍在4個索引信號以內，此偵測機制無效。
 - 系統內定索引信號寬度為5個Pulse。

4.4 相關系統資料(以X軸為例)

- 系統資料24(X軸絕對位置反饋量)：顯示X軸馬達編碼器的反饋數據。
- 系統資料40(X軸絕對位置命令量)：顯示X軸所送出的命令。
- 系統資料80(X軸雙反饋位置反饋誤差量)：顯示X軸馬達編碼器反饋數據，與光學尺反饋數據的誤差量。(檢測模式下不提供顯示對應數值)
- 系統資料96(X軸絕對位置反饋量)：顯示X軸馬達編碼器的反饋數據。
- 系統資料112(X軸雙回路絕對位置反饋量)：顯示X軸光學尺的反饋數據。

- 系統資料128(X軸機械座標)：顯示X軸的機械座標。
- 系統資料144(X軸雙反饋索引位置計數器)：紀錄X軸光學尺原點訊號進來當下，軸卡所擷取到之脈波數目。(檢測模式下不提供顯示對應數值)

4.5 相關警報

Alarm ID	MOT-031	Alarm 標題	【靜態雙回授位置誤差超過】
說明	控制器停止發送運動指令經Pr3805設定的時間後，系統檢查雙回授追隨誤差量超過Pr1421~Pr1440設定範圍時，控制器發此警報。		
可能原因	1. 機構干涉。 2. 馬達參數設定錯誤。 3. 光學尺參數設定錯誤。 4. 馬達回授訊號異常或遭受干擾。 5. 光學尺訊號異常或遭受干擾。 6. 光學尺讀頭鬆動導致讀取不穩。		
排除方法	1. 檢查外部運動機構。 2. 檢查馬達解析度設定Pr61~、Pr81~、Pr161~是否正確。 3. 檢查光學尺解析度設定Pr261~、Pr301~是否正確。 4. 檢查馬達編碼器是否正常，或將馬達回授走線遠離大功率電磁設備。 5. 檢查光學尺電源是否穩定，或將光學尺回授走線遠離大功率電磁設備。 6. 確認讀頭不受機構行程移動影響。		
Alarm ID	MOT-040	Alarm 標題	【雙反饋自我檢測誤差超過】
說明	雙回授控制模式啟用後，當光學尺各索引信號間，累計的A、B脈波數差異超過Pr3818設定。		
可能原因	1. 光學尺電源不穩。 2. 光學尺反饋受到干擾。 3. 光學尺轉接頭受到磁場或電場干擾。 4. 光學尺讀頭鬆動導致讀取不穩。		
排除方法	1. 光學尺電源獨立使用。 2. 確認CNC端的機殼不受電源污染，或隔離線是否脫落。 3. 光學尺轉接頭處遠離重電區，或使用銅片包覆以降低外部干擾。 4. 確認讀頭不受機構行程移動影響。		
Alarm ID	MOT-055	Alarm 標題	【絕對式不支援旋轉軸型態C與雙回授控制模式】
說明	使用絕對式編碼器時，相關參數設定錯誤。		

可能原因	1. 使用絕對式編碼器(Pr201~設定3)時，軸向的軸型態設定為旋轉軸型態C(Pr221~設定3)。 2. 使用絕對式編碼器(Pr201~設定3)且同時開啟雙回授控制功能(Pr241~不設定0且Pr681~設定為0)。
排除方法	1. 使用絕對式編碼器時，請將軸向的軸型態設定非旋轉軸型態C的其他型態(Pr221~不設定3)。 2. 關閉雙回授控制功能(Pr241~設定0或Pr681~設定為1)或改用增量式編碼器(Pr201~設定0)。
進階說明	1. 此警報發生時，會同時觸發'MOT-034 未完成第一次尋原點設定，絕對位置無法運作'，請使用者重新設定原點。 2. 此警報重置不消除，直到相關參數重新設定正確，是否重開機生效取決於參數。 a. Pr221~按重置有效。 b. Pr201~和Pr241~和Pr681~重開機有效。

Unable to render include or excerpt-include. Could not retrieve page.

Alarm ID	OP-092	Alarm 標題	【雙反饋端口設定不支援雙回授控制模式】
說明	軸向雙反饋透過訂閱頻道取得反饋資訊無法使用雙回授控制模式。		
可能原因	軸向雙反饋設定訂閱頻道但雙反饋模式為控制模式 ex: Pr241 設定 100001, Pr681 設定 0		
排除方法	1. 修正雙反饋模式Pr681~為檢測模式 2. 修正Pr241~ 雙反饋端口設定		

Unable to render include or excerpt-include. Could not retrieve page.

4.6 安裝程式及參數設定步驟(以X軸為例)

4.6.1 雙回授控制模式安裝設定程式

透過控制器直接取得反饋資料

- Step1: 確認光學尺輸入/輸出電壓及解析度的規格，其中輸出電壓一定要為5V，因為新代控制器只能接受5V的輸入訊號。
- Step2: 系統參數 Pr681 設定為0 使用控制模式。
- Step3: 開機後未執行尋原點前，以手輪移動X軸，確認X軸雙回路位置反饋誤差量(系統資料80)，不會隨手輪移動而出現爆大量數值。
PS: 若兩者存在相當大的差異，請參閱Q/A進行問題排除。
- Step4: 完成尋原點後，以手輪移動X軸，若X軸雙回路絕對位置反饋量(系統資料112)與X軸機械座標(系統資料128)數值相同，即表示光學尺雙反饋功能已經啟用。

4.6.2 雙反饋檢測模式安裝設定程式

透過控制器直接取得反饋資料

- Step1: 確認光學尺輸入/輸出電壓及解析度的規格，其中輸出電壓一定要為5V，因為新代控制器只能接受5V的輸入訊號。

- Step2: 系統參數 Pr681 設定為1 使用檢測模式, Pr241 設定對應的訂閱頻道號碼, ex: 若選用串列監視軸第一頻道, 則Pr241 設定為 100001。
- Step3: 重新開機後, 以手輪移動X軸, 若系統資料確認X軸雙回路絕對位置反饋量(系統資料112)與X軸機械座標(系統資料128)數值相同, 即可使用檢測模式。

使用訂閱頻道取得雙反饋資料

- Step1: 確認驅動器參數第二編碼器相關參數設定正確。
Ps: 新代驅動器對應參數為 Pn-920 ~ Pn-931, 其中包含 【Pn-920】第二編碼器通訊介面型態、【Pn-921】第二編碼器接口號碼、【Pn-922】第二編碼器解析度 等設定。
- Step2: 進入訂閱頻道參數畫面進行參數設定, 訂閱資訊設定為第二位置反饋 (新代驅動器為 3715, 訂閱資訊設定對應的號碼可以參考 【Pn-824】選配監視器 說明)。
- Step3: 系統參數 Pr681 設定為1 使用檢測模式, Pr241 設定對應的訂閱頻道號碼, ex: 若選用串列監視軸第一頻道, 則Pr241 設定為 100001。
- Step4: 重新開機後, 以手輪移動X軸, 若系統資料確認X軸雙回路絕對位置反饋量(系統資料112)與X軸機械座標(系統資料128)數值相同, 即可使用檢測模式。

4.7 光學尺問題診斷

- 確認光學尺反饋控制模式是否正常？
 - 軸向具長行程(行程足以產生5個光學尺索引訊號)
 - 利用Pr3818開啟雙反饋自我檢測功能下, 不斷來回移動機台, 系統是否發出MOT-040雙反饋自我檢測誤差超過警報。
 - 軸向非長行程
 - Step1: 光學尺雙反饋下, 開機完成首次尋完原點後, 以手輪在原點處左右移動, 紀錄診斷畫面X軸雙回路索引位置計數器(診斷畫面參數144)大小, 合理值應是0(開啟原點偏移量則是 -No881)。
 - Step2: 長時間加工後, 重新執行尋原點, 觀察X軸雙回路索引位置計數器大小, 是否與Step1一致。
 - Step3: 若發現X軸雙回路索引位置計數器與Step1所得不一致, 表示光學尺反饋Loss Pulse, 請檢查光學尺配線。

4.8 Q/A(以X軸為例)

1. 執行安裝程式, 發現X軸雙回路位置反饋誤差量(系統資料80)會隨手輪移動而出現爆大量數值, 且X軸絕對位置反饋量(系統資料96), 與X軸雙回路絕對位置反饋量(系統資料112), 大小相當接近但正負號相反。
 - 光學尺反饋訊號AB 相相反, 請將光學尺反饋訊號之A+與A-接線對調。
2. 執行安裝程式, 發現X軸雙回路位置反饋誤差量(系統資料80)會隨手輪移動而出現爆大量數值, 且X軸絕對位置反饋量(系統資料96), 與X軸雙回路絕對位置反饋量(系統資料112)差異甚大。
 - 應是解析度設定錯誤, 請重新檢查馬達與光學尺解析度設定。
3. 啟用光學尺雙回授控制模式後, 無法進行尋原點。
 - 應是光學尺原點訊號沒有進來。請長距離移動機台, 確認X軸雙回路索引位置計數器(系統資料144)數值有無變動。如果沒有, 請確認光學尺反饋訊號之C+與C-接線是否正確。
4. 啟用光學尺雙回授控制模式後, 機台抖動甚劇。
 - 請確認光學尺安裝剛性是否良好, 或是加大Pr1401(X軸機構補償時間常數), 以避免控制器對於誤差量的補償過於靈敏, 建議數值為100ms。
5. 光學尺製造誤差甚大, 導致定位精度不佳。
 - 一般馬達單反饋架構下, 會以節距補償對於螺桿製造誤差進行校正; 同理也可在啟用光學尺雙反饋的情況下, 以雷射進刀測定位誤差, 並填入節距補償表中, 控制器將依據補償表內容, 對於光學尺的製造誤差進行校正。
6. 啟用光學尺雙回授控制模式功能後, 首次完成尋原點時, X軸雙回路絕對位置反饋量不為0。

- 光學尺雙回授控制是在開機完成尋原點後方才啟用，也就是首次尋原點後，床台位置並未正確停止在光學尺原點訊號上，而是存在一個差異量，此差異量即為床台的機構誤差。按目前設定規格，此差異量將會在下一個移動指令中被修正回來，因此不需過於在意。

4.9 相容性異動說明

- 在118.28D(含)版本之後，新增雙反饋檢測模式 (Pr681~ = 1)，且僅支援新代M3驅動器使用該檢測模式。



SYNTEC

5 尖角補償功能說明手冊

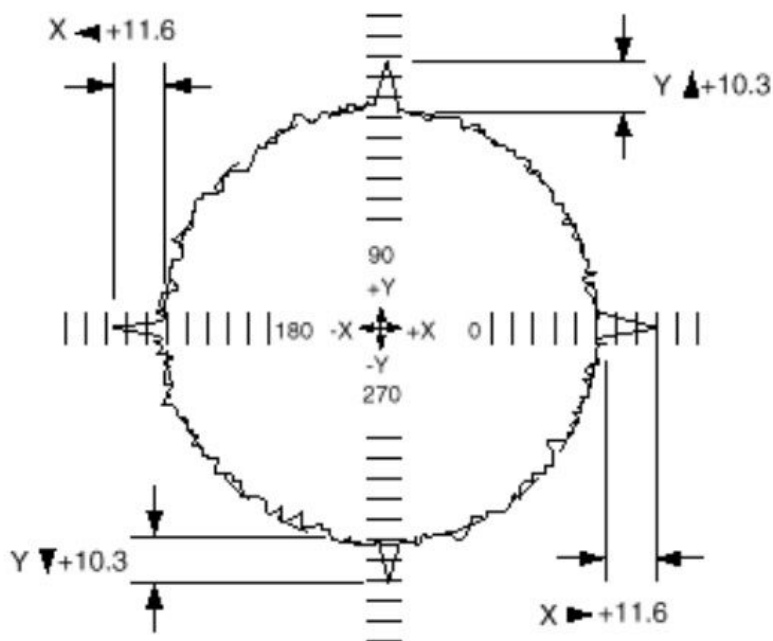
5.1 前言

床台運動在啟動或換向瞬間，因機構各接觸面存在摩擦力，所以會出現遲滯現象。加工時若有圓弧或圓弧接直線的路徑規劃，可能會因為遲滯現象而產生紋路，造成加工品質不良。

一般會使用BALLBAR儀器進行循圓調適，量測出遲滯現象的程度大小，因為可於四象限（0/90/180/270度）換向處觀察到瞬間突起的現象（如下圖），所以稱此現象為尖角。

要消除尖角的首選方式是提高伺服剛性，加強伺服系統抵抗摩擦力的能力，這樣才是最自然的作法，若非必要不建議使用控制器的補償功能。

相較於節距或背隙誤差，有一明確的誤差量，尖角的成因是摩擦力，所以無法很精準的進行補償並消除。



5.2 規格說明

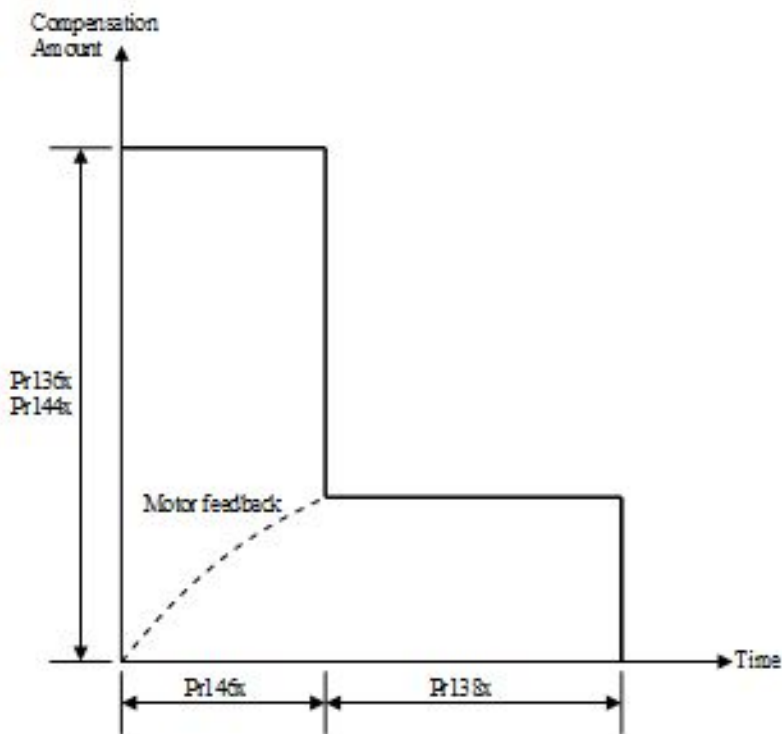
- 目前新代控制器共提供三種尖角補償方式：位置尖角、速度尖角、扭力尖角，各軸向一次僅能啟用一種補償方式。
- 位置尖角是一直有提供的補償功能，後來才改名為位置尖角補償。
- 速度尖角及扭力尖角是10.118.22後才有提供的最新補償功能，僅能透過控制器內建循圓調適畫面來啟用。
- 速度尖角共有0-5組參數，其中1-5組參數可設定調適時的RF，而第0組參數則無RF設定。
- 選用速度尖角補償時，將參考1-5組參數進行補償。而當1-5組參數皆設定為R=0且F=0時，才會以第0組參數值進行補償。
- 不管是哪種補償，都是透過控制器送出額外命令，以下將說明三種補償方式的運作機制。

5.2.1 位置尖角補償說明

位置尖角補償是於換向瞬間，額外送位置命令量，藉以縮短因摩擦力所造成的遲滯時間，進而提升加工精度，如下圖所示。

第一段保持時間 (Pr146x) 送出的命令量為參數輸入的補償值 (Pr136x、Pr144x)，第二段保持時間 (Pr138x) 的命令量會根據馬達的反饋，由控制器計算出補償量。

若要使用控制器內建循環調適功能，請參閱循環調適。

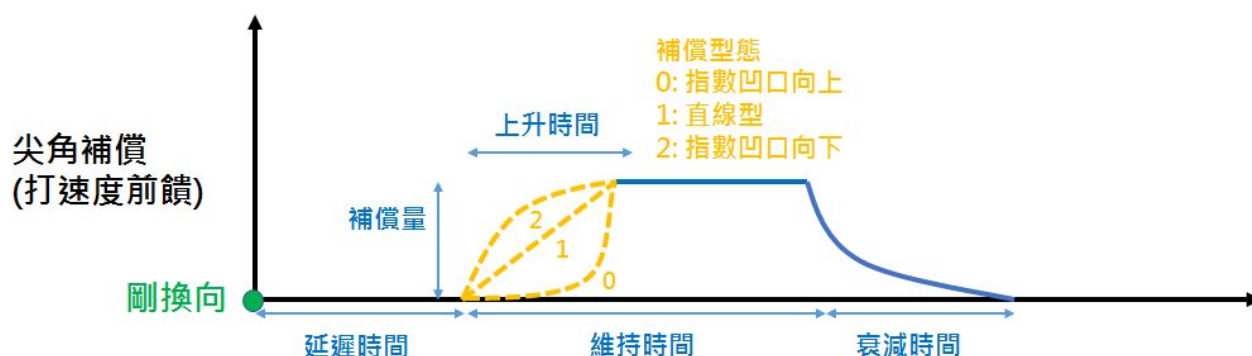


5.2.2 速度尖角補償說明

速度尖角補償是於換向瞬間，額外送速度命令量，藉以縮短因摩擦力所造成的遲滯時間，進而提升加工精度，如下圖所示。

相關參數沒有編號，但有參數設定頁面，請參閱後續章節。

僅能使用控制器內建循環調適畫面才能啟用此功能，請參閱<https://confluence.syntecclub.com/pages/viewpage.action?pageId=421618179>。



5.2.3 扭力尖角補償說明

扭力尖角補償是於換向瞬間，額外送出扭力命令量，藉以縮短因摩擦力所造成的遲滯時間，進而提升加工精度。

目前扭力尖角補償量並沒有固定的量值，是由系統透過循圓調適進行學習，然後計算出每一個插補時間所需的補償值，因此無相關參數可設定。

僅能使用控制器內建循圓調適畫面才能啟用此功能，請參閱[扭力尖角調適](#)。

5.3 相關參數

5.3.1 補償方式選用

版本	參數編號		說明	範圍	單位	預設值	修改後何時有效
V10	Pr2921~Pr2940		軸向尖角補償功能	[-1~2]	-	0	按Reset鍵
V12	P35014	N1~N18					

- 此參數決定系統開啟哪一種尖角補償功能

-1: 關閉。

0: 位置尖角補償: 反向瞬間聽參數Pr1361~、Pr1381~、Pr1441~、Pr1461~等參數，以多給位置命令方式進行補償。

1: 速度尖角補償: 反向瞬間以多打速度命令方式進行補償，可至控制器速度尖角補償畫面進行補償參數調整。

2: 扭力尖角補償: 反向瞬間以多打扭力命令方式進行補償，將開啟新代驅動器扭力尖角補償。

- 參數異動說明

- 10.116.54D, 10.118.0B, 10.118.2(含)之後

-1: 關閉。

0: 速度尖角補償: 反向瞬間聽參數Pr1361~、Pr1381~、Pr1441~、Pr1461~等參數，以多給位置命令方式進行補償。

- 1: 扭力前饋尖角補償: 反向瞬間以多打扭力命令方式進行補償, 不提供以控制器進行調整。
- 10.116.54L, 10.118.0G, 10.118.7(含)之後, 為避免誤會, 將參數值0的命名更動, 並變動參數值1的補償方式
 - 1: 關閉。
 - 0: 位置尖角補償: 反向瞬間聽參數Pr1361~、Pr1381~、Pr1441~、Pr1461~等參數, 以多給位置命令方式進行補償。
 - 1: 速度尖角補償: 反向瞬間以多打速度命令方式進行補償, 不提供以控制器進行調整。
[10.116.54S, 10.118.12 以後 可至控制器速度尖角補償畫面進行補償參數調整]
 - 10.118.22A, 10.118.23(含) 之後, 新增新代驅動器扭力尖角補償
 - 1: 關閉, 此時控制器將自行關閉新代驅動器參數Pn290。
 - 0: 位置尖角補償: 反向瞬間聽參數Pr1361~、Pr1381~、Pr1441~、Pr1461~等參數, 以多給位置命令方式進行補償, 此時控制器將自行關閉新代驅動器參數Pn290。
 - 1: 速度尖角補償: 反向瞬間以多打速度命令方式進行補償, 可至控制器速度尖角補償畫面進行補償參數調整, 此時控制器將自行關閉新代驅動器參數Pn290。
 - 2: 扭力尖角補償: 反向瞬間以多打扭力命令方式進行補償, 此時控制器將自行開啟新代驅動器參數Pn290。此補償功能只支援馬達型態為旋轉永磁或線性永磁 (Pn700 = 0/1)。

5.3.2 位置尖角補償

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr1361~Pr1380		軸向圓弧尖角負往正向補償量	[0~9999]	BLU	0	按Reset鍵
V12	P35015	N1~N18					

- 此參數決定進給軸由負向轉正向瞬間, 控制器額外送出的補償量大小, 設定值越大, 尖角抑制效果越明顯, 但需注意過大會造成過切而形成內凹。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr1381~Pr1400		軸向圓弧尖角第二段保持時間 常數	[0~60000]	ms	100	按Reset鍵
V12	P35018	N1~N18					

- 此參數決定尖角補償第二段保持時間, 用來防止機台因補償量瞬間收回時, 出現二次停滯的現象。但須注意設定值過大會造成過切而形成內凹, 參考建議值為10ms。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr1441~Pr1460		軸向圓弧尖角正往負向補償量	[0~9999]	BLU	0	按Reset鍵
V12	P35016	N1~N18					

- 此參數決定進給軸由正向轉負向瞬間，控制器額外送出的補償量大小，設定值越大，尖角抑制效果越明顯，但需注意過大會造成過切而形成內凹。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
V10	Pr1461~Pr1480		軸向圓弧尖角第一段保持時間常數	[0~60000]	ms	0	按Reset鍵
V12	P35017	N1~N18					

- 此參數決定尖角補償第一段保持時間，設定值越大，尖角抑制效果越明顯，但需注意過大會造成過切而形成內凹，參考建議值為1000/Pr18x(伺服系統的位置回路增益)。

5.3.3 速度尖角補償

速度尖角補償參數的頁面入口在"機構補償參數"頁面

說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
負往正補償量	[0~9999]	(um/sec)	400	立即生效
負往正上升時間	[0~60000]	(ms)	6	立即生效
負往正維持時間	[0~60000]	(ms)	16	立即生效
負往正衰減時間	[0~60000]	(ms)	100	立即生效
負往正延遲時間	[0~60000]	(ms)	0	立即生效
負往正上升型態	0-2	--	1	立即生效
正往負補償量	[0~9999]	(um/sec)	400	立即生效

說明	範圍	單位	初始值	修改後何時有效
正往負上升時間	[0~60000]	(ms)	6	立即生效
正往負維持時間	[0~60000]	(ms)	16	立即生效
正往負衰減時間	[0~60000]	(ms)	100	立即生效
正往負延遲時間	[0~60000]	(ms)	0	立即生效
正往負上升型態	0-2	--	1	立即生效

5.4 操作步驟

此處說明使用BALLBAR量測時的尖角補償操作步驟，適用於位置尖角補償，因為BALLBAR是以長度單位來呈現尖角大小。

另一方面，在做完速度或扭力尖角補償後，亦可使用BALLBAR進行最終驗證。

- Step1: 完成節距與背隙補償，關閉尖角補償。
- Step2: 載入附件範例程式，以R150、F1500條件進行循環調適（條件可視狀況調整），觀察受測軸的尖角值。
- Step3: 設定Pr146x為1000/Pr18x、Pr138x=10，Pr136x與Pr144x為上個步驟量測所得尖角值的3倍，然後再次進行循環調適，觀察尖角值是否改善。
- Step4: 理論上尖角值應有明顯改善，甚至可發現在換向處出現內凹的情形，這表示補償量過大。
- Step5: 請以二分法方式逐步縮短第一段保持時間，以改善內凹情形；反之，若是尖角現像仍相當明顯，則需要放大第一段保持時間。
- Step6: 若於Step5中，單純增減第一段保持時間，無法同時應付正/負方向的尖角現象，請再針對Pr136x與Pr144x各自進行微調修正。
 - 例如增加第一段保持時間，雖然正往負的尖角值下降，卻造成負往正的換向處過補，進而出現內凹。

5.5 Q & A

- Q1: 假設BALLBAR顯示有過切效應，並造成二次尖角出現時，應當如何調整？
A1: 建議先降低尖角補償量，以降低過切效應，然後延長第二段保持時間，以避免床台因速度太低而出現二次停滯現象。
- Q2: 第二段尖角補償量如何決定？
A2: 第二段尖角補償量主要用來防止補償量瞬間完全收回時，易造成床台二次停滯。因此控制器自動根據內建模擬結果，將補償命令先收回至馬達完成第一段尖角補償後的模擬位置，持續一段時間再完全收回尖角補償量。
- Q3: 使用控制器內建循環調適畫面後，是否就能確保尖角被抑制到一定程度？
A3: 控制器內建的循環調適功能又稱為電子循環，主要是依靠馬達反饋來評估尖角大小，但馬達反饋與實際床台移動多少還是有些誤差，所以在完成電子循環後確實能有效抑制尖角，但實際反應在床台上的補償效果，還是要使用BALLBAR量測後才能確認，因為BALLBAR是架設在床台上進行量測，其結果更貼近現實狀況。

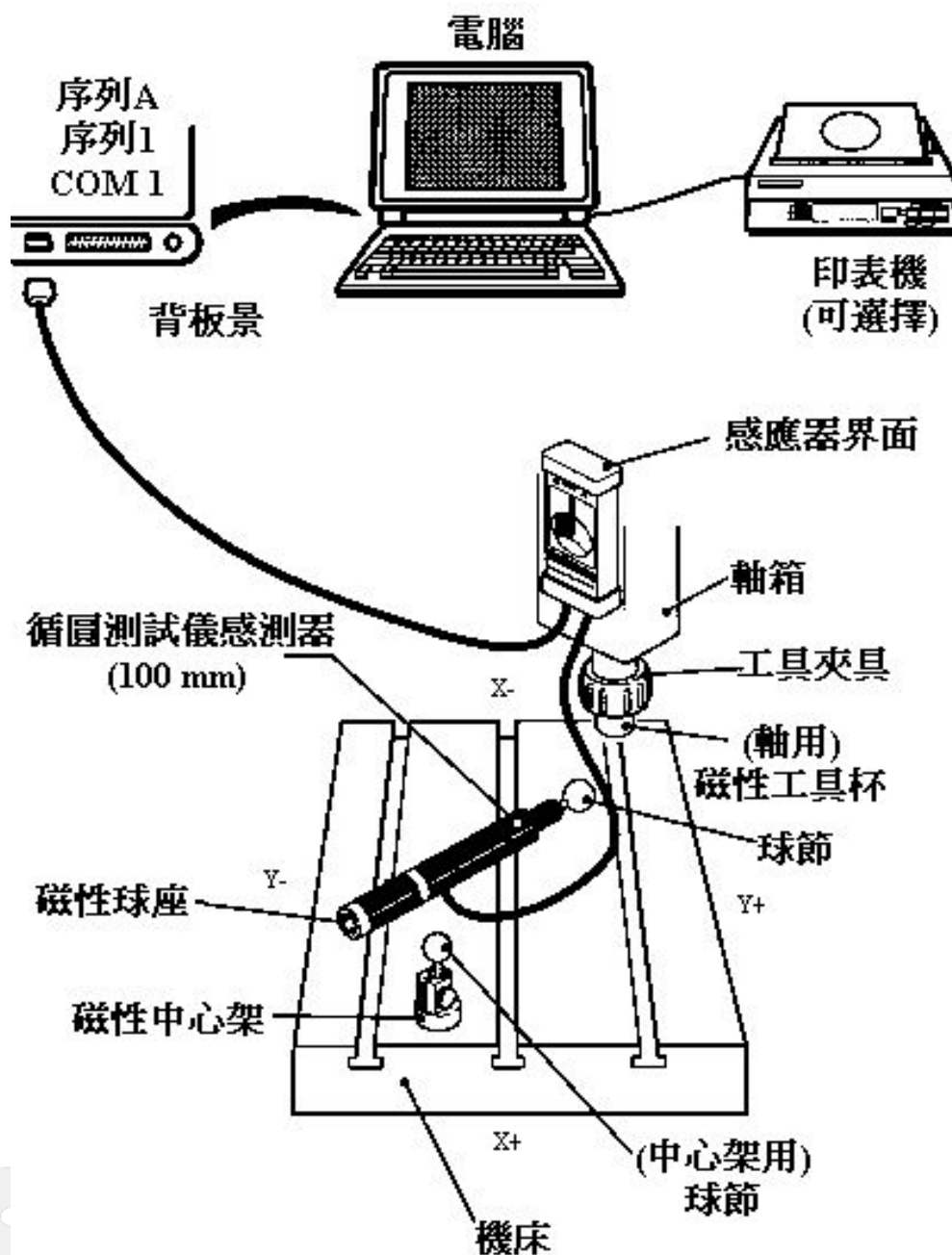
5.6 備註

1. 範例程式

```
G54G90G17F3000; // 基本設定
G01 X-151.5 Y0.0 Z0.0; // 移到起始點
M00; // 安裝循圓測試儀
G01 X-150.0 Y0.0; // 使循圓測試儀進入測量狀態
G03 I150.0 J0.0; // 逆時針第一圈
G03 I150.0 J0.0; // 逆時針第二圈
G01 X-151.5 Y0.0; // 使循圓測試儀切出測量狀態
M00; // 暫停
G01 X-150.0 Y0.0; // 使循圓測試儀進入測量狀態
G02 I150.0 J0.0; // 順時針第一圈
G02 I150.0 J0.0; // 順時針第二圈
G01 X-151.5 Y0.0; // 使循圓測試儀切出測量狀態
M30; // 程式終止
```

The logo for SYNTEC, featuring the word "SYNTEC" in a large, bold, sans-serif font. Above the text is a stylized graphic consisting of several parallel, slanted rectangular bars of varying lengths, creating a sense of motion or a mechanical component.

2. 尖角補償實驗架設示意圖 (BALLBAR)



6 背隙補償功能說明手冊

6.1 前言

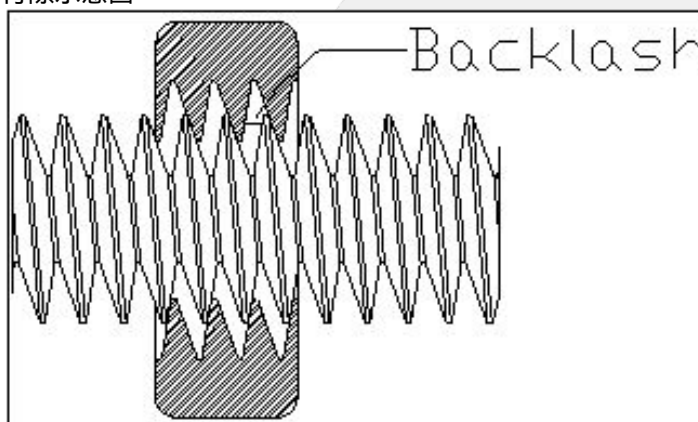
螺桿跟床台組裝結合後，因製造公差或長時間使用產生磨耗，在兩者之間會存在背隙（Backlash）。

背隙的影響是在換向移動時，因為螺桿與床台有一小段距離沒接觸到，此時床台的實際移動量會小於控制器命令，導致加工出現誤差。

背隙的量測相當簡單，只需準備千分表即可完成，但一般來說，在使用雷射測距儀進行節距補償，或使用 BALLBAR 進行尖角補償的同時，均可順便量到背隙量。

得到背隙量後，輸入控制器的背隙補償參數中，以消除背隙造成的精度誤差。

背隙示意圖



6.2 規格說明

- 分為線軌補償及硬軌補償兩種
 - 線軌補償：不論快動（G00）、切削（G01）或JOG模式，僅於反轉瞬間額外送出位置命令進行補償。
 - 硬軌補償：根據移動模式（G00或G01）及移動方向（以尋原點方向為依據）來決定額外送出多少位置命令。

6.3 相關參數

- Pr1221~Pr1240 軸向啟動背隙補償功能
- Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量
- Pr1261~Pr1280 軸向G01背隙補償量
- Pr1401~Pr1420 軸向機構補償時間常數

版本	參數編號	說明	範圍	單位	預設值	修改後何時有效
V10	Pr1221~Pr1240	軸向啟動背隙補償功能	[0~2]	-	0	按Reset鍵

V12	P35011	N1~N18					
-----	--------	--------	--	--	--	--	--

• 此參數決定是否啟動背隙補償功能

0: 關閉

1: 啟用線軌補償 --- 不論快動、切削或JOG模式，僅於反轉瞬間額外送Pr1241~的補償量。

2: 啟用硬軌補償

• 快動模式 (G00) 下，參考Pr1241~及Pr1261~的設定值，並依照當時移動方向來計算補償量。

• 切削模式 (G01/G02/G03) 或JOG模式下，於反轉瞬間額外送Pr1261~的補償量。

• 硬軌補償時Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量 填入雷射干涉儀所見的背隙量，Pr1261~Pr1280 軸向G01背隙補償量填入BallBar量測背隙量。

• **硬軌補償機制說明**

相關參數

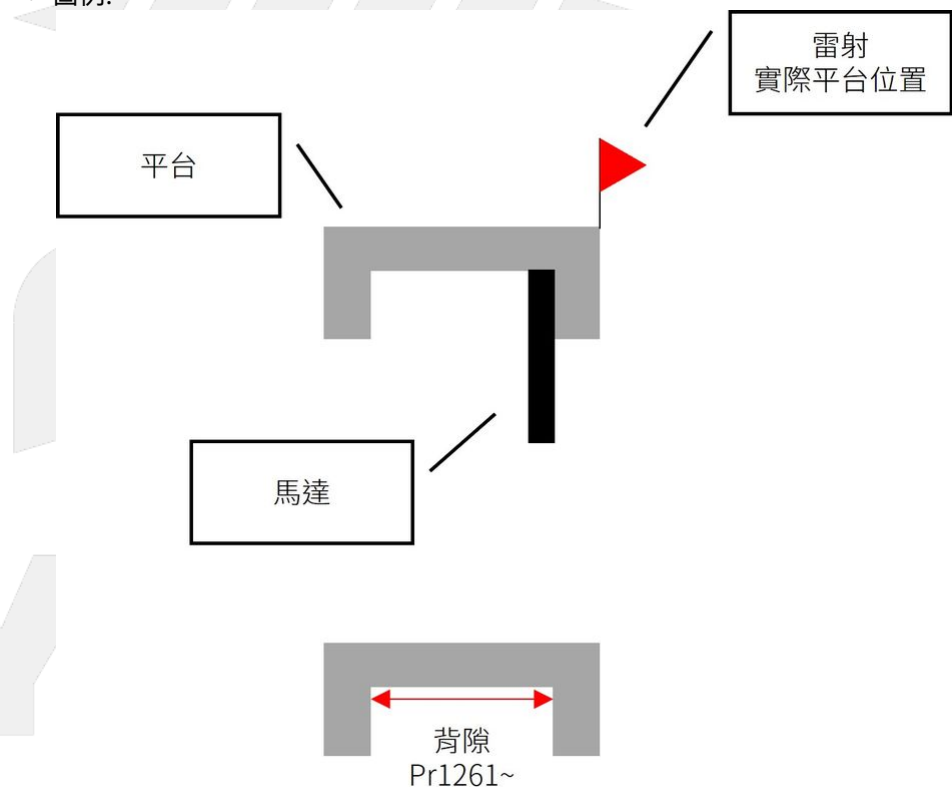
Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量

Pr1261~Pr1280 軸向G01背隙補償量

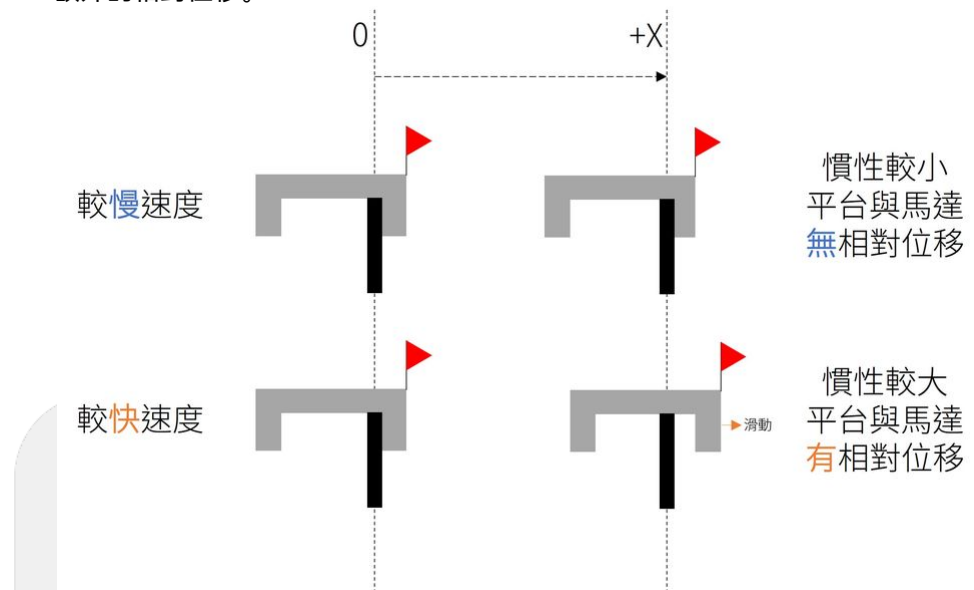
• [注意]Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量不等於硬軌 G00背隙量

• 硬軌補償機制說明

• 圖例:



- 在機台減速、停止時，馬達輸出相同移動命令，移動距離 X ，可能會因慣性出現額外的相對位移。



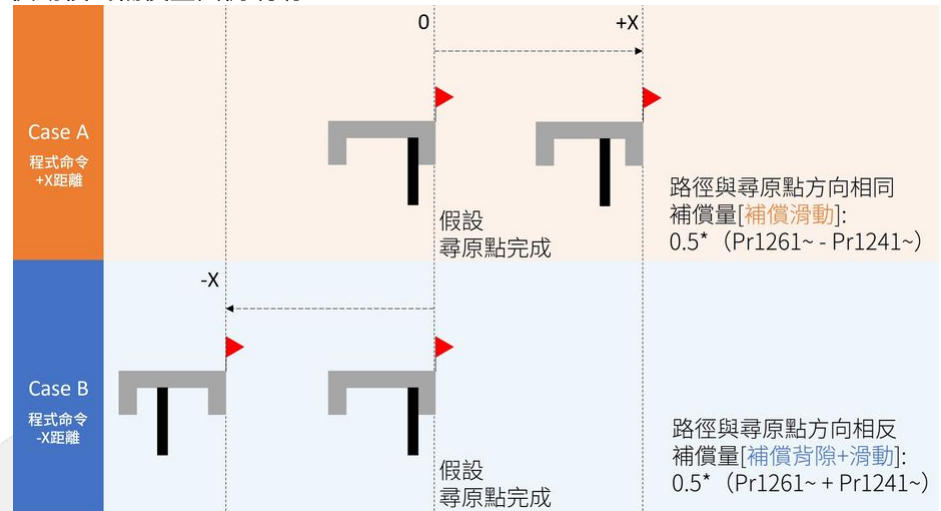
- 例如以切削模式 (G01) 移動，減速、停止時，由於慣性較小，馬達和床台之間幾乎沒有相對位移。
- 但若以快動模式 (G00) 移動，減速、停止時，由於慣性較大，馬達停止後，床台還會移動一段距離才停止。
- 若相對位移的距離過大，可視為同向移動的背隙，此類狀況就必須使用硬軌補償機制來處理。
- 硬軌補償背隙與滑動有方向性，下方表格列出控制器實際補償量：

	與尋原點方向相同	與尋原點方向相反
快動模式	$0.5 * (\text{Pr1261} \sim - \text{Pr1241} \sim)$	$0.5 * (\text{Pr1261} \sim + \text{Pr1241} \sim)$
切削模式	0	$\text{Pr1261} \sim$

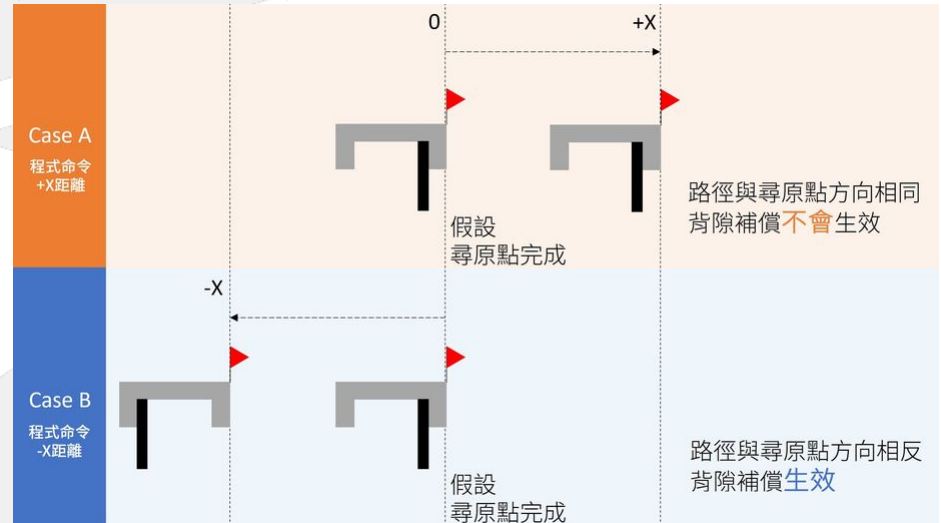
建議使用雷射(雷射)測距儀量測補償硬軌背隙量，詳見[背隙補償功能說明手冊](#)

SYNTEC

• 快動模式補償量圖例說明



• 切削模式補償量圖例說明:



- 如有絕對精度需求，無論線軌補償、硬軌補償皆須注意補償當下的承靠狀態
 - 啟用背隙補償功能的當下需於正方向承靠，尋原點時也需要於正方向承靠下設立原點。
 - 細節於：[背隙補償功能說明手冊](#) 承靠狀態章節說明
- 相容性異動
 - 10.112.0~10.116.23（含），背隙補償量與速度的關係曲線為指數型關係，其中高速（G00）背隙由Pr1241~決定，低速（F10）背隙由Pr1261~決定，指數收斂常數由Pr1281~決定。
 - 10.112.45（含）之前，若想使用線軌補償邏輯，需特別將Pr1261~與Pr1281~設定為0，此時控制器將僅考慮Pr1241~進行補償。

版本	參數編號	說明	範圍	單位	預設值	修改後何時有效
V10	Pr1241~Pr1260	軸向G00背隙補償量	[-999999~999999]	BLU	0	按Reset鍵

V12	P35012	N1~N18				
-----	--------	--------	--	--	--	--

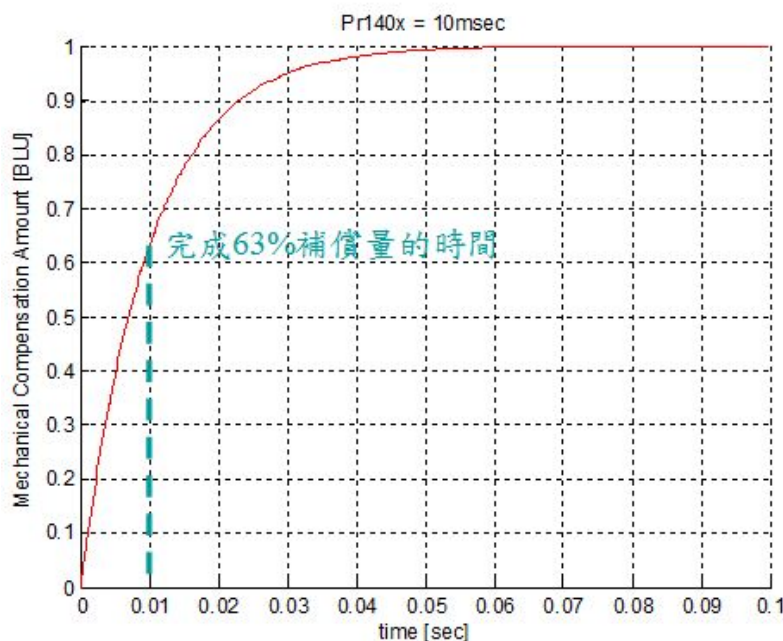
- 啟用線軌補償邏輯時，不論快動、切削或JOG模式，床台移動方向反轉時所發出的背隙補償量。
- 啟用硬軌補償邏輯時，於快動模式（G00）下，會同時參考此參數及Pr1261~的設定值，並依照移動方向來計算背隙補償量，詳細內容請參考Pr1221~參數說明。
- 相容性異動
 - 10.112.0~10.116.23（含），此參數之數值為床台在高速（G00）條件下，方向反轉時所發出的背隙補償量。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	預設值	修改後何時有效
V10	Pr1261~Pr1280		軸向G01背隙補償量	[-999999~999999]	BLU	0	按Reset鍵
V12	P35013	N1~N18					

- 啟用硬軌補償邏輯時，於切削模式（G01/G02/G03）或JOG模式下，床台移動方向反轉時所發出的背隙補償量。
- 相容性異動
 - 10.112.0~10.116.23（含），此參數之數值為床台在低速（F10）條件下，方向反轉時所發出的背隙補償量。

版本	參數編號		說明	範圍	單位	預設值	修改後何時有效
V10	Pr1401~Pr1420		軸向機構補償時間常數	[0~60000]	ms	10	按Reset鍵
V12	P35001	N1~N18					

- 控制器機構補償量（背隙、齒節、位置尖角與溫升補償）是以指數型曲線送出，此參數可用來決定指數型曲線的時間常數。
- 設定值越小，補償所需修正時間越短，但易造成機台抖動，參考建議值為10ms。
- 設定為0時，補償量會立刻發送完畢，不以指數型曲線來規劃。



6.4 背隙補償

	線軌補償	硬軌補償
摘要	G01與G00使用相同背隙補償值	G01與G00使用不同背隙補償值
Pr1221~Pr1240 軸向啟動背隙補償功能	設為1	設為2
背隙誤差填入位址	Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量	G00 : - Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量 G01 : - Pr1261~Pr1280 軸向G01背隙補償量

⚠ 如有絕對精度需求 ex. 旋轉軸
須注意補償當下的承靠狀態，填值並啟用背隙補償當下機台由負往正方向移動，正確承靠

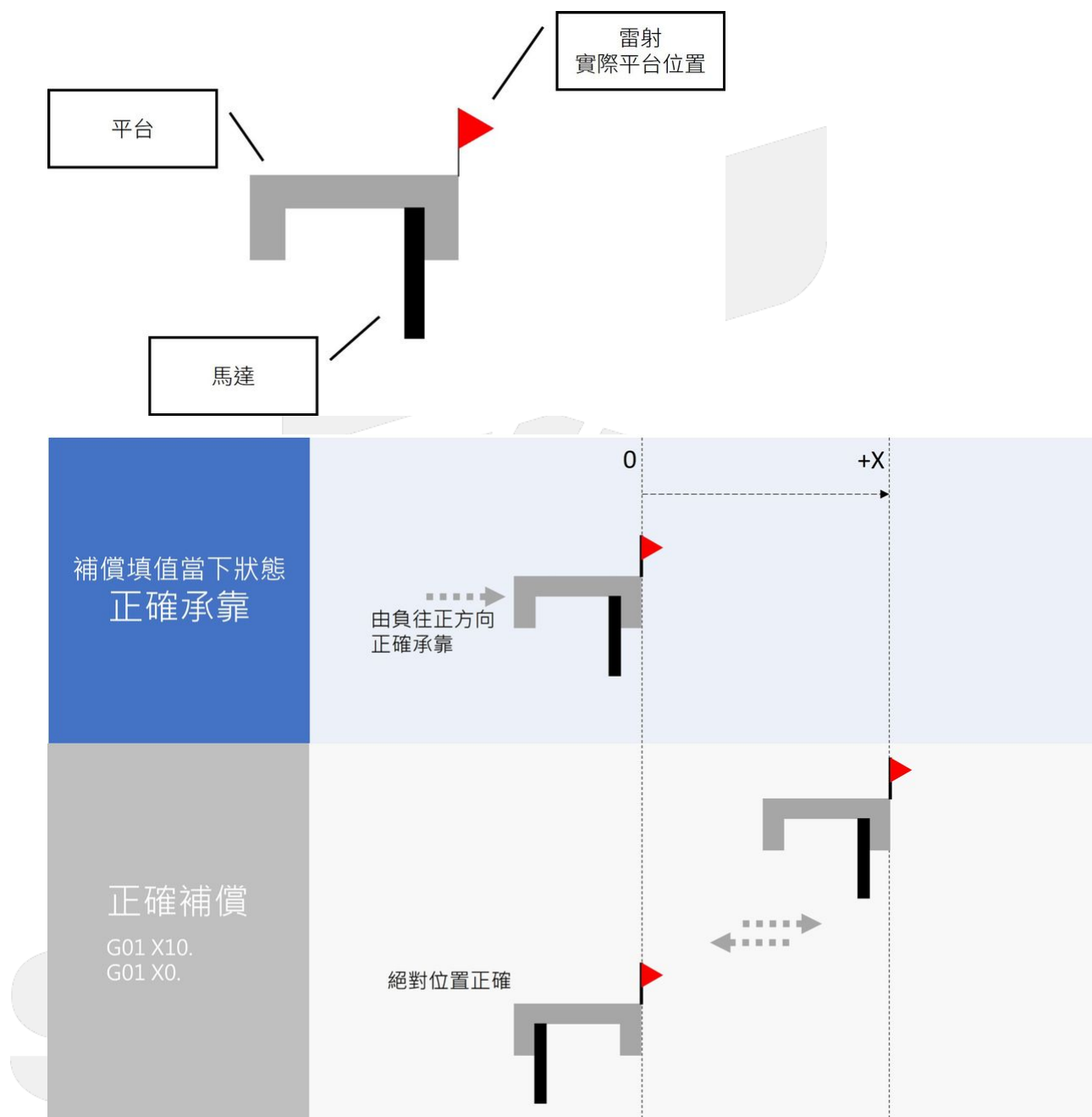
6.5 承靠狀態

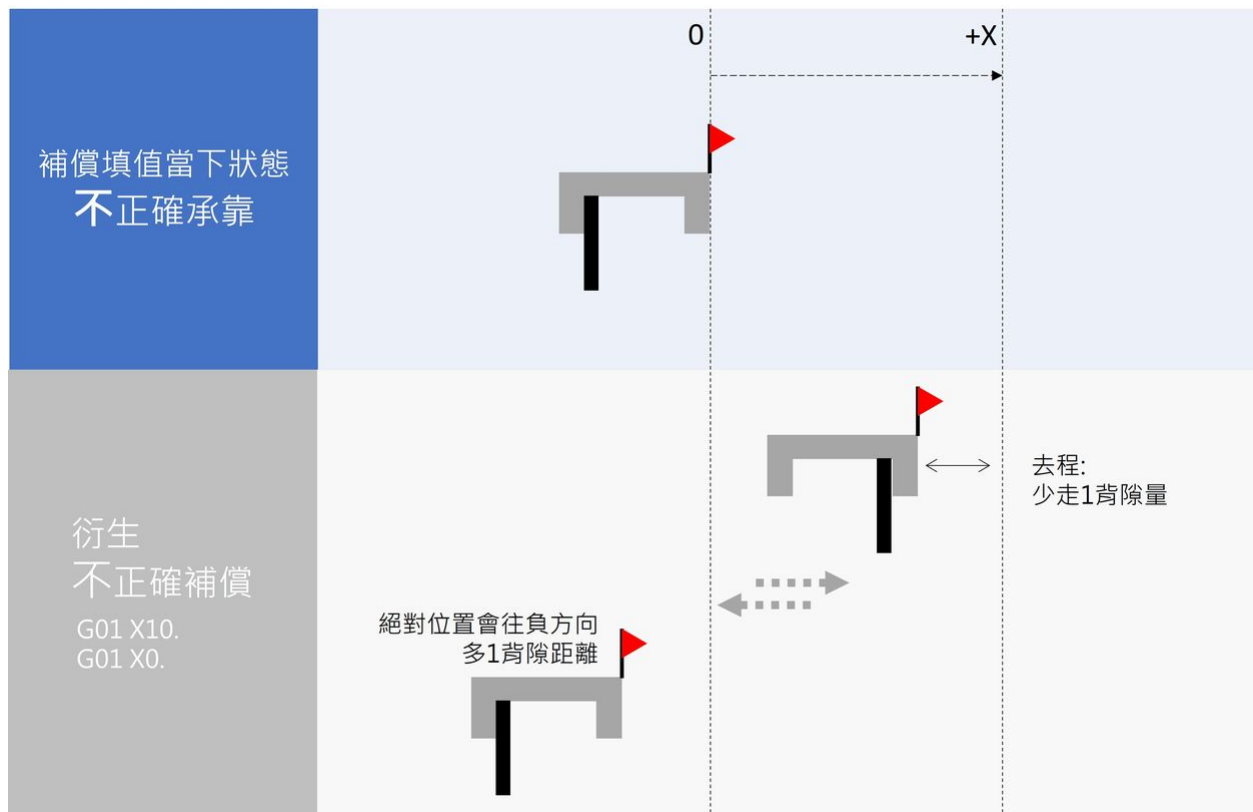
常見於旋轉軸，因旋轉軸有絕對精度需求，填值並啟用背隙補償當下**必須**注意承靠的方向性

一般線性軸也有相同問題，僅些微差異，建議可直接跳至[背隙補償操作步驟](#)章節。

正確承靠舉例說明:

求說明方便，仍使用線性軸圖例方便說明，意義相同





對於旋轉軸有絕對精度需求啟用背隙補償功能的當下需於正方向承靠

<方法>: 欲啟用背隙補償前, 使用G01、JOG慢速往正方向1deg, 令旋轉軸正確承靠後啟用背隙補償。

同理, 尋原點時也需要於正方向承靠下設立原點。

6.6 背隙補償操作步驟

Q: 如何決定硬軌補償或是線軌補償的使用時機?

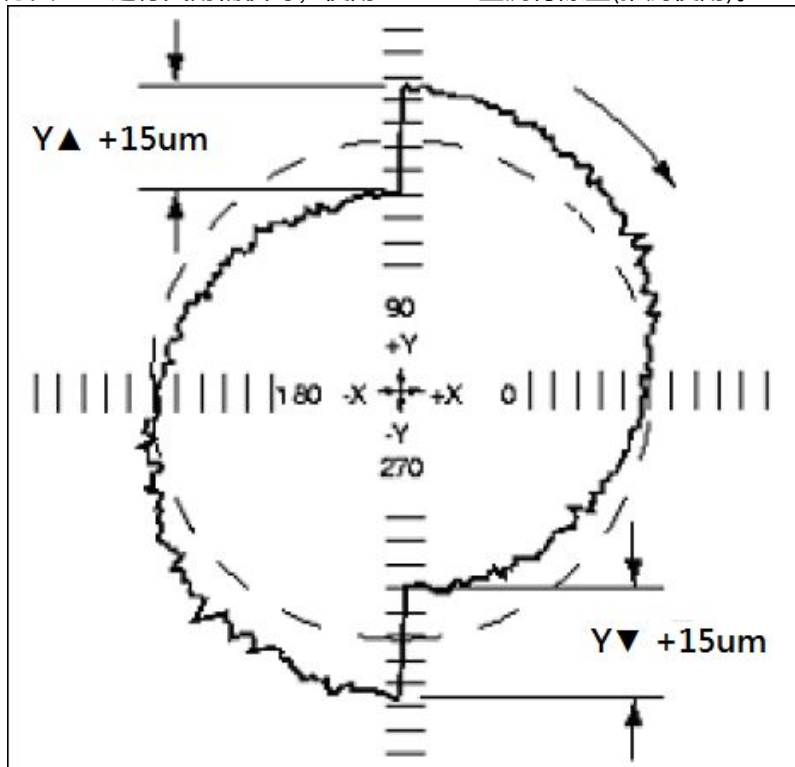
Ans: 硬軌補償是為了少數因高低速造成背隙量有差異的硬軌機台而設計。不管是否為硬軌機台, 若高低速背隙均小於5um, 建議使用線軌補償即可。

線軌補償 硬軌補償

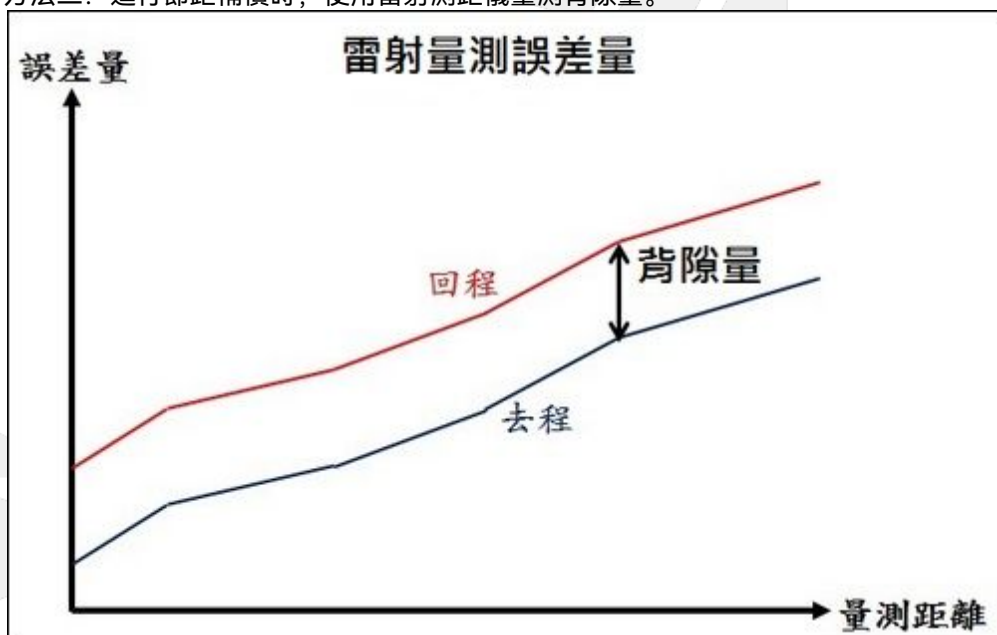
線軌補償

- Step1: 在尋原點未完成的狀況下, 關閉背隙與尖角補償
 - 背隙—Pr1221、Pr1241、Pr1261
 - 尖角—Pr1361、Pr1441
 - **[注意]**: 在尋原點前, Pr1241~及Pr1261~必須是0, 否則會造成背隙補償量計算錯誤。
- Step2: 執行尋原點或原點設定
- Step3: 進行背隙量測

- 方法一：進行尖角補償時，使用BALLBAR量測背隙量(推薦使用)。



- 方法二：進行節距補償時，使用雷射測距儀量測背隙量。



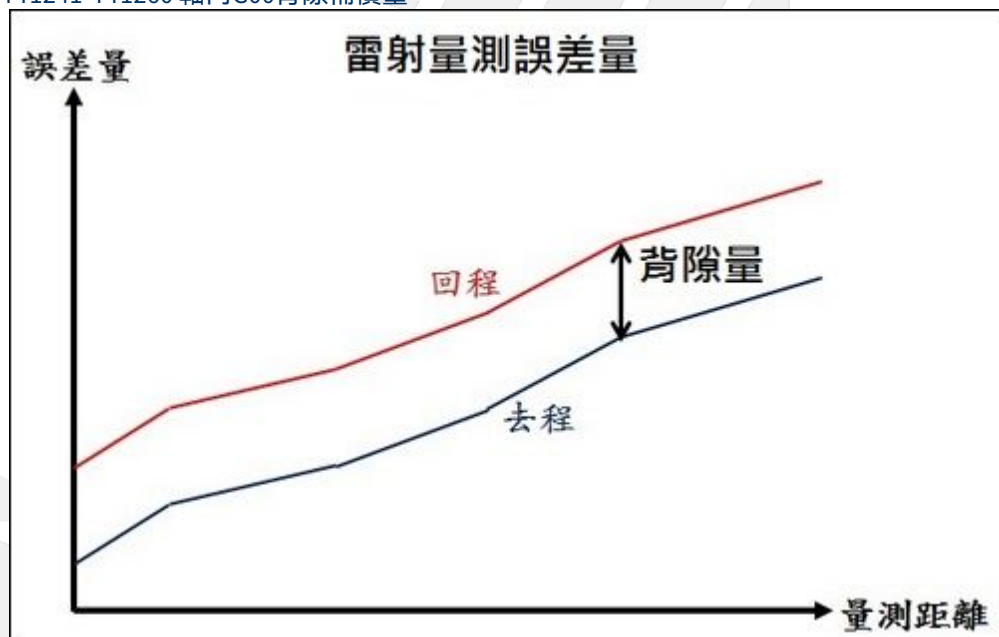
- 方法三：以千分表量測背隙量
 - 步驟一：準備千分表，將千分表固定在機台上與目標軸向不會連動的位置。
 - 步驟二：切到手輪模式，移動軸向往正向去碰觸千分表頂針，讓指針轉到一特定數字，請留意碰觸後就不要再反向移動，以確保背隙不會出現（假設指針數字為50）。

- 步驟三：記錄當時機械座標X，例如100.000，然後用手輪開始往負向移動，直到千分表指針反向轉動一格後，即可停止（指針數字此時應為49）。
- 步驟四：記錄當時機械座標Y，例如99.985，此時將X及Y相減即為背隙量，但還要扣掉千分表轉一格的量，所以實際背隙量為 $X-Y-1=14\mu\text{m}$ 。
- 以上是最基本的量測方式，但不需局限在上述步驟，概念相同即可。
- Step4: 將背隙量填入Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量
- Step5: 開啟線軌補償，Pr1221~Pr1240 軸向啟動背隙補償功能設為1
- Step6: 以同樣的量測方式，驗證背隙補償的效果。

線軌補償 硬軌補償

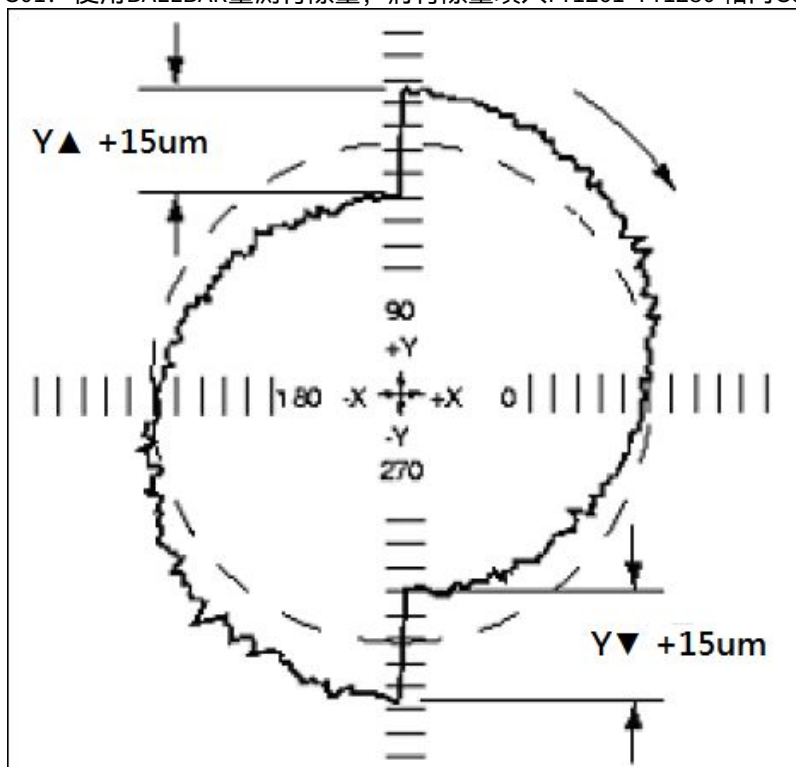
硬軌補償

- Step1: 在尋原點未完成的狀況下，關閉背隙與尖角補償
 - 背隙—Pr1221、Pr1241、Pr1261
 - 尖角—Pr1361、Pr1441
 - [注意]: 在尋原點前，必須關閉背隙補償，否則會造成背隙補償量計算錯誤。
- Step2: 執行尋原點或原點設定
- Step3: 進行G00背隙量測
 - G00: 節距補償(使用G00)時，雷射測距儀量測背隙量，將雷射測距儀量測背隙量填入Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量



- Step4: 進行G01背隙量測

- G01: 使用BALLBAR量測背隙量，將背隙量填入Pr1261~Pr1280 軸向G01背隙補償量。

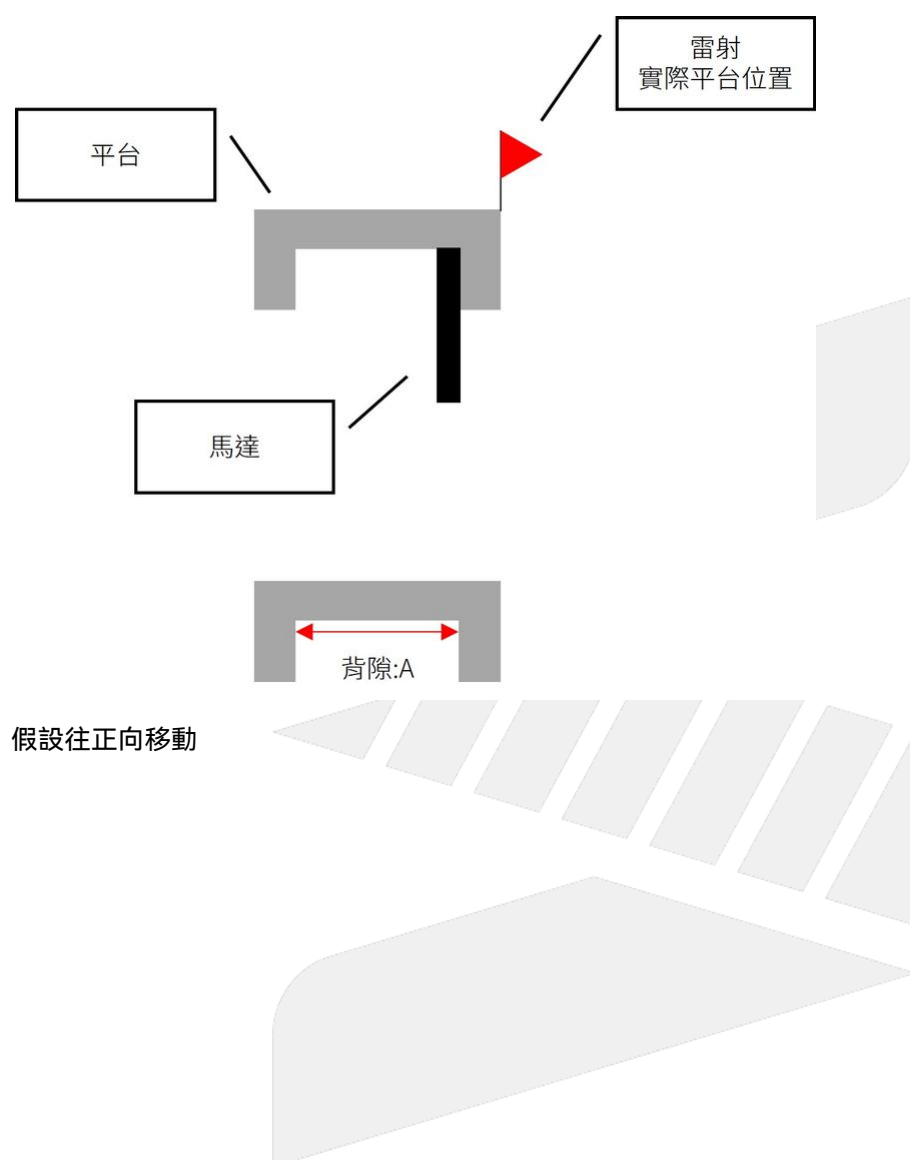


硬軌背隙補償參數說明

在機台減速、停止時，可能會因慣性出現額外的相對位移。

如以切削模式（G01）移動，減速、停止時，由於慣性較小，馬達和床台之間幾乎沒有相對位移。但若以快動模式（G00）移動，減速、停止時，由於慣性較大，馬達停止後，床台還會移動一段距離才停止。

SYNTEC



SYNTEC



6.7 測試驗證

- 參數設定:
Pr1241~Pr1260 軸向G00背隙補償量 = 10
Pr1261~Pr1280 軸向G01背隙補償量 = 20
 - 硬軌補償:
 - G00: 移動方向與尋原點方向相同時，補償量為 $0.5 * (20 - 10) = 5$ ，反向時，補償量為 $0.5 * (20 + 10) = 15$ 。
 - G01: 移動方向與尋原點方向相反時，補償量為20
 - 線軌補償: 移動方向與尋原點方向相反時，補償量為10
- 假設尋原點方向為正向
- 執行以下程式內容

- ```

G90 G01 X0. F500 //G01定位
M0
G00 X10. //G00正向
M0
G01 X20. //G01正向
M0
G00 X10. //G00反向
M0
G01 X0. //G01反向
M30

```

- 進行背隙補償時，右方等式成立：絕對位置命令量 = 機械座標 + 背隙補償量，透過診斷變數40~（命令量）及72~（機械座標）可觀察到補償情形。
  - 線軌補償（假設剛完成尋原點）

|       | 診斷變數40 | 診斷變數72 | 背隙補償量 |
|-------|--------|--------|-------|
| 第一個M0 | 0      | 0      | 0     |
| 第二個M0 | 10000  | 10000  | 0     |
| 第三個M0 | 20000  | 20000  | 0     |
| 第四個M0 | 9990   | 10000  | -10   |
| M30   | -10    | 0      | -10   |

- 硬軌補償（假設剛完成尋原點）

|       | 診斷變數40 | 診斷變數72 | 背隙補償量 |
|-------|--------|--------|-------|
| 第一個M0 | 0      | 0      | 0     |
| 第二個M0 | 9995   | 10000  | -5    |
| 第三個M0 | 20000  | 20000  | 0     |
| 第四個M0 | 9985   | 10000  | -15   |
| M30   | -20    | 0      | -20   |

## 6.8 Q & A

**Q：**於檢驗補償成效時，發現床台依舊無法正確到位。

**Ans：**機構的重復定位精度好，執行機構補償的成效才會好，當補償效果不佳時，請優先確認床台機構是否有正確組裝。

## 7 齒節補償功能說明手冊

### 7.1 前言

螺桿製造時多少會有精度誤差，此誤差會導致床台實際移動量與命令不一致。

每支螺桿的精度誤差為固定值，故可事先使用儀器進行量測，並將誤差量輸入控制器中，以便在加工中進行補償。

下圖為齒節誤差量測的示意圖，一般使用雷射測距儀進行位置量測，量測人員需撰寫NC程式讓軸向進行等距移動。

整個流程完成後，即可計算出每個量測點的誤差，也就是機械座標及實際位置的差值，並以此數值進行補償。

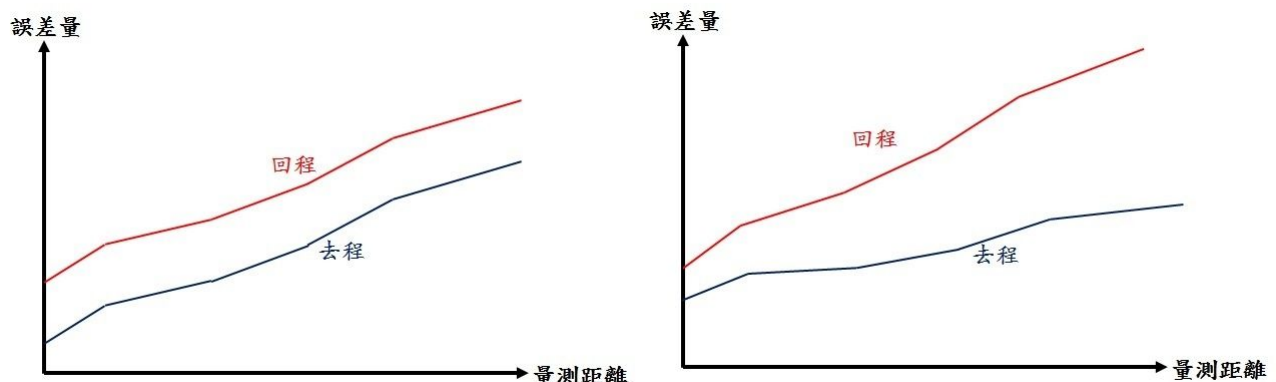


### 7.2 路徑

- 八鍵、五鍵：F10 下一頁→ F3 參數設定→ F4 機構補償參數→ F1補償表資料

### 7.3 規格說明

- 尋完原點後，齒節補償功能才會生效。
- 補償表分為正向表及負向表兩種，正向及負向對應軸向移動方向，機械座標由小變大為正向，由大變小為負向。
- 補償方式分為單向及雙向兩種，以下說明其選用方式：
  - 軸向往正/負向移動時（或說馬達正/反轉），因為製造或組裝誤差，螺桿與傳動機構的接觸面通常不會相同，所以量測齒節誤差時，去/回程不會得到相同的結果。
  - 做完齒節誤差量測後，大部分結果如下圖左所示，可以看到兩條趨勢接近的線型（題外話：兩條線的偏移量即為背隙），此時建議使用單向補償即可。
  - 若量測結果是下圖右的情形，表示螺桿本身精度太差或組裝有問題，此時建議使用雙向補償或重新確認組裝是否正常，若偏差現象太嚴重的話，建議更換螺桿。



- 填表方式

• 單向齒節補償只需填正向表

- 行程上同一點，無論當下軸向移動方向為何，控制器均參考正向表補償值送出補償量。
- 軸向行程皆在原點正方向：將機台離開原點往正向移動時，所量測到的誤差量，輸入到『補償表』的正向表，注意輸入編號是遞增方向。

機台離開原點，向機械座標正方向移動，且 Pr134x=50 → 正向表 50, 51..., 59, 60

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

- 軸向行程皆在原點負方向：將機台離開原點往負向移動時，所量測到的誤差量，輸入到『補償表』的正向表，注意輸入編號是遞減方向。

機台離開原點向機械座標負方向移動，且 Pr134x=50 → 正向表 50, 49..., 41, 40

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

• 雙向齒節補償需填正、負向表

- 行程上同一點，控制器會依據床台當下移動方向，決定參考正向表或負向表中的補償值，然後送出補償量。
- 軸向行程皆在原點正方向：將機台離開原點往正向移動時，所量測到的誤差量，輸入到『補償表』的正向表；折返往原點移動時量測到的誤差量，輸入到『補償表』的負向表。

機台離開原點向機械座標正方向移動，且 Pr134x=50 → 正向表 50, 51..., 59, 60

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

當機台折返向原點移動 → 填負向表 60, 59..., 51, 50

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

- 軸向行程皆在原點負方向：將機台離開原點往負向移動時，所量測到的誤差量，輸入到『補償表』的負向表；折返往原點移動時量測到的誤差量，輸入到『補償表』的正向表。

機台離開原點向機械座標負方向移動，且 Pr134x=50 → 負向表 50, 49..., 41, 40

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

當機台折返向原點移動 → 填正向表 40, 41..., 49, 50

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

• 使用RENISHAW系統測量後產生的RTL、RTA檔，可直接匯入控制器。

- RTL檔內的補償單位為1um，精度可達小數點4位（0.1nm），匯入RTL檔的時候，會根據Pr17的設定去調整補償表的最終數值
- 需確認RTL檔內的軸向名稱，與控制器上軸向設定名稱相符(Pr321~Pr340 軸向名稱)
- 目前誤差資料(Target Data)數量，支援上限99筆

```

HEADER::
File type : rtl
Owner : Linear
Version no : V20.02.01

TARGET DATA::
Filetype : ISO
Target-count: 99
Targets :
0.000000 20.000000 40.000000 60.000000 80.000000
100.000000 120.000000 140.000000 160.000000 180.000000
200.000000 220.000000 240.000000 260.000000 280.000000
300.000000 320.000000 340.000000 360.000000 380.000000
400.000000 420.000000 440.000000 460.000000 480.000000
500.000000 520.000000 540.000000 560.000000 580.000000
600.000000 620.000000 640.000000 660.000000 680.000000
700.000000 720.000000 740.000000 760.000000 780.000000
800.000000 820.000000 840.000000 860.000000 880.000000
900.000000 920.000000 940.000000 960.000000 980.000000
1000.000000 1020.000000 1040.000000 1060.000000 1080.000000
1100.000000 1120.000000 1140.000000 1160.000000 1180.000000
1200.000000 1220.000000 1240.000000 1260.000000 1280.000000
1300.000000 1320.000000 1340.000000 1360.000000 1380.000000
1400.000000 1420.000000 1440.000000 1460.000000 1480.000000
1500.000000 1520.000000 1540.000000 1560.000000 1580.000000
1600.000000 1620.000000 1640.000000 1660.000000 1680.000000
1700.000000 1720.000000 1740.000000 1760.000000 1780.000000
1800.000000 1820.000000 1840.000000 1860.000000 1880.000000
1900.000000 1920.000000 1940.000000 1960.000000
Flags: 0 0 2 1

```

- 匯入RTL檔時，請調整控制器語系(Pr3209 Language(中文))至與RTL檔語系相符
- 匯入資料量：
  - 10.118.42X, 10.118.48I, 10.118.52C, 10.118.54 (不含)之前的版本：第一輪會多補一筆資料，值為前一筆資料  
例如：RTL檔里面一輪是21個點、並先從負向開始量測  
補正表匯入會將編號50視為原點，並往負向開始算21+1個點填資料，因此最終會填到編號29，編號29的值=前一筆編號30的值
  - 10.118.42X, 10.118.48I, 10.118.52C, 10.118.54 (含)之後的版本：RTL檔有幾筆資料就填幾筆  
例如：RTL檔里面一輪是21個點、並先從負向開始量測  
補正表匯入會將編號50視為原點，並往負向開始算21個點填資料，因此最終會填到編號30
- 範例檔案: EFP0180-01-Y.rtl
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本。高精度補償模式下可支援匯入RTA檔。

## 7.4 高精度齒節補償

- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本支援高精度齒節補償功能。
- 使用時需開啟高精度齒節補償模式(Pr3859 = 1)。
- 正、負向齒節補償各擴充至最多支援2000點補償點數，單一軸向至多支援4000點補償點數。
- 開啟高精度齒節模式後，直接於補償表資料頁面設定高精度齒節補償參數與補償值
- 限制：
  - 尋完原點後，齒節補償功能才會生效。
  - 加工中或軸向移動中不可更改高精度齒節補償參數、齒節補償值。
  - 可支援至多18軸齒節補償。
- 畫面設定參考：高精度齒節補償表

## 7.5 相關參數

### 一般齒節補償 高精度齒節補償

| 版本  | 參數編號          |        | 說明         | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|--------|------------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr1301~Pr1320 |        | 軸向啟動齒節誤差補償 | [0~2] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P35781        | N1~N18 |            |       |    |     |         |

- 此參數決定是否啟動齒節補償功能及選擇補償方式。  
0: 關閉;  
1: 單向;  
2: 雙向。
- 10.114.15 (含) 之前, 僅提供6軸; 10.114.16之後, 擴充至10軸。
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本擴充至18軸, 11軸以後僅支援高精度齒節補償功能。詳見: Pr3859 \*高精度齒節補償

| 版本  | 參數編號          |        | 說明               | 範圍              | 單位  | 初始值   | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|--------|------------------|-----------------|-----|-------|---------|
| V10 | Pr1321~Pr1340 |        | 軸向齒節誤差補償<br>節距長度 | [1000~99999999] | BLU | 50000 | 按Reset鍵 |
| V12 | P35783        | N1~N18 |                  |                 |     |       |         |

- 此參數決定齒節補償的基本長度, 同時也決定單一軸向齒節補償的最大長度, 因為各軸齒節補償點數為100點。
- 範例: 假設Pr1321=20000, Pr17=2, 表示每個補償點之間的距離為20mm, 所以第一軸節距補償的最大長度為20mm\*100=2m。
- 10.114.15 (含) 之前, 僅提供6軸; 10.114.16之後, 擴充至10軸。

| 版本  | 參數編號          |        | 說明            | 範圍      | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|--------|---------------|---------|----|-----|---------|
| V10 | Pr1341~Pr1360 |        | 軸向原點在補償表的位置編號 | [1~100] | -  | 50  | 按Reset鍵 |
| V12 | P35782        | N1~N18 |               |         |    |     |         |

- 此參數決定機械原點在齒節補償表的對應編號, 初始值為50, 表示51~100為正向, 1~49為負向。
- 新代控制器提供每軸各100個補償點, 當補償點數不足時, 需視狀況調整機械原點的對應編號。
  - 例如Pr1341=1, 則2~100為正向, 如此可完整使用全部99點來進行齒節補償。
- 10.114.15 (含) 之前, 僅提供6軸; 10.114.16之後, 擴充至10軸。

| 版本  | 參數編號           |        | 說明                 | 範圍               | 單位  | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|----------------|--------|--------------------|------------------|-----|-----|---------|
| V10 | Pr8001~Pr10000 |        | 軸向齒節誤差絕對補償量正/負向表編號 | [-999999~999999] | BLU | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P35801~P36000  | N1~N18 |                    |                  |     |     |         |

- 此參數決定各個補償點的齒節誤差補償量，採用絕對值的設定方式，各補償點之間無關連，算法為『補償值』=『座標命令』-『實際位置』。

例如：

座標命令為20000um，床台走到實際位置20002 um，此表填 -2；

座標命令為40000um，床台走到實際位置39999 um，此表填 1；

座標命令為-20000um，床台走到實際位置-20002 um，此表填 2；

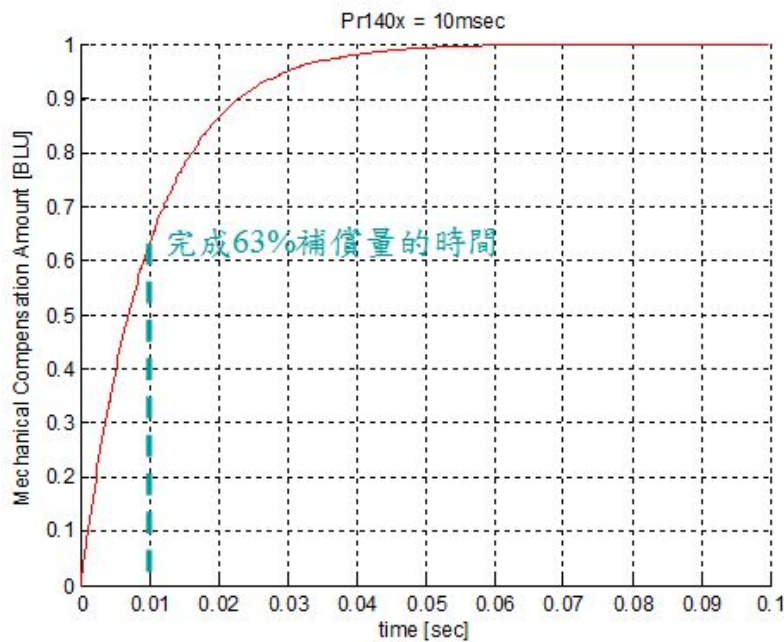
座標命令為-40000um，床台走到實際位置-39999 um，此表填 -1。

- 10.114.15（含）之前，僅提供6軸；10.114.16之後，擴充至10軸。

| 版本  | 參數編號          |        | 說明         | 範圍        | 單位 | 預設值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|--------|------------|-----------|----|-----|---------|
| V10 | Pr1401~Pr1420 |        | 軸向機構補償時間常數 | [0~60000] | ms | 10  | 按Reset鍵 |
| V12 | P35001        | N1~N18 |            |           |    |     |         |

- 控制器機構補償量（背隙、齒節、位置尖角與溫升補償）是以指數型曲線送出，此參數可用來決定指數型曲線的時間常數。
- 設定值越小，補償所需修正時間越短，但易造成機台抖動，參考建議值為10ms。
- 設定為0時，補償量會立刻發送完畢，不以指數型曲線來規劃。

SYNTEC



#### 設定範例

- 假設第一軸的使用區域為原點正方向
- 使用單向補償
- 基本參數設定

| 參數號碼          | 數值    | 說明                |
|---------------|-------|-------------------|
| <b>Pr17</b>   | 2     | 控制精度: um          |
| <b>Pr1301</b> | 1     | 第一軸啟動單向齒節補償       |
| <b>Pr1321</b> | 20000 | 第一軸齒節補償之單位長度為20mm |
| <b>Pr1341</b> | 50    | 第一軸齒節補償之原點為第50點   |

#### • 7.5.1 補償表設定

| 往正方向移動     |    |            |            |            |         |             |             |          |
|------------|----|------------|------------|------------|---------|-------------|-------------|----------|
| 第一軸齒節補償表編號 | 50 | 51         | 52         | 53         | ..<br>. | 98          | 99          | 100      |
| 第一軸機械座標    | 0  | 20.00<br>0 | 40.00<br>0 | 60.00<br>0 | ...     | 960.00<br>0 | 980.00<br>0 | 1000.000 |

|                        |                                                                                                              |       |       |       |     |             |             |         |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----|-------------|-------------|---------|
| 量測所得真實位置               | 0                                                                                                            | 19.98 | 39.97 | 59.94 | ... | 959.40<br>0 | 979.39<br>8 | 999.395 |
| 正向表填值<br>(機械座標 - 真實位置) | 0                                                                                                            | 20    | 30    | 60    | ... | 600         | 602         | 605     |
| 備註                     | 1. 假設螺桿總長為2000mm，此齒節補償有效長度為1000mm。<br>2. 在機械座標1000.000以後的齒節補償值皆為0.605mm。<br>3. 當機台原點位置或齒節補償之單位長度有異動，則需要重新量測。 |       |       |       |     |             |             |         |

一般齒節補償 高精度齒節補償

基本參數設定

| 版本  | 參數編號   |    | 說明       | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|----|----------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3859 |    | *高精度齒節補償 | [0~1] | -  | 0   | 重開機有效   |
| V12 | P5001  | N1 |          |       |    |     |         |

- 0: 不放用高精度齒節補償
- 1: 啟用高精度齒節補償
- 說明:
  - Pr3859設定0，可設定1~10軸的齒節補償，至多補償100點，11~18軸齒節不補償。
  - Pr3859設定1，可設定1~18軸的齒節補償，至多補償2000點。
- 此參數與Pr1301~1320 對應關係表格：

| 軸ID    | Pr1301~Pr1320 | Pr3859 = 0 | Pr3859 = 1  |
|--------|---------------|------------|-------------|
| 1-10軸  | 0             | 齒節不補償      | 齒節不補償       |
|        | 1             | 啟用齒節單向補償   | 啟用高精度齒節單向補償 |
|        | 2             | 啟用齒節雙向補償   | 啟用高精度齒節雙向補償 |
| 11~18軸 | 0             | 齒節不補償      | 齒節不補償       |
|        | 1             | 齒節不補償      | 啟用高精度齒節單向補償 |
|        | 2             | 齒節不補償      | 啟用高精度齒節雙向補償 |

- 有效版本：10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本。

| 版本  | 參數編號          |        | 說明         | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|--------|------------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr1301~Pr1320 |        | 軸向啟動齒節誤差補償 | [0~2] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P35781        | N1~N18 |            |       |    |     |         |

- 此參數決定是否啟動齒節補償功能及選擇補償方式。  
0: 關閉;  
1: 單向;  
2: 雙向。
- 10.114.15 (含) 之前, 僅提供6軸; 10.114.16之後, 擴充至10軸。
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本擴充至18軸, 11軸以後僅支援高精度齒節補償功能。詳見: Pr3859 \*高精度齒節補償

### 補償表參數設定

注:畫面設定參考:高精度齒節補償表

| 名稱   | 設定範圍                     | 單位     | 初始值   | 修改後何時有效 |
|------|--------------------------|--------|-------|---------|
| 起始位置 | [-99999.999 ~ 99999.999] | mm/deg | 0.000 | 參數輸入後生效 |

- 設定齒節補償起始點機械坐標位置。
- 最小有效位數至小數點第三位, 最小單位0.001mm。

| 名稱   | 設定範圍     | 單位 | 初始值  | 修改後何時有效 |
|------|----------|----|------|---------|
| 補償點數 | [1~2000] | -  | 2000 | 參數輸入後生效 |

- 設定高精度節距補償點數。
- 若機台行程超過點位數量, 超過部分會維持前一補償值。

| 名稱   | 設定範圍                   | 單位     | 初始值    | 修改後何時有效 |
|------|------------------------|--------|--------|---------|
| 補償間隔 | [-99999.999~99999.999] | mm/deg | 20.000 | 參數輸入後生效 |

- 設定齒節補償點位間距。
- 最小有效位數至小數點第三位, 最小單位0.001mm。

| 名稱  | 設定範圍                     | 單位      | 初始值   | 修改後何時有效 |
|-----|--------------------------|---------|-------|---------|
| 補償值 | [-999999.999~999999.999] | um/mdeg | 0.000 | 參數輸入後生效 |

- 手動設定各點補償值。
- 透過機械座標查表得到的補償值進行補償。

### 設定範例

- 開啟高精度齒節補償(Pr3859 = 1)
- 開啟第一軸軸向齒節誤差補償，並使用雙向補償( Pr1301 = 2 )
- 進入齒節補償畫面設定組態檔
  - 起始位置：-100.000
  - 補償間隔：-10.000
  - 補償點數：6

|    |          |         |         |         |         |         |
|----|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
|    | 起始位置     |         | 補償間隔    |         |         |         |
| 座標 | -100.000 | -90.000 | -80.000 | -70.000 | -60.000 | -50.000 |
| 正向 | 1.000    | 2.000   | 3.000   | 4.000   | 5.000   | 6.000   |
| 負向 | -1.000   | -2.000  | -3.000  | -4.000  | -5.000  | -6.000  |

補償點數

## 7.6 操作步驟

- Step1: 關閉所有機構補償參數（齒節—Pr130x；背隙—Pr122x；尖角—Pr136x、Pr144x），並完成尋原點動作。
- Step2: 進行齒節誤差量測，載入附件範例程式，以量測儀器取得各補償點的誤差量。
- Step3: 根據補償方式（單向/雙向），及移動方向（正向/負向），將補償值填入補償表。
- Step4: 再次執行齒節誤差量測，以驗證補償成效。

## 7.7 Q & A

Q1: 檢驗齒節補償成效時，發現床台依舊無法正確到位，可能原因為何？

A1: 機構的重復定位精度好，齒節補償的成效才會好，當補償效果不佳時，請優先確認床台機構是否有正確組裝。

## 7.8 備註

### 1. 範例程式（以x軸為例）

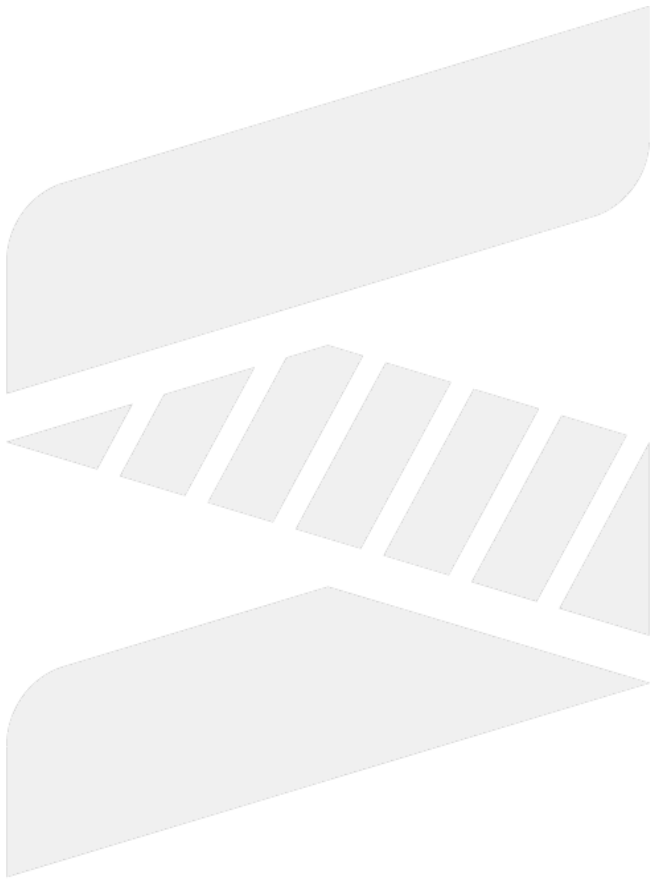
```
%@MACRO
#2:=20; //齒節補償單位長度
#3:=50; //齒節補償點數
G54G00G90X-1.; //過背隙
G4X0.1;
X0.;
G91;
#10:=1; //離開原點方向
FOR #10 = 1 TO #3 BY 1 DO
X(#2*1.);
G4X2.; //暫停2秒，讓雷射測距儀擷取資料
END_FOR;
```

```
#10:=1; //接近原點方向
FOR #10 = 1 TO #3 BY 1 DO
X(#2*-1.);
G4X2.; //暫停2秒，讓雷射測距儀擷取資料
END_FOR;
M30;
```

## 2. 範例表格

|    | 補償前 |    | 補償後 |    |    |    |    |    |
|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
|    | 去程  | 回程 | 去程  | 回程 | 去程 | 回程 | 去程 | 回程 |
| 0  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 1  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 2  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 3  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 4  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 5  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 6  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 7  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 8  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 9  |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 10 |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 11 |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 12 |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 13 |     |    |     |    |    |    |    |    |
| 14 |     |    |     |    |    |    |    |    |

|        |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 15     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (自行延伸) |  |  |  |  |  |  |  |  |



SYNTEC

## 8 G51.2飛車應用手冊

### 8.1 目錄

- 目錄
- 摘要
- 應用規格
- 刀具零點教導流程
- 參數設定
- PLC訊號
- 案例
- 診斷變數
- 常見警報
- 問題排除
- 其他應用
- 相容性異動與注意事項

### 8.2 摘要

本文件提供G51.2相關參數設定方式以及問題排除方式，以利應用人員根據不同的加工需求進行參數設定與協助客戶排查問題。



### 8.3 應用規格

1. 指令規格參考：
  - a. 啟用功能：G51.2 P\_ Q\_ [R\_] [K\_]；
    - P：基礎主軸(工件軸、正主軸)轉速比率或是刀刀數，使用內定值P=1(整數，範圍：1~999)。

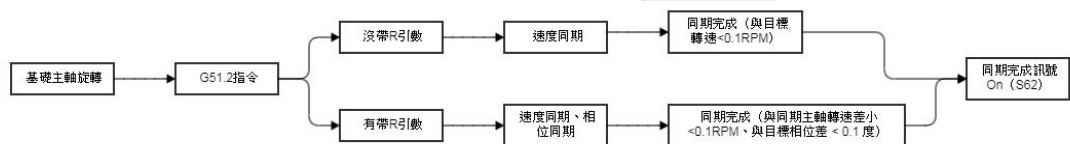
- Q: 同步主軸(刀具軸、負主軸)轉速比率或是邊形數, 使用內定值Q=1(整數, 範圍: 1~999)。
- R: 同步相位差(範圍:  $0^{\circ}$ ~ $359.999^{\circ}$ )。
- K: 同期組號數1~3, 多組同期組合, 可同時使用, 最多3組。當不指定K時, 預設使用第一組同期組合。

b. 關閉功能:G50.2 [K\_];

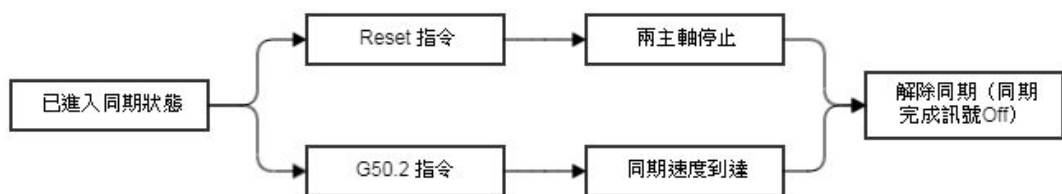
c. 詳細參考: G51.2-G50.2-啟動 取消 多邊形切削(A-Type)、G51.2-G50.2-啟動 取消 多邊形切削(C-Type)。

## 2. 同期流程:

a. 啟動同期:

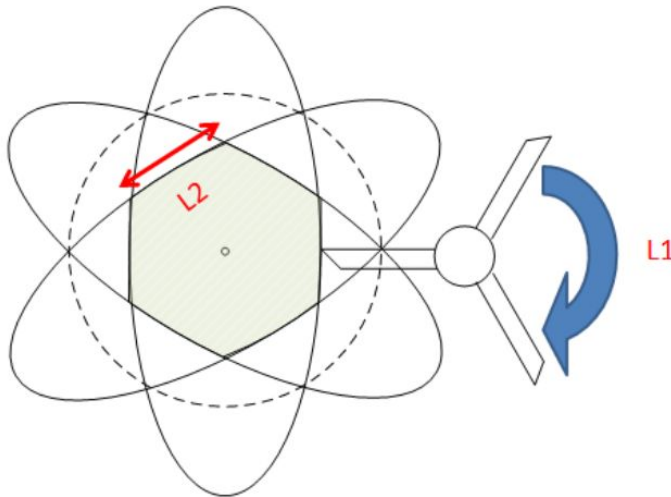


b. 解除同期:



## 3. 注意事項:

- 執行同步相位差的時候, R值寫法等於刀具跟工件需求的角度差乘上Q除以P。
- 引數P跟Q只能下達整數值, 若有非整數的需求, 需自行整數化。例如:若P和Q的使用比數1:2.5, 程式里需下達G51.2 P2 Q5。
- 實際切削時, 需注意使用刀片間旋徑需大於實際加工邊長。以下圖為例, L1必須大於L2才可確保加工條件無誤, L1為刀具的旋徑; L2為所要加工的多邊形每一邊的邊長。

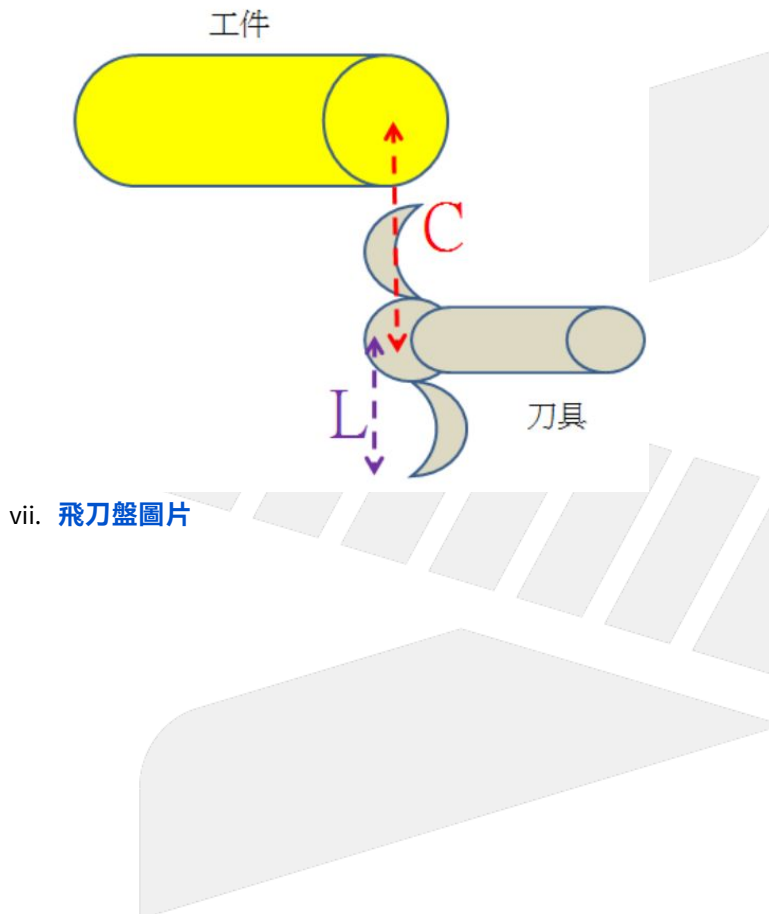


- 判斷加工表面的凹凸方式: G51.2是一種利用刀具與工件旋轉速差的新型加工工藝, 藉此速差能快速加工成型多邊形工件, 但因為物理切削關係常因為加工條件變動而影響加工表面的凹凸, 導致加工出來表面並非是平面, 以下針對判斷平面的凹凸進行說明。

a. 變數定義:

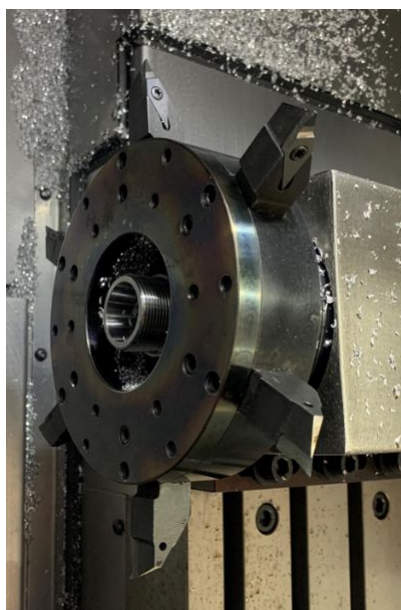
- 轉速比 (i) = 同步主軸/基礎主軸(Q/P)。
- C=切削時, 切削刀具與工件中心的垂直距離。
- $K=C/(i-1)^2$ 。

- iv.  $L$  = 刀具旋徑。
- v. 模擬
- vi. 路徑模擬工具: [https://demo2.yunser.com/math/fooplot/?from\\_wecom=1#W3sidHlwZSI6MTAwMCwid2luZG93Ijpbli03MzguOTY0NDQ1MTkwNTAxOCIsIjczOC45NjQ0NDUxOTA1MDE4IiwilTQ1NC43NDczNTA4ODY0NjI3IiwilNDU0Ljc0NzM1MDg4NjQ2MjciXSwic2l6ZSI6WzExNDgsNTk4XX1d](https://demo2.yunser.com/math/fooplot/?from_wecom=1#W3sidHlwZSI6MTAwMCwid2luZG93Ijpbli03MzguOTY0NDQ1MTkwNTAxOCIsIjczOC45NjQ0NDUxOTA1MDE4IiwilTQ1NC43NDczNTA4ODY0NjI3IiwilNDU0Ljc0NzM1MDg4NjQ2MjciXSwic2l6ZSI6WzExNDgsNTk4XX1d)

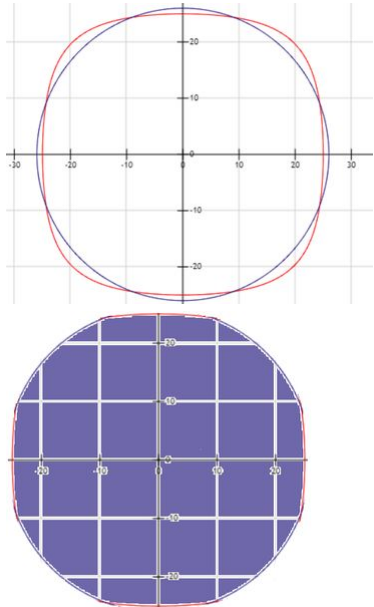
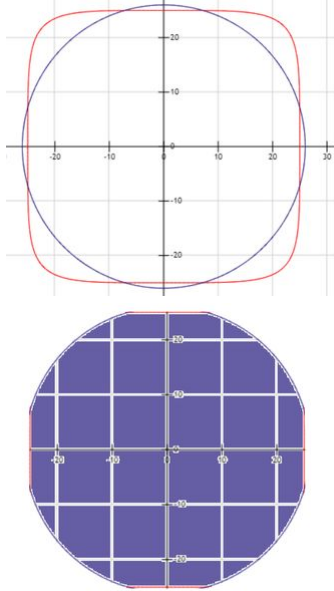


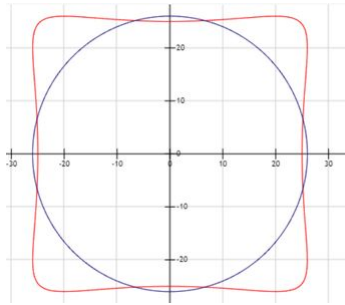
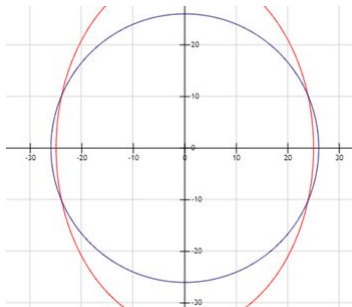
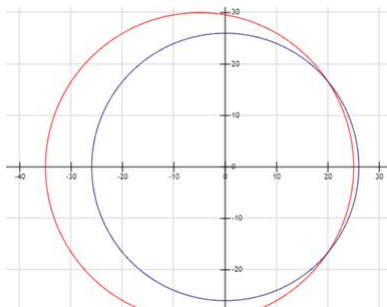
vii. 飛刀盤圖片

SYNTEC

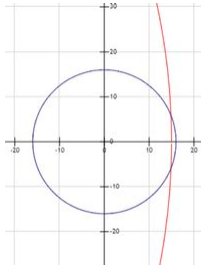
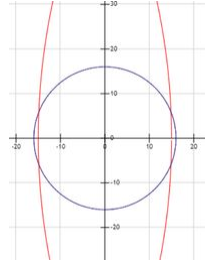
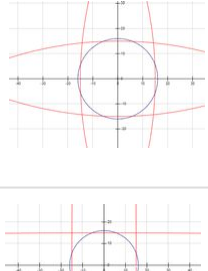
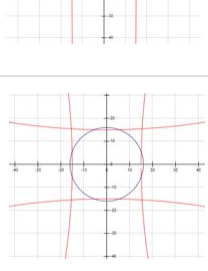
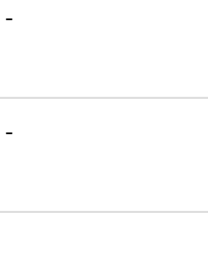


# SYNTEC

| 轉速比 <i>i</i>                                                | K條件 | 加工平面結果 | 切削路徑模擬結果                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|-----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 轉速比 <i>i</i> >2<br><br>轉速比 ( <i>i</i> ) =同步<br>主軸/基礎主軸(Q/P) | K>L | 凸      | 假設飛刀盤只有一把刀、轉速比=4、工件半徑=25 mm、刀具旋徑=1.5 mm。<br>    |
|                                                             | K=L | 平      | 假設飛刀盤只有一把刀、轉速比=4、工件半徑=25 mm、刀具旋徑=3.125 mm。<br> |

| 轉速比 <i>i</i>                                              | K條件     | 加工平面結果 | 切削路徑模擬結果                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------|---------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | $K < L$ | 凹      | <p>假設飛刀盤只有一把刀、轉速比=4、工件半徑=25 mm、刀具旋徑=5 mm。</p>    |
| 轉速比 <i>i</i> = 2<br>轉速比 ( <i>i</i> ) = 同步<br>主軸/基礎主軸(Q/P) | -       | 凸      | <p>假設飛刀盤只有一把刀、轉速比=2、工件半徑=25 mm、刀具旋徑=5 mm。</p>   |
| 轉速比 <i>i</i> < 2<br>轉速比 ( <i>i</i> ) = 同步<br>主軸/基礎主軸(Q/P) | -       | 凸      | <p>假設飛刀盤只有一把刀、轉速比=1、工件半徑=25 mm、刀具旋徑=5 mm。</p>  |

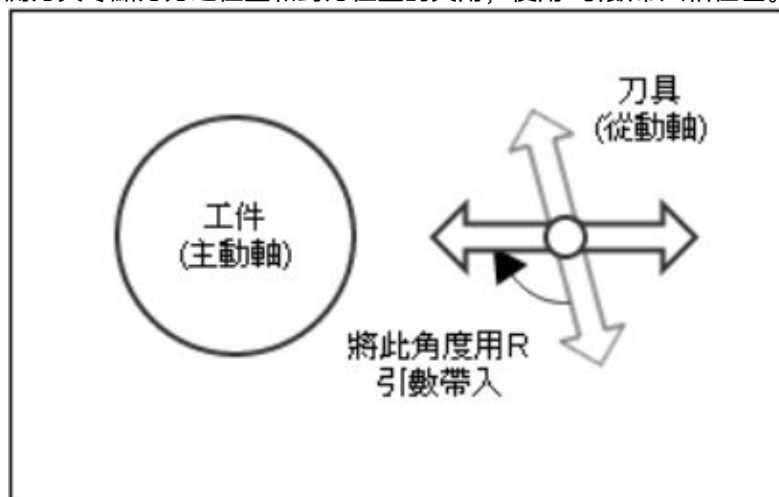
- b. 其他常用實際飛車參數設定案例：  
通常客戶轉速比設定盡量保持在1:1的條件，因為這樣加工效率會比較高。

| 轉速比i | 指令下<br>法       | 飛刀盤盤<br>徑(mm) | 棒材半<br>徑(mm) | 飛刀盤刀<br>具數(把) | 加工<br>外型 | 加工平<br>面結果 | 切削路徑模擬結<br>果                                                                          |
|------|----------------|---------------|--------------|---------------|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1:1  | G51.2<br>P1 Q1 | 130           | 15           | 1             | 單面<br>體  | 凸          |    |
| 1:1  | G51.2<br>P1 Q1 | 130           | 15           | 2             | 兩面<br>體  | 凸          |    |
| 1:1  | G51.2<br>P1 Q1 | 130           | 15           | 4             | 四面<br>體  | 凸          |  |
| 2:1  | G51.2<br>P1 Q2 | 130           | 15           | 2             | 四面<br>體  | 凸          |  |
| 4:1  | G51.2<br>P1 Q4 | 130           | 15           | 1             | 四面<br>體  | 凹          |  |
| 1:1  | G51.2<br>P1 Q1 | 150           | 15           | 6             | 六面<br>體  | 凸          | -                                                                                     |
| 1:1  | G51.2<br>P1 Q1 | 180           | 15           | 12            | 12面<br>體 | 凸          | -                                                                                     |

## 8.4 刀具零點教導流程

目的：欲保證工件的絕對位置正確（尤其是有重複飛車之需求），刀具裝好之後需做一次刀具零點的教導，主要方式有以下幾種方式，

1. 測刀具零點刀刀之位置和對刀位置的夾角，使用R引數帶入相位差。



2. 將刀具調整至對刀位置，然後將對刀位置設成原點位置。
3. 將刀具調整至對刀位置，然後執行主軸同期角度教導(八鍵: F4->F10->F2)，做完此動作會將主動軸和從動軸的基準角度存到Registry Table中。

(注)對刀位置：將刀具刀刀方向對到刀具和工件的中心連線(參考上方示意圖的刀具位置)。

只要做了以上3個任一種的對刀動作，就能保證工件在0度時的角度是擺正的(參考示意圖)，若工件欲偏移一個角度，只要把相位差加上「欲偏移的角度乘上Q除以P」即可。

## 8.5 參數設定

| 編號        | 說明              | 範圍          | 單位    | 初始值 | 修改後何時有效 | 備註                      |
|-----------|-----------------|-------------|-------|-----|---------|-------------------------|
| 181~200   | 軸向伺服系統的回路增益(Kp) | [1,1000000] | 1/sec | 30  | 按Reset鍵 |                         |
| 221~240   | 軸向的軸型態          | [0~5]       | -     | 0   | 按Reset鍵 | 需設定為"1"                 |
| 861~880   | 軸向尋原點方向為負       | [0,1]       | -     | 0   | 按Reset鍵 |                         |
| 1731~1740 | 主軸最低轉速          | [0,80000]   | RPM   | 100 | 按Reset鍵 |                         |
| 1791~1800 | *主軸馬達型態         | [0,7]       | -     | 0   | 重新開機    | G114.1/G51.2只支援1791=2~4 |

| 編號                    | 說明             | 範圍         | 單位 | 初始值  | 修改後何時有效 | 備註 |
|-----------------------|----------------|------------|----|------|---------|----|
| <b>1831~1840</b>      | 主軸加減速時間        | [-1,60000] | ms | 2000 | 按Reset鍵 |    |
| <b>1851~1860</b>      | 主軸重力加速度加減速時間   | [0,60000]  | ms | 100  | 按Reset鍵 |    |
| <b>1861~1870</b>      | 主軸同期功能，主軸旋轉方向  | [0,1]      | -  | 0    | 按Reset鍵 |    |
| <b>4021/4023/4025</b> | *主軸同期功能，基礎主軸號碼 | [0,6]      | -  | 0    | 重新開機    |    |
| <b>4022/4024/4026</b> | *主軸同期功能，同步主軸號碼 | [0,6]      | -  | 0    | 重新開機    |    |

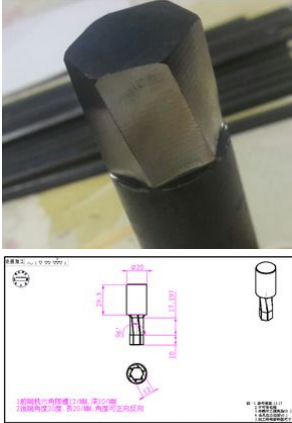
以下針對主軸型態Pr1791 ~ Pr1800進行說明，設定方式分為（基礎主軸，同步主軸）=（3，3）、（4，3）、（4，4）。

## 8.6 PLC訊號

| 編號               | 名稱、範圍                                 | 功能說明                                                              | 讀寫規則 |
|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|
| <b>R761~R770</b> | Spindle Machine Position              | 顯示對應主軸機械位置，單位0.001度。<br>R761為第一主軸機械位置<br>R762為第二主軸機械位置<br>以此類推... | 唯讀   |
| <b>S62</b>       | First Spindle Synchronization Finish  | 第一組主軸速度/相位同步完成訊號。                                                 | -    |
| <b>S72</b>       | Second Spindle Synchronization Finish | 第二組主軸速度/相位同步完成訊號。                                                 | -    |
| <b>S73</b>       | Third Spindle Synchronization Finish  | 第三組主軸速度/相位同步完成訊號。                                                 | -    |

## 8.7 案例

|   | 產品                                                                                                      | 說明                                | 應用方式                                          |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | <p>一般多邊形</p>           | <p>只加工一次多邊形。</p>                  | <p>1. 不需對刀流程。<br/>2. 指令格式: G51.2 P_ Q_。</p>   |
| 2 | <p>飛門字形(飛三邊)</p>                                                                                        | <p>先加工兩面，再單獨加工另一面。</p>            | <p>1. 需對刀流程。<br/>2. 指令格式: G51.2 P_ Q_ R_。</p> |
| 3 | <p>飛多個多邊形，且稜線對齊</p>  | <p>先加工一組多面體，再轉一固定角度，加工另一組多面體。</p> | <p>1. 需對刀流程。<br/>2. 指令格式: G51.2 P_ Q_ R_。</p> |
| 4 | <p>飛六邊形，在邊上鑽孔</p>    | <p>先加工完螺帽的六面，再轉固定一個面進行鑽孔。</p>     | <p>1. 需對刀流程。<br/>2. 指令格式: G51.2 P_ Q_ R_。</p> |

| 產品                                                                                            | 說明                     | 應用方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 飛扭曲多邊形<br> | 一般飛車流程，但伴隨一固定旋轉速度進行加工。 | <ol style="list-style-type: none"> <li>需要對刀流程。</li> <li>指令格式：G51.2 P_ Q_。</li> <li>主軸與動力刀用位置控制(1791=3、1792=3):             <ol style="list-style-type: none"> <li>應用方式:                 <ol style="list-style-type: none"> <li>G51.2指令結束後下 C_，C後面所帶數字代表所要扭曲的角度指令。<br/>Ex: G51.2 P1 Q6;<br/>G01 C45;</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>主軸與動力刀用速度控制(1791=2 or 4、1792=2 or 4)             <ol style="list-style-type: none"> <li>應用方式:                 <ol style="list-style-type: none"> <li>假設使用F0.1加工，G95每轉進給率；</li> <li>走20mm = 200圈；</li> <li>20度/200圈 = 0.1 度/圈，意即每一圈角度差0.1度，即可達到200圈旋轉20度；</li> <li>在主軸旋轉一圈與動力刀需要相差0.1度，也就是G51.2 P360 Q359.9，但是轉速比只支援整數比，因此需寫成G51.2 P3600 Q3599配合F0.1加工。</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> |

## 8.8 診斷變數

### 1. [診斷0045]: 主軸同期角度差

[定義]: 車床雙主軸同期時，雙主軸的動態角度差異，單位: BLU

[說明]:

- 車床雙主軸同期過程中的動態角度差，此數值越小表示此時雙主軸同步性越好。等速時，診斷變數45與診斷變數46相當，請確認雙主軸的位置增益設定是否匹配；反之，則可能是雙主軸動態特性不匹配，請延長主軸加減速時間，或是對雙主軸重新進行伺服調機。
- 診斷變數45/46的顯示原則為最新下的第K組同期組合。

### 2. [診斷0046]: 主軸同期最大角度差

[定義]: 車床雙主軸同期過程中，雙主軸的最大角度差異，單位: BLU

[說明]:

- 車床雙主軸同期過程中的最大角度差，此數值越小表示雙主軸同步性越好。
- 雙主軸同期結束後，此數值將被保留直到雙主軸同期再次啟動時。
- 相關說明可參閱診斷變數45。

## 8.9 常見警報

1. COR091 【主軸同步，基礎主軸號碼錯誤】  
發生原因：Pr4021~Pr4026設定錯誤或設定的主軸不存在(例如：Pr4021 設為0)。
2. COR092 【主軸同步，同期主軸號碼錯誤】  
發生原因：Pr4021~Pr4026設定錯誤或設定的主軸不存在(例如：Pr4022 設為0)。
3. COR093 【主軸同步，主軸型態錯誤】  
發生原因：Pr1791~Pr1796設定錯誤(例如：Pr1791 設為0、1、5、6或7)。
4. COR095 【主軸同步，基礎主軸轉速比率錯誤】  
發生原因：G51.2 P引數設錯。
5. COR096 【主軸同步，同期主軸轉速比率錯誤】  
發生原因：G51.2 Q引數設錯。
6. COR102 【主軸同步，同步指令重復或沖突】  
發生原因：重復輸入K或基礎主軸已做為其他同期組合的同期軸使用。
7. COR101 【主軸同步，兩主軸螺距設定不一致】  
發生原因：兩主軸Pr161~Pr180設定不一致。
8. COR142 【主軸同步，K引數輸入錯誤】  
發生原因：輸入的K值超出範圍。
9. COR303 【基礎主軸不可在位置控制模式(C63)下使用G114.1/G51.2功能】  
發生原因：基礎主軸在位置控制模式(C63)下使用G114.1/G51.2指令。

## 8.10 問題排除

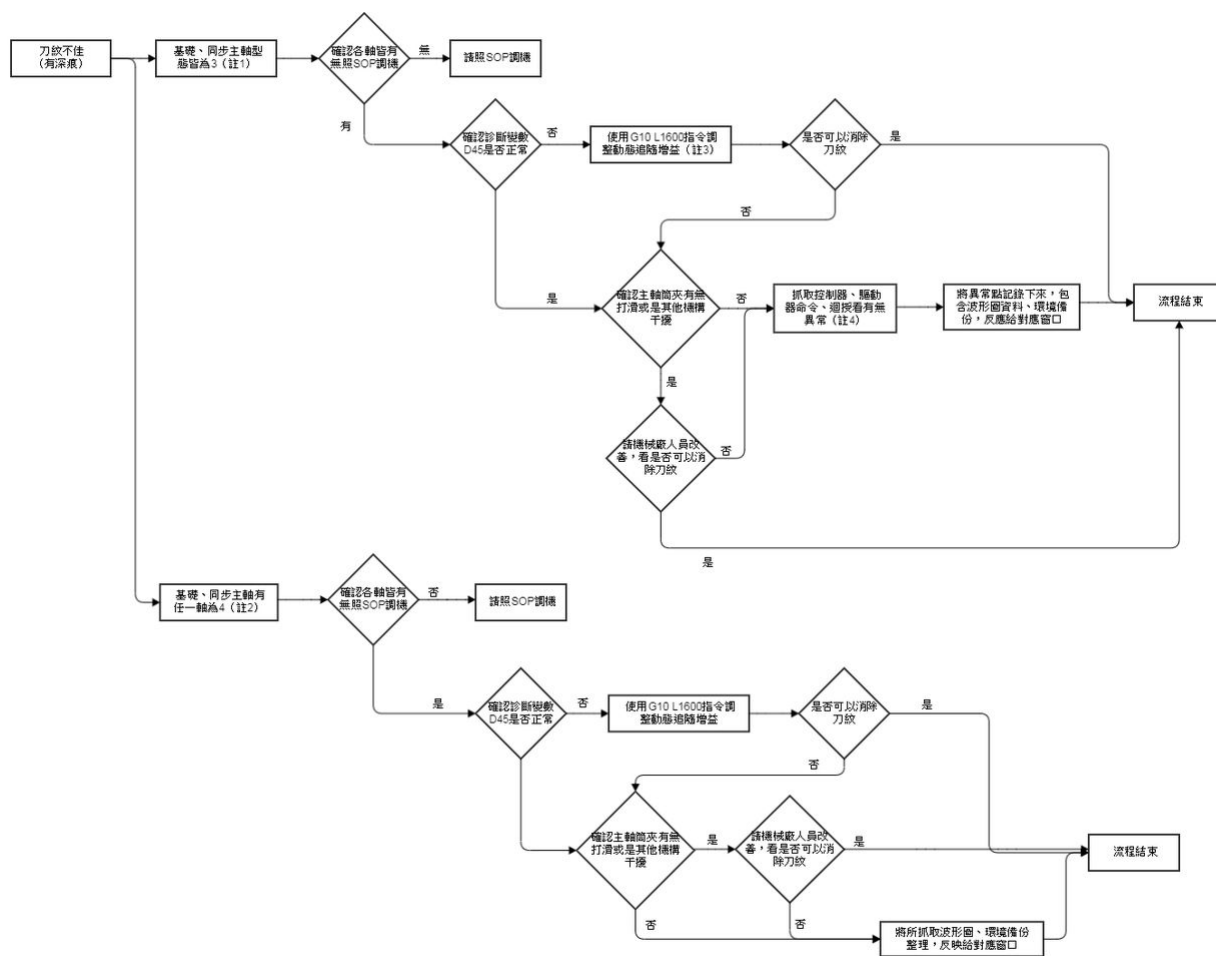
刀紋不佳 (有深痕)

同期卡住

飛車一次工件扭曲

重復飛車扭曲

# SYNTEC



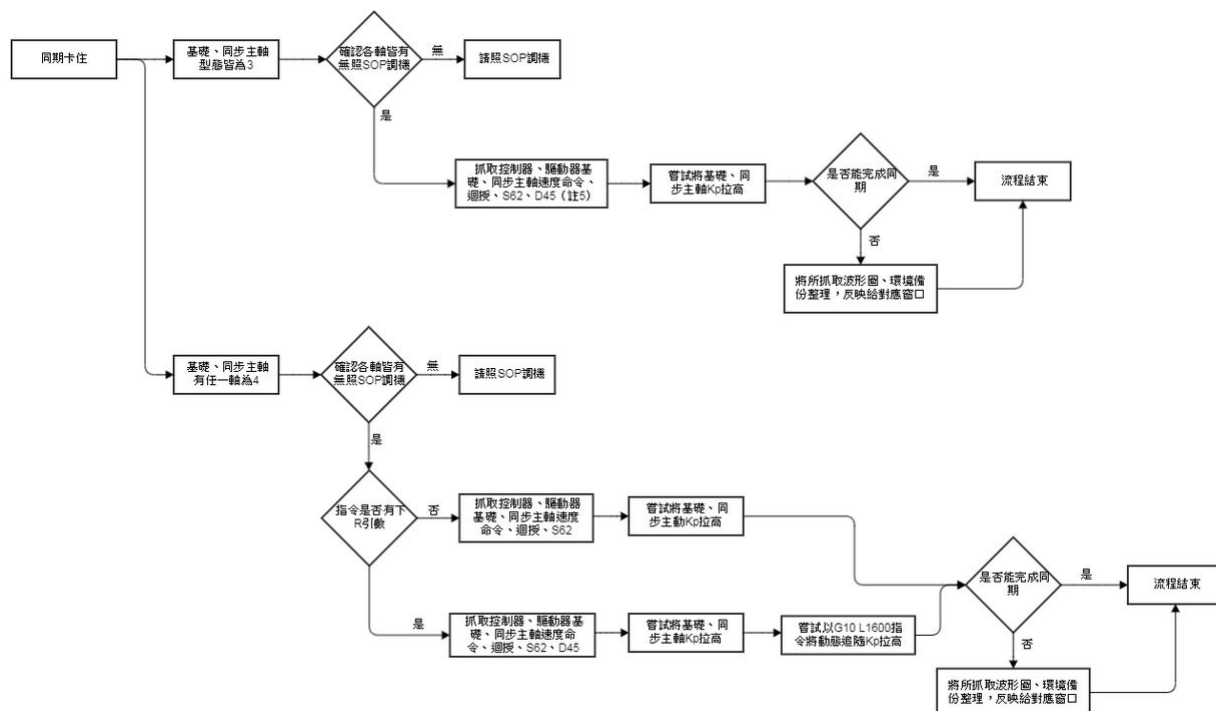
刀紋不佳 (有深痕)

同期卡住

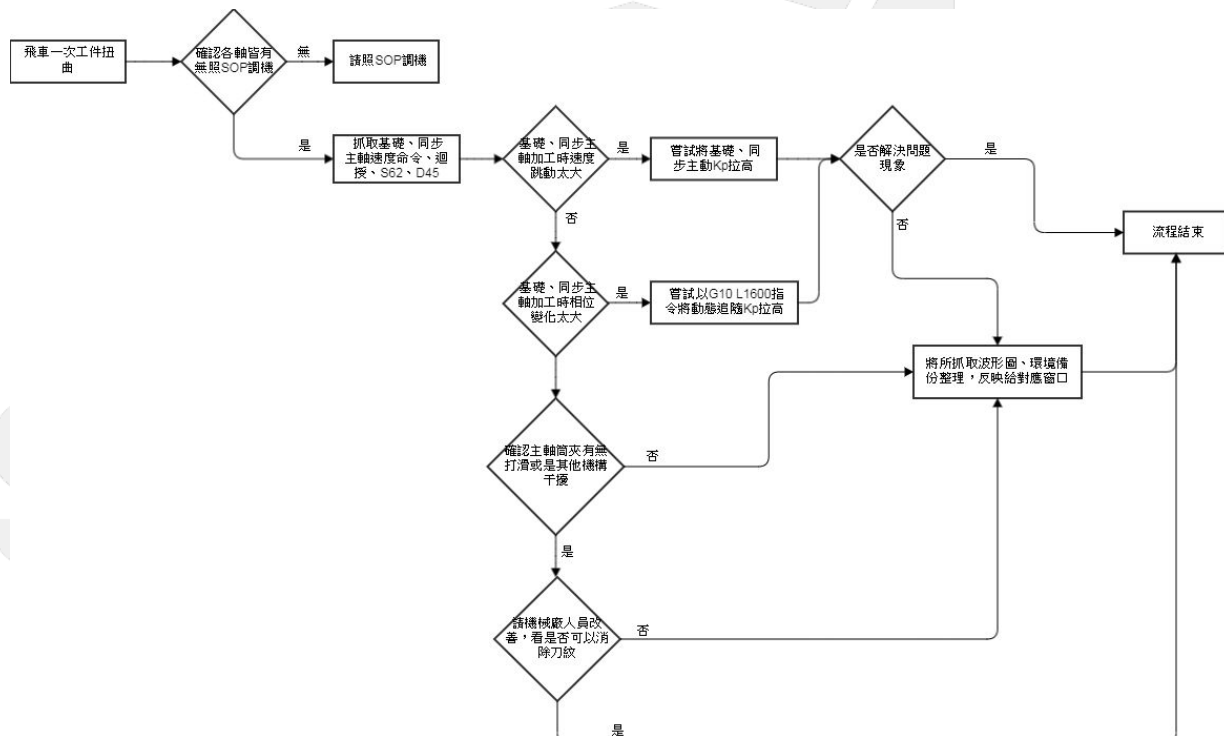
飛車一次工件扭曲

重複飛車扭曲

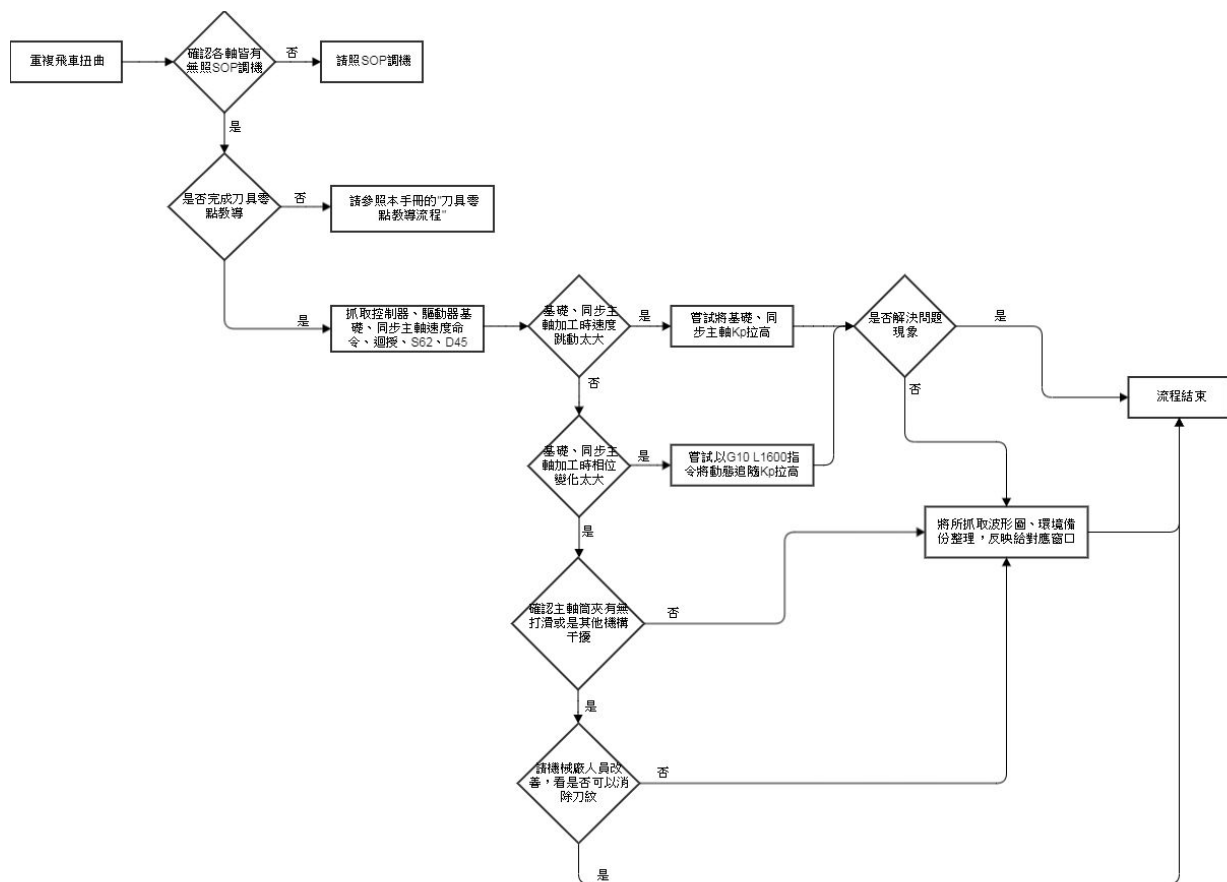
SYNTEC



刀紋不佳（有深痕）    同期卡住    飛車一次工件扭曲    重複飛車扭曲



# 刀紋不佳（有深痕）    同期卡住    飛車一次工件扭曲    重複飛車扭曲



## 注解：

- 如果基礎、同步主軸皆設定為3，預設關閉動態追隨功能（控制器不做補償），在速度、相位同期完後，就不再進行追隨補償，加工時如果因為加工條件設定不佳（Ex:下深過大、進給率速度過快...等），會造成追隨度不佳的現象，進而導致刀紋問題，這時候可以G10 L1600指令開啟動態追隨功能，並依據加工狀況進行調整動態追隨的Kp增益。
- 如果基礎、同步主軸有任一軸設定為4，預設開啟動態追隨功能（控制器會進行補償），在速度、相位同期完後，會以動態追隨Kp進行補償，此指令可以G10 L1600指令進行修改補償量，此值設定過大會造成補償量過大，造成刀紋過深現象。
- G10 L1600 P\_Q 規格指令說明：
  - 使用目的：** G10 L1600 P\_Q 這個指令來調整核心內部同期主軸追隨基礎主軸的追隨增益Kp，Kp開啟時，系統進入同期階段後會動態補償兩主軸的相位誤差。
  - 規格描述：** G10 L1600 P\_Q (調整G114.1/G51.2 同步主軸追隨用的Gain值)。
    - P：調整第P組同期主軸的追隨Gain值(1~3，對應Pr4021~4026)。
    - Q：該組Gain的設定值，重開機後失效。
      - Q值範圍：1~1000 (0為恢復系統預設值，-1為關閉同期追隨補償)。
      - Q的預設值：P型主軸300、V型/新代主軸833。
      - Q設定超過範圍，一律恢復為系統預設值。
    - 使用者可觀察診斷畫面45/46號調整Q引數，直到診斷畫面45/46號的直變小(越小越好)。
    - 基礎/同步軸主軸型態皆為P型主軸時(Pr1791~ = 3)，系統預設不開啟同期動態追隨功能。

- c. **有效版本:** 10.116.24V, 10.116.36B, 10.116.37, 10.117.37 (以上)。
4. 先抓取控制器端的命令、反饋進行觀察 (X、Z 伺服命令、馬達反饋; S1、S2 速度命令、速度反饋、D45)，將發生刀紋的地方與所抓取的波形圖比對，看有無異常，如果沒發現到異常，可以改抓取驅動器端的命令、反饋進行觀察 (S1、S2、X、Z (0.01RPM) 速度命令、速度反饋) 進行比對，有時候控制器的資料擷取速度沒驅動器快，解析度會不夠，導致看不到造成刀紋的現象。
  5. 因同期卡住大多為主軸問題，所以抓取資料分析時可以先從基礎、同步主軸下手，分別抓取控制器、驅動器的 S1、S2 速度命令、反饋; S62 第一組主軸速度/相位同步完成訊號; D45 主軸同期角度差進行分析，通常同期卡住都是相位同期的階段，可以由 D45 觀察。

## 8.11 其他應用

1. 重複飛車:
  - a. 基礎、同步主軸的轉速比以及相位角 (R) 設定不變的情況下，可忽略"刀具零點教導"的步驟。
  - b. 如果有改變基礎、同步主軸的轉速比或是相位角 (R) 其中之一就需要進行"刀具零點教導"的步驟，主要是用來校正刀具與工件之間的絕對位置，詳細步驟可參考本手冊的刀具零點教導流程之說明。
2. 飛扭曲多邊行:
  - a. **示意圖**



- b. 可藉由設定基礎、同步主軸的轉速比差來達成，參考設定範例如下:
  - i. 假設：在 G95（每轉進給率）的條件下以進給率速度 F0.1、工件扭轉 20 度、扭曲的路徑長為 20mm（如下圖），
    - >> 主軸在 F0.1 的情況下，走 20mm 路徑長需要旋轉 200 圈（20/0.1）；
    - >> 主軸需要在 200 圈內旋轉 20 度，也就是每圈需要轉 0.1 度（20/200=0.1 度/圈）；
    - >> 在主軸旋轉一圈與動力刀需要相差 0.1 度，也就是 G51.2 P360 Q359.9，但是轉速比只支援整數比，因此需寫成 G51.2 P3600 Q3599 配合 F0.1 加工，即可滿足需求。

**示意圖**



- ii. 備註：目前規格雖然P\_Q\_引數只能設定在1~999的範圍，但實際上內部實做沒有擋此規格。
- c. 雙反饋飛車：
  - i. 若出現同期時間過久，建議開啟Pn32-A 速度模式雙反饋功能（【Pn-32A】開啟速度雙回授控制模式），並進行SOP調機。
  - ii. 其他參考：中頻共振抑制功能。

## 8.12 相容性異動與注意事項

1. 多邊形切削功能(G51.2)
  - a. 主軸型態(4,4)、(4,3)在控制器版本10.118.220、10.118.28C、10.118.31後修改補償模式，避免補償過大之問題。
  - b. 主軸型態(3,3)在驅動器版本2.12.4、2.14.100之後修改偶發命令導致刀紋問題。
  - c. 多組同期功能有效版本始於10.116.24M, 10.116.32(含)。
  - d. G10 L1600 P\_Q\_增益調整功能，有效版本始於10.116.24C。
  - e. 主軸同期/多邊形切削功能與基礎/同期主軸型態相容性關係表

| 基礎主軸型態 (PR1791~) | 同期主軸型態(PR1791~) | 有效版本           |
|------------------|-----------------|----------------|
| 3                | 3               | From Start     |
| 4                | 2/4             | 10.116.16D     |
| 2                | 2/4             | 10.116.16D     |
| 2/4              | 3               | 同期追隨性較(3,3)差   |
| 3                | 2/4             | 同期追隨性較(3,3)差   |
| 0/1/5/6/7        | 0~7             | 不可使用，觸發Cor-093 |

| 基礎主軸型態 (PR1791~) | 同期主軸型態(PR1791~) | 有效版本           |
|------------------|-----------------|----------------|
| 0~7              | 0/1/5/6/7       | 不可使用，觸發Cor-093 |

- f. 由於硬體限制，在讀取編碼器反饋訊號時，相鄰兩個Port間會有8us的時間差，隔越多Port時間差越大。此現象不影響主軸功能的使用，兩個主軸使用越相近的Port同步性就會越好。
  - g. 兩伺服馬達動態特性需設定相同，例如加減速時間(Pr1831~1840)、加加速度加減速時間(Pr1851~1860)等。
  - h. 兩泛用伺服馬達位置回路增益(Kp, Pr181~200)如不相同，需確保控制器Kp設定與驅動器設定一致，否則將無法如預期控制。
  - i. 當主軸同步，旋轉指令會被發到基礎與同期主軸。同期主軸旋轉方向會隨基礎主軸旋轉方向和主軸同步方向(參數1861~1870)指定，不管之前下的是M03或M04。
  - j. 當同步完成(S62 ON)時，按下Reset直接解除同步狀態，有效版本始於10.118.24.x、10.118.28.x、10.118.29.x、10.118.40.x、10.118.x。。
    - 以上版本前，按下Reset會等到兩主軸停止後才會解除同步狀態。
  - k. 當急停按下時，會停止主軸旋轉及主軸同步。
  - l. 基礎主軸禁止在位置控制模式(C63)下使用同期功能，同期主軸不建議在位置控制模式下使用同期功能。
2. 多邊形切削功能，車床有效版本始於10.113.0，銑床有效版本始於10.118.89(含)

# SYNTEC

## 9 車床速度尖角調適操作手冊

- 前言
- 注意事項
- 調適流程 (包含畫面說明)
  - 速度尖角調適操作流程
  - 循圓調適過程中斷執行
- 多軸群與軸耦合情境
- 循圓調適失敗原因與排除

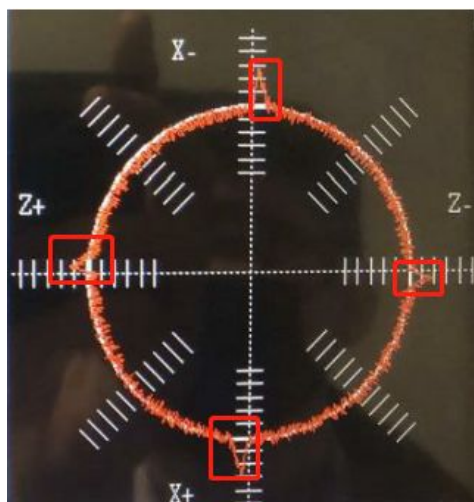
### 9.1 前言

床台運動在啟動或換向瞬間，因機構各接觸面存在摩擦力會產生尖角現象。若受尖角現象影響，於剛換向處會有四個突起(下方圖a. 注意尖角通常都是換向後才開始凸起)；

因而當加工有換向需求時，可能會因為尖角現象而產生紋路，造成加工品質不良(下方圖b.)；

當出現上述現象時，即可使用速度尖角補償解決此問題。

圖a.電子尋圓尖角現象



圖b.實際加工尖角現象



### 9.2 注意事項

1. **118.28(含)之後版本**支援車床控制器速度尖角調適功能
2. 僅支援有支援速度尖角補償功能之軸向。目前支援的速度尖角功能有新代M3/安川M2/安川M3/松下RTEX
3. 功能學習有可能無法一次學習至最佳系數，有時需執行多次才能令真圓度下降至穩定
4. 使用速度尖角補償功能時，會自動關閉所有其他機構補償功能(位置尖角、背隙補償....)，以確保摩擦力補償正確性。因此若補償電子循圓結果為可接受但仍有換向紋問題，需考慮是否有其他成因
5. 尖角補償除了速度尖角補償，車床上新代另外有提供位置尖角補償，但不建議同時使用，避免影響補償結果。
6. 使用速度尖角補償功能時，請確認Pr2921~2940(軸向尖角補償功能)設定為1(速度尖角補償)，否則無法使用此功能。

**Pr2921~Pr2940 軸向尖角補償功能**

| 參數編號      | 說明       | 範圍     | 單位 | 預設值 | 修改後何時有效 |
|-----------|----------|--------|----|-----|---------|
| 2921~2940 | 軸向尖角補償功能 | [-1~2] | -  | 0   | 按Reset鍵 |

- 此參數決定系統開放哪一種尖角補償功能

-1: 關閉。

0: 位置尖角補償: 反向瞬間聽參數Pr1361~、Pr1381~、Pr1441~、Pr1461~等參數, 以多給位置命令方式進行補償。(串列泛用皆適用)

1: 速度尖角補償: 反向瞬間以多打速度命令方式進行補償, 可至控制器速度尖角補償畫面進行補償參數調整。(僅支援串列)

2: 扭力尖角補償: 反向瞬間以多打扭力命令方式進行補償, 目前不提供以控制器進行調整。(車床目前不支援此設定)

## 9.3 調適流程 (包含畫面說明)

### 操作流程 畫面說明

#### 9.3.1 速度尖角調適操作流程

##### Step 0. 選擇速度尖角調適畫面

**進入調適功能畫面 (F10 → F3 → F8), 選擇循環調適 (F3)**

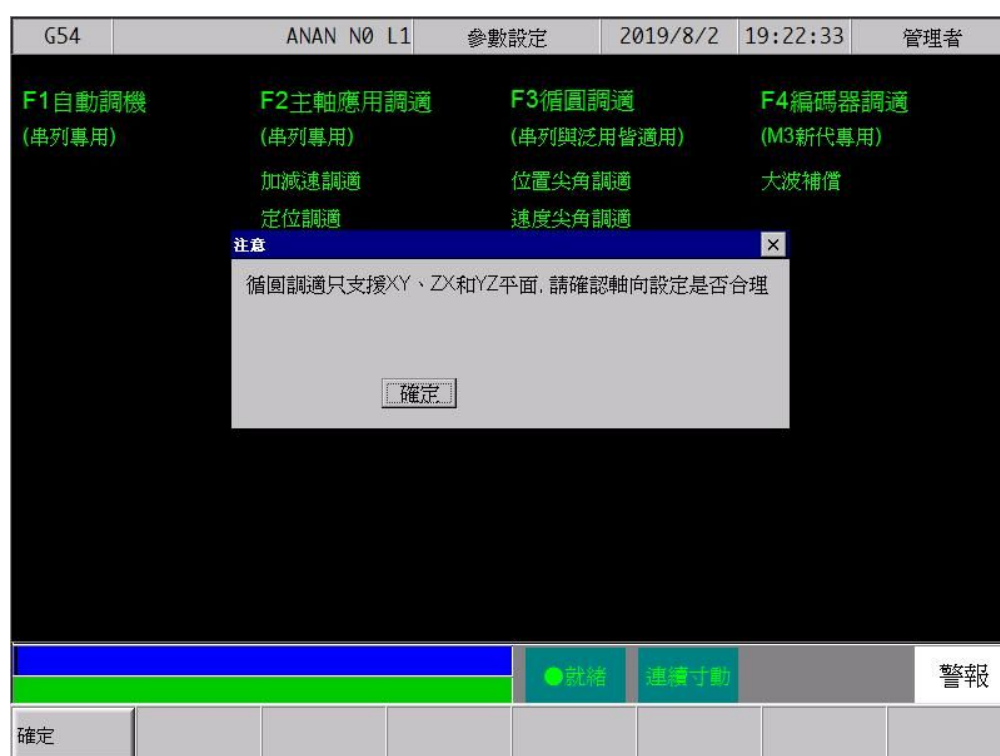


**進入循環調適畫面, 選擇速度尖角調適, 進入速度尖角調適畫面 (調適功能僅支援 連續寸動 / 增量寸動 / 手輪 模式且為就緒狀態下進行)**



**<注意>** 若XY、ZX和YZ三種平面都不存在, 將無法進入循環調適畫面。例: 設定軸向只有X、C軸。

#### 警告畫面



SYNTEC

**Step 1.** 調整畫面左上方的調適設定區，選取好要操作的平面、方向、座標系等等。



**Step 2.** 選擇操作模式：分別有關閉補償、啟動補償、功能學習三種(三種補償差異請參考畫面說明)



**Step 3.** 確認輸入參數設定皆正確後，按下程式生成 (F1)，在畫面下方生成測試程式

<注意> 生成的測試程式會根據機型、Pr17控制精度、公英制有所差異

| G54                                                                 |              | MDIBLOCK N0 L1 |      | 速度尖角調適 |       | 2021/2/1 |  | 13:25:51 |  | 未登入    |  |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|------|--------|-------|----------|--|----------|--|--------|--|
| 調適設定                                                                |              |                |      | 參數設定   |       |          |  | 調適結果     |  |        |  |
| 軸群                                                                  | 1            | 串列參數           | Z    | X      | 解析度   | um       |  |          |  |        |  |
| 平面                                                                  | ZX           | 速度增益           | 1000 | 1000   | 真圓度   | um       |  |          |  |        |  |
| 方向                                                                  | G02          | 速度積分           | 1000 | 1000   | 平均圓半徑 | mm       |  |          |  |        |  |
| 座標系                                                                 | G54          | 位置增益           | 800  | 800    |       |          |  |          |  |        |  |
| 半徑R                                                                 | 15.000 mm    | 轉速S            | 3000 |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 速度F                                                                 | 0.050 mm/rev | 主軸正轉M碼         | 3    |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 操作模式                                                                | 啟動補償         | 主軸停止M碼         | 5    |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 循環條件                                                                |              |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 調適程式                                                                |              |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
| <pre> %MACRO M3 S3000; G04 X3.0; G71 G95 G54; G18;           </pre> |              |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
|                                                                     |              |                |      | ●就緒    |       | 增量寸動     |  | 警報       |  |        |  |
| 程式生成                                                                |              | 開始執行           |      | 中斷執行   |       | 解析度放大    |  | 解析度縮小    |  | 修改參數   |  |
|                                                                     |              |                |      |        |       |          |  |          |  | 修改循環條件 |  |
|                                                                     |              |                |      |        |       |          |  |          |  | 調適狀態   |  |

#### Step 4.操作模式選擇啟動補償或功能學習

<注意> 若選擇"功能學習"模式，畫面中的循環條件共有五組可供選擇，對應"F7 修改循環條件"中所填入的1-5組RF數值

| G54                                                                 |              | MDIBLOCK N0 L1 |      | 速度尖角調適 |       | 2021/2/1 |  | 13:45:22 |  | 管理者    |  |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|------|--------|-------|----------|--|----------|--|--------|--|
| 調適設定                                                                |              |                |      | 參數設定   |       |          |  | 調適結果     |  |        |  |
| 軸群                                                                  | 1            | 串列參數           | Z    | X      | 解析度   | um       |  |          |  |        |  |
| 平面                                                                  | ZX           | 速度增益           | 1000 | 1000   | 真圓度   | um       |  |          |  |        |  |
| 方向                                                                  | G02          | 速度積分           | 1000 | 1000   | 平均圓半徑 |          |  |          |  |        |  |
| 座標系                                                                 | G54          | 位置增益           | 800  | 800    |       |          |  |          |  |        |  |
| 半徑R                                                                 | 15.000 mm    | 轉速S            | 3000 |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 速度F                                                                 | 0.050 mm/rev | 主軸正轉M碼         | 3    |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 操作模式                                                                | 功能學習         | 主軸停止M碼         | 5    |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 循環條件                                                                | 15.000F0.030 |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
|                                                                     | 15.000F0.030 |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
|                                                                     | 15.000F0.050 |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
|                                                                     | 15.000F0.100 |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
| 調適程式                                                                |              |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
| <pre> %MACRO M3 S3000; G04 X3.0; G71 G95 G54; G18;           </pre> |              |                |      |        |       |          |  |          |  |        |  |
|                                                                     |              |                |      | ●就緒    |       | 增量寸動     |  | 警報       |  |        |  |
| 程式生成                                                                |              | 開始執行           |      | 中斷執行   |       | 解析度放大    |  | 解析度縮小    |  | 修改參數   |  |
|                                                                     |              |                |      |        |       |          |  |          |  | 修改循環條件 |  |
|                                                                     |              |                |      |        |       |          |  |          |  | 調適狀態   |  |

**Step 5.** 接著按下開始執行 (F2)，如果這時候多軸群CNC主系統執行模式(R21)非第一軸群，跳出提示並中斷調適

| G54          |              | MDIBLOCK N0 L1         |      | 速度尖角調適 |       | 2021/2/1 14:02:59 |  | 管理者 |  |
|--------------|--------------|------------------------|------|--------|-------|-------------------|--|-----|--|
| 調適設定         |              | 參數設定                   |      |        |       | 調適結果              |  |     |  |
| 軸群           | 1            | 串列參數                   | Z    | X      | 解析度   | um                |  |     |  |
| 平面           | ZX           | 速度增益                   | 1000 | 1000   | 真圓度   | um                |  |     |  |
| 方向           | G02          | 速度積分                   | 1000 | 1000   | 平均圓半徑 | mm                |  |     |  |
| 座標系          | G54          | 注意                     |      |        |       |                   |  |     |  |
| 半徑R          | 15.000 mm    | 多軸群執行模式設定(R21)與指定軸群不吻合 |      |        |       |                   |  |     |  |
| 速度F          | 0.050 mm/rev | 確定                     |      |        |       |                   |  |     |  |
| 操作模式         | 啟動補償         |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| 循環條件         |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| 調適程式         |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| %MACRO       |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| M3 S3000;    |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| G04 X3.0;    |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| G71 G95 G54; |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| G18;         |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| ●就緒 增量寸動 警報  |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |
| 確定           |              |                        |      |        |       |                   |  |     |  |

**Step 6.** 如果指定軸群與R21沒有問題或是在單軸群環境下，會跳出提示，確認機台是否靜止且測試程式是否正確，按下確定後開始循環調適

| G54          |              | MDIBLOCK N0 L1        |      | 速度尖角調適 |       | 2021/2/1 13:33:33 |  | 管理者 |  |
|--------------|--------------|-----------------------|------|--------|-------|-------------------|--|-----|--|
| 調適設定         |              | 參數設定                  |      |        |       | 調適結果              |  |     |  |
| 軸群           | 1            | 串列參數                  | Z    | X      | 解析度   | um                |  |     |  |
| 平面           | ZX           | 速度增益                  | 1000 | 1000   | 真圓度   | um                |  |     |  |
| 方向           | G02          | 速度積分                  | 1000 | 1000   | 平均圓半徑 | mm                |  |     |  |
| 座標系          | G54          | 注意                    |      |        |       |                   |  |     |  |
| 半徑R          | 15.000 mm    | 1. 確認機台處於靜止且測試程式輸入正確? |      |        |       |                   |  |     |  |
| 速度F          | 0.050 mm/rev | 2. 測試過程請勿移動機台         |      |        |       |                   |  |     |  |
| 操作模式         | 啟動補償         | 確定 取消                 |      |        |       |                   |  |     |  |
| 循環條件         |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| 調適程式         |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| %MACRO       |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| M3 S3000;    |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| G04 X3.0;    |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| G71 G95 G54; |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| G18;         |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| ●就緒 增量寸動 警報  |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |
| 確定 取消        |              |                       |      |        |       |                   |  |     |  |

**Step 7.** 調適成功結束後，會於右方調適結果欄位顯示出結果和繪製出循環圖

<注意> 這時候可按下解析度放大 (F4)或解析度縮小 (F5)，來進一步仔細檢視循環結果

| G54                                                                 |              | MDIBLOCK N0 L1 |             | 速度尖角調適 |       | 2021/2/1     |    | 13:36:07 |  | 管理者    |  |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|--------|-------|--------------|----|----------|--|--------|--|
| <b>調適設定</b>                                                         |              |                | <b>參數設定</b> |        |       | <b>調適結果</b>  |    |          |  |        |  |
| 軸群                                                                  | 1            | 串列參數           | Z           | X      | 解析度   | 1.000000 um  |    |          |  |        |  |
| 平面                                                                  | ZX           | 速度增益           | 1000        | 1000   | 真圓度   | 3.929716 um  |    |          |  |        |  |
| 方向                                                                  | G02          | 速度積分           | 1000        | 1000   | 平均圓半徑 | 14.999994 mm |    |          |  |        |  |
| 座標系                                                                 | G54          | 位置增益           | 800         | 800    |       |              |    |          |  |        |  |
| 半徑R                                                                 | 15.000 mm    | 轉速S            | 3000        |        |       |              |    |          |  |        |  |
| 速度F                                                                 | 0.050 mm/rev | 主軸正轉M碼         | 3           |        |       |              |    |          |  |        |  |
| 操作模式                                                                | 啓動補償         | 主軸停止M碼         | 5           |        |       |              |    |          |  |        |  |
| 循環條件                                                                |              |                |             |        |       |              |    |          |  |        |  |
| <b>調適程式</b>                                                         |              |                |             |        |       |              |    |          |  |        |  |
| <pre> %MACRO M3 S3000; G04 X3.0; G71 G95 G54; G18;           </pre> |              |                |             |        |       |              |    |          |  |        |  |
|                                                                     |              |                | ●就緒         |        | 增量寸動  |              | 警報 |          |  |        |  |
| 程式生成                                                                |              | 開始執行           |             | 中斷執行   |       | 解析度放大        |    | 解析度縮小    |  | 修改參數   |  |
|                                                                     |              |                |             |        |       |              |    |          |  | 修改循環條件 |  |
|                                                                     |              |                |             |        |       |              |    |          |  | 調適狀態   |  |

**Step 8.** 如果調試失敗，會跳出功能學習失敗、調適失敗等提示，並且不會畫出循環圖

< 注意 > 調適失敗的原因有可能為調適期間未能取得結果資訊，或是功能學習時無法成功計算出調適系數，可參考畫面說明調適失敗原因及排除方法。(請見下方"循環調適失敗原因與排除"章節)

| G54                                                                 |              | N0 L1                                                                                                 |             | 速度尖角調適 |       | 2021/2/1    |    | 14:04:52 |  | 管理者 |  |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|-------|-------------|----|----------|--|-----|--|
| <b>調適設定</b>                                                         |              |                                                                                                       | <b>參數設定</b> |        |       | <b>調適結果</b> |    |          |  |     |  |
| 軸群                                                                  | 1            | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>注意</p> <p>調適失敗，無法讀取驅動器參數</p> <p>確定</p> </div> |             |        | 解析度   | um          |    |          |  |     |  |
| 平面                                                                  | ZX           |                                                                                                       |             |        | 真圓度   | um          |    |          |  |     |  |
| 方向                                                                  | G02          |                                                                                                       |             |        | 平均圓半徑 | mm          |    |          |  |     |  |
| 座標系                                                                 | G54          |                                                                                                       |             |        |       |             |    |          |  |     |  |
| 半徑R                                                                 | 15.000 mm    | 主軸正轉M碼                                                                                                | 3           |        |       |             |    |          |  |     |  |
| 速度F                                                                 | 0.050 mm/rev | 主軸停止M碼                                                                                                | 5           |        |       |             |    |          |  |     |  |
| 操作模式                                                                | 關閉補償         |                                                                                                       |             |        |       |             |    |          |  |     |  |
| 循環條件                                                                |              |                                                                                                       |             |        |       |             |    |          |  |     |  |
| <b>調適程式</b>                                                         |              |                                                                                                       |             |        |       |             |    |          |  |     |  |
| <pre> %MACRO M3 S3000; G04 X3.0; G71 G95 G54; G18;           </pre> |              |                                                                                                       |             |        |       |             |    |          |  |     |  |
|                                                                     |              |                                                                                                       | ●就緒         |        | 增量寸動  |             | 警報 |          |  |     |  |
| 確定                                                                  |              |                                                                                                       |             |        |       |             |    |          |  |     |  |

### 9.3.2 循環調適過程中斷執行

#### Step 1~6. 如同正常操作執行流程

**Step 7.** 如果想中斷執行調適動作，請按下**中斷執行 (F3)**跳出提示，確認後調適動作就會停止



< 注意 > 也可藉由『Reset』和『急停』來中斷調適，操作方式如下：

**Reset:** 使用者觸發Reset後將中斷調適

**急停:** 使用者觸發急停後將中斷調適，接著需先解除急停，否則無法離開調適頁面

操作流程 [畫面說明](#)

#### 操作模式設定畫面

| 操作模式 | 描述                                                                            |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 關閉補償 | 系統會關閉所有摩擦力補償(包含位置尖角、速度尖角補償)，以使用者設定的速度、半徑、平面、座標系來做循環，最後顯示無任何補償功能下循環結果圖         |
| 功能學習 | 根據循原條件，選擇欲使用的半徑與速率搭配組別，系統會根據循環取得的資料計算速度尖角補償所需的補償參數並覆蓋原有參數表，最後顯示學習後參數補償下的循環結果圖 |
| 啟動補償 | 系統會開啟速度尖角補償功能，以使用者設定的速度、半徑、平面、座標系來做循環，最後顯示使用速度尖角補償下循環結果圖                      |

## 功能學習 啟動補償

- 進入速度尖角調適畫面，確認調適設定之數值

## 調適設定



## 調適設定

|     |                                                                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 軸群  | 預設為第一軸群，支援第1~4軸群                                                                                                                  |
| 平面  | 預設為ZX平面                                                                                                                           |
| 方向  | 預設為 <b>G02</b> ，提供G02和G03兩種方向選擇                                                                                                   |
| 座標系 | 循環路徑圓心所在的座標系，預設為 <b>G54</b>                                                                                                       |
| 半徑R | 循環路徑的半徑大小 (預設: <b>15.000 mm</b> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>輸入有效範圍為 1mm~9999mm 或對應的英制數值，根據精度調整小數點位數。</li> </ul>      |
| 速度F | 循環動作的進給速率(預設: <b>0.05 mm/rev</b> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>輸入有效範圍為 0.001mm~9999mm 或對應的英制數值，根據精度調整小數點位數。</li> </ul> |

## 調適設定

|      |        |
|------|--------|
| 操作模式 | 選擇功能學習 |
|------|--------|

|      |                                           |
|------|-------------------------------------------|
| 循原條件 | 循圓時欲使用的半徑與速率搭配組別 (注: 下方將說明如何設定各組別半徑與速率搭配) |
|------|-------------------------------------------|

## • 循原條件設定

1. 進入方式: 速度循圓調適介面, 按 **F7** "修改循原條件"
2. 車床機型的F參數為G95格式需搭配主軸轉速進行設定, 換算方式: 一般feedrate (mm/min) = G95 下的feedrate (mm/rev) \* 主軸轉速(rpm)

## 按F7修改循原條件進入半徑速率設定畫面

修改  
R  
F  
至  
所  
需  
的  
數  
值注意  
事項

| G54     | 123 NO L1 | 速度尖角調適     | 2020/3/4  | 15:20:43 | 管理者 |
|---------|-----------|------------|-----------|----------|-----|
| 設定半徑與速率 |           |            |           |          |     |
| 組別      | 半徑(mm)    | 速率(mm/rev) | 主軸轉速(rpm) |          |     |
| 1       | 15.000    | 0.030      | 3000.000  |          |     |
| 2       | 15.000    | 0.050      | 3000.000  |          |     |
| 3       | 15.000    | 0.100      | 3000.000  |          |     |
| 4       | 5.000     | 0.100      | 3000.000  |          |     |
| 5       | 5.000     | 0.017      | 3000.000  |          |     |

● 就緒
連續寸動
警報

確認修改
填入預設值

| 按F7修改循原條件進入半徑速率設定畫面                                                        | 修改 R F 至所需的數值                 | 注意事項                                             |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|
| <p><b>設定1-5組速度尖角調適參數所對應的RF</b></p> <p>注：車床有預設常用R/F，可按<b>F2</b> "填入預設值"</p> | 修改後的 R F 將顯示為紅字，修改完成後按左下角確認修改 | 選擇是：將寫入新的 R F 設定，並且清除該組 R F 所有的補償系數選擇否：將取消新輸入的 R |

| 按F7修改循原條件進入半徑速率設定畫面 | 修改 R F 至所需的數值 | 注意事項                    |
|---------------------|---------------|-------------------------|
|                     |               | F 設定，並且保留該組 R F 原本的補償系數 |

功能學習 啟動補償

SYNTEC

- 進入速度尖角調適畫面，確認調適設定之數值

## 調適設定

| 調適設定                                                                |              | 參數設定   |       | 調適結果  |       |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------|-------|-------|
| 軸群                                                                  | 1            | 串列參數   | Z     | X     | 解析度   |
| 平面                                                                  | ZX           | 速度增益   | 1000  | 1000  | 真圓度   |
| 方向                                                                  | G02          | 速度積分   | 1000  | 1000  | 平均圓半徑 |
| 座標系                                                                 | G54          | 位置增益   | 800   | 800   |       |
| 半徑R                                                                 | 15.000 mm    | 轉速S    | 3000  |       |       |
| 速度F                                                                 | 0.050 mm/rev | 主軸正轉M碼 | 3     |       |       |
| 操作模式                                                                | 啟動補償         | 主軸停止M碼 | 5     |       |       |
| 循環條件                                                                |              |        |       |       |       |
| 調適程式                                                                |              |        |       |       |       |
| <pre> %MACRO M3 S3000; G04 X3.0; G71 G95 G54; G18;           </pre> |              |        |       |       |       |
|                                                                     |              | ●就緒    |       | 增量寸動  | 警報    |
| 程式生成                                                                | 開始執行         | 中斷執行   | 解析度放大 | 解析度縮小 | 修改參數  |
|                                                                     |              | 修改循環條件 |       | 調適狀態  |       |

## 調適設定

|     |                                                                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 軸群  | 預設為第一軸群，支援第1~4軸群                                                                                                                   |
| 平面  | 預設為ZX平面                                                                                                                            |
| 方向  | 預設為 <b>G02</b> ，提供G02和G03兩種方向選擇                                                                                                    |
| 座標系 | 循環路徑圓心所在的座標系，預設為 <b>G54</b>                                                                                                        |
| 半徑R | 循環路徑的半徑大小 (預設: <b>15.000 mm</b> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>輸入有效範圍為 1mm~9999mm 或對應的英制數值，根據精度調整小數點位數。</li> </ul>       |
| 速度F | 循環動作的進給速率 (預設: <b>0.05 mm/min</b> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>輸入有效範圍為 0.001mm~9999mm 或對應的英制數值，根據精度調整小數點位數。</li> </ul> |

## 調適設定

|      |      |
|------|------|
| 操作模式 | 啟動補償 |
|------|------|

## 參數設定畫面

- 確認參數設定之數值

## 參數設定

| 調適設定 |              | 參數設定   |      | 調適結果 |       |
|------|--------------|--------|------|------|-------|
| 軸群   | 1            | 串列參數   | Z    | X    | 解析度   |
| 平面   | ZX           | 速度增益   | 1000 | 1000 | 真圓度   |
| 方向   | G02          | 速度積分   | 1000 | 1000 | 平均圓半徑 |
| 座標系  | G54          | 位置增益   | 800  | 800  |       |
| 半徑R  | 15.000 mm    | 轉速S    | 3000 |      |       |
| 速度F  | 0.050 mm/rev | 主軸正轉M碼 | 3    |      |       |
| 操作模式 | 啟動補償         | 主軸停止M碼 | 5    |      |       |
| 循環條件 |              |        |      |      |       |

| 調適程式         |  |
|--------------|--|
| %MACRO       |  |
| M3 S3000;    |  |
| G04 X3.0;    |  |
| G71 G95 G54; |  |
| G18;         |  |

|      |      |      |       |       |      |        |      |
|------|------|------|-------|-------|------|--------|------|
| 程式生成 | 開始執行 | 中斷執行 | 解析度放大 | 解析度縮小 | 修改參數 | 修改循環條件 | 調適狀態 |
|------|------|------|-------|-------|------|--------|------|

## 參數設定

|      |                                       |
|------|---------------------------------------|
| 速度增益 | 驅動器參數Pn100，預設值為400，輸入有效範圍(10~20000)。  |
| 速度積分 | 驅動器參數Pn101，預設值為2000，輸入有效範圍(15~51200)。 |
| 位置增益 | 驅動器參數Pn102，預設值為400，輸入有效範圍(10~20000)。  |
| 主軸轉速 | 預設值為3000 rpm，輸入有效範圍(1~9999)           |

## 參數設定

|        |             |
|--------|-------------|
| 主軸正轉M碼 | 設定主軸轉速正轉的M碼 |
| 主軸停止M碼 | 設定主軸轉速停止的M碼 |

## 調適狀態畫面

| 畫面                                                                                 | 說明                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>目前補償型態：顯示目前Pr2921~加工中選用的補償功能</p> <p>調適狀態：列出不同組別循環條件，並顯示各軸對應調適狀態</p> |

## 按鍵說明

上一頁 (F1)：顯示上一頁三軸

下一頁 (F2)：顯示下一頁三軸

## 補償參數畫面

## 控制器畫面

## 說明



1. 進入方式，速度尖角調適頁面按F6 " 修改參數 "
2. 組數顯示於右上角
3. 速度尖角共有0-5組參數，其中1-5組參數可設定調適時的RF，而第0組參數則無RF設定
4. 速度尖角補償時，將參考1-5組參數進行補償。而當1-5組參數皆設定為R=0且F=0時，**將啟用第0組參數進行VFF補償。**  
(是否以1-5組系數做補償，與學習狀態無關)

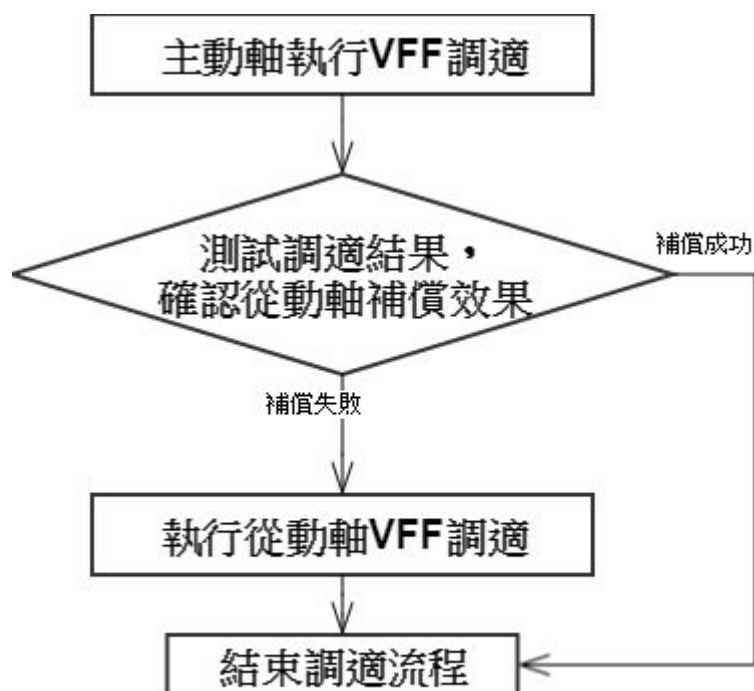
## 9.4 多軸群與軸耦合情境

1. 多軸軸群調適：
  - a. 支援多軸群使用，並支援X、Y、Z軸+數字的軸名稱組合，若該軸群有復數以X(Y或Z)軸開頭的軸存在，則以NC檔規則從最小號開始選取，舉例：X軸由小到大 X、X1、X2...依序排列
2. 軸耦合調適(含跨軸群的軸耦合)
  - a. 支援軸耦合同時調適，若有軸耦合則調適主動軸會**同時補償**從動軸的速度尖角參數，反之從動軸調適過程中**不會補償**主動軸的速度尖角參數。

| 耦合軸種類 | 執行校正時              |
|-------|--------------------|
| 主動軸   | 連同從動軸一起校正          |
| 從動軸   | 僅校正從動軸，不會連同主動軸一起校正 |

- b. 建議調適順序

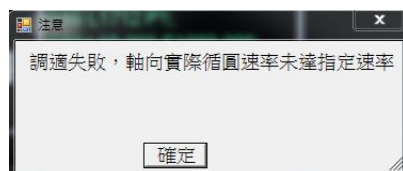
# SYNTEC



## 9.5 循圓調適失敗原因與排除

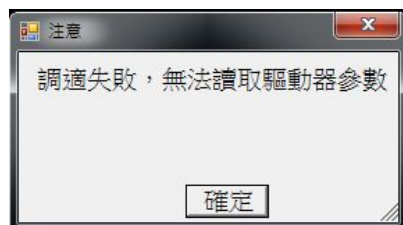
調適失敗的原因有可能為調適期間未能取得結果資訊，或是功能學習時無法成功計算出調適系數，可參考以下說明調適失敗原因及排除方法：

### 軸向實際循圓速率未達指定速率

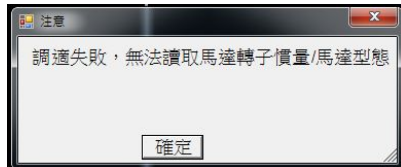


- 可能原因：  
循圓速率與半徑，被圓弧速度、單軸最高切削速度限制，導致軸向速率無法達到指定的速率
- 排除方法：  
檢查參數設定或調降循圓速率設定，確保軸向可以達到

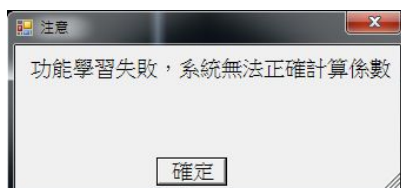
### 無法讀取驅動器參數



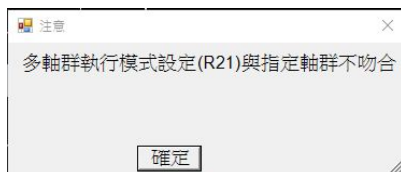
- 可能原因：  
無法讀取驅動器參數
- 排除方法：  
手動調適設定參數

**軸向實際循環速率未達指定速率****無法讀取馬達轉子慣量/馬達型態**

- 可能原因：  
系統不支援所選用馬達型號轉子慣量/馬達型態
- 排除方法：  
手動調適設定參數

**系統無法正確計算系數**

- 可能原因：  
操作模式選擇功能學習，循環結束後系統尖角範圍計算錯誤或求得之速度尖角參數不合理。
- 排除方法：  
重覆操作幾次，若仍無法正確學習可以修改循環條件

**多軸群執行模式設定(R21)與指定軸群不吻合**

- 可能原因：  
R21設定值與選定軸群不吻合
- 排除方法：  
修改指定軸群欄位或調整R21使兩者相符

**R21說明**

設定多軸群CNC主系統執行模式：

0:執行多軸群程式，或在第一軸群執行一般非多群程式。

1:只在第一軸群執行\$1程式或一般非多群程式。

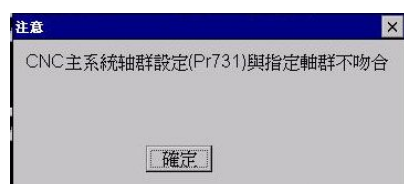
2:只在第二軸群執行\$2程式或一般非多群程式。

3:只在第三軸群執行\$3程式或一般非多群程式。

4:只在第四軸群執行\$4程式或一般非多群程式。

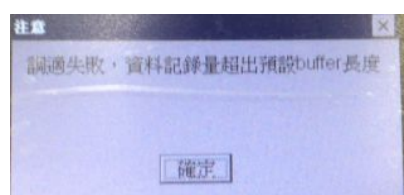
**CNC主系統軸群設定(Pr731)與指定軸群不吻合**

### 軸向實際循環速率未達指定速率



- 可能原因：  
指定調適軸群不在主系統軸群內，無法進行調適動作。
- 排除方法：  
調整參數**Pr731-CNC主系統軸群**，使所需調適的軸群在主系統軸群內。

### 調適失敗，資料記錄量超出預設buffer長度



- 可能原因：  
速度太慢或是半徑太大
- 排除方法：  
feedrate提高或減少循環半徑

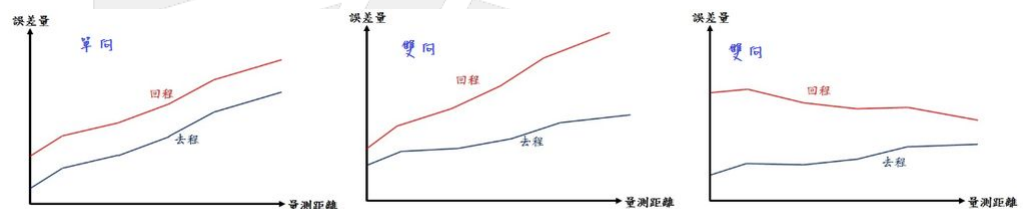
SYNTEC

## 10 高精度齒節補償應用手冊

### 10.1 齒節補償機制

- 齒節補償
  - 單向齒節補償
    - 機台移動方向正、負皆參考正向補償表
  - 雙向齒節補償
    - 機台移動方向正向參考正向補償表
    - 機台移動方向負向參考負向補償表
- 二維直線度補償  
直線度補償(二維補償)需求通常是出現在長行程或龍門型的機床，因跨距太大而形成的變形及位移，或是因機構重量而造成的機台變形，此時軸向的直線度就必須依賴控制器補償的方式，來增加移動時的精確度。
- 單向齒節補償、雙向齒節補償 根據 Pr1301~ 決定，擇一設定，使用時機如下
  - 單向、雙向齒節補償選用

量測誤差圖形去程和回程頭尾平均平行則使用單向即可



- 齒節補償和二維直線補償差別在，前者補償自己軸向的齒節誤差，後者則是和其他軸向的誤差

### 10.2 規格說明

- 使用時需開啟高精度齒節補償模式(Pr3859 = 1)。
- 正、負向齒節補償各擴充至最多支援2000點補償點數，單一軸向至多支援4000點補償點數。
- 開啟高精度齒節模式後，直接於補償表資料頁面設定高精度齒節補償參數與補償值：

| 名稱   | 設定範圍                     | 單位     | 初始值   | 修改後何時有效 |
|------|--------------------------|--------|-------|---------|
| 起始位置 | [-99999.999 ~ 99999.999] | mm/deg | 0.000 | 參數輸入後生效 |

- 設定齒節補償起始點機械坐標位置。
- 最小有效位數至小數點第三位，最小單位0.001mm。

| 名稱   | 設定範圍     | 單位 | 初始值  | 修改後何時有效 |
|------|----------|----|------|---------|
| 補償點數 | [1~2000] | -  | 2000 | 參數輸入後生效 |

- 設定高精度節距補償點數。
- 若機台行程超過點位數量，超過部分會維持前一補償值。

| 名稱 | 設定範圍 | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|----|------|----|-----|---------|
|----|------|----|-----|---------|

|      |                        |        |        |         |
|------|------------------------|--------|--------|---------|
| 補償間隔 | [-99999.999~99999.999] | mm/deg | 20.000 | 參數輸入後生效 |
|------|------------------------|--------|--------|---------|

- 設定齒節補償點位間距。
- 最小有效位數至小數點第三位，最小單位0.001mm。

| 名稱  | 設定範圍                     | 單位      | 初始值   | 修改後何時有效 |
|-----|--------------------------|---------|-------|---------|
| 補償值 | [-999999.999~999999.999] | um/mdeg | 0.000 | 參數輸入後生效 |

- 手動設定各點補償值。
- 透過機械座標查表得到的補償值進行補償。
- 填表方式：
  - 手動填表。
  - 檔案匯入。
    - 可支援RENISHAW系統測量後產生的RTL檔、RTA檔匯入，支援上限2000筆。
    - 使用RTL、RTA匯入後的齒節補償表，若軸向移動超出齒節補償表設定範圍，則補償量會維持。
      - e.g. 齒節補償表最後一點補償位置為+200 mm且補償值為10 um，則超過200mm之座標補償值皆固定為10 um。
- 單、雙向齒節補償填表方式：
  - 單向齒節補償(只需填正向表)

#### 單向齒節補償

- 行程上同一點，無論當下軸向移動方向為何，控制器均參考正向表數值送出補償量。
- 軸向行程皆在原點正方向：將機台離開原點，向機械座標正方向移動時，所量測到的誤差量，輸入到參數畫面『補正表』中的正向表，注意輸入編號是遞增方向。

|                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                                                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| (編號50為機械座標 = 0)                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                                                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 機台離開原點向機械座標正方向移動 → 正向表 50, 51..., 59, 60 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                                                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 40                                       | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51                                                                                   | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

- 軸向行程皆在原點負方向：將機台離開原點，向機械座標負方向移動時，所量測到的誤差量，輸入到參數畫面『補正表』中的正向表，注意輸入編號是遞減方向。

|                                                                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| (編號50為機械座標 = 0)                                                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 機台離開原點向機械座標負方向移動 → 正向表 50, 49..., 41, 40                                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 40                                                                                  | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

- 雙向齒節補償(需填正、負向表)

#### 雙向齒節補償

- 行程上同一點，控制器會依據床台當下移動方向，決定參考正向表或負向表中的數值。
- 軸向行程皆在原點正方向：將機台離開原點，向機械座標正方向移動時，所量測到的誤差量，輸入到參數畫面『補正表』中的正向表；另一方面，將機台折返往原點移動時，所量測到的誤差量，輸入到參數畫面『補正表』中的負向表。

(編號50為機械座標 = 0)

機台離開原點向機械座標正方向移動 → 正向表 50, 51..., 59, 60

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                                                                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51                                                                                 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

當機台折返向原點移動 → 填負向表 60, 59..., 51, 50

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                                                                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51                                                                                 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

- **軸向行程皆在原點負方向：**將機台離開原點，向機械座標負方向移動時，所量測到的誤差量，輸入到參數畫面『補正表』中的**負向表**；另一方面，將機台折返往原點移動時，所量測到的誤差量，輸入到參數畫面『補正表』中的**正向表**。

(編號50為機械座標 = 0)

機台離開原點向機械座標負方向移動 → 負向表 50, 49..., 41, 40

|                                                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40                                                                                | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

當機台折返向原點移動 → 填正向表 40, 41..., 49, 50

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                                                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51                                                                                  | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0  |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

- 限制：
  - 尋完原點後，齒節補償功能才會生效。
  - 加工中或軸向移動中不可更改高精度齒節補償參數、齒節補償值。
  - 可支援至多18軸齒節補償。
- 畫面設定：
  - **齒節補償表資料**
    - 支援版本: 10.118.52G, 10.118.57
    - 使用條件: 需先至機構補償參數畫面，開啟高精度齒節補償後，方可使用此頁面
    - 路徑
      - 八鍵: F10 下一頁>F3 參數設定>F4 機構補償參數>F1 齒節補償表資料
      - 五鍵: F10 下一頁>F3 參數設定>F4 機構補償參數>F1 齒節補償表資料

SYNTEC

|                                    |                      |       |           |          |          |          |          |          |          |
|------------------------------------|----------------------|-------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| G54                                | 5566 N0 L1 高精度齒節補償設定 |       | 2022/1/11 | 15:42:38 | 未登入      |          |          |          |          |
| X                                  |                      |       |           |          |          |          |          |          |          |
|                                    | 1                    | 2     | 3         | 4        | 5        | 6        | 7 >>     |          |          |
| 起始點位                               | 0.000                | 座標    | 0.000     | 500.000  | 1000.000 | 1500.000 | 2000.000 | 2500.000 | 3000.000 |
| 補償間距                               | 500.000              | 正向    | 0.000     | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    |
| 補償點數                               | 2000                 | 負向    | 0.000     | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    |
|                                    |                      |       |           |          |          |          |          |          |          |
| Y                                  |                      |       |           |          |          |          |          |          |          |
|                                    | 1                    | 2     | 3         | 4        | 5        | 6        | 7 >>     |          |          |
| 起始點位                               | 0.000                | 座標    | 0.000     | 500.000  | 1000.000 | 1500.000 | 2000.000 | 2500.000 | 3000.000 |
| 補償間距                               | 500.000              | 正向    | 0.000     | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    |
| 補償點數                               | 2000                 | 負向    | 0.000     | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    |
|                                    |                      |       |           |          |          |          |          |          |          |
| Z                                  |                      |       |           |          |          |          |          |          |          |
|                                    | 1                    | 2     | 3         | 4        | 5        | 6        | 7 >>     |          |          |
| 起始點位                               | 0.000                | 座標    | 0.000     | 500.000  | 1000.000 | 1500.000 | 2000.000 | 2500.000 | 3000.000 |
| 補償間距                               | 500.000              | 正向    | 0.000     | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    |
| 補償點數                               | 2000                 | 負向    | 0.000     | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    | 0.000    |
|                                    |                      |       |           |          |          |          |          |          |          |
|                                    |                      |       |           | ●就緒      | 自動執行     |          |          |          |          |
| (-.999999,999.999999,999) (mm/deg) |                      |       |           | 警報       |          |          |          |          |          |
| 跳至點位                               | 前一頁點位                | 後一頁點位 | 增量輸入      | 一鍵清除     | 補償表載入    | 補償表增量載入  |          |          |          |

- 畫面上顯示各軸的齒節補償表描述參數，包含
  - 起始位置：補償表第一點位置。
  - 補償間隔：補償表補償點位的間距。
  - 補償點數：補償表補償點位總數量，若機台位置超出補償表範圍，將維持最後補償值。
- 以上齒節補償表描述參數變更後將即時生效，修改後該軸跳回第一頁點位顯示。
- 可顯示隱藏的軸向( pr32x=10xxx )。
- 畫面上一次顯示三個軸的正負向補償表格，使用上下左右鍵即可移動游標。可另外透過"前一頁/後一頁點位"翻頁檢視點位。
- 若超過四軸，則使用Page Down/Up鍵可切換到其他軸。
- 加工中不可編輯。

- "跳至點位": 按下後於彈窗輸入檢視的點位編號，確定後游標將跳轉到目標點位。



- 高精度齒節補償應用手冊 - 132

- "後一頁點位": 同上, 但改為向後翻頁。
  - "增量輸入": 可將輸入列的數值累加於游標所在輸入框。例如: 當前輸入框數值 1.4, 於下方輸入列填入 0.2 後觸發增量輸入, 則當前輸入框數值將變為 1.6。
  - "一鍵清除": 可將當前操作軸的正負向補償值清空。
  - "補償表載入": 支援 Renishaw 量測檔案 (\*.rtl/\*.rta) 匯入, 將根據量測檔內目標軸向名稱填入對應軸的補償值內。
  - "補償表增量載入": 同上, 但讀取後會將檔案量測值累加於當前補償值上。  
若輸入檔案與目標軸向的 起始點位、補償間距、補償點數 設定不一致, 將跳錯且無法輸入。
  - 注意
    - 節距補償是參考實際移動量來找尋對應補償點, 而非機械座標。故補償表上的"座標"亦可看做"實際移動量", 但因字數限制, 所以統一使用"座標"。
    - 車床開啟直徑軸時, 要注意人機主畫面顯示的機械座標為實際移動的兩倍。故找尋補償點時, 請將主畫面機械座標自行除以 2, 或者依據診斷變數 72~ 的值來找尋補償點。
- 相關說明文件: Pr281~Pr300 軸向半徑軸或直徑軸

### 補充說明

- 齒節補償功能, 機械座標原點對應的補償點位是由 Pr1341 決定
- 高精度齒節補償功能, 透過設定齒節補償起始點機械坐標位置, 以及齒節補償點位間距, 來推算機械座標原點於表格中的位置
  - 例如: X 軸齒節補償起始點機械坐標位置設定為 **-8**, 齒節補償點位間距設定為 **1**, 代表**第一格**起始點機械坐標為 -8, 每格增加 1mm, 因此機械座標原點 0.0 在表格中**第九格**之位置。

## 10.3 相關參數

### 齒節補償

| 版本  | 參數編號   | 說明       | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|----------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3859 | *高精度齒節補償 | [0~1] | -  | 0   | 重開機有效   |
| V12 | P5001  | N1       |       |    |     |         |

- 0: 不啟用高精度齒節補償
- 1: 啟用高精度齒節補償
- 說明:
  - Pr3859 設定 0, 可設定 1~10 軸的齒節補償, 至多補償 100 點, 11~18 軸齒節不補償。
  - Pr3859 設定 1, 可設定 1~18 軸的齒節補償, 至多補償 2000 點。
- 此參數與 Pr1301~1320 對應關係表格:

| 軸ID    | Pr1301~Pr1320 | Pr3859 = 0 | Pr3859 = 1 |
|--------|---------------|------------|------------|
| 1-10 軸 | 0             | 齒節不補償      | 齒節不補償      |

| 軸ID    | Pr1301~Pr1320 | Pr3859 = 0 | Pr3859 = 1  |
|--------|---------------|------------|-------------|
| 11~18軸 | 1             | 啟用齒節單向補償   | 啟用高精度齒節單向補償 |
|        | 2             | 啟用齒節雙向補償   | 啟用高精度齒節雙向補償 |
|        | 0             | 齒節不補償      | 齒節不補償       |
|        | 1             | 齒節不補償      | 啟用高精度齒節單向補償 |
|        | 2             | 齒節不補償      | 啟用高精度齒節雙向補償 |
|        |               |            |             |

- 有效版本：10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本。

| 版本  | 參數編號          |        | 說明         | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|--------|------------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr1301~Pr1320 |        | 軸向啟動齒節誤差補償 | [0~2] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P35781        | N1~N18 |            |       |    |     |         |

- 此參數決定是否啟動齒節補償功能及選擇補償方式。  
0：關閉；  
1：單向；  
2：雙向。
- 10.114.15（含）之前，僅提供6軸；10.114.16之後，擴充至10軸。
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本擴充至18軸，11軸以後僅支援高精度齒節補償功能。詳見：Pr3859 \*高精度齒節補償

## 二維直線度補償

| 版本  | 參數編號            |           | 說明               | 範圍     | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|-----------------|-----------|------------------|--------|----|-----|---------|
| V10 | Pr1481~Pr1490   |           | 各組直線度補償移動軸及補償軸軸號 | [0,20] | -  | 0   | 重開機有效   |
| V12 | P5101、<br>P5102 | N1~<br>N5 |                  |        |    |     |         |

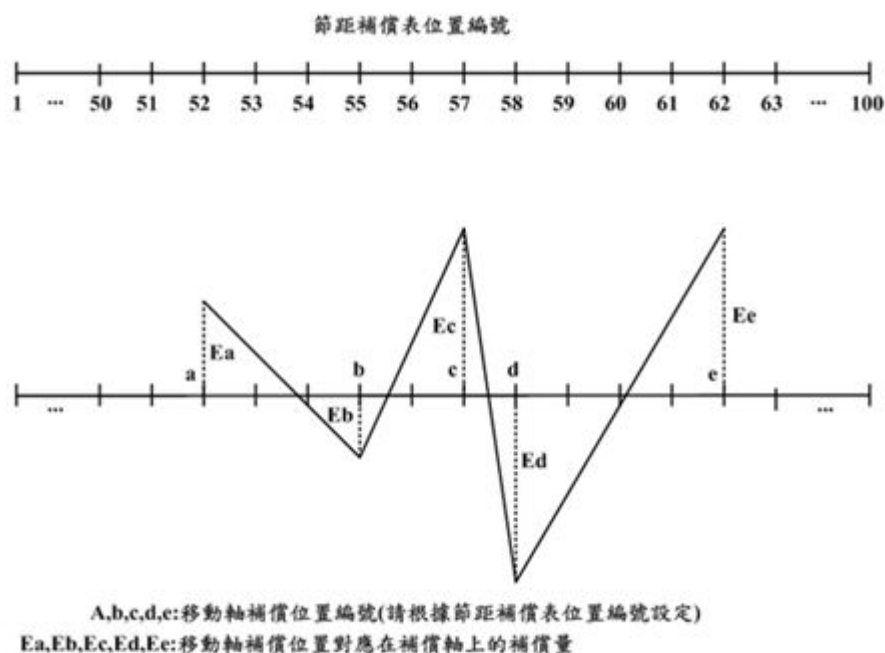
- 共可設定五組移動軸及補償軸。
- 注意事項：
  - 移動軸不可同時為補償軸。
  - 多組移動軸不可同時對應同一補償軸。

| 版本 | 參數編號 |  | 說明 | 範圍 | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|----|------|--|----|----|----|-----|---------|
|----|------|--|----|----|----|-----|---------|

|     |               |                                      |  |           |   |   |       |
|-----|---------------|--------------------------------------|--|-----------|---|---|-------|
| V10 | Pr7001~Pr7025 | 各組 (1st~5th) 直線度補償移動軸之各點位置 (1st~5th) |  | [0, 2000] | - | 0 | 重開機有效 |
| V12 | P5103~P5107   | N1~N5                                |  |           |   |   |       |

- Pr7001~Pr7025用來設定直線度補償功能的各個補償位置在移動軸的節距補償表中的編號，每個移動軸可設定5個補償位置，共支援5組移動軸。
- 各補償位置上的補償量可由Pr7026~Pr7050設定。
- 使用時請依序由點位a~e填入完整且不遞減的5個補償位置。
- 未正確設定補償位置時，系統會發出OP-16警報，此時直線度補償功能不啟用。
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本，高精度齒節補償模式下(Pr3859 = 1)，可設定的編號擴充至2000。

以下圖為例，a,b,c,d,e分別對應節距補償表的編號52、55、57、58、62，則直線度補償之有效範圍為補償表編號52~62所對應之機械座標。



| 版本  | 參數編號          | 說明                                    | 範圍                | 單位   | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|---------------------------------------|-------------------|------|-----|---------|
| V10 | Pr7026~Pr7050 | 各組 (1st~5th) 直線度補償移動軸之各點補償量 (1st~5th) | [-999999, 999999] | BL U | 0   | 按reset鍵 |
| V12 | P5123~P5127   |                                       |                   |      |     |         |
| 版本  | 參數編號          | 說明                                    | 範圍                | 單位   | 初始值 | 修改後何時有效 |

|     |               |       |                                    |          |  |   |       |
|-----|---------------|-------|------------------------------------|----------|--|---|-------|
| V10 | Pr7051~Pr7125 |       | 各組（1st~5th）直線度補償移動軸之各點位置（6th~20th） | [0, 100] |  | 0 | 重開機有效 |
| V12 | P5108~P5122   | N1~N5 |                                    |          |  |   |       |

**擴充直線度補償功能：**

- 10.118.12E、10.118.15以後的版本，支援擴充直線度補償功能（共20點）。
- 提供5組直線度補償參數設定，各組移動軸各可設定20點補償位置。
  - Pr7001~Pr7025為各個補償位置在移動軸的節距補償表中的編號（a~e）。
  - Pr7051~Pr7125為各個補償位置在移動軸的節距補償表中的編號（f~t）。
- 使用時請依序由a ~ t填入不遞減且至少2點至多20點的補償位置。
- 未正確設定參數時，系統會跳出OP-16警報，此時直線度補償功能不啟用。
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本，高精度齒節補償模式下(Pr3859 = 1)，可設定的編號擴充至2000。

## 10.4 參考文件

- Pr3859 \*高精度齒節補償
- Pr1301~Pr1320 軸向啟動齒節誤差補償
- Pr1481~Pr1490 各組直線度補償移動軸及補償軸軸號
- Pr7001~Pr7025 各組直線度補償移動軸之各點位置（1st~5th）
- Pr7026~Pr7050 各組直線度補償移動軸之各點補償量（1st~5th）
- Pr7051~Pr7125 各組直線度補償移動軸之各點位置（6th~20th）
- 齒節補償功能說明文件

# SYNTEC

## 11 ROT車床伺服刀塔調試應用手冊

- 說明
- 調適說明
  - 調試總流程
  - 流程細項
- PK範例
  - 測試目的
  - 參數設定資料
  - 比較段落
  - 分析
- PLC範例
- HELP文件

### 11.1 說明

ROT伺服刀塔相對於一般傳統上的I/O伺服刀庫，具備有下列優勢：

1. 配線簡單
2. 換刀速度快

且新代有針對ROT刀塔提出PLC專用元件，滿足伺服刀庫旋轉需求且降低開發難度。

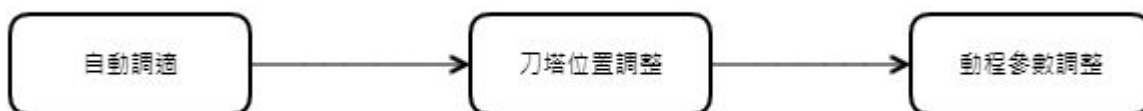
但當前應用文件針對ROT刀塔調試並沒有詳細整合的介紹，造成裝配好後調整上的困難，因始提供本文件，針對：

1. 如何調試刀塔
2. 提供建議調整的參數與相關常見問題列表

以及如何驗證調適成果與PK做介紹。

### 11.2 調適說明

#### 11.2.1 調試總流程



#### 11.2.2 流程細項

自動調試   刀塔位置調試   動程參數調整

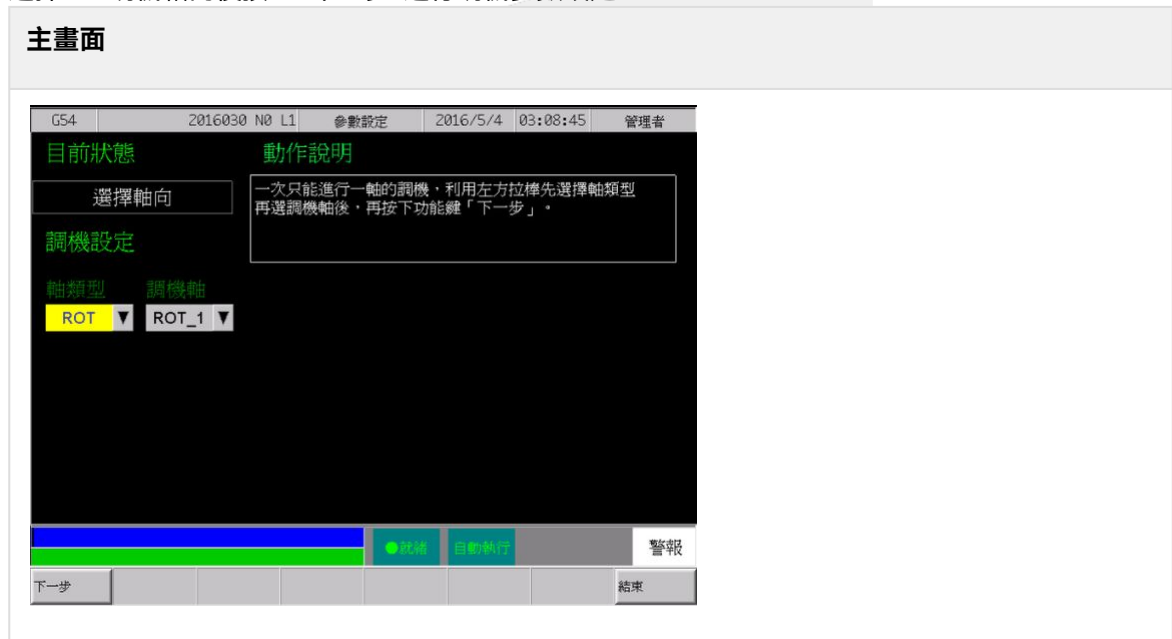
## 自動調試

新代有提供伺服刀塔自動調試功能，進入路徑如下：

1. 八鍵：F10 下一頁 → F3 參數設定 → F8 調適功能 → F1 自動調機
2. 五鍵：F10 下一頁 → F3 參數設定 → F10 下一頁 → F5 調適功能 → F1 自動調機

操作流程：

1. 按下[自動調機]後進入選擇調機軸向畫面
2. 開啟下拉式選單，選擇軸型態 - ROT軸 (有CNC軸、ROT軸)
3. 選擇ROT調機軸向後按"F1 下一步"進行調機參數設定



4. 設定調機參數 (機構類型)：皮帶、直結式；請依照實際情形做選擇；設定完成後按"F1 - 下一步"開始調機。

# SYNTEC

## 調機參數設定畫面

5. 調機完成後調機結果會自動寫入參數；調試過程中若欲中止調機流程，請按"F1 停止調機"。

## 調機結果頁面

## 注意事項

1. 調試過程中若出現 AL-203 馬達堵轉警報，可適度放大【Pn-441】過轉矩1準位來避開此警報。(通常可設定為200%，但需要依照刀塔馬達規格判定。)

[參數說明](#)

| 參數編號                                                                                                                                                                                                        | 說明     | 初始值 | 單位 | 設定範圍   | 修改後何時生效 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|----|--------|---------|
| Pn-441                                                                                                                                                                                                      | 過轉矩1準位 | 170 | %  | 10~250 | 即時生效    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>範例：此參數設定為150表示過轉矩1檢測準位為馬達額定電流的150%。</li> <li>過轉矩1準位(%) = 電流準位 / 馬達額定電流 * 100%。</li> <li>若過轉矩準位設置大於Pn-70A馬達最大扭矩，驅動器上電時自動修改此參數為Pn-70A，其後若有修改，則下次上電前聽從使用者設定。</li> </ul> |        |     |    |        |         |

2. 若有齒比，調試時建議機構設定要選擇"皮帶"。說明：
- 直結式馬達轉速與實際轉速為1:1，與有齒比情境下不同，且實際調適的時候會出現調適失敗情境。
  - 皮帶模式與齒輪類似是間接傳遞，且可允許因齒比造成的速差情境，再加上能選的模式就是皮帶與直結兩種，經實際測試後建議使用皮帶模式。

## 自動調機參考手冊

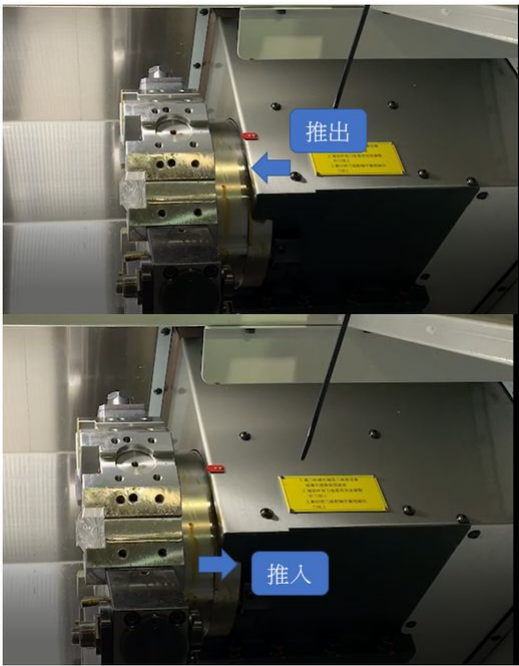
- 自動調機 操作手冊

自動調試    刀塔位置調試    動程參數調整

### 刀具位置自訂義 (刀塔位置調試)

用途：精確定義每一把刀具所在的角度，以減輕因機構微小誤差，造成每次換刀的機構碰撞。

# SYNTEC

| 推入推出照片                                                                             | 換刀影片(未進行位置教導)                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>機構誤差造成堆入推出時機構碰傳影片：<br/>ROT負載後旋轉抖動.mp4 (刀塔收入後因角度誤差會有扭動現象)</p> <div data-bbox="753 488 1399 846" style="border: 1px solid #ccc; height: 160px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  </div> |

路徑：刀具位置客製表

- 八鍵：F10 下一頁>F3 參數設定>F10 下一頁>F2 ROT參數>F1 ROT角度教導
- 五鍵：F10 下一頁>F3 參數設定>F10 下一頁>F4 ROT參數>F1 ROT角度教導

輸入方式：可透過「手動輸入」及「F1 進行教導」，「F1 進行教導」可將當下ROT刀塔所在角度位置輸入光標所在欄位。

| 正向機構位置定義                                                                            | 負向機構位置定義                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

開啟方式：完成「刀具位置客製表」後，再至參數頁面的「刀具位置自定義(0:關閉; 1:啟用)」，啟用功能

- 路徑：
  - 五鍵：F10 下一頁>F3 參數設定>F10 下一頁>F4 ROT參數
  - 八鍵：F10 下一頁>F3 參數設定>F10 下一頁>F2 ROT參數
- 0：刀具所在位置由控制器計算，以4把刀為例，各刀具所在位置分別為 0、90、180、270度。
- 1：刀具所在位置透過「ROT刀具位置客製表」設定，由使用者自行定義每把刀的實際位置。

## 參數頁面

| 參數說明                | ROT_1  | ROT_2  | ROT_3  |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 目標起始暫存器(Rn)         | 10000  | 20000  | 20000  |
| 命令/狀態起始暫存器(Rm)      | 50     | 50     | 50     |
| *驅動器站號              | 0      | 0      | 0      |
| *螺桿側齒數              | 1      | 1      | 1      |
| *馬達側齒數              | 1      | 1      | 1      |
| 總刀數                 | 8      | 8      | 8      |
| 位置檢查視窗(0.001deg)    | 100    | 100    | 100    |
| 自動移動速度(RPM)         | 100    | 100    | 100    |
| 手動移動速度(RPM)         | 20     | 20     | 20     |
| 換刀加減速時間(ms)         | 1000   | 1000   | 1000   |
| 扭力限制千分比(‰)          | 0      | 0      | 0      |
| *位置感應器解析度(pulse/轉)  | 262144 | 262144 | 262144 |
| 刀具位置自定義(0:關閉, 1:啟用) | 0      | 0      | 0      |
|                     |        |        |        |
|                     |        |        |        |
|                     |        |        |        |

## 注意事項

- 「每把刀」的正向、負向機構位置都需要被定義，否則因無刀具位置資訊，開啟刀具位置自訂義後會跳警報。
- 使用刀表填入時，建議需要開啟扭力限制功能，以避免刀推入過程雖然有機構角度差，但馬達強行出力將其扭到正確角度，反而造成無法抓到正確的補償角度。且也可以避免因為機構干涉導致馬達為了強行地位而出現過載現象。
  - 扭力限制功能：需搭配對應軸向扭力限制參數
    - 【ROT參數】扭力限制千分比 - 控制器端給定上限值
    - 【Pn-002】開啟位置控制時扭力限制功能 - 驅動器端根據控制器所給定的上限值進行扭力限制

SYNTEC

## ROT扭力限制千分比

| 參數說明                | ROT_1  | ROT_2  | ROT_3  |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 目標起點暫存值(Rn)         | 10000  | 20000  | 20000  |
| 命令狀態起點暫存值(Rn)       | 50     | 50     | 50     |
| 離線暫停值               | 0      | 0      | 0      |
| 暫停前值                | 1      | 1      | 1      |
| 馬達前值                | 1      | 1      | 1      |
| 總刀數                 | 8      | 8      | 8      |
| 位置精度(0.001deg)      | 100    | 100    | 100    |
| 自動移動速度(RPM)         | 100    | 100    | 100    |
| 手動移動速度(RPM)         | 20     | 20     | 20     |
| 換刀加速時間(ms)          | 1000   | 1000   | 1000   |
| 扭力限制千分比(%)          | 0      | 0      | 0      |
| 位置加減速時間(0.001deg)   | 25x144 | 25x144 | 25x144 |
| 刀具位置自定義(0:關閉, 1:啟用) | 0      | 0      | 0      |

## 位置控制扭力限制功能

| 參數編號   | 說明            | 初始值 | 單位 | 設定範圍  | 修改後何時有效 |
|--------|---------------|-----|----|-------|---------|
| Pn-002 | 開啟位置控制時扭力限制功能 | 0   | -  | [0~1] | 即時生效    |

參數功能：

設定是否啟用定位完成狀態下扭力限制功能。此功能須由控制器下達扭力上限值。

0：關閉

1：開啟

## ROT操作手冊

1. ROT參數 (位置教導部分請參考 "使用規格")

自動調試   刀塔位置調試   [動程參數調整](#)

## 動程參數調整

參數調整主要是針對換刀加減速時間做調整，可以將伺服刀塔高速換刀的優勢更加體現出來，但需要注意下列狀況：

1. 請勿將加減速調過快，會有馬達過熱的風險。

[建議設定](#)

# SYNTEC

| 加減速時間                   | 換刀時間                                 | 說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                     |                    |                                          |  |  |                     |                      |                     |                       |                     |                    |                                          |    |       |  |      |     |  |                      |                         |  |  |  |  |  |  |   |     |    |      |      |      |           |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------------|--|--|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------------|----|-------|--|------|-----|--|----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|---|-----|----|------|------|------|-----------|
| 1500 ms                 | 換對刀:<br>0.85 s<br><br>換鄰刀:<br>1.07 s | <ul style="list-style-type: none"><li>建議設定使用的刀塔馬達規格：AM3馬達。目前實測上可長時間加工不會有馬達過熱問題：</li></ul> <table><tr><th colspan="3">扭矩Torque</th><th colspan="3">轉速Speed</th></tr><tr><th>額定功率<br/>Rated Power</th><th>額定扭矩<br/>Rated Torque</th><th>最大扭矩<br/>Max. Torque</th><th>額定電流<br/>Rated Current</th><th>額定轉速<br/>Rated Speed</th><th>最大轉速<br/>Max. Speed</th><th>轉子慣量<br/>Rotor Inertia<br/>(J: with Brake)</th></tr><tr><th>kW</th><th colspan="2">N · m</th><th>Arms</th><th colspan="2">rpm</th><th>kg · cm<sup>2</sup></th></tr><tr><th colspan="7">IP67 防護等級 Protect Level</th></tr><tr><td>1</td><td>3.2</td><td>10</td><td>4.25</td><td>3000</td><td>6000</td><td>3.5(3.85)</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none"><li>換刀時間參數是對標FANUC β4 馬達換刀時間。</li></ul> | 扭矩Torque              |                     |                    | 轉速Speed                                  |  |  | 額定功率<br>Rated Power | 額定扭矩<br>Rated Torque | 最大扭矩<br>Max. Torque | 額定電流<br>Rated Current | 額定轉速<br>Rated Speed | 最大轉速<br>Max. Speed | 轉子慣量<br>Rotor Inertia<br>(J: with Brake) | kW | N · m |  | Arms | rpm |  | kg · cm <sup>2</sup> | IP67 防護等級 Protect Level |  |  |  |  |  |  | 1 | 3.2 | 10 | 4.25 | 3000 | 6000 | 3.5(3.85) |
| 扭矩Torque                |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 轉速Speed               |                     |                    |                                          |  |  |                     |                      |                     |                       |                     |                    |                                          |    |       |  |      |     |  |                      |                         |  |  |  |  |  |  |   |     |    |      |      |      |           |
| 額定功率<br>Rated Power     | 額定扭矩<br>Rated Torque                 | 最大扭矩<br>Max. Torque                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 額定電流<br>Rated Current | 額定轉速<br>Rated Speed | 最大轉速<br>Max. Speed | 轉子慣量<br>Rotor Inertia<br>(J: with Brake) |  |  |                     |                      |                     |                       |                     |                    |                                          |    |       |  |      |     |  |                      |                         |  |  |  |  |  |  |   |     |    |      |      |      |           |
| kW                      | N · m                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Arms                  | rpm                 |                    | kg · cm <sup>2</sup>                     |  |  |                     |                      |                     |                       |                     |                    |                                          |    |       |  |      |     |  |                      |                         |  |  |  |  |  |  |   |     |    |      |      |      |           |
| IP67 防護等級 Protect Level |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                       |                     |                    |                                          |  |  |                     |                      |                     |                       |                     |                    |                                          |    |       |  |      |     |  |                      |                         |  |  |  |  |  |  |   |     |    |      |      |      |           |
| 1                       | 3.2                                  | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4.25                  | 3000                | 6000               | 3.5(3.85)                                |  |  |                     |                      |                     |                       |                     |                    |                                          |    |       |  |      |     |  |                      |                         |  |  |  |  |  |  |   |     |    |      |      |      |           |

2. 若有較大的齒比，須注意可能會發生警報 - **ROT-010 【加減速或速度設定錯誤】**

- 原因：齒比的關係造成降低加減速時間會造成扭力命令超出Mechatrolink III通訊封包可傳輸範圍。
- 解法：透過調整【Pn-86C】加速度基本單位選擇 數值為來放大加速度基本單位。  
實際輸入值請使用此份EXCEL檔案 ( 加速度基本單位計算.xlsx ) 計算，如範例中填入ROT頁面中參數值，計算結果使用加速度基本單位1。

| ROT參數頁面             | 需要輸入的數值    | 計算用參數                                                       | 數值                              |
|---------------------|------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 螺桿側齒數               | 85         | ROT參考速度(RPM)                                                | 1000                            |
| 馬達側齒數               | 4          | 馬達側參考速度(RPM)                                                | 21250 =1000/馬達側齒數*螺桿側齒數         |
| 換刀加減速時間(ms)         | 1500       | 馬達側加減速時間(ms)                                                | 70.58824 備註: 馬達側加速到馬達1000RPM的時間 |
| 位置感應器解析度(pulse/rev) | 4194304    | 編碼器解析度(pulse/rev)                                           | 16777216                        |
| 馬達側加速度大小(RPS/s)     | 3961287111 | = 馬達側參考速度(RPM) / 60 /(換刀加減速時間(ms)/1000) * 編碼器解析度(pulse/rev) |                                 |
| 加速度基本單位 >=          | 1          |                                                             |                                 |

**ROT-010 【加減速或速度設定錯誤】**

| Alarm ID | Alarm 標題                                                                                                                                                                                                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ROT-010  | 加減速或速度設定錯誤                                                                                                                                                                                                |
| 說明       | 加減速或速度設定錯誤。                                                                                                                                                                                               |
| 可能原因     | 1. 加減速時間設定過小，導致對應加減速或速度設定範圍。<br>2. 位置感應器分辨率高，導致對應加減速或速度設定範圍。<br>3. 目標位置與當前位置設定過小，導致對應加減速或速度設定範圍。<br>4. 加減速時間設定，超過參數設定範圍。<br>(例如「新H2-HM2」，驅動器的Pn-306設定最高加速度，參數設定範圍在0~60,000)                               |
| 加減速時間公式  | 新H2M3：安川M3 Sigma7：(位置感應器分辨率 * 螺桿側齒數) / (加減速時間 * 馬達側齒數) < 32,212。<br>安川M3 Sigma5：(位置感應器分辨率 * 螺桿側齒數) / (加減速時間 * 馬達側齒數) < 796。<br>速度精度公式<br>新H2M3：安川M3：(目標移動速度 * 位置感應器分辨率 * 螺桿側齒數) / 馬達側齒數 < 32,212,254,705。 |

**【Pn-86C】加速度基本單位選擇**

| 參數編號   | 說明        | 初始值 | 單位 | 設定範圍  | 修改後何時有效 |
|--------|-----------|-----|----|-------|---------|
| Pn-86C | 加速度基本單位選擇 | 0   | -  | [0~6] | 電源重啟    |

參數功能：

設定Mechatrolink III通訊封包加速度基本單位。

設定用於如下公式的n的值：加速度單位選擇 (Pn-86A) x 10^n

## 參數HELP手冊

1. ROT警報：ROT參數 ( 參考 "警報說明" )
2. 驅動器參數調整：【Pn-86C】加速度基本單位選擇

## 11.3 PK範例

### 11.3.1 測試目的

程泰專案 (程泰GLA-1500 FANUC性能PK紀錄頁面) 中有進行新代ROT串列伺服刀塔與發那科I/O伺服刀塔換刀速度PK

1. 新代刀塔馬達：AM3馬達  
[馬達規格](#)

| 額定功率<br>Rated Power     | 扭矩Torque             |                     | 額定電流<br>Rated Current | 轉速Speed             |                    | 轉子慣量<br>Rotor Inertia<br>(): with Brake |
|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------------|
|                         | 額定扭矩<br>Rated Torque | 最大扭矩<br>Max. Torque |                       | 額定轉速<br>Rated Speed | 最大轉速<br>Max. Speed |                                         |
| kW                      | N · m                |                     | Arms                  | rpm                 |                    | kg · cm <sup>2</sup>                    |
| IP67 防護等級 Protect Level |                      |                     |                       |                     |                    |                                         |
| 1                       | 3.2                  | 10                  | 4.25                  | 3000                | 6000               | 3.5(3.85)                               |

2. 發那科刀塔馬達：BiS 4/4000-B  
[馬達規格](#)

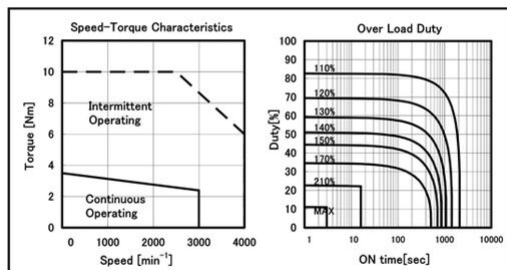
# SYNTEC

## 1. SPECIFICATIONS

B-65302EN/08

Model βiS 4/4000-B

Specification: A06B-2063-B□03



Data sheet

| Parameter                                  | Symbol | Value    | Unit               |
|--------------------------------------------|--------|----------|--------------------|
| Continuous Torque (at low speed) (*)       | Tc     | 3.5      | Nm                 |
|                                            |        | 36       | kgfcm              |
| Continuous Current (at low speed) (*)      | ic     | 4.7      | A (rms)            |
| Rated Output (*)                           | Pr     | 0.75     | kW                 |
|                                            |        | 1.0      | HP                 |
| Rated Speed                                | Nr     | 3000     | min <sup>-1</sup>  |
| Maximum Speed                              | Nmax   | 4000     | min <sup>-1</sup>  |
| Maximum Torque (*)                         | Tmax   | 10       | Nm                 |
|                                            |        | 102      | kgfcm              |
| Moment of Inertia of Rotor                 | Jm     | 0.000515 | kgm <sup>2</sup>   |
|                                            |        | 0.00526  | kgfcm <sup>2</sup> |
| Moment of Inertia of Rotor(with Brake)     | Jm     | 0.000535 | kgm <sup>2</sup>   |
|                                            |        | 0.00546  | kgfcm <sup>2</sup> |
| Torque Constant (*)                        | Kt     | 0.75     | Nm/A(rms)          |
|                                            |        | 7.7      | kgfcm/A(rms)       |
| Winding Resistance (between terminals) (*) | Ra     | 1.9      | Ω                  |
| Thermal time constant                      | tt     | 20       | min                |
| Static friction                            | Tf     | 0.2      | Nm                 |
|                                            |        | 2        | kgfcm              |
| Weight                                     | w      | 4.3      | kg                 |
| Weight(with Brake)                         | w      | 5.3      | kg                 |
| Max. Current of Servo Amp.                 | Imax   | 20       | A (peak)           |

(\*) The values are the standard values at 20°C and the tolerance is ±10%.

The speed-torque characteristics vary depending on the type of software, parameters setting, and input voltage of the digital servo software. (The above figures show average values.)

- 18 -

## 11.3.2 參數設定資料

| ROT參數                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 驅動器參數                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ROT_1資料起始暫存器: 4000</li> <li>2. ROT_1命令/狀態起始站存器: 55</li> <li>3. ROT_1對應的驅動器站號: 1002</li> <li>4. ROT_1螺桿測齒數: 85</li> <li>5. ROT_1馬達測齒數: 4</li> <li>6. ROT_1總刀數: 12</li> <li>7. ROT_1位置檢查視窗(0.001deg): 100</li> <li>8. ROT_1自動模式移動速度(RPM): 100</li> <li>9. ROT_1手動模式移動速度(RPM): 100</li> <li>10. ROT_1加減速度時間(ms): 1500</li> <li>11. ROT_1扭力限制千分比: 250</li> <li>12. ROT_1位置感應器解析度(pulse/轉): 4194304</li> <li>13. 刀具位置自訂義(0: 關閉; 1: 啟用): 1</li> </ol> | <p>M3_Rot_SerialParam.txt</p> <p>重點節錄:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pn100 速度回路增益(0.1Hz) 600</li> <li>2. Pn101 速度回路積分時間常數(0.01ms) 3979</li> <li>3. Pn102 位置回路增益(0.1rad/s) 600</li> <li>4. Pn103 負載慣量比(%) 617</li> </ol> |

### 11.3.3 比較段落

共分為3部分，分別是：

1. 刀庫推出(Unclamp): 紀錄段落為刀庫推出Output Signal 發出 → 刀庫旋轉指令發出 (Rm.0 on)

#### ROT參數

| 編號 | Function | 功能說明                                                                                                              | 讀寫規則 |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Rm | 命令暫存器    | <b>0: 啟動</b><br>1: 暫停<br>2: 復位<br>3: 保留<br>4: 急停<br>5: 保留<br>6: 原點位置設定<br>7: 保留<br>8: 保留<br>9: 手動連續換刀<br>10: 手輪致能 | 讀/寫  |

2. 刀庫旋轉: 紀錄段落為開始旋轉(刀庫旋轉指令Rm.0 off) → 刀庫旋轉轉速為0(Rn+2 = 0)

#### ROT參數

| 編號   | Function | 功能說明                                                                             | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 讀寫規則 |
|------|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Rn   | 目標刀號     | 設定刀塔定位的目標刀號，或運行模式<br>> 0: 自動模式<br>0: 手動模式 (MPG Mode)<br>-1: 手動正轉模式<br>-2: 手動反轉模式 | 1. 自動模式<br>a. 當目標刀號(Rn)大於0時，代表刀塔於啟動訊號觸發後(Rm.0 On)，將以自動模式定位至所設定的目標刀號，除非在定位過程中觸發暫停(Rm.1)、復位(Rm.2)、急停(Rm.4)等中斷訊號後，才會停止刀塔的運轉。<br>2. 手動模式<br>a. 當目標刀號等於0時，代表刀塔處於手動模式，此時若已觸發手輪致能(Rm.10 On)，控制系統會根據手輪輸入，驅動此刀塔走相對應的角度。<br>3. 手動模式<br>當目標刀號等於-1 / -2時，代表刀塔於啟動訊號觸發後(Rm.0 On)，將以手動正/反轉模式運行，其運行方式將根據是否啟動手動連續換刀Rm.9而有所不同：<br>a. 若未啟動手動連續換刀(Rm.9 Off)，則只會正/反轉一把刀，並需再次正/反轉一把刀，則需再次觸發啟動訊號(Rm.0 On)。<br>b. 若啟動手動連續換刀(Rm.9 On)，將連續旋轉多把刀或直到觸發暫停(Rm.1)、復位(Rm.2)、急停(Rm.4)等中斷訊號後，才會停止刀塔的運轉。<br>備註：<br>a. 當觸發暫停、復位時，系統將刀庫轉速與加減速時間設定開始並連續規劃，並停止於下一把前進刀號上。<br>b. 當觸發急停功能，系統將立即規劃減速，因此停下的位置將不得繼續好停在那一把刀所對應的角度。<br>c. 手動換刀過程中，切換手動連續換刀Rm.9訊號，不會變換刀方式。<br>d. 切換模式與啟動(Rm.0)同時動作不保證有效，連續兩者間需0.1秒以上。 | 讀/寫  |
| Rn+1 | 目前刀號     | 由系統根據當下刀塔運行位置，即時動態更新目前刀號。                                                        | 例如：總刀數為8把刀，則刀塔運行位置在：<br>[0~45]度皆為1st刀具 (即0度以上，不超過45度時)<br>[45~90]度皆為2nd刀具 (即45度以上，不超過90度時)<br>...<br>[315.360]度皆為8th刀具 (即315度以上，不超過360度時)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 唯讀   |
| Rn+2 | 目前轉速     | 目前的刀塔旋轉之速度(RPM)                                                                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 唯讀   |

3. 刀庫收回(Clamp): 紀錄段落為刀庫旋轉轉速為0(Rn+2 = 0) → 系統換刀完畢並就緒 (C38 on)

### 11.3.4 分析

1. 推入推出段主要是受油壓以及機構行程影響，電控影響層面不大
  - a. 電控面主要影響會是在I/O掃描速度、PLC掃描速度
  - b. 若在此階段時間落後且已確認PLC流程相同，建議先從機構面著手排查
2. 旋轉段主要受加減速時間影響，但通常建議不要調太快。
3. 分析範例參考：主軸加減速與ROT伺服器刀塔性能
4. 重點節錄：
  - a. 目前在將油壓調整到一致後，在最後總時間比較上，仍然會輸FANUC
  - b. 經過速度分段分析(拆解為：刀塔推出、刀塔旋轉)，目前主要差距是體現在推入與推出段的速度上
  - c. UnClamp (unit: s)

時間比較列表

| 相鄰刀數 | Syntec | Fanuc | Syntec-Fanuc |
|------|--------|-------|--------------|
| 1    | 0.35   | 0.296 | 0.054        |
| 2    | 0.35   | 0.296 | 0.054        |
| 3    | 0.35   | 0.296 | 0.054        |
| 4    | 0.35   | 0.288 | 0.062        |
| 5    | 0.35   | 0.312 | 0.038        |

d. Clamp (unit: s)

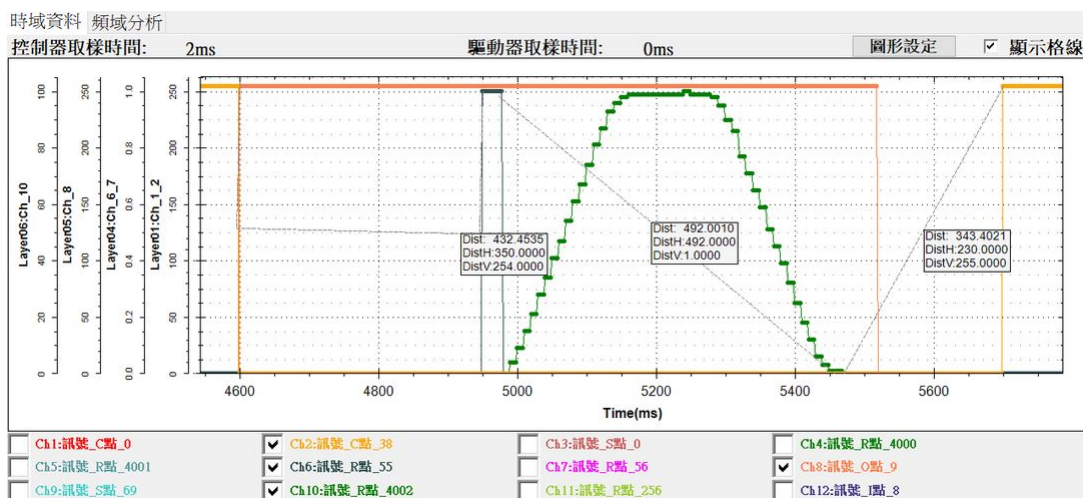
時間比較列表

| 相鄰刀數 | Syntec | Fanuc | Syntec-Fanuc |
|------|--------|-------|--------------|
| 1    | 0.22   | 0.168 | 0.052        |
| 2    | 0.23   | 0.168 | 0.062        |
| 3    | 0.23   | 0.16  | 0.07         |
| 4    | 0.23   | 0.16  | 0.07         |
| 5    | 0.23   | 0.16  | 0.07         |

e. 換5刀時序圖

訊號以及波型圖

SYNTEC



- f. 目前就分析上來看，最主要的問題在於O9(刀塔推入/出訊號)到I8(刀塔近接開關)時間過長，大約都需要200 ms，影響此段的主要因素：
- 刀塔推入推出速度
  - 刀塔推入推出行程
  - I/O與PLC掃描時間
- g. 後續確認：
- 確認FANUC兄弟機與新代機台的油壓系統存在下列差異：
    - 油壓容量：FANUC 20 L V.S. SYNTEC 15 L
    - 進油管孔徑不相同
  - 程泰電控部門認同分析到告所述目前主要差異應該是由機構端差異所造成的結

## 11.4 PLC範例

自動換刀流程

檔案：cnc.lad

# SYNTEC



## 12 前饋補償應用手冊

### 文件資訊

- [簡介](#)
- [各功能支援版本](#)
- [SPA3.0](#)
  - [版本要求](#)
  - [啟用參數](#)
  - [功能說明](#)
  - [診斷變數](#)
- [SPA 1.0 & SPA 2.0](#)
  - [版本要求](#)
  - [啟用參數](#)
  - [功能說明](#)
- [相關參數](#)
- [相關警報](#)

### 12.1 簡介

伺服落後導致轉角或是圓弧精度不足，可開啟前饋補償來提高精度。

### 12.2 各功能支援版本

| 功能      | 控制版本                                               | 驅動器版本            |
|---------|----------------------------------------------------|------------------|
| SPA 1.0 | 10.116.35 以及之前                                     |                  |
| SPA 2.0 | 10.116.36 以及之後                                     |                  |
| SPA 3.0 | 10.118.60P, 10.118.66J, 10.118.70D, 10.118.73 以及之後 | 4.4.0、5.2.2 以及之後 |

[SPA 3.0](#)   [SPA 1.0 & SPA 2.0](#)   [相關參數](#)   [相關警報](#)

### 12.3 SPA3.0

通稱「新代進階前饋」

- 結合新代控制器與新代驅動器，進行上下位機垂直整合的高精度平滑控制，提供轉角及圓弧的高性能加工。
- 使用 SPA 3.0 攻牙，可進一步提升攻牙同動性，增進孔底精度並降低追隨誤差。

### 12.3.1 版本要求

- 控制器：於10.118.60P, 10.118.66J, 10.118.70D, 10.118.73以及之後的版本支援SPA3.0。
- 驅動器：至少搭配一台新代驅動器並且版本為4.4.0、5.2.2(含)以上，否則改為啟用SPA2.0。
- 若要使用 SPA3.0 攻牙需要更高版本：
  - 控制器：10.118.89 以及之後的版本
  - 驅動器：至少搭配一台新代驅動器並且版本為 4.8.0、5.4.0、6.2.0(含)以上

### 12.3.2 啟用參數

- 控制器：Pr3850設定0~2。
- 驅動器：建議開啟驅動器參數Pn-833 上位位置命令細插模式，否則驅動器將不啟用扭力前饋；僅生效速度前饋功能。

### 12.3.3 功能說明

- 搭配控制器參數Pr3808 高精度平滑性 (SPA)進行平滑設置，數值設定越高精確性越高，但平滑性越低，也越容易造成機台抖動。

| Pr3808 | SPA3.0    |  |
|--------|-----------|--|
| 0      | 不啟用任何補償功能 |  |
| 1~8    |           |  |
|        |           |  |
|        |           |  |
|        |           |  |
| 9      |           |  |
|        |           |  |
|        |           |  |
|        |           |  |

- 搭配驅動器參數Pn190~Pn193，可分別設定切削與快動的速度與扭矩前饋比例。若為舊版驅動器升級，需自行將驅動器參數Pn190~Pn193設定為參數初始值，功能才會生效。
- 如混合使用其他非新代驅動器的場合，建議開啟該驅動器的前饋補償功能(例如安川驅動器Pn-109)，避免軸向間同動性不佳。
- Pr3850啟用SPA3.0後(不論Pr3808的設定值)，將忽略Pr3972 啟動各軸通訊延遲補償功能的設定與限制，強制啟用通訊延遲補償功能。因此功能強制啟用，除下列支援通訊延遲補償的驅動器，其餘種類的驅動器同動性將下降。
  - 安川串列：M2、M3的Sigma5系列、Sigma7系列、SigmaM系列
  - 新代串列：M2、M3各類型驅動器

- 加工模式切換為自動執行、MDI時開啟補償功能；加工模式切換為連續寸動、增量寸動、手輪以及尋原點時，關閉補償功能。
- 對G00 / G01 / G02 / G03 皆有效。
- 攻牙支援 SPA 3.0 規格
  - Pr3850 = 0 or 1: 攻牙會自動關閉攻牙進給軸的 SPA 3.0 補償；攻牙結束後，再恢復原本的補償狀態。
  - Pr3850 = 2: 攻牙會自動開啟主軸 + 進給軸的 SPA 3.0 補償；攻牙結束後，主軸會自動關閉補償，進給軸則恢復原本的補償狀態。
- 除了攻牙模式以外，主軸僅在 C 軸模式下可使用此功能。C 軸模式啟用規則請參考主軸基礎應用手冊。
- 由於前饋指令不經由 驅動器位置Notch處理，故開啟【Pn-250】位置 Notch Filter 開關對末端點振動抑制無效，可改用Pr404 後加減速切削鐘型加減速時間處理，相關手冊可參考 水波紋/明暗紋 第三點抑制機構低頻共振 SOP。

### 12.3.4 診斷變數

- 軸向診斷變數J204可以確認各軸向的使用中的前饋補償類型，請參考人機變數。

SPA 3.0

[SPA 1.0 & SPA 2.0](#)

相關參數

相關警報

## 12.4 SPA 1.0 & SPA 2.0

高精度平滑性功能，是針對伺服落後造成工件尺寸內縮而開發的精度補償功能。

### 12.4.1 版本要求

- SPA 1.0: 控制器10.116.35版以前。
- SPA 2.0: 控制器10.116.36版以後。

### 12.4.2 啟用參數

- 控制器參數 Pr3808:
  - 0: 表示不開啟
  - 1~5: 表示開啟不同程度的精度補償。
  - 6~9: 特殊應用，需要極度高速切削時 (通常是在使用線性馬達的應用場合) 使用，一般的螺桿機構則不建議使用。
- 控制器參數 Pr3850設定為0(預設)

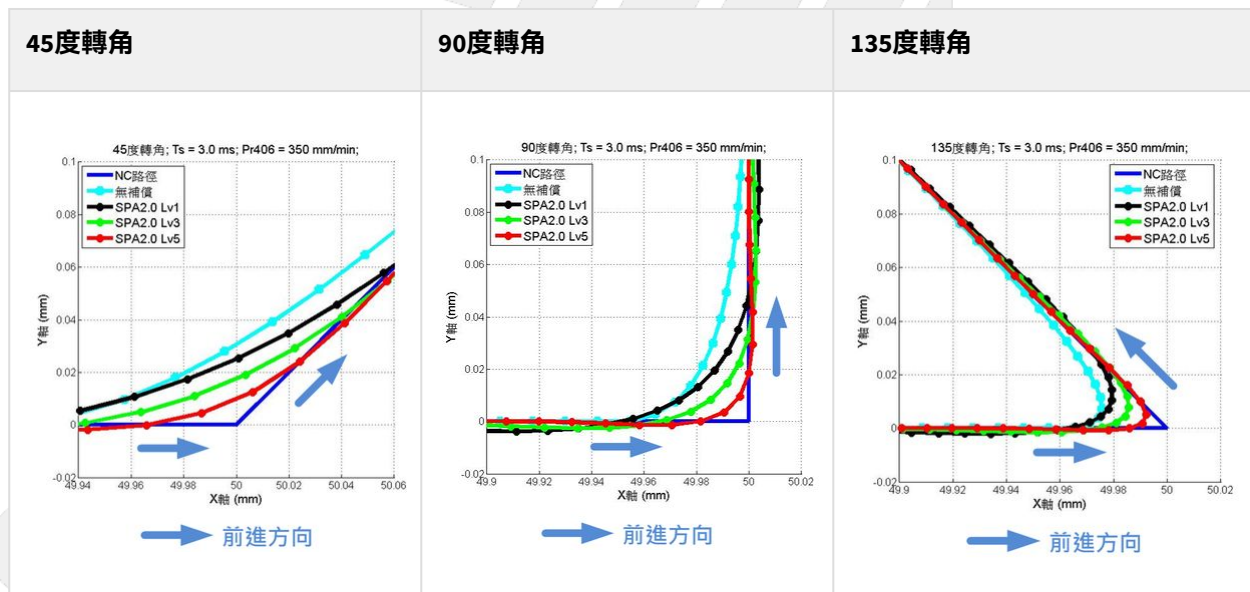
### 12.4.3 功能說明

- 開啟Pr3808後，在加工上必須注意**精度與平滑性**之間的取舍，當Pr3808數字設定越大時，表示精度越高，但平滑性越低，也就是越容易造成機台抖動。加工路徑特性與參數設定及使用功能之關係如下表所示：

| Pr3808 | 精度 | 平滑性 | 對稱性 |
|--------|----|-----|-----|
| 0      | 差  | 佳   | 差   |
| 1      | 佳  | 佳   | 極佳  |
| 5      | 極佳 | 普通  | 極佳  |

伺服落後補償的精度取舍，決定於機構的承受度，  
當機構有震動時，請適當調整參數。

- 在10.116.36版後，使用了SPA 2.0 (即ZPEC) 功能，優化了轉角及圓弧的性能，但不影響Pr3808使用的規格。以下是加工精度與平滑性的模擬圖，使用之Pr406固定為350 mm/min。
  - 下圖中深藍線是原始命令路徑，淺藍線是在不進行補償下，因馬達伺服落後而產生的軌跡。黑色、綠色以及紅色則代表使用SPA2.0，Pr3808 = 1,3,5的馬達模擬軌跡。由下圖中可看出，若使用伺服落後補償模組SPA2.0，可以進一步改善轉角處的精度，並且使路徑更為對稱，減少去回道次的誤差。
  - 在固定相同條件下，開啟SPA2.0，Pr3808設定為5時，精度誤差為關閉此功能的1/4倍~1/3倍；Pr3808設定為1時，精度誤差與關閉此功能時沒有太大差距，但可以提升平滑性與路徑對稱性。



- SPA補償在G01 / G02 / G03下皆有效，而在G00下會暫時關閉補償；SPA 2.0補償則是在G00 / G01 / G02 / G03下皆有效。
- 啟動攻牙時，核心自動關閉SPA及SPA 2.0補償；攻牙結束後，核心會再恢復原本的SPA或SPA 2.0補償狀態。
- 啟動手動模式 (連續寸動、增量寸動) 以及回原點時，皆強制關閉伺服落後補償功能。
- 10.118.22U, 10.118.23U, 10.118.28I, 10.118.34 及之後版本，當主軸在S軸使用中，會強制關閉該主軸伺服落後補償功能。

- SPA規格變動：當該軸群擁有非主軸的旋轉軸時，無論Pr3808設多少，SPA功能將自動關閉，避免加工尺寸有誤。
  - 影響版本：10.112.87~10.112.99、10.114.21~10.114.29

SPA 3.0 SPA 1.0 & SPA 2.0 [相關參數](#) [相關警報](#)

## 12.5 相關參數

| 版本  | 參數編號   |       | 說明          | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|-------|-------------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3808 |       | 高精度平滑性(SPA) | [0~9] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P21411 | N1~N4 |             |       |    |     |         |

- 高精度平滑性功能，是針對伺服落後造成工件尺寸內縮而開發的精度補償功能。
  - 0：表示不開啟
  - 1~5：表示開啟不同程度的精度補償
  - 6~9：特殊應用，需要極度高速切削時 (通常是在使用線性馬達的應用場合) 使用，一般的螺桿機構則不建議使用
- SPA各版本( SPA1.0 / SPA2.0 / SPA3.0 )詳細功能與啟用限制請參考前饋補償應用手冊。

| 版本  | 參數編號   |    | 說明                                                          | 範圍     | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|----|-------------------------------------------------------------|--------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3850 |    | *前饋補償功能選擇( -1: SPA2.0, 0 or 1: SPA3.0(自動), 2:SPA3.0(支援攻牙) ) | [-1~2] | -  | 0   | 重新開機    |
| V12 | P604   | N1 |                                                             |        |    |     |         |

- 參數說明：
  - -1: SPA2.0( ZPEC ); 0<sup>[1]</sup> or 1: SPA3.0 自動 ; 2: SPA3.0 自動且支援前饋攻牙。
    - [1] 10.118.72A, 10.118.74N, 10.118.82L, 10.118.86E, 10.118.90A, 10.118.91 以及之前的版本為 SPA2.0
  - SPA3.0，通稱「新代進階前饋」
    - 結合新代控制器與新代驅動器，進行上下位機垂直整合的高精度平滑控制，提供轉角及圓弧的高性能加工。
    - 使用 SPA 3.0 攻牙，可進一步提升攻牙同動性，增進孔底精度並降低追隨誤差。
  - Pr3850 = 0 / 1 / 2時，將依驅動器條件與軸向屬性，決定啟用的補償模式，人機軸向診斷變數 J204 可以確認各軸向的使用中的前饋補償類型：

| CNC 產品    | 實際啟用模式 | 軸向伺服落後補償功能             |
|-----------|--------|------------------------|
| 所有軸皆不支援前饋 | SPA2.0 | 所有軸 : J204 = 1( ZPEC ) |

| CNC 產品                                                                                     | 實際啟用模式 | 軸向伺服落後補償功能                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 任一軸不支援前饋且該軸之應用屬性(Pr1601~)為「一般軸」<br>此情況僅限10.118.86W, 10.120.16W, 10.120.32D, 10.120.35及之後版本 | SPA2.0 | 所有軸 : J204 = 1 ( ZPEC )                                                       |
| 其餘情況                                                                                       | SPA3.0 | 支援前饋的軸 : J204 = 2 ( 新代進階前饋 )<br>不支援前饋的軸 : J204 = 3 ( 無新代進階前饋   無前饋 & 無 ZPEC ) |
| 機器人產品                                                                                      | 實際啟用模式 | 軸向伺服落後補償功能                                                                    |
| 所有情況                                                                                       | SPA3.0 | 支援前饋的軸 : J204 = 2 ( 新代進階前饋 )<br>不支援前饋的軸 : J204 = 3 ( 無新代進階前饋   無前饋 & 無 ZPEC ) |

**注意：**

不支援前饋的伺服驅動器可能使軸向間同動性不佳，對軸向間同動性有需求的場合，請選配皆支援前饋的新代伺服驅動器。  
如使用其他非新代驅動器的場合，請開啟驅動器的前饋補償功能(例如安川驅動器Pn-109)，或改為使用SPA2.0。

• **SPA3.0 啟用要求：**

| Pr3850 = 0                                                                                                                   | Pr3850 = 1                                                                                                     | Pr3850 = 2                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 支援版本：<br>10.118.72B<br>10.118.74O<br>10.118.86F<br>10.118.90B<br>10.118.93 以及之後的版本<br>且至少搭配一台新代驅動器<br>且版本為 4.4.0、5.2.2 (含)以上 | 支援版本：<br>10.118.60P<br>10.118.66J<br>10.118.70D<br>10.118.73 以及之後的版本<br>且至少搭配一台新代驅動器<br>且版本為 4.4.0、5.2.2 (含)以上 | 支援版本：<br>10.118.86F<br>10.118.89 以及之後的版本<br>且至少搭配一台新代驅動器<br>且版本為 4.8.0、5.4.0、6.2.0 (含)以上 |

| Pr3850 = 0                                                              | Pr3850 = 1 | Pr3850 = 2                  |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------|
| 驅動器或軸向屬性若不支援 SPA 3.0，自動改為啟用 SPA 2.0                                     |            | 驅動器或軸向屬性若不支援，攻牙自動關閉 SPA 3.0 |
| 建議開啟驅動器參數 Pn-833 上位位置命令細插模式，否則驅動器將不啟用扭力前饋；僅生效速度前饋功能，在圓弧或轉角處就無法完全消除追隨誤差。 |            |                             |

• SPA3.0 功能說明:

- SPA 各版本 (SPA1.0 / SPA2.0 / SPA3.0) 詳細功能與啟用限制請參考 [前饋補償應用手冊](#)。
- 此參數將搭配 Pr3808 高精度平滑性 (SPA) 進行 SPA 2.0 / 3.0 的平滑設置，數值設定越高，精確性越高，但平滑性越低，也越容易造成機台抖動。
- Pr3850 關閉時，參考 Pr3808 的 ZPEC 功能說明；Pr3850 開啟時，Pr3808 對應的數值意義將重新定義，如下表：

新定義，如下表：

|                  |                         |                      |             |  |
|------------------|-------------------------|----------------------|-------------|--|
| Pr3808<br>Pr3850 | 0: SPA2.0( ZPEC )       | 0 or 1: 自動 / 2: 支援攻牙 |             |  |
| 0                | 不啟用任何補償功能               |                      |             |  |
| 1                | 同 Pr3808 的 SPA2.0 規格說明。 |                      |             |  |
|                  |                         | 支援進階前饋 的 軸           | 不支援進階前饋 的 軸 |  |
| 精確性              |                         | 佳                    | 普通          |  |
| 平滑性              |                         | 佳                    | 佳           |  |
|                  |                         |                      |             |  |
| 9                |                         |                      |             |  |
|                  |                         | 支援進階前饋 的 軸           | 不支援進階前饋 的 軸 |  |
| 精確性              |                         | 極佳                   | 普通          |  |
| 平滑性              |                         | 普通                   | 普通          |  |
|                  |                         |                      |             |  |

• 攻牙 SPA3.0 功能說明：

- 根據攻牙軸向(主軸以及進給軸)是否適用 SPA 3.0，決定攻牙動作規格：

|                                                    |      |                                                                                              |
|----------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pr3850 = 2 且所有攻牙軸向適用 SPA 3.0</b>                | 攻牙期間 | i. 攻牙軸向(含主軸)開啟 SPA 3.0 補償，但是強制使用 Pr3808 = 9 的平滑設定<br>ii. 使用切削速度前饋比 (Pn-190)、切削扭矩前饋比 (Pn-191) |
|                                                    | 攻牙結束 | i. 關閉主軸 SPA 3.0 補償                                                                           |
| <b>Pr3850 != 2 或 Pr3850 = 2 但任一攻牙軸向不適用 SPA 3.0</b> | 攻牙期間 | i. 維持系統原先支援的攻牙方式<br>ii. 若其他攻牙軸向適用 SPA 3.0，強制關閉補償                                             |
|                                                    | 攻牙結束 | i. 若其他攻牙軸向適用 SPA 3.0，重新開啟補償                                                                  |

- 設定 Pr3850 = 2 可同時支援 Pr3850 = 0 和 1 所有內容。

• 注意事項：

- 更改 Pr3850 設定，需將驅動器重新上電，更改才會生效。
- Pr3850 啟用 SPA3.0 後(不論 Pr3808 的設定值)，將忽略 Pr3972 啟動各軸通訊延遲補償功能的設定與限制，強制啟用通訊延遲補償功能。
- Pr3850 啟用 SPA3.0 後(不論 Pr3808 的設定值)，在支援三次曲線細插功能的情況下，強制設定【Pn-833】上位位置命令細插模式為1，以啟用三次曲線細插。
  - 有效版本：10.118.72F, 10.118.74S, 10.118.82Q, 10.118.86J, 10.118.90D, 10.118.94A, 10.118.97 以及之後版本
- 由於通訊延遲補償功能強制啟用，除下列支援通訊延遲補償的驅動器，其餘種類的驅動器同動性將下降：
  - 安川串列：M2、M3的Sigma5系列、Sigma7系列、SigmaM系列
  - 新代串列：M2、M3各類型驅動器
- 通過 Pr3850 啟用 SPA3.0 後，可分別設置驅動器參數 Pn190 至 Pn193 調整切削與快動的速度與扭矩前饋比例。若為舊版驅動器升級，Pn190 至 Pn193 需要手動設置為參數預設值，SPA3.0 才會生效。若 Pn190 和 Pn191 同時設為 0，則視為驅動器不支援 SPA3.0。

| 參數編號   | 說明       | 初始值   | 單位    | 設定範圍      | 修改後何時有效 |
|--------|----------|-------|-------|-----------|---------|
| Pn-190 | 切削速度前饋比例 | 10000 | 0.01% | [0~10000] | 即時生效    |

驅動器版本：OpenDrive 5.2.0、OpenDrive 4.4.0

參數功能：

- 可降低加速及穩速位置誤差，設定速度前饋100%時，穩速位置誤差趨近于0
- 僅在上位為位置模式且加工模式為切削加工時此參數有效

| 參數編號 | 說明 | 初始值 | 單位 | 設定範圍 | 修改後何時有效 |
|------|----|-----|----|------|---------|
|------|----|-----|----|------|---------|

|        |          |       |       |           |      |
|--------|----------|-------|-------|-----------|------|
| Pn-191 | 切削扭矩前饋比例 | 10000 | 0.01% | [0~10000] | 即時生效 |
|--------|----------|-------|-------|-----------|------|

驅動器版本：OpenDrive 5.2.0

參數功能：

- 設定此參數可降低在加減速過程中的位置誤差，設定值過高可能會產生振動
- 此參數會自動帶入總慣量(負載慣量及轉子慣量)。范例：扭矩前饋 = 加速度 \* Pn-191 \* 總慣量
- 僅在上位為位置模式且加工模式為切削加工時此參數有效

| 參數編號   | 說明       | 初始值  | 單位    | 設定範圍      | 修改後何時有效 |
|--------|----------|------|-------|-----------|---------|
| Pn-192 | 快動速度前饋比例 | 9800 | 0.01% | [0~10000] | 即時生效    |

驅動器版本：OpenDrive 5.2.0

參數功能：

- 可降低加速及穩速位置誤差，設定速度前饋100%時，穩速位置誤差趨近于0
- 僅在上位為位置模式且加工模式為快動時此參數有效

| 參數編號   | 說明       | 初始值   | 單位    | 設定範圍      | 修改後何時有效 |
|--------|----------|-------|-------|-----------|---------|
| Pn-193 | 快動扭矩前饋比例 | 10000 | 0.01% | [0~10000] | 即時生效    |

驅動器版本：OpenDrive 5.2.0

參數功能：

- 設定此參數可降低在加減速過程中的位置誤差，設定值過高可能會產生振動
- 此參數會自動帶入總慣量(負載慣量及轉子慣量)。范例：扭矩前饋 = 加速度 \* Pn-193 \* 總慣量
- 僅在上位為位置模式且加工模式為快動時此參數有效

| 參數編號   | 說明          | 初始值 | 單位 | 設定範圍  | 修改後何時有效 |
|--------|-------------|-----|----|-------|---------|
| Pn-833 | *上位位置命令細插模式 | 0   | -  | [0~1] | 電源重啟    |

#### **i** 注意事項

當Pr3850 \*前饋補償功能選擇(-1: SPA2.0, 0 or 1: SPA3.0(自動), 2: SPA3.0(支援攻牙)) = 1, 使用SPA3.0新代進階前饋時，請將本參數設定為1，否則驅動器將不啟用扭力前饋，僅生效速度前饋功能，且速度前饋會有不平順的現象

驅動器版本： OpenDrive 2.14.5, OpenDrive 2.14.102

OpenDrive 2.14.13、OpenDrive 2.14.106起，需要控制器支援驅動器命令延遲修正才可開啟三次曲線細插，否則自動關閉。

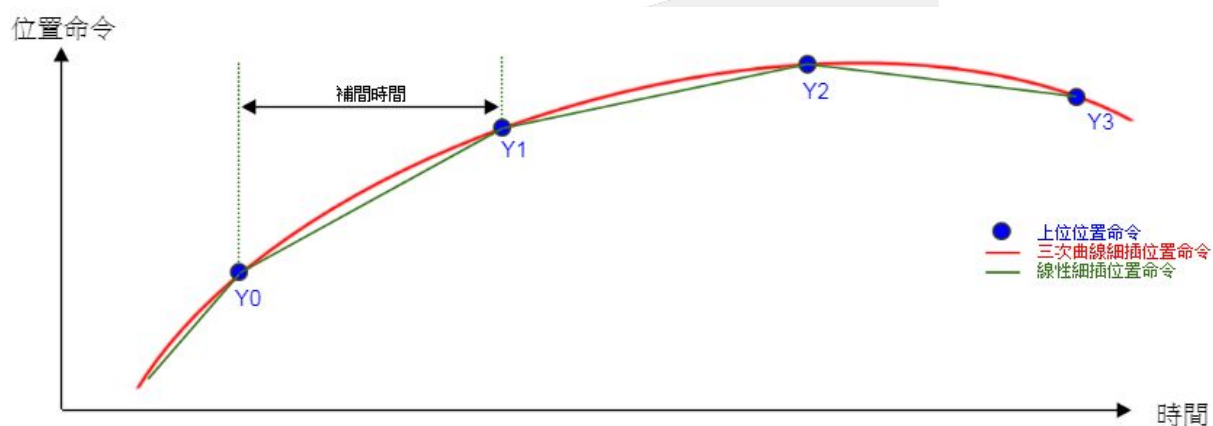
參數說明：

0：線性細插

1：三次曲線細插

參數權限：1 電控人員

開啟三次曲線細插，能使位置命令較為平順，有效減少位置誤差。



SPA 3.0 SPA 1.0 & SPA 2.0 相關參數 相關警報

## 12.6 相關警報

| Alarm ID | OP-103                                                                   | Alarm 標題 | 【系統不支援SPA3.0】 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|
| 說明       | 當前系統配置不支援SPA3.0。                                                         |          |               |
| 可能原因     | 所接驅動器沒有新代驅動器，或新代驅動器版本低於5.2.0(不含)。                                        |          |               |
| 排除方法     | 1. 若未搭配任何新代驅動器：將參數3850設為0，改用SPA2.0。<br>2. 若有搭配新代驅動器：請升級新代驅動器至5.2.0(含)以上。 |          |               |

## 13 智慧溫升補償軟體操作手冊

### 目錄

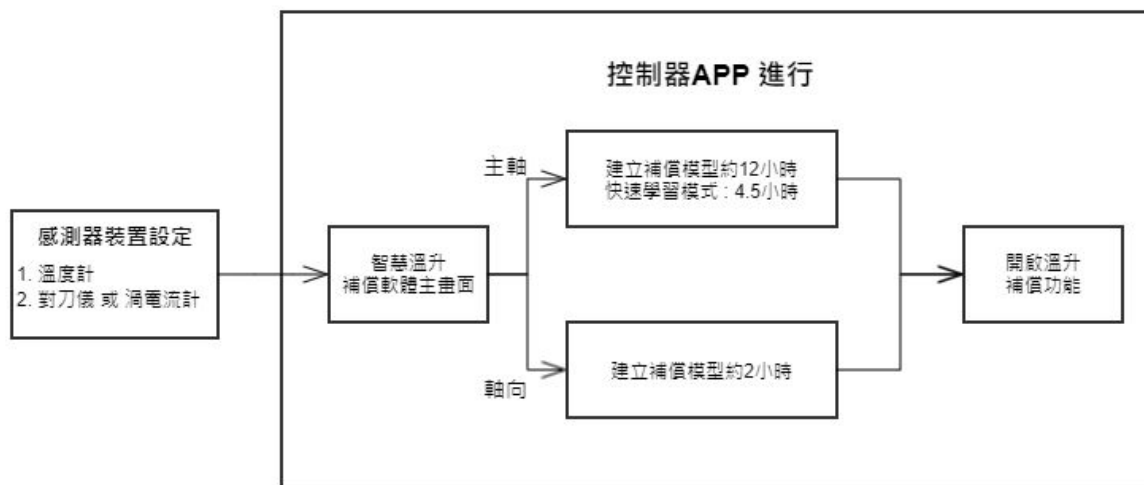
- 簡易流程圖
- 功能入口點
- 主畫面
- 主軸補償模型建立流程說明
- 主軸參數設定
- 主軸模型切換功能(讀檔建模)
- 主軸訓練自訂加工檔規格
- 軸向補償模型建立流程說明
- 軸向參數設定
- 軸向訓練加工檔規格

### ❗ 注意事項

1. 若要**使用補償功能**
  - a. 支援機型
    - i. 銑床機型: 22MA、220MA、220MA-5、220MB、220MB-5
    - ii. 車床機型: 22TA、22TA PLUS、22TB、22TB PLUS、220TB、220TB PLUS、220TB-5、220TB-5 PLUS
  - b. 需要開啟 **Option49 智慧溫升補償功能(10.118.40Y, 10.118.42Y, 10.118.48J, 10.118.52D, 10.118.54 以上)**
  - c. 需要開啟主軸: **Option49 智慧溫升補償功能**; 軸向: **Option50 智慧溫升補償-軸向 (10.118.48Q, 10.118.52I, 10.118.56B, 10.118.58 以上)**
2. 主軸模型訓練型式分成三種:
  - a. 對刀儀 (目前僅支援單刀單工件, Pr3816 = 0, 1)
  - b. 渦電流計
  - c. **使用者自行匯入加工檔**
    - ⚠ 若使用此方式, 需要在**進入溫補軟體之前就先將訓練用的加工檔案匯入**
    - 💡 **自行匯入加工檔規格連結**
3. 軸向模型訓練
  - a. ★ **主要使用建模方式: 熱伸長特性實驗量測說明**
  - b. 目前使用**自行匯入加工檔**的方式執行
    - 💡 **軸向訓練加工檔規格連結**

### 13.1 簡易流程圖

#### 1. 整體流程



## 2. 感測裝置設定 參考文件：

- 溫度計訊號接回控制器實作
  - 渦電流訊號接回控制器實作
  - 溫度計方案說明：
    - 主軸內部溫感(新代編碼器+馬達)
    - FC溫感模組+多個溫度計(KTY84)
- 💡溫度布點位置先從主軸與主軸鑄件開始裝設=>以主軸發熱源為布點依據  
**布點示意參考**

如下圖溫度計Temp\_1、Temp\_2、Temp3、Temp\_4、Temp\_6即為主軸與主軸鑄件處，若不好鎖固請與機械廠協助找尋接近發熱源的地方作為替代布點位置。



示意圖

- Temp\_1: 主軸上方鑄件
- Temp\_2: 主軸電機(冷卻端[風冷])
- Temp\_3: 主軸電機
- Temp\_4: 主軸上面後方鑄件
- Temp\_5: 底床(右)
- Temp\_6: 主軸(前方)
- Temp\_7: 工作台
- Temp\_8: 環溫

## 13.2 功能入口點

## 1. 入口點 (調適功能 F7)



## 13.3 主畫面

## 1. 畫面規格介紹

# SYNTEC

a. 畫面顯示:

|     |       |      |           |          |     |
|-----|-------|------|-----------|----------|-----|
| G54 | N0 L1 | 機台座標 | 2021/9/29 | 15:38:01 | 未登入 |
|-----|-------|------|-----------|----------|-----|

|        |          |                      |        |                  |        |
|--------|----------|----------------------|--------|------------------|--------|
| 智慧溫升補償 |          | 溫度計量測顯示              |        | 對應補償軸向: Z        |        |
| 補償量    | 熱溫補停止    | 第一溫度計                | 0.0 °C | 第五溫度計            | 0.0 °C |
| Δ Z    | 0.000 mm | 第二溫度計                | 0.0 °C | 第六溫度計            | 0.0 °C |
| Δ X    | 0.000 mm | 第三溫度計                | 0.0 °C | 第七溫度計            | 0.0 °C |
| 機械座標   |          | 第四溫度計                | 0.0 °C | 第八溫度計            | 0.0 °C |
| X      | 0.000    | F 1000.0mm/min 100 % |        | S 1000 rpm 100 % |        |
| Y      | 0.000    | 0.0mm/min (實際)       |        | 1000 rpm (實際)    |        |
| Z      | 0.000    |                      |        |                  |        |

|             |             |              |              |
|-------------|-------------|--------------|--------------|
| ●就緒         |             | 自動執行         | 警報           |
| 熱變位補償<br>開啟 | 熱變位補償<br>停止 | 主軸參數<br>設定   | 軸向參數<br>設定   |
|             |             | 建立主軸<br>補償模型 | 建立軸向<br>補償模型 |

2. 按鈕操作

- 熱變位功能開關
- 參數設定
- 訓練模型

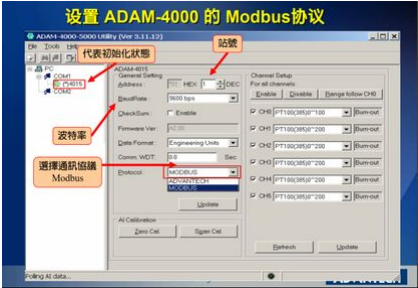
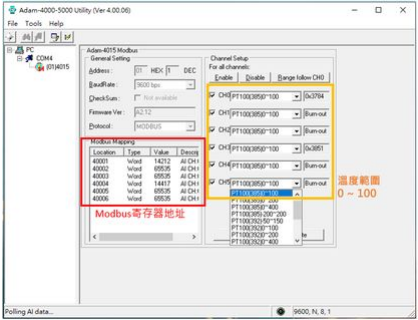
## 13.4 主軸補償模型建立流程說明

• 主軸模型訓練流程說明

|            | 畫面圖片                                                                                | 操作說明                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 進入主軸模型訓練流程 |  | a. 進入主畫面之後，按下"F6"，建立補償模型 |

|                    | 畫面圖片                                                                              | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設定主軸模型訓練的感測器參數，共2頁 |  | <p>感測計相關參數 頁碼 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>選擇<b>對應補償軸向</b> (ex: 主軸S1 對應 Z軸)</li> <li>設定溫度感模組輸出對應的R值，<b>需對應使用者的PLC設定</b></li> <li>設定<b>位移感測計量測對應R值</b><br/> <b>對刀儀範例：</b><br/>           生成自動對刀MACRO時，會要求使用者填寫刀號T，自動對刀完成後會將機械座標寫進#值里面<br/>           此參數設定會把<b>對刀結果的#值</b>寫入<b>位移感測計量測對應R值</b>里面，使模型訓練時可以得到對應的機械座標。<br/>           後續畫面設定會自動生成對刀MACRO，其中有包含：<b>@125061:=#11001*1000 ;//將機械座標寫入R值</b><br/>           如這個範例所示，使用者只需要在參數設定R位址(25061)，不需要進行其他的換算<br/> <b>渦電流計範例：</b><br/>           渦電流計透過FC模組，將位移轉換成電壓值，寫入在控制器的<b>位移感測計量測對應R值</b>當中<br/>           參考文件：<b>渦電流訊號接回控制器實作</b> </li> <li>設定溫度計最大與最小值的規格。依照溫度模組輸出範圍設定</li> <li>按下 [page down]，進入<b>頁碼 2</b><br/> <b>研華模組量測溫度範例：</b><br/>           以22MA機型控制器實作：         </li> </ol> |

# SYNTEC

|                      | 畫面圖片 | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
|----------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|----------------------|---|-----------------------|----------------------|---|------------------------|------------|---|----------------------------------|-------------|---|--------------------|--------------|---|------------------------|--------------|---|--------------|-------------|---|--------------|--------------|-----|--------------------------------|
|                      |      | <p>i. 研華模組軟體設定</p>  <p>設定完畢後，斷開INIT孔位與GND孔位的連接，啟動Utility並重新搜尋模組。<br/>此時的模組前方會顯示(01)，代表站號。</p>  <p>💡 溫度範圍 0 ~ 100 : 對應填入參數表中的 溫度計R值最大對應溫度 : 100 ; 溫度計R值最小對應溫度 : 0</p> <p>ii. 控制器參數設定</p> <table><thead><tr><th>參數</th><th>數值</th><th>參數說明</th></tr></thead><tbody><tr><td>pr234 啟用Modbus Slave</td><td>0</td><td>是否將控制機設定為Slave，0為不啟用。</td></tr><tr><td>pr235 Modbus Slave站號</td><td>0</td><td>設定為Slave時的站號，不啟用時設定為0。</td></tr><tr><td>pr341 通訊速率</td><td>2</td><td>設定速率 (Baud Rate)，設定為2時為9600 bps。</td></tr><tr><td>pr342 資料位元數</td><td>8</td><td>設定通訊時所用的位元數，範圍7~8。</td></tr><tr><td>pr347 流量控制方式</td><td>0</td><td>0：無，1：硬體，2：軟體，3：RS485。</td></tr><tr><td>pr348 同位元數方式</td><td>0</td><td>0：無，1：奇，2：偶。</td></tr><tr><td>pr349 停止位元數</td><td>1</td><td>1：1位元，2：2位元。</td></tr><tr><td>pr350 通訊延遲時間</td><td>100</td><td>用來判斷通訊是否異常的讀取時間，範圍10~1000(ms)。</td></tr></tbody></table> | 參數 | 數值 | 參數說明 | pr234 啟用Modbus Slave | 0 | 是否將控制機設定為Slave，0為不啟用。 | pr235 Modbus Slave站號 | 0 | 設定為Slave時的站號，不啟用時設定為0。 | pr341 通訊速率 | 2 | 設定速率 (Baud Rate)，設定為2時為9600 bps。 | pr342 資料位元數 | 8 | 設定通訊時所用的位元數，範圍7~8。 | pr347 流量控制方式 | 0 | 0：無，1：硬體，2：軟體，3：RS485。 | pr348 同位元數方式 | 0 | 0：無，1：奇，2：偶。 | pr349 停止位元數 | 1 | 1：1位元，2：2位元。 | pr350 通訊延遲時間 | 100 | 用來判斷通訊是否異常的讀取時間，範圍10~1000(ms)。 |
| 參數                   | 數值   | 參數說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr234 啟用Modbus Slave | 0    | 是否將控制機設定為Slave，0為不啟用。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr235 Modbus Slave站號 | 0    | 設定為Slave時的站號，不啟用時設定為0。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr341 通訊速率           | 2    | 設定速率 (Baud Rate)，設定為2時為9600 bps。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr342 資料位元數          | 8    | 設定通訊時所用的位元數，範圍7~8。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr347 流量控制方式         | 0    | 0：無，1：硬體，2：軟體，3：RS485。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr348 同位元數方式         | 0    | 0：無，1：奇，2：偶。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr349 停止位元數          | 1    | 1：1位元，2：2位元。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |
| pr350 通訊延遲時間         | 100  | 用來判斷通訊是否異常的讀取時間，範圍10~1000(ms)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |    |      |                      |   |                       |                      |   |                        |            |   |                                  |             |   |                    |              |   |                        |              |   |              |             |   |              |              |     |                                |

SYNTEC

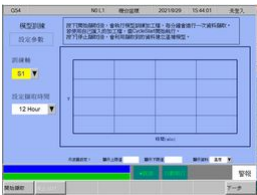
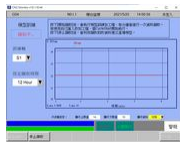
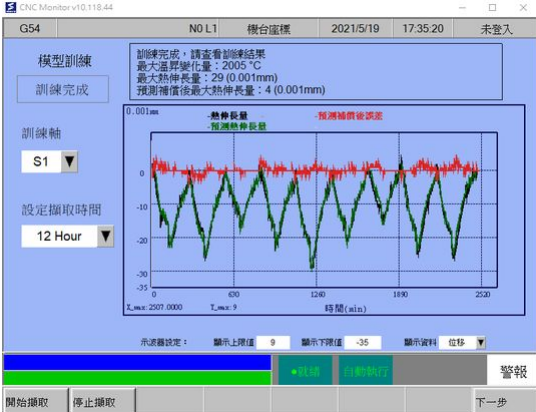
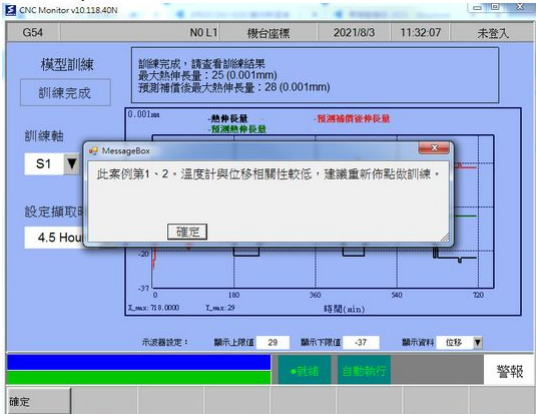
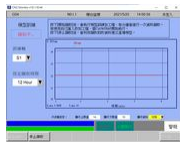
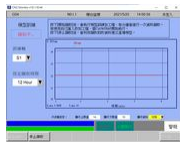
智慧溫升補償軟體操作手冊 - 167

| 畫面圖片   |            | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |    |      |        |            |      |        |            |      |        |            |      |  |
|--------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|------|--------|------------|------|--------|------------|------|--------|------------|------|--|
|        |            | <table><thead><tr><th>參數編號</th><th>名稱</th><th>10進位</th></tr></thead><tbody><tr><td>Pn-D66</td><td>第二編碼器外部一溫度</td><td>3430</td></tr><tr><td>Pn-D67</td><td>第二編碼器外部二溫度</td><td>3431</td></tr><tr><td>Pn-D68</td><td>第二編碼器外部三溫度</td><td>3432</td></tr></tbody></table>                                                                                                                                                           | 參數編號 | 名稱 | 10進位 | Pn-D66 | 第二編碼器外部一溫度 | 3430 | Pn-D67 | 第二編碼器外部二溫度 | 3431 | Pn-D68 | 第二編碼器外部三溫度 | 3432 |  |
| 參數編號   | 名稱         | 10進位                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |    |      |        |            |      |        |            |      |        |            |      |  |
| Pn-D66 | 第二編碼器外部一溫度 | 3430                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |    |      |        |            |      |        |            |      |        |            |      |  |
| Pn-D67 | 第二編碼器外部二溫度 | 3431                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |    |      |        |            |      |        |            |      |        |            |      |  |
| Pn-D68 | 第二編碼器外部三溫度 | 3432                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |    |      |        |            |      |        |            |      |        |            |      |  |
|        |            | <p>感測計相關參數 頁碼 2</p> <p>a. 設定位移感測計最大與最小值的規格</p> <p>i. 對刀儀：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 最大值: 32767 (預設)</li><li>2. 最小值: -32768 (預設)</li></ol> <p>ii. 渦電流計：依照模組規格的電壓進行設定</p> <p>渦電流計接FC模組量測範例</p> <p>例如：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Keyence渦電流計0~2mm對應至輸出電壓0~5V</li><li>2. FC-ADDA模組5V模式支援-5~5V輸入，R值顯示為-32767~32767</li><li>3. 所以R最大值則填為2000; R最小值則填為-2000</li></ol> <p>iii. 設定完之後按 [下一步]</p> |      |    |      |        |            |      |        |            |      |        |            |      |  |

|                                                                                                     | 畫面圖片                                                                              | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                     |                                                                                   | <p>a. ★選擇<b>模型訓練方式</b>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>渦電流計</li> <li>對刀儀</li> <li>使用者自訂訓練加工檔</li> </ol> <p>b. 💡共通設定參數:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>設定加工主軸旋轉、主軸停止的<b>M碼</b></li> <li>設定測試轉速: <ol style="list-style-type: none"> <li>預設抓取控制器第一主軸<b>最高轉速 Pr-1801</b>，訓練第二個轉速將會<b>拿此最高轉速乘以0.8</b></li> <li>輸入<b>預計加工轉速</b></li> </ol> </li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>模型訓練方式選擇:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>對刀儀</li> <li>渦電流計</li> <li>自訂加工檔</li> </ol> |  | <p>a. ⓘ對刀儀環境:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>選擇此模式後軟體會利用<b>G37.3的對刀方式</b>生成Macro<br/>參考文件: G37.3: 自動對刀III<br/>⚠️<b>目前生成加工檔的對刀路徑規格，只會動Z軸</b></li> <li>將光標移動至Z的參考點，最低點，安全點 <ol style="list-style-type: none"> <li>可利用 <b>[Z軸座標機械教導]</b> 設定數值</li> <li>可自行輸入Z軸機械座標</li> </ol> </li> <li>輸入對刀刀號 T (預設1)</li> <li>輸入對刀速度 F (預設50)</li> <li>輸入訓練轉速設定</li> <li>可以勾選快速訓練模式，提供4.5小時版本初步了解機台熱身長特性和補償效果</li> </ol> <p>b. 請先設定完Macro參數、訓練轉速和主軸減速時間。若不確定主軸減速時間，可使用<b>[主軸運轉測試]</b>，此時會將主軸在<b>原地加速到設定的最高轉速</b>後，再進行減速，確認主軸可以正常運轉<br/><b>功能亮起時機: 第一主軸有編碼器，且檢查主軸轉速到達功能開啟</b></p> <p style="text-align: center;">Pr1711 = 1 且 Pr1991 != 0</p> <p>c. 接著設定對刀使用的Z軸座標、刀號和對刀速度，進行<b>[對刀動作測試]</b>，確保對刀的Macro沒有問題，完成後將可以按[下一步]<br/>💡<b>[對刀動作測試]</b>，<b>綁定</b>在控制器<b>就緒且自動模式</b>的狀態下才可執行</p> |

|  | 畫面圖片                                                                              | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>a.  渦電流計環境:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 將機台移動到適合Z軸量測高度</li> <li>ii. 輸入訓練轉速設定，完成後將可以按[下一步]</li> <li>iii. 可以勾選快速訓練模式，提供4.5小時版本初步了解機台熱身長特性和補償效果</li> </ul> |
|  |  | <p>a.  使用者自訂環境:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 畫面顯示當前要執行的加工檔</li> <li>ii. 確認檔名是否正確，若不正確將退出溫補軟體，匯入加工檔後，再次進入模型訓練流程</li> </ul>                                   |

SYNTEC

|                                                                                    | 畫面圖片                                                                                | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |    |                                                                                    |                                                                                     |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 主軸熱變位<br>訓練資料擷取                                                                    |    | <p>a. 進入訓練畫面後，按下[開始擷取]，將會執行訓練加工檔，並在畫面上顯示當前資料擷取的資訊，預設訓練時間為<b>12</b>小時</p> <p>b. 每分鐘進行一次資料擷取<br/> <b>⚠請切換[顯示資料]的選項：溫度和位移，需確認是否有截取到對應R值的數值</b></p> <table border="1" data-bbox="887 555 1425 891"> <thead> <tr> <th>溫度</th><th>位移</th><th>備註</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td></td><td>顯示範圍會自動調整<br/>暫無手動設定功能</td></tr> </tbody> </table> <p>c. 按下[停止擷取]後，或是設定擷取的時間到之後，將會自動存檔，並計算出模型系數</p> <p>d. 計算完成後，會顯示位移比對圖與訓練結果表，確認結果後按下[下一步]</p>  <p>e. 若補償效果不佳，且溫度感測器與熱伸長相關性較低，則會跳出提示建議更換溫度布點</p>  | 溫度 | 位移 | 備註 |  |  | 顯示範圍會自動調整<br>暫無手動設定功能 |
| 溫度                                                                                 | 位移                                                                                  | 備註                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |    |    |                                                                                    |                                                                                     |                       |
|  |  | 顯示範圍會自動調整<br>暫無手動設定功能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |    |    |                                                                                    |                                                                                     |                       |

| 畫面圖片                                                                              | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>a. 設定主軸熱變位補償參數:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>開啟或關閉補償功能<br/>           ⚠️ 設定後並不會馬上開啟，需到主畫面將總開關開啟才會啟動補償</li> <li>補償量參數設定單位為BLU，需確認數值大小是否正確，預設值以BLU為um的情況進行設定<br/>           ⚠️ BLU參考控制器參數 Pr-17 精度控制</li> </ol> <p>b. 設定完成後按下[返回主畫面]，模型訓練完成</p> |

## 13.5 主軸參數設定

### • 參數畫面

參數種類:

- 主軸熱變位補償參數 [主畫面 → F4 → F1]
- 感測器參數 [主畫面 → F4 → F3]
- 模型訓練參數 [主畫面 → F4 → F10 → F1]



設定/修改

主軸熱變位補償參數

SYNTEC



### 設定/修改 感測器參數

- a. 模型訓練參數
- b. 初始溫度校正
  - ⚠ 將現在溫感量到的溫度填入參數表中
- c. 熱變位補償預設開啟
  - ⚠ 預設開機時，溫補主畫面的開關是否啟動
  - 若預設開啟之後，以後重啟控制器不用進入溫補軟體，直接進行加工，也會進行溫升補償



## 13.6 主軸模型切換功能(讀檔建模)

1. 進入主軸模型訓練畫面，在F8的按鈕新增"讀檔建模"畫面的入口點

|     |       |      |           |          |     |
|-----|-------|------|-----------|----------|-----|
| G54 | N0 L1 | 調適功能 | 2023/9/14 | 16:50:59 | 管理者 |
|-----|-------|------|-----------|----------|-----|

補償功能設定

請使用者確實設定下列表格中的參數，目前頁碼:1/2

開機預設:OFF

| 感測計相關參數                   | 發熱來源:   | 主軸S1 |  |  |
|---------------------------|---------|------|--|--|
|                           | 對應補償軸向: | Z    |  |  |
| 第1溫度計量測對應R值               |         | 3425 |  |  |
| 第2溫度計量測對應R值               |         | 3426 |  |  |
| 第3溫度計量測對應R值               |         | 0    |  |  |
| 第4溫度計量測對應R值               |         | 0    |  |  |
| 第5溫度計量測對應R值               |         | 0    |  |  |
| 第6溫度計量測對應R值               |         | 0    |  |  |
| 第7溫度計量測對應R值               |         | 0    |  |  |
| 第8溫度計量測對應R值               |         | 0    |  |  |
| 位移感測計量測對應R值               |         | 5001 |  |  |
| 溫度計R最大值(65535)對應溫度(單位:°C) |         | 1300 |  |  |
| 溫度計R最小值(0)對應溫度(單位:°C)     |         | -200 |  |  |

●就緒

自動執行

警報

下一步

讀檔建模

2. 以小彈窗的畫面呈現，讓使用者選擇要套入的模型檔案

# SYNTEC

## 3. 選擇後按下計算模型

|     |       |      |           |          |     |
|-----|-------|------|-----------|----------|-----|
| G54 | N0 L1 | 調適功能 | 2023/9/14 | 16:51:32 | 管理者 |
|-----|-------|------|-----------|----------|-----|

補償功能設定

請使用者確實設定下列表格中的參數，目前頁碼:1/2

開機預設:OFF

感測計相關參數

發熱來源: 主軸S1

讀檔建模

選單中的檔案依據建模日期顯示，選擇要使用的日期後，再按下開始建模

檔案名稱: 20220601

|                           |      |  |
|---------------------------|------|--|
| 第1溫度計量                    |      |  |
| 第2溫度計量                    |      |  |
| 第3溫度計量                    |      |  |
| 第4溫度計量                    |      |  |
| 第5溫度計量                    |      |  |
| 第6溫度計量                    |      |  |
| 第7溫度計量                    |      |  |
| 第8溫度計量                    |      |  |
| 位移感測計量                    |      |  |
| 溫度計R最大值(65535)對應溫度(單位:°C) | 1300 |  |
| 溫度計R最小值(0)對應溫度(單位:°C)     | -200 |  |

●就緒 自動執行 警報

計算模型

## 13.7 主軸訓練自訂加工檔規格

1. 訓練流程12小時，使用3種轉速，建議挑選主軸最高轉速、額訂轉速、預計加工轉速

| 流程             | 時間     |
|----------------|--------|
| 最高轉速 (Pr-1801) | 升溫 2hr |
| 停轉             | 降溫 2hr |
| 最高轉速*0.8       | 升溫 2hr |
| 停轉             | 降溫 2hr |
| 預計加工轉速         | 升溫 2hr |
| 停轉             | 降溫 2hr |

2. 在主軸升溫或降溫的過程中，每4分鐘進行一次對刀
3. 使用自訂加工檔，必須將對刀量測到的機械座標#值，以BLU為單位寫到R值當中，訓練模型時才可以擷取到對刀的機械座標，可參考 d.範例中 O9004
4. **MACRO範例 (使用G31):**

| 主程式                                                                                                                                       | 主軸轉動<br>O9000、<br>O9001、O9002                                                          | 主軸停轉 O9003                                   | 對刀 O9004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 備註                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M98P<br>9000L<br>13;<br>M98P<br>9003L<br>6;<br>M98P<br>9001L<br>13;<br>M98P<br>0003L<br>6;<br>M98P<br>9002L<br>13;<br>M98P<br>9003L<br>6; | %@MACRO<br>M03 <b>S7000</b> ;<br>G04 X238.;<br>M05;<br>G04 X2.;<br>M98P9004L1;<br>M99; | %@MACRO<br>G04 X240.;<br>M98P9004L1;<br>M99; | %@MACRO<br>G54 G90 X0. Y0. Z30.;<br>G01 Z0. F1000;<br>G31 Z-50. F50 ;<br>WAIT();<br>// G31 觸發值，會將 "機械座標" 寫在 #1441~#1458<br>// 此處 #1443(Z軸座標)，*1000轉換成BLU<br>@125062:=#1443*1000;<br>G01 Z0 F1000;<br>G31 Z-50. F50 ;<br>WAIT();<br>@125063:=#1443*1000;<br>G01Z0 F1000;<br>G31 Z-50. F50 ;<br>WAIT();<br>@125064:=#1443*1000;<br>G01Z0 F1000;<br>@125065:=@125062+@125063+@125064;<br>@125066:=@125065 MOD 3;<br>@125061:=(@125065-@125066)/3;<br>WAIT();<br>G01 Z30. F1000;<br>M99; | a. 需量測 O9004對刀執行的時間，來決定主程式中主軸轉動、主軸停轉的加工檔要執行的次數 L<br>💡 計算方式:<br><b>L = 120 / (4 + 對刀時間(分鐘))</b> |

SYNTEC

| 主程式 | 主軸轉動<br>O9000、<br>O9001、O9002 | 主軸停轉 O9003 | 對刀 O9004 | 備註                                                                                                                            |
|-----|-------------------------------|------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                               |            |          | <p>b. O9000, O9001, O9002 轉速對應上表中的最高轉速, 最高轉速 * 0.8, 預計加工轉速</p> <p>c. 對刀加工檔中需用到6個R值紀錄對刀量測的結果, 最後對刀量測的結果為範例中的 <b>R25061</b></p> |

## 13.8 軸向補償模型建立流程說明

-  (主要參考) 方法一: [熱伸長特性量測實驗說明](#)
- 方法二: 軸向模型訓練流程說明

|            | 畫面圖片                                                                              | 操作說明                              |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 進入軸向模型訓練流程 |  | <p>a. 進入主畫面之後，按下"F8"，建立軸向補償模型</p> |

SYNTEC

| 畫面圖片                                                                                                  | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>軸向訓練感測器參數設定</p>  | <p>a. 模型訓練時，需使用兩個感測器來進行，需要填寫左圖中紅色和黃色框選範圍內的參數</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. 補償用感測器</li><li>ii. 校正用感測器</li></ul> <p>b. 感測器分成使用<b>對刀儀</b>或者是<b>渦電流計</b><br/>💡若使用渦電流計，F8按鈕的"螺桿端面補償校正"將會亮起</p> <p>c. 感測器座標位置</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. 對刀儀：<b>不需要修改</b></li><li>ii. 渦電流計：量測渦電流計所在的機械座標，並化成BLU的基本長度單位</li></ul> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 根據 Pr17 控制經度<ol style="list-style-type: none"><li>a. 設定 1：機械座標乘以100</li><li>b. 設定 2：機械座標乘以1000</li><li>c. 設定 3：機械座標乘以10000</li></ol>💡Pr17 *控制精度</li></ol> <p>d. 設定感測器最大與最小值的規格</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. <b>對刀儀</b>：<ol style="list-style-type: none"><li>1. 最大值：<b>32767 (預設)</b></li><li>2. 最小值：<b>-32768 (預設)</b></li></ol></li><li>ii. <b>渦電流計</b>：<br/><b>渦電流計接FC模組量測範例</b><br/>例如：<ol style="list-style-type: none"><li>1. Keyence渦電流計0~2mm 對應至輸出電壓0~5V</li><li>2. FC-ADDA模組5V模式支援-5~5V輸入，R值顯示為-32767~32767</li><li>3. 所以R最大值則填為<b>2000</b>；R最小值則填為<b>-2000</b><b>渦電流計</b>：依照模組規格的電壓進行設定</li></ol></li></ul> <p>e. 💡如果感測器都使用對刀儀則不需進行螺桿端面校正，直接執行下一步到模型訓練畫面</p> |

|                       | 畫面圖片                                                                                | 操作說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>使用渦電流計螺桿端面測試校正</p> |    | <ol style="list-style-type: none"> <li>⚠️ <b>規格：補償用和校正用感測器只能設定一個是渦電流計</b></li> <li>選擇校正軸與軸群</li> <li>機械座標行程極限會預設讀取 Pr2401~Pr2412 的設定<br/>進給速度預設 F600</li> <li>可透過按鈕F3，進行行程極限的機械座標設定</li> <li>設定完後按下測試開始，測試過程中可按測試停止來暫停測試</li> <li>測試結束後會顯示成功或失敗</li> </ol>  |
| <p>軸向熱變位訓練資料擷取</p>    |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>進入訓練畫面後，按下[開始擷取]，並按下CycleStart執行訓練用加工檔，預設訓練時間為<b>4小時</b></li> <li>每<b>100ms</b>進行一次資料擷取<br/>⚠️ <b>請切換[顯示資料]的選項：感測器1(補償用)、感測器2(校正用)和感測器3(測試用)，需確認是否有截取到對應R值的數值</b></li> <li>按下[停止擷取]後，或是設定擷取的時間到之後，將會自動存檔，並計算出模型系數</li> <li>計算完成後，按下"返回熱溫補主畫面"</li> </ol>                                                |

## 13.9 軸向參數設定

- 參數畫面

參數種類:

- i. 軸向熱變位補償參數 [ 主畫面 → F5 → F1 ]
- ii. 感測器參數 [ 主畫面 → F5 → F2 ]
- iii. 模型訓練參數 [ 主畫面 → F5 → F3 ]

CNC Monitor v10.118.40C

G54 NO L1 機台座標 2021/9/27 13:54:29 未登入

補償功能設定 請使用者確實設定下列表格中的參數，目前頁碼 1/1 開機預設 OFF

| 軸向熱變位補償參數              | 補償軸向 | X    | Y |
|------------------------|------|------|---|
| 開磨軸向熱變位補償 (0 關閉, 1 開啟) |      | 0    |   |
| 補償循環時間 (單位: ms)        |      | 5000 |   |
| 各軸最大補償量 (單位: BLU)      |      | 100  |   |
|                        |      |      |   |
|                        |      |      |   |
|                        |      |      |   |
|                        |      |      |   |
|                        |      |      |   |
|                        |      |      |   |
|                        |      |      |   |

軸向熱變位補償參數 感測器參數設定 模型訓練參數設定

●設定 自動執行 警報

設定/修改

軸向熱變位補償參數

CNC Monitor v10.118.40C

G54 NO L1 機台座標 2021/9/27 13:54:48 未登入

補償功能設定 請使用者確實設定下列表格中的參數，目前頁碼 1/2 開機預設 OFF

| 感測器相關參數                            | 補償軸向 | X      | Y |
|------------------------------------|------|--------|---|
| 補償用感測器型式 (0 對刀座, 1 過電流計)           |      | 1      |   |
| 補償用感測器量測對應 R 值                     |      | 0      |   |
| 補償用感測器座標位置 (單位: BLU)               |      | 0      |   |
| 補償用感測器最大值 (32767 對應位移量 (單位: BLU))  |      | 32767  |   |
| 補償用感測器最小值 (-32768 對應位移量 (單位: BLU)) |      | -32768 |   |
| 校正用感測器型式 (0 對刀座, 1 過電流計)           |      | 0      |   |
| 校正用感測器量測對應 R 值                     |      | 0      |   |
| 校正用感測器座標位置 (單位: BLU)               |      | 0      |   |
| 校正用感測器最大值 (32767 對應位移量 (單位: BLU))  |      | 32767  |   |
| 校正用感測器最小值 (-32768 對應位移量 (單位: BLU)) |      | -32768 |   |
| 測試用感測器型式 (0 對刀座, 1 過電流計)           |      | 0      |   |
| 測試用感測器量測對應 R 值                     |      | 0      |   |

軸向熱變位補償參數 感測器參數設定 模型訓練參數設定

●設定 自動執行 警報

設定/修改

感測器參數

CNC Monitor v10.118.40C

G54 NO L1 機台座標 2021/9/27 13:55:06 未登入

補償功能設定 請使用者確實設定下列表格中的參數，目前頁碼 2/2 開機預設 OFF

| 感測器相關參數                            | 補償軸向 | X      | Y |
|------------------------------------|------|--------|---|
| 測試用感測器座標位置 (單位: BLU)               |      | 0      |   |
| 測試用感測器最大值 (32767 對應位移量 (單位: BLU))  |      | 32767  |   |
| 測試用感測器最小值 (-32768 對應位移量 (單位: BLU)) |      | -32768 |   |
| 對刀座觸發動作記錄對應 R 值                    |      | 0      |   |
|                                    |      |        |   |
|                                    |      |        |   |
|                                    |      |        |   |
|                                    |      |        |   |
|                                    |      |        |   |
|                                    |      |        |   |
|                                    |      |        |   |

軸向熱變位補償參數 感測器參數設定 模型訓練參數設定

●設定 自動執行 警報

- i. 說明：縮放補償值，感測器與干涉儀的測量值可能有倍率的差別，可以藉由此參數將感測計的測量值放大/縮小至與干涉儀測量值相同
- ii. 參數計算方式：比對干涉儀最末端數據與感測器數值，校正倍率 = 干涉儀 / 感測器

| 量測主程式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 對刀測試程式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre> %@MACRO // 加熱行程起點機械座標 #101 := 0; //X #102 := 0; //Y #103 := 0; //Z  // 加熱行程終點機械座標 #151 := 0; //X #152 := 0; //Y #153 := 0; //Z  // 量刀起始點機械座標 #201 := 0; //X #202 := 0; //Y #203 := 0; //Z  // 量刀起始點到補償用量刀器距離 #251 := 0; //X #252 := 0; //Y #253 := 0; //Z  // 補償用量刀器到校正用量刀器距離 #261 := 0; //X #262 := 0; //Y #263 := 0; //Z  // 粗對刀路徑長 #351 := 0; //X #352 := 0; //Y #353 := 0; //Z  // 精對刀路徑長 #361 := 0; //X #362 := 0; //Y #363 := 0; //Z  // 對刀參數 #51 := 5000; // 移動到對刀點的進給率 #52 := 240; // 粗對刀進給率 #53 := 10; // 精對刀進給率 #61 := 10; // 量測次數 #62 := 100; // 加熱過程全行程行走趟數  // 量刀器對應R值和對刀結果#值 #71 := 125050; // 補償用量刀器刀長寫入R值 #72 := 125060; // 校正用量刀器刀長寫入R值 #73 := 1442; // G31觸發後刀長寫入#1442  // G31觸發Flag的R值 #100 := 125000; </pre> | <pre> %@MACRO // 移動到量刀初始點 G90 G53 X(#201) Y(#202) Z(#203);  @[#100] := 0; // 補償用量刀器粗對刀 G91 G01 F(#51) X(#251) Y(#252) Z(#253); G31 G91 X(#351) Y(#352) Z(#353) F(#52); G91 G01 F(#52) X(-#361) Y(-#362) Z(-#363); WAIT();  // 補償用量刀器精對刀 G31 G91 X(#361*3) Y(#362*3) Z(#363*3) F(#53); WAIT(); @[#71] := #[#73]; @[#100] := 1; WAIT();  @[#100] := 0; // 校正用量刀器粗對刀 G91 G01 F(#51) X(#261) Y(#262) Z(#263); G31 G91 X(#351) Y(#352) Z(#353) F(#52); G91 G01 F(#52) X(-#361) Y(-#362) Z(-#363); WAIT();  // 校正用量刀器精對刀 G31 G91 X(#361*3) Y(#362*3) Z(#363*3) F(#53); WAIT(); @[#72] := #[#73]; @[#100] := 2; WAIT();  // 移動到量刀初始點 G90 G53 X(#201) Y(#202) Z(#203); @[#100] := 0;  M99; </pre> |

| 量測主程式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 對刀測試程式 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <pre>// 對刀儀初始機械座標量測 G90 G53 X(#201) Y(#202) Z(#203); // 移動到量刀初始點 M98 P6688;  // 螺桿加熱測試 FOR #1:=1 TO #61 BY 1 DO  // 移動到加熱行程起點機械座標 G90 G53 X(#101) Y(#102) Z(#103);  FOR #2:=1 TO #62 BY 1 DO G90 G53 X(#151) Y(#152) Z(#153); // 移動到加熱行程終點機械座標 G90 G53 X(#101) Y(#102) Z(#103); // 移動到加熱行程起點機械座標 END_FOR;  // 移動到量刀初始點 G90 G53 X(#201) Y(#202) Z(#203); M98 P6688;  END_FOR;</pre> |        |

## 13.11 渦電流訊號接回控制器實作

### 13.11.1 實作方式

#### 1.硬體設備:

| 名稱          | 型號                | 料號                        |
|-------------|-------------------|---------------------------|
| 控制器         | 22MA              | F01-22MA-10-SEP-DG-S      |
| 控制器24V電源供應器 | A03-GST40A24-XD-C |                           |
| 24V電源供應器    | A03-GST40A24-XD-D |                           |
| FC模組        | FC-PWR<br>FC-ADDA | F31-FC-PWR<br>F31-FC-ADDA |
| 三孔電源線       |                   | W01-SM001_SM006L          |

| 名稱          | 型號 | 料號         |
|-------------|----|------------|
| FC標準線       |    | W01-FC-3.5 |
| SRI擴充線(一對三) |    | W01-SRI-EX |

### 13.11.2 2.接線

接線：

Keyence 位移計模組接線：將EX-110V連接EX-V02

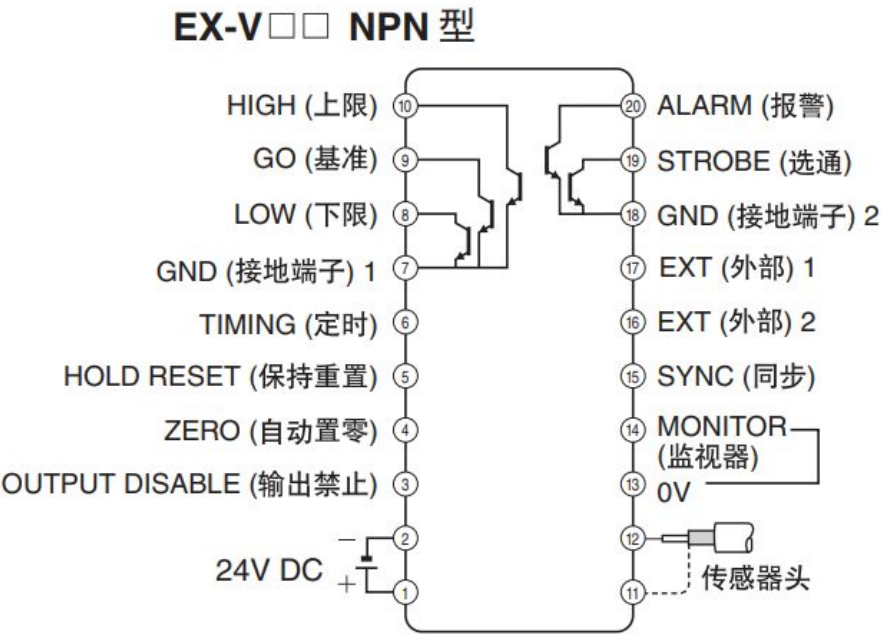
感測器頭(EX-110V)的芯線接到放大器(EX-V02)的11端子，有保護套的芯線連接到12端子。[參考keyence EX-V使用手冊p4、p9]

Keyence EX-V02連接FC-ADDA模組：

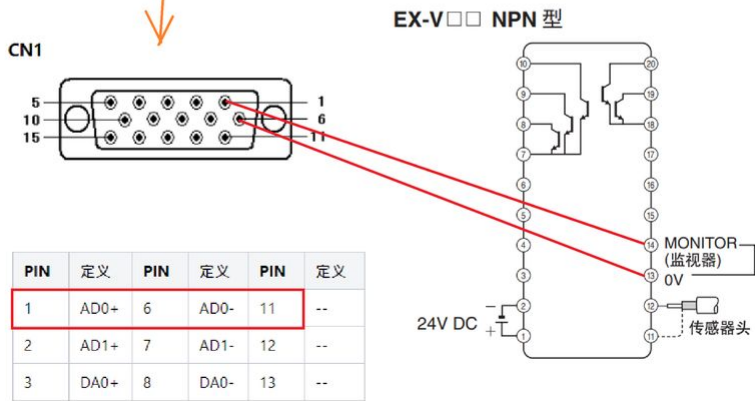
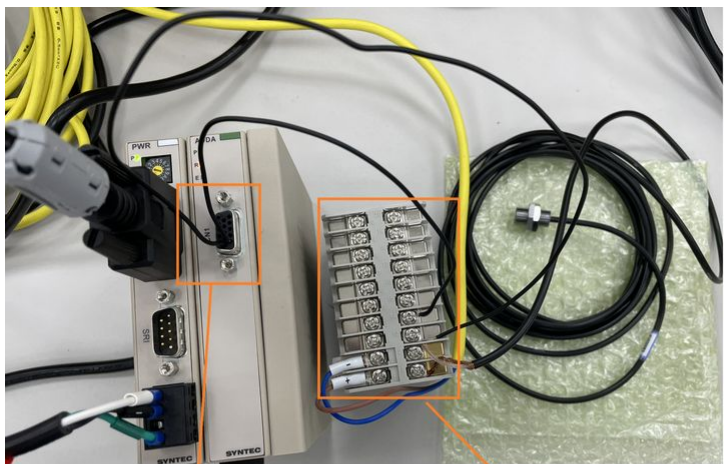
Keyence EX-V02的13號端子連接至ADDA的6號pin腳，Keyence EX-V02的14號端子連接至ADDA的1號pin腳

[Keyence EX-V手冊：各端子名稱與功能 \(P4\)](#)

# SYNTEC



| 编号     | 端子名称         | 功能                                             |
|--------|--------------|------------------------------------------------|
| 1, 2   | 电源           | 24 直流电压 $\pm 10\%$                             |
| 3      | 比较器输出禁止的输入   | 将本端子与接地端子短接时可把比较器输出重设为 (OFF 关)。                |
| 4      | 自动置零输入       | 将本端子与接地端子短接时将显示值重设为 "0000" (选择了补偿值功能则显示补偿值)    |
| 5      | 保持复位输入       | 将本端子与接地端子短接时: 1. 取消集电极开路输出的保持状态。2. 重置各种保持模式数据。 |
| 6      | 定时输入         | 将本端子与接地端子短接时, 输入定时信号。                          |
| 7      | 接地           |                                                |
| 8      | 下限输出         | 当显示值低于 (LOW 下限) 的极限值时进行输出。                     |
| 9      | 基准输出         | 当显示值处于公差极限值范围内时进行输出                            |
| 10     | 上限输出         | 当显示值大于 (HIGH 上限) 的极限值时进行输出                     |
| 11, 12 | 传感器头连接       | 连接传感器头                                         |
| 13, 14 | 监控 (模拟电压) 输出 | 输出与显示值成比例的模拟电压 (-5 至 +5 V)。                    |
| 15     | 同步输入         | 将本端子与接地端子短接时可阻止传感器头振动并保持输出。                    |
| 16, 17 | 外部设置输入       | 调用预设的四种公差极限值, 当面板锁定功能设置为 ON (开) 时, 就启用这种输入。    |
| 18     | 接地           |                                                |
| 19     | 选通输入         | 在采样周期开启, 只有使用内部触发功能时才可启用本端子。                   |
| 20     | 报警输出         | 在出现异常状态时进行输出 (N.C. (常闭))。                      |



配置：

SYNTEC

控制器：22MA

FC模組：PWR + ADDA

版本：22MA 10.118.24H



放大器：EX-V02

位移計：EX-110V

### 13.11.3 3. 設定位移計模擬電壓輸出功能&FC模組電壓模式

1. 設定Keyence位移計的監控(模擬電壓)輸出功能，將測量距離轉換成模擬電壓，如此在能透過FC-ADDA模組將測量距離顯示於R值上。

感測頭EX-110V測量有效範圍在0~2mm，根據Keyence初始設定，放大器顯示數值 = 輸出電壓 (放大器顯示數值在校正後會等同於位移計測量距離，詳細介紹在下一小節)

**請將Keyence位移計的監控(模擬電壓)輸出功能，調整為測量距離0~2 mm對應至輸出電壓0~5 V**

**Keyence EX-V手冊：監控(模擬電壓)輸出功能(P36-P38)**

SYNTEC

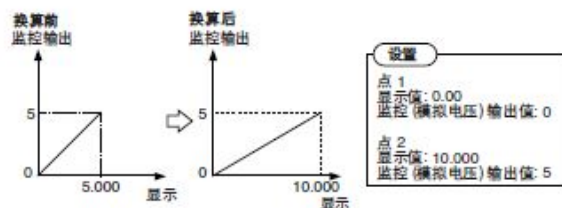
### 3.2.3 監控 (模拟电压) 输出设置功能 [F]

本功能用于更改输出电压在 -5 到 +5 V 的情况下模拟电压输出值与显示值的比率。通过进行换算，您可以将电压值更改为所需数值。此外，您可以选择以下任何一种方式：一种方法是根据显示值输出模拟电压，另一种方法就是输出通过传感器头输入的值。

参照：初始状态下输出电压与显示值相等。

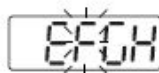
#### 输出换算

只要是输出电压介于 -5 到 +5 V 之间，模拟输出值与显示值的比率就可以更改。要进行换算时，需分别输入两个校正点所需的监控 (模拟) 输出值。

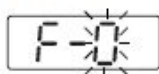


1. 按住 **[F]** 键，至少持续 2 秒。  
传感器进入共有功能选择模式。

2. 按 **[F]** 键让 "F" 闪烁。



3. 按 **[Δ]** 或 **[▽]** 进入监控输出设置状态。

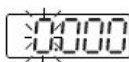


4. 在显示 "F-0" 时按 **[Δ]** 键。  
传感器进入监控输出换算设置状态。

SYNTEC

5. 設置校正点 1 的显示值。

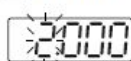
显示值显示为红色。



- 闪烁数字上的值可以更改。
- 按 键从左到右更改闪烁的数字。



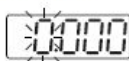
- 按 键更改数值。



- 第 5 位和符号修改时，所有位数闪烁。

6. 按 键保存校正点 1 的显示值。

• 然后，传感器进入监控输出设置状态。



7. 按第 5 步的同样程序设置监控输出值 1，再使用 键保存设置设置值。

• 监控输出值显示为绿色。



8. 重复第 5 到第 7 步的操作，设置并保存校正点 2 的显示值与监控输出值。

• 保存校正点 2 的监控输出值后，传感器返回到测量状态。

注 1：监控输出换算的显示值与监控值可设置在 -19999 至 +19999 之间。

注 2：要设置换算功能时，一定要满足以下条件。如果未能达到这些条件，将显示 "Err 3" 并禁用设置程序。显示出错信息后，可按 键删除出错信息并重试设置。

(1) 显示 1 - 显示值 2 ≠ 0

(2) 监控输出值 1 - 监控输出 2 ≠ 0

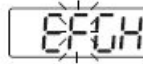
(3)  $0.0001 \leq \left| \frac{(\text{监控输出值 2} - \text{监控输出值 1})}{(\text{显示值 2} - \text{显示值 1})} \right| \leq 6$

SYNTEC

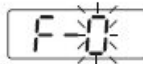
## 選擇輸出方式

1. 按住  鍵，至少持續 2 秒。  
傳感器進入共有功能選擇模式。

2. 按  鍵讓 "F" 閃爍。

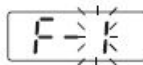


3. 按  或  鍵進入監控輸出選擇狀態。



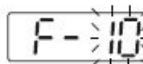
4. 按  鍵顯示 "F-1"。

按  鍵進入監控輸出方式選擇狀態。

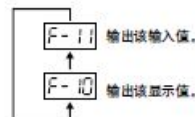


5. 選擇所需的輸出方式。

按  鍵更改功能編號。



| 功能編號 | 功能                             |
|------|--------------------------------|
| F-10 | 傳感器根據顯示值輸出模擬電壓。                |
| F-11 | 換算後或者對傳感器頭的信號輸入進行濾波後，傳感器頭輸出信號。 |



參照：使用下死點或偏心／振動模式（其中僅保留與顯示操作結果）中的保持模式時，應將輸出方式設置為 "F-11"。這樣您就可以檢查測量值當前所發生的變化。

6. 按  鍵保存輸出方式設置。  
保存設置後，傳感器返回到測量狀態。

## Keyence 放大器顯示

值 0~2 mm 對應至輸出電壓 0~5 V 設定(參考 keyence EX-V 使用手冊 P36)：

- i. 按住  鍵兩秒，進入共有功能選擇模式。
- ii. 按  鍵，使 "F" 閃爍
- iii. 按  鍵進入監控輸出功能設置狀態
- iv. 在顯示 "F-0" 時按  鍵，進入監控輸出換算設置狀態
- v. 設置校正點 1 的顯示值，顯示值顯示為紅色。  
(閃動數字上的值可以更改， 鍵更改閃動的數字， 調整數值，第五位和符號修改時，所有位數閃爍)
- vi. 按  鍵保存，然後校正點 1 的顯示值，接下來進入監控輸出設置狀態
- vii. 按照第五步的程式設置監控輸出值 1，按  鍵保存，監控輸出值顯示為綠色。
- viii. 重複第 5 至第 7 步驟，設置並保存校正點 2 的顯示值與監控輸出值。  
保存後，即設置完成，位移計返回測量狀態

**注意事項：**

**注 1：** 監控輸出換算的顯示值與監控值可設置在 -19999 至 +19999 之間。

**注 2：** 要設置換算功能時，一定要滿足以下條件。如果未能達到這些條件，將顯示 "Err 3" 並禁用設置程序。顯示出錯信息後，可按  鍵刪除出錯信息並重試設置。

(1) 顯示 1 - 顯示值 2  $\neq$  0

(2) 監控輸出值 1 - 監控輸出 2  $\neq$  0

(3) 
$$0.0001 \leq \left| \frac{(\text{監控輸出值 2} - \text{監控輸出值 1})}{(\text{顯示值 2} - \text{顯示值 1})} \right| \leq 6$$

ix. 接下來設置輸出方式，按  兩秒，進入共有功能選擇模式。

x. 按  鍵，使 "F" 閃爍

xi. 按  進入監控輸出功能設置狀態

xii. 按  鍵，使畫面顯示 "F-1"，按  鍵進入監控輸出方式選擇狀態

xiii. 選擇 "F-11" 後，按  鍵保存輸出方式。

2. 另外Keyence EX-V系列的模擬輸出電壓範圍在-5V~5V，因此也要將FC-ADDA模組設置成**AD5V**模式(AD讀取範圍-5V~5V)，

**控制器相關設定：**

將FC-ADDA模組的值，存放於30000~30007，由於位移計訊號接到**AD0**，所以資料存放於**R值30000**。

讀取起始R: 30000

寫入起始R: 29990

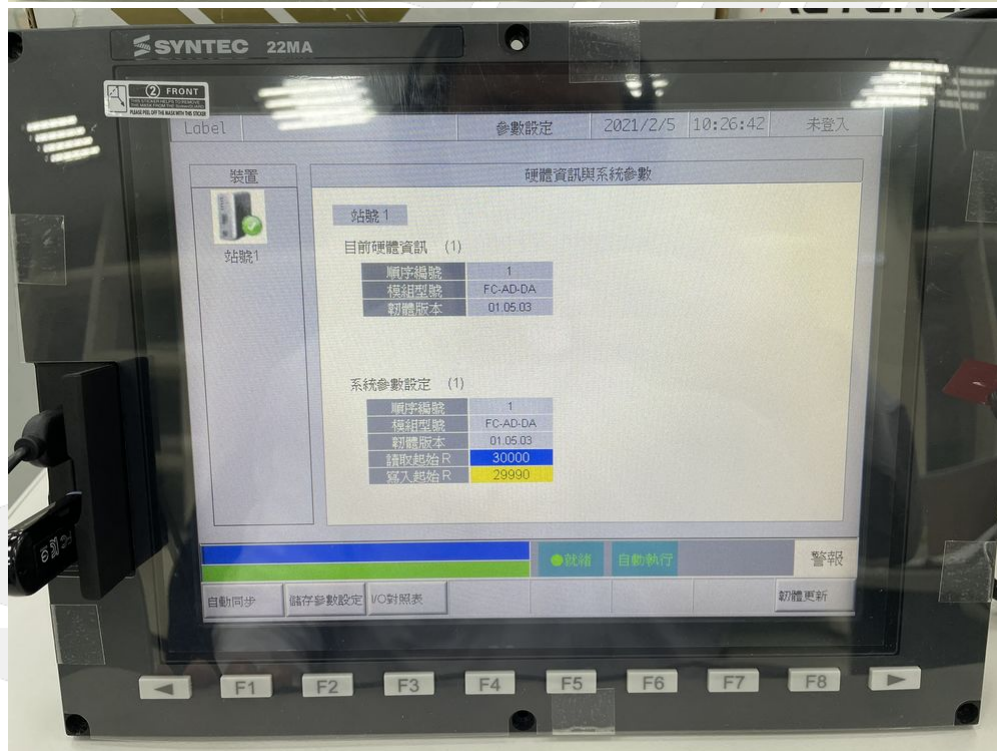
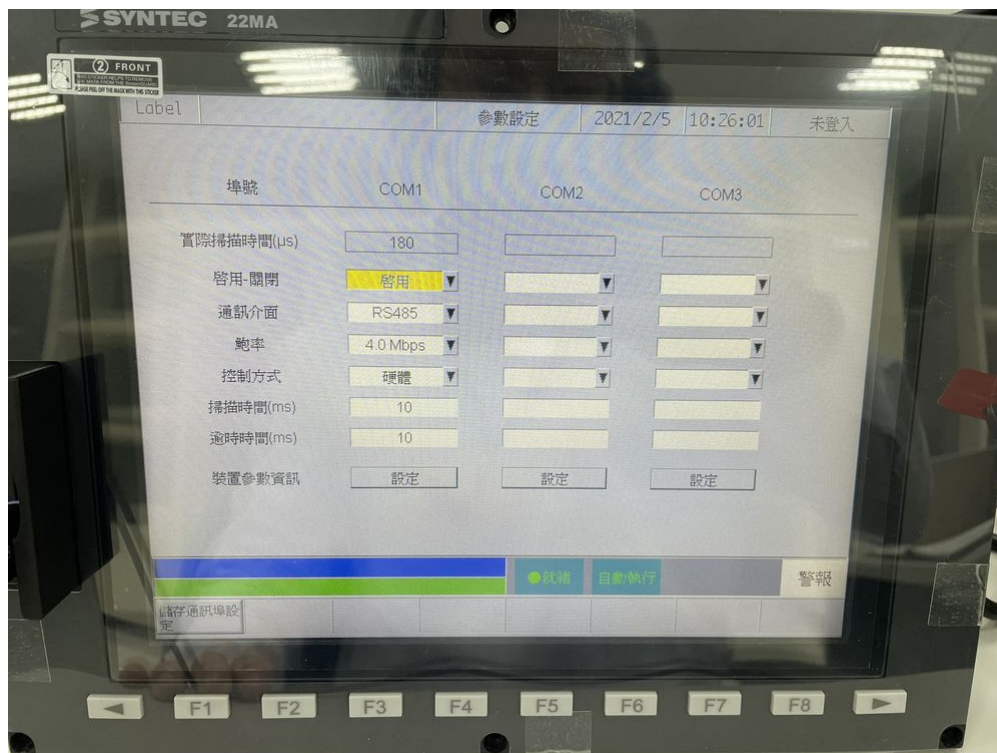
將R值29990設置為0，即會將FC-ADDA模組設置成**AD5V**模式

**控制器設定照片**

鮑率: 4.0 Mbps

掃描時間(ms): 10

**SYNTEC**



#### 13.11.4 4.位移計校正(調節輸出特徵):

放大器上會顯示位移計測量數值，但**位移計的測量值會受到測量物材質與大小的影響**，不同材質有不同的特性，導致位移計測量距離與放大器顯示數值可能不一樣

因此**測量前，必須對目標物進行校正，藉此調節輸出特徵。**

(此議題主要是將Keyence放大器的顯示值顯示於R值上，因此在此實作中並未實際校正)

舉例：

當對SS41進行校正，且測量物的材質為SS41，距離1mm時模組顯示1mm[手冊p93]

但是測量物材質為Cu時，顯示值則大約3mm，因此需要對測量物校正，

**校正後，放大器即可顯示正確的測量值，也可以輸出與顯示值對應的電壓。**

**備註：在初始設定測試，顯示值為1.112 mm時測量電壓，發現實際輸出電壓與顯示值仍有微小的差異，誤差約0.2%**

#### 詢問Keyence :顯示值與輸出電壓的誤差

Keyence回覆：

類比精度並非KEYENCE保證之規格。

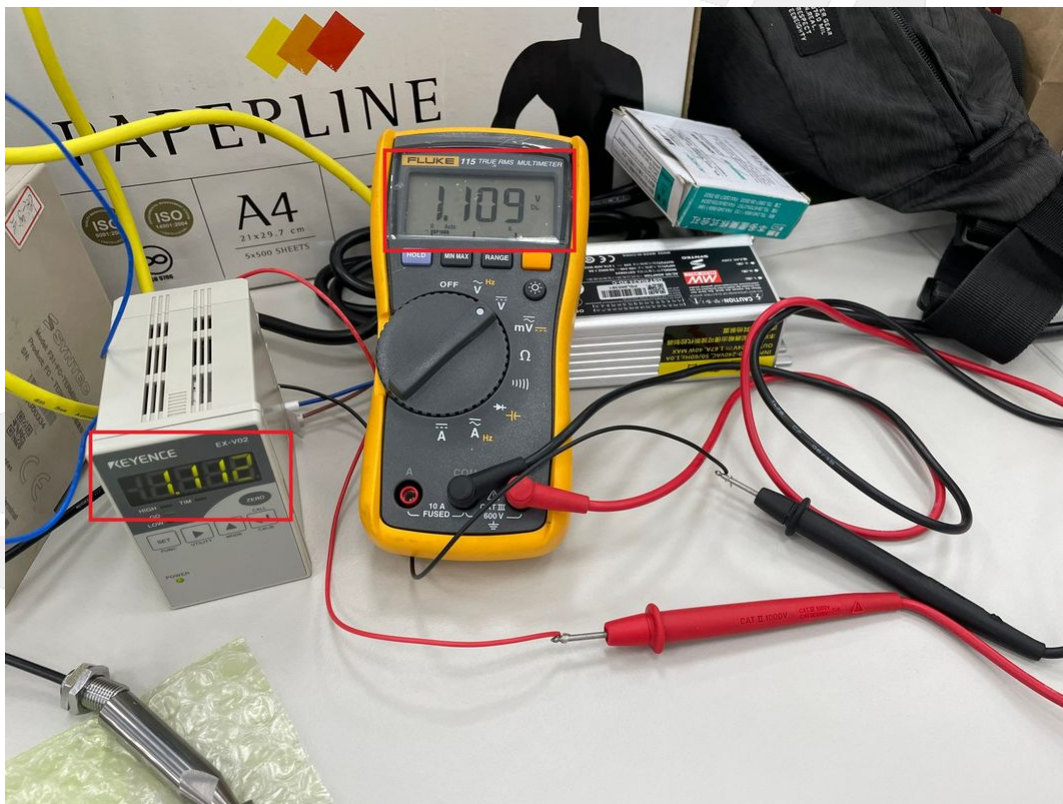
理由是依據接收類比電壓裝置不同，其所表現之誤差也可能隨之波動。

但，依照KYENCE自社測試結果，

EX-V類比精度 (與顯示值之間的誤差): 正負0.06% of F.S. (F.S.=5V; 0-50°C)

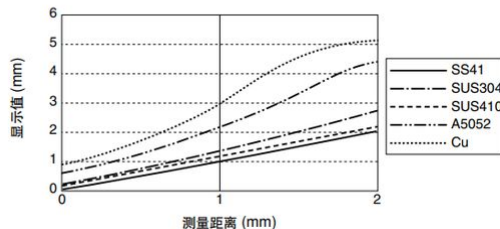
解析度: 2mV

測試照片：



## 不同材質的測量物的輸出特徵

### ■ EX-110V



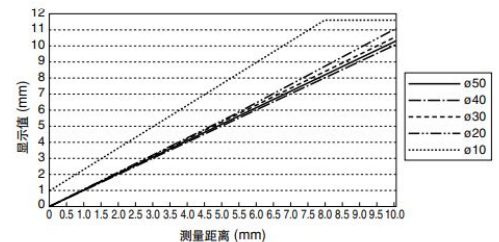
注：調節後，不要改變螺母與螺絲的位置。如果改變了其位置，即使是將螺母或螺絲位於如圖所示的範圍內，輸出特徵也將可能發生改變。

## 不同直徑的測量物的輸出特徵

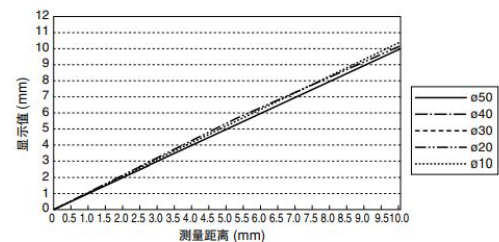
### 測量略圖



- 採用 EX-V10 和 EX-422V 時 (目標物：鐵 [S45C, t = 30 mm])
- 用標準目標物進行校準時 (80 × 80 mm)：



- 用直徑各不相同的多个目標物進行校準時：



## Keyence EX-110V校準順序(手冊P9-P10)：

1. 按 鍵兩秒，待放大器顯示"0"並進入調節模式。
2. 需要在感測頭前方15cm沒有金屬物時，按 使放大器顯示"1"並進入下一步設置。(請勿用手觸摸到感測頭的金属部分)

詢問Keyence：校準步驟2的注意事項提到感測頭周圍15cm內不能有金屬物體，我想請問這也包含位移計的治具嗎？(若位移計是安裝在金屬治具上)

回覆：

因為主體本身就是金属材料，所以不用擔心制具材料的問題，在感測圖頭正下方不要有其他干擾量測的物體即可。

3. 使感測頭與目標物**直接接觸**，按下 進行第一次校正 (放大器顯示"2"並進入下一步設置)
4. 移動感測頭，使感測頭與目標物距離**2 mm**，按下 進行第二次校正(放大器顯示"3"並進入下一步設置)
5. 移動感測頭，使感測頭與目標物距離**1 mm**，按下 進行第三次校正(放大器顯示"End")
6. 按下 鍵後重啟電源
7. 校正完成

備註：

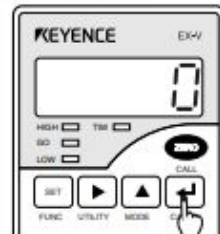
- a. 步驟4、5所需的1、2 mm**需要使非金屬的塊規或墊片**(ex.陶瓷塊規)

- b. 按下SET鍵可以停止調節，位移計會在未調節的條件下開始測量
- c. 調節過程中，如未能正確調節感測頭與測量物之間的距離，將顯示"err6"。按 

#### Keyence EX-V手冊：調節輸出特徵(P9-P10)

1. 至少按  鍵兩秒。

传感器显示出“0”并进入调节模式。



2. 在传感器头周围没有金属物体时，按  键。

传感器显示出“f”并进入下一步的设置操作。

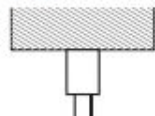


**注 1：**勿用手触摸传感器头的金属部分。

**注 2：**要保证传感器头周围 15 cm 的范围之内没有金属物体。

# SYNTEC

3. 让传感器头与目标物接触。



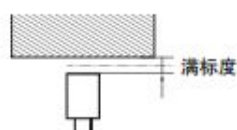
4. 按 键。

传感器显示“2”，并进入下一步设置操作。



5. 移动传感器头。

移动传感器头，使传感器与目标物之间的距离达到传感器头测量距离的满标度 (最大距离)。



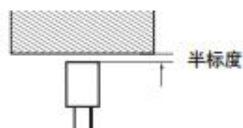
6. 按 键。

传感器显示“3”，并进入下一步设置操作。



7. 移动传感器头。

移动传感器头，使传感器与目标物之间距离达到传感器头测量距离的一半 (半标度)。



8. 按 键。

传感器显示“End”。



9. 按 键后重启电源。

传感器开始测量。

参照：要停止调节时，请按 (设置) 键。然后，传感器在未进行调节的条件下开始测量。

注：如在调节过程中未能正确调节传感器头与目标物之间的距离，将显示“Err 6”。按 键删除错误，然后再次调节该距离。

### 13.11.5 5.將測量值顯示在控制器上，並將R值的單位轉換為0.1um

(此步驟主要提供測試用，若使用溫升補償軟體，可以跳過這段，軟體內可以設置)

Keyence放大器顯示值(mm)、Keyence放大器監控輸出電壓(V)、FC-ADDA模組輸出至控制器R值的關係如下：

1. Keyence放大器顯示值0~2mm對應至監控輸出電壓0~5V

## 2. Keyence監控輸出電壓0~5V對應R值0~32767

【FC-ADDA模組5V模式支援-5~5V輸入，R值為16bit所以顯示為值為-32767~32767(代表-5~5V)】

將R值轉換為長度，單位**0.1 $\mu$ m**(位移計解析度0.4 $\mu$ m)，目前在PLC做運算，將換算值存於R值30010

### PLC

目前掃描時間設置為10 ms，因此在PLC中設置每10 ms更新一次資料。

cnc.lad



## 13.12 溫度計訊號接回控制器實作

### 13.12.1 需求描述

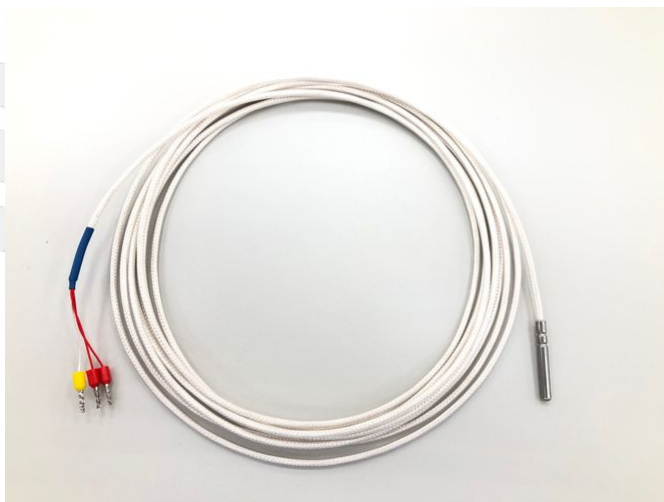
根據溫補相關資料匯整評估實作，將購入的ADAM-4015 RTD輸入模組的溫度訊號接回控制器，並且顯示正確的溫度數值在R值上。

- 溫度感測器安裝：使用ADAM-4015 RTD輸入模組，嘗試用modbus通訊接回控制器確認可擷取到訊號。

#### 感測器簡介

接回控制器的方式：建議走通訊方式(RS485 Modbus)接回控制器，預期未來控制器要接許多感測器也會碰到通訊問題，有機會可以先嘗試如何使用，加上走通訊的轉換器一個就會多支援多組輸入，可以方便使用者安裝。

使用的溫度計：RTD電阻溫度裝置(熱電阻)，工業界常見的型號是三線式PT100(溫度範圍-200°C到650°C)，顏色相同的兩條線為共通。除此之外，四線式的精度雖然更高但是成本也高。



## 13.12.2 規格文件(Help手冊)

PRDCOM-529 感測器訊號接回控制器實作  
 FC-IO模組使用說明手冊  
 FC 溫感模組應用文件  
[20200316 泛用自動化+modbus通訊.pptx](#)  
 新代Modbus應用入門.pdf  
 ADAM模組使用說明手冊

## 13.12.3 實作方式

### 1. 實驗器材規格確認:

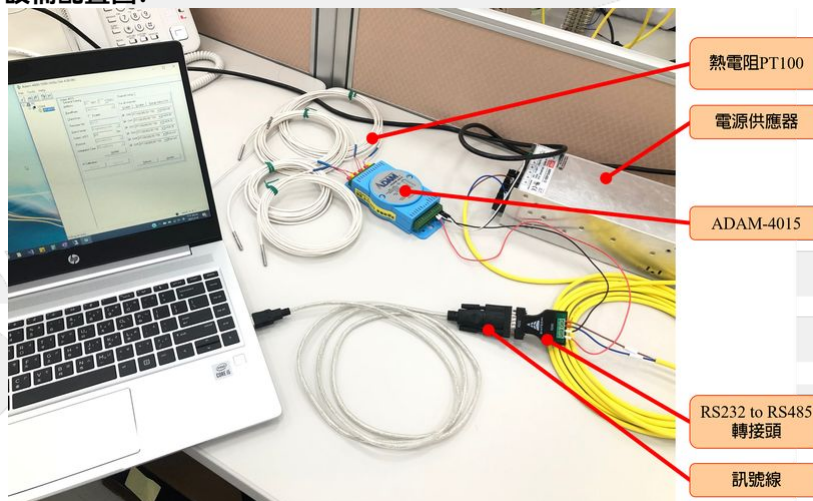
#### 設備規格

- 控制器型號: F01-22MA-10-SEP-DG-S
- 控制器版本: 21MA-H\_10.118.39
- 研華RTD輸入模組型號: ADAM-4015
- 熱電阻型號: PT100(385)
- 電源供應器: HRPG-600-12
- 三孔電源線: W01-SM001\_SM006L
- 轉接頭: RS485 to RS232、DB9 RS485接線式端子板
- 訊號線: USB to RS232

### 2. 驗收實驗器材是否正常運行:

#### 實驗事前準備: 驗收器材

#### a. 設備配置圖:



#### b. 筆電所需的驅動程序與軟體:

#### 驅動程序與軟體清單

ADAM-4015 RTD輸入模組軟體: ADAM-4000-5000Utility (官網下載)  
 USBtoRS232驅動程序: PL2303 Windows Driver

c. ADAM-4015 RTD輸入模組配線圖：



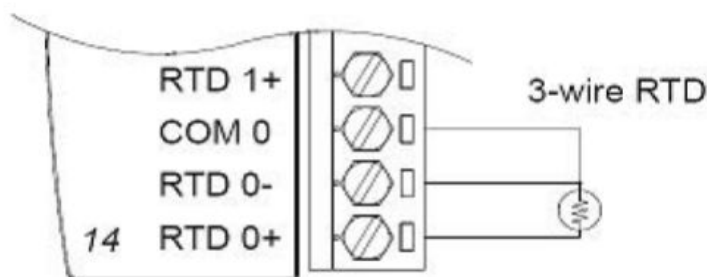
模組孔位介紹

- (R)+Vs: 電源供應器正極
- (B)GND: 電源供應器負極
- (Y)DATA+: 訊號線正極
- (G)DATA-: 訊號線負極
- INIT\*: 模組設定功能(按照手冊介紹的接法)
- COM 0: RTD共通端引線
- RTD0-: RTD共通端引線
- RTD0+: RTD非共通端引線

圖：三線式RTD接法

圖：INIT

孔位接法與說明



1 RTD接法

To alter baud rate or checksum settings, you must perform the following steps:

- Power on all components except the ADAM Module.
- • Power the ADAM module on while shorting the INIT\* and GND terminals (See Figure 2.3) or set the INIT switch to "Init" (See Figure 2-4)

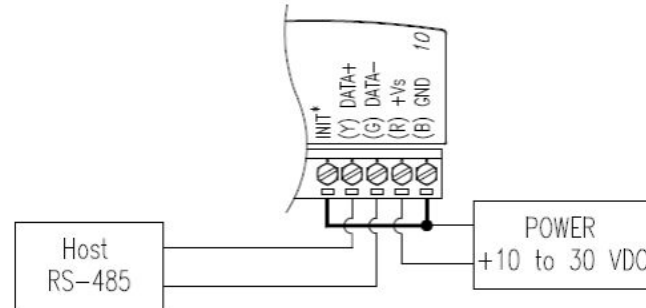
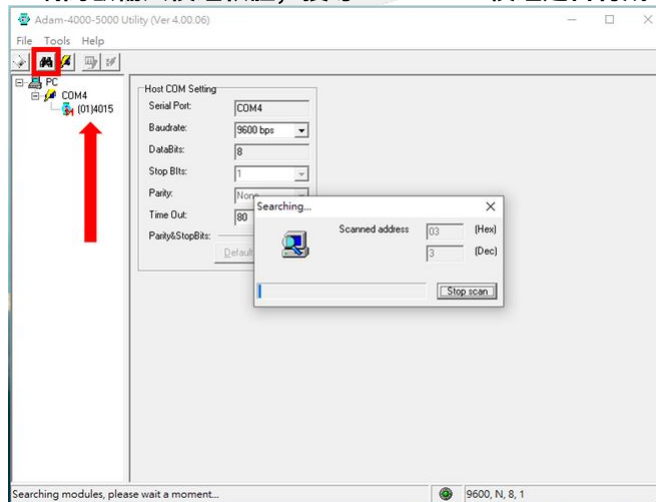


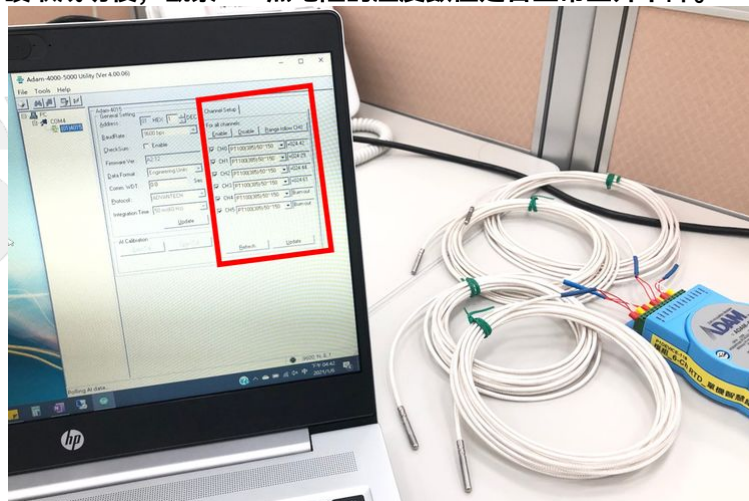
Figure 2.3 Grounding the INIT\* Terminal

d. 驗收方式：

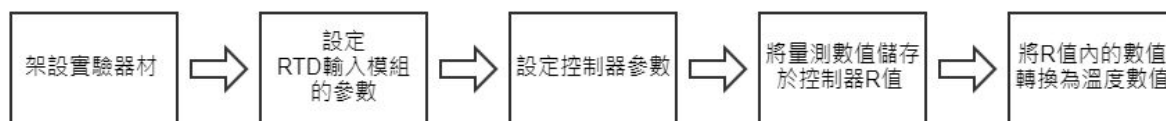
PC端開啟輸入模組軟體，搜尋ADAM-4015模組是否有成功讀取。



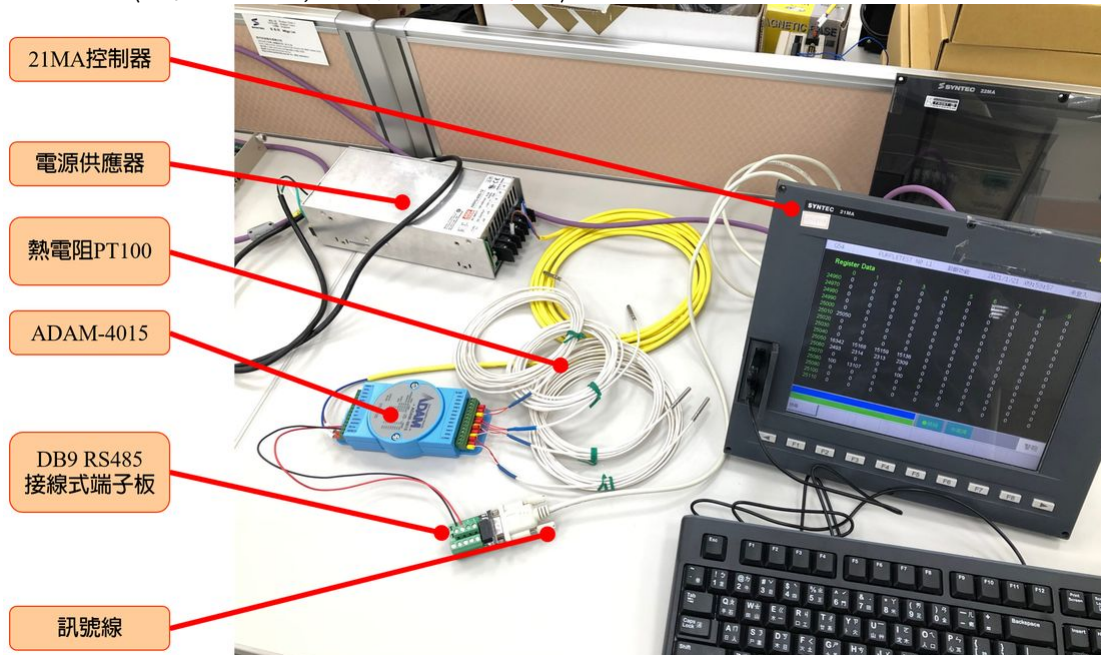
讀取成功後，觀察RTD熱電阻的溫度數值是否正常上升下降。



### 3. 實驗重點：在控制器上讀取溫度計訊號



#### a. 設備配置圖(控制器為**主站**，RTD輸入模組為**從站**):



#### 筆電所需的驅動程序與軟體:

ADAM-4015 RTD輸入模組軟體: ADAM-4000-5000Utility (官網下載)

USBtoRS232驅動程序: PL2303 Windows Driver

CommUart Assistant (Serial Assistant): Microsoft Stroe 串口調試助手

#### b. 設定RTD輸入模組的參數:

根據模組介紹，透過INIT孔位對模組進行初始化狀態設定。

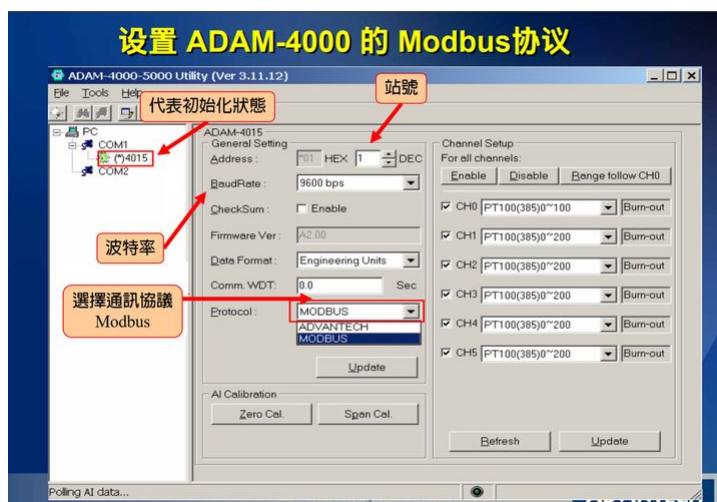
在模組處於初始化狀態時，模組前方會顯示(\*)，並且可以設定**站號**、**波特率**、**通訊協議**等。

#### RTD輸入模組參數設定

| RTD輸入模組參數 |          |
|-----------|----------|
| 站號        | 1        |
| 波特率       | 9600 bps |
| 通訊協議      | MODBUS   |

#### ADAM模組設定介面介紹:

Modbus RTU通訊方式採用主從方式；其中，主站與從站各自的站號、波特率皆**必須一致**。



設定完畢後，斷開INIT孔位與GND孔位的連接，啟動Utility並重新搜尋模組。  
此時的模組前方會顯示(01)，代表站號。

c. 設定控制器相關參數：  
**Modbus參數設定**

| 參數                    | 數值  | 參數說明                             |
|-----------------------|-----|----------------------------------|
| pr3234 啟用Modbus Slave | 0   | 是否將控制器設定為Slave，0為不啟用。            |
| pr3235 Modbus Slave站號 | 0   | 設定為Slave時的站號，不啟用時設定為0。           |
| pr3941 通訊速度           | 2   | 設定波特率（Baud Rate），設定為2時為9600 bps。 |
| pr3942 資料位元數          | 8   | 設定通訊時所用的位元數，範圍7~8。               |
| pr3947 流量控制方式         | 0   | 0：無，1：硬體，2：軟體，3：RS485。           |
| pr3948 同位檢查方式         | 0   | 0：無，1：奇，2：偶。                     |
| pr3949 停止位元數          | 1   | 1：1位元，2：2位元。                     |
| pr3950 通訊逾時異常時間       | 100 | 用來判斷通訊是否異常的讀取時間，範圍10~1000(ms)。   |

d. 透過RTD輸入模組，將量測數值並存於R值。  
透過ADAM模組使用說明手冊，查詢ADAM-4015 RTD輸入模組的Address，讀取到的溫度數值儲存於1~8位址。

**Mapping Table**

1. ADAM-4015 5-channel RTD Input Module and ADAM-4015T 5-channel Thermistor Input Module

| ADDR 0X | Channel | Item            | Attribute | Memo       |
|---------|---------|-----------------|-----------|------------|
| 00201   | 0       | Burn-out Signal | R         | 1.Burn-out |
| 00202   | 1       | Burn-out Signal | R         |            |
| 00203   | 2       | Burn-out Signal | R         |            |
| 00204   | 3       | Burn-out Signal | R         |            |
| 00205   | 4       | Burn-out Signal | R         |            |
| 00206   | 5       | Burn-out Signal | R         |            |
| 00207   | 6       | Burn-out Signal | R         |            |
| 00208   | 7       | Burn-out Signal | R         |            |
| ADDR 4K | Channel | Item            | Attribute | Memo       |
| 40001   | 0       | Current Value   | R         |            |
| 40002   | 1       | Current Value   | R         |            |
| 40003   | 2       | Current Value   | R         |            |
| 40004   | 3       | Current Value   | R         |            |
| 40005   | 4       | Current Value   | R         |            |
| 40006   | 5       | Current Value   | R         |            |
| 40007   | 6       | Current Value   | R         |            |
| 40008   | 7       | Current Value   | R         |            |
| 40201   | 0       | Type Code       | RW        | 0x00 0x0e  |
| 40202   | 1       | Type Code       | RW        |            |
| 40203   | 2       | Type Code       | RW        |            |
| 40204   | 3       | Type Code       | RW        |            |
| 40205   | 4       | Type Code       | RW        |            |
| 40206   | 5       | Type Code       | RW        |            |
| 40207   | 6       | Type Code       | RW        |            |
| 40208   | 7       | Type Code       | RW        |            |
| 40211   |         | Module Name 1   | R         | 0x40 0x18  |
| 40212   |         | Module Name 2   | R         | 0x50 0x00  |
| 40213   |         | Version 1       | R         | 0xa2 0x00  |
| 40214   |         | Version 2       | R         | 0x00 0x00  |
| 40221   |         | Channel Enable  | RW        | 0x00 0xff  |

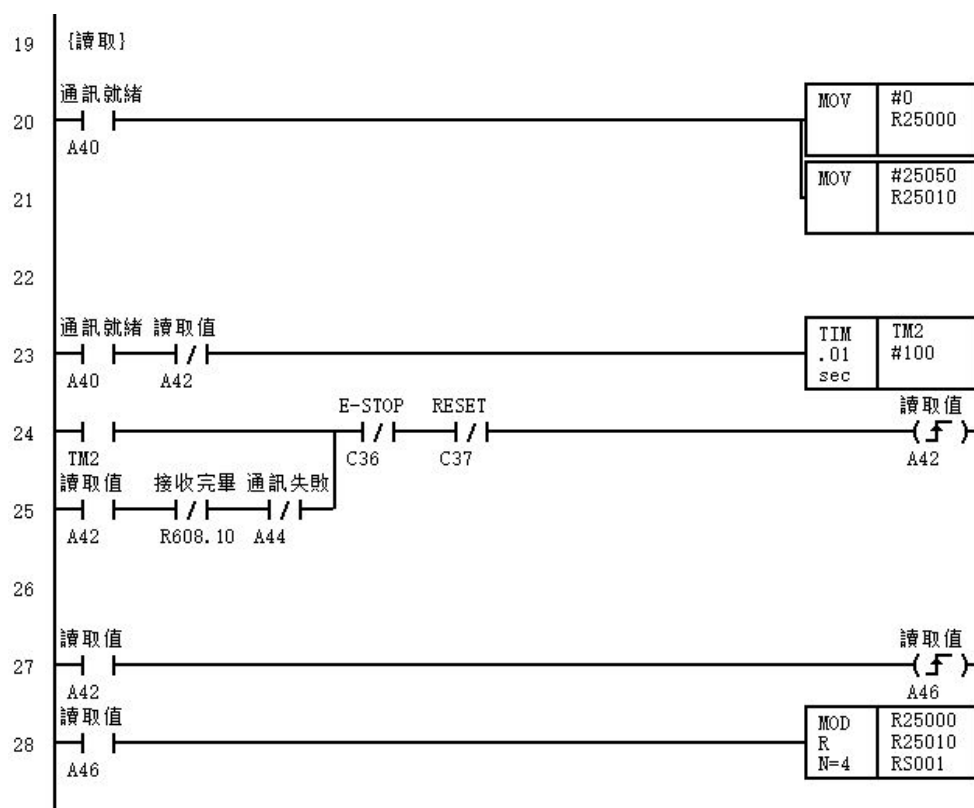
為了透過RTD輸入模組取得量測的數值，需要透過控制器(主站)發送命令給RTD輸入模組(從站)。因此，在PLC階梯圖中，利用PLC元件「MODR(Modbus Read讀取元件)」發送命令，讀取RTD輸入模組(從站)的數據並回傳到控制器(主站)儲存於R值當中。

#### PLC階梯圖

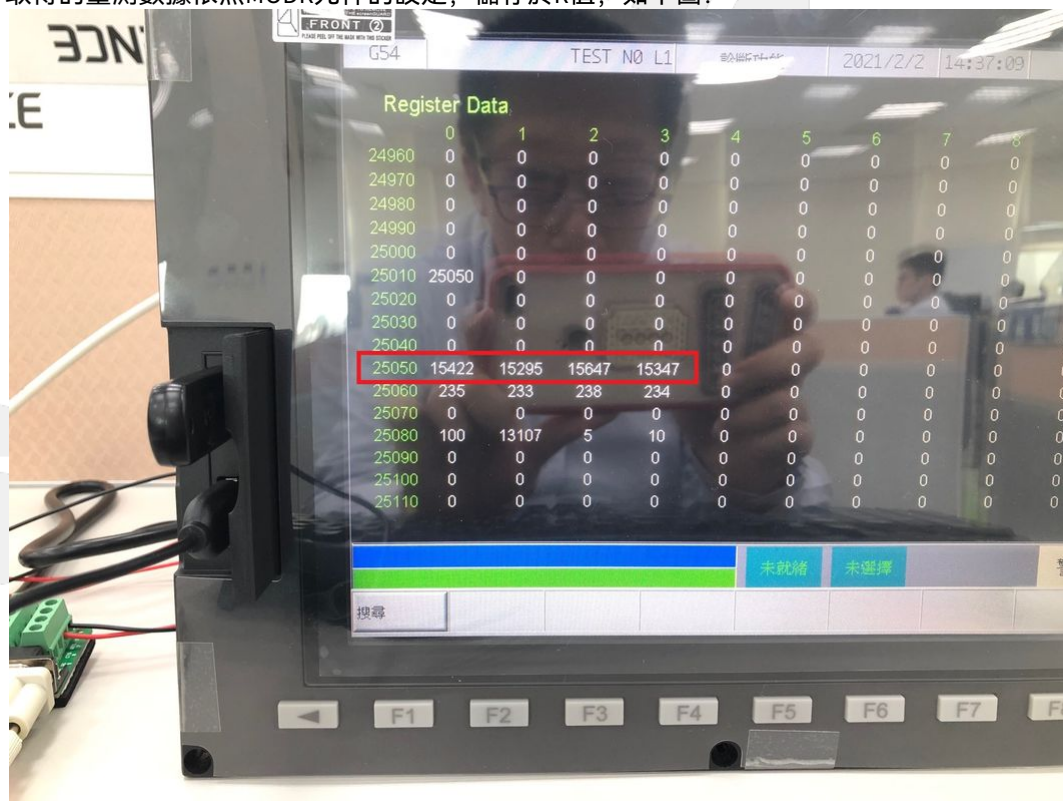
階梯圖詳解：

- Line 20：在通訊就緒的同時，將0填入R值25000。為了讀取數值時，外部裝置被讀取的起始位址。
- Line 21：在通訊就緒的同時，將25050填入R值25010。為了讀取數值時，將各Channel的數值從R25050開始填入，所以需要給予填入R值時的起始位置。
- Line 23~25：通訊就緒On後，等待1秒讀取一次數值。
- Line 28：PLC元件「MODR(Modbus Read讀取元件)」。  
R25000填入外部裝置要讀取的起始位址；R25010填入回傳訊號要放入的R值編號；RS001代表裝置位址(主站對1號從站請求資料)；N=4代表讀取的資料筆數(將從R25050填到R25053)。

# SYNTEC



取得的量測數據依照MODR元件的設定，儲存於R值，如下圖：



e. 將讀取到的數值轉換為溫度數值，取得最終實作結果。

4個PT100溫度計分別接在ADAM-4015 RTD輸入模組的 0~3 channel。透過RTD輸入模組軟體可以了解Modbus訊號回傳時是使用16bits的數值(0~65535)。

而PT100的溫度範圍可以量測-200°C到650°C，此次實驗中在軟體上設定為「PT100(385)0~100」。根據選定的溫度範圍，在PLC階梯圖中進行溫度數值的轉換，ADAM-4015 RTD輸入模組的精度為0.1°C，因此在階梯圖中規劃單位轉換的運算。

轉換後的溫度數值顯示在R值25060~25063之中，單位為0.1°C。

R值說明：

(20210226修改，實作檔案之階梯圖已更新)

溫度轉換計算方式：

讀取到的R值以Rxxxx表示，轉換後的溫度數值以T表示。

$$T = (Rxxxx * R25085 * R25083 / R25081 / R25082) + (R25086)$$

| R值                 | 數值(量測範圍<br>0~100°C) | 數值(量測範圍<br>-50~150°C) | 說明                                                     |
|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|
| R25000             | 0                   | 0                     | 外部裝置被讀取的起始位址。                                          |
| R25010             | 25050               | 25050                 | 回傳值要填入的起始R值位置。                                         |
| R25050 ~<br>R25053 | 0~65535             | 0~65535               | 16bits的ADAM溫度模組Modbus訊號。                               |
| R25060 ~<br>R25063 | 0~1000              | -500~1500             | 轉換後的溫度數值(單位0.1°C)。                                     |
| R25080             | 100                 | 150                   | 設定量測溫度範圍的 <b>最大值</b> 。                                 |
| R25081             | 13107               | 13107                 | R值與溫度數值的比例換算<br>(65535=13107*5)，因為R值不能填入<br>≥65535的數值。 |
| R25082             | 5                   | 5                     | R值與溫度數值的比例換算<br>(65535=13107*5)，因為R值不能填入<br>≥65535的數值。 |
| R25083             | 10                  | 10                    | 單位轉換為0.1°C。                                            |
| R25084             | 0                   | -50                   | 設定量測溫度範圍的 <b>最小值</b> 。                                 |
| R25085             | 100                 | 200                   | 溫度範圍最大值與最小值的溫度差。                                       |
| R25086             | 0                   | -500                  | 經過單位轉換(0.1°C)的量測溫度範圍 <b>最小值</b> 。                      |

此議題中，將轉換完畢的溫度數值T，放置於R25060~R25063中，單位為0.1°C。

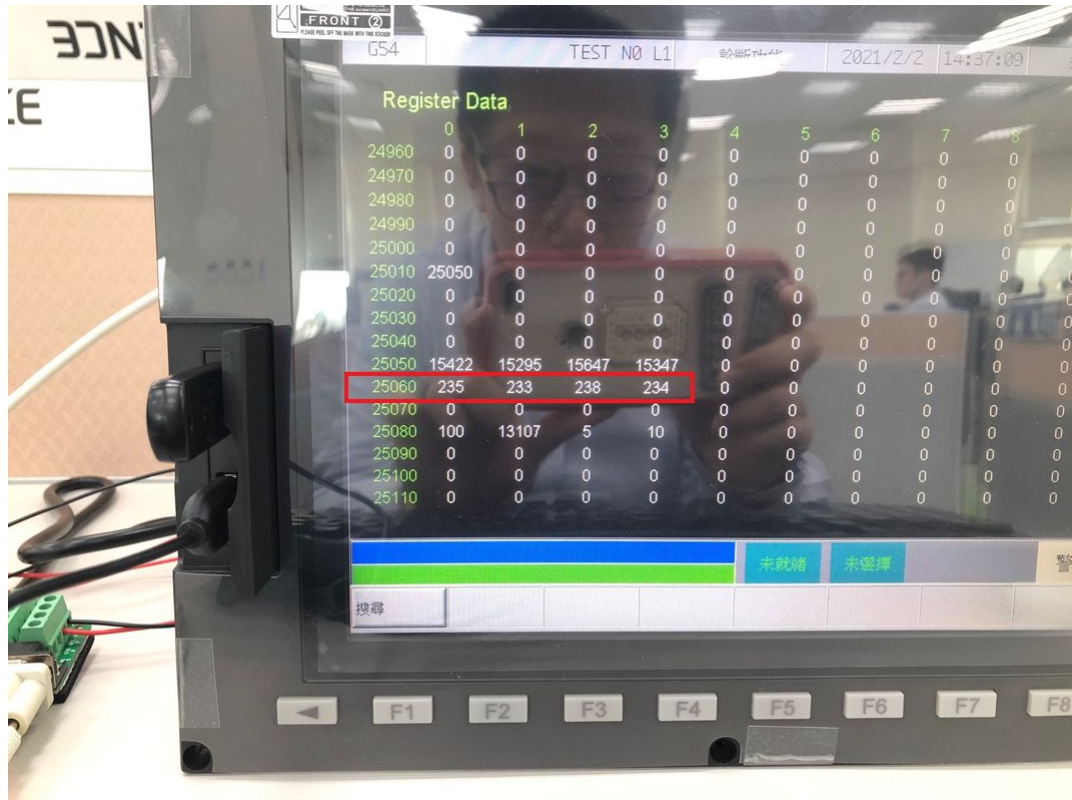
轉換後的溫度數值：

Channel 0: 23.5°C

Channel 1: 23.3°C

Channel 2: 23.8°C

Channel 3: 23.4°C



f. 實作檔案整理：

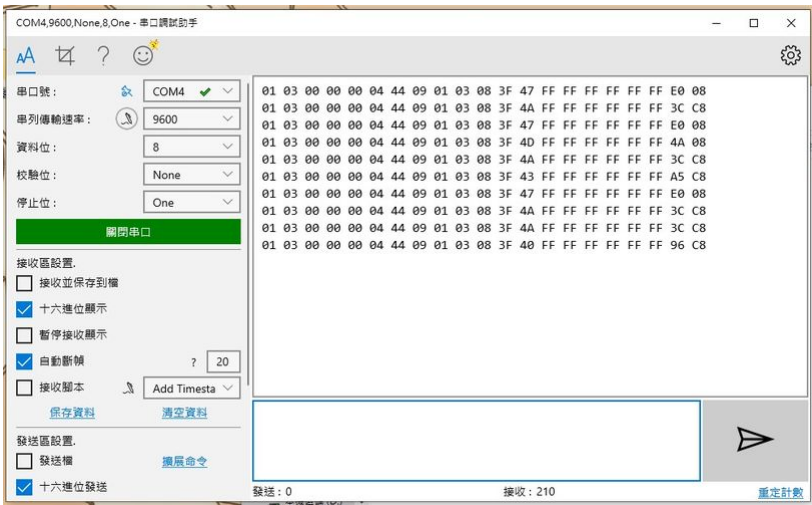
PLC階梯圖完整檔案(cnc.lad)，PLC階梯圖僅包含Modbus設定的檔案(cnc\_Modbus.lad)，控制器參數MB備份檔(控制器參數MB備份檔.zip)。

g. 附錄：串口調試助手監控與測試Modbus RTU通訊語法

**監控與測試Modbus RTU通訊語法**

- 透過串口調試助手，可以做到以下兩件事情：
  1. 監控控制器(主站)與RTD輸入模組(從站)之間的Modbus RTU通訊語法。
  2. 以PC端為主站，發送想測試的Modbus RTU通訊語法到從站，並獲得從站回傳的命令。

以下為範例，總共接收 0 ~ 3 channel 的數值，僅 0 channel 有接上感測器。  
根據設定的讀取數值間隔秒數，顯示從站回傳的命令。



ii. 以PC端為主站，發送想測試的Modbus RTU通訊語法到從站，並獲得從站回傳的命令。

PC端做為主站發送01 03 00 00 00 08 44 0C (讀取0~7位址數值)

RTD輸入模組從站回覆 01 83 02 C0 F1 (非法的數據地址)

**讀取失敗**

**原因：**第五六位數請求讀取8個暫存器，但實際上ADAM-4015僅有6個Channel。

**將第五六位數更改過後，並重新計算一次校驗碼。**

因為只有使用前4個Channel，因此設定為00 04。

PC端做為主站發送01 03 00 00 00 04 44 09 (讀取0~3位址數值)

RTD輸入模組從站回覆 (回傳4個位址的數據)

**讀取成功**

**Modbus指令範例：**

- 範例情境：控制器為主站，RTD輸入模組為從站。模組上共有 0~5 channel，僅 0 和 3 channel有連接溫度計。

主站發送命令： 01 03 00 00 00 06 C5 C8

| 位數    | 輸入的指令 | 指令的意思                           |
|-------|-------|---------------------------------|
| 第一位數  | 01    | 對應第01站號                         |
| 第二位數  | 03    | 功能碼03讀取(06為寫入)                  |
| 第三四位數 | 00 00 | 從站裝置要被讀取的地址(hex)。               |
| 第五六位數 | 00 06 | 讀取6個暫存器(1個暫存器2個位元組，共12個位元組)     |
| 第七八位數 | C5 C8 | 檢查校驗碼，(將除校驗碼以外的位數在網路上能找到對應的校驗碼) |

從站回傳命令： 01 03 0C 5D 70 FF FF FF FF 5D EC FF FF FF FF B9 A0

| 位數       | 回傳的指令 | 指令的意思                           |
|----------|-------|---------------------------------|
| 第一位數     | 01    | 對應第01站號                         |
| 第二位數     | 03    | 功能碼03為讀取(06為寫入)                 |
| 第三位數     | 0C    | 總共讀取的位元組數量，6個暫存器共12個位元組。        |
| 第四五位數    | 5D 70 | 第一個暫存器的內容。(0 channel)           |
| 第六七位數    | FF FF | 第二個暫存器的內容。(1 channel)           |
| 第八九位數    | FF FF | 第三個暫存器的內容。(2 channel)           |
| 第十、十一位數  | 5D EC | 第四個暫存器的內容。(3 channel)           |
| 第十二、十三位數 | FF FF | 第五個暫存器的內容。(4 channel)           |
| 第十四、十五位數 | FF FF | 第六個暫存器的內容。(5 channel)           |
| 第十六、十七位數 | B9 A0 | 檢查校驗碼，(將除校驗碼以外的位數在網路上能找到對應的校驗碼) |

### 13.13 熱伸長特性實驗量測說明

透過機台在最高速度下往復移動，量測軸向的熱伸長特性，**交付雷射干涉儀和感測器量測資料。**

1. 速度：G00速度( Ex: 30000 mm/min )
2. 行程：全行程( Ex: 700 mm )
3. 加熱趟數：250趟
4. 量測次數：20次，得出20條線
5. 雷射干涉儀每走20mm紀錄一個點
6. 總時間約為2小時
7. 流程如下：  
step1: G00全行程(5趟5次、10趟5次、15趟5次、20趟5次)=>step2: 雷射干涉儀量測=>step3: 感測器量測(位移感測器)

### 13.13.1 Step1 感測器設定: 確認感測器訊號正確

- 將感測器參數設定完成，根據裝設的感測器來設定，例如只有一個感測器，就只要設定**紅色區塊**
  - Ex: 測試微動開關方案，則只要設定**紅色區塊**

| G54                             |  | 0 NO L1 |  | 機台座標     |  | 2021/10/27                 |  | 14:54:54 |           | 未登入 |  |
|---------------------------------|--|---------|--|----------|--|----------------------------|--|----------|-----------|-----|--|
| 補償功能設定                          |  |         |  |          |  | 請使用者確實設定下列表格中的參數，目前頁碼: 1/2 |  |          | 開機預設: OFF |     |  |
| 感測器相關參數                         |  | 補償軸向:   |  | X        |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器形式(0:對刀儀, 1:渦電流計, 2:溫度計)  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器量測對應 R 值                  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器座標位置(單位: BLU)             |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器最大值(32767)對應位移量(單位: BLU)  |  | 32767   |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器最小值(-32768)對應位移量(單位: BLU) |  | -32768  |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器型式(0:對刀儀, 1:渦電流計)         |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器量測對應 R 值                  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器座標位置(單位: BLU)             |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器最大值(32767)對應位移量(單位: BLU)  |  | 32767   |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器最小值(-32768)對應位移量(單位: BLU) |  | -32768  |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 測試用感測器型式(0:對刀儀, 1:渦電流計)         |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 測試用感測器量測對應 R 值                  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
|                                 |  |         |  |          |  | ●就緒                        |  | 自動執行     |           | 警報  |  |
| 軸向熱變位補償參數                       |  | 感測器參數設定 |  | 模型訓練參數設定 |  |                            |  |          |           |     |  |

- Ex: 測試渦電流對+微動開關方案，則需要設定**紅色區塊+黃色區塊**

| G54                             |  | 0 NO L1 |  | 機台座標     |  | 2021/10/27                 |  | 14:54:54 |           | 未登入 |  |
|---------------------------------|--|---------|--|----------|--|----------------------------|--|----------|-----------|-----|--|
| 補償功能設定                          |  |         |  |          |  | 請使用者確實設定下列表格中的參數，目前頁碼: 1/2 |  |          | 開機預設: OFF |     |  |
| 感測器相關參數                         |  | 補償軸向:   |  | X        |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器形式(0:對刀儀, 1:渦電流計, 2:溫度計)  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器量測對應 R 值                  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器座標位置(單位: BLU)             |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器最大值(32767)對應位移量(單位: BLU)  |  | 32767   |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 補償用感測器最小值(-32768)對應位移量(單位: BLU) |  | -32768  |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器型式(0:對刀儀, 1:渦電流計)         |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器量測對應 R 值                  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器座標位置(單位: BLU)             |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器最大值(32767)對應位移量(單位: BLU)  |  | 32767   |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 校正用感測器最小值(-32768)對應位移量(單位: BLU) |  | -32768  |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 測試用感測器型式(0:對刀儀, 1:渦電流計)         |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
| 測試用感測器量測對應 R 值                  |  | 0       |  |          |  |                            |  |          |           |     |  |
|                                 |  |         |  |          |  | ●就緒                        |  | 自動執行     |           | 警報  |  |
| 軸向熱變位補償參數                       |  | 感測器參數設定 |  | 模型訓練參數設定 |  |                            |  |          |           |     |  |

- Ex: 測試渦電流對+對刀儀+內部溫感方案，則需要設定三區塊

- 注意：目前內部溫感只能設定在紅色區塊，其他則依據使用者習慣設定

### 13.13.2 Step2 溫升實驗&數據蒐集: 儲存雷射干涉儀資料+感測器量測資料(位移感測器+內部溫感)

預計會有雷射干涉儀資料21個檔案, 感測器量測資料21個檔案

量測流程如下, 目前需要人工觸發截取訊號:

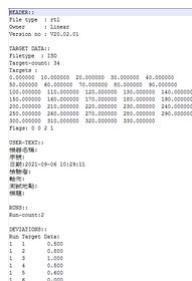
step1: G00全行程(5趟5次、10趟5次、15趟5次、20趟5次)=>step2: 雷射干涉儀量測=>step3: 感測器量測(位移感測器+內部溫感)

舉例: 行程最負端為-600, 最正端600

- step1: G00全行程加熱(來回5趟), 回最負端-600
- step2: 分析平台示波器按下開始截取
- step3: 雷射干涉儀量測, 每走40mm(機械座標)紀錄一個點, 來回一趟回最負端-600
- step4: 接觸式感測器量測, G31觸發 (=>有接觸式感測器材需要做此步驟, ex: 微動開關.對刀儀)
- step5: 分析平台示波器按下停止截取

以上步驟重覆20趟, 蒐集螺桿溫升實驗數據。

存檔的檔案名稱建議以雙位數字號碼編排, 軟體讀檔順序才會正確: 00, 01, 02, 03, ..., 10, 11, 12, 13, ..., 20, 21, 22, 23, ..., 且雷射干涉儀資料名稱需與分析平台資料名稱對應。可參考下表: (ex: 00.rtl 對應 00.acsv, 01.rtl 對應 01.acsv)

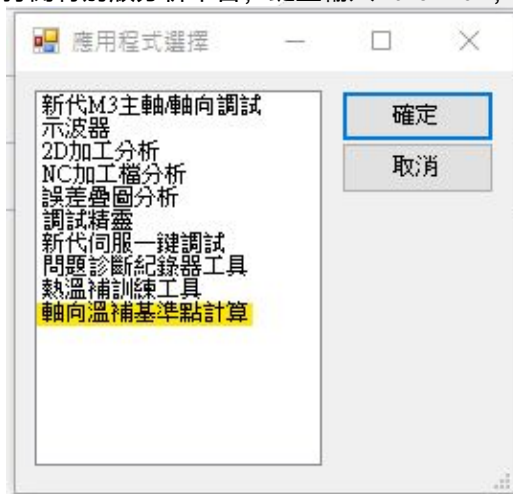
|                  |                     | 雷射干涉儀資料                                                                                              | 分析平台資料                                                                                                                                      |
|------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 冷機實驗             | 不加熱                 | 00.rtl(干涉儀歸0)<br> | 00.acsv, 50ms取樣周期, 機械座標.進給.渦電流/內部溫感R值/接觸感測器觸發機械座標R值<br> |
| 溫升實驗<br>_No1~5   | G00全行程加熱<br>(來回5趟)  | 01.rtl(干涉儀不歸0)                                                                                       | 01.acsv                                                                                                                                     |
| 溫升實驗<br>_No6~10  | G00全行程加熱<br>(來回10趟) | (干涉儀不歸0)                                                                                             |                                                                                                                                             |
| 溫升實驗<br>_No11~15 | G00全行程加熱<br>(來回15趟) | (干涉儀不歸0)                                                                                             |                                                                                                                                             |

|                  |                     | 雷射干涉儀資料  | 分析平台資料 |
|------------------|---------------------|----------|--------|
| 溫升實驗<br>_No16~20 | G00全行程加熱<br>(來回20趟) | (干涉儀不歸0) |        |

### 13.13.3 Step3 匯整資訊: 針對雷射干涉儀和分析平台擷取資料匯整成Excel檔/交付上一步驟的42個檔案，提供模型

💡研發人員提供溫補特別版分析平台: SyntecAnalytics\_Thermo.zip

1. 打開特別版分析平台，鍵盤輸入" thermo "，應用程式當中會出現 " 軸向溫補基準點計算 "

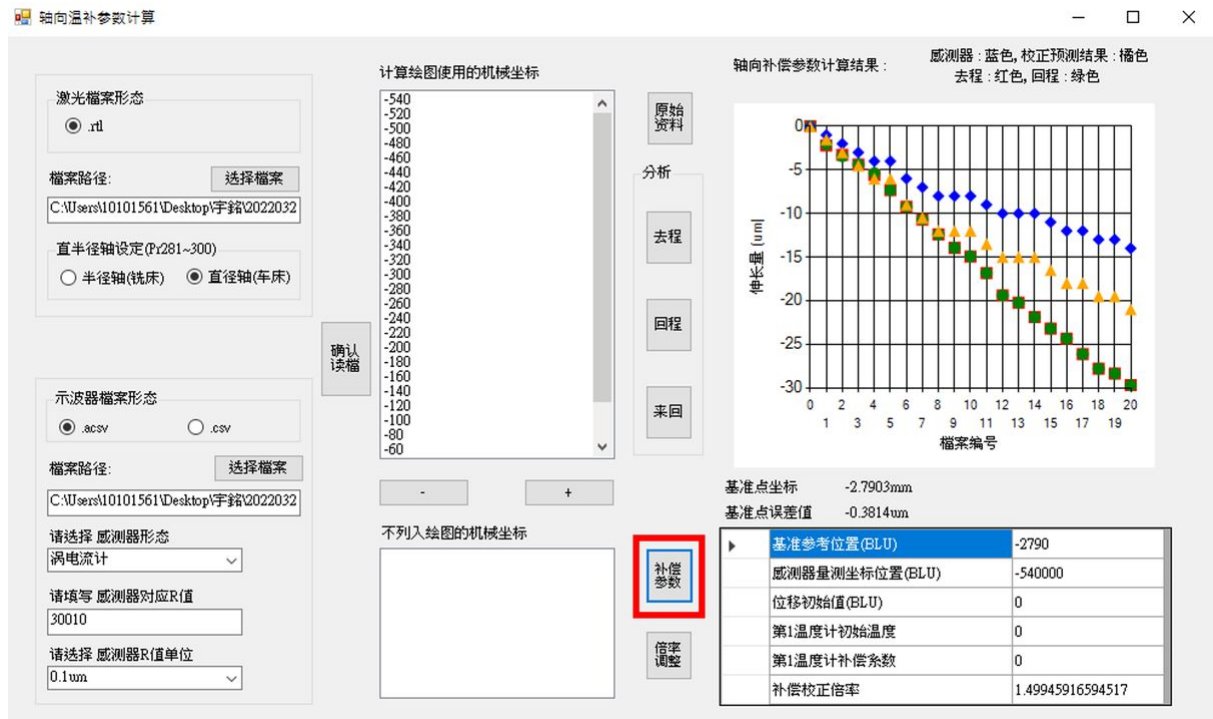


# SYNTEC

點擊後確定執行。介面如下所示：

- 點選"選擇檔案", 選擇資料夾內其中一個檔案, 即可以將整個資料夾內的雷射干涉儀和分析平台的檔案匯入,
- 選擇"直半徑軸設定", 車床選擇直徑軸, 銑床選擇半徑軸
- 填寫補償用的感測器資訊, 包含 感測器型態, 感測器R值, 感測器R值單位(0.1um, 1um)

- 匯入後點選" 確認讀檔 "，完成後將會顯示有打雷射的機械座標  
 ⚠ 若有出現其他提示，**補償倍率大於10倍**，雷射干涉儀與示波器機械座標對應錯誤，可以將雷射干涉儀的資料與分析平台的資料打包，**找研發人員討論排查**
- 點選" 補償參數 "，會算出補償需要用到的相關參數，依照數字填入控制器的畫面上，**補償倍率只需要填到小數第2位**



#### 13.13.4 Step4 補償量測實驗(step3.4與溫升實驗相反)

- 設定完成後，若有使用渦電流，請先進行螺桿端面校正測試

SYNTEC



預計會有雷射干涉儀資料21個檔案, 感測器量測資料21個檔案

量測流程如下, 目前需要人工觸發截取訊號:

step1: G00全行程加熱(前10次5趟、後10次10趟)=>step2: 雷射干涉儀量測=>step3: 感測器量測(位移感測器+內部溫感)

舉例: 行程最負端為-600, 最正端600

1. step1: G00全行程加熱(來回5趟), 回最負端-600
2. step2: 分析平台示波器按下開始截取
3. **step3: 接觸式感測器量測, G31觸發 ( =>有接觸式感測器材需要做此步驟, ex: 微動開關.對刀儀 )**
4. **step4: 雷射干涉儀量測, 每走20mm(機械座標)紀錄一個點, 來回一趟回最負端-600**
5. step5: 分析平台示波器按下停止截取

以上步驟重覆20趟, 蒐集螺桿溫升實驗數據。

# SYNTEC

## 14 智慧容差控制(ICC)功能手冊

### 14.1 功能概述

#### 14.1.1 一、智慧容差控制(ICC)功能的精神

- ICC 開啟後，系統將參考 **Pr404** 的濾波效應，做最佳的速度規劃，使所有特征的加工精度能被精準控制
- 透過調大容許誤差，系統可以自動做到降低加工精度、提升加工效率；調小容許誤差，則可以提高加工精度、降低加工效率

#### 14.1.2 二、功能開關後的限速特性

- ICC 開啟後，系統根據使用者設定的容差( **Pr3987**、**Pr3988** )、**Pr404**、**Pr408** 設定做限速
  - 容差調大，有較好的加工效率；容差調小，有較好的加工精度
  - **Pr404** 設定主要用於抑振，當 **Pr404** 調大，要滿足相同的加工精度，則會使得加工效率下降
  - **Pr408** 設定主要用於限制圓弧軌跡的向心加速度。若 **Pr408** 調得太小，則向心加速度的限制會優先於精度控制，使的實際加工精度會比指定的圓弧誤差( **Pr3987** ) 更好
- ICC 關閉後，系統僅參考轉角、圓弧速度設定( **Pr406**、**Pr408** )做限速；不參考 **Pr404**、**Pr3987**、**Pr3988** 做限速

#### 14.1.3 三、開啟與設定功能的途徑

- ICC可以由以下三種任一個方法啟用與設定
  - 設定參數 **Pr3986**、**Pr3987**、**Pr3988**
  - 設定多組高速高精參數，加工中使用 **G120.1** 語法 切換參數
  - 使用 **G5.1 Q5** 語法

#### 14.1.4 四、注意事項

- 此功能只考慮 **Pr404** 後加減速平滑功能，不考慮其他平滑功能或濾波器的綜合效果。例如在 **Pr3981**≠0 或 **Pr3983**≠0 時，都將可能造成輪廓誤差變大，此時輪廓誤差將無法透過此功能的啟用加以限制
- 承上，此功能也無法解決伺服落後造成的輪廓失真，要解決伺服落後造成的輪廓失真，可以開啟伺服前饋功能，請參考 **Pr3850**、**Pr3808**

### 14.2 參數說明

| 版本  | 參數編號   |       | 說明            | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|-------|---------------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3986 |       | 智慧容差控制(ICC)開關 | [0~1] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P21431 | N1~N4 |               |       |    |     |         |

- 此參數決定是否使用智慧容差控制(ICC)功能，參數值定義如下：
  - **0**: 關閉功能
  - **1**: 開啟功能

- ICC功能 **開啟** 時，圓弧精度參考 Pr3987 智慧容差控制(ICC)圓弧誤差(um)，轉角精度參考 Pr3988 智慧容差控制(ICC)轉角誤差(um)。
- ICC功能 **關閉** 時，則無精度控制的概念。**圓弧速度參考Pr408、轉角速度參考Pr406。**
- ICC功能對輪廓精度的控制，只在 **G01/G02/G03/G02.4/G03.4** 單節上有效。
- ICC功能的詳細說明可以參考：智慧容差控制(ICC)功能手冊。
- 支援版本：10.118.66M、10.118.70I、10.118.78 及後續版本。

| 版本  | 參數編號   |       | 說明                  | 範圍       | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|-------|---------------------|----------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3987 |       | 智慧容差控制(ICC)圓弧誤差(um) | [1~1000] | um | 10  | 按Reset鍵 |
| V12 | P21432 | N1~N4 |                     |          |    |     |         |

- 當 Pr3986 智慧容差控制(ICC)開關 開啟時，系統會依此參數控制圓弧誤差。
- 當 Pr3986 智慧容差控制(ICC)開關 開啟時，**圓弧速度規劃仍持續參考 Pr408 的限制。**  
**建議在機構變形量可接受的情況下，將 Pr408 設定得盡量大，使圓弧速度規劃由 Pr3987 主導，而不會受限於 Pr408。**
- 智慧容差控制功能對**圓弧誤差**的控制，只在 **G01/G02/G03/G02.4/G03.4** 單節上有效，容差控制功能的詳細說明可以參考：智慧容差控制(ICC)功能手冊。
- 支援版本：
  - 10.118.66M、10.118.70I、10.118.78 及後續版本，設定 Pr3987 指定 圓弧誤差 與 轉角誤差。
  - 10.120.42D, 10.120.45 以及後續版本，設定 Pr3987 指定 圓弧誤差，設定 Pr3988 指定 轉角誤差。
- **圓弧誤差建議先根據 CAM 轉檔公差設定。**如果希望加工效率更好可以再將容差調升；反之，若希望將加工精度控制得更好，則可以將容差調降。

| 版本  | 參數編號   |       | 說明                  | 範圍       | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|-------|---------------------|----------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3988 |       | 智慧容差控制(ICC)轉角誤差(um) | [0~1000] | um | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P21433 | N1~N4 |                     |          |    |     |         |

- 當 Pr3986 智慧容差控制(ICC)開關 開啟時，系統會依此參數控制轉角誤差。
- Pr3988 設定為 **0**，則**轉角誤差與圓弧誤差的設定值有正相關**，此時調整圓弧誤差( Pr3987 或者 G5.1 Q5 R\_)，轉角誤差會有相應變動。
- 智慧容差控制功能對**轉角誤差**的控制，只在 **G01/G02/G03/G02.4/G03.4** 單節上有效。
- 容差控制功能的詳細說明可以參考：智慧容差控制(ICC)功能手冊。
- 支援版本：10.120.42D, 10.120.45 以及後續版本。

### 14.3 G碼指令說明

#### G5.1Q5 R\_ E\_

R: 平滑後的圓弧誤差(單位為 IU，範圍：0.001mm ~ 1.0mm)

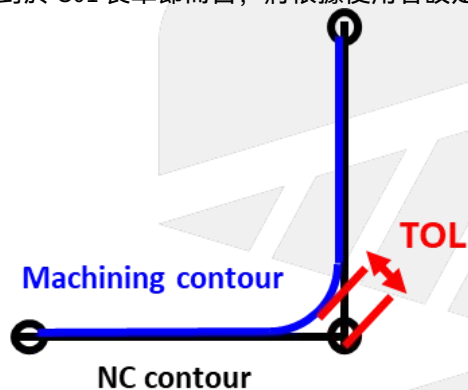
E: 平滑後的轉角誤差(單位為 IU, 範圍: 0.001mm ~ 1.0mm)

## G5.1 Q0

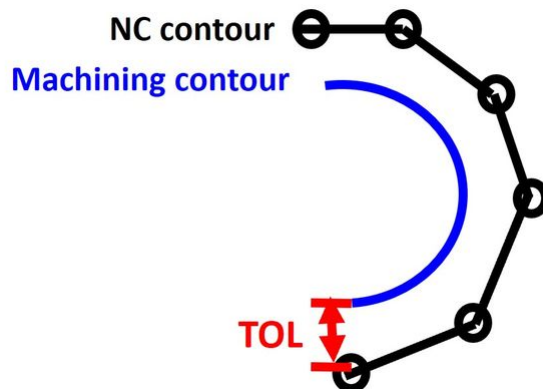
Q0: 關閉平滑功能(包含: 濾雜點平滑、加點平滑、智慧容差)

### 14.4 說明

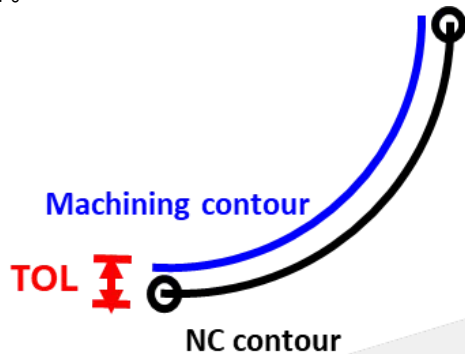
1. 開啟智慧容差控制功能(ICC)以後, 系統將在考慮 Pr404 平滑效果的情況下做限速, 使圓弧誤差逼近使用者指定的 R<sub>+</sub>、轉角誤差逼近使用者指定的 E<sub>+</sub>。
2. 此功能僅作用於 G01/G02/G03/G02.4/G03.4 單節上。
  - a. 對於 G01 長單節而言, 將根據使用者設定的轉角誤差(E<sub>+</sub>), 逼近相鄰 NC 單節的交點。



- b. 對於 G01 連續短單節而言, 將根據使用者設定的圓弧誤差(R<sub>+</sub>), 使圓弧更接近 NC 輪廓。



- c. 對於 G02/G03/G02.4/G03.4 單節而言，將根據使用者設定的圓弧誤差( $R_{\_}$ )，使圓弧更接近 NC 輪廓。



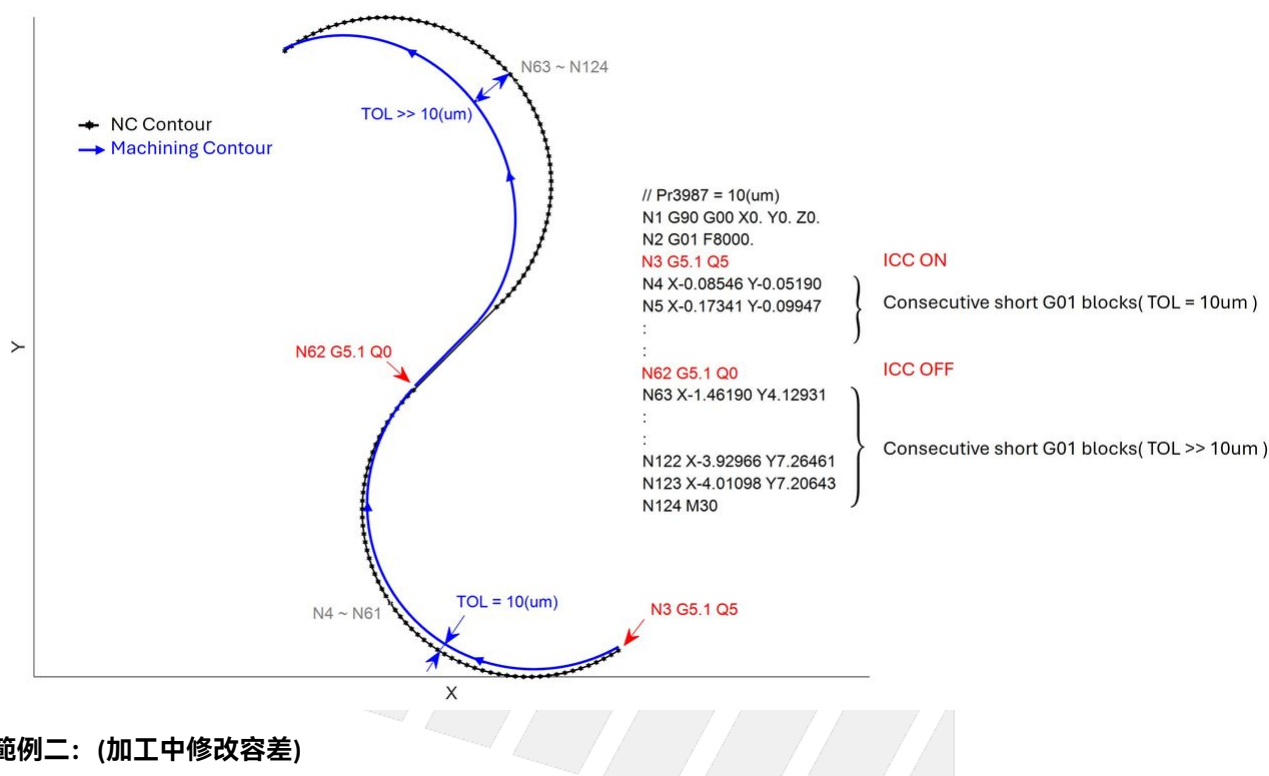
3. 使用 G5.1 指令開關**智慧容差控制功能**:
  - a. Q 引數設定 5，將開啟智慧容差控制功能。
  - b. Q 引數設定 0、1、2，將關閉智慧容差功能。關閉智慧容差後帶來的影響，可以參考 智慧容差控制(ICC)功能手冊。
  - c. 功能的生效與取消時機，將發生於 G5.1 Q\_ 指令後的單節。
  - d. 切換智慧容差開關時，進給速度會降至 0。
4. 使用 G5.1 指令設定容差:
  - a. **G5.1 Q5 R\_** 指令後的圓弧將到達 R 引數指定的圓弧誤差。
  - b. **G5.1 Q5 E\_** 指令後的轉角將到達 E 引數指定的轉角誤差。
5. G5.1 指令引數不完整的情況:
  - a. G5.1 沒下 Q 引數，會跳 COR-107【G5.1、G05指令格式錯誤】作為提醒。
  - b. G5.1 Q5 沒下 R、E 引數，則會依照 Pr3987、Pr3988 的設定值作容差設定依據。
  - c. G5.1 Q5 R\_ 沒下 E 引數，則圓弧誤差參考 R 引數，轉角誤差參考 Pr3988。
  - d. G5.1 Q5 E\_ 沒下 R 引數，則圓弧誤差參考 Pr3987，轉角誤差參考 E 引數。
6. 加工檔中沒下 G5.1 指令，則會依照 Pr3986 的設定值，決定是否開啟智慧容差控制功能。
7. 加工檔中有下 G5.1 指令，重置(Reset)或程式結束(M30)時，將根據Pr3986 的設定決定智慧容差控制功能是否啟用；以 Pr3987、Pr3988 設定值做為容差設定依據。

## 14.5 注意事項

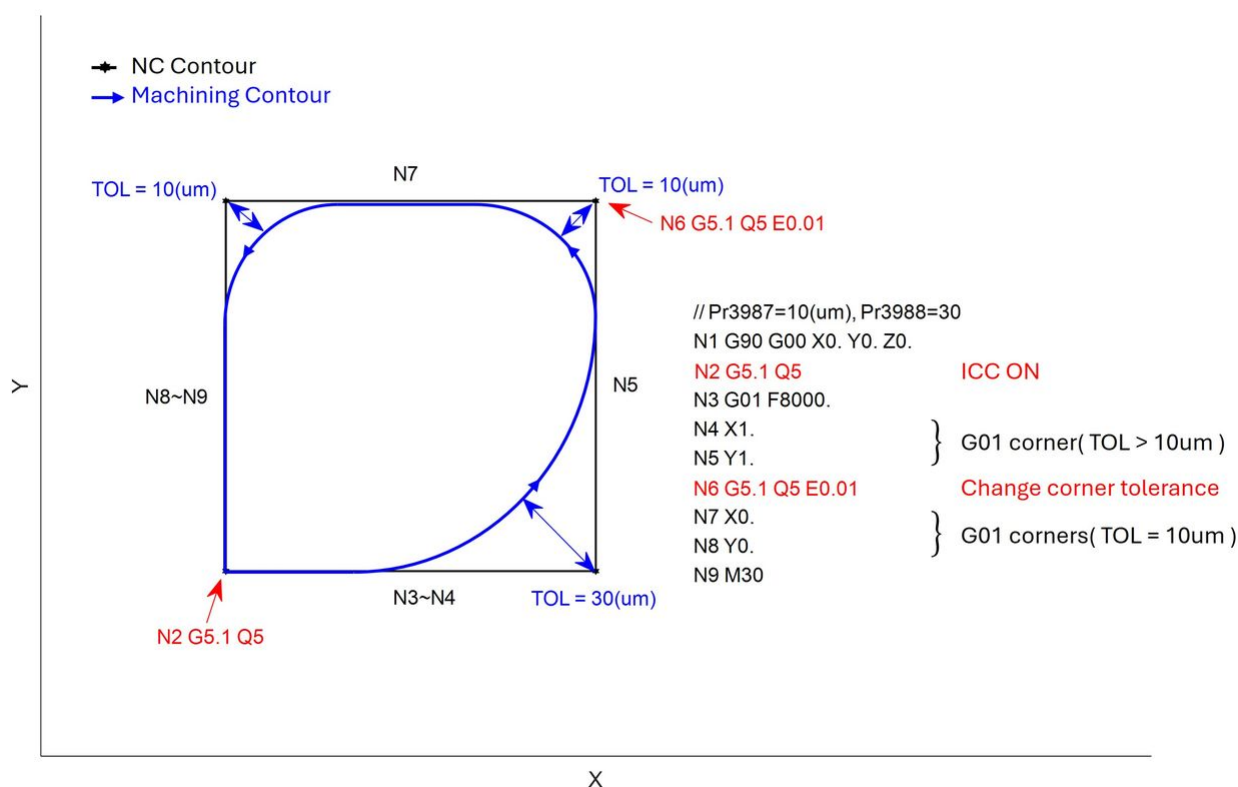
1. 要達到較好的加工效率，轉角誤差( $E_{\_}$ )建議設定比圓弧誤差( $R_{\_}$ )大。
2. 若 Q 或 R、E 引數輸入格式錯誤時，會跳 COR-107【G5.1、G05指令格式錯誤】作為提醒。
3. 在 G43.4/G43.5 開啟 或 G10 L1501 開啟情況下，此功能將失效。
4. 支援版本： 10.120.42D, 10.120.45 以及後續版本。

## 14.6 程式範例

範例一：(加工中開關智慧容差控制功能)



範例二：(加工中修改容差)



## 15 剛性攻牙應用手冊

### 15.1 前言

根據主軸馬達不同響應特性，新代控制器主要提供兩種剛性攻牙方式：追隨攻牙與同動攻牙。追隨攻牙適用於主軸馬達與進給軸馬達性能較不匹配的加工中心；同動攻牙則適用於主軸馬達與進給軸馬達性能相當的鑽孔攻牙機。

### 15.2 變頻攻牙

#### 15.2.1 啟用條件

- 控制器DA孔 & 變頻型主軸(Pr1791=0)

#### 15.2.2 應用規格

- 進給軸的命令規劃，取決於主軸當下反饋位置、軸卡傳送命令的延遲，以及進給軸的伺服落後效應。一般適用於主軸馬達與進給軸馬達性能較不匹配的加工中心。
- 同動精度可藉由調整Pr417與Pr418來改善，相關調機步驟請參閱追隨攻牙調機程式。
- 孔底精度可藉由調整Pr419來改善，Pr419越大深度越淺；反之則會出現深度過切現象。
- 控制器不支援攻牙加減速規劃功能，應用上需開啟變頻器加減速功能。

#### 15.2.3 使用限制

- 若用來控制變頻主軸的指令不是M03、M04、M05，則必須要自行客製G84，將其中的M#2038及M#2039改成實際上進行攻牙動作的主軸之正反轉指令(例如M13、M14)，而將M05改成實際上進行攻牙動作的主軸之停止轉動指令(例如M15)。
- 孔底精度不佳，較適用通孔攻牙。
- 隨著加減速提高，對於進給軸命令的預判成效越差，因此並不適用於高速攻牙。

### 15.3 追隨攻牙

#### 15.3.1 啟用條件

- P1型主軸(Pr1791=1)
- V型主軸(Pr1791=2)

#### 15.3.2 應用規格

- 進給軸的命令規劃，取決於主軸當下反饋位置、軸卡傳送命令的延遲，以及進給軸的伺服落後效應。一般適用於主軸馬達與進給軸馬達性能較不匹配的加工中心。
- 同動精度可藉由調整Pr417與Pr418來改善，相關調機步驟請參閱追隨攻牙調機程式。
- 控制器支援鐘型加減速規劃功能，其中加速度(Amax)與沖量(Jmax)定義如下，當Amax或Jmax設定越大時，加減速越快，但易發生變頻器過電流，或是同動精度越差的狀況。

$$A_{max} = \frac{1000RPM}{Pr1971 \sim / 1000}, J_{max} = \frac{1000RPM/s}{Pr1981 \sim / 1000}$$

### 15.3.3 使用限制

- 隨著加減速提高，對於進給軸命令的預判成效越差，因此並不適用於高速攻牙。
- 主軸為脈沖控制(Pr381~Pr400=0或2)時，若變頻器未啟用位置控制，孔底精度將不甚理想。

## 15.4 同動攻牙

### 15.4.1 啟用條件

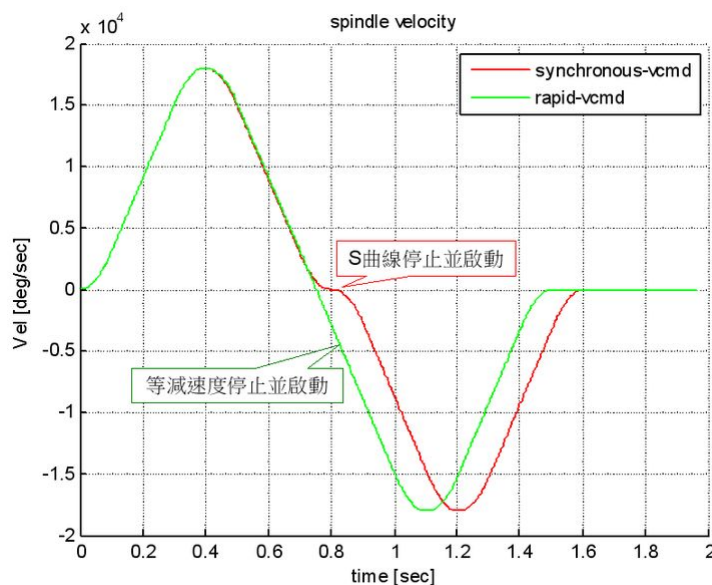
- P3型主軸(Pr1791=3)
- 新代主軸(Pr1791=4)

### 15.4.2 應用規格

- 控制器依據所設定的牙距，同時發送主軸與進給軸命令，一般適用於主軸馬達與進給軸馬達性能相當的鑽孔攻牙機。
- 控制器支援鐘型加減速規劃功能，其中加速度(Amax)與沖量(Jmax)定義如下，當Amax或Jmax設定越大時，加減速越快，但易發生變頻器過電流，或是同動精度越差的狀況。

$$A_{max} = \frac{1000RPM}{Pr1971 \sim /1000}, J_{max} = \frac{1000RPM/s}{Pr1981 \sim /1000}$$

- 當G84不帶PQ引數時，將啟用快速攻牙功能。快速攻牙原則上延續同動攻牙相關規格，但於孔底反轉時，將鐘形加減速行為變更為等減速度直接反轉，可有效減少振動量產生。



- 承上，快速攻牙亦有針對伺服落後作補償，孔底精度將優於其他攻牙模式。

### 15.4.3 使用限制

- 同動或快速攻牙時，需開啟主軸位置控制，並確定控制器中，主軸或進給軸的軸向伺服系統回路增益(Pr181~Pr200)與外部變頻器或驅動器設定一致，以確保兩軸同動成效。

## 15.5 注意事項

1. 攻牙過程中，重置或暫停(FeedHold)必須等到進給軸返回R點才生效。
2. 使用追隨攻牙時，若主軸馬達控制不平順或解析度不佳，將造成進給軸的命令抖動而出現噪音。
3. 切換加工主軸前(R791~)，若當前主軸處於攻牙狀態，須先以G80取消，避免後續出現非預期的加工動作。
4. 當主軸和軸向驅動器為「不同品牌」或「不同系列」，則可能因主軸和軸向驅動器通訊延遲不一致，而造成攻牙誤差過大，建議開啟Pr3972以降低攻牙誤差(Pr3972所支援的驅動器列表詳見其參數頁面)  
例：
  - 「M2安川Sigma5」搭配「M2安川Sigma7」進行攻牙
  - 「M3新代驅動器」搭配「M3安川Sigma7」進行攻牙

## 15.6 進階前饋攻牙

### 15.6.1 啟用條件

- 所有攻牙軸向(主軸和進給軸)適用 SPA 3.0 新代進階前饋控制  
Pr3850 設定為 2 (SPA 3.0 支援攻牙)
- SPA 3.0 啟用條件詳見 前饋補償應用文件

### 15.6.2 應用規格

- 基於同動攻牙，配合 SPA 3.0 驅動器前饋補償，進一步提升攻牙同動性，適用孔底精度要求較高的加工情境。
- 若 Pr3850 設定 2 卻不適用 SPA 3.0，自動退回原先支援的攻牙方式。
- 攻牙加減速參數沿用同動攻牙 (Pr1971~、Pr1981~)。
- 與同動攻牙相同，支援快速攻牙功能。
- 攻牙時主軸與進給軸同時啟用 SPA 3.0 前饋補償，攻牙結束後關閉：
  - 主軸 — 在進入 G63 攻牙模式時開啟前饋、離開攻牙模式關閉前饋。(i.e. 重複下攻牙循環，只會在第一次循環開始時開啟、最後一次循環結束時關閉)
  - 進給軸 — 在進入攻牙動作時開啟前饋。(i.e. 啄攻循環只會在第一次下深開啟，之後每次下深不用再切換)
- 攻牙使用切削速度前饋比 (Pn-190)、切削扭矩前饋比 (Pn-191)。

### 15.6.3 使用限制

- 控制器起始支援版本：10.118.86F, 10.118.89 / 驅動器起始支援版本：4.8.0、5.4.0、6.2.0。
- 主軸 servo on 初次攻牙需等待約 0.1~0.4 秒，讓驅動器完成激磁，這個環節若等待超過 1 秒，直接視為完成。
- 追隨性提升的同時，仍需注意 Pr1971~、Pr1981~ 設定，避免過於劇烈的加減速，導致主軸負載率過高或引起機台震動。
- 若主軸機構剛性較低，建議關閉切削扭矩前饋 (Pn-191 設 0)，這個情況下相較於一般同動攻牙，同動誤差改進幅度較小，但仍能提升孔底精度。

## 15.7 追隨攻牙調機程式

### 15.7.1 相關參數說明

| 版本  | 參數編號  |    | 說明       | 範圍       | 單位       | 初始值  | 修改後何時有效 |
|-----|-------|----|----------|----------|----------|------|---------|
| V10 | Pr416 |    | 剛性攻牙耦合時間 | [1~5000] | 0.001rev | 1000 | 按Reset鍵 |
| V12 | P1101 | N1 |          |          |          |      |         |

- 此參數僅適用於變頻攻牙(Pr1791=0)，目的用來決定攻牙時，進給軸追上主軸轉速所需的主軸旋轉圈數。設定值越小，進給軸追上主軸轉速的加減速越劇烈，因此易發生抖動；反之將造成牙洞入口處的同動精度不甚理想。

| 版本  | 參數編號  |    | 說明         | 範圍      | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|-------|----|------------|---------|----|-----|---------|
| V10 | Pr417 |    | 剛性攻牙速度回路增益 | [0~200] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P1102 | N1 |            |         |    |     |         |

- 此參數適用於追隨攻牙(Pr1791<3)，目的用來調整主軸等速時，進給軸追隨主軸的強度。數值越小，進給軸落後主軸越多；反之，則進給軸落後越小甚至超前。

| 版本  | 參數編號  |   | 說明          | 範圍      | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|-------|---|-------------|---------|----|-----|---------|
| V10 | Pr418 |   | 剛性攻牙加速度回路增益 | [0~200] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | -     | - |             |         |    |     |         |

- 此參數適用於9.x版前的追隨攻牙(Pr1791<3)，目的用來調整主軸加減速時，進給軸追隨主軸的強度。數值越小，進給軸落後主軸越多；反之則進給軸落後越小甚至超前。

| 版本  | 參數編號  |    | 說明         | 範圍        | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|-------|----|------------|-----------|----|-----|---------|
| V10 | Pr419 |    | 剛性攻牙主軸減速時間 | [0~60000] | ms | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P1103 | N1 |            |           |    |     |         |

- 此參數適用於變頻攻牙(Pr1791=0)，目的用來調整攻牙的進給軸深度，設定值越大深度越淺；反之則會出現深度過切現象。

- **10.111.3(含)之前，此參數適用於非變頻攻牙(Pr1791≠0)，目的用來提供攻牙時的等加速度(Amax)限制規劃，其定義如下：**

$$A_{max} = \frac{\text{攻牙轉速}}{Pr419 / 1000}$$

| 版本  | 參數編號   |    | 說明           | 範圍     | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|----|--------------|--------|----|-----|---------|
| V10 | Pr3972 |    | 啟動各軸通訊延遲補償功能 | [-1~0] | -- | 0   | 重新開機    |
| V12 | P602   | N1 |              |        |    |     |         |

- **此功能在解決不同驅動器下之以下兩個問題**
  - a. 命令因通訊延遲時間不同造成的不同步現象
  - b. 反饋因回傳時間不同造成反饋補償錯誤問題

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| • ~10.118.40F, 10.118.43 | 0: 關閉, 1: 啟動  |
| • 10.118.40G, 10.118.44~ | -1: 關閉, 0: 啟動 |

- **目前支援驅動器種類：**
  - 安川串列：M2、M3的Sigma5系列、Sigma7系列、SigmaM系列、SigmaX系列(不包含SigmaXT)
  - 新代串列：M2、M3各類型驅動器
- **此功能支援版本：**

| 驅動器種類                              | 支援版本                                   |
|------------------------------------|----------------------------------------|
| 安川M2、M3<br>Sigma-5、Sigma-7、Sigma-M | 10.118.13、10.118.12B、10.116.26M以後的版本   |
| 安川M3<br>Sigma-XS、Sigma-XW          | 10.118.52K, 10.118.56E, 10.118.60以後的版本 |
| 新代M3各類型驅動器                         | 10.118.12Z, 10.118.22K, 10.118.28以後的版本 |
| 新代M2各類型驅動器                         | 10.118.12Z以後的版本                        |
| 其他各類型驅動器                           | 請參考M3 通訊開發進度或EtherCAT 伺服裝置通訊開發進度       |

- **驅動器各軸的命令細插模式( Pn-833 )設定不同時，會造成各軸馬達延遲時間不同，造成同動性降低。可啟動此功能進行補償。**
- **若任何一個同動軸向的時間延遲模型不為控制器所支援，則即使開啟 Pr3972 也無法啟用各軸通訊延遲補償功能。**
- **各軸通訊延遲補償功能啟動後，支援新代驅動器開啟 cubic spline 補償模型。**

Unable to render include or excerpt-include. Could not retrieve page.

## 15.7.2 調機步驟

- Step1: 撰寫一攻牙程式，不擺材料，只空跑作來回攻牙動作。  
G00 G90 G54 Z2.;  
G99;  
M3 S1000;  
G84 Z-30. R2. F1000. P1.;  
G80;  
M30;
- Step2: Pr417從0開始放大，使診斷變數14號，在進退刀的主軸等速段，數值盡可能接近零。但請注意當Pr417過了某一個最佳數值後，診斷變數14號又將被放大。
- Step3: Pr418從0開始放大，以降低診斷變數13號。
- Step4: 若為變頻攻牙(Pr1791=0)，調整Pr419以改善孔底精度。

## 15.8 PLC介面

| 編號          | 名稱                  | 功能說明                                                                                             |
|-------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>S004</b> | Rigid Tapping Cycle | 第一主軸運行剛性攻牙模式                                                                                     |
| <b>R588</b> | Rigid Tapping Mode  | 主軸剛性攻牙模式<br>可位元存取的位元1表示第一主軸運行剛性攻牙模式<br>可位元存取的位元2表示第二主軸運行剛性攻牙模式<br>...<br>可位元存取的位元6表示第六主軸運行剛性攻牙模式 |

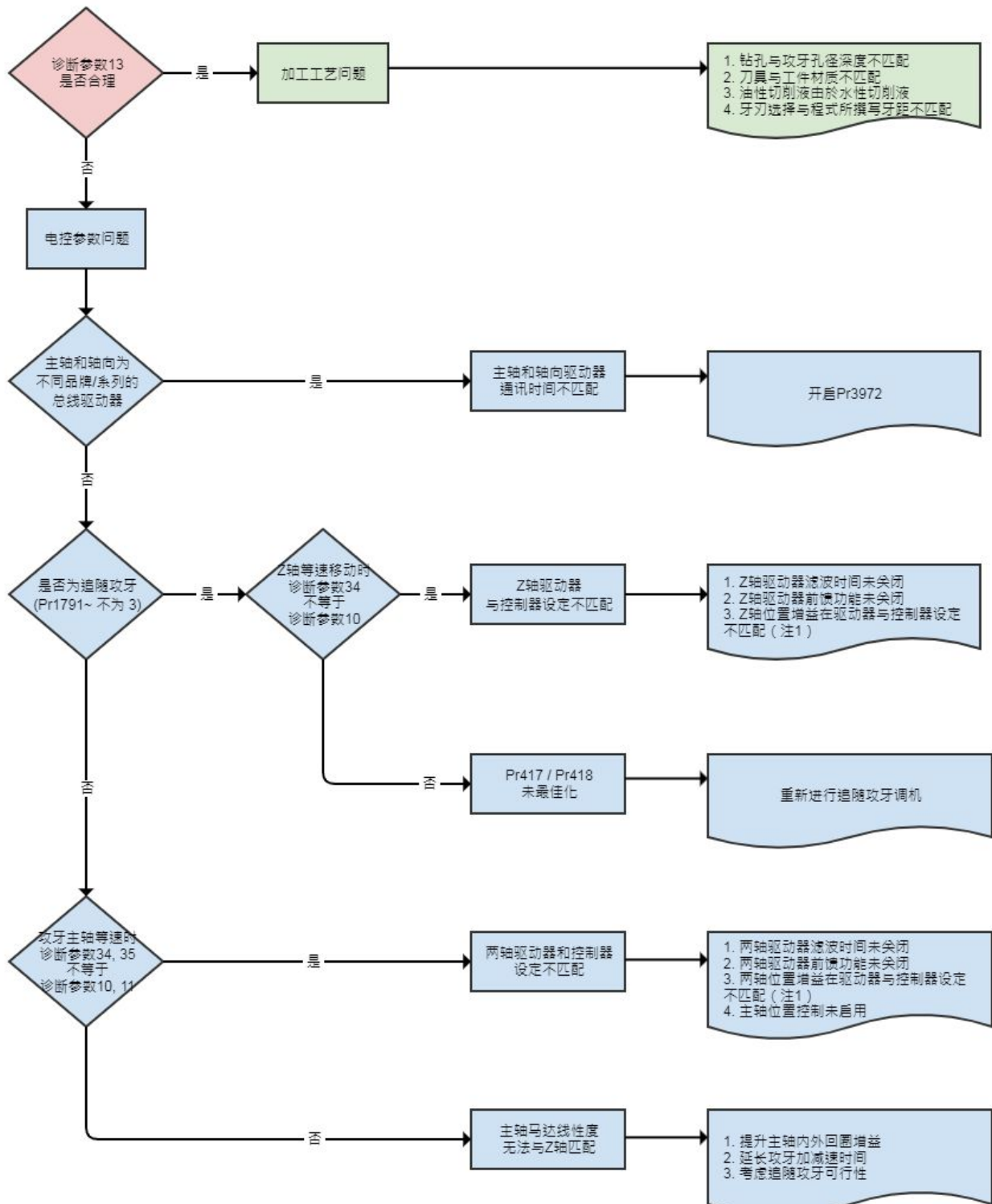
## 15.9 串列主軸攻牙前定位功能

| 版本  | 參數編號   |    | 說明          | 範圍    | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|--------|----|-------------|-------|----|-----|---------|
| V10 | Pr4007 |    | 串列主軸攻牙前定位功能 | [0~1] | -  | 0   | 按Reset鍵 |
| V12 | P24007 | N1 |             |       |    |     |         |

- 0: 關閉攻牙前定位功能。
- 1: 開啟攻牙前定位功能，系統將依據主軸原點偏移量(PR1771~PR1780)設定，先完成定位指令後再進行攻牙。
- 有效版本始於10.116.16，且對於泛用主軸無效。

## 15.10 問題排除

### 15.10.1 同動精度不佳排除流程



- 注1: 當驅動器與控制器位置回路增益設定一致, 但理想追隨誤差(診斷參數34與35)與實際追隨誤差(診斷參數10與11)卻仍存在很大誤差時, 請先確認驅動器內部濾波時間與前饋已被關閉。

### 15.10.2 警報訊息

|                |                                                                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MOT-032</b> | <b>(Z軸)追隨主軸誤差超過</b>                                                                               |
| <b>說明</b>      | 追隨攻牙進刀時, 進給軸反方向進給超過1個牙距, 控制器發出此警報。                                                                |
| <b>可能原因</b>    | 主軸編碼器反饋方向相反                                                                                       |
| <b>排除方法</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將變頻器送給控制器的位置反饋線A+與A-對調</li> <li>2. 變更變頻器相關參數</li> </ol> |

### 15.10.3 診斷變數

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Debug-013</b> | <b>攻牙時進給軸追主軸最大誤差(直線方向)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>定義</b>        | 第一主軸攻牙過程中, 進給軸追隨主軸的最大誤差量, 單位: BLU                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>說明</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第一主軸攻牙過程中, 「Debug-014攻牙時進給軸追主軸誤差(直線方向)」最大與最小值的差異量, 此值越小越好, 表示攻牙同動精度越好。</li> <li>2. 針對多軸群或多主軸系統, 此變數顯示內容將由R21與R791~R794而決定。例如: 當R21=0或1時, 顯示第一軸群主要加工主軸的攻牙資訊;<br/><br/>當R21=2時, 顯示第2軸群主要加工主軸的攻牙資訊;<br/>當R21=3時, 顯示第3軸群主要加工主軸的攻牙資訊;<br/>當R21=4時, 顯示第4軸群主要加工主軸的攻牙資訊。</li> </ol> |
| <b>Debug-014</b> | <b>攻牙時進給軸追主軸誤差(直線方向)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>定義</b>        | 攻牙過程中, 進給軸追隨主軸的動態誤差量, 單位: BLU                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>說明</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 攻牙過程中, 進給軸追隨主軸的動態誤差量。</li> <li>2. 針對多軸群或多主軸系統應用, 請參閱Debug-013攻牙時進給軸追主軸最大誤差(直線方向)。</li> </ol>                                                                                                                                                                                |
| <b>Debug-015</b> | <b>攻牙時進給軸追主軸誤差(旋轉方向)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>定義</b>        | 攻牙過程中, 進給軸追隨主軸的動態誤差量, 單位: BLU                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                  |                                                                                                                                |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Debug-015</b> | <b>攻牙時進給軸追主軸誤差(旋轉方向)</b>                                                                                                       |
| <b>說明</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>攻牙過程中，進給軸追隨主軸的動態誤差量。</li> <li>針對多軸群或多主軸系統應用，請參閱Debug-013攻牙時進給軸追主軸最大誤差(直線方向)。</li> </ol> |

#### 15.10.4 QA

- 非變頻攻牙(Pr1791≠0)且主軸使用電壓控制(Pr381~Pr400=1)時，一進入攻牙程式，主軸出現爆沖現象。  
A: 電壓輸出方向與編碼器輸出反向，參閱以下步驟排除
  - 先將主軸型態變更為V型主軸(Pr1791=2)，並進行主軸慢速正轉(<S10)。
  - 觀察主軸反饋(診斷變數28)與主軸索引(診斷變數52)是否一同遞增？若不是，請變更軸向運動方向(Pr41~Pr60)。
  - 觀察主軸反饋(診斷變數28)是否如預期遞增？若不是，表示編碼器輸出反向，將變頻器給控制器編碼器A+與A-對換。
- 非變頻攻牙(Pr1791≠0)且主軸使用電壓控制(Pr381~1)時，攻牙過程主軸出現異常來回反覆轉動現象。  
A: 可能原因
  - 位置控制增益過大，請降低Pr181~Pr200設定。
  - 加減速過於急遽，請放大Pr1971~Pr1980、Pr1981~Pr1990設定。
- V型主軸(Pr1791≠0)進行攻牙時，進給軸會在R點位置莫名等待一段時間才下刀。  
A: 可能原因是主軸零速不準確，建議按以下步驟進行調整，直到M3S0可以準確停止。
  - 調整主軸零速Offset速度(Pr1631~Pr1640)。
  - 開啟速度閉回路控制功能(Pr1881~Pr1890>0)。
- 診斷變數13的合理量？  
A: 提供常見公制粗螺牙建議誤差量如下

| 牙距             | 誤差 | 牙距             | 誤差 |
|----------------|----|----------------|----|
| <b>M6X1.00</b> | 67 | <b>M2X0.40</b> | 38 |
| <b>M3X0.50</b> | 55 | <b>M1X0.25</b> | 32 |

#### 15.11 相容性異動

- 攻牙加減速規劃異動說明如下：
  - 10.111.3(含)之前  
針對非變頻攻牙(Pr1791≠0)，控制器僅提供等加速度(Amax)規劃，其定義如下：  

$$A_{max} = \frac{\text{攻牙轉速}}{\text{Pr419}/1000}$$
  - 10.111.4~10.114.21  
針對非變頻攻牙(Pr1791≠0)，控制器支援鐘型加減速規劃功能，其中加速度(Amax)與沖量(Jmax)定義如下：

$$A_{max} = \frac{\text{Pr626}/60}{\text{Pr546}/1000} \left( \frac{\text{deg}}{\text{sec}^2} \right), J_{max} = \frac{9800}{\text{Pr646}/1000} \left( \frac{\text{deg}}{\text{sec}^3} \right)$$

PS: 上述公式是假設主軸所對應的軸向為第6軸(Pr1621~Pr1630=6)。

• 10.114.22之後

針對非變頻攻牙(Pr1791≠0)，控制器支援鐘型加減速規劃功能，其中加速度(A<sub>max</sub>)與沖量(J<sub>max</sub>)定義如下：

$$A_{max} = \frac{1000RPM}{Pr1971 \sim /1000}, J_{max} = \frac{1000RPM/s}{Pr1981 \sim /1000}$$

若Pr1971~Pr1980=0且Pr1981~Pr1990=0，加減速定義同10.111.4~10.114.21(假設主軸所對應的軸向為第6軸)。

2. 從10.116.6(含)開始，診斷變數13~15提供多軸群或多主軸系統對應資訊而且移除系統變數#1803~#1807、參數Pr1961~Pr1965、診斷變數No.368~ No.373。
3. 從10.118.12Y(含)和10.118.22J(含)開始，參數Pr3972得以降低主軸和軸向驅動器為「不同品牌」或「不同系列」時的攻牙誤差



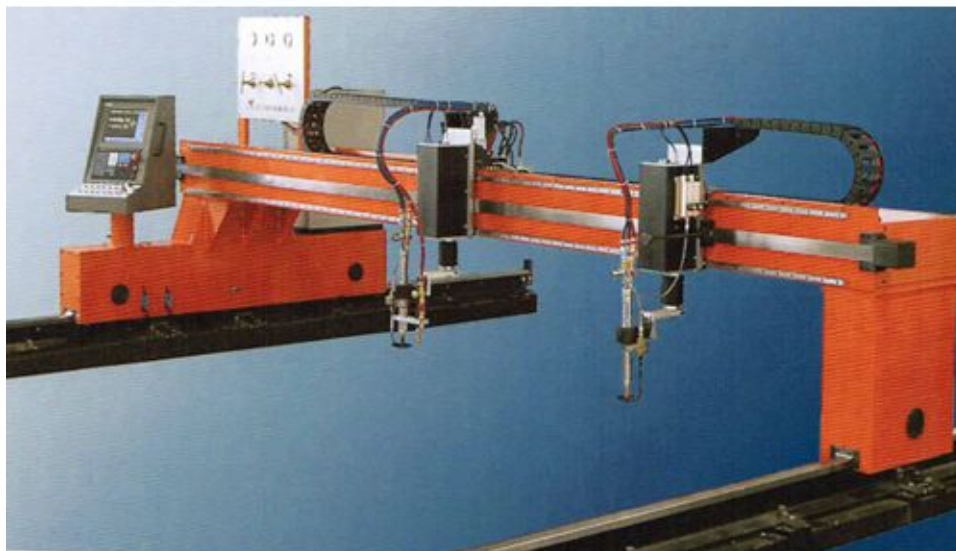
SYNTEC

## 16 直線度補償功能

※ English Version: Two-dimensional Linear Compensation Function

### 16.1 摘要

直線度補償（又稱二維線性補償）通常是應用在長行程或龍門型的機床，因跨距太大而形成的變形及位移，或是因機構重量而造成的機台變形，此時軸向的直線度就必須依賴控制器補償的方式，來增加移動時的精確度。



### 16.2 相關參數

| 版本  | 參數編號            |           | 說明               | 範圍     | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|-----------------|-----------|------------------|--------|----|-----|---------|
| V10 | Pr1481~Pr1490   |           | 各組直線度補償移動軸及補償軸軸號 | [0,20] | -  | 0   | 重開機有效   |
| V12 | P5101、<br>P5102 | N1~<br>N5 |                  |        |    |     |         |

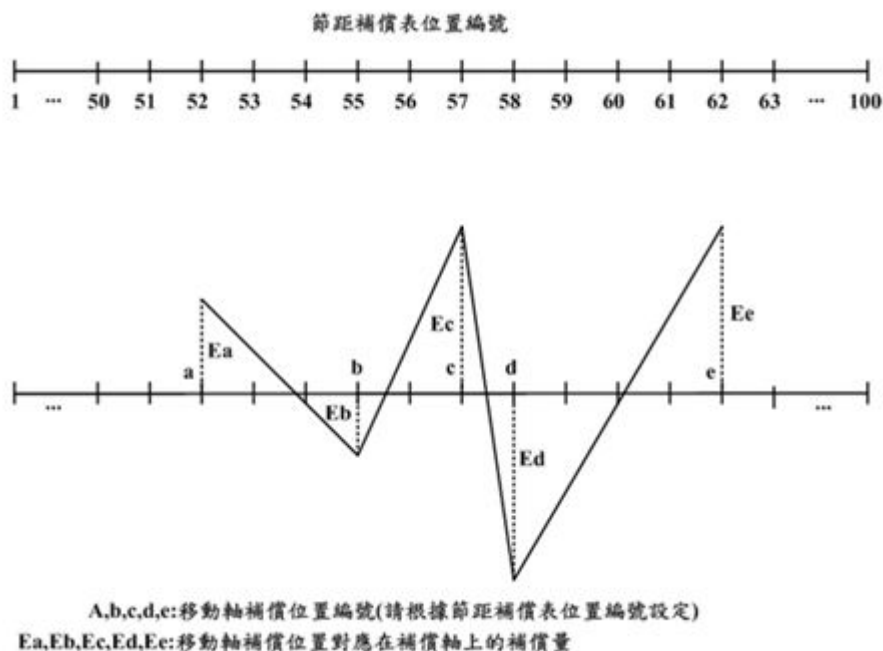
- 共可設定五組移動軸及補償軸。
- 注意事項：
  - a. 移動軸不可同時為補償軸。
  - b. 多組移動軸不可同時對應同一補償軸。

| 版本 | 參數編號 |  | 說明 | 範圍 | 單位 | 初始值 | 修改後何時有效 |
|----|------|--|----|----|----|-----|---------|
|----|------|--|----|----|----|-----|---------|

|     |               |       |                                   |           |   |   |       |
|-----|---------------|-------|-----------------------------------|-----------|---|---|-------|
| V10 | Pr7001~Pr7025 |       | 各組（1st~5th）直線度補償移動軸之各點位置（1st~5th） | [0, 2000] | - | 0 | 重開機有效 |
| V12 | P5103~P5107   | N1~N5 |                                   |           |   |   |       |

- Pr7001~Pr7025用來設定直線度補償功能的各個補償位置在移動軸的節距補償表中的編號，每個移動軸可設定5個補償位置，共支援5組移動軸。
- 各補償位置上的補償量可由Pr7026~Pr7050設定。
- 使用時請依序由點位a~e填入完整且不遞減的5個補償位置。
- 未正確設定補償位置時，系統會發出OP-16警報，此時直線度補償功能不啟用。
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本，高精度齒節補償模式下(Pr3859 = 1)，可設定的編號擴充至2000。

以下圖為例，a,b,c,d,e分別對應節距補償表的編號52、55、57、58、62，則直線度補償之有效範圍為補償表編號52~62所對應之機械座標。



| 版本  | 參數編號          |       | 說明                                 | 範圍                | 單位   | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|-------|------------------------------------|-------------------|------|-----|---------|
| V10 | Pr7026~Pr7050 |       | 各組（1st~5th）直線度補償移動軸之各點補償量（1st~5th） | [-999999, 999999] | BL U | 0   | 按reset鍵 |
| V12 | P5123~P5127   | N1~N5 |                                    |                   |      |     |         |
| 版本  | 參數編號          |       | 說明                                 | 範圍                | 單位   | 初始值 | 修改後何時有效 |

|     |               |       |                                    |          |   |       |
|-----|---------------|-------|------------------------------------|----------|---|-------|
| V10 | Pr7051~Pr7125 |       | 各組（1st~5th）直線度補償移動軸之各點位置（6th~20th） | [0, 100] | 0 | 重開機有效 |
| V12 | P5108~P5122   | N1~N5 |                                    |          |   |       |

擴充直線度補償功能：

- 10.118.12E、10.118.15以後的版本，支援擴充直線度補償功能（共20點）。
- 提供5組直線度補償參數設定，各組移動軸各可設定20點補償位置。
  - Pr7001~Pr7025為各個補償位置在移動軸的節距補償表中的編號（a~e）。
  - Pr7051~Pr7125為各個補償位置在移動軸的節距補償表中的編號（f~t）。
- 使用時請依序由a~t填入不遞減且至少2點至多20點的補償位置。
- 未正確設定參數時，系統會跳出OP-16警報，此時直線度補償功能不啟用。
- 10.118.52G, 10.118.56A, 10.118.57及之後版本，高精度齒節補償模式下(Pr3859 = 1)，可設定的編號擴充至2000。

| 版本  | 參數編號          |       | 說明                                  | 範圍                | 單位   | 初始值 | 修改後何時有效 |
|-----|---------------|-------|-------------------------------------|-------------------|------|-----|---------|
| V10 | Pr7126~Pr7200 |       | 各組（1st~5th）直線度補償移動軸之各點補償量（6th~20th） | [-999999, 999999] | BL U | 0   | 按reset鍵 |
| V12 | P5128~P5142   | N1~N5 |                                     |                   |      |     |         |

## 16.3 使用規格

### 16.3.1 開啟方式

- 使用者請依照以下步驟，開啟直線度補償功能
  - 步驟一：確認是否已啟用Pr1301~（齒節誤差補償），並設定好Pr1321~（齒節誤差補償節距長度）和Pr1341~（原點在補償表的位置編號）。
    - 齒節補償設定可參閱節距補償功能說明文件。
  - 步驟二：根據補償需求，設定至多五組的移動軸與補償軸軸號於Pr1481~。
  - 步驟三：開啟直線度補償的每一組移動軸，請輸入補償位置及對應補償量。
    - 舊版請輸入完整的五個補償位置a、b、c、d、e（Pr7001~），並設定對應補償量（Pr7026~）。
    - 新版（點數增加為20點）請輸入至少2個至多20個補償位置a~t（Pr7001~及Pr7051~），並設定對應補償量（Pr7026~及Pr7126~）。
    - 補償位置的設定值需對應節距補償表的位置編號，而不是直接輸入機械座標。
    - 請留意補償位置的設定值須為遞增。

### 16.3.2 注意事項

- **直線度補償功能需於尋原點後才會生效。**
- 舊版功能之有效版本始於10.116.0X、10.116.10I、10.116.16。
- 新版功能之有效版本始於10.118.12E、10.118.15，至多可設置20個補償位置。

- 以下情況發生時，系統將視為參數設定異常，在開機後便會發出OP-16警報，提醒使用者檢查參數是否設定錯誤。設定正確並重開機後，即可正常使用直線度補償功能。

- 多組移動軸對應同一補償軸。例如：

| 移動軸  |    | 補償軸  |    |
|------|----|------|----|
| 參數編號 | 數值 | 參數編號 | 數值 |
| 1481 | 1  | 1482 | 3  |
| 1483 | 2  | 1484 | 3  |

- 移動軸同時為補償軸。例如：

| 移動軸  |    | 補償軸  |    |
|------|----|------|----|
| 參數編號 | 數值 | 參數編號 | 數值 |
| 1481 | 1  | 1482 | 2  |
| 1483 | 2  | 1484 | 3  |

- 補償位置的設定值不為遞增。例如：

| 移動軸    |    | 補償軸  |    |
|--------|----|------|----|
| 參數編號   | 數值 | 參數編號 | 數值 |
| 1481   | 1  | 1482 | 2  |
| 補償位置設定 |    |      |    |
| 參數編號   | 數值 |      |    |
| 7001   | 51 |      |    |
| 7002   | 52 |      |    |
| 7003   | 53 |      |    |
| 7004   | 44 |      |    |
| 7005   | 55 |      |    |

- 補償位置數量有誤。舊版需輸入完整5個補償位置，新版需至少2個補償位置。

5. 補償位置設定出現缺漏。例如：

| 補償位置設定 |    |
|--------|----|
| 參數編號   | 數值 |
| 7001   | 0  |
| 7002   | 52 |
| 7003   | 53 |
| 7004   | 54 |
| 7005   | 55 |

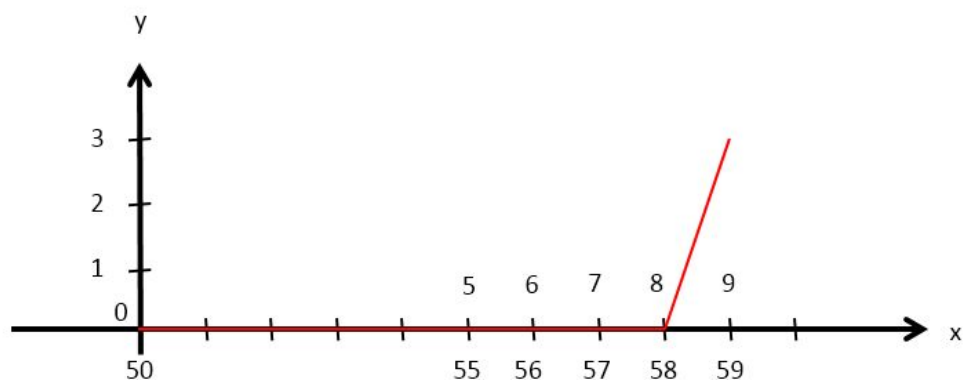
## 16.4 相關警報

| Alarm ID | OP-016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Alarm 標題 | 【直線度補償功能參數設定錯誤】 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|
| 說明       | 直線度補償功能目前提供至多五組的移動軸與補償軸設定，而每組中必須輸入「至少二個至多二十個」移動軸補償位置與所對應的補償軸之補償進刀。因此，當系統偵測出直線度補償功能參數設定錯誤時，則控制器發出此警報。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                 |
| 可能原因     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 多組移動軸同時對應同一補償軸。</li> <li>2. 移動軸同時為補償軸。</li> <li>3. 開啟直線度補償的移動軸補償位置遞減。</li> <li>4. 開啟直線度補償的移動軸補償位置少於二個。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |                 |
| 排除方法     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請檢查Pr1481~Pr1490 *各組移動軸及其對應的補償軸之軸號               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 將多組移動軸對應不同補償軸。</li> <li>b. 將移動軸設定不同時為補償軸。</li> </ol> </li> <li>2. 請檢查Pr7001~Pr7025*各組補償點在移動軸的節距補償表中的位置和Pr7051~Pr7125*各組補償點在移動軸的節距補償表中的位置               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 填入遞增的補償位置順序</li> <li>b. 填入至少二個至多二十個補償位置。</li> </ol> </li> <li>3. 擴充二維線性補償功能(20點)，支援版本：10.118.12E, 10.118.15。</li> </ol> |          |                 |

## 16.5 使用範例

### 移動X軸時補償Y軸

若想在X軸機械座標8~9mm之間補償Y軸移動量3000 BLU，可依上述之步驟設定，預期達成效果如下圖所示。（一般狀況下，1 BLU=0.001 mm）



- 步驟一：啟動X軸齒節誤差補償，設定齒節誤差補償節距長度為1000 BLU，將X軸與Y軸原點在補償表的位置編號設為50。

| 參數編號 | 說 明               | 數 值  |
|------|-------------------|------|
| 1301 | 啟動X軸齒節誤差補償        | 1    |
| 1321 | X軸齒節誤差補償節距長度(BLU) | 1000 |
| 1322 | Y軸齒節誤差補償節距長度(BLU) | 1000 |
| 1341 | X軸原點在補償表的位置編號     | 50   |
| 1342 | Y軸原點在補償表的位置編號     | 50   |

- 步驟二：設定第一組移動軸軸號為1（X軸），第一組補償軸軸號為2（Y軸）。

| 參數編號 | 說 明           | 數 值 |
|------|---------------|-----|
| 1481 | 第一組直線度補償移動軸軸號 | 1   |
| 1482 | 第一組直線度補償補償軸軸號 | 2   |

- 步驟三：設定五個補償位置a、b、c、d、e，並輸入對應補償量，這裡設定e點補償量為3000 BLU。

| 參數編號 | 說 明              | 數 值 |
|------|------------------|-----|
| 7001 | *第一組直線度補償移動軸a點位置 | 55  |
| 7002 | *第一組直線度補償移動軸b點位置 | 56  |

|      |                        |      |
|------|------------------------|------|
| 7003 | *第一組直線度補償移動軸c點位置       | 57   |
| 7004 | *第一組直線度補償移動軸d點位置       | 58   |
| 7005 | *第一組直線度補償移動軸e點位置       | 59   |
| 7030 | *第一組直線度補償移動軸e點補償量(BLU) | 3000 |

• 補償結果

- 診斷變數24號為X軸絕對位置反饋量，25號為Y軸絕對位置反饋量。
- X軸移動到8.1mm時，Y軸出現0.3mm的補償量，符合預期。

|             |                |    |       |      |      |           |         |          |            |     |      |
|-------------|----------------|----|-------|------|------|-----------|---------|----------|------------|-----|------|
| G54         | 20150506 N0 L1 |    |       | 診斷功能 |      | 2015/6/11 |         | 13:35:14 |            | 未登入 |      |
| System Data |                |    |       |      |      |           |         |          |            |     |      |
| No          | Data           | No | Data  | No   | Data | No        | Data    | No       | Data       | No  | Data |
| 0           | 882            | 16 | 11111 | 32   | 0    | 48        | 4000    | 64       | 0          |     |      |
| 1           | 8891           | 17 | 11111 | 33   | 0    | 49        | 0       | 65       | 0          |     |      |
| 2           | 8891           | 18 | 11111 | 34   | 0    | 50        | 0       | 66       | 0          |     |      |
| 3           | 17770          | 19 | 11111 | 35   | 0    | 51        | 0       | 67       | 0          |     |      |
| 4           | 10000          | 20 | 0     | 36   | 0    | 52        | 1502208 | 68       | 0          |     |      |
| 5           | 10000          | 21 | 0     | 37   | 0    | 53        | 0       | 69       | 0          |     |      |
| 6           | 56             | 22 | 103   | 38   | -1   | 54        | 0       | 70       | 0          |     |      |
| 7           | 1171947520     | 23 | 100   | 39   | -1   | 55        | 0       | 71       | 0          |     |      |
| 8           | 0              | 24 | 8100  | 40   | 8100 | 56        | 0       | 72       | 8100       |     |      |
| 9           | 0              | 25 | 300   | 41   | 300  | 57        | 0       | 73       | 0          |     |      |
| 10          | 0              | 26 | 0     | 42   | 0    | 58        | 0       | 74       | 0          |     |      |
| 11          | 0              | 27 | 0     | 43   | 0    | 59        | 0       | 75       | 0          |     |      |
| 12          | 2000           | 28 | 0     | 44   | 1000 | 60        | 0       | 76       | 0          |     |      |
| 13          | 0              | 29 | 0     | 45   | 0    | 61        | 0       | 77       | 1167351808 |     |      |
| 14          | 0              | 30 | 0     | 46   | 0    | 62        | 0       | 78       | 1167351808 |     |      |
| 15          | 0              | 31 | 0     | 47   | 0    | 63        | 0       | 79       | 1011602400 |     |      |

●就緒

自動執行

警報

- X軸移動到8.7mm時，Y軸出現2.1mm的補償量，符合預期。

# SYNTEC

|             |                |    |       |    |           |    |          |    |            |  |
|-------------|----------------|----|-------|----|-----------|----|----------|----|------------|--|
| G54         | 20150506 N0 L1 |    | 診斷功能  |    | 2015/6/11 |    | 13:37:10 |    | 未登入        |  |
| System Data |                |    |       |    |           |    |          |    |            |  |
| No          | Data           | No | Data  | No | Data      | No | Data     | No | Data       |  |
| 0           | 2034           | 16 | 11111 | 32 | 0         | 48 | 4000     | 64 | 0          |  |
| 1           | 20488          | 17 | 11111 | 33 | 0         | 49 | 0        | 65 | 0          |  |
| 2           | 20487          | 18 | 11111 | 34 | 0         | 50 | 0        | 66 | 0          |  |
| 3           | 40950          | 19 | 11111 | 35 | 0         | 51 | 0        | 67 | 0          |  |
| 4           | 10000          | 20 | 0     | 36 | 0         | 52 | 3473408  | 68 | 0          |  |
| 5           | 10000          | 21 | 0     | 37 | 0         | 53 | 0        | 69 | 0          |  |
| 6           | 58             | 22 | 107   | 38 | -1        | 54 | 0        | 70 | 0          |  |
| 7           | 1082576896     | 23 | 99    | 39 | -1        | 55 | 0        | 71 | 0          |  |
| 8           | 0              | 24 | 8700  | 40 | 8700      | 56 | 0        | 72 | 8700       |  |
| 9           | 0              | 25 | 2099  | 41 | 2100      | 57 | 0        | 73 | 0          |  |
| 10          | 0              | 26 | 0     | 42 | 0         | 58 | 0        | 74 | 0          |  |
| 11          | 0              | 27 | 0     | 43 | 0         | 59 | 0        | 75 | 0          |  |
| 12          | 2000           | 28 | 0     | 44 | 1000      | 60 | 0        | 76 | 0          |  |
| 13          | 0              | 29 | 0     | 45 | 0         | 61 | 0        | 77 | 1089351680 |  |
| 14          | 0              | 30 | 0     | 46 | 0         | 62 | 0        | 78 | 1089351680 |  |
| 15          | 0              | 31 | 0     | 47 | 0         | 63 | 0        | 79 | 1011602400 |  |

●就緒

自動執行

警報

SYNTEC