

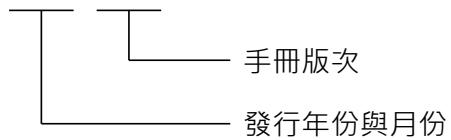
E1系列驅動器

龍門控制系統
使用者操作手冊

修訂紀錄

手冊版次資訊亦標記於手冊封面右下角。

MD22UC01-1910_V1.0



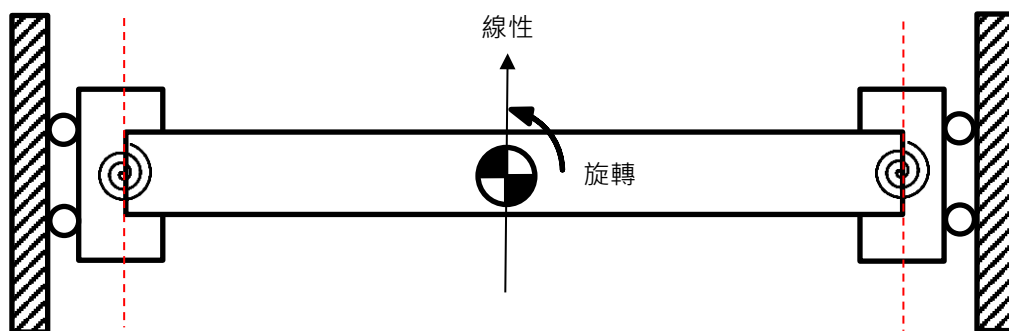
發行日期	版次	適用產品	更新內容
2019/10/15	1.0	E1系列驅動器	初版發行。

目錄

1.	硬體配置	1-1
2.	系統架構	2-1
2.1	通訊系統架構	2-2
2.2	控制系統架構	2-2
2.2.1	線性 / 旋轉軸定義	2-2
2.2.2	線性 / 旋轉軸方向定義	2-3
3.	設定流程	3-1
3.1	單軸設定	3-2
3.2	建立通訊系統	3-3
3.3	啟動龍門控制系統前確認動作	3-4
3.4	啟動龍門控制系統	3-4
3.5	歸原點流程	3-5
4.	增益調適	4-1
4.1	單軸增益調適	4-2
4.2	龍門控制增益調適	4-2
4.3	電流比例參數	4-3
4.4	速度漣波補償	4-3
5.	安全保護功能	5-1
5.1	龍門控制系統的激磁 / 解激磁行為	5-2
5.2	發生警報時的馬達停止方法	5-2
5.3	相關警報	5-2
6.	進階設定	6-1
6.1	誤差補償表	6-2
7.	龍門控制介面設定	7-1

序言

龍門控制系統：兩台驅動器之間，透過高速資料交換技術來實現高性能響應的龍門控制。請選用 ED1□-□G 機種。



1. 硬體配置

1. 硬體配置.....	1-1
--------------	-----

請選用支援龍門功能的機種，並以驅動器通訊線連接兩台驅動器之 CN8。

表 1.1

類型	控制介面	型號
標準型	電壓命令及脈波	ED1S-VG-□□□□-□□
總線型	EtherCAT	ED1S-EG-□□□□-□□
	mega-ulink (HIMC 運動控制器專用)	ED1S-HG-□□□□-□□



圖 1.1 CN8 位置示意圖

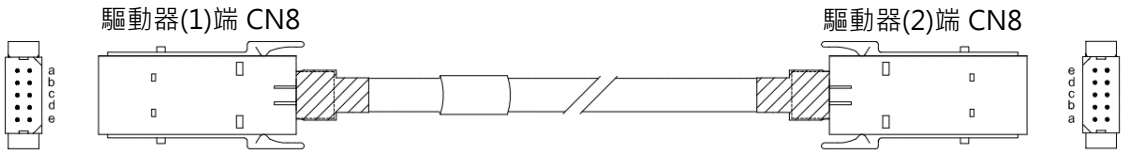


圖 1.2 驅動器通訊線 (龍門功能機種適用)

表 1.2 龍門功能用通訊線

品名	HIWIN品號	說明
驅動器通訊線	HE00EJ6DD000	連接兩台具龍門功能的驅動器(CN8) (0.5 m) 。

2. 系統架構

2.	系統架構.....	2-1
2.1	通訊系統架構	2-2
2.2	控制系統架構	2-2
2.2.1	線性 / 旋轉軸定義.....	2-2
2.2.2	線性 / 旋轉軸方向定義.....	2-3

欲建立一個完整的龍門控制系統，須準備兩台驅動器、兩顆馬達以及對應的編碼器作為雙軸。兩台驅動器之間須先建立通訊系統，才能透過設定啟動龍門控制系統。

2.1 通訊系統架構

以線材連接兩台驅動器的 CN8 (請參閱《E1 系列驅動器使用者操作手冊》)，再建立通訊系統 (請參閱 3.2 節)。在通訊系統中，兩台驅動器存在著主從軸關係。

2.2 控制系統架構

2.2.1 線性 / 旋轉軸定義

建立通訊系統後，使用者即可透過龍門控制介面進入龍門控制系統(請參閱第 7 章)。進入龍門控制系統後，兩軸線性 (axis 0、axis 1) 座標系統將分別轉換成線性 (linear) 座標系統與旋轉 (yaw) 座標系統。

『主 / 從軸』對應『線性 / 旋轉軸』的關係如下：

主軸 → 線性軸

從軸 → 旋轉軸

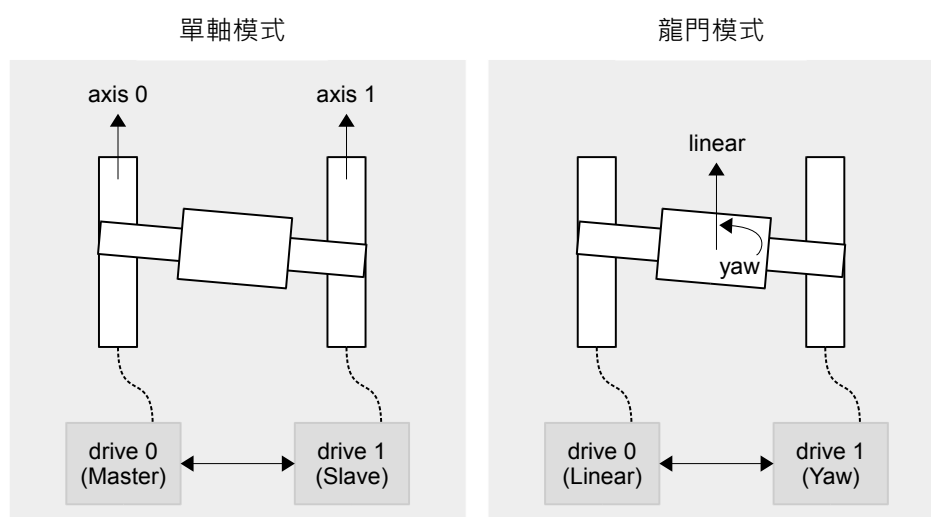


圖 2.2.1.1

2.2.2 線性 / 旋轉軸方向定義

■ 線性軸方向定義

單軸移動部的線性正方向即為線性軸正方向。

■ 旋轉軸方向定義

已知線性軸正方向及主軸位置，即可利用龍門右手定則決定旋轉軸正方向，如下圖所示。

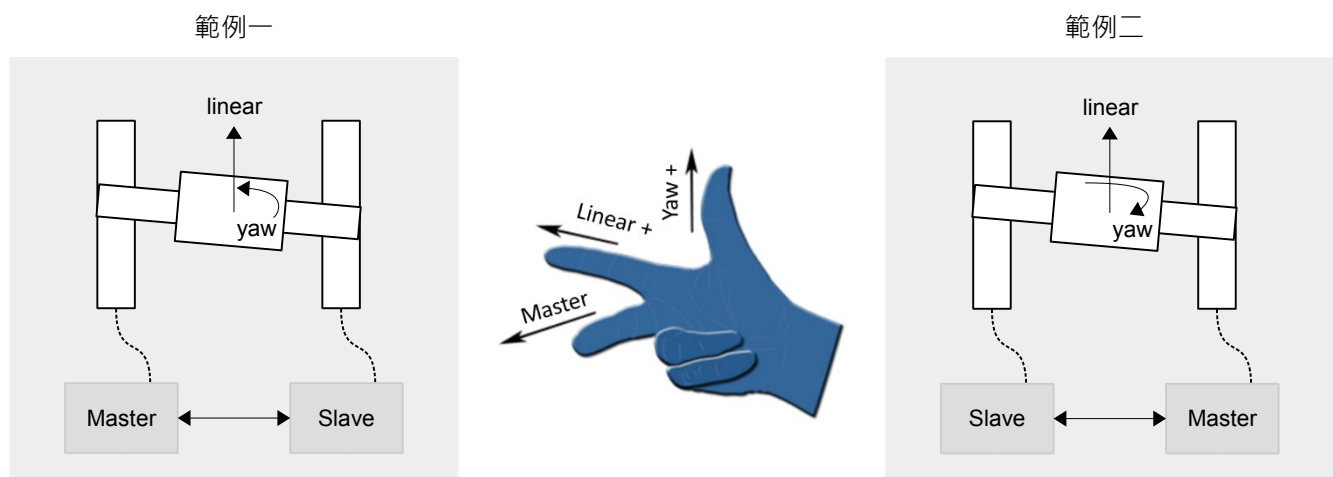


圖 2.2.2.1

(此頁有意留白。)

3. 設定流程

3.	設定流程.....	3-1
3.1	單軸設定.....	3-2
3.2	建立通訊系統.....	3-3
3.3	啟動龍門控制系統前確認動作.....	3-4
3.4	啟動龍門控制系統.....	3-4
3.5	歸原點流程.....	3-5

欲使龍門控制系統正常運作，雙軸間的部分特性必須一致。進行設定前，請確認硬體與軟體的設置滿足下列條件，否則可能會導致機台發生危險。

- ✓ 相同驅動器機型
- ✓ 相同韌體版次
- ✓ 雙軸運動正方向相同（完成 3.1 節單軸設定後請進行確認）
- ✓ 編碼器回饋脈波解析度相同（確認硬體規格外，請確認 3.3 節第 III 點）

註：設定過程中可能會進行單軸驅動，請確保另一軸維持自由運轉的狀態，不受致動器影響。

3.1 單軸設定

龍門模式須驅控雙軸驅動器與馬達，因此請使用者依據《E1 系列驅動器 Thunder 軟體操作手冊》，個別執行單軸初始化。建置流程如下：

- I. 連線至主軸驅動器，執行單軸初始化。
- II. 設定並記錄主軸馬達運動正方向。
- III. 連線至從軸驅動器，執行單軸初始化。
- IV. 設定並記錄從軸馬達運動正方向，須與主軸馬達相同。

3.2 建立通訊系統

龍門模式的所有功能皆以通訊系統的建立為基礎，因此必須先建立通訊系統。建置流程如下：

- I. 建立主從軸關係。
 - A. 連線至圖 3.2.1 左方驅動器，設定 Pt00D = 0x□□□1 (將該軸定義為主軸)。
 - B. 斷電重開左方驅動器，使其生效。
 - C. 連線至圖 3.2.1 右方驅動器，設定 Pt00D = 0x□□□0 (將該軸定義為從軸)。
 - D. 斷電重開右方驅動器，使其生效。

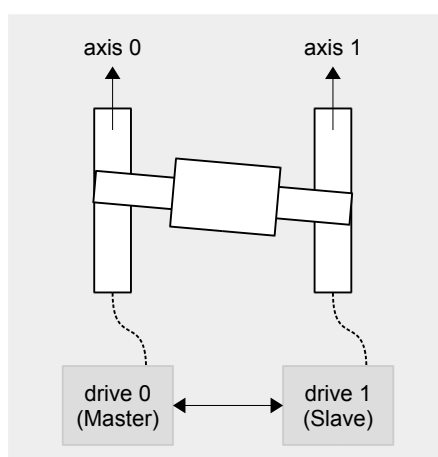


圖 3.2.1

- II. 開啟 Thunder 主畫面的 Interface signal monitor 視窗，確認主軸通訊建立，如圖 3.2.2 之紅框處所示。

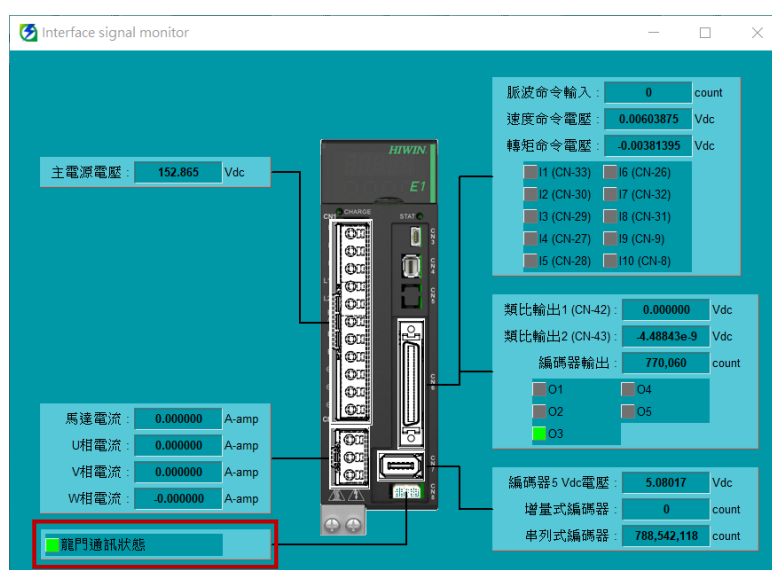


圖 3.2.2

註：建立通訊系統後，任一軸斷電可能會觸發警報 ALFC0、ALFC1，警報原因、確認方法及處理措施請參閱 5.5 節。

3.3 啟動龍門控制系統前確認動作

啟動龍門控制系統前，須再確認部分參數及解析度。建置流程如下：

- I. 確認雙軸部分 Pt 參數設定相同。
 - A. 連線至主軸驅動器，記錄 Pt001、Pt20E、Pt210、Pt428、Pt402 / Pt483、Pt403 / Pt484。
 - B. 連線至從軸驅動器，確認以上參數的數值與主軸相同。
- II. 連線至主軸驅動器，確認通訊已建立。
- III. 確認雙軸編碼器解析度相同。
 - A. 連線至主軸驅動器。
 - B. 使用試運轉移動馬達至少一個極對距的距離。
 - C. 透過示波器監測兩軸編碼器回饋（觀察主軸與從軸的位置回授）。
 - D. 確認兩軸編碼器回饋數值之累加方向及比例相同。
- IV. 完成此階段確認後，兩軸驅動器即可透過龍門控制介面進入龍門模式。

3.4 啟動龍門控制系統

可選擇手動方式或自動方式。手動方式主要是搭配 Thunder 人機介面試運轉使用，而自動方式則是搭配上位控制器使用。設定方式如下：

■ 手動方式

進入龍門控制介面，按下**啟動**按鈕（請參閱第 7 章【步驟四】）。

■ 自動方式

於主軸驅動器設定 Pt00D = □1□□，啟動自動切換龍門控制。

註：

1. 進入龍門模式前，請務必完成 3.1~3.3 節動作。
2. 進入龍門模式後，雙軸須被視為單一線性系統。因此，主軸試運轉即代表線性軸試運轉。
3. 若啟動自動切換龍門控制，使用者無法透過龍門控制介面解除龍門模式。

3.5 歸原點流程

進入龍門模式後，雙軸須被視為單一線性系統。因此，單軸控制系統中所應用的歸原點方式皆適用於龍門控制系統，其描述請參閱《E1 系列驅動器使用者操作手冊》。建置流程如下：

【線性軸歸原點】

- I. 確認雙軸已進入龍門模式。
- II. 透過 Thunder 人機介面 / 上位控制器連線至線性軸驅動器。
- III. 設定歸原點方式。
- IV. 激磁馬達，透過 Thunder 人機介面執行歸原點 / 上位控制器觸發驅動器內建的歸原點程序輸入(HOM) 訊號。
- V. 等待歸原點完成。

至目前為止，僅完成線性軸歸原點流程，請接著完成姿態校正設定流程。

【姿態校正設定】

- VI. 於原點位置解激磁馬達。
- VII. (非必要流程) 記錄旋轉軸姿態位置，將此數值加上負號、填入 Pt711-龍門旋轉軸原點偏移量，可觀察到此時旋轉軸姿態位置會趨近於 0。
- VIII. 再次記錄旋轉軸姿態位置，並將此數值設定於 Pt712-龍門旋轉軸鎖定位置。
(若已執行步驟 VII，可直接將 Pt712 設定為 0。)
- IX. 設定 Pt710 = 0x□□□1，啟動旋轉軸鎖定功能。
- X. 激磁馬達，可發現旋轉軸鎖定於 Pt712 所設定的位置。

啟動旋轉軸鎖定功能並將參數存入驅動器後，即便機台斷電重開，使用者也可以透過 Thunder 人機介面 / 上位控制器完成線性 / 旋轉軸歸原點流程。

註：

1. 線性軸原點定義：兩軸 Z 相參考點的中心。
2. 旋轉軸原點定義：以兩軸 Z 相參考點為支點的姿態。未設定 Pt711 前，兩軸 Z 相參考點安裝上必定存在誤差，故歸原點後旋轉軸數值為非零值屬合理現象。
3. 主軸與從軸驅動器所接收到的超程 (P-OT 或 N-OT) 訊號僅可於線性軸驅動器觸發。因此，觸發任一軸超程訊號皆滿足歸原點中的觸發超程訊號流程。

4. 近原點開關輸入 (DOG) 訊號僅支援主軸驅動器。因此，觸發主軸近原點開關輸入訊號才滿足歸原點中的觸發近原點開關輸入訊號流程。
5. 龍門控制系統下且未啟動旋轉軸鎖定功能前，激磁瞬間會保持當下旋轉軸姿態作為命令位置，以確保機構處在舒適狀態。因此，不會隨意變更旋轉軸姿態。

4. 增益調適

4.	增益調適.....	4-1
4.1	單軸增益調適	4-2
4.2	龍門控制增益調適	4-2
4.3	電流比例參數	4-3
4.4	速度漣波補償	4-3

4.1 單軸增益調適

使用時機：進入龍門模式前，使用者欲以單軸驅動的方式移動馬達。

此情況下建議以穩定為主，設定方式請參閱《E1 系列驅動器使用者操作手冊》。

4.2 龍門控制增益調適

使用時機：進入龍門模式後。調適前請注意下列事項：

1. 龍門控制系統的合適增益與單軸控制系統不同。為避免切換上的不便，單軸控制系統下的速度迴路增益、速度迴路積分時間參數、位置迴路增益與轉動慣量比分別為 Pt100、Pt101、Pt102 與 Pt103；龍門控制系統下則變更為 Pt190、Pt191、Pt192 與 Pt193。除此之外的增益參數 (Pt1□□) 與轉矩濾波器參數 (Pt4□□) 為共用。
2. 驅動器的控制系統不再是單軸控制，而是轉換成龍門模式的線性座標系統與旋轉座標系統。
3. 主軸所顯示的位置資訊不再代表單軸的編碼器位置回饋，而是代表線性座標系統的位置回饋，即兩軸位置回饋的平均值。從軸所顯示的位置資訊也隨之改變為旋轉座標系統的位置回饋，即兩軸位置回饋的誤差關係。
4. 向主軸下達命令時，代表向雙軸的線性軸方向下達命令。另外，在未開啟旋轉軸鎖定功能前，使用者可透過龍門控制介面的主軸視窗向旋轉軸下達命令。
5. 主軸內部的增益參數與保護參數皆對應著線性座標系統，從軸內部的增益參數與保護參數則對應著旋轉座標系統。
6. 龍門控制系統下，免調適功能依然生效。進行手動增益調適前，請記得關閉該功能。
7. 龍門控制系統下，自動調適功能依然生效。
8. 龍門控制系統下，線性軸轉動慣量比約等同於單軸轉動慣量比，旋轉軸轉動慣量比約等同於單軸轉動慣量比的 1/3 倍。
9. 龍門控制系統僅支援閉迴路的頻譜分析。為避免馬達初始增益不佳導致共振，請先將 Pt103-單軸轉動慣量比依上述比例填入 Pt193，再進行量測。

4.3 電流比例參數

龍門控制系統下，雙軸結構存在著連結關係，旋轉軸出力過大可能會導致機台損毀。使用者可透過 Pt428 設定線性軸與旋轉軸的電流限制分配比例，以確保旋轉軸的出力限制。

例如：不考慮推力限制的情況下，若驅動器峰值電流為 10 A，且 Pt428 參數值的設定為 80，線性軸的電流限制會被設定為 8 A，旋轉軸的電流限制則會被設定為 2 A。一般而言，結構剛性越強，Pt428 參數值的設定就得隨之提升。

註：龍門控制系統下，電流限制的分配比例須雙軸同步修改。因此，修改其中一軸的 Pt428 參數值時，請記得同步修改另一軸。

4.4 速度漣波補償

龍門控制系統下，驅動器不支援速度漣波補償。

(此頁有意留白。)

5. 安全保護功能

5.	安全保護功能	5-1
5.1	龍門控制系統的激磁 / 解激磁行為	5-2
5.2	發生警報時的馬達停止方法	5-2
5.3	相關警報	5-2

不當操作龍門控制系統可能會導致機台損毀。為確保安全，進入龍門模式前，請注意以下特性。

5.1 龍門控制系統的激磁 / 解激磁行為

1. 進入龍門模式後，雙軸須被視為單一線性系統，且主控權在主軸手上。因此，激磁主軸等於激磁雙軸；解激磁主軸等於解激磁雙軸。
2. 龍門控制系統處於啟動狀態時，若任一軸觸發錯誤，會解激磁雙軸。

5.2 發生警報時的馬達停止方法

龍門控制系統下，從軸驅動器 Pt00A = 0x□□□1 的設定會被忽略，僅使用 Pt001 = 0x□□□1 的設定。

5.3 相關警報

■ AL.FC0 龍門控制系統通訊錯誤

表 4.3.1

警報原因	確認方法	處理措施
通訊中斷，可能是訊號線斷線或接觸不良。	請檢查通訊線是否正常連接。	請檢查通訊線是否正常連接。
通訊受到干擾。	確認是否有干擾源或通訊線是否接觸不良。	請增加抗干擾磁環或更換通訊線。
斷電或重置龍門控制系統任一軸。	N/A	透過 Thunder 或外部訊號對主軸執行警報重置，或者對兩軸驅動器進行重置。
通訊建立失敗(僅檢測於啟動自動切換龍門控制情境)。	請檢查通訊線是否正常連接。	請檢查通訊線是否正常連接。

註：

1. 建立主從軸關係後，部分 Pt 參數須斷電重置才會生效。因此，因重置而導致警報 AL.FC0 發生屬正常現象。
2. 在龍門控制介面中，於主軸視窗『清除錯誤』或『輸入警報重置輸入 (ALM-RST) 訊號』皆代表清除雙軸錯誤。

■ AL.FC1 龍門控制系統從軸警報

表 4.3.2

警報原因	確認方法	處理措施
龍門控制系統下，從軸發生警報。	請檢查從軸發生警報的原因。	排除從軸警報原因後，透過 Thunder 或外部訊號對主軸執行警報重置，或者對兩軸驅動器進行重置。

註：

1. 當從軸觸發任一錯誤，主軸視窗會跳出警報 AL.FC1，告知使用者及上位控制器。
2. 在龍門控制介面中，於主軸視窗『清除錯誤』或『輸入警報重置輸入 (ALM-RST) 訊號』皆代表清除雙軸錯誤。

(此頁有意留白。)

6. 進階設定



6.	進階設定.....	6-1
6.1	誤差補償表.....	6-2

6.1 誤差補償表

■ 線性軸

使用方式與單軸相似。其來源為線性軸原始位置，補償於線性軸位置。建置流程如下：

- I. 建立線性軸誤差補償表，將其載入主軸驅動器(請參閱《E1 系列驅動器 Thunder 軟體操作手冊》)。
- II. 於主軸驅動器設定 Pt009 = 0x□□□1。
- III. 啟動龍門控制系統。
- IV. 執行歸原點流程。
- V. 勾選『啟動誤差補償表』後，即生效。

■ 旋轉軸

其來源同樣為線性軸原始位置，但補償於旋轉軸位置。建置流程如下：

- I. 建立旋轉軸誤差補償表，將其載入從軸驅動器(請參閱《E1 系列驅動器 Thunder 軟體操作手冊》)。
- II. 於從軸驅動器設定 Pt009 = 0x□□□1。
- III. 勾選『啟動誤差補償表』。
- IV. 連線至主軸驅動器並啟動龍門控制系統。
- V. 執行歸原點流程。
- VI. 完成歸原點後，即生效。

7. 龍門控制介面設定

7. 龍門控制介面設定	7-1
-------------------	-----

以線性馬達為例，說明龍門控制介面設定。

【步驟一】 啟動龍門控制之前置設定（參閱 3.1~3.3 節）

【步驟二】 開啟龍門控制系統視窗

(1) 點選工具(Tools)之龍門控制系統。

(2) 確認**群組連線**的狀態顯示為綠燈（表示主從軸間的通訊正常）。

註：完成主從軸的設定後，只須操作主軸即可啟動龍門控制。

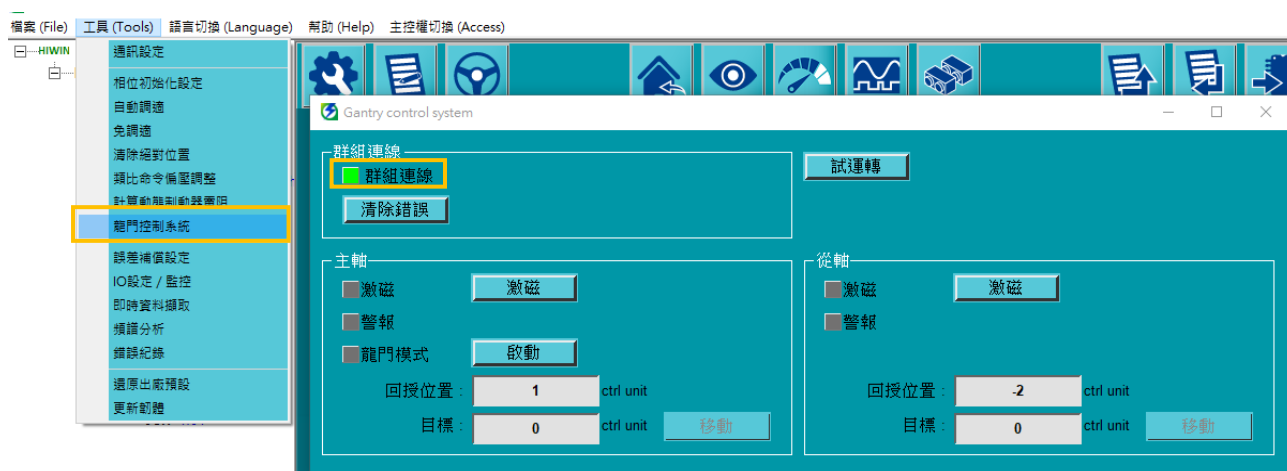


圖 7.1 開啟龍門控制系統視窗

【步驟三】 分別激磁主從軸

(1) 按下主軸的**激磁**按鈕。馬達激磁完成後，主軸的**激磁**狀態顯示會亮綠燈，如圖 7.2。
按下主軸的**解激磁**按鈕。

(2) 按下從軸的**激磁**按鈕。馬達激磁完成後，從軸的**激磁**狀態顯示會亮綠燈，如圖 7.3。
按下從軸的**解激磁**按鈕。

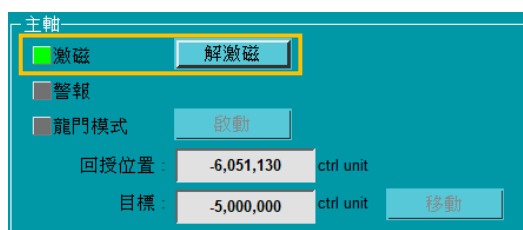


圖 7.2 激磁主軸馬達

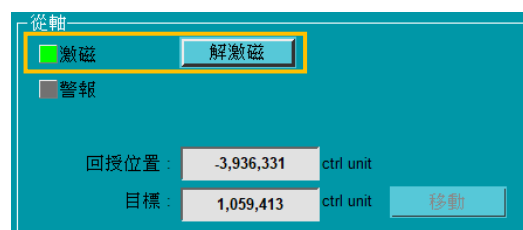


圖 7.3 激磁從軸馬達

【步驟四】 啟動龍門控制

- (1) 按下**啟動**按鈕，並等待**龍門模式**的狀態顯示亮綠燈。
- (2) 進入龍門模式後，**主軸與從軸**的標籤會變成**線性與旋轉**。

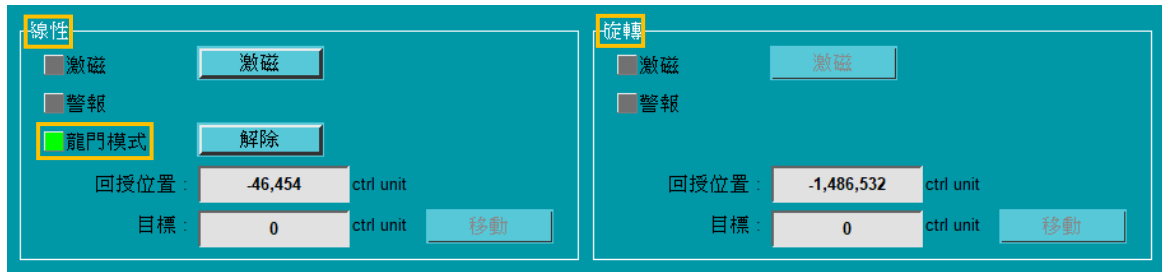


圖 7.4 啟動龍門控制

【步驟五】 龍門模式激磁

- (1) 按下線性的**激磁**按鈕。此時兩軸皆被激磁，線性與旋轉的**激磁**狀態顯示皆亮綠燈。
- (2) 確認龍門模式可正常激磁後，按下線性的**解激磁**按鈕以解激磁馬達，準備試運轉。



圖 7.5 龍門模式激磁狀態

【步驟六】 龍門模式試運轉



關閉**龍門控制系統**視窗後，點擊  開啟 **Test Run** 視窗，試著用低速吋動（如 50 mm/s）觀察龍門模式下的同動效果。



圖 7.6 龍門模式低速吋動試運轉

【步驟七】 觀察線性軸 / 旋轉軸 / 單軸位置

點擊  開啟 **Real-time Scope** 視窗，並選擇欲監控的項目。龍門控制系統相關物理量：2-位置回授、19-旋轉位置、17-主軸位置回授、18-從軸位置回授。

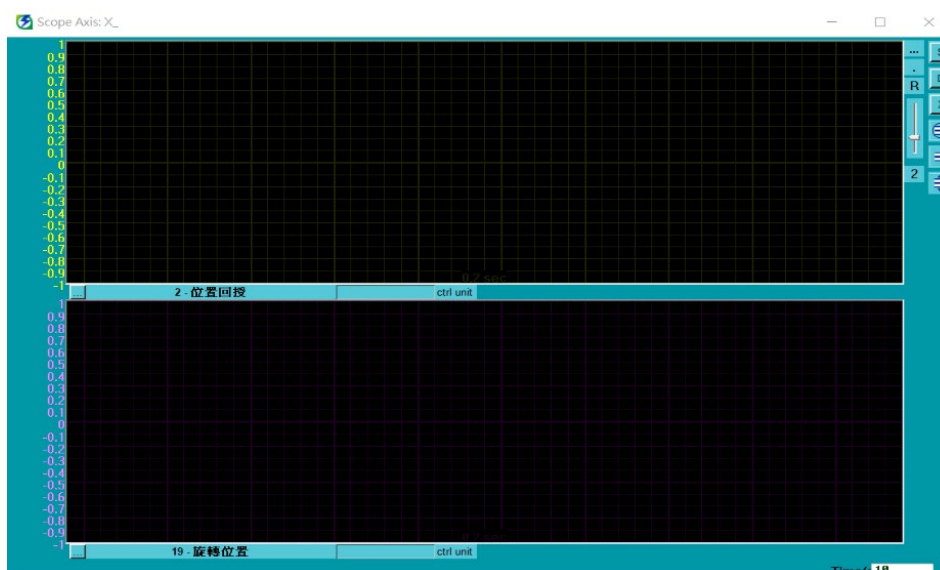


圖 7.7 Real-time Scope 監控龍門控制系統相關物理量