

**HIWIN® MIKROSYSTEM**



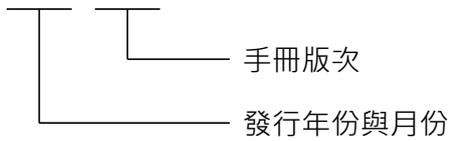
# D2T-LM系列驅動器

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。

MD11UC01-2404\_V1.4



發行日期	版次	適用產品	更新內容
2024/04/01	1.4	D2T-LM系列驅動器	1. 更新2.5節降低額定規格使用。
2022/02/11	1.3	D2T-LM系列驅動器	1. 新增電源開關注意事項。 2. 新增降低額定規格使用的相關資訊。 3. 新增驅動器規格：主電源湧浪電流、重量。
2020/06/03	1.2	D2T-LM系列驅動器	移除手冊內110V描述，只建議使用220V。
2019/06/24	1.1	D2T-LM系列驅動器	1. 更新數位輸出 ( ZSPD訊號 ) 的說明。 2. 更新驅動器規格，移除AO2類比輸出。
2018/12/26	1.0	D2T-LM系列驅動器	第一版發行。

## 相關文件

透過相關文件，使用者可快速了解此手冊的定位，以及各手冊、產品之間的關聯性。詳細內容請至本公司  
官網→下載中心→手冊總覽閱覽( [https://www.hiwinmikro.tw/Downloads/ManualOverview\\_TC.htm](https://www.hiwinmikro.tw/Downloads/ManualOverview_TC.htm) )。

# 目錄

1.	關於本操作手冊 .....	1-1
1.1	使用前重要事項 .....	1-2
1.2	安全注意事項 .....	1-4
2.	規格介紹 .....	2-1
2.1	驅動器資訊 .....	2-2
2.1.1	安規認證 .....	2-2
2.1.2	銘牌內容 .....	2-2
2.1.3	型號說明 .....	2-3
2.2	驅動器規格 .....	2-4
2.3	驅動器尺寸 .....	2-7
2.4	驅動器安裝 .....	2-10
2.5	降低額定規格使用 .....	2-11
2.6	電腦規格需求 .....	2-11
3.	動作原理 .....	3-1
3.1	操作模式 .....	3-2
3.1.1	位置模式 .....	3-2
3.1.2	速度模式 .....	3-3
3.1.3	推力 / 轉矩模式 .....	3-4
3.1.4	獨立作業模式 .....	3-4
3.2	編碼器種類 .....	3-5
3.3	編碼器訊號輸出 .....	3-6
3.4	路徑規畫 .....	3-7
3.5	伺服迴路與增益 .....	3-9
3.6	邊界裕度與相位裕度 .....	3-10
3.6.1	奈氏圖 .....	3-10
3.6.2	波德圖 .....	3-12
3.7	移動與整定 .....	3-13
3.8	誤差補償 .....	3-14
3.9	速度漣波 .....	3-15
3.10	激磁 .....	3-16
3.11	基本常用物理量 .....	3-17
4.	配線 .....	4-1
4.1	系統結構與配線 .....	4-2
4.1.1	總配線圖 .....	4-2
4.1.2	CN1 電源 .....	4-4
4.1.2.1	電源配線 .....	4-4
4.1.2.2	馬達配線圖 .....	4-5

4.1.2.3	回生電阻配線圖 .....	4-5
4.1.3	CN2 煞車動力 .....	4-7
4.1.4	CN3 USB 通訊 .....	4-8
4.1.5	CN6 控制訊號 .....	4-9
4.1.6	CN7 編碼器 .....	4-11
4.1.7	CN8 EtherCAT 通訊 .....	4-12
4.2	驅動器配件 .....	4-13
4.3	標準主電源回路接線 .....	4-16
4.3.1	交流電源配線圖 ( 單相 ) .....	4-16
4.3.2	交流電源配線圖 ( 三相 ) .....	4-17
4.4	使用多台驅動器連接之範例 .....	4-18
4.5	I/O 訊號連接 .....	4-20
4.5.1	數位輸入配線 .....	4-20
4.5.1.1	Sink 輸入配線範例 .....	4-20
4.5.1.2	Source 輸入配線範例 .....	4-21
4.5.2	數位輸出配線 .....	4-22
4.6	控制命令配線範例 .....	4-23
4.6.1	脈波命令輸入總配線圖 .....	4-23
4.6.1.1	差動介面 .....	4-24
4.6.1.2	Sink ( NPN ) 介面含限流電阻 .....	4-25
4.6.1.3	Sink ( NPN ) 介面不含限流電阻 .....	4-26
4.6.1.4	Source ( PNP ) 介面含限流電阻 .....	4-27
4.6.1.5	Source ( PNP ) 介面不含限流電阻 .....	4-28
4.6.1.6	5V TTL 介面 .....	4-29
4.6.2	電壓命令輸入總配線圖 .....	4-31
4.6.3	PWM 命令輸入配線圖 .....	4-33
4.6.3.1	NPN 介面 PWM 50% .....	4-33
4.6.3.2	NPN 介面 PWM 100% .....	4-34
4.6.3.3	5V TTL 介面 PWM 50% .....	4-35
4.6.3.4	5V TTL 介面 PWM 100% .....	4-36
5.	驅動器設定 .....	5-1
5.1	安裝與連線 .....	5-2
5.1.1	程式安裝檔 .....	5-2
5.1.2	連線設定 .....	5-3
5.1.3	人機主畫面 .....	5-5
5.2	參數設定中心 .....	5-8
5.2.1	馬達參數設定 .....	5-9
5.2.2	編碼器參數設定 .....	5-10
5.2.2.1	HIWIN 標準編碼器 .....	5-10
5.2.2.2	客製化數位增量式編碼器 .....	5-11
5.2.2.3	編碼器輸出設定 .....	5-12
5.2.3	操作模式設定 .....	5-14

5.2.4	參數設定完成步驟.....	5-17
5.3	自動相位初始設定中心.....	5-18
5.3.1	模式解說.....	5-18
5.3.2	前置作業.....	5-19
5.3.3	設定步驟.....	5-19
5.3.4	常見問題排除.....	5-21
5.4	I/O 設定中心.....	5-22
5.4.1	數位輸入.....	5-22
5.4.2	數位輸出.....	5-34
5.4.3	類比輸出.....	5-39
5.5	到位訊號設定.....	5-40
5.6	歸原點設定.....	5-42
5.6.1	尋找左右條件.....	5-44
5.6.2	尋找近原點開關或編碼器 index 訊號.....	5-47
5.6.3	使用 CiA 402 標準之歸原點方法.....	5-49
5.7	參數存入 Flash 與恢復原廠設定.....	5-53
5.7.1	將參數存入 Flash.....	5-53
5.7.2	將參數恢復原廠設定.....	5-53
5.8	人機各操作模式參數設定.....	5-54
5.8.1	位置模式.....	5-54
5.8.2	速度模式.....	5-57
5.8.3	推力 / 轉矩模式.....	5-59
5.8.4	獨立作業模式.....	5-60
6.	驅動器調整.....	6-1
6.1	狀態顯示與 Quick view.....	6-3
6.1.1	狀態顯示.....	6-3
6.1.2	Quick view.....	6-4
6.1.3	軟體快速鍵.....	6-5
6.2	Performance center 運動功能.....	6-6
6.3	圖形示波器.....	6-10
6.4	資料收集.....	6-12
6.4.1	功能說明.....	6-12
6.4.2	使用 PDL 輔助資料擷取.....	6-13
6.5	Plot view.....	6-15
6.5.1	圖形顯示方式.....	6-15
6.5.2	存檔 / 讀檔.....	6-20
6.5.3	數學運算.....	6-21
6.6	進階增益調整.....	6-24
6.6.1	濾波器.....	6-24
6.6.2	加速度前饋.....	6-27
6.6.3	增益切換時間表與速度迴路增益.....	6-29
6.6.4	類比輸入偏壓修正.....	6-32

6.6.5	電流迴路 .....	6-32
6.6.6	振動抑制濾波器 .....	6-33
6.6.7	摩擦力補償 .....	6-38
6.7	Loop constructor .....	6-40
6.7.1	檔案讀檔 / 存檔 .....	6-41
6.7.2	Tool .....	6-42
6.7.2.1	頻率響應函數 .....	6-42
6.7.2.2	Nyquist .....	6-43
6.7.2.3	Bode .....	6-44
6.7.2.4	Nichols .....	6-44
6.7.3	濾波器 .....	6-45
6.7.3.1	Low pass filter .....	6-45
6.7.3.2	Notch filter .....	6-46
6.7.4	增益調適 .....	6-47
6.7.5	頻譜分析 .....	6-48
6.8	編碼器訊號確認 .....	6-49
6.9	誤差補償功能 .....	6-50
6.9.1	誤差補償操作說明 .....	6-50
6.9.2	啟動誤差補償 .....	6-52
6.9.3	誤差表之存檔與讀檔 .....	6-53
6.9.4	更改誤差補償起始點 .....	6-53
7.	LCD .....	7-1
7.1	面板說明 .....	7-2
7.2	顯示說明 .....	7-2
8.	保護功能 .....	8-1
8.1	運動保護 .....	8-2
8.2	位置與速度誤差保護 .....	8-5
8.2.1	跟隨誤差限制 .....	8-5
8.2.2	跟隨誤差與速度誤差警告 .....	8-5
8.3	煞車保護 .....	8-6
8.4	極限保護 .....	8-8
8.4.1	硬體極限保護 .....	8-8
8.4.2	軟體極限保護 .....	8-8
8.5	過溫保護 .....	8-10
8.5.1	軟體過溫保護 .....	8-10
8.5.2	驅動器過溫保護 .....	8-10
8.6	驅動器過電壓保護 .....	8-11
9.	錯誤排除 .....	9-1
9.1	驅動器狀態指示燈號說明 .....	9-2
9.2	驅動器的警報與警告 .....	9-3

9.2.1	Lightening 人機主畫面狀態顯示區.....	9-3
9.2.2	Errors and warnings log .....	9-3
9.2.3	PRM 檔載入錯誤說明 .....	9-6
9.3	警報代碼與排除方法 .....	9-7
9.4	警告代碼與排除方法 .....	9-10
9.5	常見問題排除方法.....	9-13
10.	激磁啟動設定.....	10-1
10.1	啟動激磁方式 .....	10-2
10.2	人機介面確認激磁狀態.....	10-3
11.	參數比對功能.....	11-1
11.1	比對 RAM 與 Flash 內的參數差異.....	11-2
12.	韌體更新與 PDL 載入.....	12-1
12.1	更新驅動器韌體.....	12-2
12.2	載入 PDL 程式至驅動器內.....	12-6
13.	干擾排除 .....	13-1
13.1	共模濾波器.....	13-2
13.2	馬達延長線加磁環 .....	13-5

# 1. 關於本操作手冊

---

1. 關於本操作手冊 .....	1-1
1.1 使用前重要事項 .....	1-2
1.2 安全注意事項.....	1-4

## 1.1 使用前重要事項

使用產品前，請詳閱本操作手冊。本公司對未依照本操作手冊之安裝說明及操作說明所發生的任何損害、意外或傷害不予負責。

- 請勿拆解或改裝產品。產品之設計均經過結構計算、電腦模擬及實際測試驗證。若因自行拆解或改裝產品而造成任何損害、意外或傷害，本公司不予負責。
- 安裝或使用產品前，請確認產品外觀並無破損。若發現任何破損，請聯絡本公司或當地經銷商。
- 請詳閱產品標籤或技術文件所標示之規格，並依照產品規格及安裝說明進行安裝。
- 請使用產品標籤或產品需求所指定的供應電源。若因未使用正確的供應電源而造成任何損害、意外或傷害，本公司不予負責。
- 請確保產品與額定負載搭配使用。若因不當使用而造成任何損害、意外或傷害，本公司不予負責。
- 請勿讓產品承受衝擊。若因不當使用而造成任何損害、意外或傷害，本公司不予負責。
- 若驅動器發生錯誤，請依照第9章的說明進行錯誤排除。錯誤排除後請將驅動器重新上電。
- 產品故障時請勿自行維修。產品僅能由本公司合格的技術人員進行維修。

本公司對產品提供一年保固，於此期間因不當使用（請參閱本操作手冊之注意與安裝事項）或天然災害造成之損害，本公司不負責更換及維修產品。

### 注意

- ◆ 此系列驅動器適用的最大周圍溫度為55°C。
- ◆ 本產品僅可安裝於污染度為2之環境。
- ◆ 額定電壓輸入為240V，供應之電源電壓不可高於240V，短路電流不得超過5,000A。
- ◆ 此系列驅動器未提供馬達過溫感測，也不具有馬達過溫保護。
- ◆ 此系列驅動器之短路保護功能不可當作分路保護電路使用。分路保護電路選用須遵循美國電工法規與當地法規。
- ◆ 開始檢視產品前，請關閉電源並等待至少五分鐘，以三用電表或類似儀表檢查P、N端子間的殘餘電壓已降至安全等級（50Vdc或更低），以避免觸電。
- ◆ 請勿頻繁開關電源，以避免加速內部電子功率元件老化。如需連續開關電源，間隔時間請控制在3分鐘以上。

**警告**

- ◆ 若未依照正確順序安裝或更換馬達動力線，可能會造成馬達異常動作、機台毀損或人員受傷。請使用正確標示之線材！
- ◆ 如須自行製作配接馬達編碼器之延長線，請詳閱本操作手冊，或洽詢本公司之客戶服務部門。若配接錯誤，可能會造成馬達異常動作、機台毀損或人員受傷。
- ◆ 使用光學外露式位置回饋系統（如：光學尺）時，尺身若有髒汙、刮傷，將造成馬達異常動作，可能會導致馬達、機台毀損或人員受傷。
- ◆ 使用磁性外露式位置回饋系統（如：磁性尺）時，若將強力磁性物體靠近尺身，將造成馬達異常動作，可能會導致馬達、機台毀損或人員受傷。
- ◆ 每個馬達型號都具有其額定可以承受的最大負載，若使用超過該限制之過量負載，可能會造成馬達異常動作、機台毀損或人員受傷。
- ◆ 馬達上電使用中，若不小心碰撞到編碼器接頭，請先確認驅動器是否受損，斷電重開後再使用。否則可能會造成馬達異常動作、機台毀損或人員受傷。
- ◆ 使用馬達時，請勿在未斷電的狀態下拔除編碼器延長線、移動馬達，再接回驅動器上。否則可能會造成馬達異常動作、機台毀損或人員受傷。

## 1.2 安全注意事項

- 安裝、運送、保養及檢查產品前，請詳閱本操作手冊，以確保正確使用產品。
- 使用產品前，請詳閱電機資訊、安全資訊及相關注意事項。
- 本操作手冊的安全注意事項分為「警告」、「注意」、「禁止」和「強制」四類。

警示語	說明
 <b>警告</b>	如未遵守此注意事項，可能造成財產損失、重傷或死亡。
 <b>注意</b>	務必遵守此注意事項。
 <b>禁止</b>	禁止事項。
 <b>強制</b>	強制事項。

### **危險**

- ◆ 請確保驅動器已正確接地。在控制箱內使用 PE 條作為參考電位。為確保安全，請使用低歐姆接地。
- ◆ 上電時請勿拔除驅動器的馬達動力線，否則可能造成觸電或損壞接點。
- ◆ 中斷驅動器及電源供應器的連接後，請等待 5 分鐘再碰觸帶電部位（如接點或螺栓）。為確保安全，建議測量中間迴路的電壓，待電壓降至 40Vdc 再碰觸帶電部位。

## ■ 操作

 <p><b>警告</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 上電時請勿碰觸產品端子或內部零件，否則可能會造成觸電。</li> <li>◆ 斷電後請等待 10 分鐘再碰觸產品端子及內部零件，否則殘餘的電壓可能會造成觸電。</li> <li>◆ 上電時請勿更改配線，否則可能會造成觸電。</li> <li>◆ 請勿損壞線材、對線材施加壓力，或將線材置於重物之下或物體之間，否則可能會造成觸電或火災。</li> </ul>
 <p><b>注意</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 請勿在潮濕或具有腐蝕性物質、可燃性氣體或可燃性物質的場所使用產品。</li> <li>◆ 請勿頻繁開關電源，以避免加速內部電子功率元件老化。如需連續開關電源，間隔時間請控制在 3 分鐘以上。</li> </ul>

## ■ 存放

 <p><b>禁止</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 請勿將產品存放於具有水、水滴、有害氣體、有害液體，或陽光直射的場所。</li> </ul>
---	--

## ■ 搬運

 <p><b>注意</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 請小心搬運產品，以免造成產品損壞。</li> <li>◆ 請勿重壓產品。</li> <li>◆ 請勿堆疊產品，以免造成倒塌。</li> </ul>
--	--

## ■ 安裝場所

 <p><b>強制</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 請勿將產品安裝於高溫、高濕或具有灰塵、鐵粉或切削粉的場所。</li> <li>◆ 產品安裝場所的周圍溫度須符合手冊的規定。若周圍溫度過高，請使用風扇降溫。</li> <li>◆ 請勿將產品安裝於陽光直射的場所。</li> <li>◆ 產品無防滴或防水設計，請勿在室外、有水或液體的場所安裝或操作產品。</li> <li>◆ 請將產品安裝於振動較少的場所。</li> <li>◆ 馬達運轉一段時間後會發熱，請使用風扇冷卻。或在不使用馬達時，將馬達解激磁，以免周圍溫度超過馬達規格。</li> </ul>
--	---

## ■ 安裝

 注意	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 請勿將重物置於產品之上，否則可能會造成人員受傷。</li><li>◆ 請防止異物進入產品，否則可能會造成火災。</li><li>◆ 請依指定方向安裝產品，否則可能會造成火災。</li><li>◆ 請避免對產品造成衝擊，否則可能會造成產品故障或人員受傷。</li><li>◆ 安裝產品時，請將產品重量列入考量。不當安裝可能會造成產品損壞。</li><li>◆ 請將產品安裝於不燃物上（如金屬），以避免造成火災。</li></ul>
--	--

## ■ 配線

 注意	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 請確保正確配線，否則可能會造成產品故障或燒毀、人員受傷或火災。</li></ul>
--	---

## ■ 操作及搬運

 注意	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 請使用產品規格指定之供應電源，否則可能會造成人員受傷或火災。</li><li>◆ 供電恢復後產品可能會突然啟動，所以請勿太靠近產品。</li></ul>
 強制	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 請為緊急停止功能設置外部配線，以便及時停止馬達運轉。</li></ul>

## ■ 保養

 禁止	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 請勿拆解或改裝產品。</li><li>◆ 請勿自行維修產品。如須維修，請聯絡本公司。</li></ul>
--	--

## 2. 規格介紹

2.	規格介紹 .....	2-1
2.1	驅動器資訊.....	2-2
2.1.1	安規認證 .....	2-2
2.1.2	銘牌內容 .....	2-2
2.1.3	型號說明 .....	2-3
2.2	驅動器規格 .....	2-4
2.3	驅動器尺寸 .....	2-7
2.4	驅動器安裝.....	2-10
2.5	降低額定規格使用.....	2-11
2.6	電腦規格需求.....	2-11

## 2.1 驅動器資訊

### 2.1.1 安規認證

此系列驅動器符合以下安規。

表2.1.1.1

CE Compliance	
EMC	EN 61800-3 : 2004 ( Category C2 )
	EN 61000-3-2 : 2006 / A1 : 2009 / A2 : 2009
	EN 61000-3-3 : 2008
	IEC CISPR 11 : 2009 / A1 : 2010
	IEC 61000-4-2 : 2008
	IEC 61000-4-3 : 2006 / A1 : 2007 / A2 : 2010
	IEC 61000-4-4 : 2004
	IEC 61000-4-5 : 2005
	IEC 61000-4-6 : 2008
	IEC 61000-2-1 : 1990
	IEC 61000-2-4 : 2003
	IEC 60146-1-1 : 1993
LVD	IEC 61800-5-1 : 2007 ( PD2, OVC III )
	EN 61800-5-1 : 2007 ( PD2, OVC III )

### 2.1.2 銘牌內容

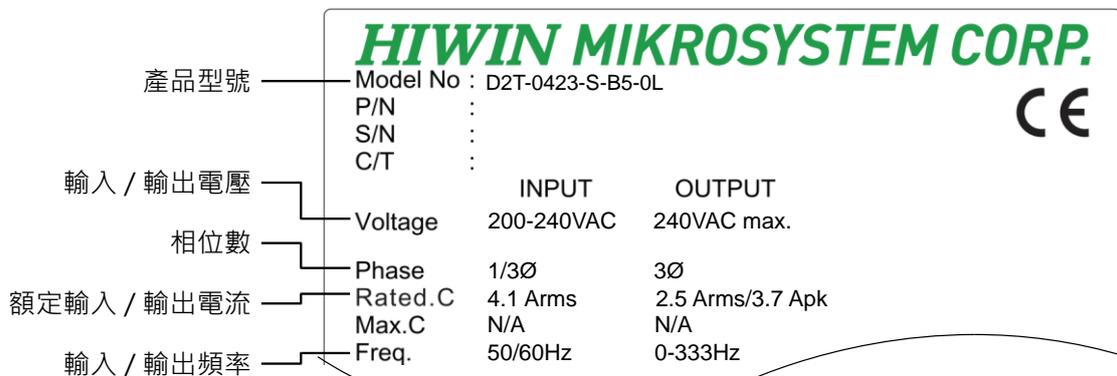


圖2.1.2.1

## 2.1.3 型號說明

表2.1.3.1

碼位	1	2	3		4	5	6	7		8		9	10		11	12
範例	D	2	T	-	0	4	2	3	-	S	-	B	5	-	0	L
1、2、3：D2T系列驅動器	D2T															
4、5：額定輸出	04 = 400W 10 = 1.0KW															
6、7：輸入AC電源	23 = 單相 / 三相 · 220V															
8：控制介面	標準型 S = 電壓命令及脈波 總線型 E = EtherCAT ( CoE ) 總線型 F = mega-ulink															
9：機框	B = B框 ( 400W ) C = C框 ( 1.0KW )															
10：編碼器介面	5 = 數位TTL ( AqB )															
11、12：特殊編碼	0L = 線性馬達專用															

註1：此為線性馬達專用驅動器。

註2：標準型機種含脈波輸入介面及+/-10V輸入介面。

註3：不支援Hall sensor訊號、過溫線 ( OT、PTC ) 訊號。

註4：編碼器僅支援數位AqB格式。

## 2.2 驅動器規格

基本規格	電源輸入		220V	主要電源	B、C框	單相 / 三相 · 200~240V · 50/60Hz	
			控制電源	B、C框	單相 · 200~240V · 50/60Hz		
			主電源湧浪電流			B框：0.71A <sub>pk</sub> ；C框：21.7A <sub>pk</sub>	
	功率輸出		瓦特數			B框：400W；C框：1.0KW	
			連續電流			B框：2.5A <sub>rms</sub> ；C框：5.1A <sub>rms</sub>	
			峰值電流			B框：7.5A <sub>rms</sub> ；C框：15.3A <sub>rms</sub>	
			峰值電流可持續之時間			最多1秒	
	環境條件		溫度			操作溫度：0~45°C (45~50°C時，可降低額定規格後使用，相關資訊請參閱2.5節。若環境超過55°C，須強制週邊空氣循環。) 儲存溫度：-20~65°C	
			濕度			0~90%RH (不結露)	
			標高			海拔1000公尺以下 (1000~3000公尺時，可降低額定規格後使用，相關資訊請參閱2.5節。)	
			振動防護			1G (10~500Hz)	
	重量			標準型		B框：0.8kg；C框：1.6kg	
				總線型		B框：0.9kg；C框：1.7kg	
	安裝汙染等級			II			
	主迴路控制方式			IGBT PWM空間向量控制			
	編碼器輸入		回授			數位TTL	
			頻率			5M pulse/sec (四倍頻前)；20M count/sec (四倍頻後)	
			其他			線性編碼器須為數位AqB格式	
	I/O訊號連接器		控制訊號		輸入數		10個 (通用)
					輸出數		5個 (通用)
			類比訊號		輸入數		1個 (12-bit A/D)
					輸出數		1個 (用於類比監控)
			脈波訊號		輸入數		2個 (低速通道、高速通道)
					輸出數		4個 (差動Line driver有3輸出，開集極有1輸出。)
煞車連接器	控制訊號	輸出		可連接煞車使用 (最大1A)，亦可利用通用輸出進行可程式化控制。			
動態煞車			無內建動態煞車，需要外接繼電器與煞車電阻。				
通訊功能		USB		連接電腦，115,200bps			
面板 / 指示燈			四按鍵點矩陣 8*2字元 LCD狀態顯示器 LED狀態指示燈 (綠、紅)				
控制模式			可切換控制模式 (1)位置控制 (2)速度控制 (3)轉矩控制 (4)位置 / 速度控制 (5)位置 / 轉矩控制 (6)速度 / 轉矩控制				
功能規格	位置控制	控制輸入		(1)脈波禁止命令 (2)伺服啟動 (3)第一與第二增益切換 (4)電子齒輪比選擇 (5)左極限開關 (6)第一與第二模式切換 (7)異常清除 (8)右極限開關 ...等			
		控制輸出		(1)伺服激磁 (2)異常輸出 (3)到位輸出 (4)零速度檢出 ...等			

模式	脈波輸入	最大輸入脈波頻率	光耦合器介面專用 (單端輸入) : 250kpps Line driver介面專用 (差動輸入) : 4Mpps (AqB時達16M cnt/s)
		輸入脈波訊號格式	(1)脈波/方向( Pulse/Dir ) (2)正轉/反轉( CW/CCW ) (3)A/B相( AqB )
		電子齒輪 (脈波命令放大或縮小)	齒輪比 : pulses/counts pulses : 1~2,147,483,647 ; counts : 1~2,147,483,647
		平滑濾波器	平滑係數 : 1~500
	抑振濾波器 (VSF)		VSF可消除運動過程中所發生的振動頻率、降低因系統結構所產生之振動、以提升機台生產力。
速度控制模式	控制輸入		(1)零速度箝制 (2)伺服啟動 (3)第一與第二增益切換 (4)左極限開關 (5)第一與第二模式切換 (6)異常清除 (7)右極限開關 ...等
	控制輸出		(1)伺服激磁 (2)異常輸出 (3)到速輸出 (4)零速度檢出 ...等
	PWM輸入	速度命令輸入	速度命令可以PWM輸入佔空比提供, 參數可設定比例及命令方向。
	類比輸入	速度命令輸入	速度命令可以類比電壓方式提供, 參數可設定比例及命令方向。 ( +/-10Vdc · 12-bits解析度 )
	零速度箝制		可零速度箝制輸入
扭矩控制模式	控制輸入		(1)伺服啟動 (2)第一與第二增益切換 (3)左極限開關 (4)第一與第二模式切換 (5)異常清除 (6)右極限開關 ...等
	控制輸出		(1)伺服激磁 (2)異常輸出 (3)到速輸出 (4)零速度檢出 ...等
	PWM輸入	轉矩命令輸入	轉矩命令可以PWM輸入佔空比提供, 參數可設定比例及極性。
	類比輸入	轉矩命令輸入	轉矩命令可以類比電壓方式提供, 參數可設定比例及極性。 ( +/-10Vdc · 12-bits解析度 )
	速度限制功能		可設定速度限制值參數
共同	Auto tune		Auto tune程序執行後會自動啟動, 並確定負載慣量。
	模擬編碼器回饋輸出		可任意設定 ( B、C 相頻率最大為18M count/s )
	保護功能		(1)馬達短路檢出 (2)過電壓 ( > 390Vdc±5% ) (3)位置誤差過大 (4)編碼器異常 (5) I2T電流限制保護 (6)馬達未連接檢出 (7)驅動器過溫 ( IGBT > 80°C±3°C ) (8)電壓不足 (9)編碼器5V電源異常 (10)相位初始化異常 (11)串列編碼器通訊異常
	異常訊息記錄		異常與警告狀態訊息記憶
	程式編輯器 ( PDL )		最大程式碼容量 : 32KBytes
			變數儲存容量 : 800Bytes
			支援的變數型式 :
			(1)浮點數型態 : 32 bits
			(2)整數型態 : 16 & 32 bits
			(3)支援矩陣及指標
執行週期 : 66.67us			
可同時執行4個task			
		具有if、else、while迴圈、for迴圈、goto及till等命令控制程式流程	
		含有基本算數運算子、邏輯運算子、比較運算子	
		具有Lock及Unlock命令可控制多程式的同步	
		命名字元長度限制 :	
		(1)變數名 : 17 字元 (2)標籤名 : 24 字元 (3)proc 名 : 24 字元	
位置誤差補償表 ( Error Mapping )		方法 : 建立補償表, 以線性插值方式補償編碼器錯誤。	

		取樣：最多5,000點	
		儲存位置：Flash ROM、硬碟檔案	
		單位：um、count	
		啟動機制：由內部歸原點完成後或由外部輸入訊號激活	
	回生電阻功能	電阻	須外部連接·無內建回生電阻。
		作動電壓	+HV > 370Vdc
		脫離電壓	+HV < 360Vdc
		直流鏈電容量	B框：820uF；C框：1,410uF
其他		摩擦補償	

## 2.3 驅動器尺寸

D2T-LM系列驅動器、具總線模組 ( EtherCAT、mega-ulink ) 之D2T-LM系列驅動器的尺寸與安裝孔位如圖所示。標示尺寸單位為mm，安裝孔直徑為4mm。

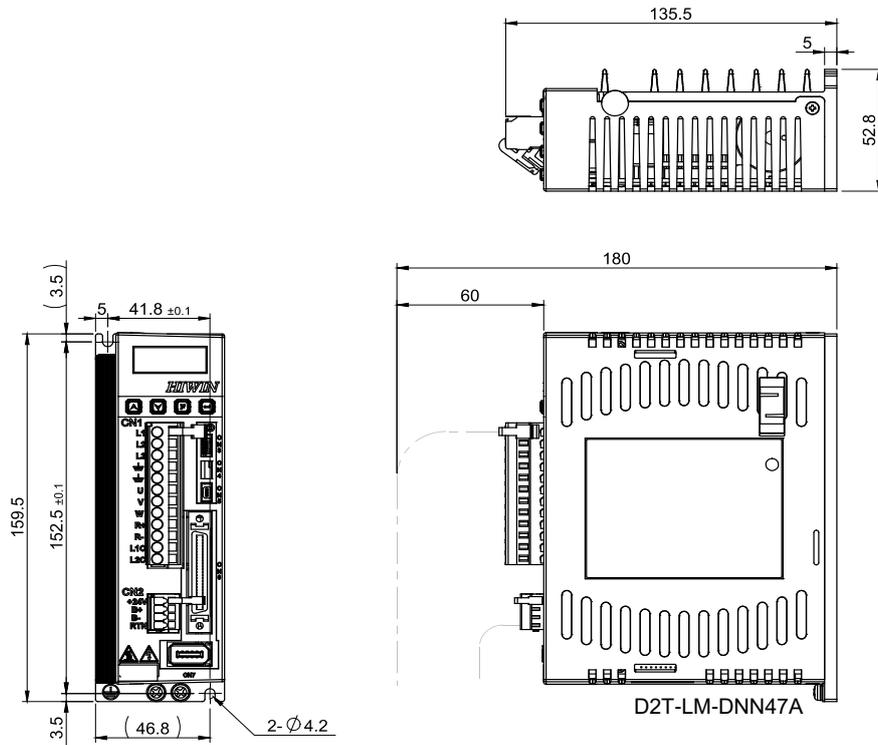


圖2.3.1 D2T-LM B框尺寸圖

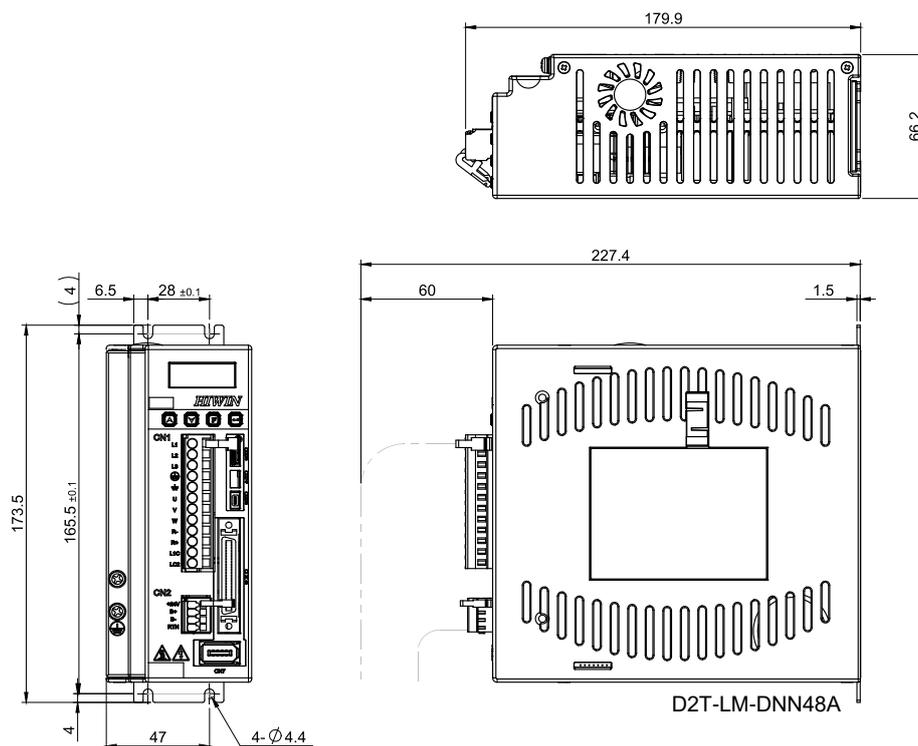


圖2.3.2 D2T-LM C框尺寸圖

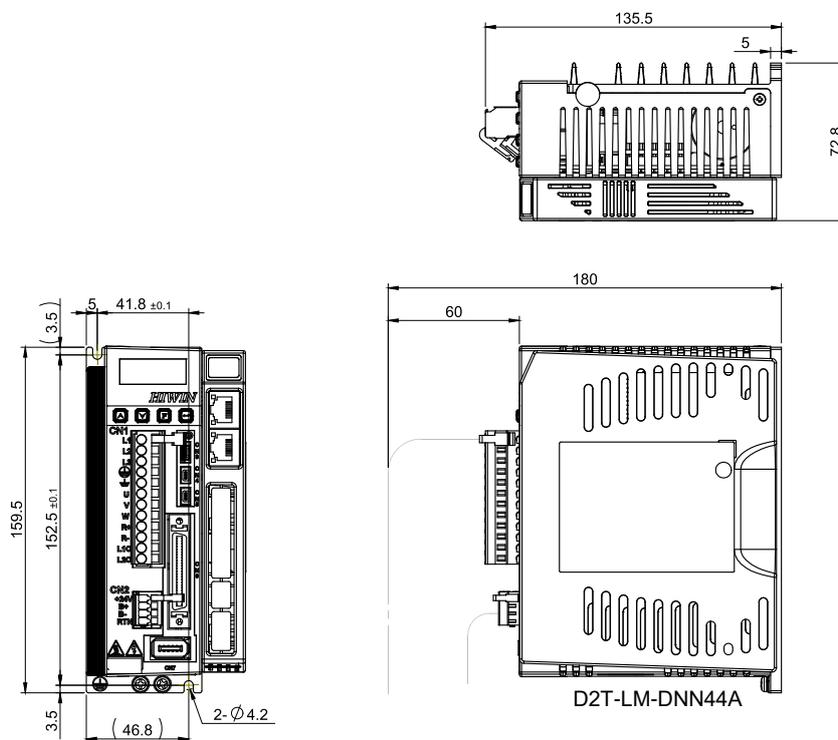


圖2.3.3 具總線模組之D2T-LM B框尺寸圖

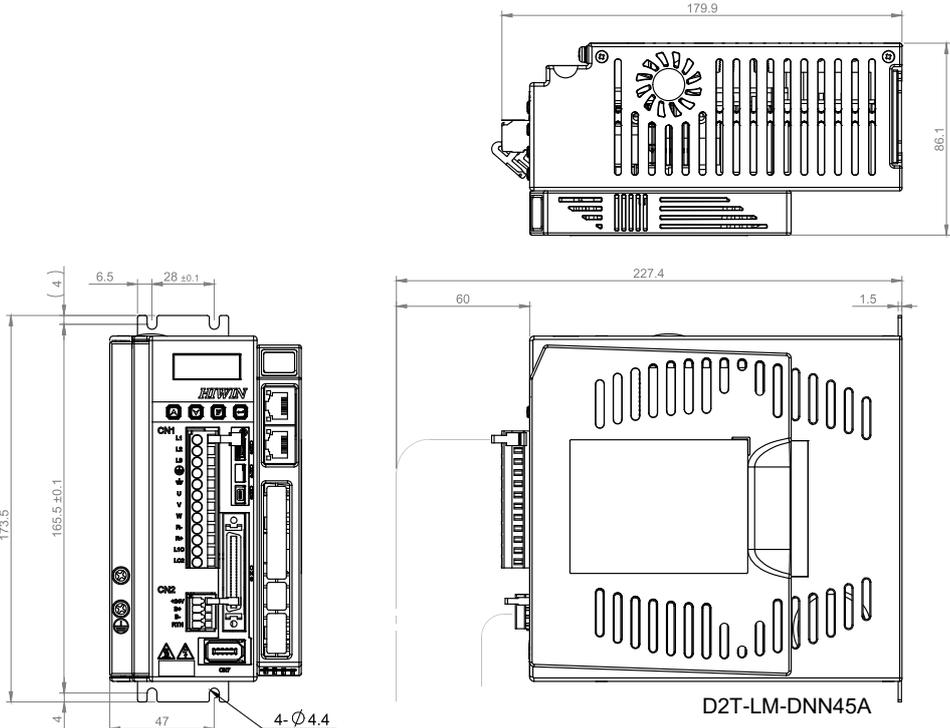


圖2.3.4 具總線模組之D2T-LM C框尺寸圖

## 2.4 驅動器安裝

將驅動器安裝於電控箱時必須使用導電螺絲將其固定，且電控箱接觸面須刮除烤漆等絕緣材料，讓驅動器與機台之大地導通。驅動器輸入電源為220V時，接地電阻值須小於50Ω。驅動器在安裝時必須注意不可封住其吸、排氣孔，也不可傾倒放置，否則會造成驅動器故障。

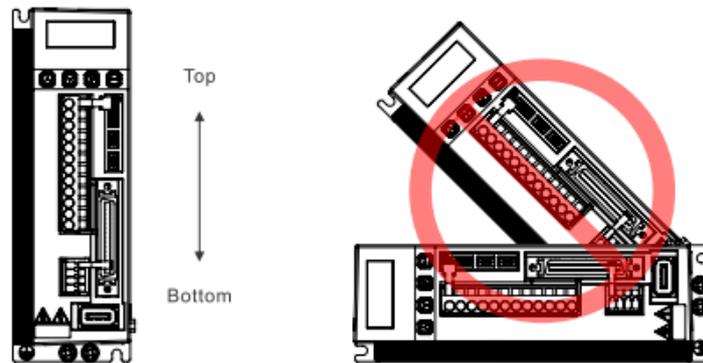


圖2.4.1 驅動器擺放示意圖

為確保冷卻循環效果，驅動器安裝時，其上下左右與相鄰的物品或檔板間，必須保持足夠的空間。安裝多台驅動器時，兩台驅動器間的安裝距離請保持20mm以上，使驅動器有良好的散熱空間。電控箱可設置風扇幫助驅動器散熱。

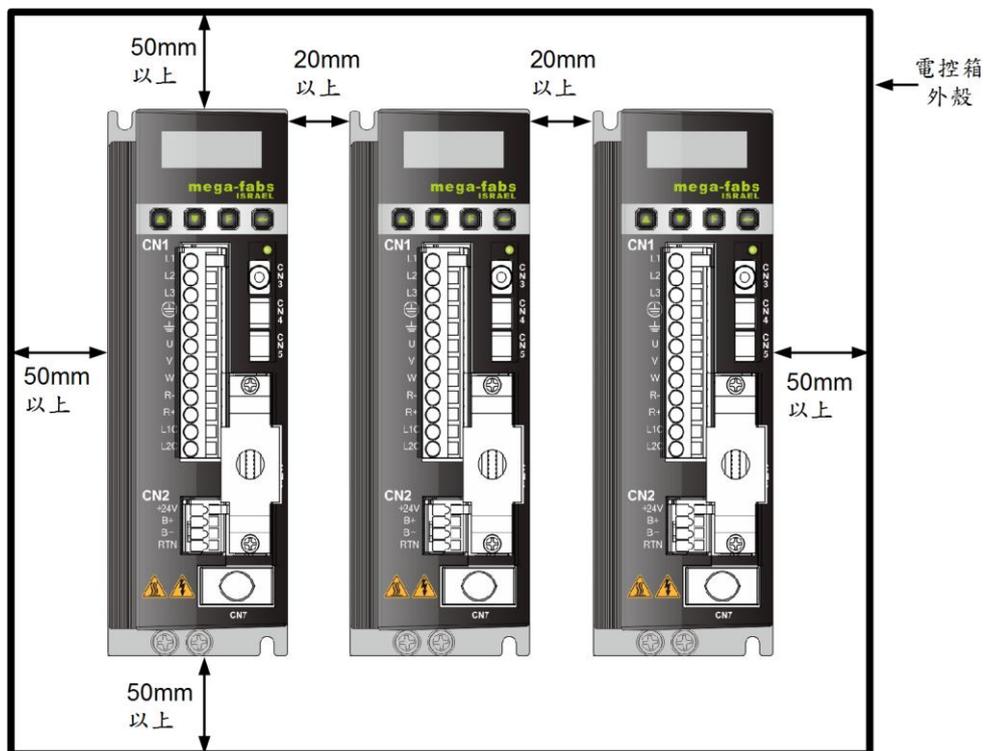


圖2.4.2 多台驅動器之安裝示意圖

## 2.5 降低額定規格使用

在使用環境溫度45~50°C或海拔高度1000~3000M的條件下使用驅動器時，請參照下圖所示的額定規格降低率進行使用。

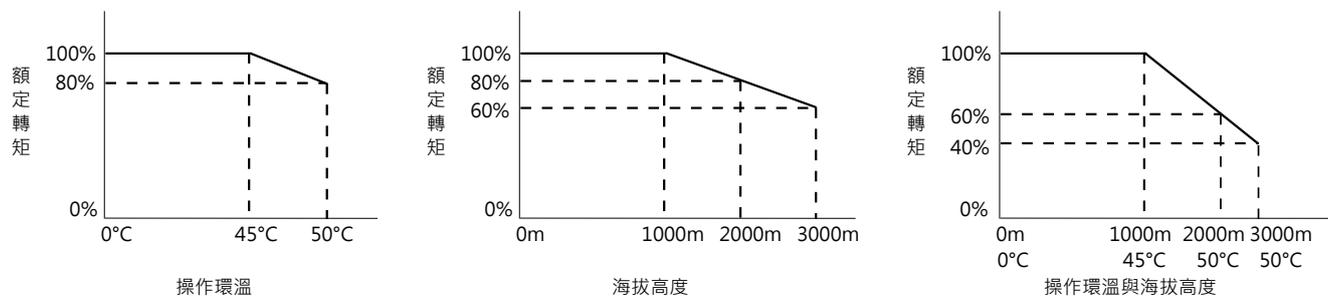


圖2.5.1

註：海拔高度2000~3000M時，額定規格降低曲線需根據IEC/EN 61800-5-1過電壓類型限於OVC II。

## 2.6 電腦規格需求

表2.6.1

CPU	1.0GHz以上
RAM	512MB以上
硬碟可用空間	50MB以上
通訊埠	具備USB通訊埠
作業系統	Win 2000、Win XP、Win 7
螢幕解析度	1024 x 768 pixel以上

( 此頁有意留白。 )

## 3. 動作原理

3.	動作原理 .....	3-1
3.1	操作模式 .....	3-2
3.1.1	位置模式 .....	3-2
3.1.2	速度模式 .....	3-3
3.1.3	推力 / 轉矩模式 .....	3-4
3.1.4	獨立作業模式 .....	3-4
3.2	編碼器種類 .....	3-5
3.3	編碼器訊號輸出 .....	3-6
3.4	路徑規畫 .....	3-7
3.5	伺服迴路與增益 .....	3-9
3.6	邊界裕度與相位裕度 .....	3-10
3.6.1	奈氏圖 .....	3-10
3.6.2	波德圖 .....	3-12
3.7	移動與整定 .....	3-13
3.8	誤差補償 .....	3-14
3.9	速度漣波 .....	3-15
3.10	激磁 .....	3-16
3.11	基本常用物理量 .....	3-17

## 3.1 操作模式

標準型D2T-LM系列驅動器與上位控制器之間的介面可經下列幾種操作模式實現：

- ✚ 位置模式 ( Position mode )
- ✚ 速度模式 ( Velocity mode )
- ✚ 推力 / 轉矩模式 ( Force / Torque mode )
- ✚ 獨立作業模式 ( Stand-alone mode )

以下為各操作模式之說明。

### 3.1.1 位置模式

由上位控制器發送脈波 ( pulse ) 給驅動器，此脈波相當於位置命令，驅動器每接收到一個脈波，就會移動相對應的距離。上位控制器負責其路徑規畫，加速度時，脈波會送得越來越快；等速度時，脈波以固定頻率發送。如圖3.1.1.1所示，脈波格式有三種：脈波與方向 ( pulse/dir )、上數 / 下數 ( pulse up/pulse down、CW/CCW ) 以及Quadrature ( A/B ) 相方波。以硬體接線的方式區分脈波訊號，可分為TTL邏輯之差動或單端訊號。

在位置模式下，可設定電子齒輪比 ( electronic gear )，一般設定為1個輸入脈波對應1個encoder count。若齒輪比為2：3，則為2個輸入脈波對應3個encoder count。

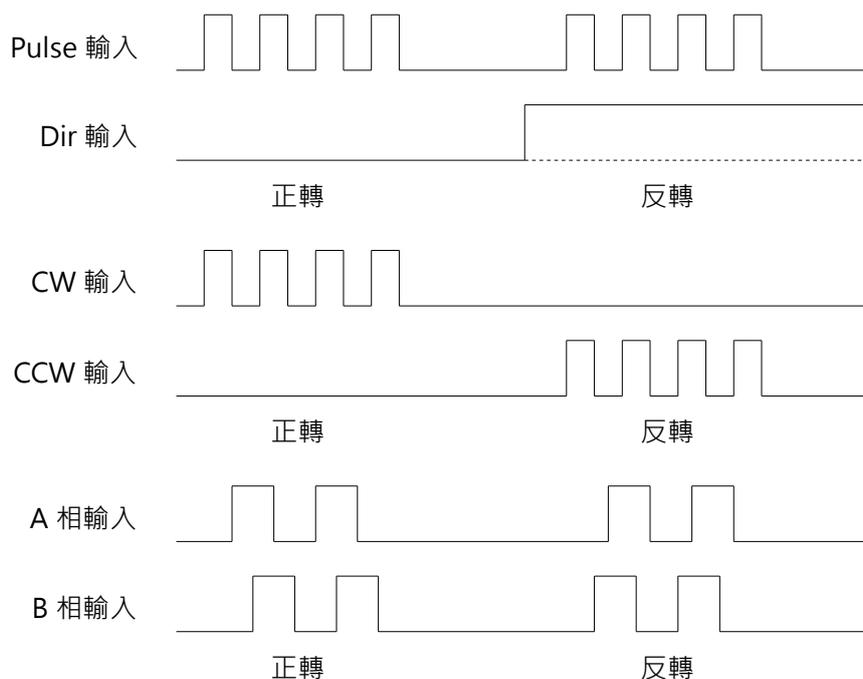


圖3.1.1.1

### 3.1.2 速度模式

驅動器可透過電壓接收上位控制器的命令，一般稱為V command，輸入範圍為-10V~+10V。驅動器將接收到的外部輸入電壓對應成速度命令來驅動馬達。上位控制器除了以電壓發送命令外，也可以PWM訊號發送，稱為PWM command。PWM命令利用duty cycle的不同而對應成不同的速度命令，可分成單線式（PWM 50%）與雙線式（PWM 100%）。單線式（PWM 50%）以duty cycle 50%為基準，小於50%為反向運動，大於50%為正向運動；雙線式（PWM 100%）除了有一根腳位傳送PWM命令外，還須多加一根腳位來控制馬達的運行方向。

#### ■ 使用電壓命令

將類比電壓訊號轉換為速度命令，由驅動器控制馬達的運行速度。當電壓值越大，輸出的速度也會越大，但最大不超過驅動器所限制的最大速度；當電壓值越小，輸出的速度也會越小。當電壓值為負值時，輸出的速度也會變為負值，馬達呈反方向運動。驅動器可設定單位電壓所對應的速度。

#### ■ 使用PWM命令

以PWM命令轉換成速度命令，直接控制馬達運轉的速度。驅動器可設定Full PWM所對應的速度。

### 3.1.3 推力 / 轉矩模式

在推力 / 轉矩模式下，驅動器可接收來自上位控制器的命令種類與速度模式相同，分別為電壓命令 ( V command ) 與PWM命令 ( PWM command )。驅動器接收到這兩種命令後，會將其對應成電流命令來驅動馬達。

#### ■ 使用電壓命令

將類比電壓訊號轉換為電流命令，藉由控制驅動器的電流輸出來控制馬達運動的推力與轉矩。當電壓值越大，輸出的控制電流也會越大，但最大不超過馬達的最大電流；當電壓值越小，輸出的控制電流也會越小。當電壓值為負值時，輸出的電流也會變為負值，馬達呈反方向運動。驅動器可設定單位電壓所對應的電流。

#### ■ 使用PWM命令

以PWM命令轉換成電流命令，藉由控制驅動器的電流輸出來控制馬達運動的推力與轉矩。驅動器可設定Full PWM所對應的電流。

### 3.1.4 獨立作業模式

驅動器內部具有高速DSP，可自己做運動規畫。在驅動器單獨測試或不搭配任何上位控制器（如只有伺服端跟驅動端）的情況下，可選擇獨立作業模式，讓驅動器負責所有迴路控制項。

## 3.2 編碼器種類

編碼器在伺服馬達控制中扮演重要的角色，它提供驅動器位置或角度的資訊，以達成伺服迴路的控制。常見的編碼器有兩種，數位式 (digital) 編碼器與類比式 (analog) 編碼器。D2T-LM系列驅動器目前僅支援數位式編碼器。

數位式編碼器又稱增量式 (incremental) 編碼器，一般為TTL RS422差動訊號。該訊號主要的特點為兩個相位相差 $90^\circ$ 的數位脈波，其解析度定義如圖3.2.1所示。

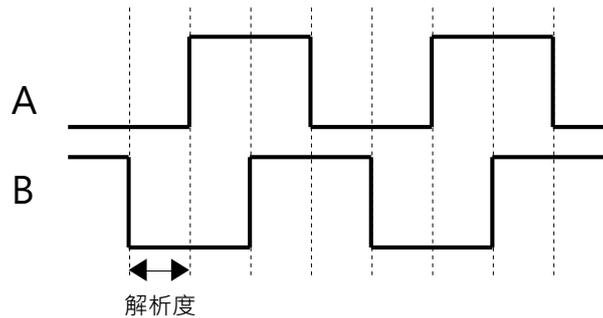


圖3.2.1

### 3.3 編碼器訊號輸出

驅動器在實施伺服控制時，會用到編碼器的輸入訊號，而驅動器與上位控制器搭配時，上位控制器也會有接收位置訊號的需求。通常驅動器會把由編碼器接收到的位置或角度訊號再往上位控制器傳送。D2T-LM系列驅動器提供以下兩種編碼器輸出方式。

#### ■ 編碼器緩衝輸出 ( Buffered encoder output )

當使用者選擇此設定時，驅動器會把馬達編碼器傳回來的訊號直接轉送給上位控制器。此外，使用者可依需求勾選反相功能，此時驅動器會把收到的訊號反相再送出去。

#### ■ 模擬編碼器輸出 ( Emulated encoder output )

當使用者選擇此設定時，驅動器會對收到的編碼器位置資訊乘以比例之後再送出去給上位控制器。在某些情形下，如上位控制器無法接收太高頻的編碼器訊號時，可設比例來降低輸出編碼器的頻率。此外，當類比編碼器之分割數設很細時，也可設比例來降低輸出編碼器的解析度。

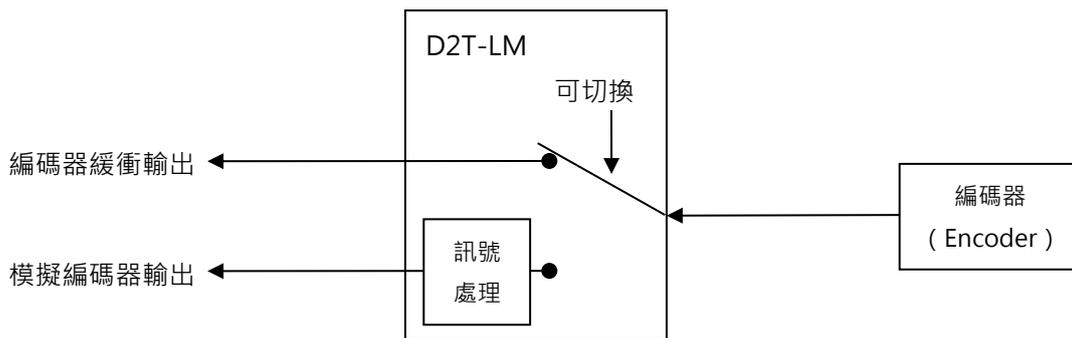


圖3.3.1

### 3.4 路徑規畫

路徑規畫 ( path planning ) 主要目的為上位控制器依使用者實際需求之距離、速度、加速度及平滑度，來計算出適當的運動命令，如圖3.4.1所示。這些命令 ( pulse或V command ) 有時由上位控制器送到驅動器，有時則可由驅動器本身 ( 獨立作業模式 ) 自行計算，依應用不同而採不同配置。

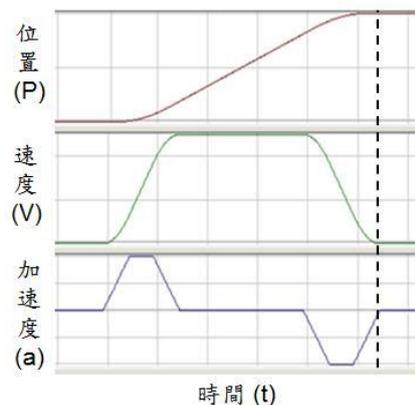


圖3.4.1

#### ■ 位置

馬達的位置由編碼器提供給驅動器，使驅動器能解析馬達目前的位置。線性運動的位置單位一般為  $\mu\text{m}$ 、 $\text{mm}$ 、 $\text{m}$ ，而旋轉運動的位置單位常用  $\text{encoder count}$  表示。在 D2T-LM 系列驅動器中，Reference Position 代表位置命令，由路徑規劃器依照相關參數計算出來；而 Target Position 則是由使用者或上位控制器下達的目標位置，通常送入驅動器後還要經過路徑規劃器的計算才可使馬達移動。

#### ■ 速度

速度定義為單位時間內位移的變化量。線性運動的速度單位為  $\mu\text{m}/\text{sec}$ 、 $\text{mm}/\text{sec}$ 、 $\text{m}/\text{sec}$ ，而旋轉運動的速度單位常用  $\text{count}/\text{sec}$ 、 $\text{rps}$  或  $\text{rpm}$ 。

#### ■ 加速度

加速度定義為單位時間內速度的變化量。線性運動的加速度單位為  $\mu\text{m}/\text{sec}^2$ 、 $\text{mm}/\text{sec}^2$ 、 $\text{m}/\text{sec}^2$ ，而旋轉運動的加速度單位常用  $\text{rps}^2$ 。

**■ 平滑係數**

當加速度在短時間內急遽增加或減少時，表示運動物體受的力突然增加或減少。有時為了減少這樣的衝擊，會在運動控制迴路中導入平滑運動技術以提高性能。D2T-LM系列驅動器採用平滑係數 ( Smooth factor ) 來規劃路徑軌跡為S型曲線或T型曲線。調整範圍為1~500，值越大越近似S型曲線，即衝擊越小；值越小越近似T型曲線，值為1表示無平滑功能。加大平滑係數會因為馬達出力的衝擊降低，而在某些情形下有助於定位過程最後的整定性能，但是越平滑的運動也不可避免地增加路徑規畫時間 ( Move time )。欲取得兩者平衡，必須實際在機台上面測試，並調適之。

**■ 緊急停止**

D2T-LM系列驅動器具有緊急停止功能 ( emergency stop )，當驅動器解除I3腳位之激磁訊號 ( Axis Enable ) 時，即啟動緊急停止功能，驅動器將立即以緊急停止減速度來停止任何運動中的馬達，確保使用安全。

### 3.5 伺服迴路與增益

#### ■ 伺服迴路

D2T-LM系列驅動器之伺服迴路採用三種迴路控制：電流、速度與位置來作伺服馬達控制。伺服迴路架構如圖3.5.1所示。在位置模式下，須依序連結此三種迴路來作馬達位置控制。在速度模式下，速度迴路須透過電流迴路驅動馬達。在電流模式下，電流迴路僅控制馬達換相機制，由上位控制器的電壓命令來控制其命令。為簡化伺服迴路之增益參數，D2T-LM系列驅動器僅使用一個伺服增益 ( common gain · CG ) 來設定與調整整個伺服控制架構。

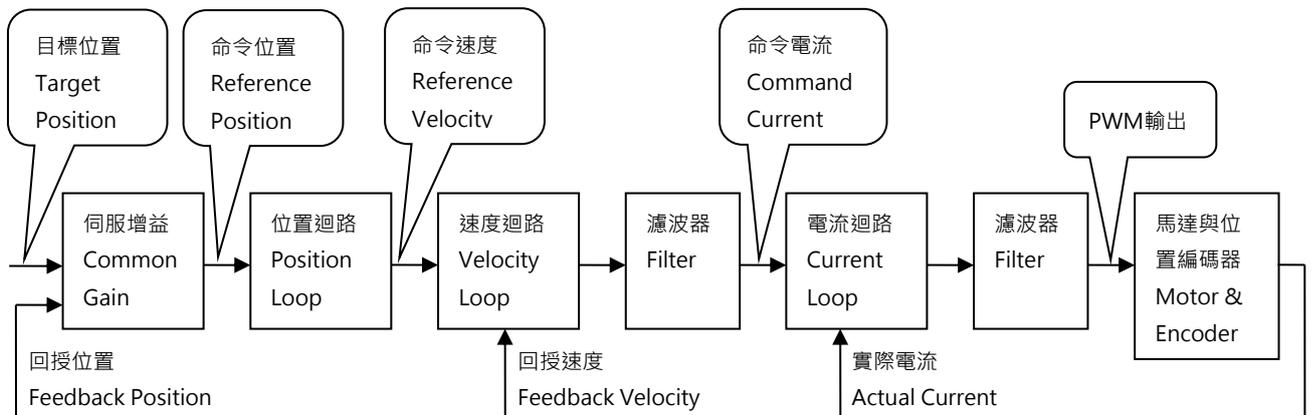


圖3.5.1

#### ■ 伺服增益

D2T-LM系列驅動器採用高速DSP實現馬達控制。一般而言，以數位方式控制伺服迴路須調整許多伺服增益；但本驅動器經過巧妙的控制設計，將眾多伺服增益簡化為一個common gain，大幅提高便利性。

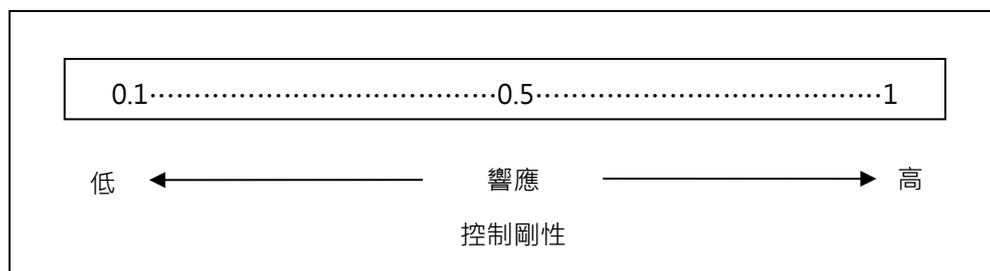


圖3.5.2

## 3.6 邊界裕度與相位裕度

### 3.6.1 奈氏圖

邊界裕度 ( Gain margin · GM ) 為閉迴路系統到達不穩定前，以分貝 ( dB ) 計算所能增加之迴路增益量。

相位裕度 ( Phase margin · PM ) 為閉迴路系統到達不穩定前，所能增加之相位延遲量。

#### ■ 邊界裕度

奈氏圖 ( Nyquist ) 在負實軸上的交點和(-1, j0)點的相對距離，以 $G(j\omega_p)$ 表示； $\omega_p$ 為相位交越點之頻率，圖3.6.1.1中， $\angle G(j\omega_p)=180^\circ$ 。在一迴路系統轉移函數 $G(s)$ 的

$$\text{gain margin} = \text{GM} = 20\log_{10} \frac{1}{|G(j\omega_p)|} = -20\log_{10}|G(j\omega_p)| \text{ dB} \cdot$$

由圖3.6.1.1和奈氏圖的特性可以得到以下結論：

- A.  $G(j\omega)$ 並未與負實軸相交，則 $|G(j\omega_p)|=0$ 、 $\text{GM}=\infty \text{dB}$ 。當奈氏圖在任何非零有限頻率未與負實軸相交，則 $\text{GM}=\infty \text{dB}$ 。理論上，在不穩定發生前，迴路增益可以增加到無限大。
- B.  $G(j\omega)$ 與負實軸交於0和-1之間，則 $0 < |G(j\omega_p)| < 1$ 、 $\text{GM} > 0 \text{dB}$ 。當奈氏圖在任何頻率與負實軸交於0和-1之間，迴路增益的增加，系統是穩定的。
- C.  $G(j\omega)$ 在(-1, j0)點上，則 $|G(j\omega_p)|=1$ 、 $\text{GM}=0 \text{dB}$ 。當奈氏圖 $G(j\omega)$ 在(-1, j0)點上時，則 $\text{GM}=0 \text{dB}$ ，這表示系統已經達到不穩定的邊界，因此不能再增加迴路增益。
- D.  $G(j\omega)$ 通過(-1, j0)點，則 $|G(j\omega_p)| > 1$ 、 $\text{GM} < 0 \text{dB}$ 。當奈氏圖 $G(j\omega)$ 通過(-1, j0)點，則 $\text{GM} < 0 \text{dB}$ ，且迴路增益必須藉由降低GM來達到穩定。

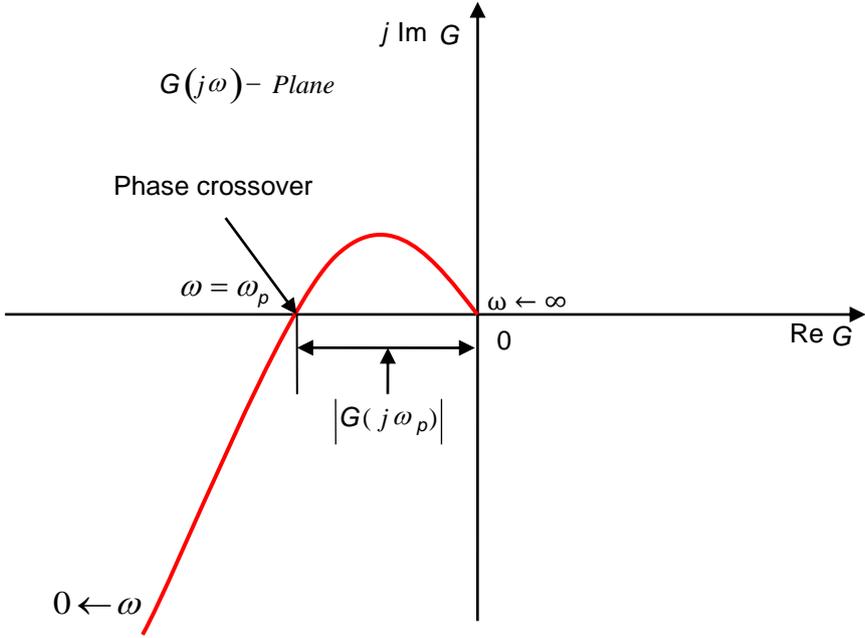


圖3.6.1.1 奈氏圖的邊界裕度

■ 相位裕度

如圖3.6.1.2所示，由經過增益交越點的直線，和G(jω)平面的負實軸所夾角即相位裕度。  
phase margin = PM = ∠G(jω<sub>g</sub>) - 180°

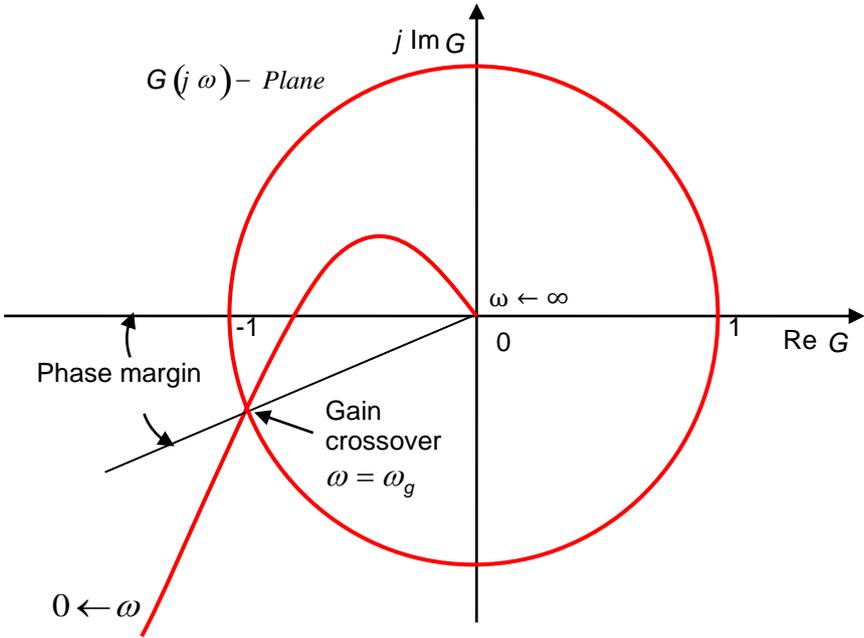


圖3.6.1.2 奈氏圖的相位裕度

### 3.6.2 波德圖

波德圖的邊界裕度與相位裕度如圖3.6.2.1所示。

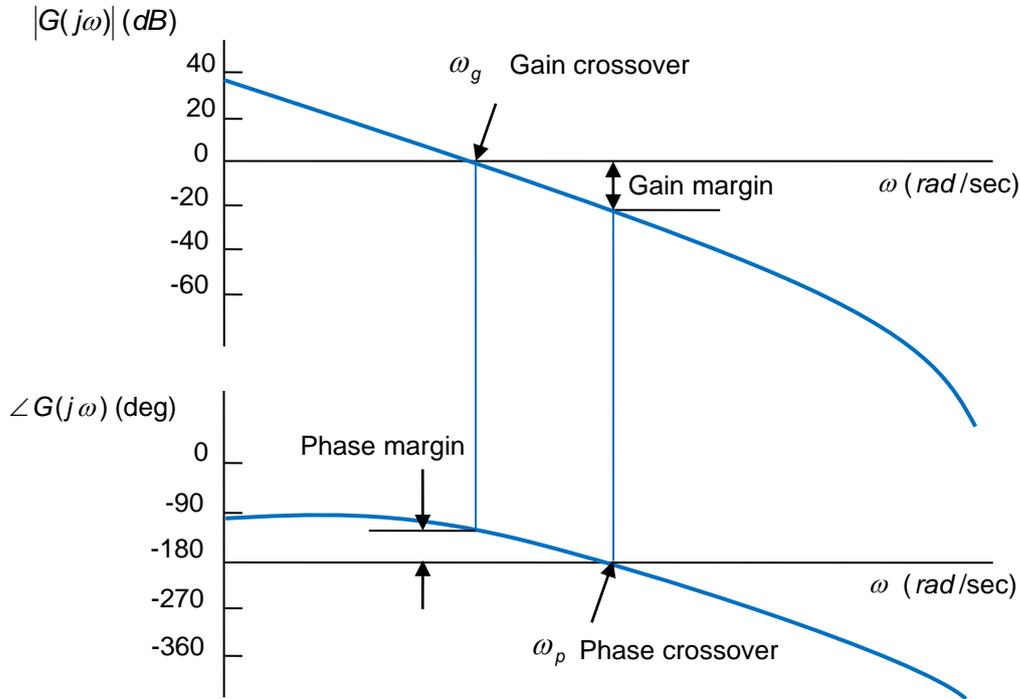


圖3.6.2.1 波德圖的邊界裕度與相位裕度

波德圖頻寬定義於-3dB，如圖3.6.2.2所示。

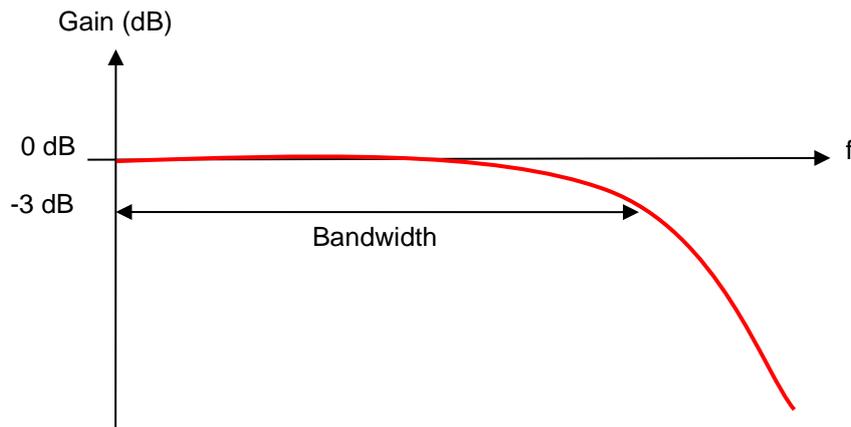


圖3.6.2.2 頻寬圖

### 3.7 移動與整定

馬達依上位控制器規劃出來的路徑作實際位移，在到達目標位置時能準確定位後停止運動，即稱為移動與整定。

#### ■ 跟隨誤差

在伺服系統中，目標位置與編碼器回授位置都會有一定的誤差，此稱為跟隨誤差 ( position error ) 。

#### ■ 目標框

當運動到達目標位置後，必需控制並維持回授位置與目標位置的差異在一特定的正負微小距離內，此差異稱為目標框 ( target radius ) 。

#### ■ 移動與整定之時間總和

如圖3.7.1所示，當馬達運動到達目標位置後，跟隨誤差小於所設定的目標框，並且維持一段時間 ( 反彈跳時間 ) 後，其到位訊號 ( In-Position ) 才會被設定，稱為到達目標位置。如跟隨誤差持續在框外，則稱為尚未到位。從運動開始到整定完成所花費的總時間 ( total time )，即為路徑規畫時間 ( move time ) 與整定時間 ( settling time ) 之總和。

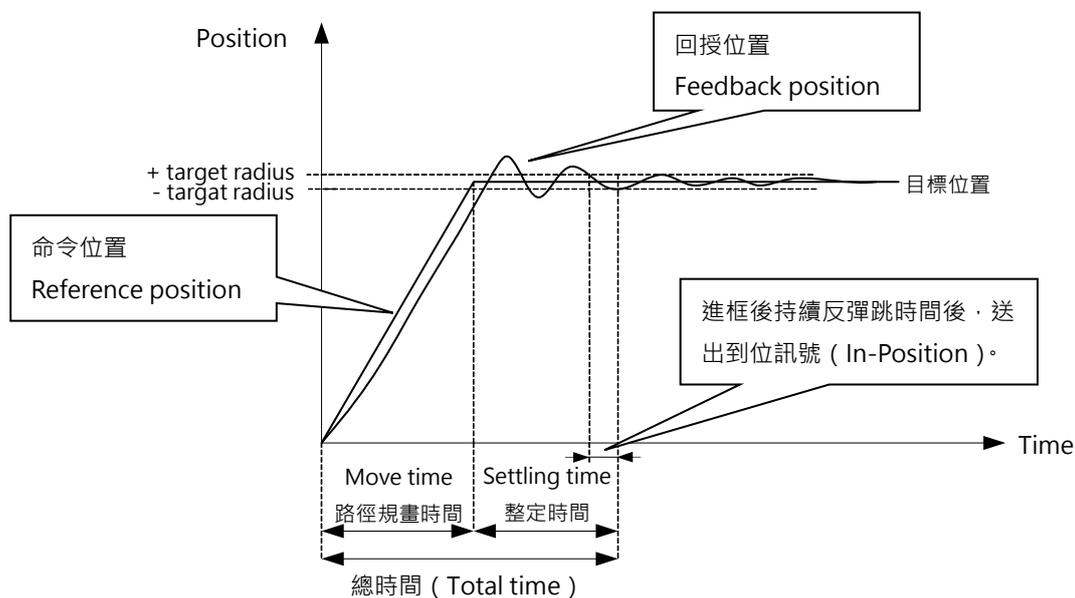


圖3.7.1

### 3.8 誤差補償

通常驅動器的定位精度都是由搭配的編碼器性能來決定。但是有時候該編碼器並無法完全符合精度的要求，此時可以應用精度等級更高的儀器（如：雷射干涉儀）來測得系統的誤差。D2T-LM系列驅動器具有高性能之控制方法，可以把上述測得之誤差資料儲存在驅動器的誤差補償表（error map）內，如圖3.8.1所示，並在運動過程中應用該資訊，藉由在固定距離之間以線性內插的方式計算誤差補償值，以達到提高定位精度的功能。

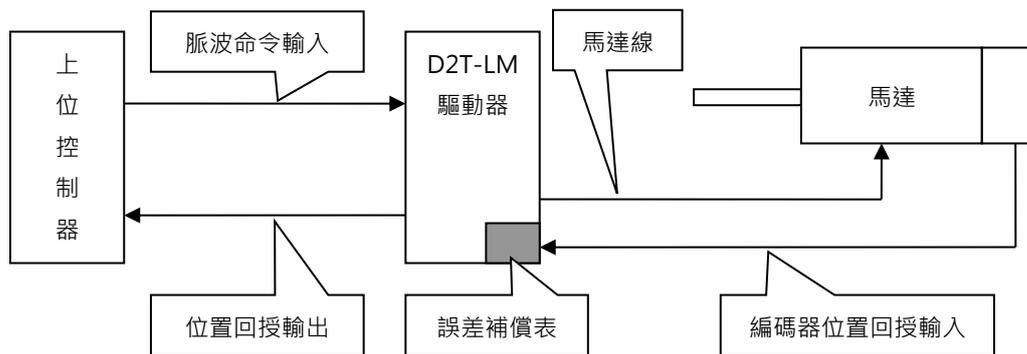
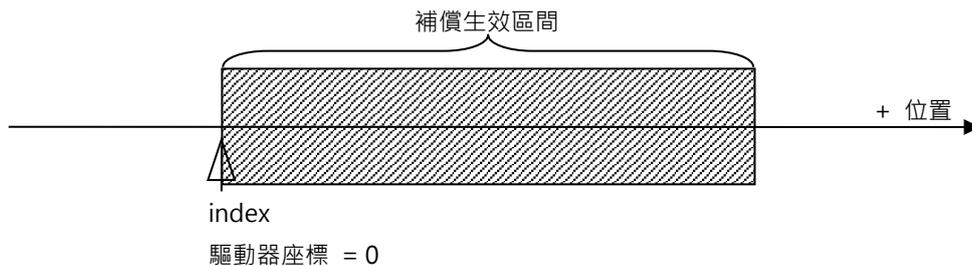


圖3.8.1

誤差補償表的有效範圍是以index為分界，由index往正方向的區域為補償生效的區間，往負方向的區域不會有補償效果。當使用者使用非零的原點偏移量（Home offset）的時候也是如此，補償的有效區間與原點偏移量設為0的情形完全相同，可參照下圖。

(1) 當原點偏移量設為0時



(2) 當原點偏移量設為100時

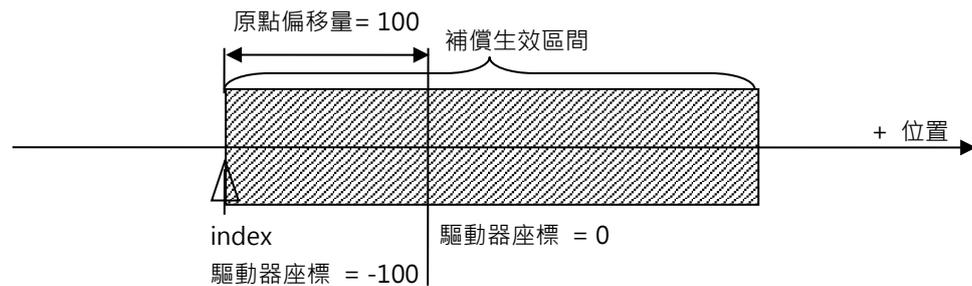


圖3.8.2

### 3.9 速度漣波

一般在運動控制中，總是希望運動期間的等速段盡可能地平穩，而運動平穩度可藉由速度漣波 ( velocity ripple ) 這個指標來評估。通常造成等速段速度變異之主因為馬達頓力、線槽鍊條、空壓管線與導軌阻力等。此速度漣波常應用於需要等速段穩定性高的掃描或檢測式之設備機台。速度漣波計算公式為：

$$\text{速度漣波} = \pm \frac{1}{2} \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\text{target}}} \times 100\%$$

其中 $V_{\text{target}}$ 為目標速度， $V_{\max}$ 為等速段中最大速度， $V_{\min}$ 為等速段中最小速度。如圖3.9.1所示，圖(a)的速度漣波較大，表示平穩度較差；圖(b)平穩度則較好。

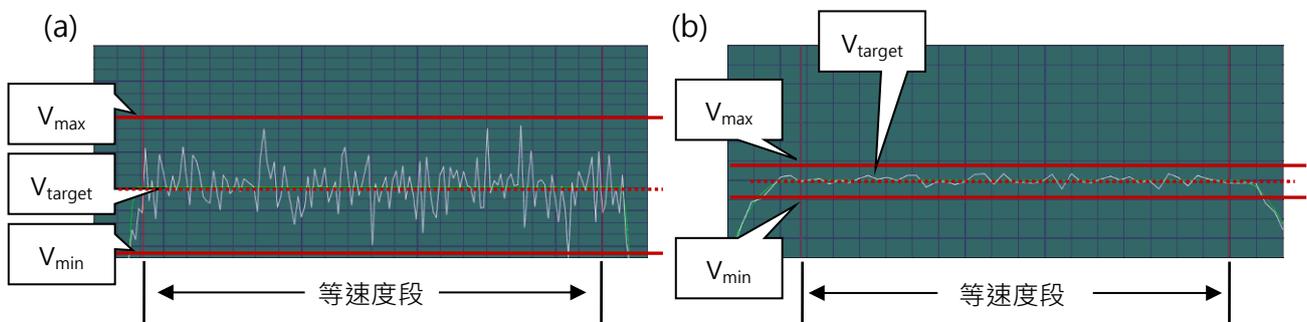


圖3.9.1

## 3.10 激磁

激磁 ( enable ) 是馬達在接受任何運動命令前，必須先實施的一個步驟。唯有在激磁時，驅動器才可以接收上位控制器的脈波命令或電壓命令進行操作。

### ■ 步進模式

步進模式 ( SM mode ) 為開迴路控制架構，此時馬達動作類似步進馬達，在激磁時不採用位置回授訊號。此模式可用來確認馬達出力方向與位置編碼器回授的讀值方向是否一致，若馬達出力方向與位置編碼器回授的讀值方向不一致，會導致相位初始化失敗。

### ■ 相位初始化

搭配增量式位置編碼器之驅動器，在第一次通電時都必須進行找電機角或稱相位初始化 ( phase initialization ) 的程序。HIWIN的伺服馬達在驅動器開機後的第一次激磁過程中，幾乎不移動即可成功找尋馬達之電機角。另外一種常用的相位初始化方式是藉由加裝霍爾感知器 ( Hall sensor ) 來達到同樣的作用。一般而言，上位控制器會送出一個輸出訊號 ( 例如D2T-LM系列驅動器的I3輸入 ) 至驅動器來完成相位初始化及激磁的動作。

### 3.11 基本常用物理量

編號	物理量名稱	描述
1	Feedback Position	回授位置
2	Reference Position	位置命令
3	Target Position	目標位置
4	Position Error	跟隨誤差
10	Feedback Velocity	回授速度
11	Reference Velocity	速度命令
12	Velocity Error	速度誤差
20	Reference Acceleration	加速度命令
30	Actual Current	實際電流
31	Command Current	電流命令
32	Current effective value	週期間的電流有效值
40	Analog Command	電壓命令 (來自上位控制器)
41	Bus Voltage	線電壓
42	Servo Voltage Percentage	伺服電壓
45	PWM Command	轉矩 / 推力 / 速度命令 (來自上位控制器)
51	Soft-Thermal Accumulator	軟體溫度估測 (D2T-LM系列不支援)
52	I2T Accumulator	I2T估測
53	Average load ratio	週期間的平均負載率
54	Peak load ratio	週期間的峰值負載率
61	I1	輸入點1
62	I2	輸入點2
63	I3	輸入點3
64	I4	輸入點4
65	I5	輸入點5
66	I6	輸入點6
71	I7	輸入點7
72	I8	輸入點8
67	I9	輸入點9
68	I10	輸入點10
81	O1	輸出點1
82	O2	輸出點2
83	O3	輸出點3

84	O4	輸出點4
86	O5	輸出點5
85	CN2 / BRK	煞車訊號輸出

## 4. 配線

4.	配線.....	4-1
4.1	系統結構與配線.....	4-2
4.1.1	總配線圖.....	4-2
4.1.2	CN1 電源.....	4-4
4.1.2.1	電源配線.....	4-4
4.1.2.2	馬達配線圖.....	4-5
4.1.2.3	回生電阻配線圖.....	4-5
4.1.3	CN2 煞車動力.....	4-7
4.1.4	CN3 USB 通訊.....	4-8
4.1.5	CN6 控制訊號.....	4-9
4.1.6	CN7 編碼器.....	4-11
4.1.7	CN8 EtherCAT 通訊.....	4-12
4.2	驅動器配件.....	4-13
4.3	標準主電源回路接線.....	4-16
4.3.1	交流電源配線圖 ( 單相 ).....	4-16
4.3.2	交流電源配線圖 ( 三相 ).....	4-17
4.4	使用多台驅動器連接之範例.....	4-18
4.5	I/O 訊號連接.....	4-20
4.5.1	數位輸入配線.....	4-20
4.5.1.1	Sink 輸入配線範例.....	4-20
4.5.1.2	Source 輸入配線範例.....	4-21
4.5.2	數位輸出配線.....	4-22
4.6	控制命令配線範例.....	4-23
4.6.1	脈波命令輸入總配線圖.....	4-23
4.6.1.1	差動介面.....	4-24
4.6.1.2	Sink ( NPN ) 介面含限流電阻.....	4-25
4.6.1.3	Sink ( NPN ) 介面不含限流電阻.....	4-26
4.6.1.4	Source ( PNP ) 介面含限流電阻.....	4-27
4.6.1.5	Source ( PNP ) 介面不含限流電阻.....	4-28
4.6.1.6	5V TTL 介面.....	4-29
4.6.2	電壓命令輸入總配線圖.....	4-31
4.6.3	PWM 命令輸入配線圖.....	4-33
4.6.3.1	NPN 介面 PWM 50%.....	4-33
4.6.3.2	NPN 介面 PWM 100%.....	4-34
4.6.3.3	5V TTL 介面 PWM 50%.....	4-35
4.6.3.4	5V TTL 介面 PWM 100%.....	4-36

## 4.1 系統結構與配線

本章節說明驅動器之系統架構與各部端子之功能介紹。

### 4.1.1 總配線圖

驅動器各部端子的名稱、功能和規格如下圖所示。

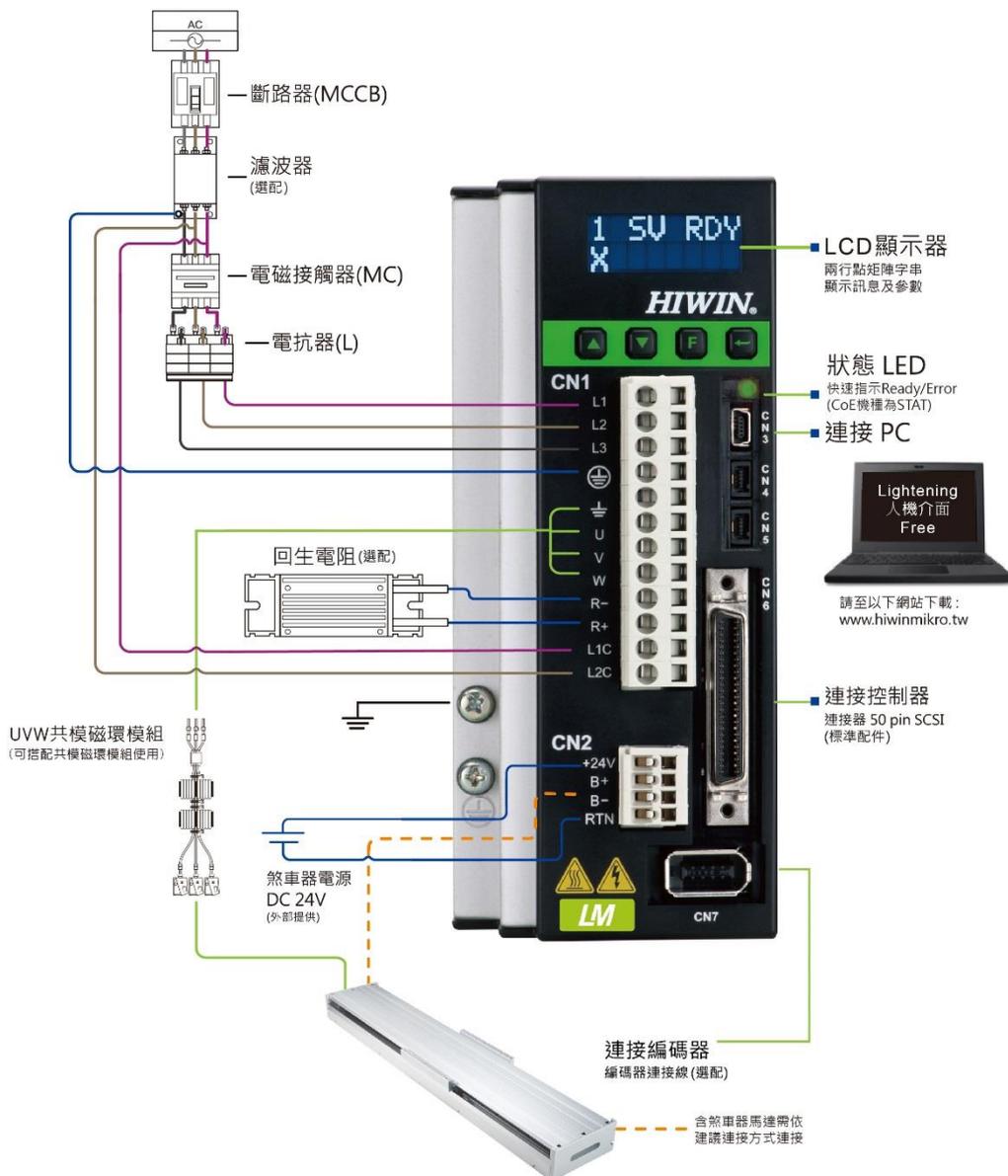
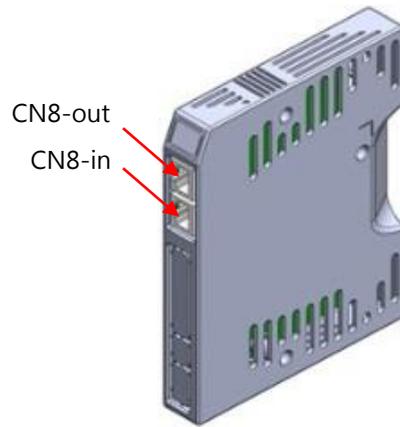


圖4.1.1.1



總線模組

圖4.1.1.2

表4.1.1.1

項次	名稱	端子	描述
1	AC主電源線	B、C框：CN1	L1、L2：單相，200~240Vac，50/60Hz L1、L2、L3：三相，200~240Vac，50/60Hz
2	馬達動力線	B、C框：CN1 ( $\pm$ 、U、V、W )	連接至馬達，馬達三相動力電源。
3	回生電阻	B、C框：CN1 ( R-、R+ )	連接至回生電阻 ( 選配 / 依實際應用設計安裝 )
4	控制用電源線	B、C框：CN1 ( L1C、L2C )	驅動器內控制與I/O用電源 L1C、L2C：單相，200~240Vac，50/60Hz
5	煞車器	B、C框：CN2 ( B-、B+ )	連接至煞車器 ( 選配 / 依實際應用設計安裝，須透過 relay 接至馬達煞車器 )
6	Mini USB通訊	B、C框：CN3	連接至電腦 ( 設定參數時使用，完成後請移除 ) 使用mini USB與PC做連結，即可對驅動器進行監控、運轉測試、或參數寫入...等。
7	控制訊號	B、C框：CN6	連接至上位控制器。
8	回授訊號	B、C框：CN7	連接至馬達編碼器。
9	EtherCAT通訊	B、C框：CN8	連接至上位控制器，使用EtherCAT通訊協定。
10	擴充I/O訊號	B、C框：CN13、CN14	擴充I/O訊號模組。

## 4.1.2 CN1 電源

CN1電源配線說明包含：單相 / 三相電源輸入、馬達動力輸出（B、C框）、回生電阻接線、單相控制電源輸入。

### 4.1.2.1 電源配線

連接驅動器主電路前，先確認驅動器已確實接地。

延長線端接頭型號：Wago 721-112/026-000（母）。

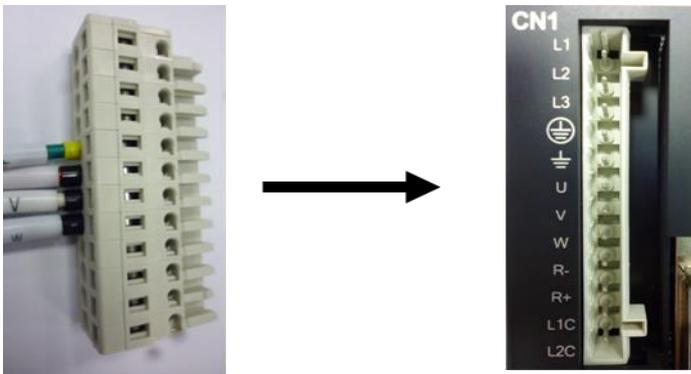


圖4.1.2.1.1 CN1接頭型式

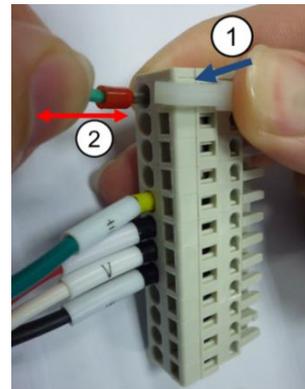


圖4.1.2.1.2 安裝及移除方法

表4.1.2.1.1 CN1腳位配置

腳位	訊號	功能
1	L1	AC主電源 · 220Vac ( 50/60Hz ) · 單相或三相
2	L2	
3	L3	
4	⊕	電源地線輸入端
5	⊕	馬達地線輸入端
6	U	馬達U相輸入端
7	V	馬達V相輸入端
8	W	馬達W相輸入端
9	REG-	回生電阻負輸入端
10	REG+	回生電阻正輸入端
11	L1C	控制電源 · 220Vac ( 50/60Hz ) · 單相
12	L2C	

### 4.1.2.2 馬達配線圖

驅動器與馬達間請務必確實做好接地措施，以下馬達配線圖只適合B、C框機種。

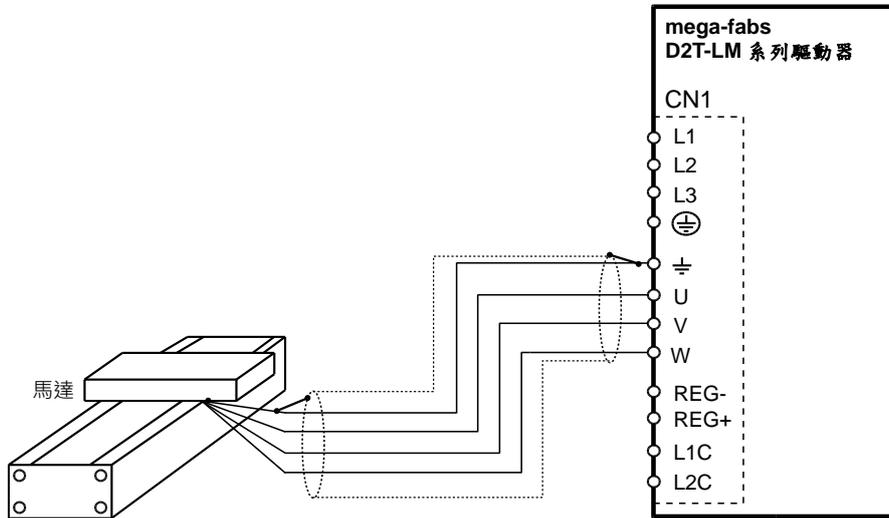


圖4.1.2.2.1

### 4.1.2.3 回生電阻配線圖

回生電阻為選配，請依實際應用設計安裝。

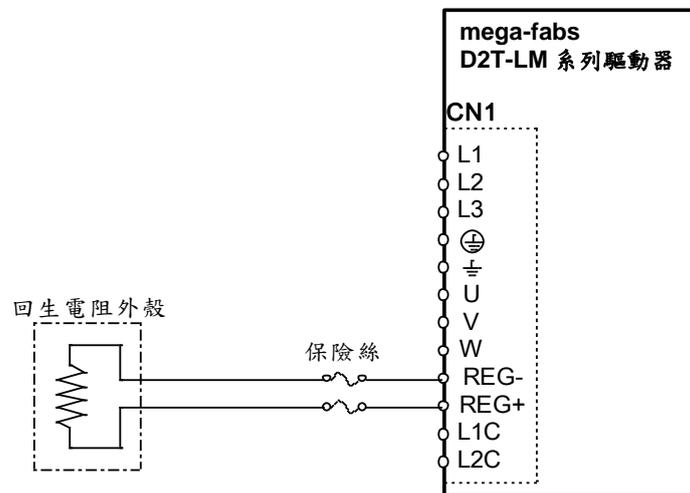


圖4.1.2.3.1

 **注意**

- ◆ 請由專業技術人員進行配線或是相關檢查工作。
- ◆ 接線前或檢修前請斷開電源，避免人員觸電等危險情形發生。
- ◆ 關閉電源後，驅動器內部仍會殘留高電壓，因此請暫時（5分鐘）勿觸摸電源端子。
- ◆ 請正確、可靠進行配線，否則會導致馬達失控、人員受傷或造成機器故障等不可預期的事情發生。
- ◆ 請勿在驅動器的馬達連接端子 U、V、W上連接入力電源。
- ◆ 請牢固地連接電源及馬達連接端子，否則會引起火災。
- ◆ 請確保驅動器與馬達的接地良好。
- ◆ 請先安裝好驅動器與馬達，再進行接線工作，否則可能會引起觸電。
- ◆ 不要損傷、拉扯或擠壓電線，否則可能會引起觸電。
- ◆ 驅動器可能會對附近的電子設備產生干擾，可以使用噪音濾波器減少電磁干擾造成的影響。
- ◆ 請勿對驅動器進行任何的改裝。
- ◆ 請勿將主回路電纜、輸出 / 輸入訊號線及編碼器電纜放在同一套管內，也不要將其綁紮在一起，接線時應相互保持30公分以上的距離。
- ◆ 對主回路端子進行接線時，請遵守以下注意事項。
  - ※ 請勿在連接器同一電線插口同時插入2根以上的電線。
  - ※ 插入電線後，請檢查其與鄰近電線間是否有短路的情形發生。
  - ※ 請使用指定的電源電壓，否則可能會引起火災或造成驅動器損壞。
- ◆ 在電源狀況不良或變動範圍較大的情況下使用時，請確保在指定的電壓變動範圍內供給輸入電源，否則可能會導致驅動器損壞。
- ◆ 請設置斷路器等安全裝置以防止外部接線短路對驅動器造成損壞。
- ◆ 在以下場所使用時，請採取適當的隔離、遮蔽措施，否則可能會導致驅動器運作不良。
  - ※ 因靜電等產生干擾的場所。
  - ※ 產生強電場或是強磁場的場所。
  - ※ 有放射線輻射的場所。
- ◆ 請勿頻繁開關電源，以避免加速內部電子功率元件老化。如需連續開關電源，間隔時間請控制在3分鐘以上。

### 4.1.3 CN2 煞車動力

B、C框機種的CN2為煞車接頭，使用前請注意腳位定義。建議煞車電源為獨立電源，不與其他電源共用。

請使用含relay的煞車配線連接驅動器24Vdc電源與煞車。

線端接頭型號：WAGO 734-104。

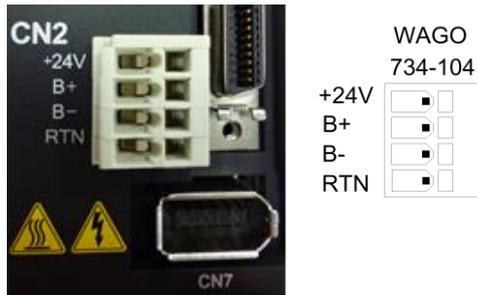


圖4.1.3.1

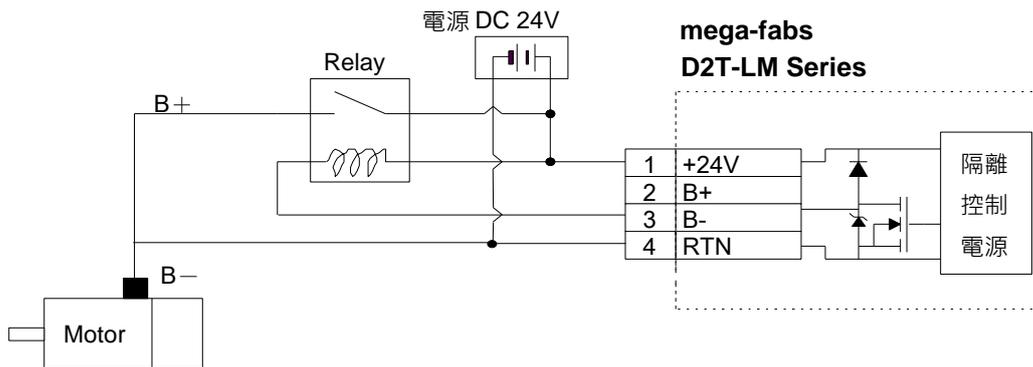


圖4.1.3.2 含relay煞車之配線圖

### 4.1.4 CN3 USB通訊

使用mini USB與PC做連結，即可對驅動器進行監控、運轉測試、或參數寫入等。相關操作請見第5章。

#### Mini USB通訊接線圖

請參考使用HIWIN型號USB2.0 Type A to mini-B 5Pin ( 1.8M ) 遮罩網。

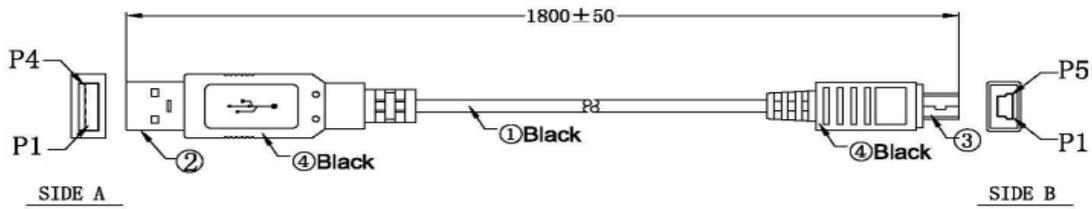


圖4.1.4.1

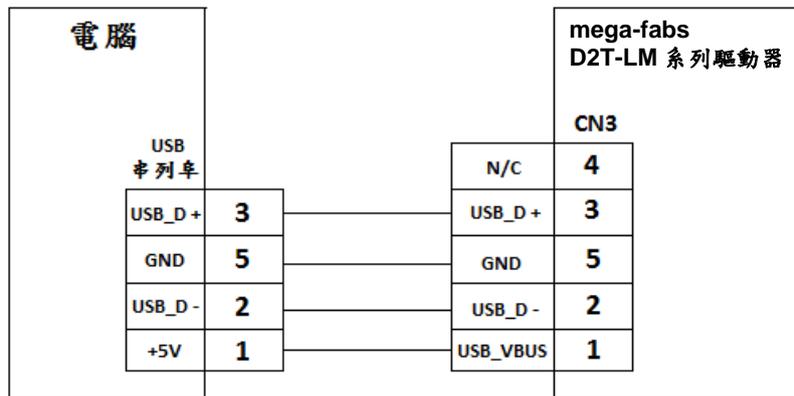


圖4.1.4.2

### 4.1.5 CN6 控制訊號

脈波命令與PWM命令的高準位輸入電壓需大於2V，低準位輸入電壓需小於0.8V。

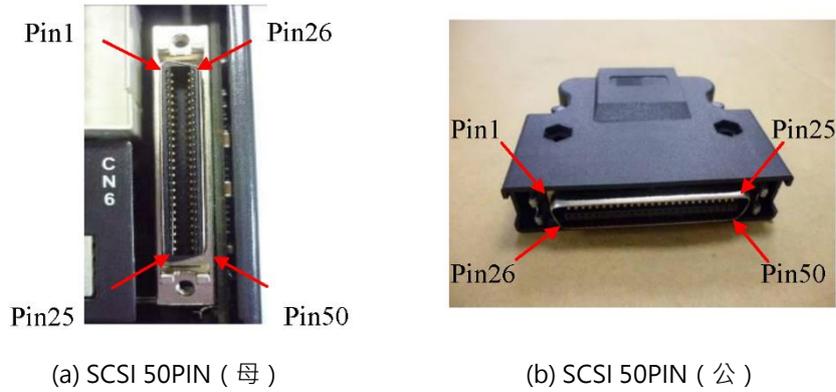


圖4.1.5.1

表4.1.5.1 CN6腳位定義

腳位	訊號	功能
1	CWL	低速 ( 單端250Kpps ; 差動500Kpps ) 脈波命令 通道一 : Pulse 、 CW 、 A phase 。
3	CWL+	
4	CWL-	
2	CCWL	低速 ( 單端250Kpps ; 差動500Kpps ) 脈波命令 通道二 : Dir 、 CCW 、 B phase 。
5	CCWL+	
6	CCWL-	
13	SG	數位訊號接地參考。
21	A	回授脈波輸出 ( buffered encoder或emulated encoder ) 。 RS422
22	/A	
48	B	
49	/B	
23	Z	
24	/Z	
25	SG	數位訊號接地參考。
19	CZ	Z相開集極輸出。
14	ADC0+	速度 / 轉矩類比命令輸入 ( +/-10V ) 。
15	ADC0-	
16	ADC1+	N/A
17	ADC1-	
18	ADC2+	
20	ADC2-	
43	AO1	類比電壓輸出 ( +/-10V ) ， 監測馬達轉矩。

44	CWH+	高速 ( 4Mpps ) 脈波命令
45	CWH-	通道一 : Pulse、CW、A phase。
46	CCWH+	高速 ( 4Mpps ) 脈波命令
47	CCWH-	通道二 : Dir、CCW、B phase。
7	COM	泛用輸入訊號共同接點，可統一使用Sink或Source。
33	I1	泛用輸入訊號 ( 可程式設定功能 ) 。
30	I2	
29	I3	
27	I4	
28	I5	
26	I6	
32	I7	
31	I8	
9	I9	
8	I10	
35	O1+	泛用輸出訊號 ( 可程式設定功能 ) 。
34	O1-	
37	O2+	
36	O2-	
39	O3+	
38	O3-	
11	O4+	
10	O4-	
40	O5+	
12	O5-	
41	AGND	類比訊號接地參考 ( Analog Ground ) 。
50	FG	外殼接地參考。

### 4.1.6 CN7 編碼器

如須移除CN7接頭，請先按壓接頭兩旁的卡榫。

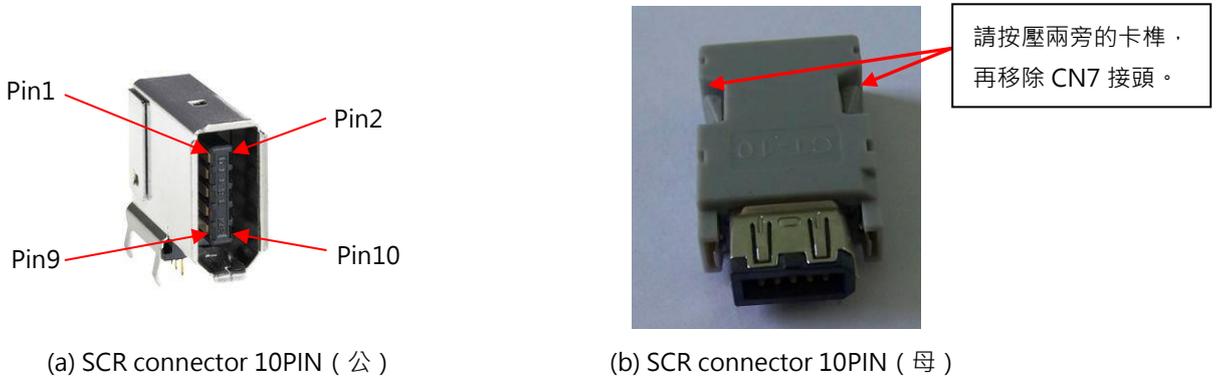


圖4.1.6.1

表4.1.6.1 CN7腳位定義

腳位	訊號	說明
編碼器 類型	13-bit	
1	+5Vdc	編碼器+5Vdc電源輸出。
2	SG	數位訊號接地與+5Vdc接地。
3	N/A	N/A
4	N/A	
5	A	數位增量式：TTL訊號傳輸 ( A、/A、B、/B、Z、/Z )
6	/A	
7	B	
8	/B	
9	Z	
10	/Z	
Shield	FG	外殼接地參考。

## 4.1.7 CN8 EtherCAT通訊

EtherCAT模組使用之網路線，請選用具屏蔽保護的連接器接頭。

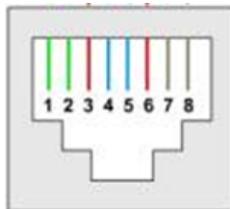


圖4.1.7.1 CN8 RJ45腳位配置圖

表4.1.7.1 CN8腳位定義

腳位	訊號	功能
1	TX+	資料傳輸正極
2	TX-	資料傳輸負極
3	RX+	資料接收正極
4	EtherCAT Gnd	EtherCAT訊號接地
5	EtherCAT Gnd	
6	RX-	資料接收負極
7	EtherCAT Gnd	EtherCAT訊號接地
8	EtherCAT Gnd	

## 4.2 驅動器配件

### ■ 馬達動力線

品名	型號	說明
馬達動力線	HVPS04AA□□MB	200W~1KW馬達適用，不含煞車訊號，耐撓曲。

□□代表線長，對應表如下：

□□	03	05	07	10
線長 ( m )	3	5	7	10

### ■ 編碼器延長線

品名	型號	說明
數位Encoder 延長線	LMACF□□K	數位編碼器適用，耐撓曲。

□□代表線長，對應表如下：

□□	02	03	05	07	10
線長 ( m )	2	3	5	7	10

### ■ 訊號線

品名	型號	說明
控制訊號線	LMACFK02D	2m長，連接上位控制器用的訊號線。訊號線控制器端為散線，可自行依上位控制器接頭做焊接。

### ■ 通訊線

品名	型號	說明
USB通訊線	051700800366	USB2.0 Type A to mini-B 5PIN ; 1.8m長，驅動器端為mini-B接頭。

## ■ 附件包模組

D2T-LM系列驅動器型號	型號	說明	數量
B、C框種	D2-CK3	CN1：AC電源接頭、馬達電源接頭、回生電阻接頭、驅動器控制電源接頭。12 pins、pitch 5 mm、Wago 721-112 / 026-000。	1
		CN2：煞車接頭。4 pins、pitch 3.5 mm。	1
		CN6：控制訊號接頭。50 pins welded type、EUMAX XDR-10350AS。	1
		CN1接頭治具。Wago 231-131。	1
		CN2接頭治具。Wago 734-230。	1

## ■ EMC附件包

品名	型號	說明	數量
D2T-LM EMC附件包 (單相電源)	D2-EMC1	單相濾波器FN2090-6-06。B框機種適用。 (額定電流：6A、漏電流：0.67mA)	1
		EMI core KCF-130-B	2
	D2-EMC3	單相濾波器FN2090-10-06。C框機種適用。 (額定電流：10A、漏電流：0.67mA)	1
		EMI core KCF-130-B	2
D2T-LM EMC附件包 (三相電源)	D2-EMC2	三相濾波器FN3025HL-20-71。 (額定電流：20A、漏電流：0.4 mA)	1
		EMI core KCF-130-B	2

註：EMI磁環具降低干擾功能，視需求可分別用於主電源線、馬達動力線、編碼器線或脈波控制線。

## ■ 回生電阻

品名	型號	阻值	額定功率 / 峰值功率
回生電阻	RG1	68Ω	100W / 500W
	RG2	120Ω	300W / 1500W

■ 接頭規格

接頭	規格	HIWIN料號	線徑	附註
AC主電源線連接器 ( CN1 )	歐規12接腳5.0mm 可插拔式母連接器	051500400269 WAGO 2092-1112	12 ~ 24AWG 建議： 12AWG / 600V	註1
馬達動力線連接器 ( CN1 )				
回生電阻連接器 ( CN1 )				
控制用電源連接器 ( CN1 )				
控制訊號連接器 ( CN6 )	50接腳 · .050" mini D Ribbon ( MDR ) · 標 準焊接型連接器	051500400272 SCSI 50PIN ( 公 )	24 ~ 30AWG	註1
回授訊號連接器 ( CN7 )	HIWIN標準編碼線			
煞車器連接器 ( CN2 )	歐規3接腳2.5mm 可插拔式母連接器	051500400251 WAGO 733-103	20 ~ 28AWG	註1 治具：733-130
Mini USB通訊連接器 ( CN3 )	USB 2.0 Type A to mini-B 5Pin ( 1.8M ) ( Shielding )	051700800366		選配

註1：附件包含CN1、CN2、CN6 ( 有733-130治具 ) 之連接器，HIWIN料號：051800200070。

註2：配線時請關閉所有電源，並使用配線治具以避免感電。

## 4.3 標準主電源回路接線

### ⚠ 注意

- ◆ 請由專業技術人員進行配線或是相關檢查工作。
- ◆ 接線前或檢修前請斷開電源，避免人員觸電等危險情形發生。
- ◆ 關閉電源後，驅動器內部仍會殘留高電壓，因此請暫時（5分鐘）勿觸摸電源端子。
- ◆ 請正確、可靠進行配線，否則會導致馬達失控、人員受傷或造成機器故障等不可預期的事情發生。
- ◆ 請勿對驅動器進行任何的改裝。
- ◆ 請勿頻繁開關電源，以避免加速內部電子功率元件老化。如需連續開關電源，間隔時間請控制在3分鐘以上。

### 4.3.1 交流電源配線圖（單相）

針對50W~400W馬達，單相濾波器建議使用型號FN2090-6-06濾波器。針對750W~1KW馬達，單相濾波器建議使用型號FN2090-10-06濾波器。

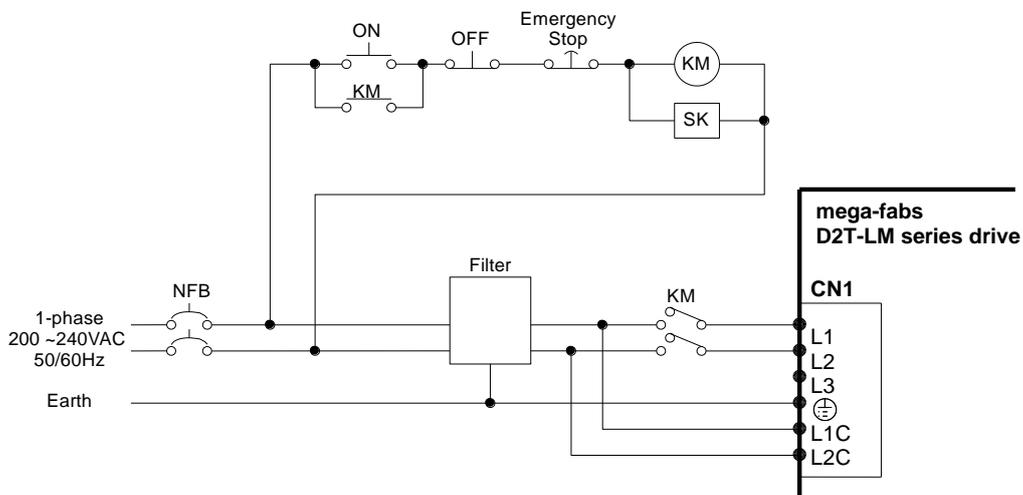


圖4.3.1.1

表4.3.1.1

型號FN2090-6-06濾波器	
最大連續操作電壓	250Vac · 50/60Hz
操作頻率	DC to 400Hz
額定電流	1~30A@40°C
湧浪脈波保護	2KV · IEC 61000-4-5

### 4.3.2 交流電源配線圖 ( 三相 )

三相濾波器建議使用型號FN3025HL-20-71濾波器。

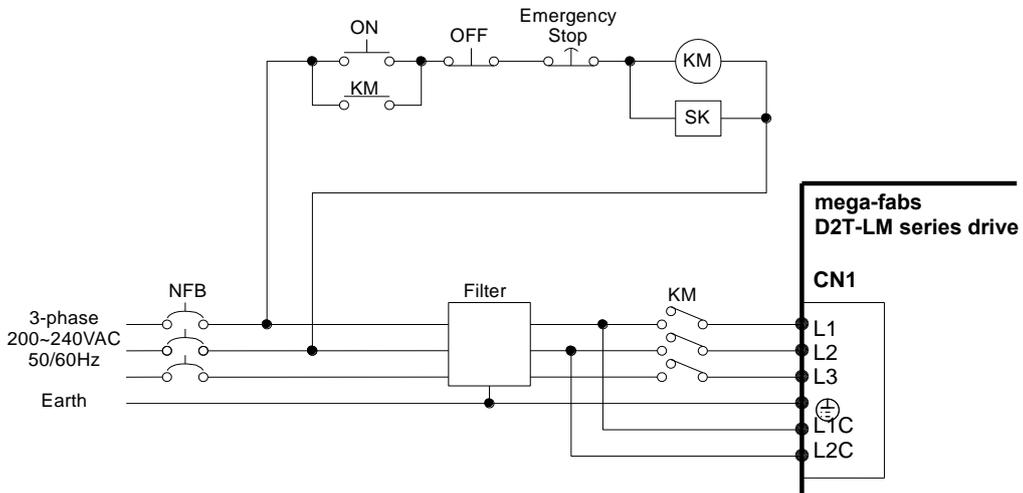


圖4.3.2.1

表4.3.2.1

型號FN3025HL-20-71濾波器	
最大連續操作電壓	3 x 520/300 Vac
操作頻率	DC to 60Hz
額定電流	10~50A@50°C

## 4.4 使用多台驅動器連接之範例

注意：請勿使用驅動器上的電源接頭做各驅動器間的電源並聯。

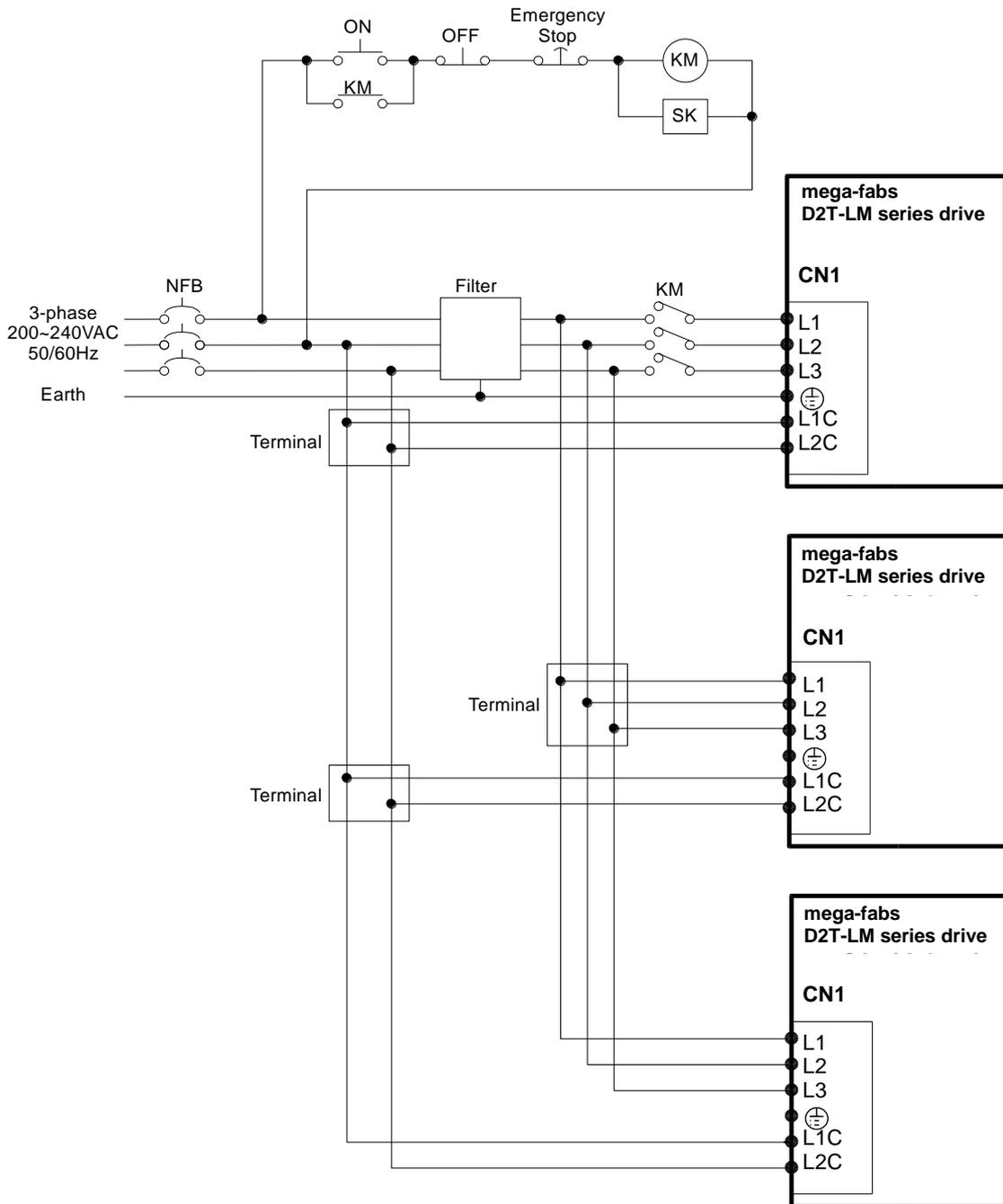


圖4.4.1

■ 無熔絲開關 ( NFB ) 選用方式

使用NFB進行驅動器分路時，其額定容量通常以驅動器額定電流的1.5~2.5倍為原則。選用方法如下：

一台驅動器： $I_B = C \times I_n$ 。

二台以上驅動器，但不同時啟動： $I_B = (\sum I_n - I_{nMAX}) \times K + C_{MAX} I_{nMAX}$ 。

二台以上驅動器，且同時啟動： $I_B = C_1 \times I_{n1} + C_2 \times I_{n2} + \dots + C_N \times I_{nN}$ 。

【註】

$I_B$ ：無熔絲開關的額定電流值。

$I_n$ ：驅動器的額定電流值。

$I_{nMAX}$ ：不同規格驅動器中最大額定電流值。

$C$ ：額定電流倍數，一般取1.5~2.5，不能確定時取1.5倍。

$C_{MAX}$ ：驅動器中最大額定電流規格所取的額定電流倍數。

$K$ ：需量率，不能確定時取1倍。

《舉例試算說明》

若使用5台D2T-0423-◇-B□及1台D2T-1023-◇-C□驅動器（假設C及 $C_{MAX}$ 皆取2倍）

不同時啟動： $I_B = (4.1 \times 5 + 7.5 - 7.5) \times 1 + 7.5 \times 2 = 35.5 A_{rms}$ 。

同時啟動： $I_B = 2 \times 4.1 + 2 \times 7.5 = 56 A_{rms}$ 。

表4.4.1 D2T-LM系列驅動器額定電流規格

驅動器型號	輸入額定電流
D2T-0423-◇-B□	4.1A <sub>rms</sub>
D2T-1023-◇-C□	7.5A <sub>rms</sub>

## 4.5 I/O訊號連接

使用者可經由軟體自行規劃各I/O點位功能。D2T-LM機種的CN6接頭提供使用者10個泛用輸入點及5個泛用輸出點，以下範例僅示範部分輸入與輸出接點。

### 4.5.1 數位輸入配線

D2T-LM系列驅動器之泛用輸入接腳採用光耦合輸入介面，可使用於12~24Vdc的電壓系統。D2T-LM機種共有10個泛用輸入，一個共用接點COM，可同時使用Sink接法或Source接法。I3預設使用Axis Enable控制，其他可依使用者需求彈性定義人機功能的設定。

#### 4.5.1.1 Sink輸入配線範例

- 輸入使用開關或繼電器時Sink配線範例

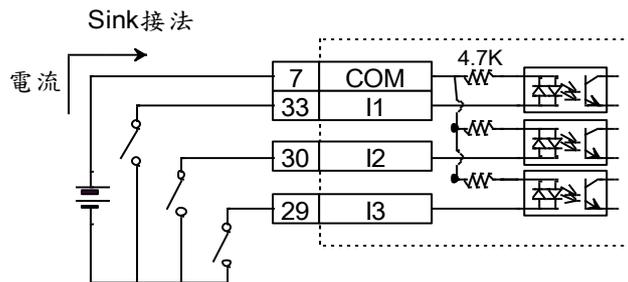


圖4.5.1.1.1

- 輸入使用電晶體時Sink配線範例

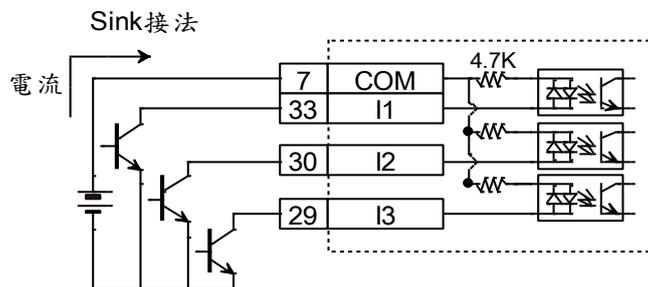


圖4.5.1.1.2

### 4.5.1.2 Source輸入配線範例

■ 輸入使用開關或繼電器時Source配線範例

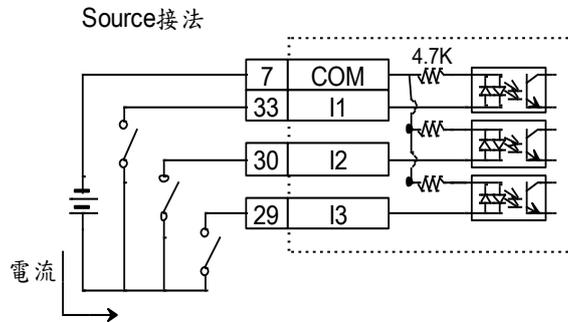


圖4.5.1.2.1

■ 輸入使用電晶體時Source配線範例

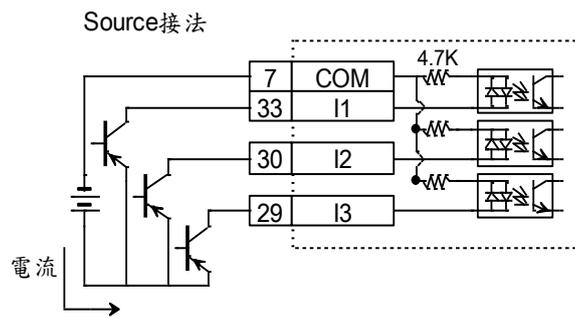


圖4.5.1.2.2

## 4.5.2 數位輸出配線

D2T-LM系列驅動器之泛用輸出接腳採用光耦合達靈頓輸出介面，可使用於24Vdc以下的電壓系統。D2T-LM機種共有5個泛用輸出，各自獨立達靈頓開集極電路，最大容許電流為100mA。使用者可經由軟體設定來定義D2T-LM機種各輸出點位功能。

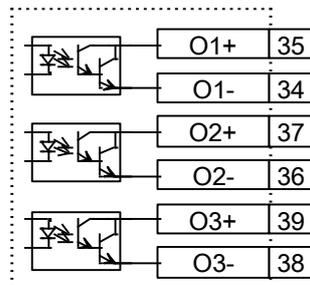


圖4.5.2.1

### ■ 輸出搭配繼電器之配線範例

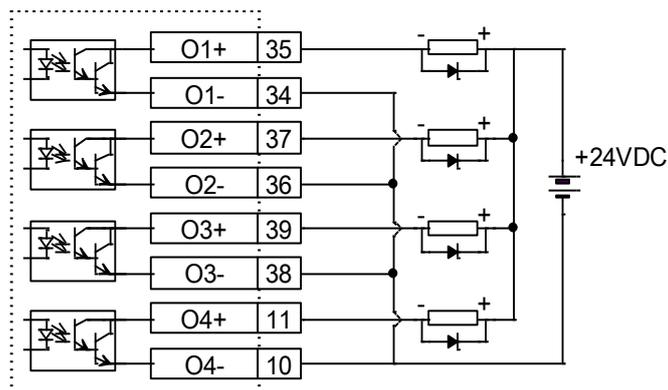


圖4.5.2.2

### ■ 輸出搭配光耦合器之配線範例

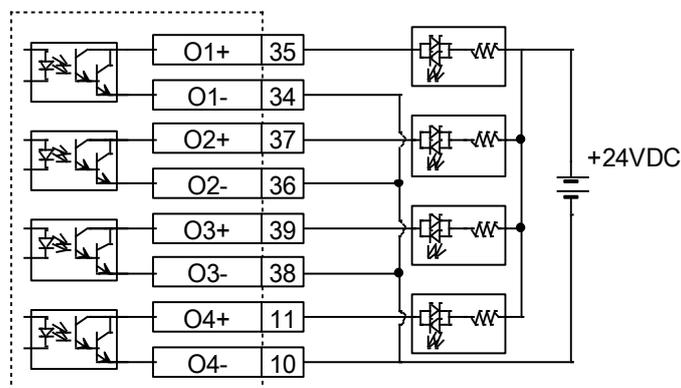


圖4.5.2.3

## 4.6 控制命令配線範例

以下範例僅示範部分輸入與輸出接點。

### 4.6.1 脈波命令輸入總配線圖

位置模式可接受的上位控制器命令共有三種模式，詳細說明請參閱節3.1.1。

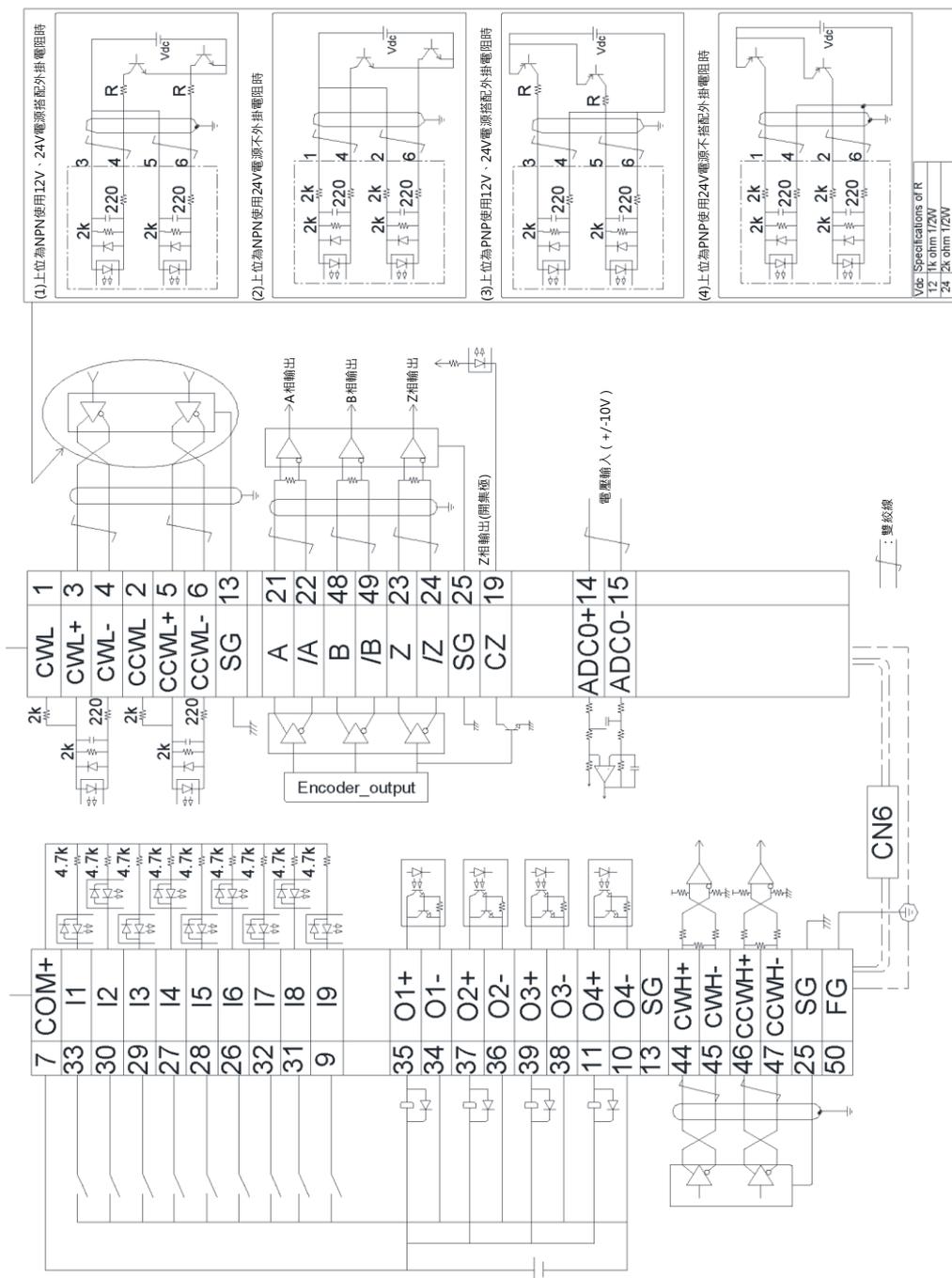


圖4.6.1.1

## 4.6.1.1 差動介面

上位控制器端為差動 ( differential ) 介面之配線範例：

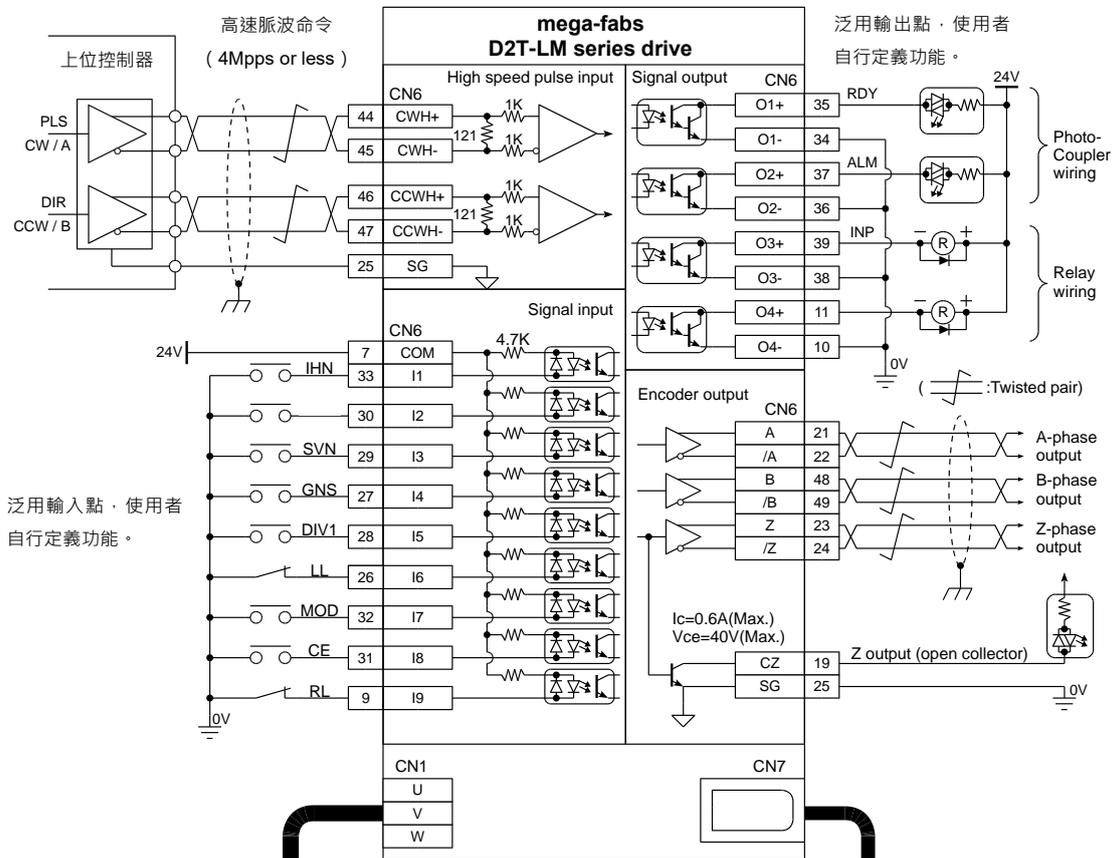


圖4.6.1.1.1

### 4.6.1.2 Sink ( NPN ) 介面含限流電阻

上位控制器端為NPN介面含限流電阻之配線範例：

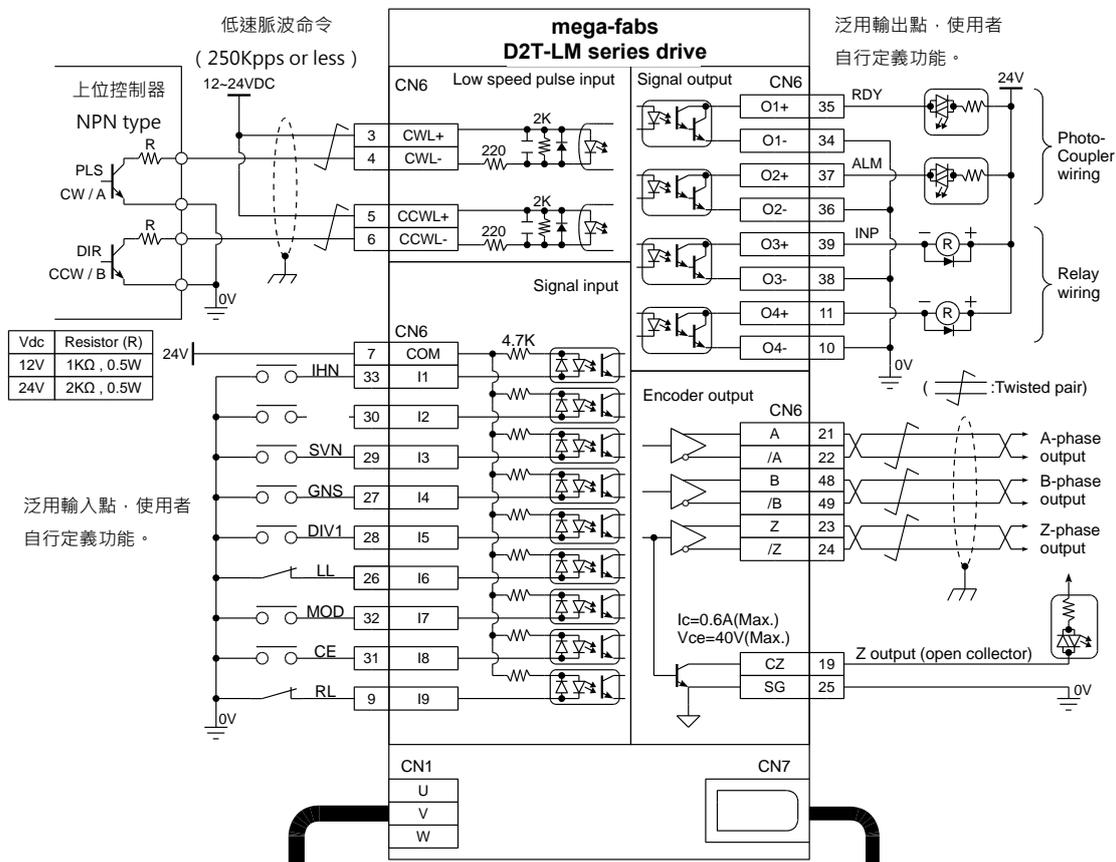


圖4.6.1.2.1

## 4.6.1.3 Sink ( NPN ) 介面不含限流電阻

上位控制器端為NPN介面不含限流電阻之配線範例：

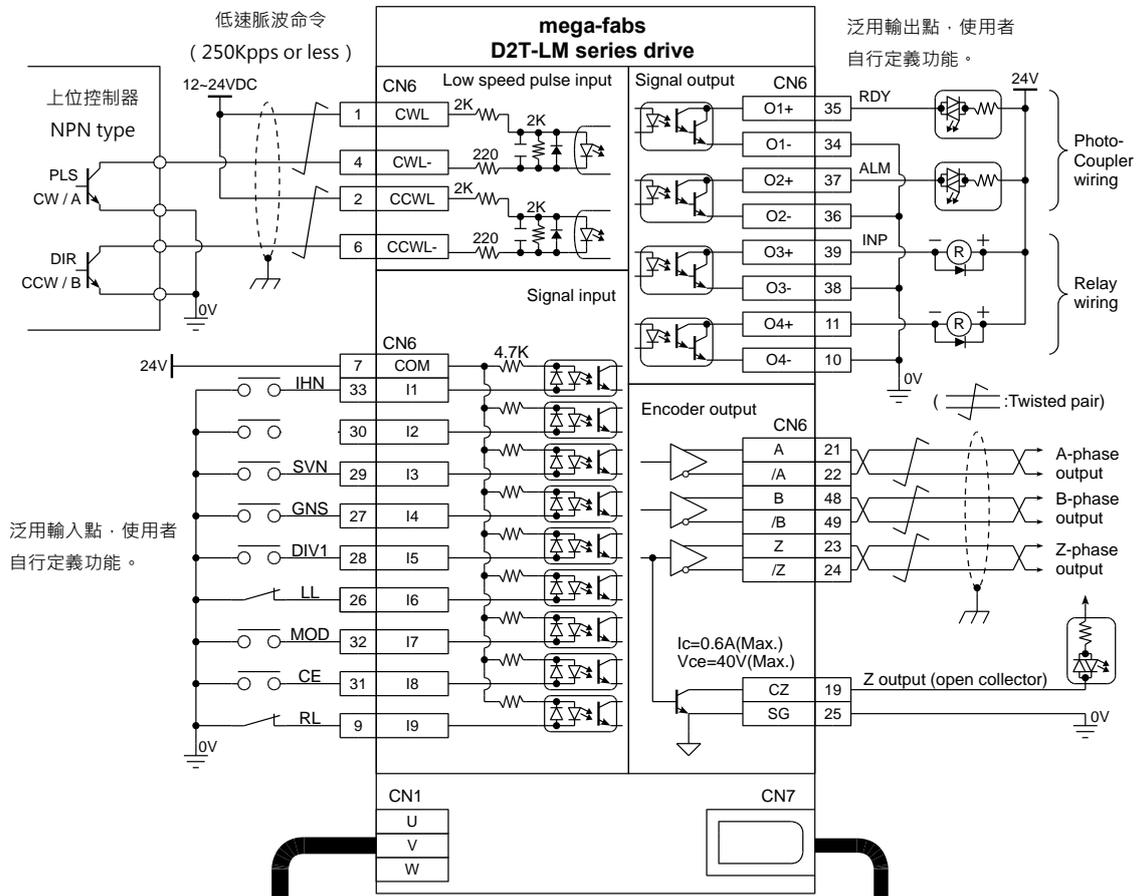


圖4.6.1.3.1

### 4.6.1.4 Source ( PNP ) 介面含限流電阻

上位控制器端為PNP介面含限流電阻之配線範例：

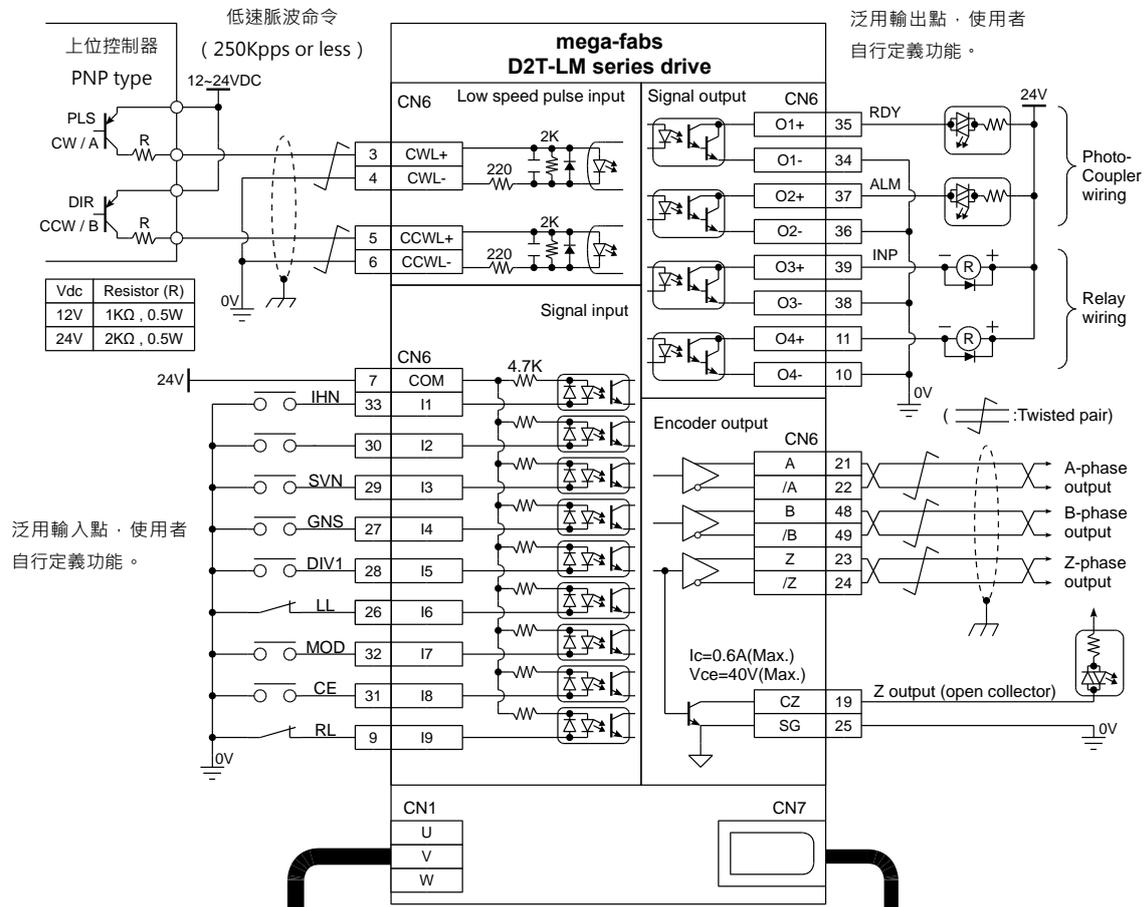


圖4.6.1.4.1

## 4.6.1.5 Source ( PNP ) 介面不含限流電阻

上位控制器端為PNP介面不含限流電阻之配線範例：

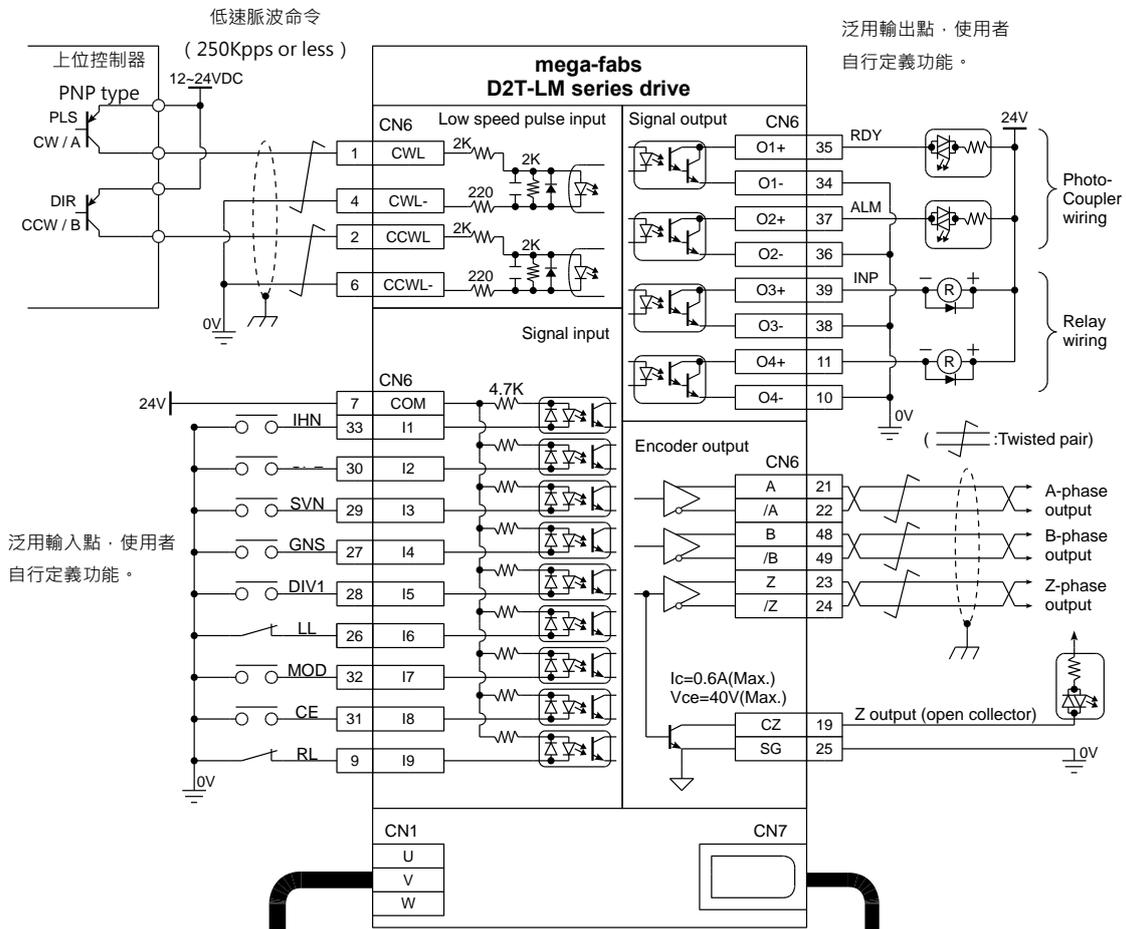


圖4.6.1.5.1

### 4.6.1.6 5V TTL介面

上位控制器端為5V TTL介面之配線範例：

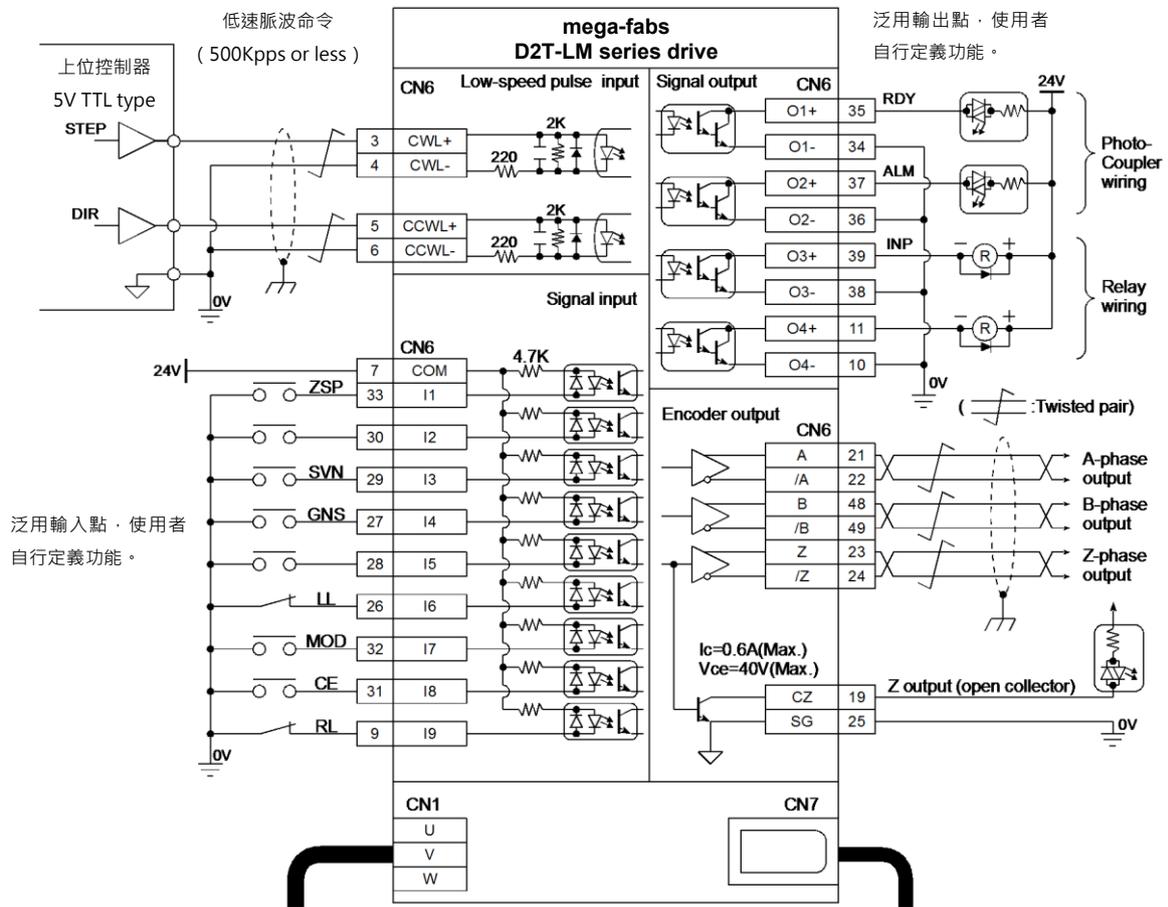
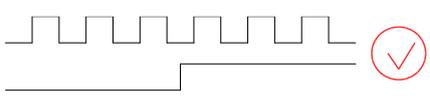
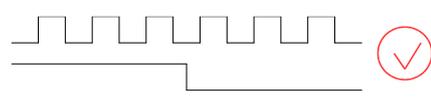
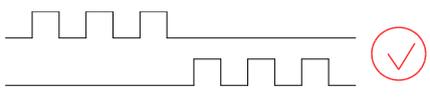
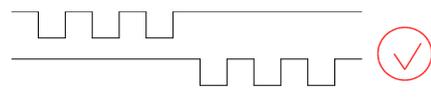
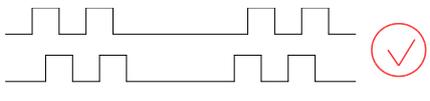
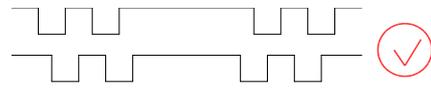


圖4.6.1.6.1

D2T-LM系列驅動器可接收的訊號邏輯性如下表所示。

表4.6.1.6.1

脈波種類	正邏輯	負邏輯
Pulse Dir	 ✓	 ✓
CW CCW	 ✓	 ✓
A B	 ✓	 ✓

上位控制器若為單端負邏輯CW/CCW訊號，可藉由以下的接線方式將其轉換成正邏輯的CW/CCW訊號。

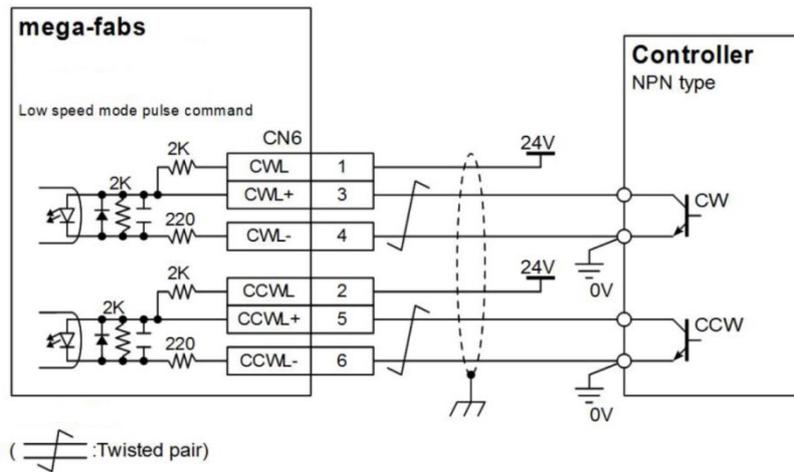


圖4.6.1.6.2 單端訊號CW/CCW負邏輯轉換成正邏輯接線法

### 4.6.2 電壓命令輸入總配線圖

速度與推力 / 轉矩模式下，驅動器可接受上位控制器的電壓命令，詳細說明請參閱節3.1.2與節3.1.3。

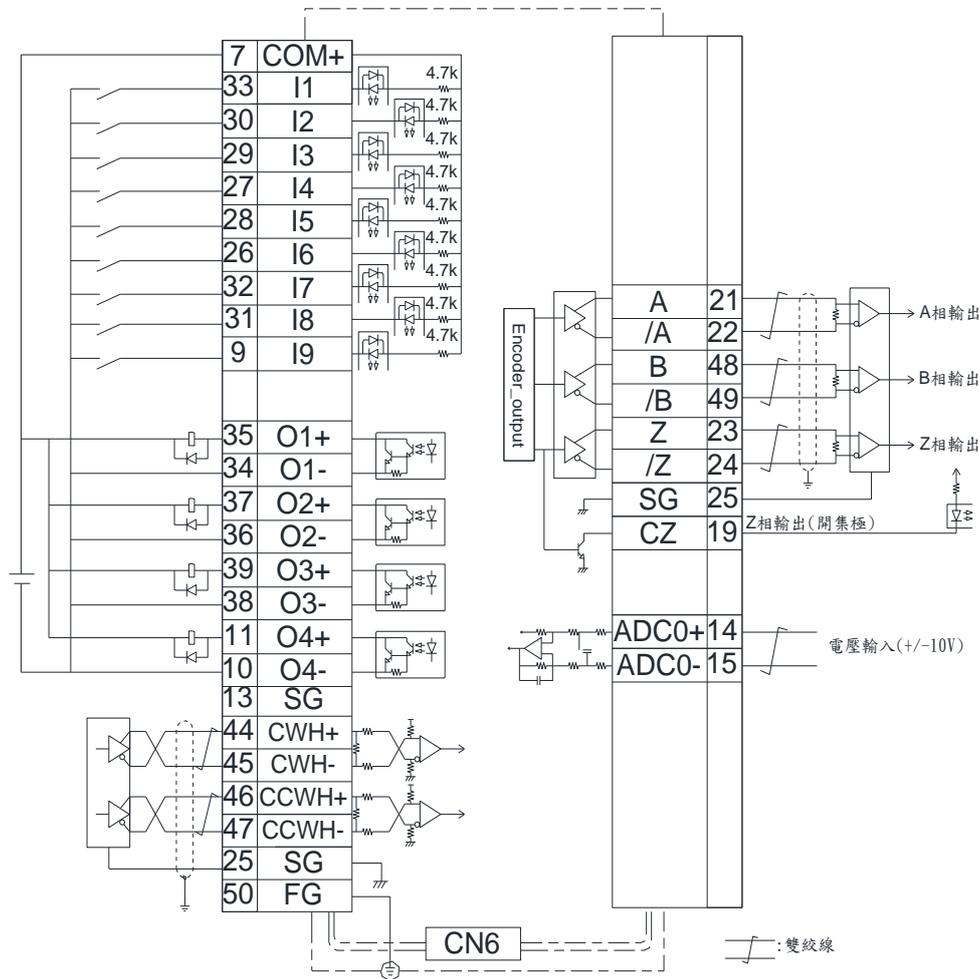


圖4.6.2.1

上位控制器端為-10V~+10V介面之配線範例：

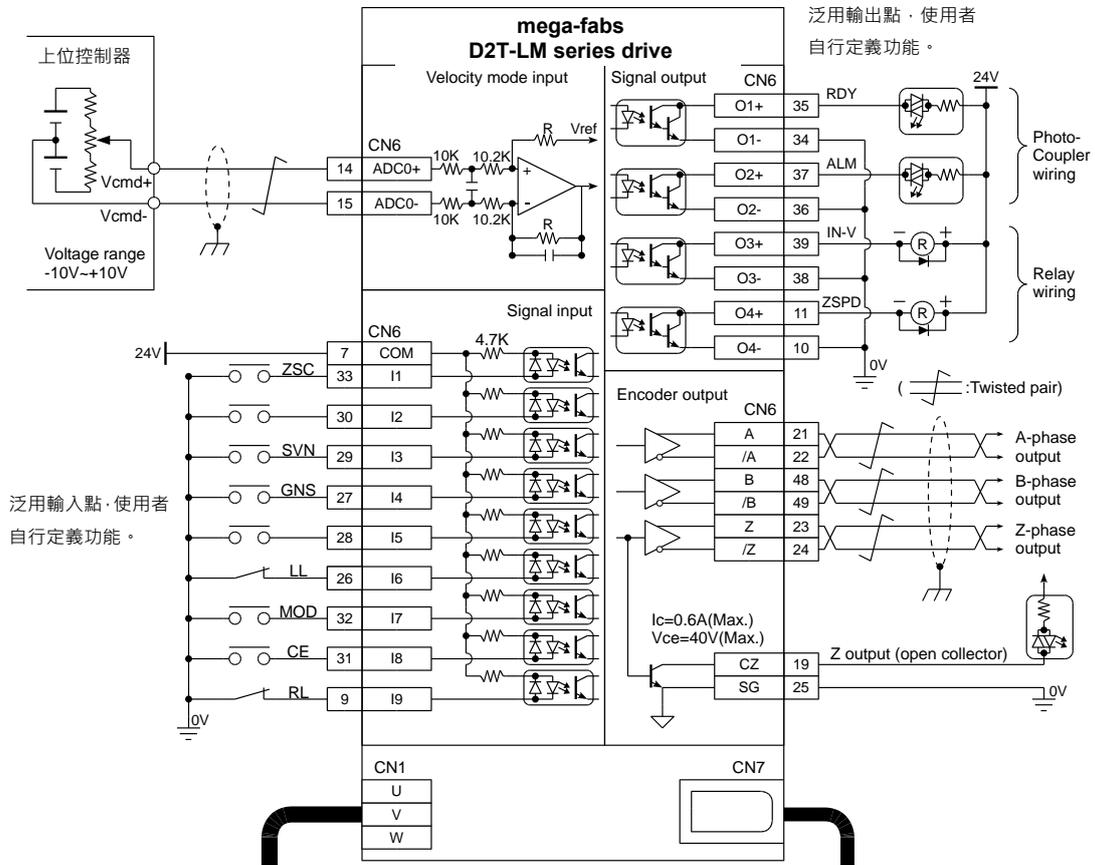


圖4.6.2.2

### 4.6.3 PWM命令輸入配線圖

速度與推力 / 轉矩模式下，除了可接收電壓命令外，D2T-LM系列驅動器亦可接收PWM命令。PWM命令可分為單線式 ( PWM 50% ) 與雙線式 ( PWM 100% ) 兩種型式，詳細說明請參閱節3.1.2與節3.1.3。

#### 4.6.3.1 NPN介面PWM 50%

上位控制器端為NPN介面PWM 50%之配線範例：

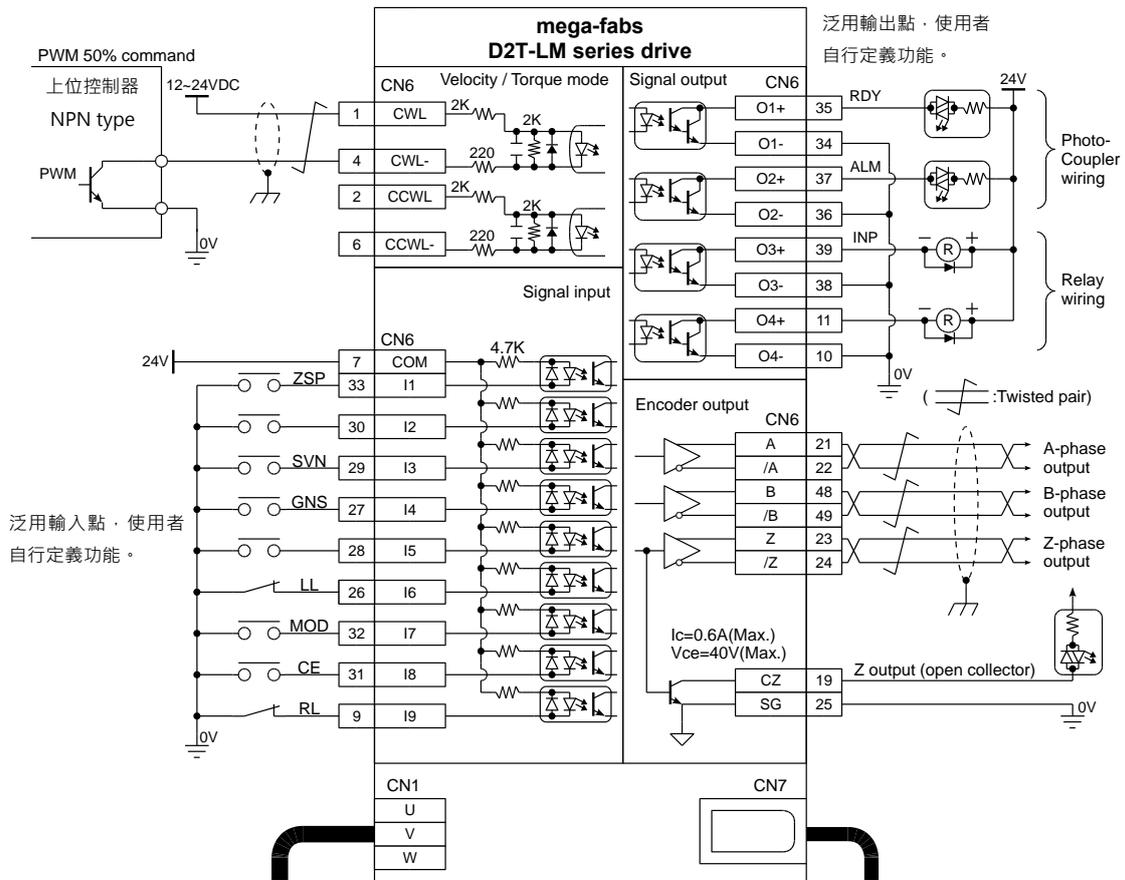


圖4.6.3.1.1

## 4.6.3.2 NPN介面PWM 100%

上位控制器端為NPN介面PWM 100%之配線範例：

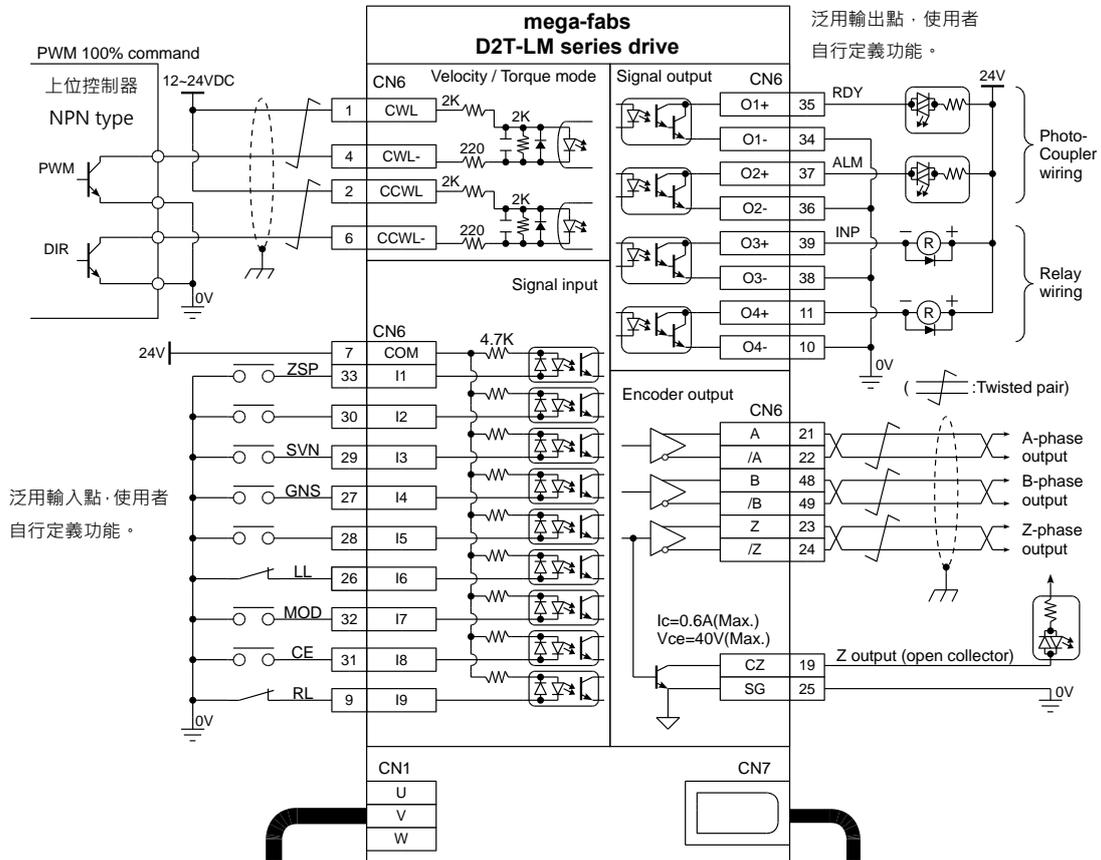


圖4.6.3.2.1

### 4.6.3.3 5V TTL介面PWM 50%

上位控制器端為5V TTL介面PWM 50%之配線範例：

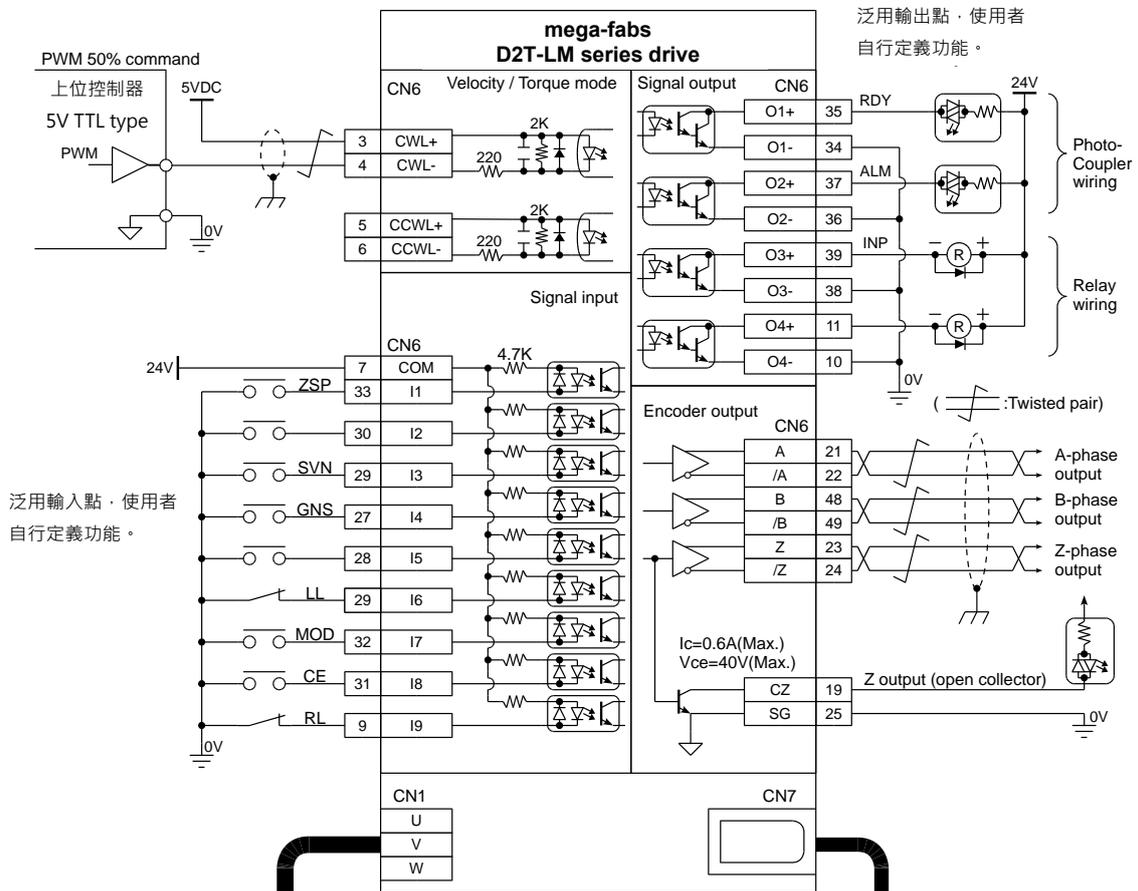


圖4.6.3.3.1

## 4.6.3.4 5V TTL介面PWM 100%

上位控制器端為5V TTL介面PWM 100%之配線範例：

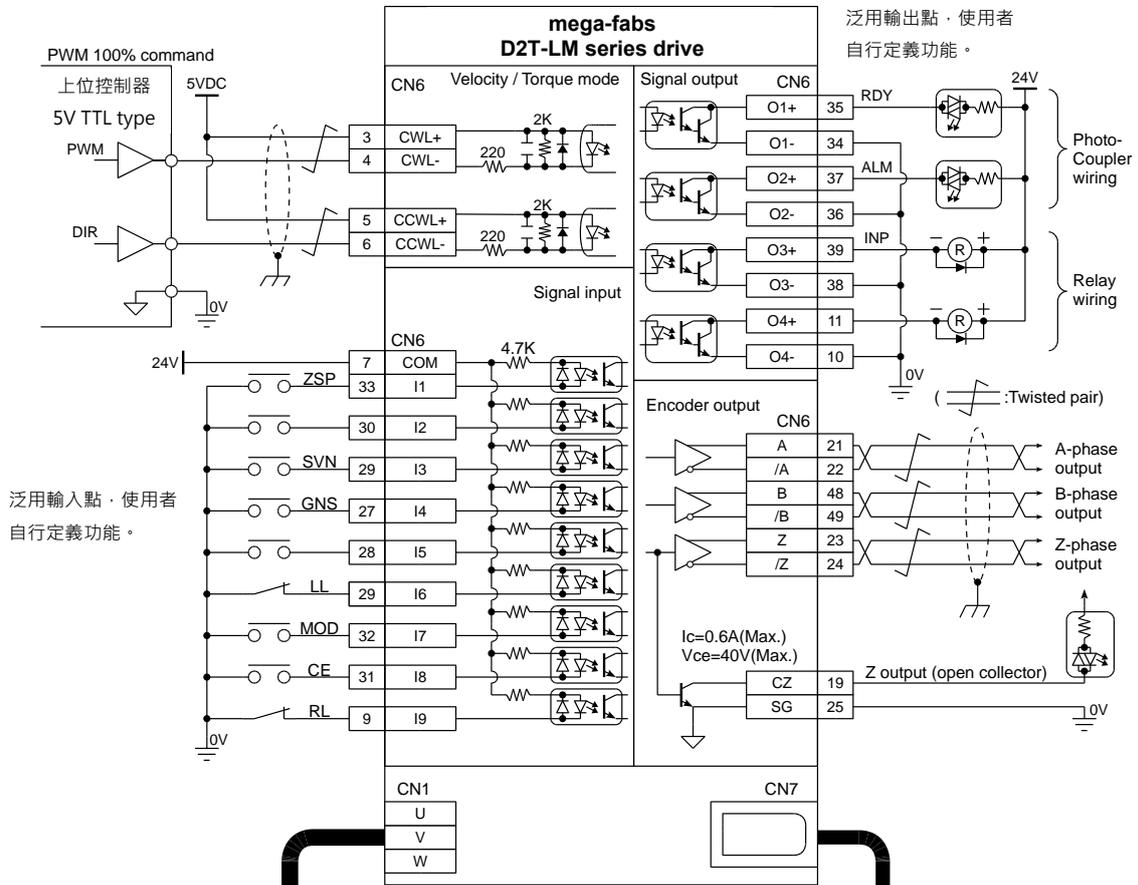


圖4.6.3.4.1

## 5. 驅動器設定

5.	驅動器設定 .....	5-1
5.1	安裝與連線 .....	5-2
5.1.1	程式安裝檔 .....	5-2
5.1.2	連線設定 .....	5-3
5.1.3	人機主畫面 .....	5-5
5.2	參數設定中心 .....	5-8
5.2.1	馬達參數設定 .....	5-9
5.2.2	編碼器參數設定 .....	5-10
5.2.2.1	HIWIN 標準編碼器 .....	5-10
5.2.2.2	客製化數位增量式編碼器 .....	5-11
5.2.2.3	編碼器輸出設定 .....	5-12
5.2.3	操作模式設定 .....	5-14
5.2.4	參數設定完成步驟 .....	5-17
5.3	自動相位初始設定中心 .....	5-18
5.3.1	模式解說 .....	5-18
5.3.2	前置作業 .....	5-19
5.3.3	設定步驟 .....	5-19
5.3.4	常見問題排除 .....	5-21
5.4	I/O 設定中心 .....	5-22
5.4.1	數位輸入 .....	5-22
5.4.2	數位輸出 .....	5-34
5.4.3	類比輸出 .....	5-39
5.5	到位訊號設定 .....	5-40
5.6	歸原點設定 .....	5-42
5.6.1	尋找左右條件 .....	5-44
5.6.2	尋找近原點開關或編碼器 index 訊號 .....	5-47
5.6.3	使用 CiA 402 標準之歸原點方法 .....	5-49
5.7	參數存入 Flash 與恢復原廠設定 .....	5-53
5.7.1	將參數存入 Flash .....	5-53
5.7.2	將參數恢復原廠設定 .....	5-53
5.8	人機各操作模式參數設定 .....	5-54
5.8.1	位置模式 .....	5-54
5.8.2	速度模式 .....	5-57
5.8.3	推力 / 轉矩模式 .....	5-59
5.8.4	獨立作業模式 .....	5-60

## 5.1 安裝與連線

D2T-LM系列驅動器使用之人機介面稱為Lightening，其功能如初始化、設定、操作、試運轉、參數儲存等作業都由PC之Lightening人機介面經由mini USB連線來進行。本節說明如何安裝Lightening並與驅動器連線。

註：D2T-LM機種必須使用Lightening 0.194B (含) 以上之版本。

### 5.1.1 程式安裝檔

Lightening人機介面安裝程式資料夾內所包含的檔案如圖5.1.1.1所示，內有自動執行檔setup.exe及韌體資料夾dce等。

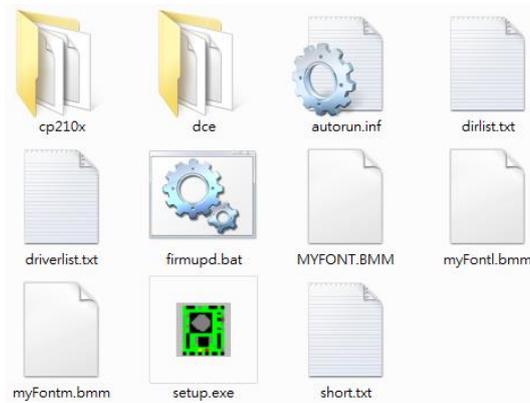


圖5.1.1.1

從大銀微系統官方網站下載安裝資料，解壓縮所下載之檔案後，再執行setup.exe即可。預設安裝路徑為C:\HIWIN\，請勿擅自變更此安裝路徑。安裝畫面如圖5.1.1.2所示，按下Start功能鈕即開始進行自動安裝程序，安裝程序完成後會顯示如圖5.1.1.3的成功安裝訊息視窗，按下確定後即完成所有安裝程序。

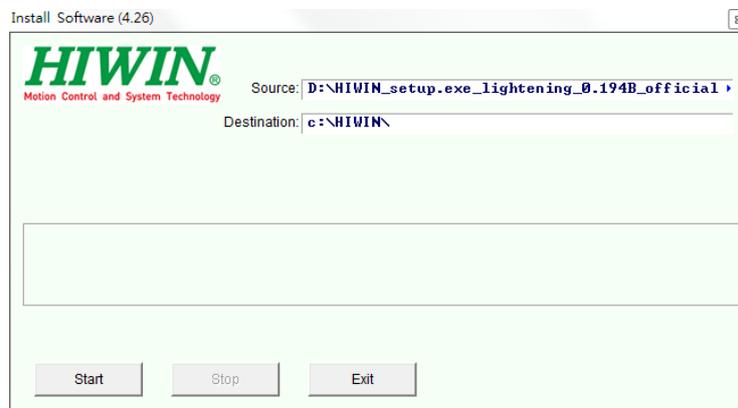


圖5.1.1.2

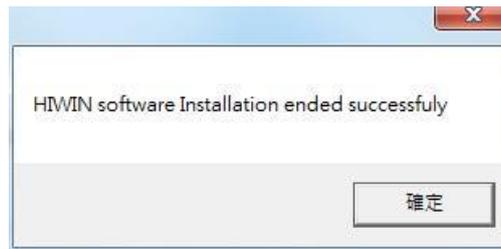


圖5.1.1.3

程式安裝完成後會在桌面上設置一個Lightening人機程式的執行捷徑，如圖5.1.1.4所示，此執行捷徑的路徑為C:\HIWIN\dce\toolswin\winkmi\lightening.exe。



圖5.1.1.4

## 5.1.2 連線設定

驅動器連線方式可分為：使用USB連線、使用mega-ulink連線、使用CoE連線。本文件將介紹前兩種連線方式，至於最後一種連線方式，請參閱本公司另外一份文件：HIWIN CoE驅動器使用者操作手冊（請登入大銀微系統官方網站下載）。欲使用mega-ulink或CoE通訊與驅動器連線，建議使用瑞昱（REALTEK）的網路卡。

### ■ 使用USB連線

在開啟人機程式前先將USB接上驅動器，並打開控制電源。一般而言，程式開啟後會自動連接上。若須另外變更通訊設定，請執行Tools內的Communication setup...，如下圖所示。

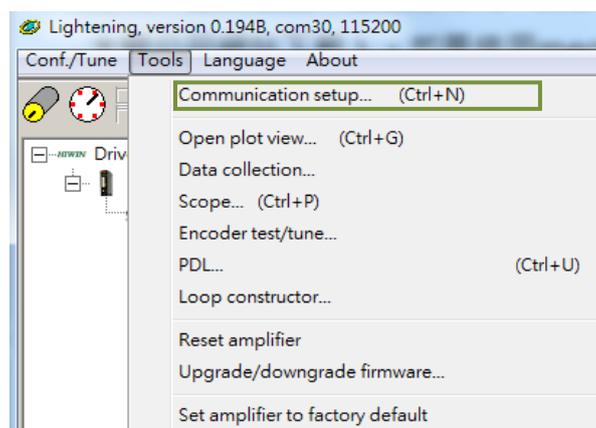


圖5.1.2.1

連線設定畫面如圖5.1.2.2，D2T-LM系列驅動器支援USB連線方式，其中BPS欄位為連線傳輸率，其預設傳輸率為115,200，不須修改；Port欄位為通訊埠設定，驅動器會顯示電腦上存在的連接埠，選擇目前實際連接至驅動器的通訊埠即可，其餘欄位請依照預設值即可正常連線。

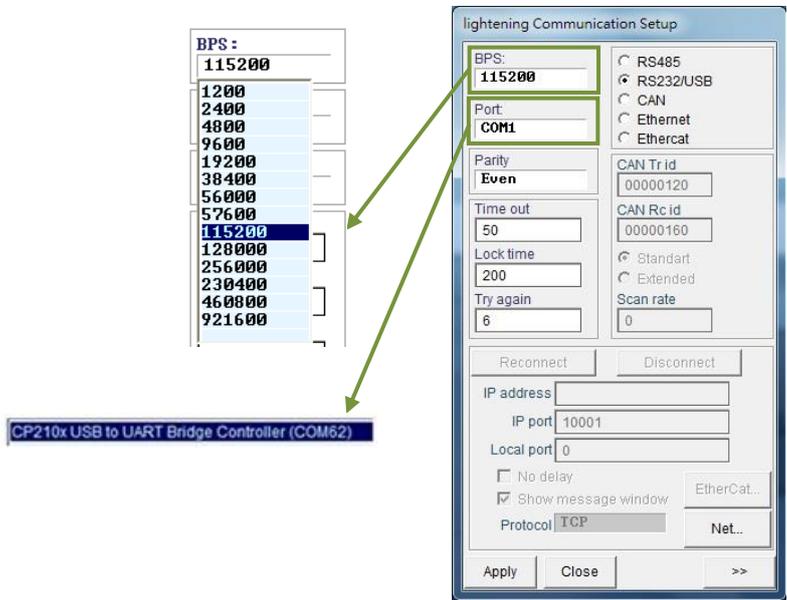


圖5.1.2.2

### ■ 使用mega-ulink連線

第一次使用mega-ulink連線時，請先下載並安裝WinPcap。待WinPcap安裝完成後，請依上一小節的方式開啟lightning Communication Setup視窗，如圖5.1.2.2。先點選EtherCAT，再點擊EtherCAT...按鈕，如圖5.1.2.3所示。

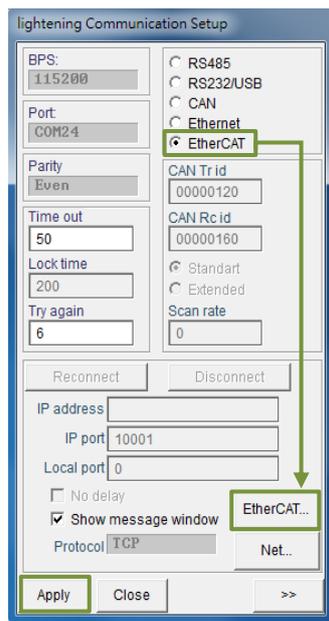


圖5.1.2.3

此時會開啟EtherCAT set up視窗，如圖5.1.2.4，該視窗會顯示連線的電腦內所有的網路卡，請選擇連接到驅動器的那張網路卡。網路卡選擇完成後，請將EtherCAT set up視窗關閉，並按下lightening Communication Setup視窗內的Apply按鈕。

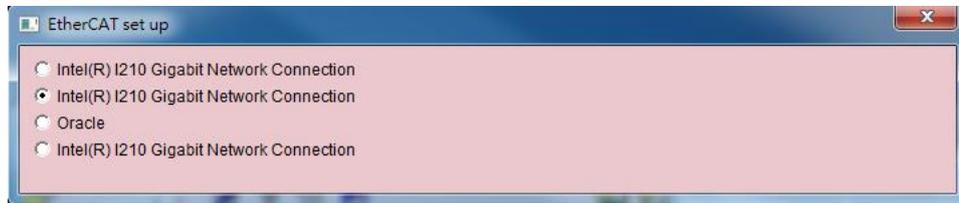


圖5.1.2.4

當設定完成後，會出現如圖5.1.2.5的視窗，可由視窗中所顯示的資訊得知目前已連線之從站。返回人機主畫面後，已可正常連線，且標題欄顯示為EtherCAT，如圖5.1.2.6。



圖5.1.2.5

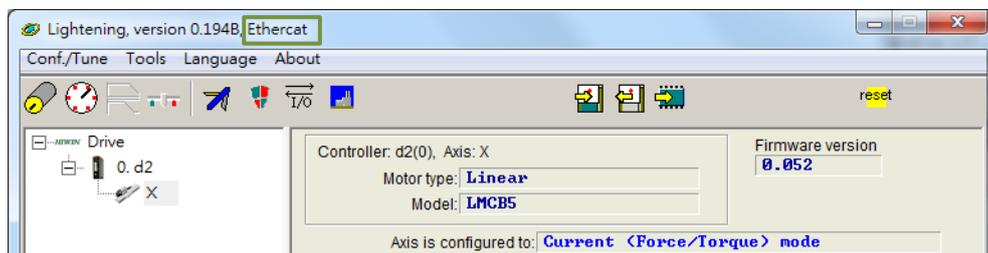


圖5.1.2.6

### 5.1.3 人機主畫面

連線成功後的人機主畫面如圖5.1.3.1。右鍵點擊伺服軸軸名、再選擇Rename...，即可更新軸名；亦可以直接點擊軸名修改軸名。

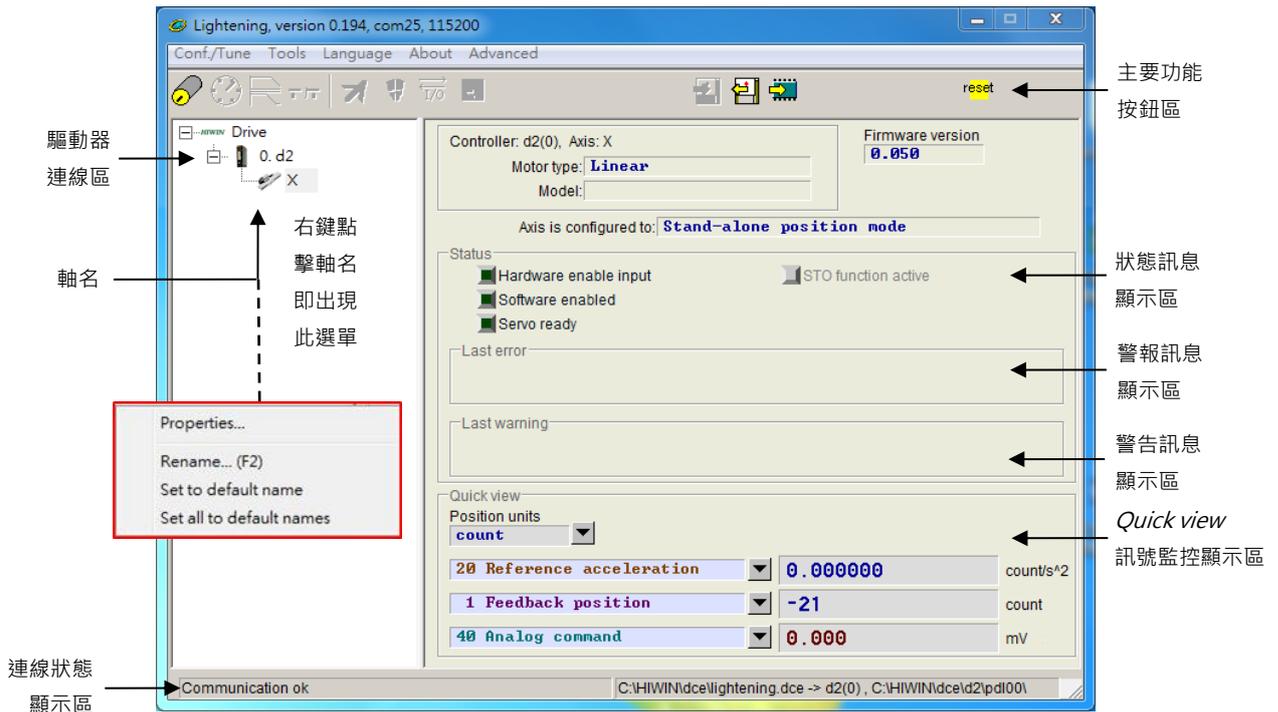


圖5.1.3.1

## ■ 主要功能按鈕區

-  : 開啟PDL程式操作視窗。
-  : 把目前驅動器記憶體內 ( RAM ) 的參數存到檔案 ( PRM檔 ) 。
-  : 把參數檔案 ( PRM檔 ) 載入到目前驅動器記憶體內 ( RAM ) 。
-  : 把目前驅動器記憶體內 ( RAM ) 的參數存到Flash內。
-  : 驅動器重置。

## ■ 狀態訊息顯示燈號

-  **Servo ready** : 當驅動器為解激磁狀態時，此燈號會熄滅；激磁狀態時，則會亮綠燈。
-  **Hardware Enable Input** : 硬體激磁被啟動時會亮綠燈。若未先啟動硬體激磁，則沒辦法讓驅動器激磁馬達 ( enabled )。硬體激磁透過外部輸入設定方式請參閱節5.4.1與第10章之內容。
-  **Software Enabled** : 軟體激磁被啟動時會亮綠燈。當硬體激磁與軟體激磁都被啟動時，才能夠激磁馬達。按下Performance center的Enable按鈕可以啟動軟體激磁，按下Disable按鈕可以取消軟體激磁。當PC與驅動器無連線時，軟體激磁的狀態會依硬體激磁的狀態做改變；當PC與驅動器連線時，關閉視窗，Lightening人機介面會詢問使用者關閉視窗後，軟體激磁要為啟動或取消的狀態。

■ Drive property

右鍵點擊伺服軸軸名、再選擇Properties...，即可出現此驅動器的屬性，如圖5.1.3.2所示。

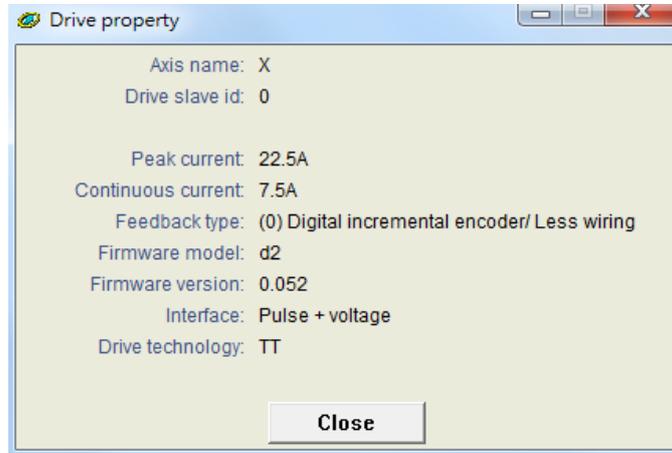


圖5.1.3.2

註：當使用Lightening 0.194A (含) 以下的人機軟體版本連接D2T-LM機種時，由於這些人機版本不含這些驅動器的韌體版本，故無法辨識，驅動器連線後會出現如圖5.1.3.3反灰的畫面。此時請至大銀微系統官方網站下載新版Lightening人機軟體，版本必須在0.194B (含) 以上。

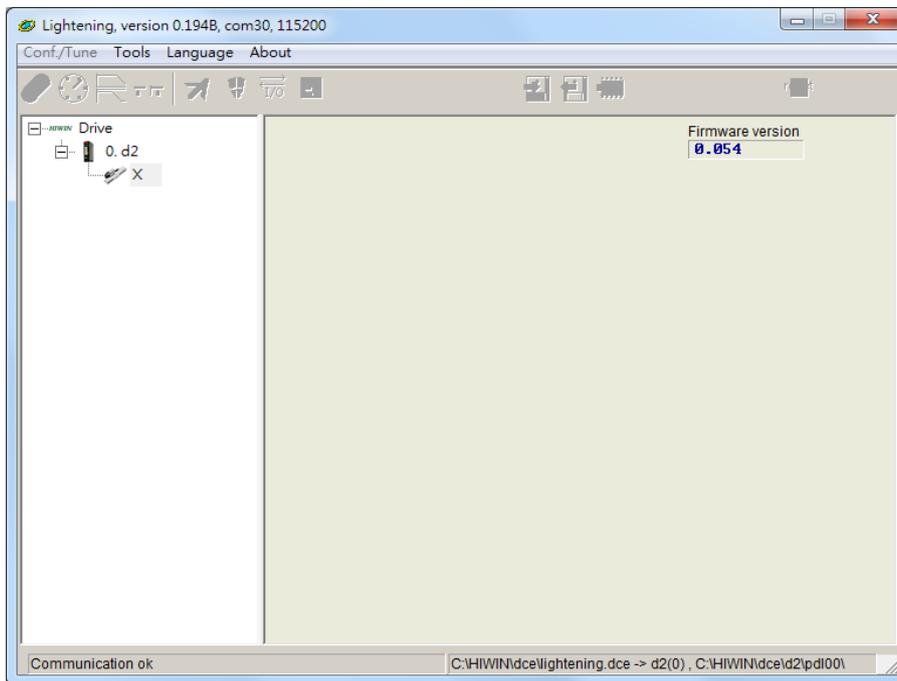


圖5.1.3.3 韌體版本安裝錯誤

## 5.2 參數設定中心

一開始使用新驅動器或是搭配新馬達等硬體元件時，使用者須利用此參數設定中心 ( Configuration center ) 重新設定好相關選項以對應到實際應用需求。欲開啟參數設定中心，請於主要功能鈕區按下，如圖5.2.1所示。

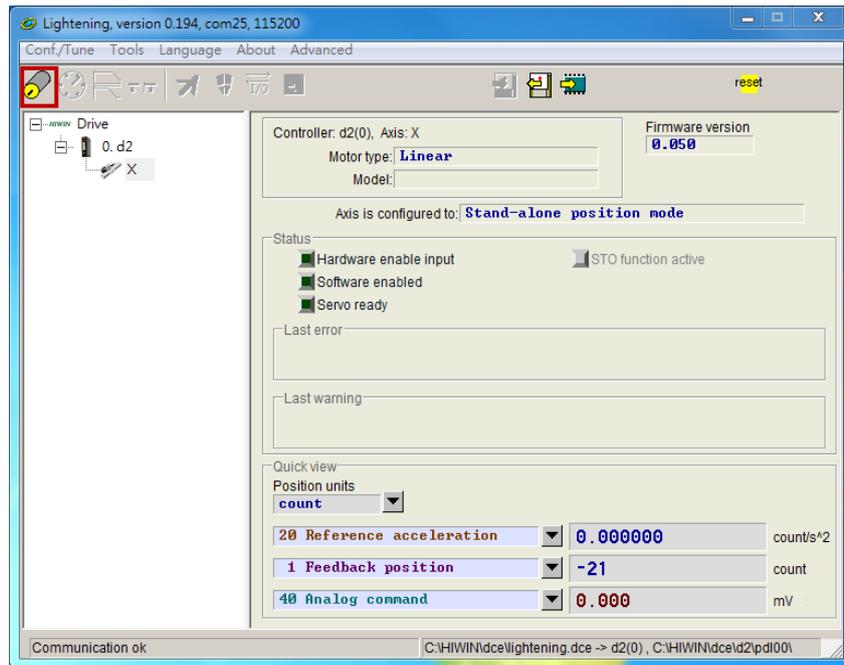


圖5.2.1

欲以D2T-LM系列驅動器順利驅動馬達，必須先完成以下設定步驟。

- (1) 線性馬達型號 ( linear motor type )：設定使用的線性馬達型號及馬達特性的相關參數。
- (2) 編碼器參數 ( encoder parameter )：設定使用的編碼器類型及編碼器解析度。
- (3) 操作模式 ( operation mode )：搭配上位控制器設定驅動器端的操作模式。

## 5.2.1 馬達參數設定

參數設定中心第一頁面為馬達參數設定頁，在  底下可看到D2T-LM系列驅動器可支援的HIWIN Linear motor，圖5.2.1.1為Lightening 0.194B (含) 以上版本的馬達參數設定頁面。

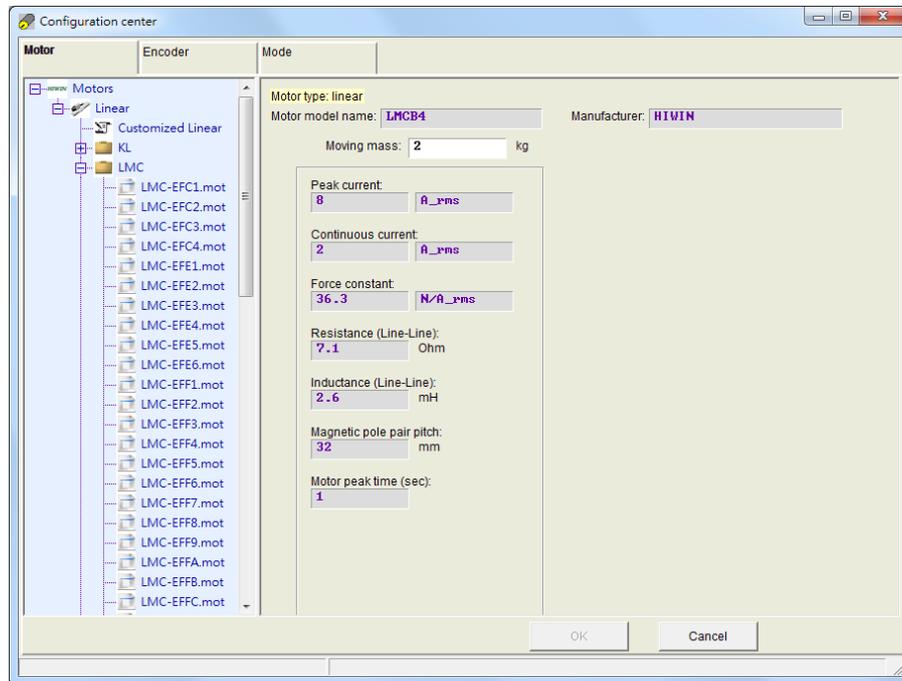


圖5.2.1.1 馬達參數設定 (Lightening 0.194B以上版本)

### ■ 馬達參數

直接點選HIWIN的線性馬達型號，即可設定並顯示馬達參數。若使用HIWIN標準品以外的線性馬達，請先點選任一標準馬達型號，再點選Customized Linear，即可根據使用馬達的規格書填入必要參數。設定完成後可以使用儲存功能建立馬達參數，使用者之後可隨時再載入所建立的參數檔 (\*.mot)。

### ■ 運轉參數

移動部質量 (Moving mass)：設定線性馬達的負載重量 (含動子與動子外殼)，單位為Kg。

## 5.2.2 編碼器參數設定

通常驅動器端會接收位置編碼器的回授訊號以完成伺服控制，編碼器設定頁面如圖5.2.2.1所示，使用者須在此頁面選擇或設定正確的編碼器類型及參數。此外，為了搭配上位控制器，D2T-LM系列驅動器除了接收編碼器訊號之外，也可以輸出編碼器訊號。D2T-LM系列驅動器提供編碼器緩衝輸出 ( buffered encoder ) 或模擬編碼器輸出 ( emulated encoder )。使用模擬編碼器輸出時，可以透過比例 ( Scaling ) 設定變更輸出的解析度，詳細設定請參閱節5.2.2.3。

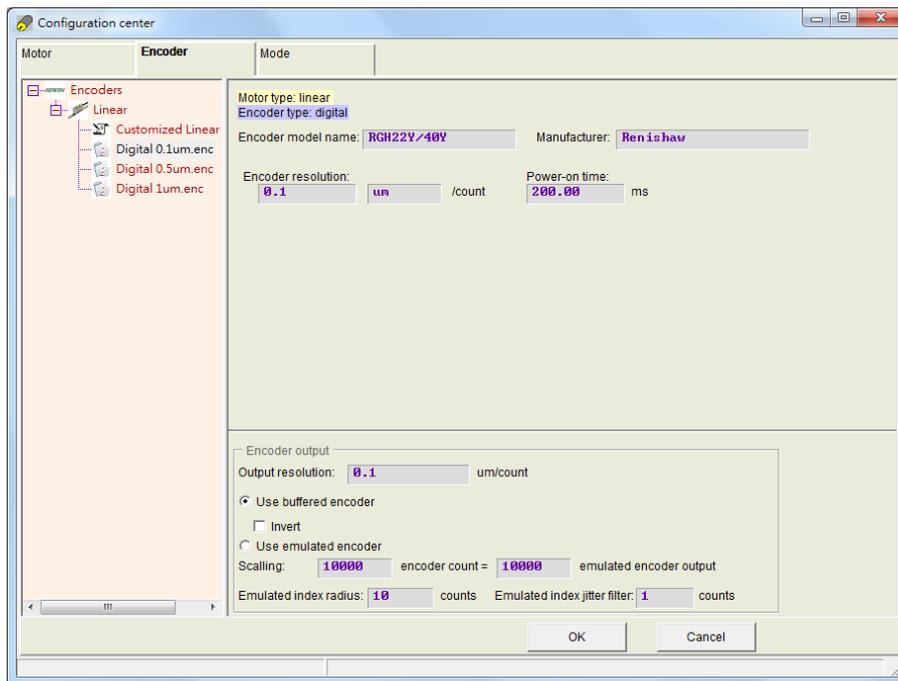


圖5.2.2.1 編碼器參數設定

### 5.2.2.1 HIWIN標準編碼器

HIWIN線性馬達所搭配的數位編碼器規格為數位0.1um、0.5um、1um，設定畫面如下圖所示。

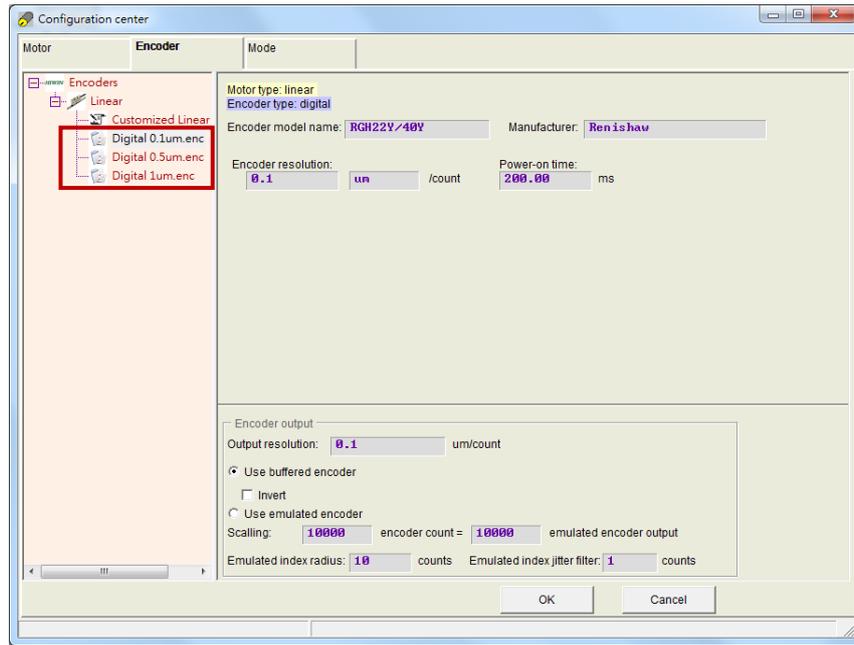


圖5.2.2.1.1 標準編碼器設定畫面

### 5.2.2.2 客製化數位增量式編碼器

設定頁面上除了有搭配HIWIN線性馬達的常用解析度編碼器參數以供選擇外，也可在客製化設定選項輸入各廠牌編碼器的相關參數。如圖5.2.2.1。點選Customized Linear，即可對照編碼器的規格書填入解析度參數。於Encoder resolution欄位輸入馬達解析度，並根據不同廠牌之編碼器的上電作動延遲時間，輸入Power-on time。設定完成後可以使用儲存功能建立編碼器參數，使用者之後可隨時再載入所建立的編碼器參數檔(\*.enc)。

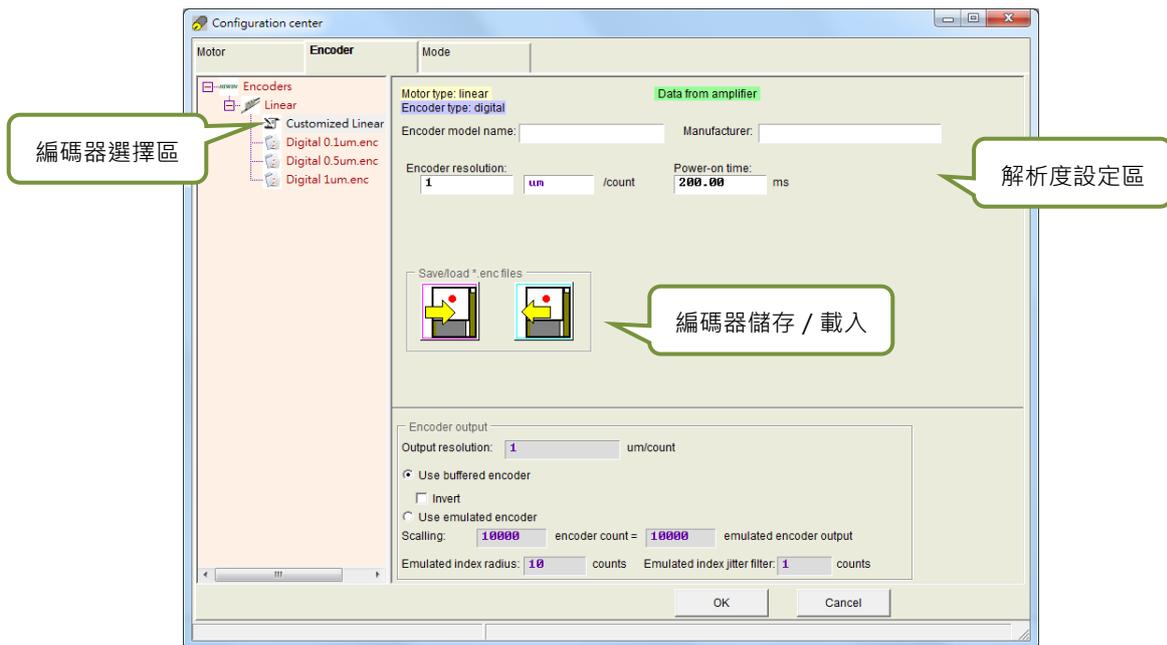


圖5.2.2.2.1 客製化編碼器設定介面

### 5.2.2.3 編碼器輸出設定

D2T-LM系列驅動器會從CN2輸出AqB方波編碼器訊號，使用者可以視需要接到上位控制器。編碼器輸出 ( Encoder output ) 設定區如圖5.2.2.3.1，可勾選使用編碼器緩衝輸出 ( Use buffered encoder ) 或使用模擬編碼器輸出 ( Use emulated encoder )。畫面中的輸出解析度 ( Output resolution ) 欄位也會同時更新目前所選擇輸出方式的解析度。

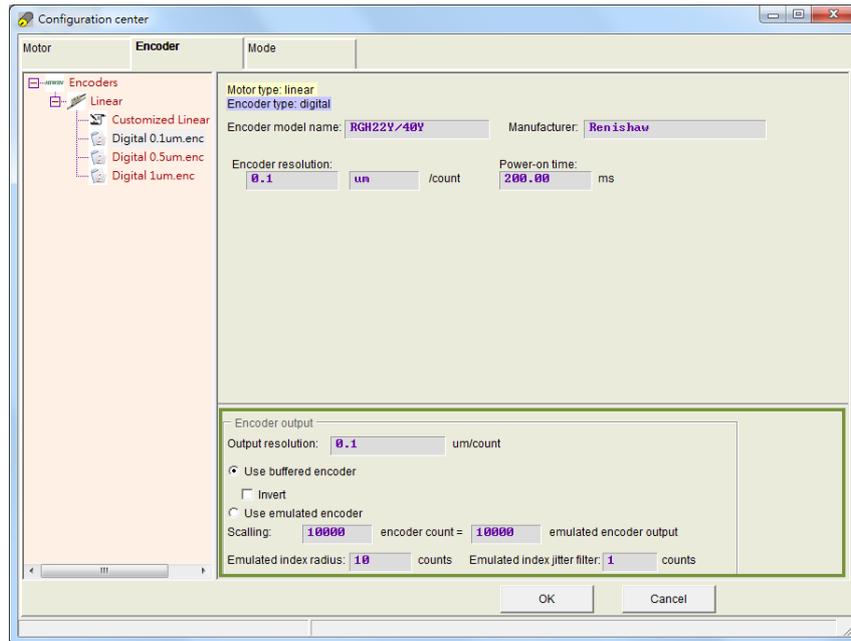


圖5.2.2.3.1 編碼器輸出設定

#### ■ 編碼器緩衝輸出 ( Buffered encoder output )

當使用者選擇此設定時，驅動器會把馬達編碼器傳回來的訊號再送出去給上位控制器。此外，使用者可依需求勾選反相 ( Invert ) 功能，此時驅動器會把收到的訊號反相再送出去。畫面上也會顯示輸出訊號的解析度供使用者參考。

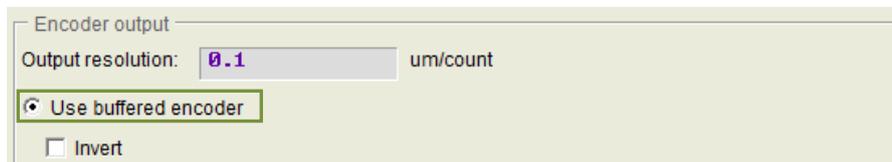


圖5.2.2.3.2 編碼器緩衝輸出

■ 模擬編碼器輸出 ( Emulated encoder output )

當使用者選擇此設定時，驅動器會對收到的編碼器位置資訊乘以比例 ( Scaling ) 之後再送出去給上位控制器。比例為1：1時，驅動器會以當時採用之編碼器及使用者設定之解析度直接輸出編碼器訊號。然而，有些時候上位控制器無法接收太高頻的編碼器訊號，則可以使用不同的比例，例如5 encoder count = 1 emulated encoder output。當類比編碼器之分割數設很細時，也有可能必須調整比例以降低輸出編碼器的解析度。欲對調輸出的方向，可將比例設為1 encoder count = -1 emulated encoder output。以編碼器解析度1 um/count為例，若將模擬輸出的模擬量比例設定為5 encoder count = 1 emulated encoder output，輸出解析度 ( Output resolution ) 即被放大為5 um/count。

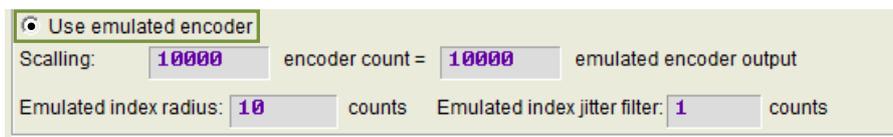


圖5.2.2.3.3 模擬編碼器輸出

註：當參數存入Flash時，模擬編碼器輸出的功能將暫時失效。

■ 將模擬Z相訊號輸出給上位控制器

當編碼器輸出方式設定為Use emulated encoder時，可將模擬Z相訊號輸出給上位控制器。其設定選項如圖5.2.2.3.3。

使用此功能前，須先將編碼器輸出方式設定為Use emulated encoder，並設定以下兩個參數：

- a. 訊號範圍 ( Emulated index radius )：模擬Z相訊號輸出之範圍，如圖5.2.2.3.4所示。
- b. 抑制彈跳參數 ( Emulated index jitter filter )：抑制模擬Z相訊號輸出彈跳之現象。

註：若上位控制器取樣速度過慢，或歸原點速度過快，都可能使上位控制器無法接收到模擬Z相訊號而導致歸原點失敗。此時可調整訊號範圍來改善此問題。

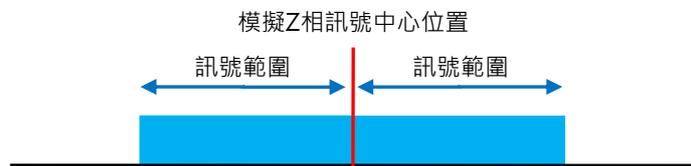


圖5.2.2.3.4

當使用者使用home offset的功能進行歸原點時，模擬index的訊號會跟著一起移動到home offset後的座標原點位置上，如下圖。

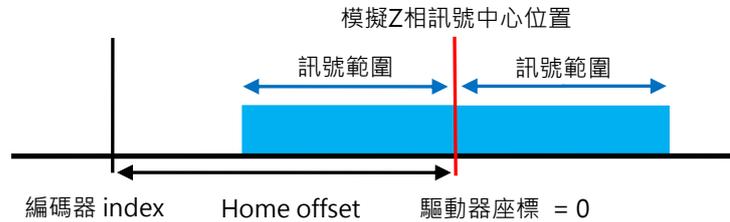


圖5.2.2.3.5

## 5.2.3 操作模式設定

操作模式設定頁面如圖5.2.3.1所示。設定好前面兩個步驟的參數後，最後一步就是設定驅動器本身要負責運作的操作模式。

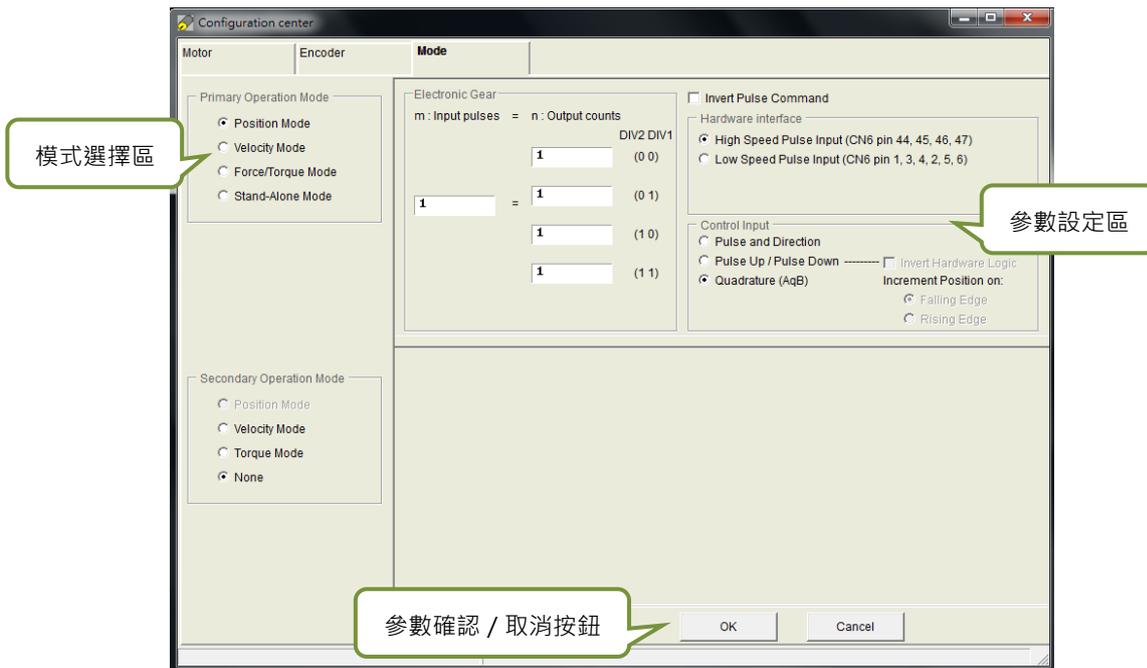


圖5.2.3.1 操作模式設定

■ 位置模式 ( Position Mode )

搭配只送脈波命令的上位控制系統時，必須選擇位置模式以接收外部運動脈波命令，而閉迴路控制由驅動器處理。D2T-LM系列驅動器支援三種脈波格式，也可設定脈波的電子齒輪比以配合高速應用系統。

註：只有在servo ready的狀態下，驅動器才會接收上位控制器所傳來的脈波命令。

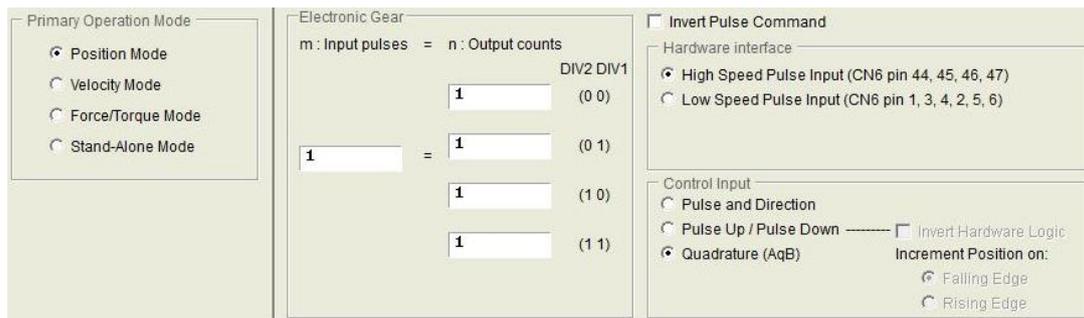
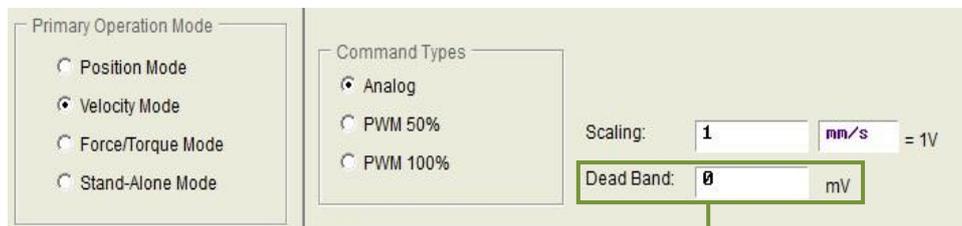


圖5.2.3.2

■ 速度模式 ( Velocity Mode )

搭配可送類比命令或是PWM命令的上位控制系統時，可讓驅動器選擇速度模式。模式設定部分只需要設定外部命令跟速度的比例關係 ( Scaling )，其單位為1V對應多少mm/s、rpm或是Full PWM對應的最高速度。如Scaling設為負值，則馬達會往反方向運轉。



Dead band定義

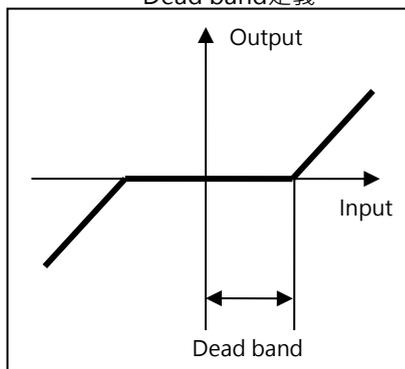


圖5.2.3.3

**■ 推力 / 轉矩模式 ( Force / Torque Mode )**

搭配可送類比命令或是PWM命令的上位控制系統之另一種使用方式為推力 / 轉矩模式，其設定部分只需要設定外部命令跟電流的比例關係 ( Scaling )，其單位為1V對應多少安培或是Full PWM對應的最大電流安培值。如Scaling設為負值，則馬達會往反方向運轉。

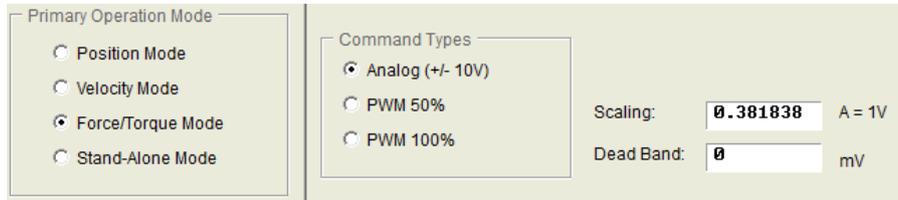


圖5.2.3.4

**■ 獨立作業模式 ( Stand-Alone Mode )**

在驅動器單獨測試或不搭配任何上位控制器 ( 如只有伺服端跟驅動端 ) 的情況下，可選擇獨立作業模式，讓驅動器負責所有迴路控制項。

### 5.2.4 參數設定完成步驟

當馬達參數、編碼器參數及操作模式的設定完成後，按下OK按鈕會顯示如圖5.2.4.1之畫面。此畫面中有新舊設定的參數對照，確認各參數正確無誤後，請按下Send to RAM將參數送至驅動器。若按下Cancel，則會回到參數設定中心畫面。

註：打開一台全新尚未初始化的驅動器，進入Configuration center後，畫面底下的OK按鈕會先反灰，無法點選。在確認完馬達參數、編碼器參數及操作模式的設定後，此OK按鈕才會有作用。

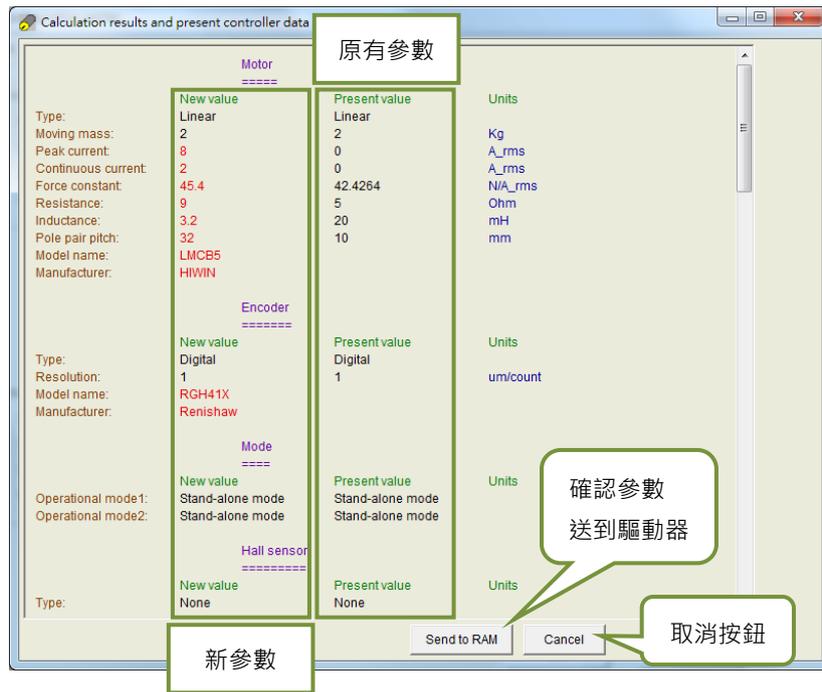


圖5.2.4.1

欲保存此組參數，可在人機主畫面按下 ( Save to Flash ) 把參數存到記憶體，即使關閉驅動器電源，參數也不會消失。欲將參數存在PC中的磁碟檔，按下 ( Save Parameter from Amplifier RAM to File ) 即可把參數存進檔案中，儲存檔案之副檔名為PRM檔。欲將儲存的PRM檔讀入驅動器內，可在人機主畫面按下 ( Load parameters in the file to RAM ) ，即可把參數讀入驅動器。參數讀入後，請記得在人機主畫面按下 把參數存到記憶體中。

## 5.3 自動相位初始設定中心

### 5.3.1 模式解說

在主畫面的主要功能鈕區按下，即可打開自動相位初始設定中心。D2T-LM系列驅動器為線性馬達專用驅動器，必須完成此步驟才能使馬達進入閉迴路控制。

#### SW method 1

為驅動器軟體內建相位初始化功能之一。此方法的特點在於不使用任何霍爾感測器，也能使馬達透過微小位移完成相位初始化。使用方法前須調校兩個參數，分別為st\_cg與st\_vpg，其設定與調校請參考頻率分析器使用。若系統負載有所變動，則須重新調校參數。

若驅動器處於非獨立作業模式，建議上位控制器接收到驅動器Ready訊號之後再傳送外部命令。若上位控制器無法接收驅動器Ready訊號，請等待約3秒。若勾選Check the accuracy offset，在執行Start phase initialization時，程式會先檢查所找到的電機角是否正確。

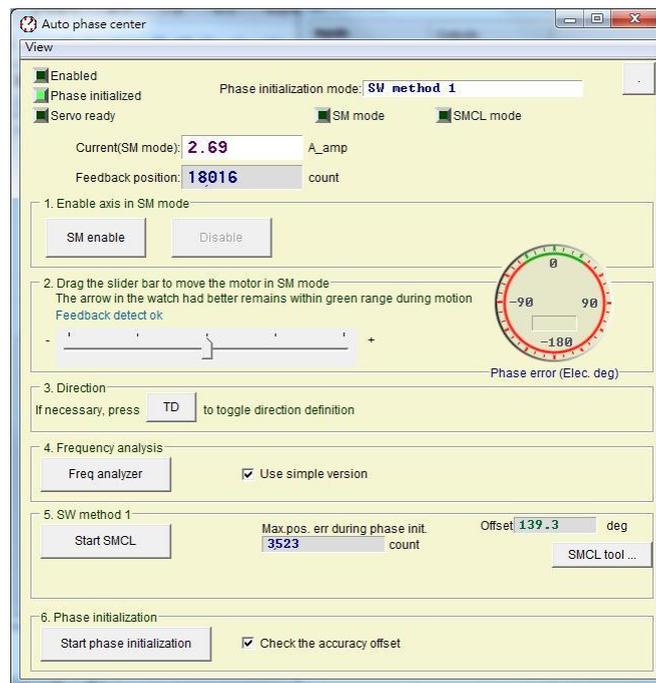


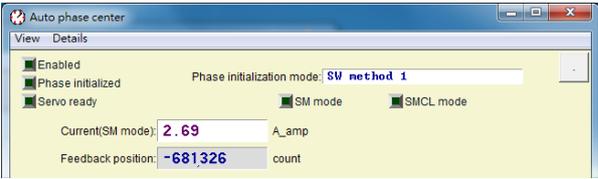
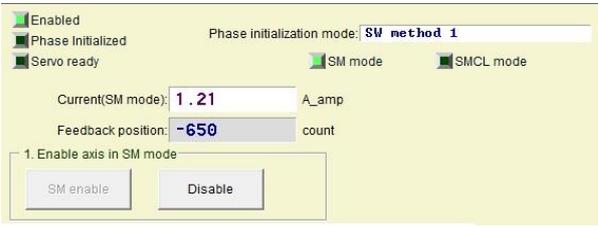
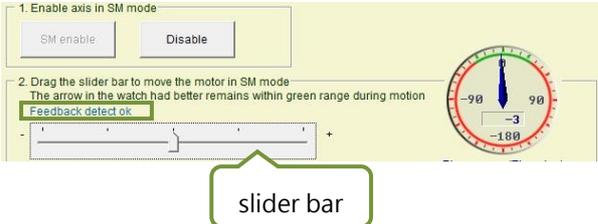
圖5.3.1.1 自動相位初始設定中心 ( SW method1 )

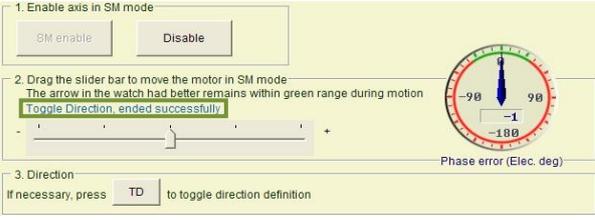
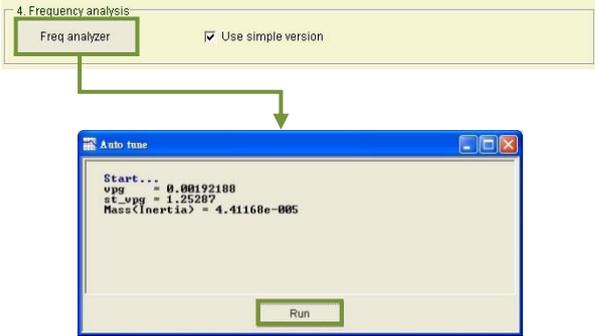
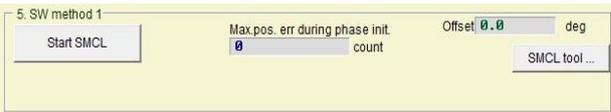
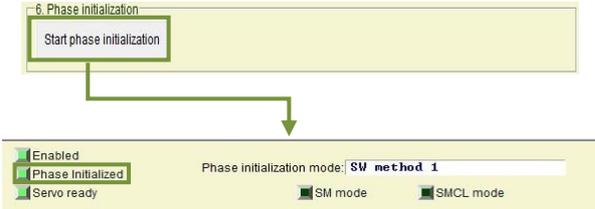
### 5.3.2 前置作業

- ※ 確認馬達線連接正常。
- ※ 確認編碼器的訊號正常。
- ※ 確認驅動器收到硬體激磁訊號( Hardware Enable )。若無實體配線，可開啟I/O center，並在I3 Axis Enable欄位勾選Invert，模擬硬體激磁訊號輸入。
- ※ 確認有開啟AC主電源。

### 5.3.3 設定步驟

本節說明SW method 1的自動相位初始設定流程。

步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		<p><b>相位初始化方法設定：</b> D2T-LM 系列驅動器僅提供 SW method 1 為相位初始化的方法。</p>
2		<p><b>步進模式激磁：</b> 按下 SM enable 按鈕，此時 Enabled 會亮綠燈。 【注意】在步進模式下激磁馬達時，驅動器會持續輸出 Current ( SM mode ) 所設定的電流值。因此，以步進模式激磁馬達的時間不宜過久，否則會造成馬達過熱。 【注意】此步驟須觸發上位控制器激磁訊號。</p>
3		<p><b>馬達步進模式運動方向測試：</b> 按住 slider bar 左右拖曳，此時馬達會開始運動。視窗拖桿右邊為正方向運動，左邊為負方向運動。 正常情況下，Phase error ( Elec deg ) 的指針應介於綠色刻度之間 ( -30 度~+30 度)。左右拖曳後放開 slider bar，若出現 Feedback detect ok，則代表此步驟完成。 若指針會隨意轉動，請先放開 slider bar，再重新按住 slider bar 左右拖曳。 【注意】若重新按住slider bar左右拖曳卻依然沒有改善，請先確認：(1) 馬達動力線及編碼器回授訊號線是否接好。(2) 編碼器設定或是馬達規格設定上是否有誤。請至參數設定中心確認，如編碼器解析度或馬達極對數等。 【注意】此步驟須觸發上位控制器激磁訊號。</p>

<p>4</p>		<p><b>確認運動方向定義：</b></p> <p>上一步驟成功後·若測試時馬達運動方向不符合使用者實際需求的正負方向定義·請按下 TD 按鈕·此功能鈕會將運動方向定義反轉過來·出現 Toggle Direction, ended successfully 後·可回到步驟 3 再做一次方向確認。</p>
<p>5</p>		<p><b>自動調整參數功能：</b></p> <p>勾選 Use simple version 並按下 Freq analyzer 按鈕·即彈出 Auto tune 視窗·按下 Run 以自動執行頻率響應分析並計算參數·</p> <p>使用此功能可簡易且迅速地設定系統迴路增益·但在機構剛性過低、變動負載機構、負載慣量比超過 20 倍的情況下·可能會造成計算出的參數值不適用於實際系統·</p> <p>【注意】在執行過程中·若引發機構共振·請立即中斷硬體激磁訊號·或在人機介面按下 <b>F12</b> 軟體快速功能鍵·</p> <p>【注意】若此功能無法達到應用需求·可手動調整 SMCL tool 內的 vpg 與 st_vpg 參數·</p>
<p>6</p>		<p><b>相位初始化性能調適：</b></p> <p>此方法的性能優點為馬達只須微幅移動·即可完成相位初始化·其性能於上一步驟的自動增益調適功能調適完成·若要確認調適結果·可依以下步驟確認：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>點 Start SMCL 鈕·執行找電機角測試·</li> <li>觀察 Offset 值與 Max. pos. err during phase init.值·分別為找電機角的結果與過程中最大的位移量·</li> <li>重複執行上述步驟(a)與(b)·觀察 Offset 值每次結果誤差是否為 +/-15deg 內·</li> <li>若 Offset 值每次結果誤差過大·按 SMCL tool...鈕進階調適·</li> </ol>
<p>7</p>		<p><b>執行相位初始化：</b></p> <p>按下 Start phase initialization 功能鈕·待 Phase Initialized 亮綠燈·即代表相位初始完成·此驅動器可正常驅動馬達 (可進入閉迴路控制)·</p>

### 5.3.4 常見問題排除

- ※ 檢查馬達動力線及編碼器回授訊號線是否連接良好。
- ※ 檢查編碼器設定或是馬達規格設定是否正確，如編碼器解析度或馬達極對數等。
- ※ 檢查接地系統是否適當。
- ※ 檢查驅動器之上位控制器激磁訊號是否觸發。
- ※ 檢查驅動器之軟體激磁是否激磁。
- ※ 檢查是否有機械干擾。
- ※ 量測馬達電阻是否正常。

## 5.4 I/O設定中心

### 5.4.1 數位輸入

在主畫面的主要功能鈕區按下 ，即可打開I/O設定中心。點選輸入功能選單中的下拉式按鈕後，即可選擇數位輸入腳位及其功能，如圖5.4.1.1。D2T-LM機種具有10個數位輸入端。



圖5.4.1.1 輸入功能選單

■ **狀態顯示燈號 ( State )**

若狀態顯示燈號亮綠燈，表示相對應的輸入腳位有被啟動；若燈號不亮，則代表輸入腳位未被啟動。

■ **邏輯轉態設定 ( Invert )**

若勾選Invert選項，觸發條件會反相。

表5.4.1.1

項目	硬體代號	輸入功能	說明	觸發方式
1	SVN	Axis Enable	激磁 / 解激磁，預設在I3使用。	Level Trigger
2	LL	Left Limit Switch	硬體左極限，預設在I6使用。	Level Trigger
3	RL	Right Limit Switch	硬體右極限，預設在I9使用。	Level Trigger
4	MAP	Home OK, start err. map	來自上位控制器之歸原點完成命令。	Edge Trigger
5	RST	Reset amplifier	驅動器重置。	Edge Trigger
6	DOG	Near home sensor	近原點開關。	Level Trigger
7	CE	Clear Error	清除錯誤。	Edge Trigger
8	INVC	Invert V Command	速度或推力 / 轉矩模式下反轉類比電壓命令。	Level Trigger
9	GNS	Switch to secondary CG	切換到第二組伺服增益。	Level Trigger

10	JSEL	Switch to secondary vpg	切換到第二組vpg增益。	Level Trigger
11	ZSC	Zero Speed Clamp	零速箝位。在速度模式下，接收到此訊號且速度小於設定值時，會將馬達伺服鎖定在固定位置不動。	Level Trigger
12	INH	Inhibit Pulse Command	禁止脈波命令。	Level Trigger
13	PSEL	Switch HI/LO Pulse Input	切換高低速命令脈波輸入通道。	Level Trigger
14	EMG	Abort Motion	緊急停止。馬達運動中接收到此訊號會進入緊急停止程序。	Level Trigger
15	MOD	Switch to secondary mode	由第一操作模式切換到第二操作模式。	Level Trigger
16	HOM	Start Homing	啟動驅動器內建的歸原點程序。	Edge Trigger
17	DIV1	Electronic Gear Select ( DIV1 )	位置模式下電子齒輪比的選擇。	Level Trigger
18	DIV2	Electronic Gear Select ( DIV2 )	位置模式下電子齒輪比的選擇。	Level Trigger

表5.4.1.2 各模式所支援之輸入功能

輸入功能	操作模式	非CoE機種				CoE機種
		位置模式	速度模式	轉矩 / 推力模式	獨立作業模式	獨立作業模式
Axis Enable		V	V	V	V	V
Left (-) Limit Switch		V	--	--	V	V
Right (+) Limit Switch		V	--	--	V	V
Home OK,start err. map		V	V	V	V	V
Reset amplifier		V	V	V	V	V
Near home sensor		V	V	V	V	V
Clear error		V	V	V	V	--
Invert V command		--	V	V	--	--
Switch to secondary CG		V	V	V	V	--
Switch to secondary vpg		V	V	V	V	--
Zero speed clamp		--	V	--	--	--
Inhibit pulse command		V	--	--	--	--
Switch HI/LO pulse input		V	--	--	--	--
Abort motion		--	--	--	V	--
Switch to secondary mode		V	V	V	V	--
Start homing		V	V	V	V	--
Select electronic gear ( DIV1 )		V	--	--	--	--
Select electronic gear ( DIV2 )		V	--	--	--	--

註：V表示該輸入功能在相對應的模式下有作用，且可任意被設定到I1~I10。

表5.4.1.3 D2T-LM系列驅動器之預設輸入設定

腳位	訊號	非CoE機種				CoE機種	反相
		位置模式	速度模式	轉矩 / 推力模式	獨立作業模式	獨立作業模式	
33	I1	Inhibit Pulse Command	Zero Speed Clamp		Start Homing		否
30	I2				Abort Motion		否
29	I3	Axis Enable	Axis Enable	Axis Enable	Axis Enable	Axis Enable	否
27	I4	Switch to secondary CG	Switch to secondary CG	Switch to secondary CG	Switch to secondary CG	Left (-) Limit Switch	否
28	I5	Electronic Gear Select ( DIV1 )			Near Home Sensor	Right (+) Limit Switch	否
26	I6	Left (-) Limit Switch	Left (-) Limit Switch	Left (-) Limit Switch	Left (-) Limit Switch	Near Home Sensor	否
32	I7	Switch to secondary mode	Switch to secondary mode	Switch to secondary mode	Switch to secondary mode		否
31	I8	Clear Error	Clear Error	Clear Error	Clear Error		否
9	I9	Right (+) Limit Switch	Right (+) Limit Switch	Right (+) Limit Switch	Right (+) Limit Switch		否
8	I10*						否

\*只適用於D2T-LM機種。

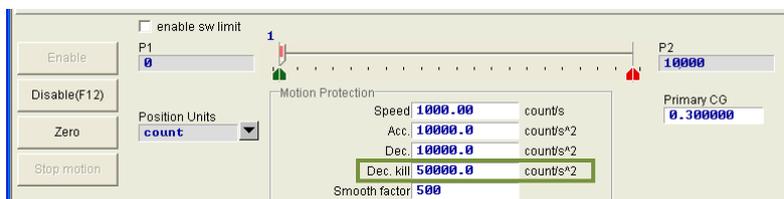
輸入功能名稱	Abort Motion		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	EMG	預設腳位	I2	電路圖	參閱節4.5.1			

**功能說明：**

提供使用者在獨立作業模式下，利用按鈕觸發該輸入訊號，驅動器即會利用緊急停止減速度 ( Dec. kill ) 使馬達減速至停止。可於Performance center 設定該緊急停止減速度的值。

**使用說明：**

使用者由I/O center之Inputs頁籤中選擇Abort Motion ( 預設為I2 )，使用外部提供觸發訊號，使馬達以緊急停止減速度的方式減速至停止運轉。



當Abort Motion的輸入狀態為True時 ( state亮綠燈 )，驅動器會使用緊急停止減速度 ( Dec. Kill ) 使馬達減速至停止。

輸入功能名稱	Invert V Command		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	INVC	預設腳位	無	電路圖	參閱節4.5.1			
<p><b>功能說明：</b> 使上位控制器的電壓命令訊號反向。</p> <p><b>使用說明：</b> 在速度或推力 / 轉矩模式下，將輸入功能指定為Invert V Command。當Invert V Command的輸入狀態為False時，驅動器所收到0~+10V之類比輸入電壓可使馬達正轉，0~-10V之類比輸入電壓可使馬達反轉；當Invert V Command的輸入狀態為True時，驅動器所收到0~+10V之類比輸入電壓可使馬達反轉，0~-10V之類比輸入電壓可使馬達正轉。</p> <div style="text-align: center;"> </div>								

輸入功能名稱	Switch to secondary mode		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	MOD	預設腳位	I7	電路圖	參閱節4.5.1			
<p><b>功能說明：</b> 提供使用者利用上位控制器I/O訊號進行模式切換。</p> <p><b>使用說明：</b> 使用者可於Configuration center頁面中的Mode頁籤中設定，如下圖所示。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>當Switch to secondary mode的輸入狀態為False (燈暗) 時，將進行Primary Operation Mode中的模式設定；狀態為True (燈亮) 時，則進行Secondary Operation Mode中的模式設定。</p>								

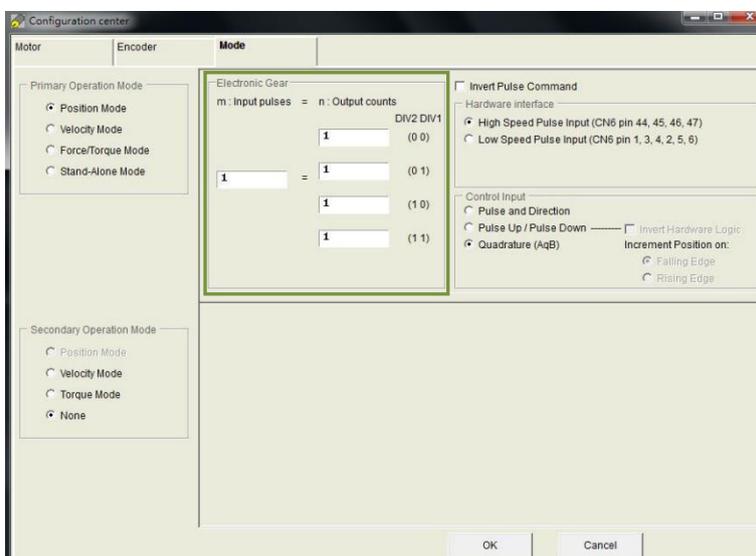
輸入功能名稱	Electronic Gear Select ( DIV1、DIV2 )		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	DIV1、DIV2	預設腳位	I5	電路圖	參閱節4.5.1			

**功能說明：**

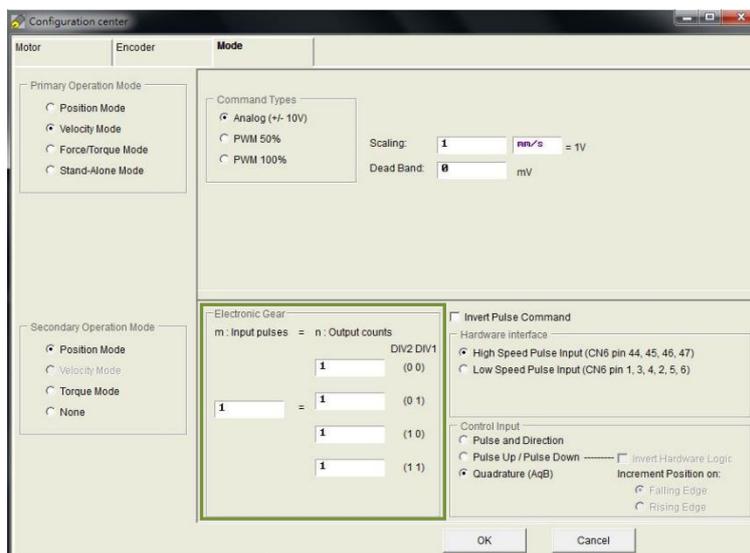
提供使用者切換4組電子齒輪比。

**使用說明：**

使用者可先於Configuration center頁面中的Mode頁籤中，選擇Primary Operation Mode裡的Position Mode或Secondary Operation Mode裡的Position Mode設定4組電子齒輪比，如下圖所示。



電子齒輪比設定頁面 ( Primary Operation Mode )



電子齒輪比設定頁面 ( Secondary Operation Mode )

依據DIV1與DIV2不同狀態的排列組合，可以選擇所需的電子齒輪比，對應的組合如下表所示。例如：欲使用第3組電子齒輪比，須設定Electronic Gear Select ( DIV2 ) 為True，Electronic Gear Select ( DIV1 ) 為False。

DIV2	DIV1	Numerator
0	0	1 <sup>st</sup>
0	1	2 <sup>nd</sup>
1	0	3 <sup>rd</sup>
1	1	4 <sup>th</sup>

輸入功能名稱	Inhibit Pulse Command		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	INH	預設腳位	I1	電路圖	參閱節4.5.1			

**功能說明：**

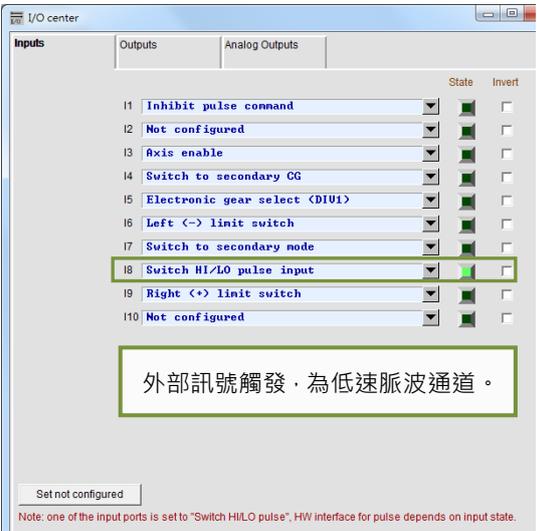
禁止驅動器接收上位控制器所發送的脈波命令。

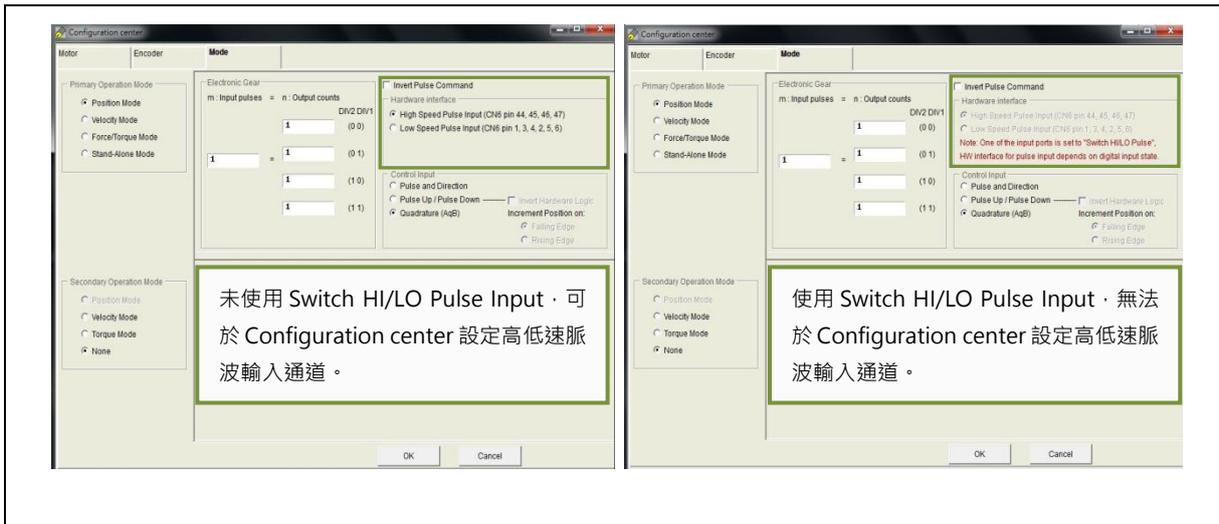
**使用說明：**

使用者在位置模式下將輸入功能指定為Inhibit Pulse Command，表示收到True訊號時，終止接收上位控制器的脈波命令；若為False訊號，驅動器則會接收上位控制器所送的脈波來使馬達移動。



輸入功能名稱	Start homing		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	HOM	預設腳位	I1	電路圖	參閱節4.5.1			
<p><b>功能說明：</b> 執行歸原點。</p> <p><b>使用說明：</b> 當Start homing的狀態由False轉為True時，將依照Application center中所設定的歸原點方式執行歸原點。</p>								

輸入功能名稱	Switch HI/LO Pulse Input		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	PSEL	預設腳位	無	電路圖	參閱節4.5.1			
<p><b>功能說明：</b> 提供使用者在位置模式下，利用上位控制器觸發該輸入訊號以切換高低速脈波輸入通道。</p> <p><b>使用說明：</b> 使用者由I/O center之Inputs頁籤中選擇Switch HI/LO Pulse Input (可由I1~I10任一輸入選擇，下圖以I8為例)，使用外部提供觸發訊號切換高低速脈波輸入通道。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 45%;">  <p style="text-align: center; border: 1px solid green; padding: 5px;">外部訊號未觸發，為高速脈波通道。</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 45%;">  <p style="text-align: center; border: 1px solid green; padding: 5px;">外部訊號觸發，為低速脈波通道。</p> </div> </div> <p>當Switch HI/LO Pulse Input的輸入狀態為False時 (燈暗)，為高速脈波輸入通道；為True時 (燈亮)，則為低速脈波輸入通道。</p> <p>註：使用Switch HI/LO Pulse Input為輸入點時 (I1~I10任一輸入點)，則無法於Configuration center設定高低速脈波輸入通道。</p>								



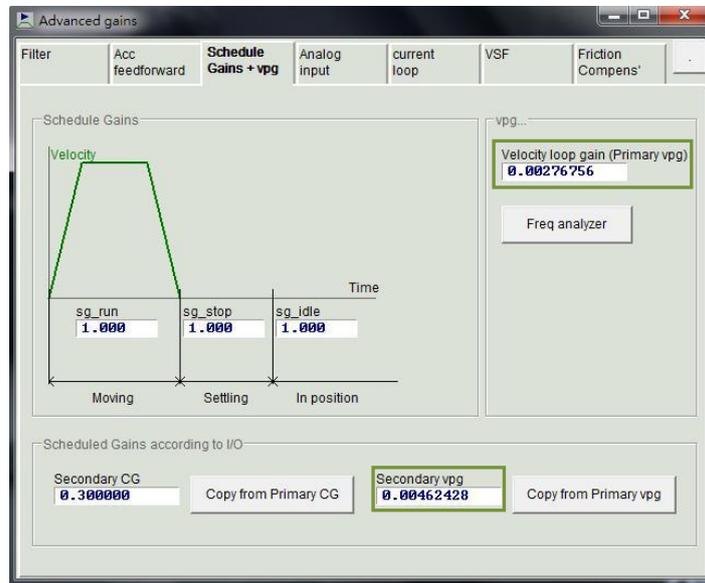
輸入功能名稱	Switch to secondary vpg	適用模式	Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	JSEL	預設腳位	None	電路圖	參閱節4.5.1	

**功能說明：**

提供使用者切換兩組vpg設定。

**使用說明：**

使用者可於Advanced gains頁面中的Schedule Gains + vpg頁籤中設定不同的vpg，如下圖所示。

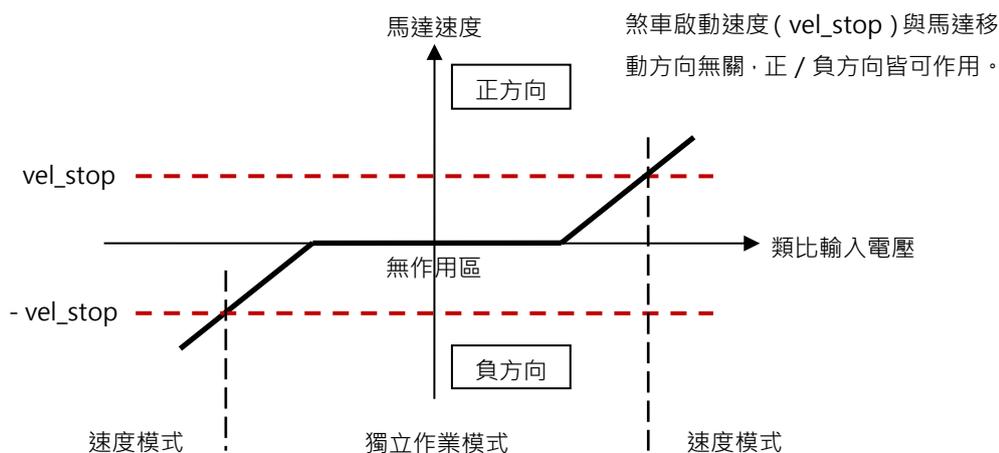


當Switch to secondary vpg的輸入狀態為True (燈亮) 時，使用Secondary vpg；狀態為False (燈暗) 時，使用Primary vpg。

輸入功能名稱	Zero Speed Clamp		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	ZSC	預設腳位	I1	電路圖	參閱節4.5.1			

**功能說明：**

此輸入功能僅適用於速度模式，且為準位觸發（Level Trigger）。當零速箝位（Zero Speed Clamp）輸入功能為True時，若類比輸入電壓命令所對應的馬達移動速度等於或小於煞車啟動速度，操作模式會被自動切換為獨立作業模式，同時馬達會立刻被鎖定於當時位置，直到類比輸入電壓命令所對應的馬達移動速度大於煞車啟動速度，操作模式才會自動切換為速度模式讓馬達繼續移動，如下圖所示。

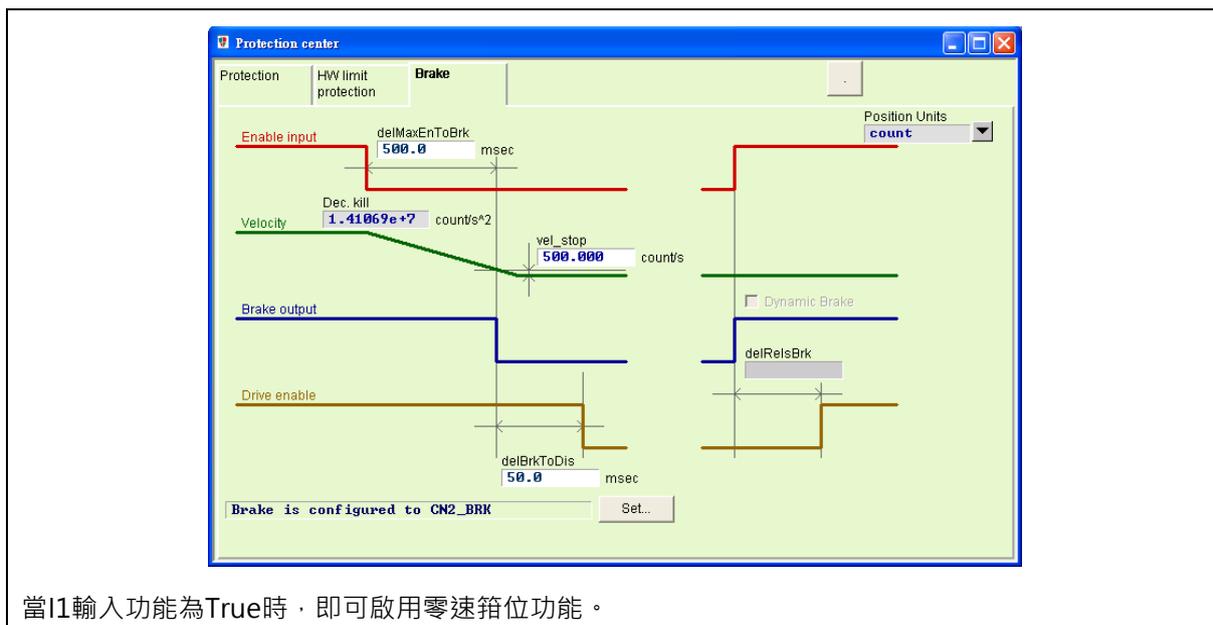


**使用說明：**

在操作模式設定為速度模式的情況下，進入I/O設定並將輸入功能設定為零速箝位（Zero Speed Clamp），這裡以I1為例，如下圖：



接著，進入Protection center並將煞車啟動速度(vel\_stop)設定為一適當值(預設為500 count/s)，參照下圖：



輸入功能名稱	Clear Error		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	CE	預設腳位	I8	電路圖	參閱節4.5.1			
<p><b>功能說明：</b> 清除警報訊息。</p> <p><b>使用說明：</b> 當Clear Error的狀態由False轉為True時，警報訊息將被清除。</p>								

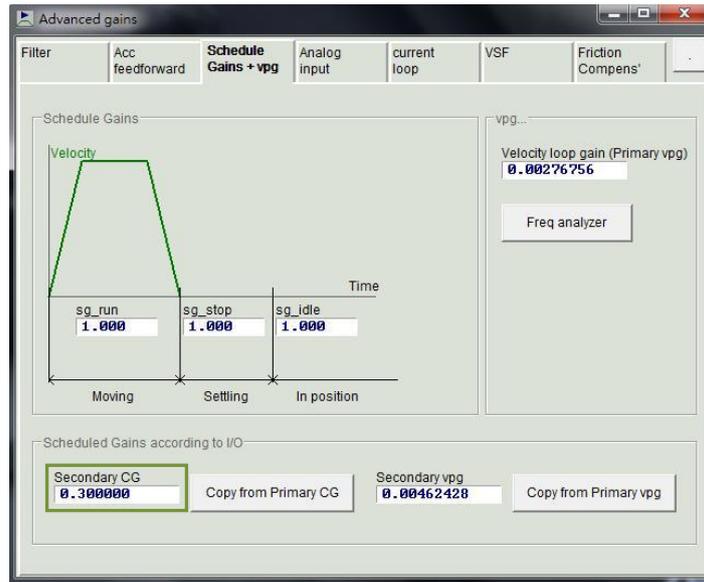
輸入功能名稱	Switch to secondary CG		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	GNS	預設腳位	無	電路圖	參閱節4.5.1			

**功能說明：**

提供使用者切換兩組CG設定。

**使用說明：**

使用者可於Advanced gains頁面中的Schedule Gains + vpg頁籤中設定Secondary CG，如下圖所示。



當Switch to secondary CG的輸入狀態為True (燈亮) 時，使用Secondary CG；狀態為False (燈暗) 時，使用Primary CG。

## 5.4.2 數位輸出

D2T-LM機種具有6組可程式設定的數位輸出端，其中5組輸出端 ( O1~O5 ) 為通用輸出，位於CN6接頭上；第6組 ( CN2 BRK ) 特別設計為煞車輸出，亦可設成泛用輸出。

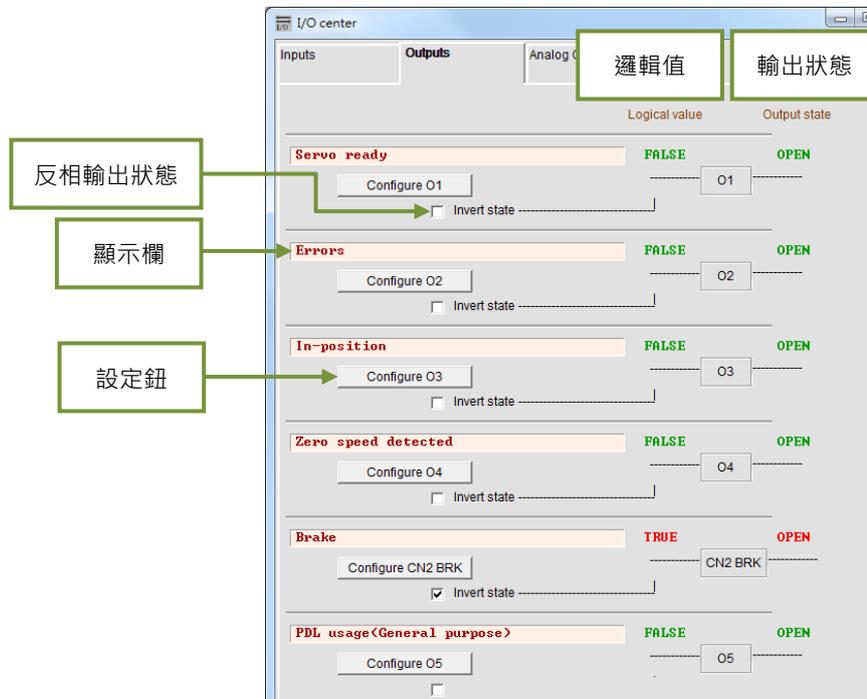


圖5.4.2.1 數位輸出

### ■ 邏輯值

此處用來顯示各個輸出訊號的邏輯值，其顯示值為TRUE或FALSE。

### ■ 顯示欄

當Configuration功能選單 ( 如圖5.4.2.2 ) 中有任何一個項目被勾選時，顯示欄將顯示該項目的名稱；若有兩個以上的項目被勾選，則顯示Customized；若全部警報項目皆被勾選，則顯示Errors；若無任何項目被勾選，則顯示PDL usage ( General Purpose ) 供泛用輸出使用，輸出功能可由PDL程式語言控制。

### ■ 輸出狀態

此處顯示驅動器當下輸出腳位的狀態：CLOSE或OPEN ( 晶體導通或晶體不導通 )。使用者可以藉此了解驅動器輸出的硬體訊號狀態，以協助配線偵錯。

### ■ 反相輸出狀態 ( Invert state )

搭配上位控制器時，使用者可視所需點選此設定，以反相輸出狀態的極性。但是請注意：驅動器內部的邏輯值完全不受此反相輸出設定的影響。

■ 設定鈕

每一個輸出埠都會有相對應的設定鈕。以O1為例，點選Configure O1後，會出現Configuration功能選單。此選單分成三大類，分別為狀態類 ( Statuses )、警報類 ( Errors ) 與警告類 ( Warnings )，如圖5.4.2.2所示。使用者若在同一選單中選擇兩個以上的選項，只要其中一個選項被觸發，輸出功能就會作動。欲取消所有被勾選的選項，請點擊Not configured按鈕。使用者選定欲使用的功能後，須點擊Apply按鈕來完成設定；反之，則點擊Cancel按鈕來取消設定。警報類中設有Set all errors按鈕，使用者可以點擊此按鈕來勾選Errors中的所有警報，以快速完成設定。

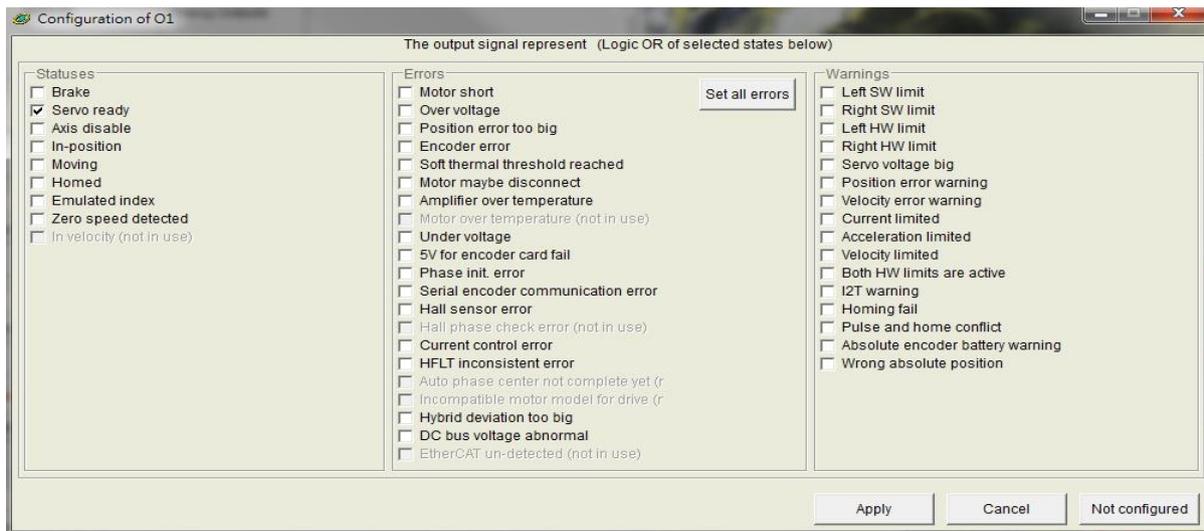


圖5.4.2.2 Configuration功能選單

表5.4.2.1

項目	硬體代號	輸出功能	說明
狀態類			
1	BRK	Brake	煞車訊號 ( 此設定具有排他性，勾選煞車訊號就無法再與其他狀態 / 警報 / 警告搭配勾選 )。
2	RDY	Servo Ready	伺服激磁中。
3	DIS	Axis Disable	解激磁狀態。
4	INP	In-Position	到位訊號。
5	MOV	Moving	移動中。
6	HOMD	Homed	歸原點完成狀態。
7	EMI	Emulated Index	模擬Z相index訊號。
8	ZSPD	Zero Speed Detected	零速檢知訊號。
警報類			
1	ALM	Errors	一般設定為所有警報狀況皆打勾 ( 按下Set all error按鈕 )，使用者可以自行修改符合需求的警報狀況組合。
警告類			
1	LS	Left SW Limit	軟體左極限被觸發。

2	RS	Right SW Limit	軟體右極限被觸發。
3	LH	Left Hardware Limit	硬體左極限被觸發。
4	RH	Right Hardware Limit	硬體右極限被觸發。
5	SVB	Servo Voltage Big	PWM命令大於warning設定值。
6	PEW	Position Error Warning	跟隨誤差大於warning設定值。
7	VEW	Velocity Error Warning	速度誤差大於warning設定值。
8	CUL	Current Limited	電流已飽和，達到馬達峰值電流規格值。
9	ACL	Acceleration Limited	馬達運動時，已達到加速度保護設定值。
10	VL	Velocity Limited	馬達運動時，已達速度保護設定值。
11	BOHL	Both HW limits are active	左、右硬體極限都被觸發。
12	HOMF	Homing fails	執行歸原點程序失敗。
13	PCHC	Pulse command and homing conflict	在位置模式下，同時收到脈波命令與歸原點命令的衝突情況。
14	AEBW	Absolute encoder battery warning	編碼器的電池沒有電，請更換電池。
15	WAP	Wrong absolute position	絕對式編碼器回饋錯誤的絕對位置，請重新設定原點位置。

表5.4.2.2 各模式所支援之輸出功能

輸出功能	非CoE機種				CoE機種
	位置模式	速度模式	推力 / 轉矩模式	獨立作業模式	獨立作業模式
Brake	V	V	V	V	V
Servo ready	V	V	V	V	V
Axis disable	V	V	V	V	V
In-position	V	--	--	V	V
Moving	V	--	--	V	V
Homed	V	V	V	V	V
Emulated index	V	V	V	V	--
Zero speed detected	V	V	V	V	--

註：V表示該輸出功能在相對應的模式下有作用。

表5.4.2.3 D2T-LM系列驅動器之預設輸出設定

腳位	訊號	非CoE機種				CoE機種	反相
		位置模式	速度模式	推力 / 轉矩模式	獨立作業模式	獨立作業模式	
34、35	O1	Servo Ready	否				
36、37	O2	Errors	Errors	Errors	Errors	Errors	否
38、39	O3	In-Position			In-Position	In-Position	否
10、11	O4	Zero Speed Detected	否				
40、12	O5*						否
2	CN2 BRK <sup>†</sup>	Brake	Brake	Brake	Brake	Brake	否

\*只適用於D2T-LM機種。

<sup>†</sup>只適用於B、C框機種。

輸出功能名稱	Zero Speed Detected		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	ZSPD	預設腳位	O4	電路圖				參閱節4.5.2
<p><b>功能說明：</b> 當馬達速度接近零的時候輸出訊號。</p> <p><b>使用說明：</b> 所謂速度接近零的意思是馬達移動速度小於參數vel_stop所設定的門檻值。此外，本功能具有20 mm/s的遲滯，以避免ZSPD輸出訊號的彈跳。vel_stop參數請參閱節8.3。</p>								

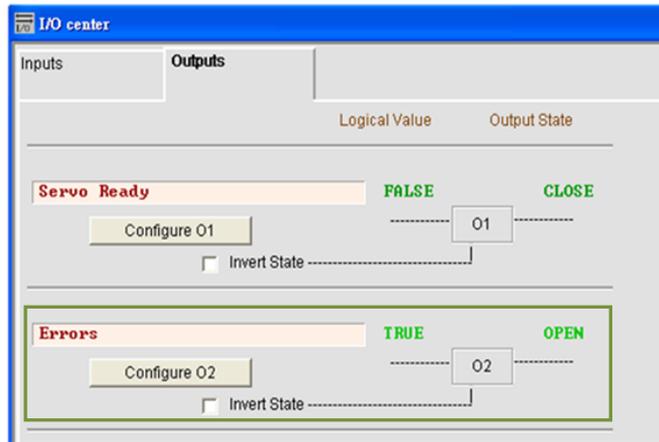
輸出功能名稱	Errors		適用模式		Pos	Vel	Trq	Std
硬體代號	ALM	預設腳位	O2	電路圖	參閱節4.5.2			

**功能說明：**

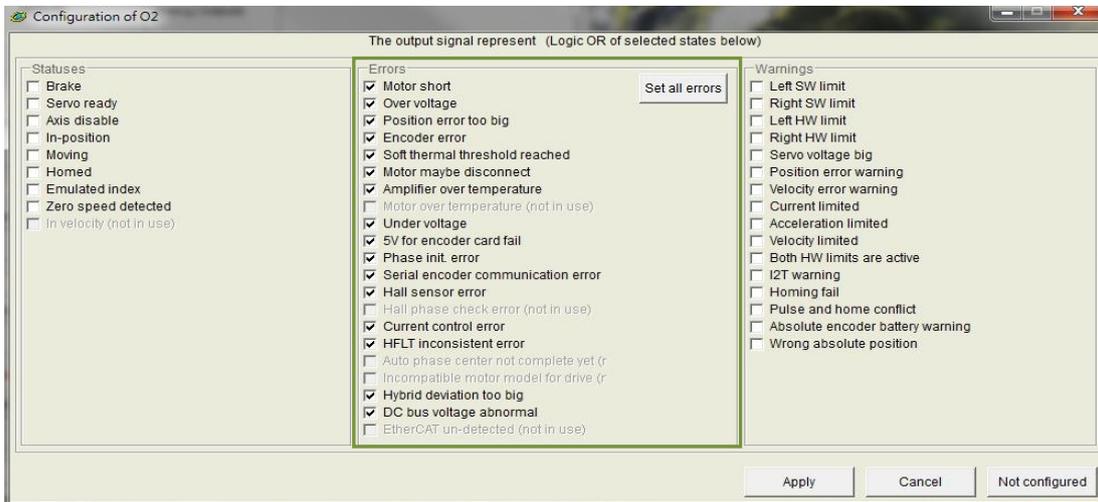
提供使用者輸出警報狀態。

**使用說明：**

使用者可於I/O center視窗的Outputs頁籤中設定是否使用Errors ( 預設為O2 )。



點選Configure O2選項，即會跳出Configuration of O2設定視窗。按下Set all errors按鈕將Errors裡面的選項全部勾選 ( 如下圖綠色方框所示 )，當下所使用的輸出代表Errors。反之，若使用者不選擇使用所有的Errors，只選擇部分Errors，則當下所使用的輸出代表Customized。



### 5.4.3 類比輸出

D2T-LM機種具有一個類比輸出端，位於CN6接頭上，可做為監測馬達轉矩 ( pin 43 ) 使用。輸出電壓範圍為-10V~10V，輸出解析度為16 bits，類比輸出設定頁面如圖5.4.3.1所示。

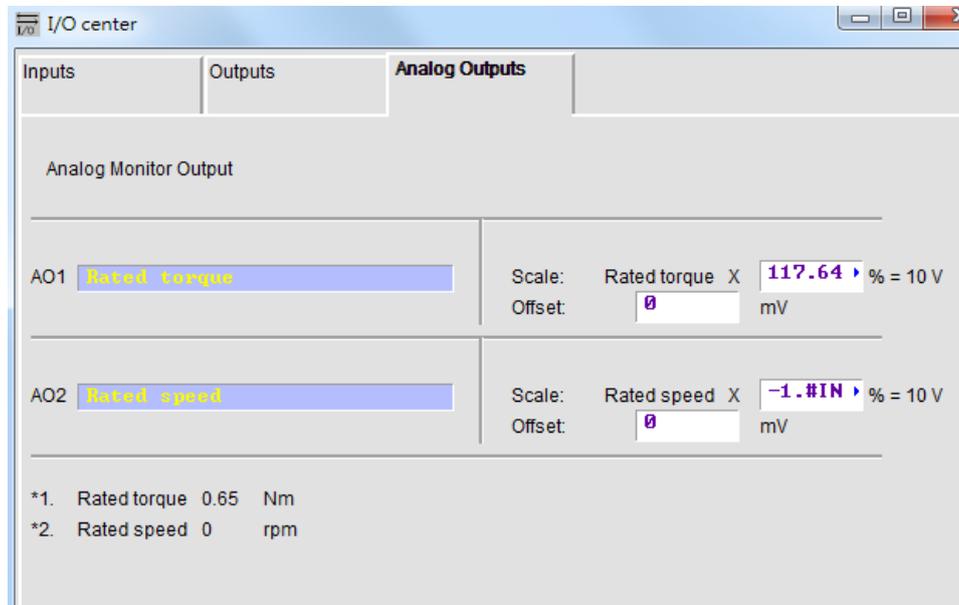


圖5.4.3.1 類比輸出

#### ■ AO1 Rated torque

設定CN6的pin 43輸出最大電壓10V時所代表的馬達轉矩( Rated torque x □% )，其中Rated torque = 馬達連續電流 x 馬達轉矩常數，□由使用者自行設定 ( 輸入範圍為1~300，預設值為100 )，Offset為輸出電壓的偏移量 ( 輸入範圍為-10,000mV~10,000mV，預設值為0 )。

#### ■ AO2 Rated speed

D2T-LM機種不支援AO2 Rated speed。

註：D2T-LM機種為線性馬達專用，馬達轉矩 ( Rated torque ) 可視為馬達推力 ( Rated force )。

## 5.5 到位訊號設定

在伺服系統中，目標位置與編碼器回授位置都會有一定的跟隨誤差，當馬達移動到目標位置時，會有一小段整定期，稱為整定時間；之後，馬達才會進入目標框以內。D2T-LM系列驅動器提供In-Position功能介面，讓使用者可藉由設定誤差目標框與反彈跳時間來觀察馬達運動是否到達目標位置。此功能只能在位置模式與獨立作業模式下使用，且In-Position狀態可由數位訊號輸出給上位控制器應用。

### 功能設定

點選進入Performance center後，即可在Position頁籤中找到In-Position的設定畫面。若使用者欲抓取波形，則可點選Set scope...按鈕來產生Scope畫面。另外，In-Position訊號預設於O2上使用，其數位輸出設定方式可參閱節5.4.2。

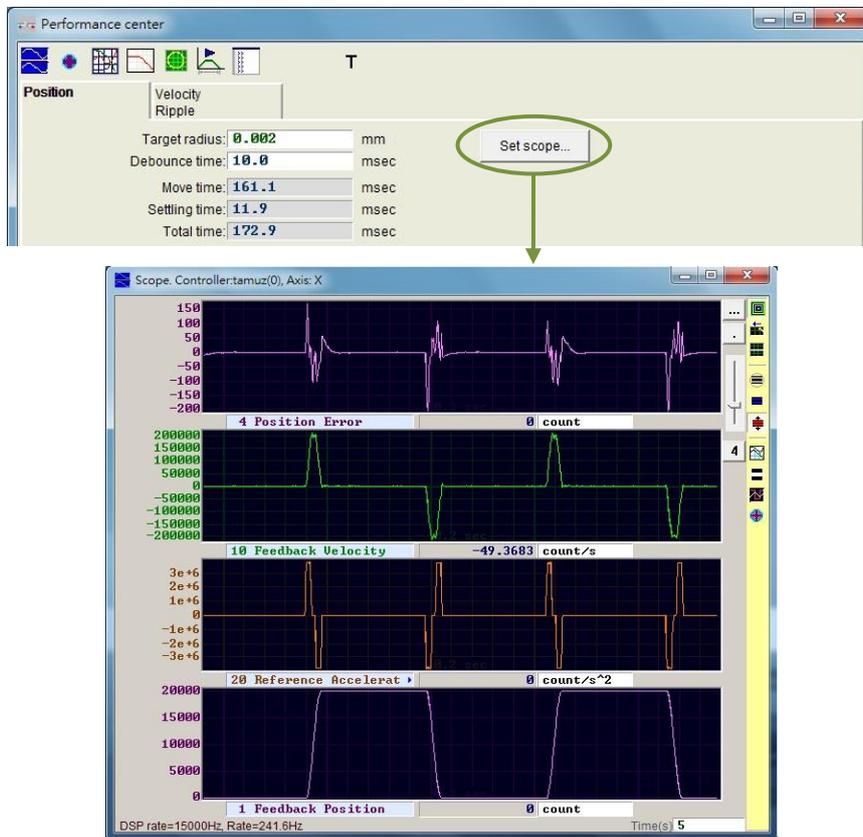


圖5.5.1

表 5.5.1

參數名稱	說明
Target radius	位置誤差目標框。位置誤差進入此設定之目標框內，且持續Debounce time，則In-Position成立。預設值為編碼器解析度的100倍。
Debounce time	反彈跳時間。位置誤差進入In-Position的目標框後，須持續該時間才算In-Position成立。
Move time	路徑規畫時間。
Settling time	整定時間。
Total time	總時間 ( 路徑規畫時間 + 整定時間 ) 。

### Debounce time設定

馬達定位可能會有過衝 ( overshoot ) 現象，造成In-Position訊號在到位之前不穩定，此時可藉由設定Debounce time來解決。當位置誤差進入Target radius內、並持續Debounce time的時間後，In-Position訊號才會送出。Debounce time設定越大，可得到越穩定的In-Position訊號，但是時間延遲也會越大。透過觀察示波器的In-Position訊號，選擇適當的Debounce time。

- 固定Target radius，並將Debounce time設為0ms後，讓馬達移動一段距離，觀察示波器上的In-Position訊號，如圖5.5.2所示。當In-Position成立時，訊號為高準位，不成立時則為低準位。由圖5.5.2可看出，當馬達移動到目標位置附近時，有六根突起脈波（後面兩根較接近）。觀察每根突起脈波之高準位持續時間，第一根約為1.5ms、第二根約為1.4ms、第三根約為1.4ms、第四根約為1.3ms、第五根與第六根都約為1ms。

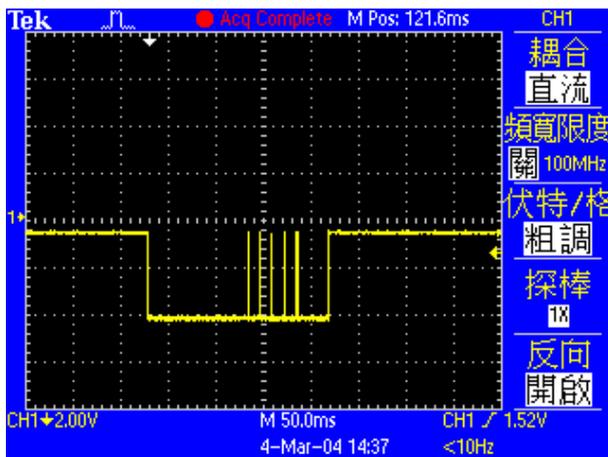


圖5.5.2 Debounce time設為0ms時的In-Position訊號

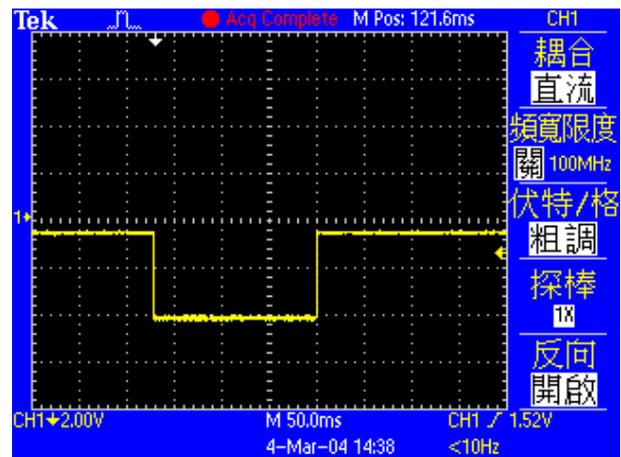


圖5.5.3 Debounce time設為3ms時的In-Position訊號

- 觀察圖5.5.2，最寬之突起脈波為1.5ms，故Debounce time設比此數值大一點即可。考慮安全係數後，將Debounce time設為3ms，讓馬達移動一段距離，其In-Position訊號如圖5.5.3所示，已改善In-Position訊號不穩定的現象。

## 5.6 歸原點設定

點選進入Application center，第一個頁籤就是歸原點 ( Homing ) 的設定畫面，如圖5.6.1所示。

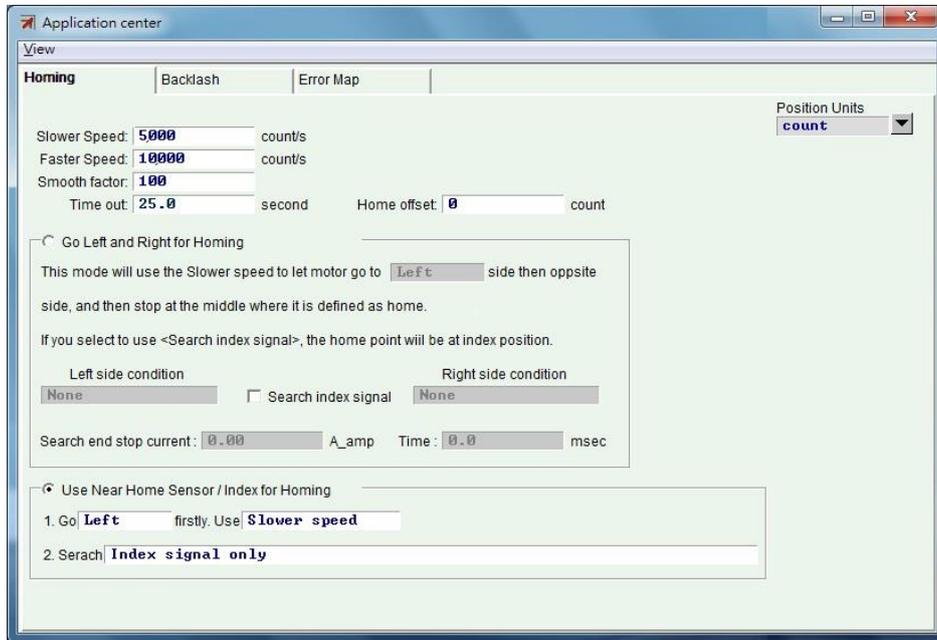


圖5.6.1 歸原點設定

歸原點有5個基本的設定參數，如下表所示。

表5.6.1

參數名稱	說明
Slower Speed	慢速歸原點速度。
Faster Speed	快速歸原點速度。
Smooth factor	歸原點專用的平滑係數參數，設定範圍為1~500。
Time out	歸原點程序的最大搜尋時間。
Home offset	原點偏移量。

歸原點設定共有三種模式：

- (1) 尋找左右條件：詳述於節5.6.1。
- (2) 尋找近原點開關或編碼器index訊號：詳述於節5.6.2。
- (3) 使用CiA 402標準之歸原點方法：詳述於節5.6.3。

使用增量式編碼器的馬達適用上述(1)與(2)的歸原點模式；如為CoE機種，則適用上述(3)的歸原點模式。

設定好歸原點運作方式後，於Performance center頁面下方啟動歸原點程序Home。當歸原點進行中，Performance center頁面的Homed狀態燈會持續閃綠燈；當歸原點完成後，Homed狀態燈會恆亮綠燈 ，代表歸原點成功；當設定的Time out時間已到卻仍未找到原點時，Homed狀態燈會恆亮紅燈 ，代表歸原點失敗。

### 原點偏移量

#### ■ 增量式編碼器歸原點方法

此方法只適用於上述歸原點模式(1)與(2)。當原點偏移量 ( Home offset ) 被設為非零值時，會將原條件找到的原點再偏移一個距離作為座標原點，馬達會移動到此原點位置。以左側條件與右側條件皆不是None的情況下為例，驅動器會將原條件找到的原點位置再偏移一個距離作為座標原點，如圖5.6.2所示。若原點偏移量為正值，座標原點會在原條件找到的原點右側；若原點偏移量為負值，則座標原點會在原條件找到的原點的左側。

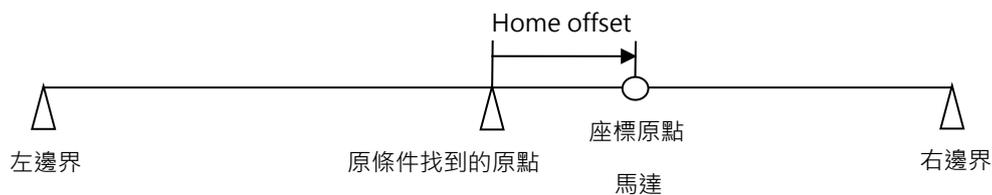


圖5.6.2

#### ■ CiA 402歸原點方法

此方法只適用於上述歸原點模式(3)。當原點偏移量 ( Home offset ) 被設為非零值時，會將原條件找到的原點設為原點偏移量的值，如圖5.6.3所示，此時馬達會停在原條件找到的原點上。若原點偏移量為正值，座標原點會在原條件找到的原點左側；若原點偏移量為負值，則座標原點會在原條件找到的原點的右側。

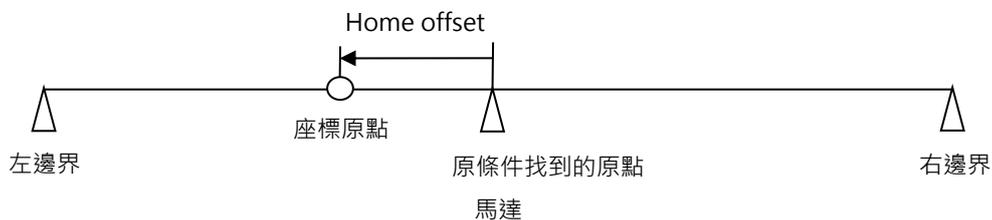


圖5.6.3

## 5.6.1 尋找左右條件

本功能為D2T-LM系列驅動器內建的一種多功能歸原點方式，藉由尋找左右側條件來決定原點位置，主要做法為找兩邊界的中點為原點。左右側條件可選擇左右極限開關，也可選擇找牆（End Stop），由馬達接觸到機械擋塊產生的電流來尋找左右邊界。若想找尋行程中單一的index為原點，亦可透過勾選Search index signal來達成。

此模式的歸原點動作敘述如下：

依據設定的初始運動方向( 參數① )以慢速歸原點速度移動。以設定Left為例，馬達會先往左側找左側條件，再往右側找右側條件，最後停在兩側的中間視為原點。若使用者有勾選Search index signal，會以過程中找到的index為原點。左側與右側找尋條件依據設定（參數②、③）來判斷。

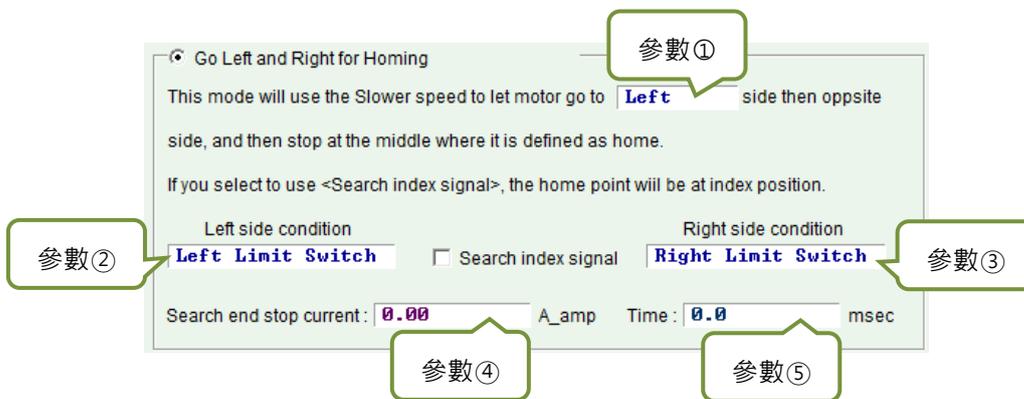


圖5.6.1.1

表5.6.1.1

參數編號	設定參數	選項	說明
①	初始運動方向	Left	設定先向左側找
		Right	設定先向右側找
②	左側條件 ( Left side condition )	None	不使用左側條件
		End Stop	左側找牆
		Left Limit Switch	左側找極限開關
③	右側條件 ( Right side condition )	None	不使用右側條件
		End Stop	右側找牆
		Right Limit Switch	右側找極限開關
④	找牆電流值 ( Search end stop current )		
⑤	找牆時間參數 ( Time )		

左側或右側條件可分別選擇下列其中之一：

(1) None：不找；(2) End Stop：找牆；(3) Limit Switch：找極限開關。

找牆必須搭配參數④與⑤，參數④設定找牆的力道，參數⑤設定該力道的時間。時間太小有可能還沒找到牆就誤判為牆；設定太大則會使壓迫牆壁的力道增強，或是跳出警告訊息『I2T warning』。找牆電流值可以依下列步驟得出。

Step 1. 開啟圖形示波器，如圖5.6.1.2，並設定觀察Actual Current物理量。

Step 2. 使用慢速歸原點速度 ( Slower Speed ) 設定的速度移動全行程。

Step 3. 觀察Actual Current的變化量，並紀錄其最大值。如下圖5.6.1.2所示，電流最大值約0.2A，所以可將Search end stop current設為略大於0.2A，如本例設為0.23A。

註：為避免在找牆時觸發位置誤差過大的警報 ( Position error too big )，設定找牆時的慢速歸原點速度與找牆時間必須滿足以下條件： $\text{慢速歸原點速度( Slower Speed )} \times \text{找牆時間參數( Time )} < \text{位置誤差框( maximum pos error )}$

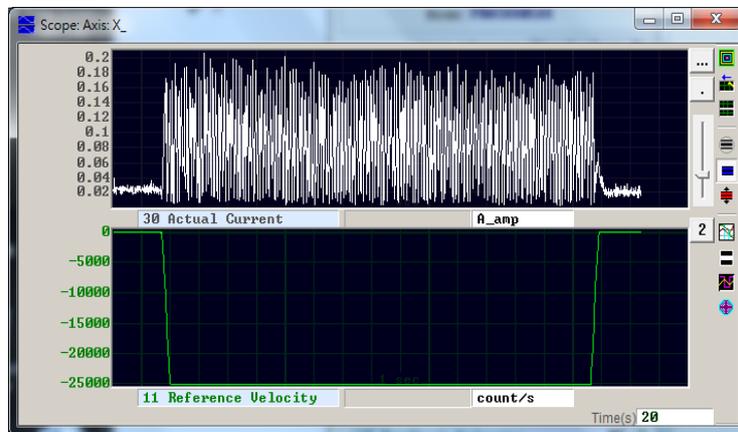


圖5.6.1.2

#### 例外說明：

- (1) 如圖5.6.1.3，左側條件 ( Left side condition ) 被設為None，右側條件 ( Right side condition ) 被設為End Stop或Right Limit Switch，而初始運動方向 ( 參數① ) 設定為往左運動。在執行歸原點動作時，歸原點動作會判斷為失敗且Homed狀態燈會恆亮紅燈。反之亦然。( 本例為不合理之假定，故歸原點會失敗。 )

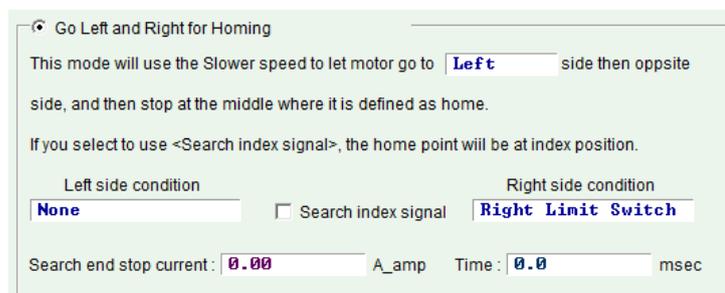


圖5.6.1.3

(2) 當使用者勾選Search index signal，可是行程中有複數個index，驅動器會以離End Stop或Right Limit Switch條件最近的index為原點。

### 歸原點範例：

以圖5.6.1.4之設定方式啟動歸原點程序時，馬達會往負方向以慢速歸原點速度移動尋找負極限開關，再以慢速歸原點速度往正方向尋找第一個Z相index訊號。動作表現請參照圖5.6.1.5。

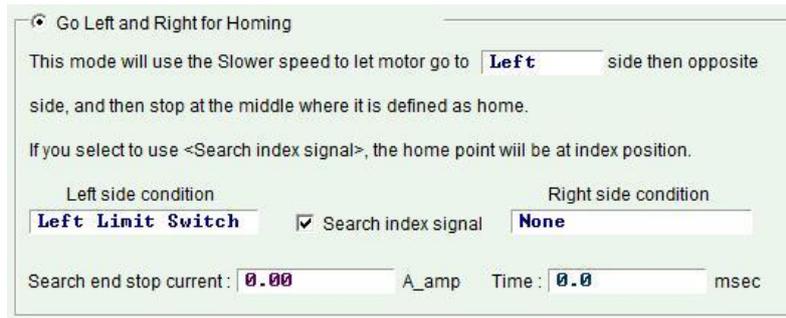


圖5.6.1.4

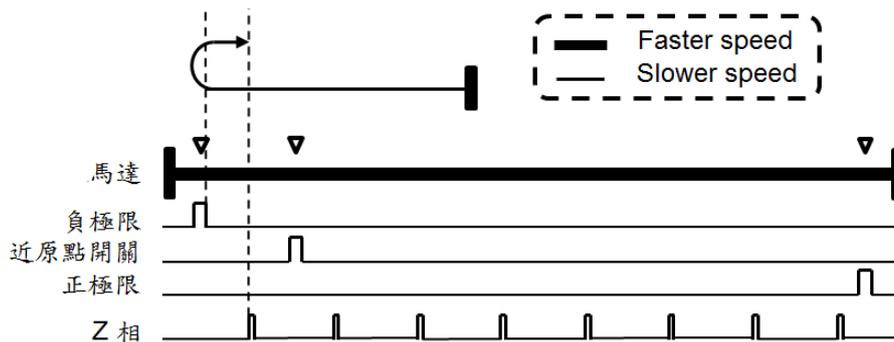


圖5.6.1.5

### 5.6.2 尋找近原點開關或編碼器index訊號

另外一種歸原點方式是尋找近原點開關 ( Near Home Sensor ) 或是編碼器index訊號來決定原點，原點開關從I/O center頁面設定數位輸入，並藉由外部開關來觸發。尋找完原點開關亦可向左側或右側尋找編碼器的index訊號來當原點，以得到較好的精度。

此模式的歸原點動作敘述如下：

依據使用者設定的初始運動方向 ( 參數⑥ ) 與初始運動速度 ( 參數⑦ ) 移動，來尋找近原點開關或index訊號。



圖5.6.2.1

表5.6.2.1

參數編號	設定參數	選項	說明
⑥	初始運動方向	Left	設定先向左側找。
		Right	設定先向右側找。
⑦	初始運動速度	Slower speed	使用慢速歸原點速度，速度設定於圖 5.6.1 之 Slower Speed 欄。
		Faster speed	使用快速歸原點速度，速度設定於圖 5.6.1 之 Faster Speed 欄。
⑧	找原點方式	Index signal only	只找編碼器的 index 訊號。
		Near Home Sensor only	只找近原點開關。
		Near Home Sensor then change to lower speed, move left, search index	找到近原點開關後，再切換到慢速歸原點速度向左側搜尋編碼器的 index 訊號。
		Near Home Sensor then change to lower speed, move right, search index	找到近原點開關後，再切換到慢速歸原點速度向右側搜尋編碼器的 index 訊號。

當使用者要使用近原點開關來歸原點時，可將光電開關或機械開關接到驅動器的數位輸入。此以I2為例，至 I/O center頁面將I2設定為Near Home Sensor，如下圖5.6.2.2。

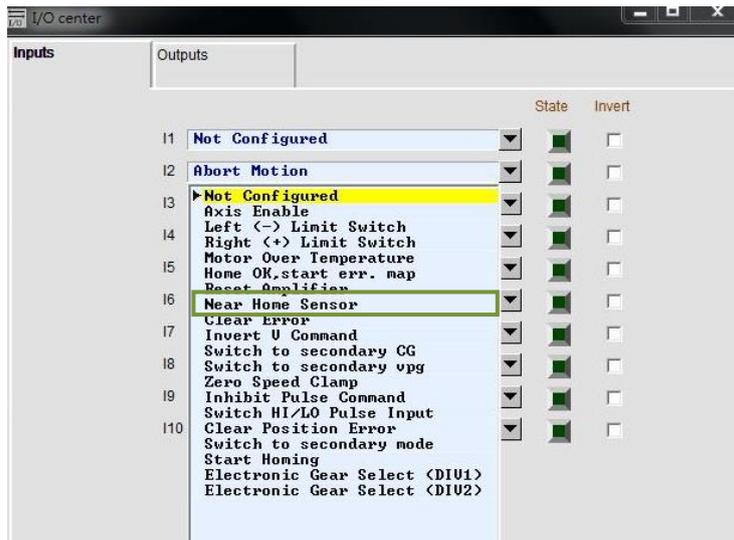


圖5.6.2.2

**歸原點範例：**

以圖5.6.2.3之設定方式啟動歸原點程序時，馬達會往負方向以快速歸原點速度移動尋找近原點開關，再以慢速歸原點速度往負方向尋找第一個Z相index訊號。動作表現請參照圖5.6.2.4。

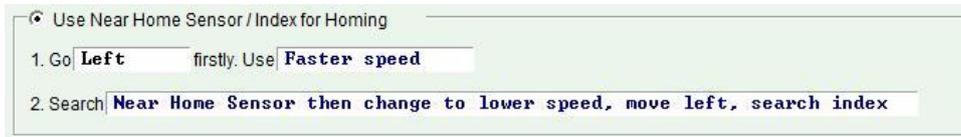


圖5.6.2.3

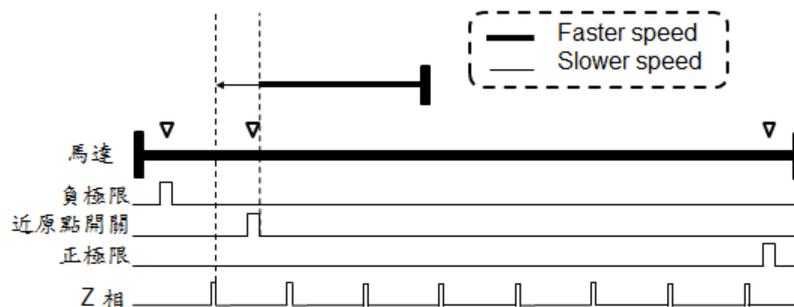


圖5.6.2.4

### 5.6.3 使用CiA 402標準之歸原點方法

如為CoE機種，則從Lightening 0.185(含)以上之軟體版本支援此歸原點方式，設定畫面如圖5.6.3.1所示，其中綠線代表使用快速歸原點速度，橘線代表使用慢速歸原點速度。此模式下的歸原點方法整理如表5.6.3.1所示。

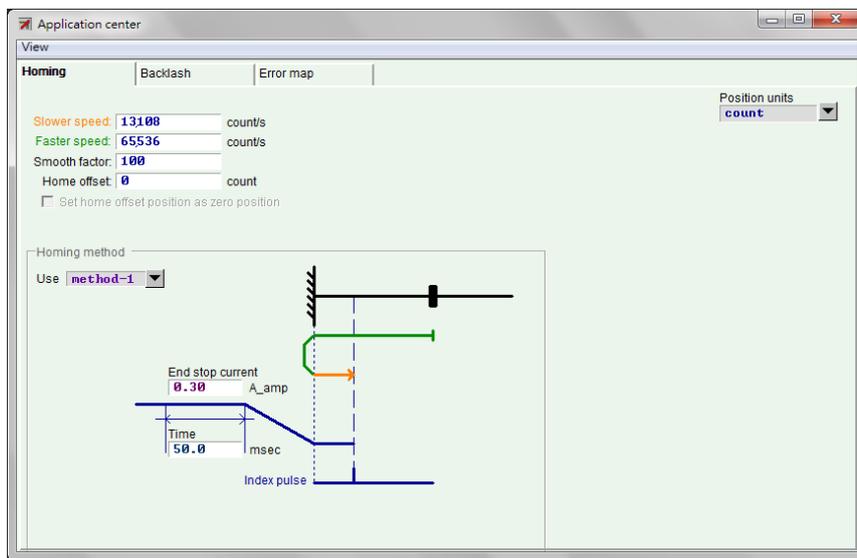
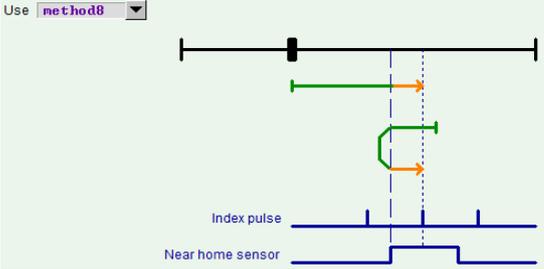
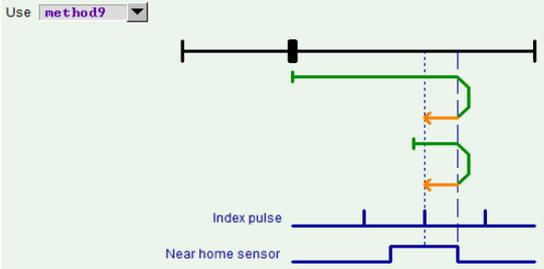
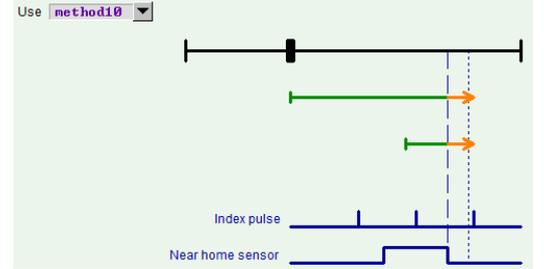
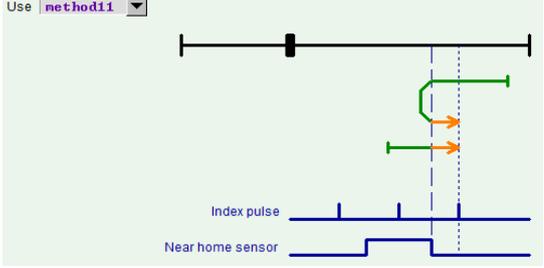
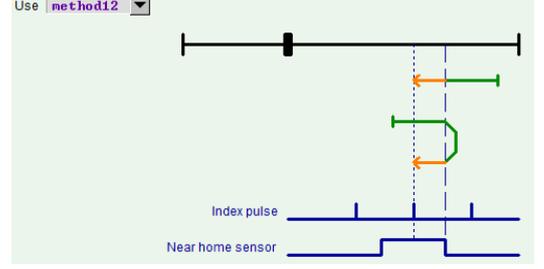
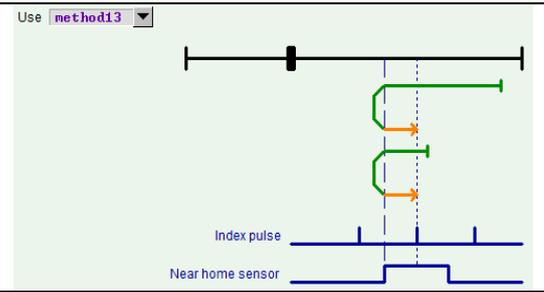
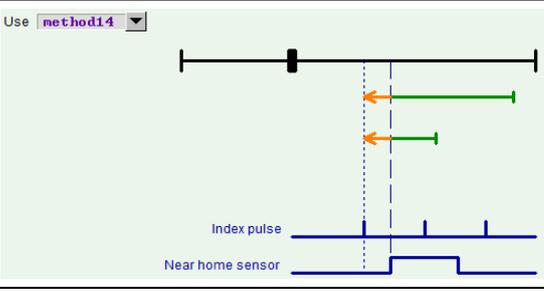
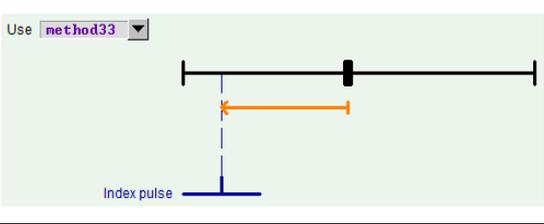
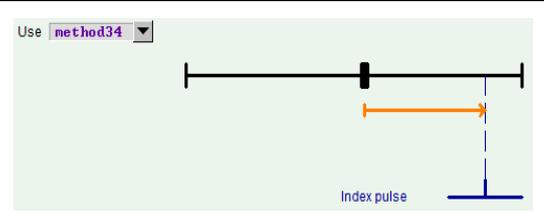
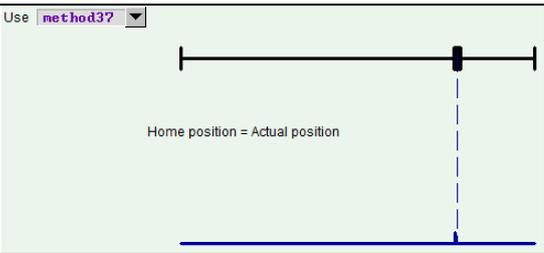
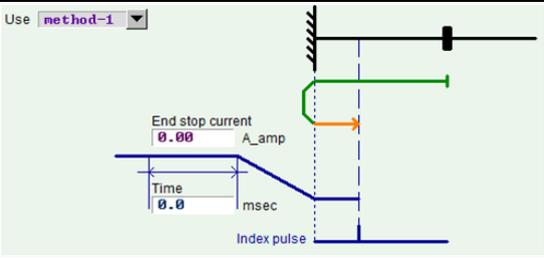
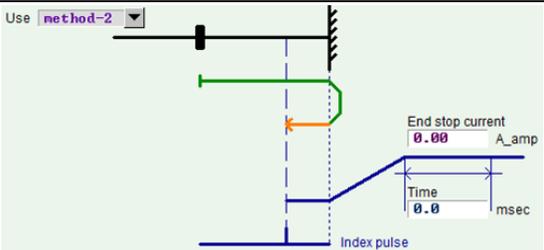


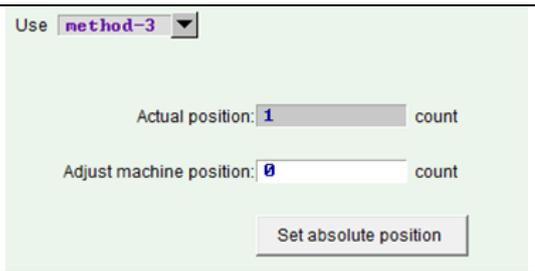
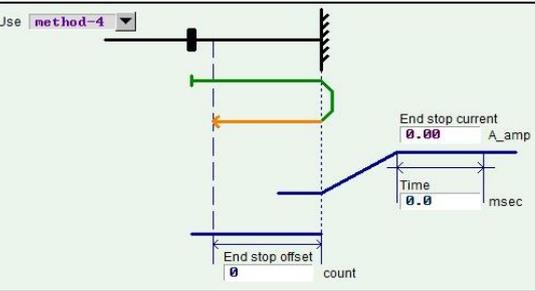
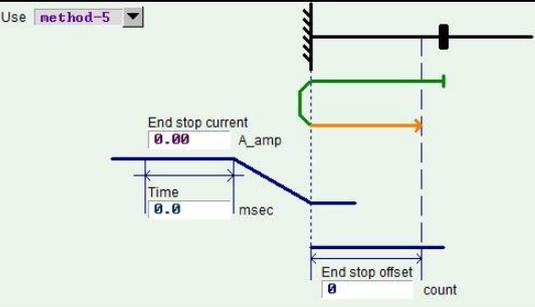
圖5.6.3.1

表5.6.3.1

方法	說明	圖示
1	往負方向開始尋找負極限右側的index： 先以faster speed往負方向尋找負極限，找到後，再以slower speed往正方向尋找index。	
2	往正方向開始尋找正極限左側的 index： 先以faster speed往正方向尋找正極限，找到後，再以slower speed往負方向尋找index。	
7	往正方向開始尋找近原點開關訊號之正緣左側的 index： 在近原點開關外 先以 faster speed 往正方向尋找近原點開關的正緣訊號，找到後，再以 slower speed 往負方向尋找該訊號左側的 index。 在近原點開關上 先以faster speed往負方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed往負方向尋找該訊號左側的index。	

8	<p>往正方向開始尋找近原點開關訊號之正緣右側的 index :</p> <p><b>在近原點開關外</b> 先以 faster speed 往正方向尋找近原點開關的正緣訊號，找到後，再以 slower speed 往正方向尋找該訊號右側的 index。</p> <p><b>在近原點開關上</b> 先以faster speed往負方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed往正方向尋找該訊號右側的index。</p>	 <p>Use <b>method8</b></p> <p>The diagram shows a motor moving to the right (indicated by a green arrow) to find the index pulse (blue line) after the near home sensor (blue line) has been triggered. The index pulse is shown as a single pulse.</p>
9	<p>往正方向開始尋找近原點開關訊號之負緣左側的 index :</p> <p>先以faster speed往正方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed往負方向尋找該訊號左側的index。</p>	 <p>Use <b>method9</b></p> <p>The diagram shows a motor moving to the right (indicated by a green arrow) to find the index pulse (blue line) before the near home sensor (blue line) is triggered. The index pulse is shown as a single pulse.</p>
10	<p>往正方向開始尋找近原點開關訊號之負緣右側的 index :</p> <p>先以faster speed往正方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed往正方向尋找該訊號右側的index。</p>	 <p>Use <b>method10</b></p> <p>The diagram shows a motor moving to the right (indicated by a green arrow) to find the index pulse (blue line) after the near home sensor (blue line) has been triggered. The index pulse is shown as a single pulse.</p>
11	<p>往負方向開始尋找近原點開關訊號之正緣右側的 index :</p> <p><b>在近原點開關外</b> 先以faster speed往負方向尋找近原點開關的正緣訊號，找到後，再以slower speed往正方向尋找該訊號右側的index。</p> <p><b>在近原點開關上</b> 先以faster speed往正方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed往正方向尋找該訊號右側的index。</p>	 <p>Use <b>method11</b></p> <p>The diagram shows a motor moving to the left (indicated by a green arrow) to find the index pulse (blue line) after the near home sensor (blue line) has been triggered. The index pulse is shown as a single pulse.</p>
12	<p>往負方向開始尋找近原點開關訊號之正緣左側的 index :</p> <p><b>在近原點開關外</b> 先以 faster speed 往負方向尋找近原點開關的正緣訊號，找到後，再以 slower speed 往負方向尋找該訊號左側的 index。</p> <p><b>在近原點開關上</b> 先以faster speed往正方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed負正方向尋找該訊號左側的index。</p>	 <p>Use <b>method12</b></p> <p>The diagram shows a motor moving to the left (indicated by a green arrow) to find the index pulse (blue line) before the near home sensor (blue line) is triggered. The index pulse is shown as a single pulse.</p>

<p>13</p>	<p>往負方向開始尋找近原點開關訊號之負緣右側的 index :</p> <p>先以faster speed往負方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed往正方向尋找該訊號右側的index。</p>	 <p>Use method13</p> <p>Index pulse</p> <p>Near home sensor</p>
<p>14</p>	<p>往負方向開始尋找近原點開關訊號之負緣左側的 index :</p> <p>先以faster speed往負方向尋找近原點開關的負緣訊號，找到後，再以slower speed往負方向尋找該訊號左側的index。</p>	 <p>Use method14</p> <p>Index pulse</p> <p>Near home sensor</p>
<p>33</p>	<p>往負方向開始尋找 index :</p> <p>以slower speed往負方向尋找index。</p>	 <p>Use method33</p> <p>Index pulse</p>
<p>34</p>	<p>往正方向開始尋找 index :</p> <p>以slower speed往正方向尋找index。</p>	 <p>Use method34</p> <p>Index pulse</p>
<p>37</p>	<p>以當下位置為原點 :</p> <p>將馬達當下位置設為原點。</p>	 <p>Use method37</p> <p>Home position = Actual position</p>
<p>-1</p>	<p>往負方向開始尋找hard stop右側的index :</p> <p>先以faster speed往負方向尋找左側hard stop，找到後，再以slower speed往正方向尋找index。(找hard stop的設定請參閱節5.6.1)</p>	 <p>Use method-1</p> <p>End stop current 0.00 A_amp</p> <p>Time 0.0 msec</p> <p>Index pulse</p>
<p>-2</p>	<p>往正方向開始尋找hard stop左側的index :</p> <p>先以faster speed往正方向尋找右側hard stop，找到後，再以slower speed往負方向尋找index。(找hard stop的設定請參閱節5.6.1)</p>	 <p>Use method-2</p> <p>End stop current 0.00 A_amp</p> <p>Time 0.0 msec</p> <p>Index pulse</p>

<p>-3</p>	<p><b>絕對位置設定：</b> 此方法僅適用於多圈絕對式編碼器的馬達（馬達型號第9碼為4）。將馬達目前位置設定為絕對目標位置，且馬達不進行任何移動。</p>	
<p>-4</p>	<p><b>往正方向開始尋找hard stop後再往負方向進行原點偏移：</b> 先以faster speed往正方向尋找右側hard stop，找到後，再以slower speed往負方向進行原點偏移（End stop offset）。（註）</p>	
<p>-5</p>	<p><b>往負方向開始尋找hard stop後再往正方向進行原點偏移：</b> 先以faster speed往負方向尋找左側hard stop，找到後，再以slower speed往正方向進行原點偏移（End stop offset）。（註）</p>	

註：歸原點方法之-4與-5不支援Set home offset as zero position功能。無論是否勾選該功能選項，歸原點完成後，馬達會停在home offset的位置，並將該位置設為零。

## 5.7 參數存入Flash與恢復原廠設定

### 5.7.1 將參數存入Flash

在人機主畫面按下 ( Save parameters from amplifier RAM to Flash )，會把目前參數存到記憶體內，即使關閉驅動器電源，參數也不會消失。但須注意以下兩點：

- (1) 模擬編碼器輸出功能 ( emulated encoder output ) 在儲存當下會暫時失效，因此如果上位控制器有連接emulated encoder output之訊號時，收到的位置資訊有可能會漏失，請特別注意。
- (2) 誤差補償功能之補償值並不會被儲存，須另外在誤差補償功能 ( Error Map ) 頁面點選儲存之動作。

### 5.7.2 將參數恢復原廠設定

在人機主畫面的Tools選單內選擇Set amplifier to factory default，此時會出現詢問是否要Set amplifier to factory default的視窗，如圖5.7.2.1所示，Lightening除了會將驅動器參數恢復成原廠設定外，還會將主畫面以外的視窗關閉。如須同時清除誤差補償表，請將Clear error table in flash and reset drive的選項打勾；如須同時清除user.pdl的內容，請將Clear user PDL的選項打勾。使用者若勾選Clear user PDL，系統會出現如圖5.7.2.2的提醒視窗，告知使用者user.pdl會被清除。按下是(Y)按鈕，系統會開始執行Set amplifier to factory default所選擇的功能；按下否(N)按鈕，則會跳回Set amplifier to factory default的視窗，讓使用者重新選取要執行的功能。當參數恢復成原廠設定後，驅動器會自動執行重置。

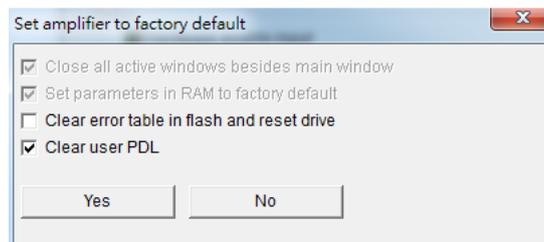


圖5.7.2.1

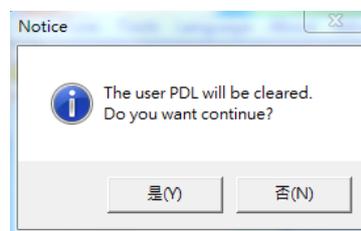


圖5.7.2.2

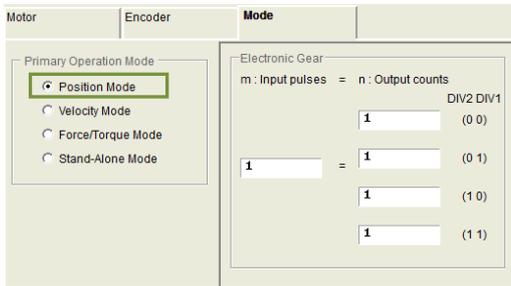
## 5.8 人機各操作模式參數設定

### 5.8.1 位置模式

位置模式會依據收到的脈波命令移動相對應的距離，詳細說明請參閱節3.1.1。

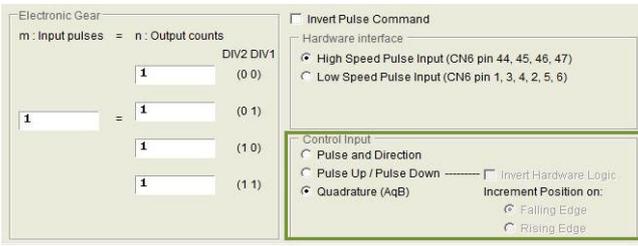
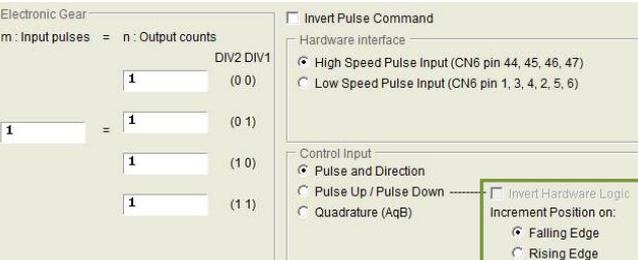
位置模式的設定包含：模式選擇、脈波格式選擇、電子齒輪比設定、平滑係數設定。參數設定完畢後，請參閱節5.7.1將參數存入Flash內。

#### ■ 模式選擇

步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		開啟Lightening人機程式後，在人機主要功能鈕區按下Configuration center，如左圖所示，或點選功能表單內的設定 / 調整 ( Conf / Tune ) 之 Configuration center選項。
2		在Configuration center中，點選Mode操作模式頁面。
3		在 Mode 操作頁面中，點選 Position Mode。

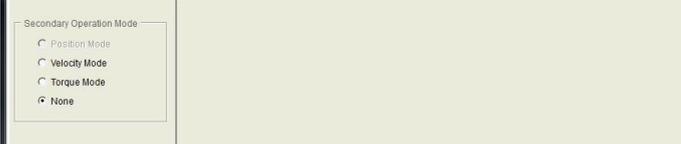
■ 脈波格式選擇

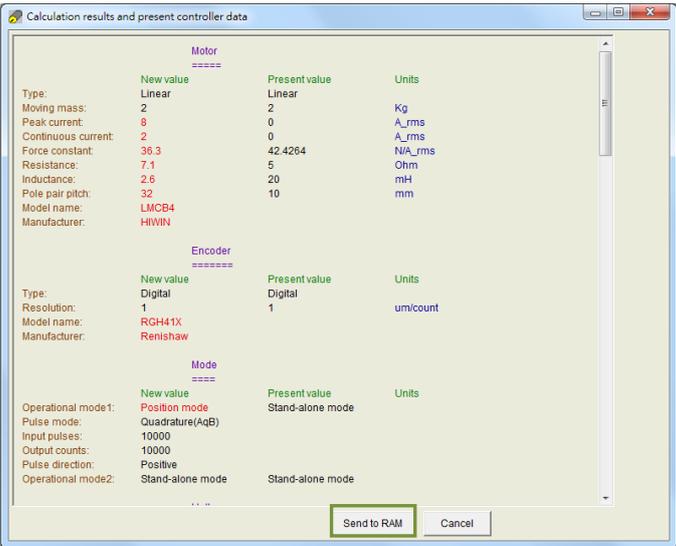
D2T-LM系列驅動器支援三種脈波格式，詳細說明請參閱節3.1.1。

步驟	圖形 (人機) 說明	操作說明
1		<p>在 Mode 操作頁面中，依需求選擇 Control Input脈波格式。</p>
2		<p>在 Mode 操作頁面中，依需求選擇 Increment Position on脈波命令觸發方式。 註：只有選擇Pulse and Direction與Pulse Up / Pulse Down才須設定此步驟。</p>

■ 電子齒輪比設定

D2T-LM系列驅動器支援4組電子齒輪比 ( Electronic Gear )，使用說明請參閱節5.4.1。

步驟	圖形 (人機) 說明	操作說明
1		<p>在 Mode 操作頁面中，依需求設定 Electronic Gear電子齒輪比，如左圖(a)所示。</p>
2		<p>在Mode操作頁面中，依需求選擇Invert Pulse Command使脈波命令反向，如左圖(b)所示。</p>
3		<p>在Mode操作頁面中，搭配硬體接線方式選擇Hardware Interface的高速 / 低速脈波輸入，如左圖(c)所示。</p>
4		<p>完成所有設定後，在Mode操作頁面中，按下OK鍵，如左圖(d)所示。</p>

5		<p>出現參數確認畫面，如左圖所示，接著按下Send to RAM，將參數存在驅動器的RAM內。</p>
---	---	--

## ■ 平滑係數設定

D2T-LM系列驅動器支援平滑係數 ( Smooth factor )，使用說明請參閱節3.4。

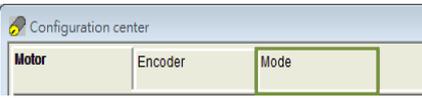
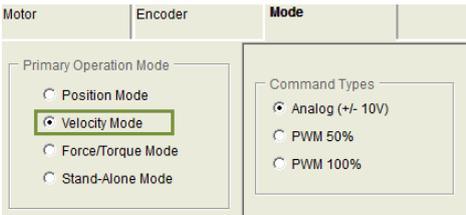
步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		<p>在人機主要功能鈕區按下Performance center，如左圖所示，或點選功能表單內的設定 / 調整 ( Conf / Tune ) 之Performance center選項。</p>
2		<p>在Performance center中，依需求設定Smooth factor，如左圖方框所示。</p>

### 5.8.2 速度模式

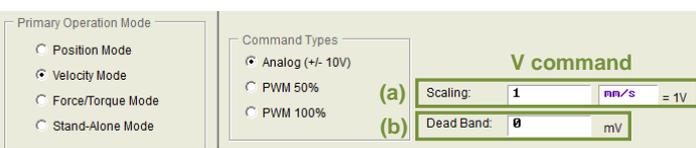
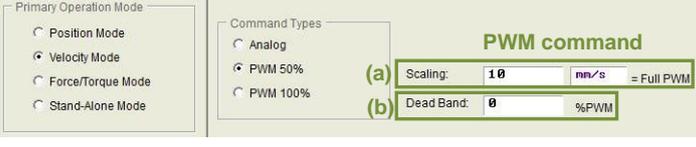
D2T-LM系列驅動器可將電壓命令與PWM命令轉換為速度命令，相關說明請參閱節3.1.2。

速度模式的設定包含：模式選擇、命令輸入格式設定。參數設定完畢後，請參閱節5.7.1將參數存入Flash內。

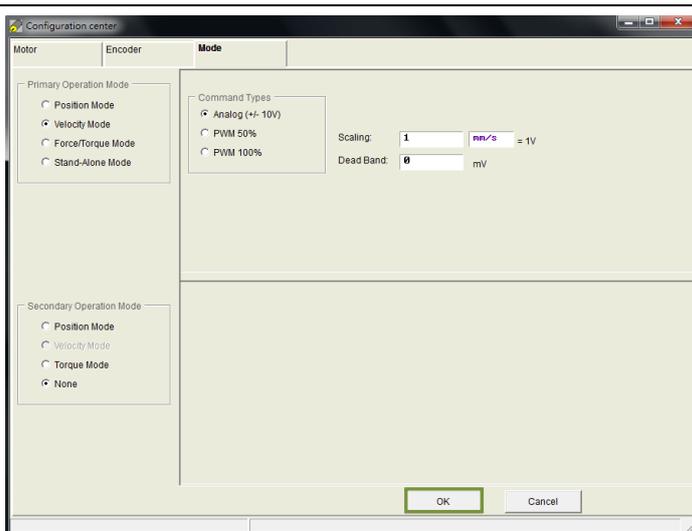
#### ■ 模式選擇

步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		開啟Lightening人機程式後，在人機主要功能鈕區按下Configuration center，如左圖所示，或點選功能表單內的設定 / 調整 ( Conf / Tune ) 之 Configuration center選項。
2		在Configuration center中，點選Mode操作模式頁面
3		在 Mode 操作頁面中，點選 Velocity Mode。

#### ■ 命令輸入格式設定

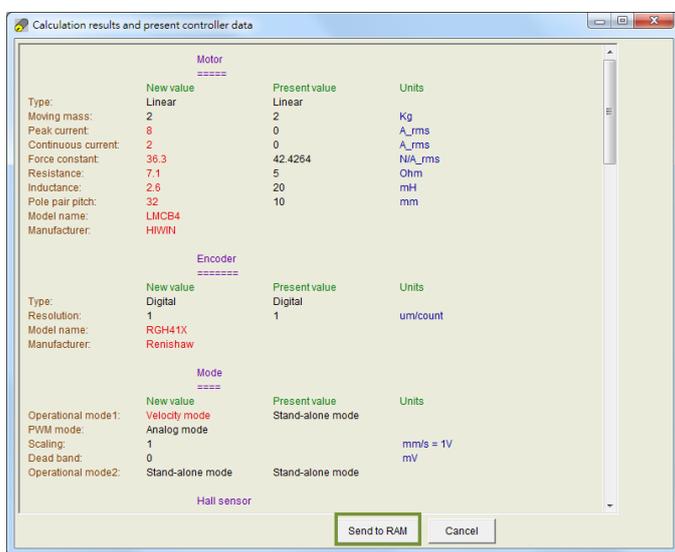
步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		在 Mode 操作頁面中，依需求選擇 Command Types命令輸入格式，如左圖方框所示。
2		在Mode操作頁面中，依需求設定外部命令跟速度的比例關係 ( Scaling )，其單位為1V對應多少 mm/s、rpm 或是 Full PWM對應的最高速度，如左圖(a)所示。
3		在Mode操作頁面中，設定速度命令無作用區 ( Dead band )，如左圖(b)所示。Dead band定義請參照圖5.2.3.3。

4



完成所有設定後，在Mode操作頁面中，按下OK鍵，如左圖所示。

5



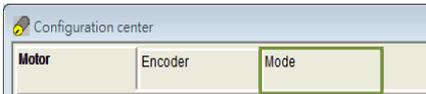
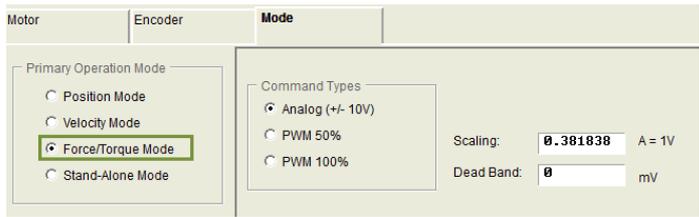
出現參數確認畫面，如左圖所示，接著按下Send to RAM，將參數存在驅動器的RAM內。

### 5.8.3 推力 / 轉矩模式

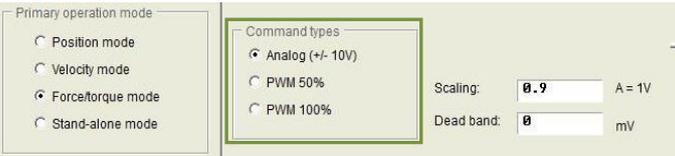
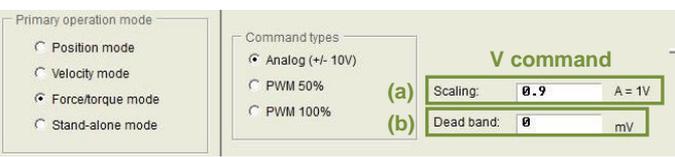
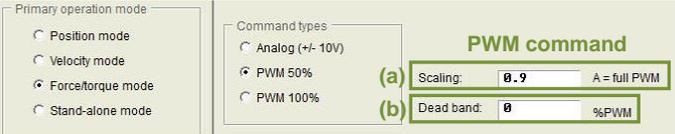
D2T-LM系列驅動器可將電壓命令與PWM命令轉換為電流命令，相關說明請參閱節3.1.3。

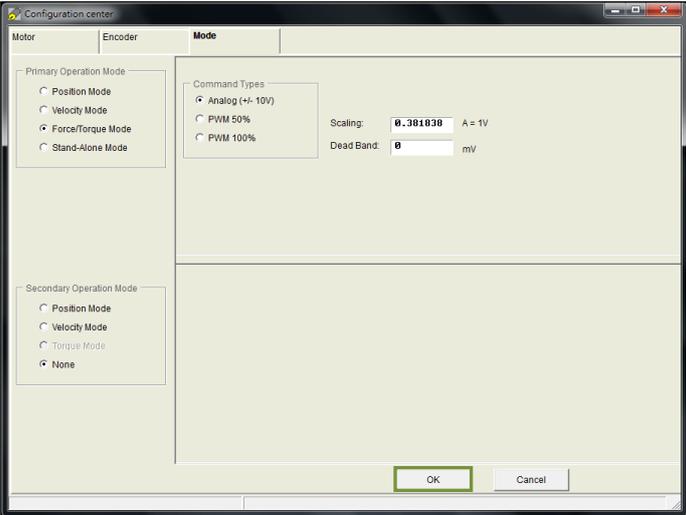
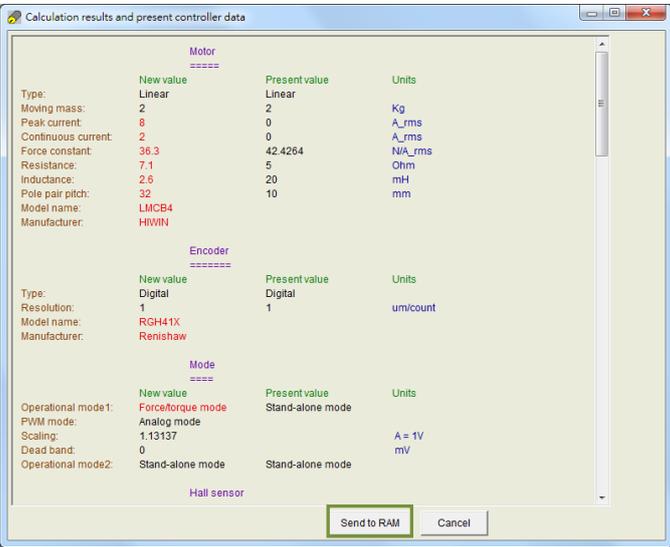
推力 / 轉矩模式的設定包含：模式選擇、命令輸入格式設定。參數設定完畢後，請參閱節5.7.1將參數存入Flash內。

#### ■ 模式選擇

步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		開啟Lightening人機程式後，在人機主要功能鈕區按下Configuration center，如左圖所示，或點選功能表單內的設定 / 調整 ( Conf / Tune ) 之 Configuration center選項。
2		在Configuration center中，點選Mode操作模式頁面。
3		在 Mode 操作頁面中，點選 Force / Torque Mode。

#### ■ 命令輸入格式設定

步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		在 Mode 操作頁面中，依需求選擇 Command Types命令輸入格式，如左圖方框所示。
2		在Mode操作頁面中，依需求設定外部命令跟電流的比例關係 ( Scaling )，單位為1V對應多少安培或是Full PWM對應的最大電流安培值，如左圖(a)所示。
3		在Mode操作頁面中，設定電流命令無作用區 ( Dead band )，如左圖(b)所示。Dead band定義請參照圖5.2.3.3。

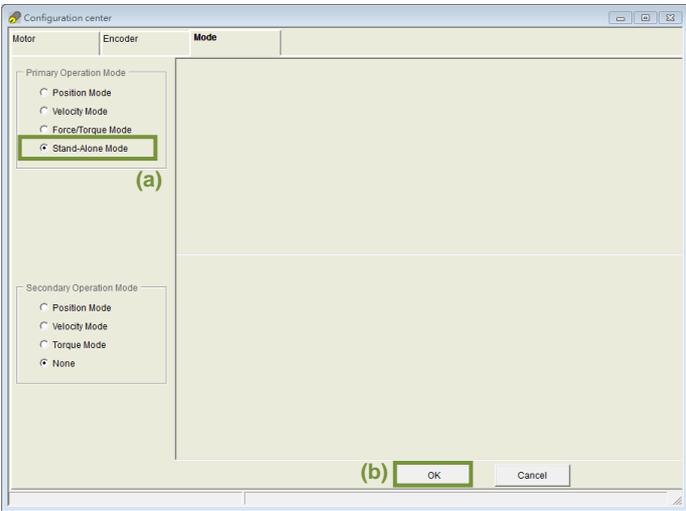
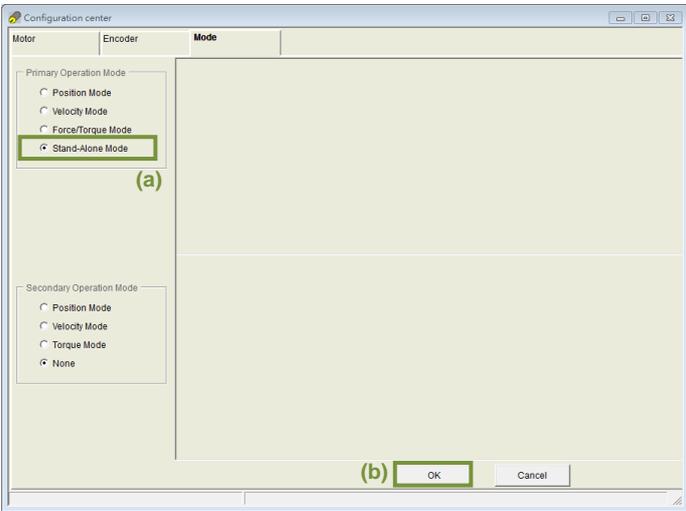
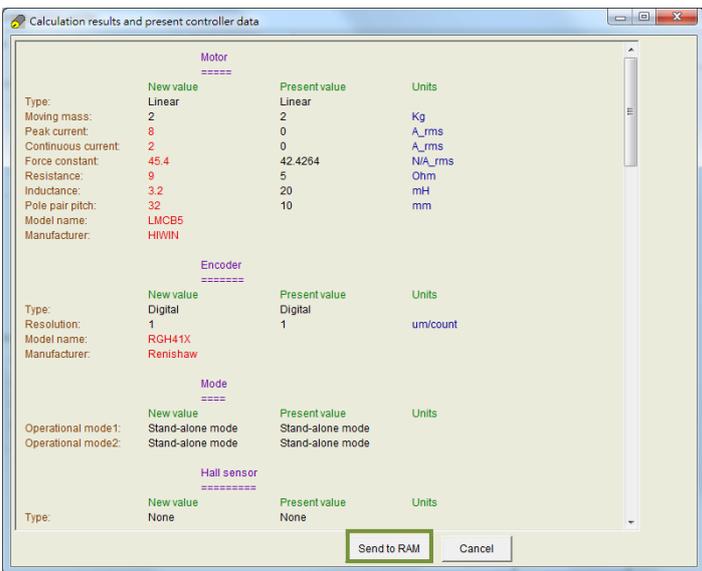
4	 <p>The screenshot shows the 'Configuration center' window with the 'Mode' tab selected. Under 'Primary Operation Mode', 'Force/Torque Mode' is selected. Under 'Command Types', 'Analog (+/- 10V)' is selected. The 'Scaling' is set to 0.381838 and 'Dead Band' is 0. Under 'Secondary Operation Mode', 'None' is selected. The 'OK' button is highlighted with a green box.</p>	<p>完成所有設定後，在Mode操作頁面中，按下OK鍵，如左圖所示。</p>																																																																																																
5	 <p>The screenshot shows the 'Calculation results and present controller data' window. It displays parameters for Motor, Encoder, Mode, and Hall sensor. The 'Send to RAM' button is highlighted with a green box.</p> <table border="1"><thead><tr><th></th><th>New value</th><th>Present value</th><th>Units</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="4"><b>Motor</b></td></tr><tr><td>Type:</td><td>Linear</td><td>Linear</td><td></td></tr><tr><td>Moving mass:</td><td>2</td><td>2</td><td>Kg</td></tr><tr><td>Peak current:</td><td>8</td><td>0</td><td>A_rms</td></tr><tr><td>Continuous current:</td><td>2</td><td>0</td><td>A_rms</td></tr><tr><td>Force constant:</td><td>36.3</td><td>42.4264</td><td>N/A_rms</td></tr><tr><td>Resistance:</td><td>7.1</td><td>5</td><td>Ohm</td></tr><tr><td>Inductance:</td><td>2.6</td><td>20</td><td>mH</td></tr><tr><td>Pole pair pitch:</td><td>32</td><td>10</td><td>mm</td></tr><tr><td>Model name:</td><td>LMCB4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Manufacturer:</td><td>HIWIN</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="4"><b>Encoder</b></td></tr><tr><td>Type:</td><td>Digital</td><td>Digital</td><td></td></tr><tr><td>Resolution:</td><td>1</td><td>1</td><td>um/count</td></tr><tr><td>Model name:</td><td>RGH41X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Manufacturer:</td><td>Renishaw</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="4"><b>Mode</b></td></tr><tr><td>Operational mode1:</td><td>Force/torque mode</td><td>Stand-alone mode</td><td></td></tr><tr><td>PWM mode:</td><td>Analog mode</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Scaling:</td><td>1.13137</td><td></td><td>A = 1V</td></tr><tr><td>Dead band:</td><td>0</td><td></td><td>mV</td></tr><tr><td>Operational mode2:</td><td>Stand-alone mode</td><td>Stand-alone mode</td><td></td></tr><tr><td colspan="4"><b>Hall sensor</b></td></tr></tbody></table>		New value	Present value	Units	<b>Motor</b>				Type:	Linear	Linear		Moving mass:	2	2	Kg	Peak current:	8	0	A_rms	Continuous current:	2	0	A_rms	Force constant:	36.3	42.4264	N/A_rms	Resistance:	7.1	5	Ohm	Inductance:	2.6	20	mH	Pole pair pitch:	32	10	mm	Model name:	LMCB4			Manufacturer:	HIWIN			<b>Encoder</b>				Type:	Digital	Digital		Resolution:	1	1	um/count	Model name:	RGH41X			Manufacturer:	Renishaw			<b>Mode</b>				Operational mode1:	Force/torque mode	Stand-alone mode		PWM mode:	Analog mode			Scaling:	1.13137		A = 1V	Dead band:	0		mV	Operational mode2:	Stand-alone mode	Stand-alone mode		<b>Hall sensor</b>				<p>出現參數確認畫面，如左圖所示，接著按下Send to RAM，將參數存在驅動器的RAM內。</p>
	New value	Present value	Units																																																																																															
<b>Motor</b>																																																																																																		
Type:	Linear	Linear																																																																																																
Moving mass:	2	2	Kg																																																																																															
Peak current:	8	0	A_rms																																																																																															
Continuous current:	2	0	A_rms																																																																																															
Force constant:	36.3	42.4264	N/A_rms																																																																																															
Resistance:	7.1	5	Ohm																																																																																															
Inductance:	2.6	20	mH																																																																																															
Pole pair pitch:	32	10	mm																																																																																															
Model name:	LMCB4																																																																																																	
Manufacturer:	HIWIN																																																																																																	
<b>Encoder</b>																																																																																																		
Type:	Digital	Digital																																																																																																
Resolution:	1	1	um/count																																																																																															
Model name:	RGH41X																																																																																																	
Manufacturer:	Renishaw																																																																																																	
<b>Mode</b>																																																																																																		
Operational mode1:	Force/torque mode	Stand-alone mode																																																																																																
PWM mode:	Analog mode																																																																																																	
Scaling:	1.13137		A = 1V																																																																																															
Dead band:	0		mV																																																																																															
Operational mode2:	Stand-alone mode	Stand-alone mode																																																																																																
<b>Hall sensor</b>																																																																																																		

## 5.8.4 獨立作業模式

使用獨立作業模式時，會由驅動器執行內部的路徑規畫來驅動馬達。詳細說明請參閱節3.1.4。

獨立作業模式的設定包含：模式選擇。參數設定完畢後，請參閱節5.7.1將參數存入Flash內。

■ 模式選擇

步驟	圖形 ( 人機 ) 說明	操作說明
1		開啟Lightening人機程式後，在人機主要功能鈕區按下Configuration center，如左圖所示，或點選功能表單內的設定 / 調整 ( Conf / Tune ) 之 Configuration center選項。
2		在Configuration center中，點選Mode操作模式頁面。
3		在Mode操作頁面中，點選Stand-Alone Mode，如左圖(a)所示。
4		完成所有設定後，在Mode操作頁面中，按下OK鍵，如左圖(b)所示。
5		出現參數確認畫面，如左圖所示，接著按下Send to RAM，將參數存在驅動器的RAM內。

( 此頁有意留白。 )

## 6. 驅動器調整

6.	驅動器調整 .....	6-1
6.1	狀態顯示與 Quick view .....	6-3
6.1.1	狀態顯示 .....	6-3
6.1.2	Quick view .....	6-4
6.1.3	軟體快速鍵 .....	6-5
6.2	Performance center 運動功能 .....	6-6
6.3	圖形示波器 .....	6-10
6.4	資料收集 .....	6-12
6.4.1	功能說明 .....	6-12
6.4.2	使用 PDL 輔助資料擷取 .....	6-13
6.5	Plot view .....	6-15
6.5.1	圖形顯示方式 .....	6-15
6.5.2	存檔 / 讀檔 .....	6-20
6.5.3	數學運算 .....	6-21
6.6	進階增益調整 .....	6-24
6.6.1	濾波器 .....	6-24
6.6.2	加速度前饋 .....	6-27
6.6.3	增益切換時間表與速度迴路增益 .....	6-29
6.6.4	類比輸入偏壓修正 .....	6-32
6.6.5	電流迴路 .....	6-32
6.6.6	振動抑制濾波器 .....	6-33
6.6.7	摩擦力補償 .....	6-38
6.7	Loop constructor .....	6-40
6.7.1	檔案讀檔 / 存檔 .....	6-41
6.7.2	Tool .....	6-42
6.7.2.1	頻率響應函數 .....	6-42
6.7.2.2	Nyquist .....	6-43
6.7.2.3	Bode .....	6-44
6.7.2.4	Nichols .....	6-44
6.7.3	濾波器 .....	6-45
6.7.3.1	Low pass filter .....	6-45
6.7.3.2	Notch filter .....	6-46
6.7.4	增益調適 .....	6-47
6.7.5	頻譜分析 .....	6-48
6.8	編碼器訊號確認 .....	6-49

6.9	誤差補償功能.....	6-50
6.9.1	誤差補償操作說明.....	6-50
6.9.2	啟動誤差補償 .....	6-52
6.9.3	誤差表之存檔與讀檔 .....	6-53
6.9.4	更改誤差補償起始點 .....	6-53

## 6.1 狀態顯示與Quick view

在Lightening人機介面中，狀態顯示與Quick view是調機過程中不可缺少的兩個輔助工具，可以幫助使用者隨時了解驅動器當時的狀態，並呈現許多運動控制過程中重要的數值。

### 6.1.1 狀態顯示

狀態顯示工具共有兩個，如圖6.1.1.1所示，左圖顯示人機主畫面中的Status欄，右圖為Performance center中的Status欄，狀態顯示可幫助使用者隨時掌握系統狀態，包含狀態以及警報 / 警告訊息的顯示。

#### ■ 狀態

Hardware Enable Input：硬體激磁訊號是否被啟動。

Software Enabled：軟體激磁是否被啟動。

Servo ready：馬達是否被激磁。

Phase Initialized：馬達是否已完成相位初始化。

Moving：馬達是否運動中。

Homed：馬達是否完成歸原點動作。

SM mode：馬達激磁於步進模式。

#### ■ 警報與警告

Last error：最近一次的警報訊息。

Last warning：最近一次的警告訊息。

詳細內容請參閱第9章錯誤排除。

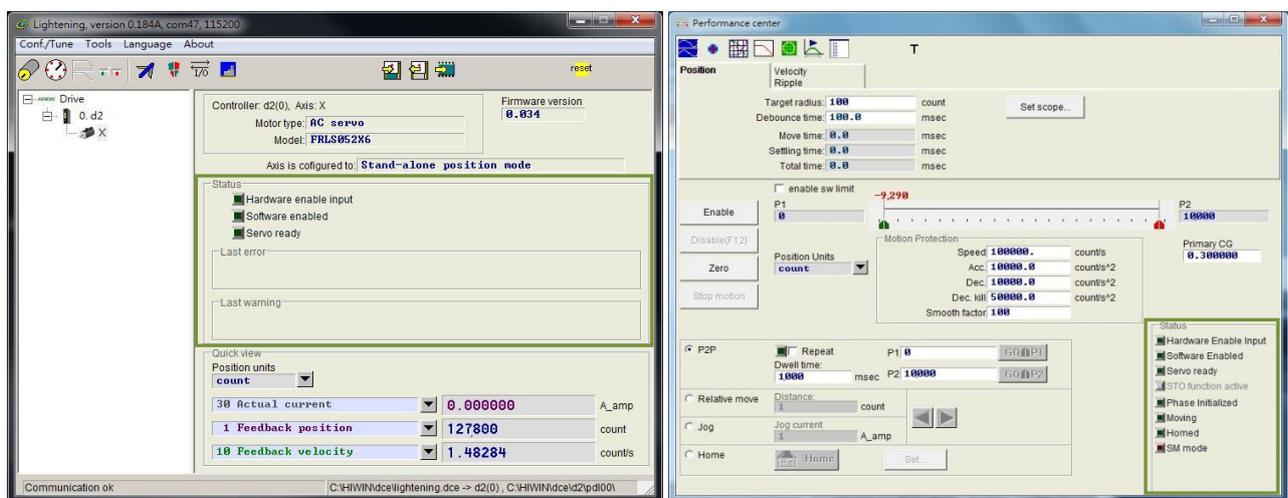


圖6.1.1.1 狀態顯示

## 6.1.2 Quick view

在人機介面的主畫面下面有一欄位：Quick view，這是用來幫助使用者更加了解目前驅動的細節。介面裡提供了三個物理量的顯示，使用者可選擇想要觀察的物理量，這三個物理量會隨時更新其顯示值，方便使用者觀察、分析系統狀態，如圖6.1.2.1所示。可選擇的物理量請參閱節3.11。

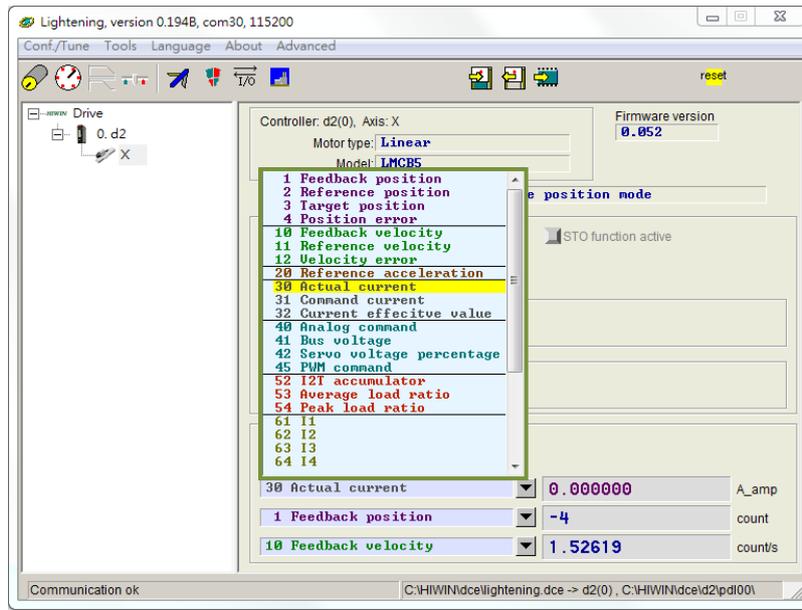


圖6.1.2.1 Quick view物理量設定選單

### 單位設定：

對於各物理量的顯示，若與距離有關，使用者可以選擇慣用的單位來顯示（或設定）相關的物理量（位置、速度等），如圖6.1.2.2所示。

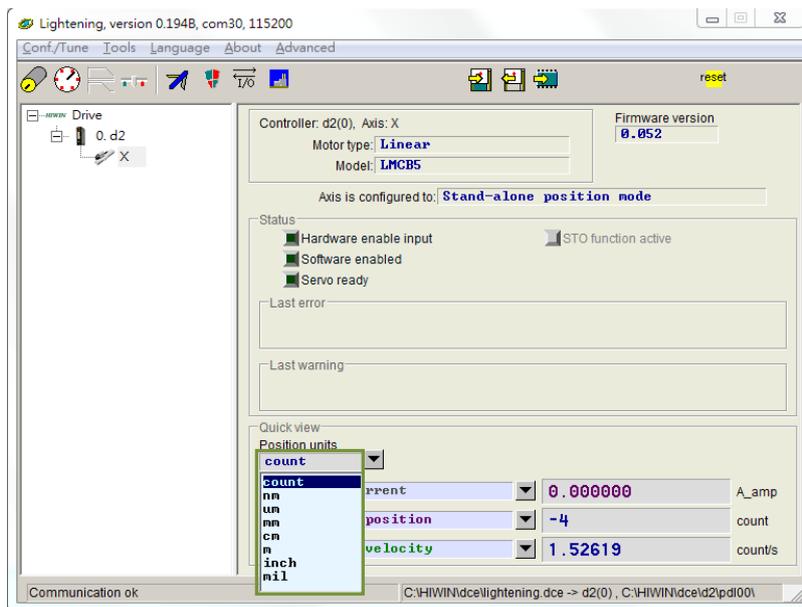


圖6.1.2.2 單位設定選單

### 6.1.3 軟體快速鍵

在D2T-LM系列驅動器的人機介面中，有兩個快速功能鍵，分別為**F6**與**F12**。此功能在Lightening人機介面為當時Windows作業系統之有效視窗時，才會有效。

**F6**：將Lightening人機介面主視窗移至最上層。

**F12**：此功能為緊急停止動作。在運動過程中按**F12**，將會執行緊急停止動作（參閱節3.4）。運動停止後，會解激磁馬達。

## 6.2 Performance center運動功能

所有調機的過程大多圍繞在Performance center操作。在完成節5.3馬達的自動相位初始設定後，即可進行馬達試運轉。Performance center主要用來提供使用者做運動測試、調適，並藉由輔助工具的幫助觀察運動性能。Performance center提供了三種運動方式讓使用者試運轉：點對點運動 ( P2P )、相對運動 ( Relative move )及吋動( Jog )。搭配這些運動的參數如速度、加減速度、緊急停止減速度與平滑係數，也是在本介面中設定。

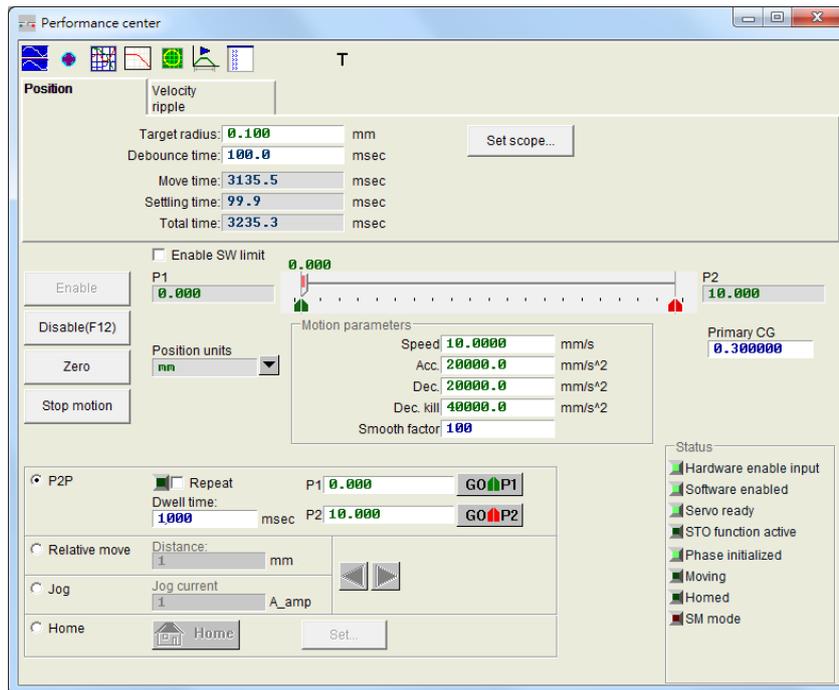
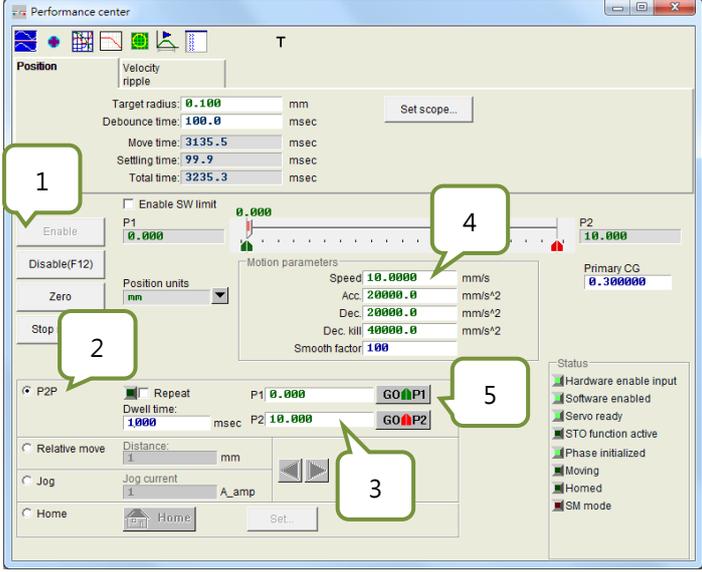


圖6.2.1 Performance center

接下來以點對點運動 ( P2P ) 作為操作範例說明：

步驟	圖形 (人機) 說明	操作說明
1		按下 <b>Enable</b> 使馬達激磁。
2		點選 <b>P2P</b> 。
3		設定 P1 及 P2 的位置。(若有使用軟體極限，請將位置設定在 Lower SW limit 與 Upper SW limit 之間。)
4		在 Motion parameters 欄位內設定所需要的速度、加減速度及平滑係數 (參閱節 3.4)。若使用者無特殊需求，則使用預設值即可。
5		按下 <b>GO P1</b> ，會往 P1 位置移動；按下 <b>GO P2</b> ，則會往 P2 位置移動。若須執行點對點來回運動，勾選 Repeat，並輸入休息時間 (Dwell time) 後，再按下 <b>GO P1</b> 或 <b>GO P2</b> 即可執行點對點來回運動。

Performance center具有量測整定時間的功能，使用者可透過Target radius來設定整定時間的誤差目標框與反彈跳時間 (Debounce time)，請參閱節5.5 In-Position設定。在運動過程中視需求可調整伺服增益 (Primary CG) 以達到整定時間的需求，伺服增益越高，響應越快，整定時間越短。使用者可透過路徑規畫時間 (Move time)、整定時間 (Settling time) 與總時間 (Total time) 來觀察從移動到進框所需的時間 (參閱節3.7)。按下Set scope...會彈出圖形示波器 (Scope)，可藉由此工具來觀察整定時間相關的運動波形。

Performance center具有量測速度漣波的功能，使用者可以透過點對點的運動來觀察速度漣波的性能，其中Vmax、Vmin、Vavg與Velocity ripple分別為等速段中的最大速度、最小速度、平均速度與速度漣波。按下Set scope...會彈出圖形示波器 (Scope)，可藉由此工具來觀察速度漣波相關的運動波形。

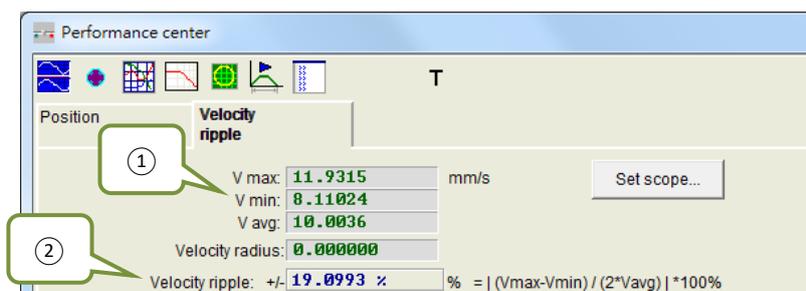


圖6.2.2 Performance center-Velocity Ripple分頁

- ① Vmax：速度漣波最大峰值。
- Vmin：速度漣波最小峰值。
- Vavg：速度漣波平均峰值。
- ② Velocity ripple：速度漣波，參閱節3.9。

除了P2P功能之外，相對運動 ( Relative move ) 可以設定移動距離，而吋動 ( Jog ) 則可以往正或負方向連續移動，只要按◀或▶鈕即可。由於Motion parameters欄位中的速度、加減速度、平滑係數也用來當做運動保護的作用，因此在試運轉完成之後，如果忘記設成運動保護值，則使用上位控制器送運動命令時，可能會無法達到預期的速度或加速度，請特別注意。

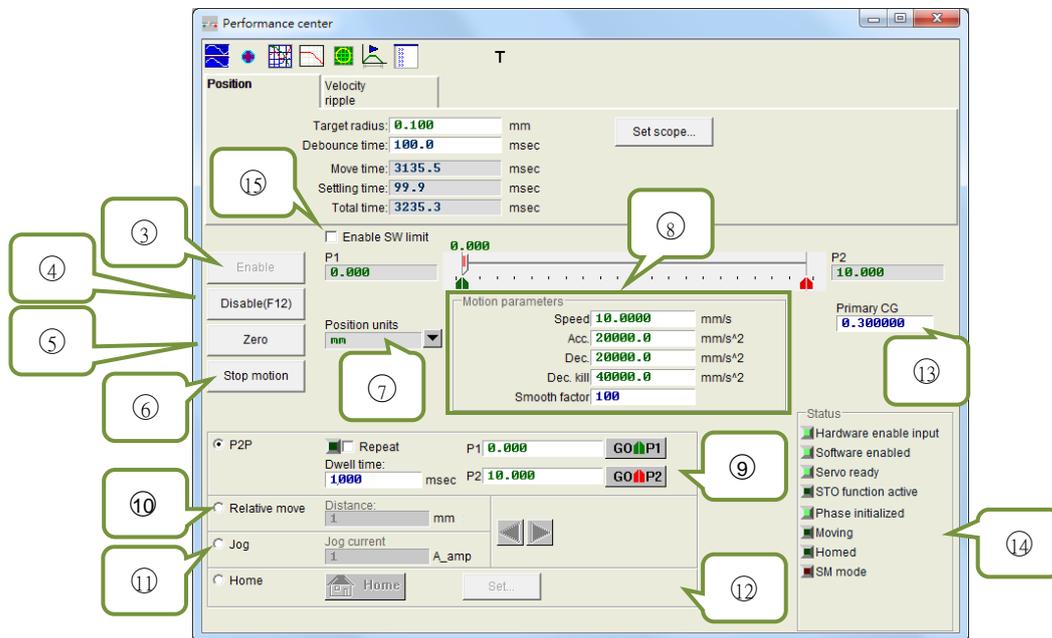


圖6.2.3 Performance center-Position分頁

- ③ Enable：激磁馬達。
- ④ Disable：解激磁馬達。
- ⑤ Zero：設定目前位置為零點。
- ⑥ Stop motion：停止馬達運動。
- ⑦ Position units：單位設定，可設定使用者操作時慣用的單位，與主畫面中Quick view中之單位設定作用相同。
- ⑧ Motion parameters：馬達運動保護參數，包含測試運動時的速度、加速度、減速度、緊急停止減速度及平滑係數。使用者可藉由平滑係數 ( Smooth factor ) 來規劃路徑軌跡為S型曲線或T型曲線，調整範圍為1~500，值越大越近似S型曲線，值越小越近似T型曲線，請參閱節3.4。
- ⑨ P2P：點對點運動。
- ⑩ Relative move：相對運動。
- ⑪ Jog：吋動，在電流模式下為設定電流值進行等電流的連續運動。

- ⑫ Home：歸原點。
- ⑬ Primary CG：伺服增益，增益越大則伺服剛性越強。使用者可利用此值來調整伺服剛性，但伺服剛性如果太強，會導致系統發散不穩定造成震動及電氣噪音，此時須將此值降低。
- ⑭ Status：狀態顯示。
- ⑮ Enable SW limit：啟動軟體極限保護，此功能會限制馬達移動的行程。

## 6.3 圖形示波器

D2T-LM系列驅動器提供Scope圖形示波器，幫助使用者在進行調機的過程中，觀察所有重要的物理量，藉以判斷調整的結果。此外，本功能也可以幫助使用者在無法驅動的時候找出錯誤的線索。圖形示波器可在Performance center中點擊或Set scope...按鈕進入；在Position分頁與Velocity Ripple分頁點選Set scope...，則會分別顯示其相關物理量。如圖6.3.1所示，選擇好參數之後，即可觀察選擇物理量的即時波形。

注意：Scope顯示的內容並不是完全即時的物理量，欲觀察更細微的物理量變化，請使用Scope以外的工具，例如示波器或data collection（請參閱節6.4）。

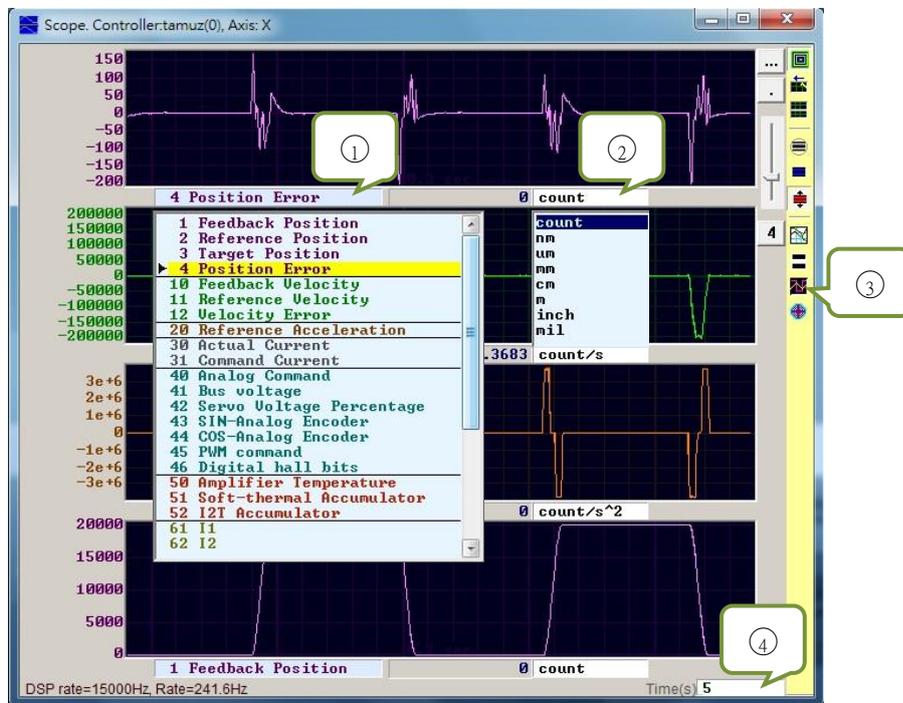


圖6.3.1 圖形示波器

- ① 物理量：選擇欲觀察的物理量，請參閱節3.11基本常用物理量。
- ② 單位：選擇該物理量的單位。
- ③ 頻道數：選擇同時顯示的頻道數（1~8）。
- ④ 圖形示波器時間範圍：設定水平軸一個畫面的時間長度；單位：秒。

表6.3.1

圖示	名稱	敘述
	Scope On / Off ( PageDown )	圖形示波器開關。當關閉後再開啟，圖形示波器會重新擷取資料。
	View in paper mode ( Ctrl+T )	更換顯示波形模式。有正常模式及紙帶 ( paper ) 模式。
	Toggle scopes window ( PageUp )	將所有選取的物理量以單一畫面呈現，每按一下就切換一個物理量。
	Fit graph to window	將所有物理量調整至適當的刻度。
	Fit graph to window dynamically	將所有物理量動態調整適當的刻度。
	Fit graph to window dynamically + clip	同上，但縱軸的範圍只會增加不會減少。
	Show last data with plot view tool	將圖形示波器的資料利用 Plot view 工具畫出。
	Reset scope	圖形示波器重新擷取資料。
	Show all plots in same window	將所有的物理量畫在同一個畫面內，共用一個縱軸。
	Open record window	將目前圖形示波器設定的物理量連結到 Data collection 功能。

## 6.4 資料收集

除了使用Scope觀察各驅動器之物理量外，還有一個工具可提供更多資料擷取的設定選項，以及更進階之圖形顯示及處理功能。資料收集 (Data collection) 功能可讓使用者設定取樣時間，也提供條件式觸發以啟動或停止資料擷取。

### 6.4.1 功能說明

由圖6.3.1圖形示波器的Open record window開啟功能，程式會自動選取Scope所選擇的物理量供後續擷取資料之用，主要功能如下。

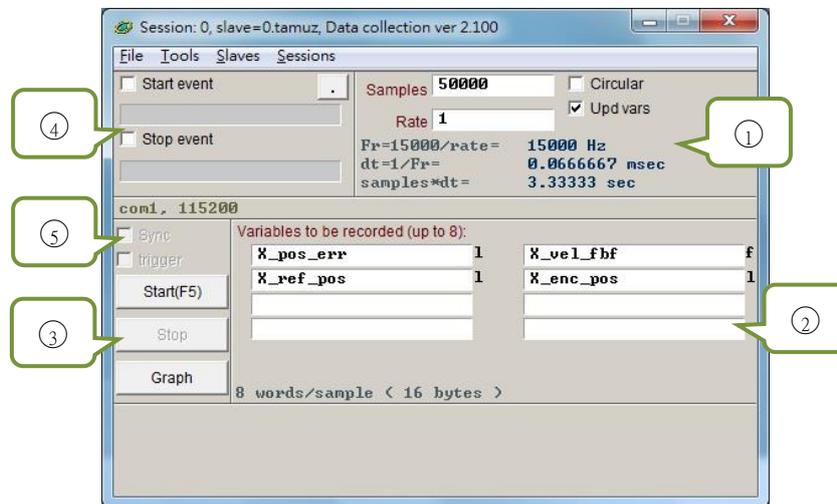


圖6.4.1.1 Data collection

- ① 取樣頻率 (Rate) 及取樣數量 (Samples) :
  - Samples : 取樣數量。
  - Rate : 決定取樣頻率。Rate設為1時，取樣頻率為15,000Hz；設為2時，則取樣頻率為7,500Hz。取樣頻率最大只能到15,000Hz，若擷取的資料太多，會有擷取到一半因通信頻寬的限制而提早完成擷取資料的情形。欲解決此現象，請減少欲擷取的物理量個數。
  - dt : 取樣時間。
  - Samples\*dt : 資料擷取總時間。若想增加資料擷取總時間，可藉由增加Samples來達成。
- ② 被擷取資料之物理量的內部變數名。
- ③ 手動擷取按鈕，按下Start按鈕即開始擷取，按下Stop按鈕即停止擷取，按下Graph按鈕會將擷取到的資料經由Plot view繪製成圖。
- ④ 條件式自動擷取，可以設定資料擷取的開始條件及停止條件。
- ⑤ 即時觸發自動擷取選項，參閱節6.4.2。

**範例1：欲抓取一個運動週期的圖形**

勾選Start event並設定為X\_run，勾選Stop event並設定為X\_stop。設定完成後按下Start，此時Data collection會處於待命狀態，當馬達運動時就開始擷取資料，馬達運動結束即停止抓取資料。當資料擷取完成後，按下Graph即可畫出一個運動週期的圖形。

**範例2：欲抓取一段速度週期的圖形**

勾選Start event並設定為X\_vel\_fb>0，勾選Stop event並設定為X\_vel\_fb<0。設定完成後按下Start，此時Data collection會處於待命狀態，當馬達運動速度大於0時就開始擷取資料，馬達運動速度小於0即停止抓取資料。當資料擷取完成後，按下Graph即可畫出一段速度週期的圖形。

**範例3：欲抓取驅動器由激磁至解激磁之間的圖形**

勾選Start event並設定為I3，勾選Stop event並設定為~I3。設定完成後按下Start，此時本功能會辨別I3的狀態，當驅動器激磁時（I3 = 1），資料擷取就開始運作；當驅動器解激磁時（I3 = 0），資料擷取即停止抓取資料。

注意：當①中的Upd vars不勾選時，Lightening人機即停止更新變數，可提高資料擷取的頻寬。但Start event若以I3觸發（如範例3），則應透過硬體I/O腳位由外部觸發。

**6.4.2 使用PDL輔助資料擷取**

為提高資料擷取的準確性，圖6.4.1.1的⑤Sync（即時觸發自動擷取）提供更具彈性、且較條件式自動擷取更即時的資料擷取操作。使用者可以在PDL程式中加入以\_RecordSync標籤為首之程式片段，設定資料擷取的開始條件，一旦觸發此條件，Data collection便會啟動資料擷取，操作步驟如下：

Step 1. 需要一個空的task用以執行\_RecordSync。

Step 2. 先在PDL程式中加入以下內容：

```
_RecordSync:
```

```
    till();          // 使用者須加入等待觸發條件或狀態
```

```
    rtrs_act=1;     // 開始記錄
```

```
ret;                // 若不加此行，則無法重複觸發，進行資料擷取動作
```

Step 3. 在\_RecordSync函式中的till( )的括弧內加入欲中斷的條件或狀態，例如：I/O center中的I9（預設為右極限狀態）。

Step 4. 勾選圖6.4.1.1的⑤Sync。

Step 5. 點選③的Start，此時程式會開始執行\_RecordSync函式並等待觸發條件的成立，例如：當I9的狀態由False轉為True時，即開始執行資料擷取。若I9重複觸發，則會擷取最後一筆觸發的記錄資料。

**【範例】**

```
#task/1;
_RecordSync:
  till(I9); // 等待I9的狀態由暗轉亮
  rtrs_act=1; // 開始記錄
ret;
```

## 6.5 Plot view

Plot view功能架構在Data collection功能下，會將Data collection所擷取的資料繪製成圖形，且Plot view具有強大的分析功能可提供量測及運算。Plot view主要分成五大區域：功能選單、主要功能鈕區、物理量顯示區、圖框區及時間軸捲動棒，如圖6.5.1所示。

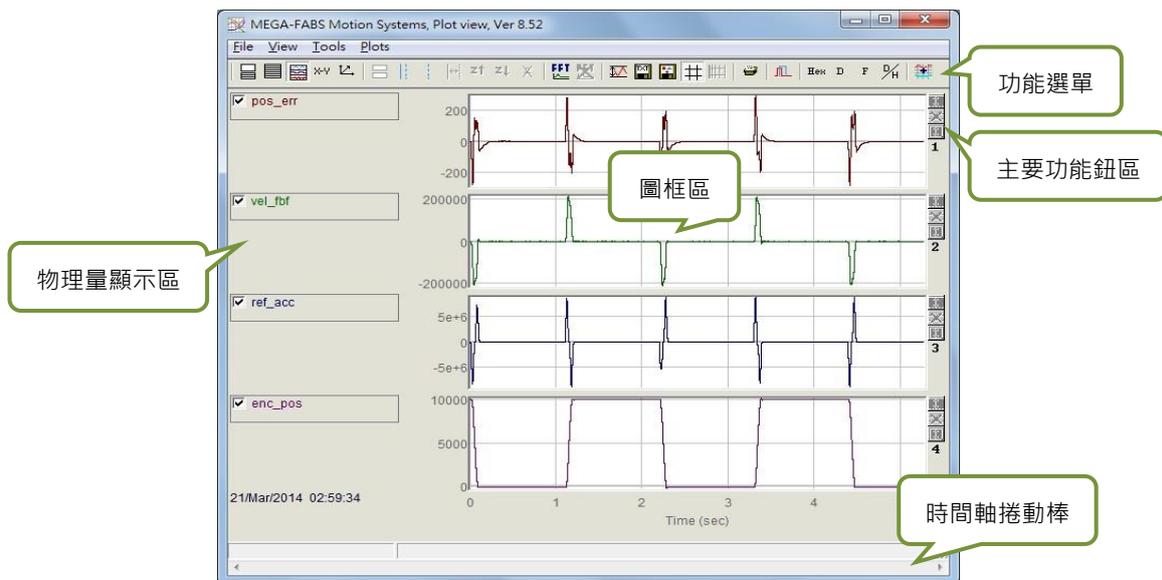


圖6.5.1 Plot view

### 6.5.1 圖形顯示方式

#### ■ 圖框顯示頻道數

圖框區主要是用來顯示物理量的圖形，當物理量的圖形從圖形示波器或Data collection擷取下時，Plot view全部呈現圖形示波器所選取的物理量。在Plot view上可調整圖框顯示頻道的數目，最多八個。以下說明主要功能鈕區中的相關圖示：

- ：設定顯示最大頻道數目。
- ：顯示單一頻道。

若只想觀察兩個物理量的圖形時，點選後再點選2 graphs，即可把頻道變更成兩個；若只想觀察單一物理量圖形時，點選後再選擇要顯示的graph，即只顯示一個頻道。圖6.5.1.1為圖形示波器或Data collection只擷取兩個物理量的情形。

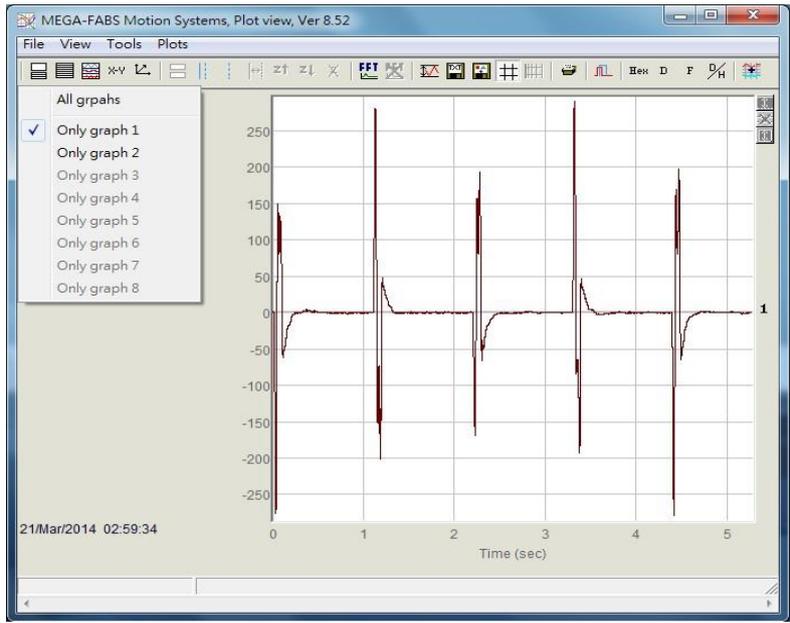


圖6.5.1.1

### ■ 顯示或隱藏物理量

使用者若取消勾選物理量，圖框區會隱藏該物理量的圖形，圖6.5.1.2為取消勾選兩個物理量的情形。若要取消勾選所有物理量，可點選主要功能鈕區的圖示：

- ：取消勾選所有物理量（也可以按Delete鍵）。

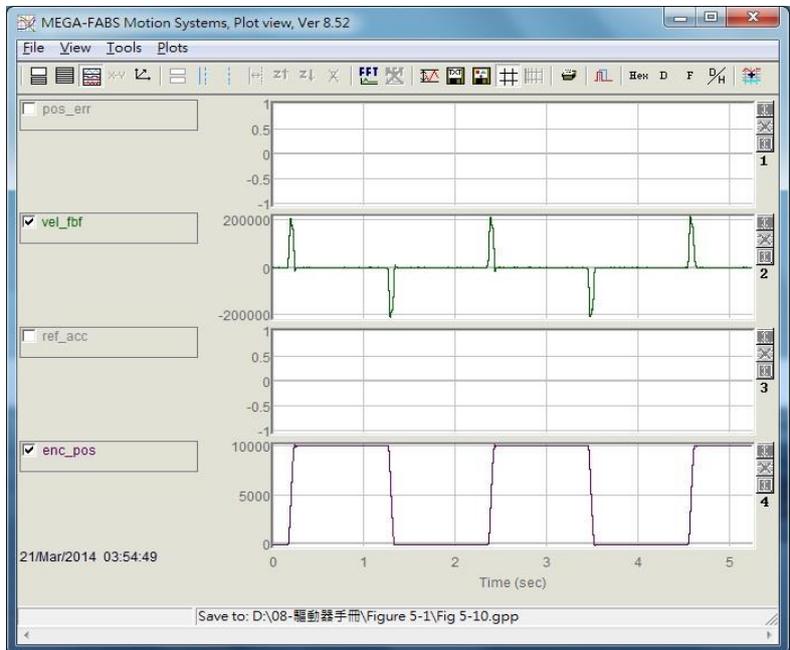


圖6.5.1.2

■ 放大 / 縮小 ( Zoom in / out )

若想仔細觀察某段區間更細微的變化時，請利用實線與虛線游標框選住欲放大的區域。Plot view提供了對X軸與對Y軸放大 / 縮小的功能。其主要功能選單的圖示及操作方法如下：

- ：對X軸放大藍色實線游標與虛線游標間的圖形。
- ：Undo zoom。
- ：Redo zoom。
- ：取消所有放大顯示。
- ：對Y軸放大紅色實線游標與虛線游標間的圖形。
- ：取消對Y軸的放大動作。

■ 對X軸放大 / 縮小

如圖6.5.1.3，欲放大2~4秒間的物理量圖形時，利用滑鼠左鍵移動藍色實線游標或滑鼠右鍵移動虛線游標框住此區間。隨後點擊，則會放大此區間，如圖6.5.1.4。若想放大到更細微的區間，如2~3秒，重覆以上步驟即可。若想回復到2~4秒的放大區間，點擊即可；若再次點擊，即可重新回到2~3秒的放大區間。而不管放大多少次，點擊即會回復到最初的圖形，如圖6.5.1.3。

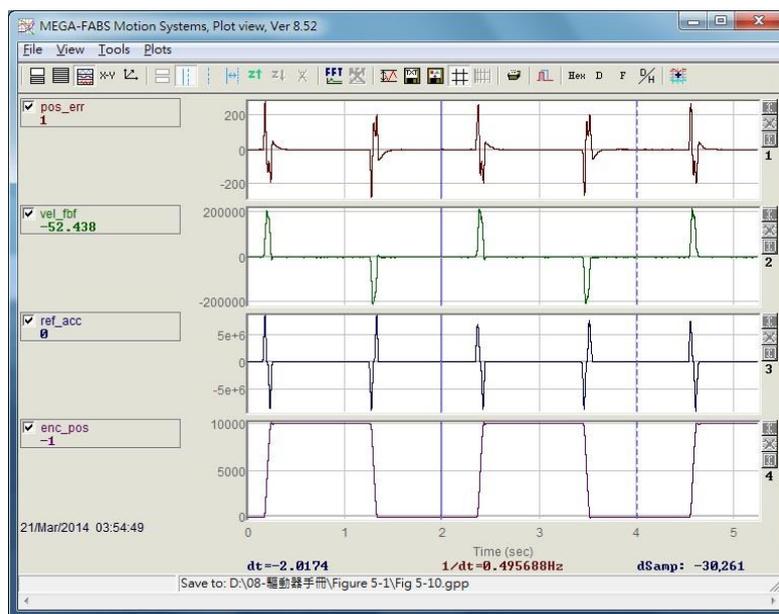


圖6.5.1.3

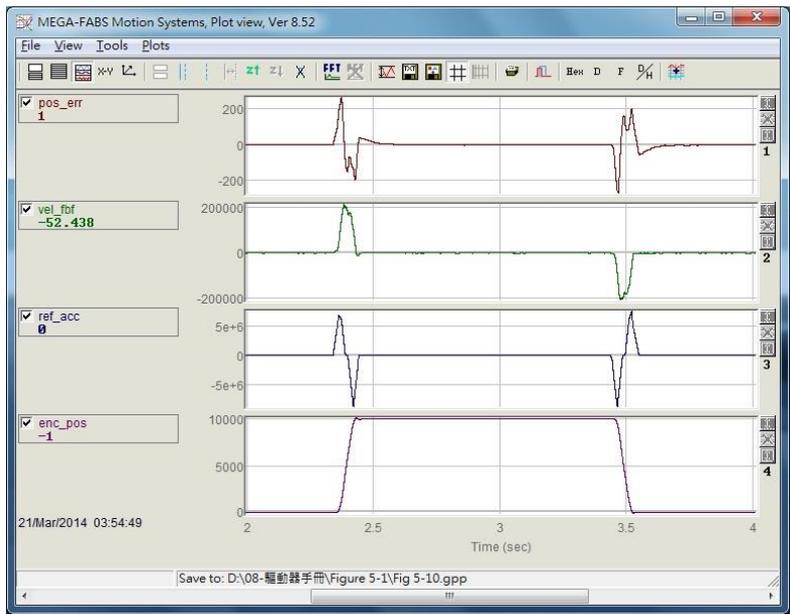


圖6.5.1.4

### ■ 對Y軸放大 / 縮小

若想放大Y軸，則必須同時按住Ctrl與滑鼠左鍵移動紅色實線游標或滑鼠右鍵移動紅色虛線游標，並選取適當的區間，如圖6.5.1.5。隨後點擊圖框右上角，即可放大Y軸游標區間的圖形，如圖6.5.1.6。此時圖框的Y軸數值被鎖定呈現紅色，拖曳水平捲動棒時不會動態調整垂直顯示範圍，如圖6.5.1.7。若點擊圖框右上角，則會回到最初未對Y軸放大的圖形，如圖6.5.1.5。

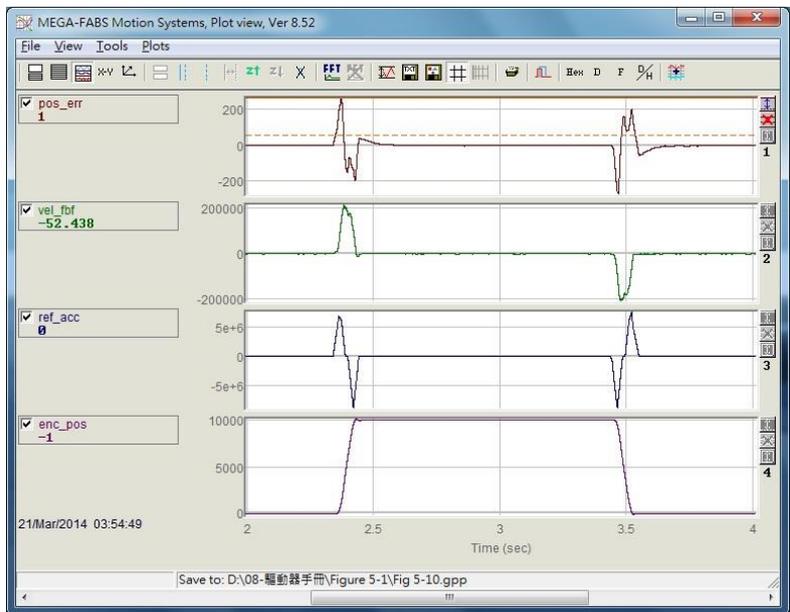


圖6.5.1.5

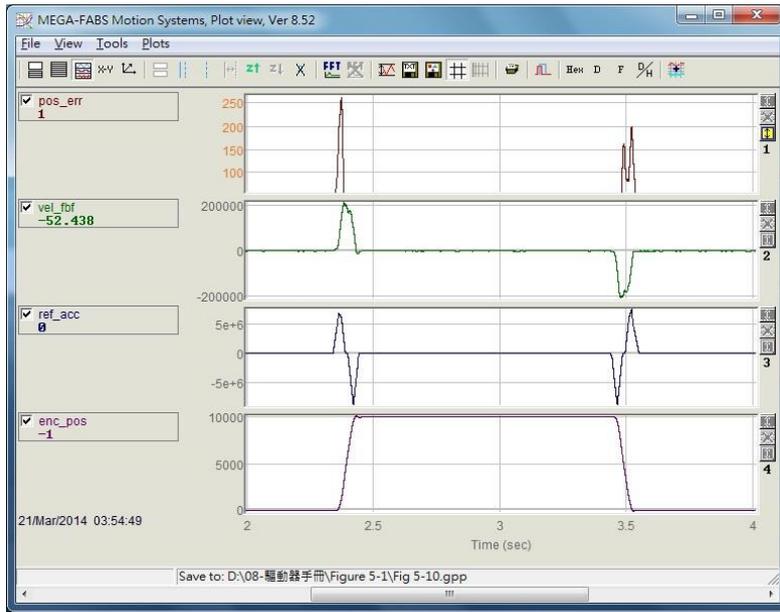


圖6.5.1.6

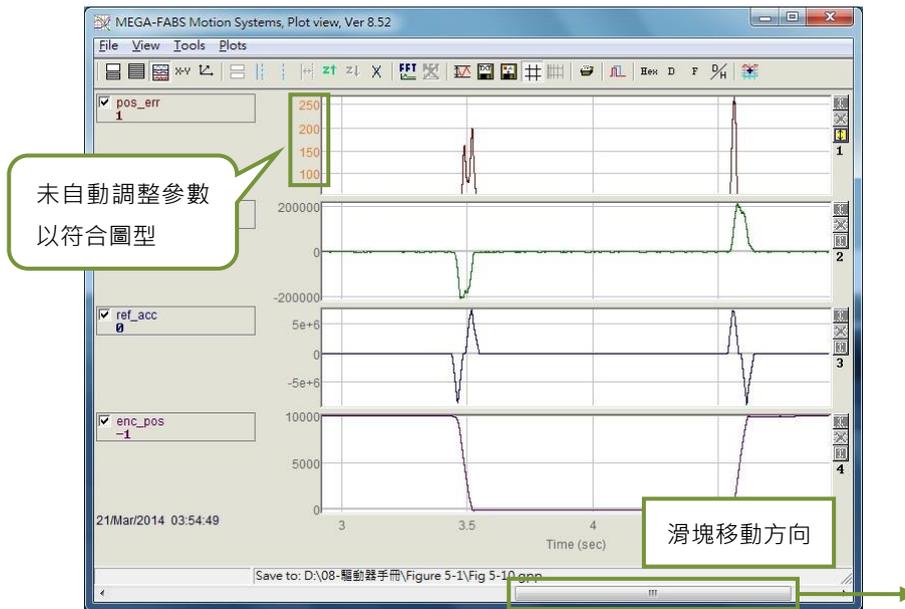


圖6.5.1.7

■ dt、1/dt、dSamp

被藍色實線與虛線游標框選住的區域底下會出現dt、1/dt與dSamp三個數值，其中dt為區域間的時間，dSamp為區域間的取樣數目，如圖6.5.1.3。

■ 以不同頻道顯示一物理量

若要移動物理量至其他頻道來顯示時，請點擊此物理量使其呈現虛線方塊，即可把它拖至其他頻道。

## ■ 物理量數值顯示

當藍色實線游標移動到特定的時間點時，物理量下方會產生此物理量在此時間的數值大小，而數值可以10進位或16進位顯示，如圖6.5.1.3。在主要功能鈕區的圖示如下：

- ：以16進位顯示數值大小。
- ：以10進位顯示數值大小。

## 6.5.2 存檔 / 讀檔

在Plot view內，儲存檔案的類型可分為txt文字檔、bmp圖片檔與Plot view特有的檔案類型 ( gpp檔 )。儲存txt檔可以把擷取時間內各個物理量的數值儲存下來；bmp檔則會把所有物理量的圖形儲存成圖片；gpp檔則是唯一可以在Plot view內開啟的檔案類型。因此，若日後想在Plot view再開啟檔案時，要記得儲存成gpp檔。從主要功能鈕區點選以下圖示可另存成txt或bmp檔：

- ：物理量數值另存成 .txt文字檔。
- ：物理量圖形另存成 .bmp圖片檔。

gpp檔則是經由功能選單File內的Save或Open來儲存或讀取，如圖6.5.2.1。

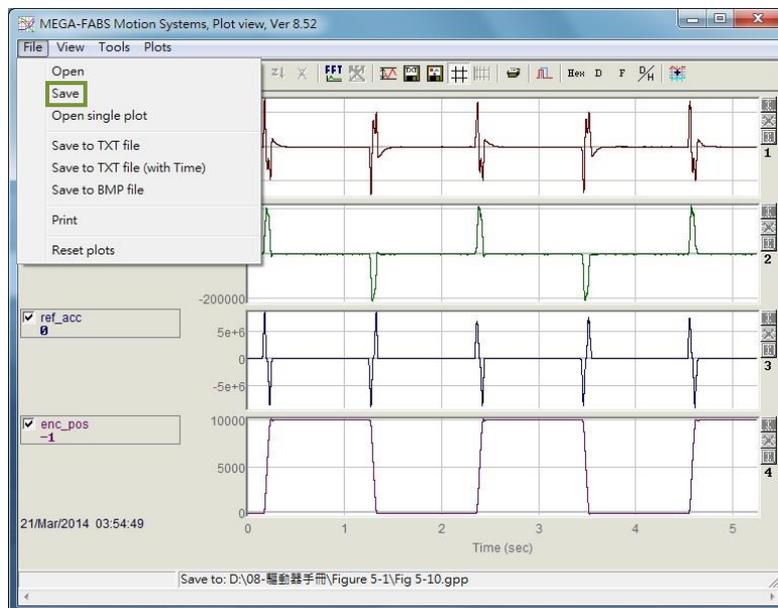


圖6.5.2.1 儲存成gpp檔

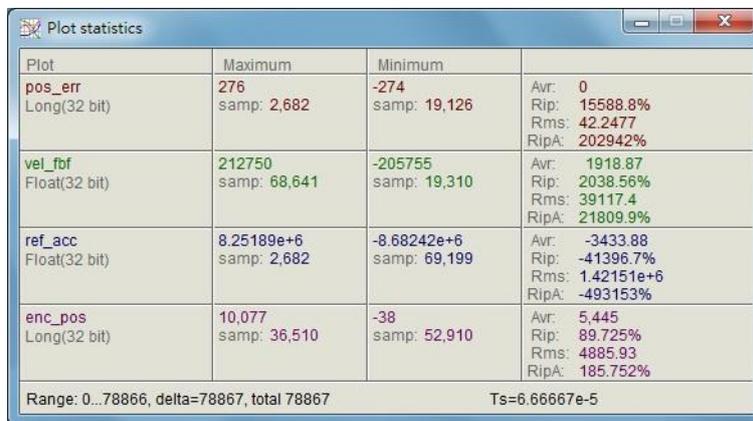
### 6.5.3 數學運算

Plot view也提供了一些物理量之間的運算功能，如積分、微分、相加、相乘...等，可以讓使用者直接在Plot view上運算並觀察運算後的結果。此外，Plot view也提供各個物理量本身的最大值、最小值、漣波計算與頻譜分析的功能。

#### ■ 統計資料表 ( Statistics table )

點選即會出現圖6.5.3.1的表格，表格內顯示游標所選定區間內各物理量的最大值、最小值、平均值、均方根 ( Rms )、Rip、RipA，其中Rip = 標準差/平均值、RipA = (最大值-最小值)/平均值。其主要功能鈕圖示如下：

- ：物理量的最大值、最小值、均方根 ( Rms ) 及漣波運算。



Plot	Maximum	Minimum	
pos_err Long(32 bit)	276 samp: 2,682	-274 samp: 19,126	Avr: 0 Rip: 15588.8% Rms: 42.2477 RipA: 202942%
vel_fbf Float(32 bit)	212750 samp: 68,641	-205755 samp: 19,310	Avr: 1918.87 Rip: 2038.56% Rms: 39117.4 RipA: 21809.9%
ref_acc Float(32 bit)	8.25189e+6 samp: 2,682	-8.68242e+6 samp: 69,199	Avr: -3433.88 Rip: -41396.7% Rms: 1.42151e+6 RipA: -493153%
enc_pos Long(32 bit)	10,077 samp: 36,510	-38 samp: 52,910	Avr: 5,445 Rip: 89.725% Rms: 4885.93 RipA: 185.752%

Range: 0...78866, delta=78867, total 78867      Ts=6.66667e-5

圖6.5.3.1 Statistics table

#### ■ 數學運算操作方法

從功能選單選取Tools內的Math operation或點選,即可產生圖6.5.3.2的視窗，以進行適當的數學運算。此處以相加為例，點選Linear後，利用下拉式選單選擇pos\_err與vel\_fbf，並在New plot name欄位對新的物理量命名與設定顏色，再按下Create，即可產生一個pos\_err與vel\_fbf相加的物理量 ( lin\_1 )，如圖6.5.3.3。其它數學運算操作方法與相加相同。其主要功能鈕圖示如下：

- ：數學運算操作。

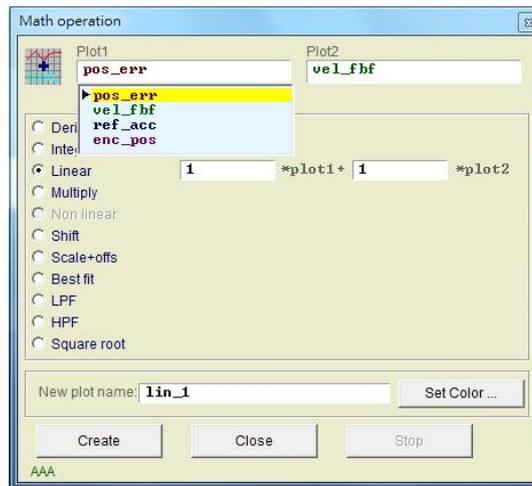


圖6.5.3.2

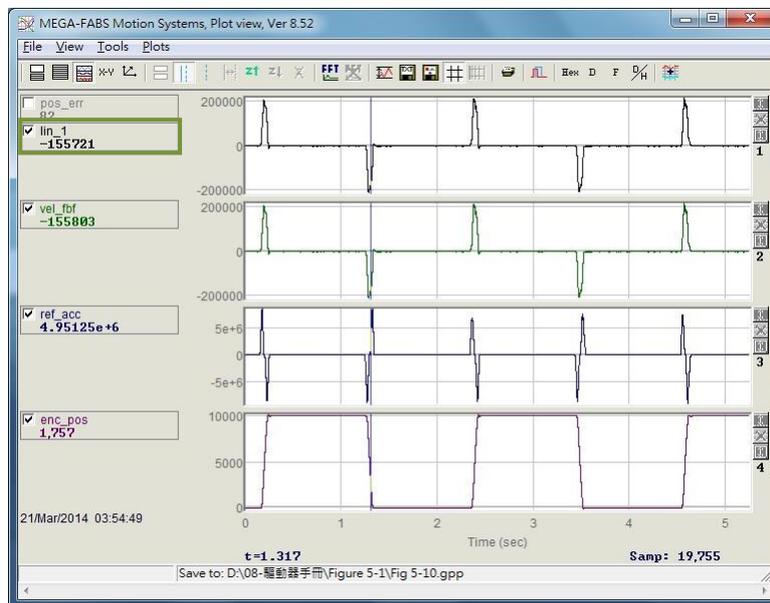


圖6.5.3.3

## ■ 快速傅立葉轉換 ( FFT )

點選主要功能鈕區的 ，即會出現如圖6.5.3.4的視窗，再選擇欲做快速傅立葉轉換的物理量（此處以 pos\_err 為例），最後按下 Run FFT 即會產生轉換後的圖形，如圖6.5.3.5。若要取消快速傅立葉轉換，點選  即可。其主要功能鈕圖示如下：

- ：對物理量做快速傅立葉轉換。
- ：取消快速傅立葉轉換。

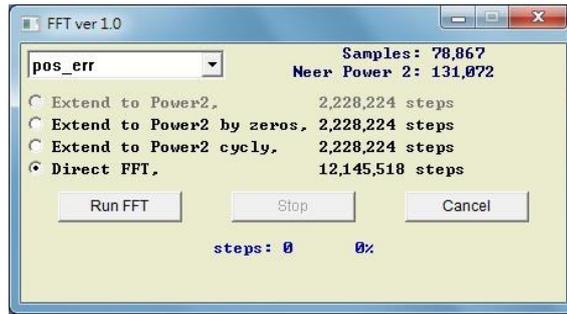


圖6.5.3.4

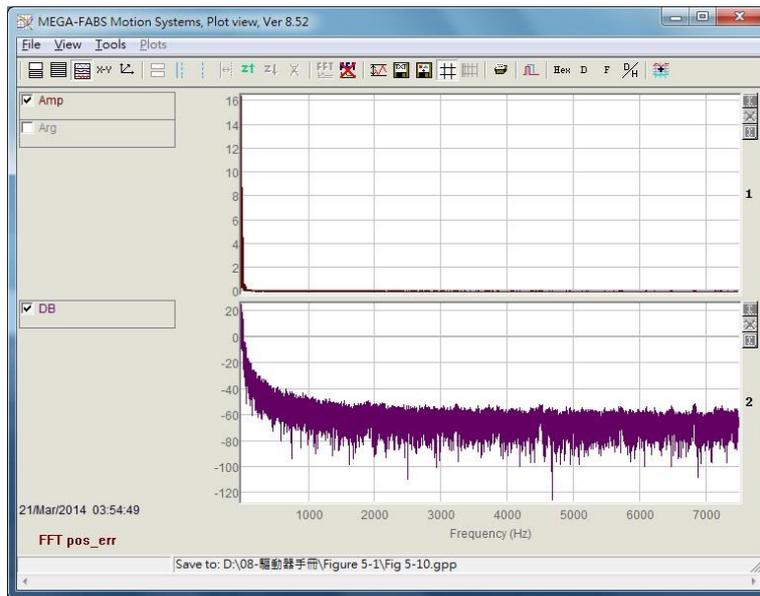


圖6.5.3.5

■ 自然對數

自然對數是將X軸以對數的形式表示，僅可在完成快速傅立葉轉換後使用。其主要功能鈕圖示如下：

- ：將X軸以對數的形式表示，僅可在完成快速傅立葉轉換後使用。

## 6.6 進階增益調整

伺服驅動器的重要任務包含移動與整定的性能（參閱節3.7）、移動過程中的跟隨誤差是否很小、速度是否平穩等議題。這些都要透過增益及參數的調適來達成性能的提升。對D2T-LM系列驅動器而言，調整馬達運動性能最簡單的方式就是調整common gain ( Primary CG )。其數值越大，伺服剛性就會越強，但伺服剛性太強會造成系統震動或電氣噪音，而這些現象會因為機構狀態的不同而產生變化。

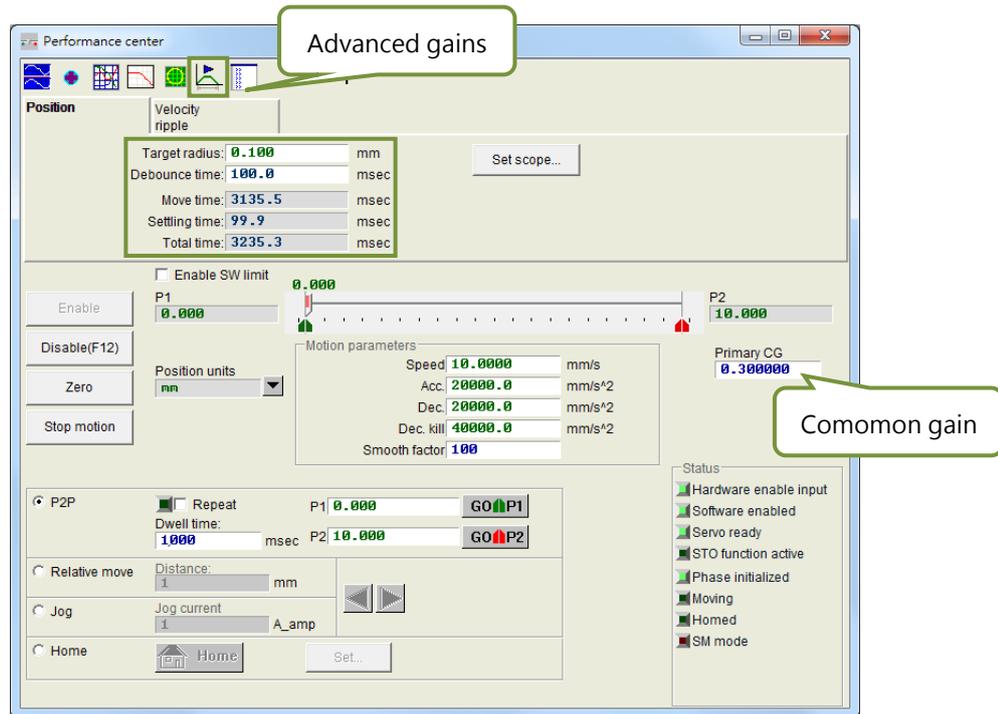


圖6.6.1

當common gain無法達成性能需求時，本系統也提供進階的增益調整 ( Advanced gains )，包括：濾波器 ( Filter )、加速度前饋( Acc feedforward )、增益切換時間表與速度迴路增益( Schedule Gains + vpg )、類比輸入校正 ( Analog input )、電流迴路 ( current loop ) 等功能。

### 6.6.1 濾波器

濾波器位於驅動器內部伺服控制迴路上，主要用途為消除系統高頻振動所造成的控制問題，以及解決機構系統整體不理想的共振頻段。透過濾波器，系統控制的性能得以改善。D2T-LM系列驅動器提供兩個濾波器可同時使用，其形式可以設定成低通濾波器 ( Low pass filter ) 或陷波濾波器 ( Notch filter )。在設計濾波器時，通常會利用頻率分析器來分析系統的特性。按下圖6.6.1.1中的Bode...按鈕，會出現可供使用者設計濾波器的波德圖 ( Bode plot ) 模擬介面。以下介紹兩種常用的濾波器設定。

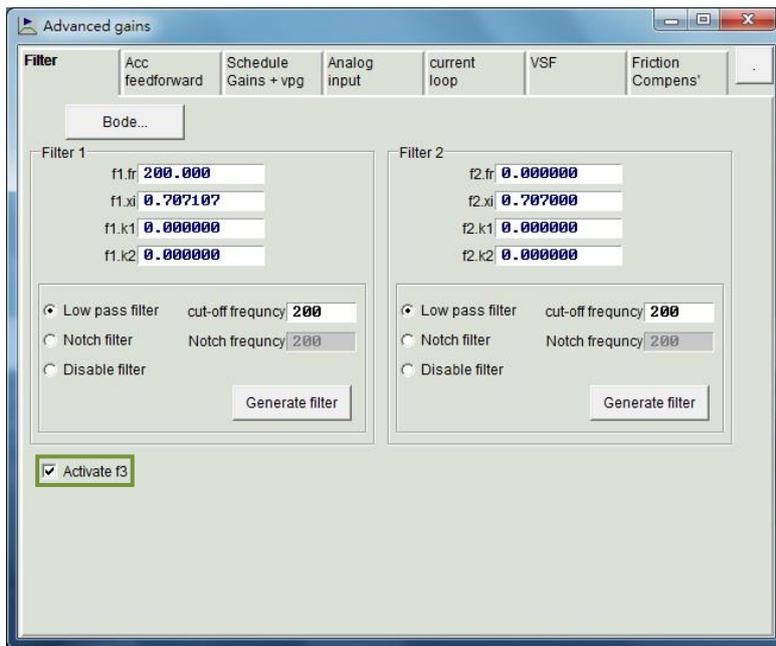


圖6.6.1.1 濾波器

■ 低通濾波器

典型低通濾波器的設定方法如下：

- ① fr：濾波器截止頻率，單位為Hz。對一般應用而言，設500Hz就可以有良好的效果，其他狀況可考慮向下調整，但是太小的截止頻率會降低控制性能。
- ② xi：濾波器阻尼比，其範圍為0~1。
- ③ k1：0。
- ④ k2：0。

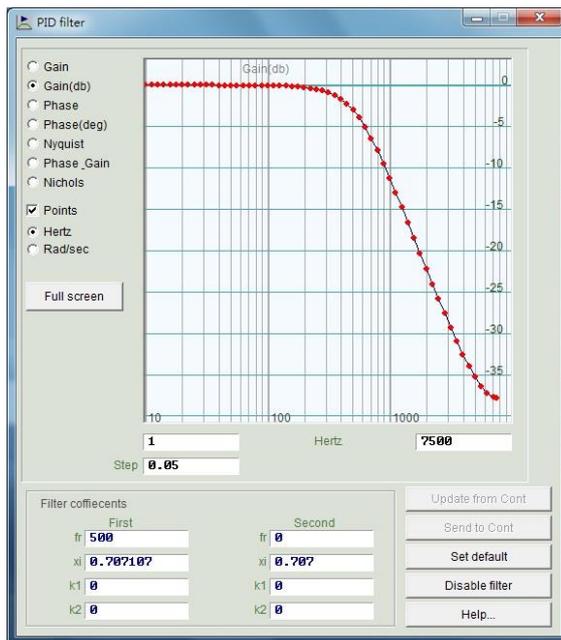


圖6.6.1.2 低通濾波器

## ■ 陷波濾波器

當機構系統有不適當的共振頻率（例如介於10~250Hz之間），而無法藉由機構修正、設計補強來消除該共振現象時，可利用陷波濾波器來改善問題。通常陷波濾波器須搭配頻率分析結果來設定，請參閱節6.7.3頻率分析功能。

典型陷波濾波器的設定方法如下：

- ① fr：濾波器截止頻率，單位為Hz。
- ② xi：濾波器阻尼比，其範圍為0~1。越接近0，濾波頻段越窄；越接近1，濾波頻段越寬。
- ③ k1：0。
- ④ k2：1。

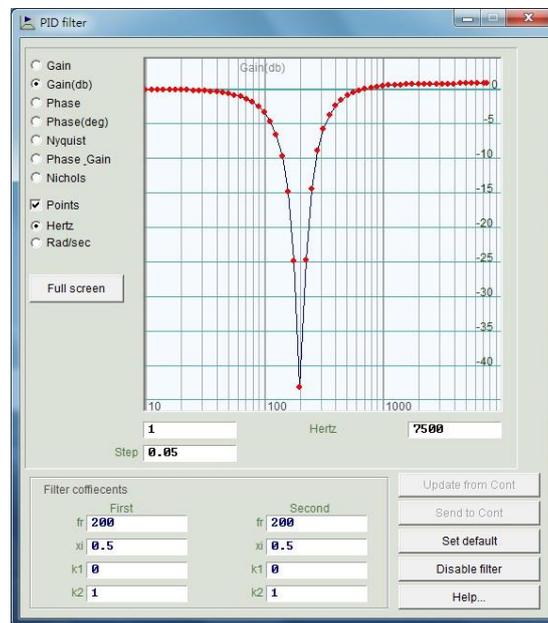


圖6.6.1.3 陷波濾波器

## ■ 抑制共振自動設定濾波器

抑制共振自動設定濾波器（f3）在相位初始化使用Freq analyzer按鈕，成功執行Auto tune後，即自動完成設定並啟動。但是，若使用者在Auto tune結束後驅動馬達，發現系統無法透過f3有效制振，仍有共振效應影響，則可以至Advanced gains視窗的Filter頁籤中取消勾選Activate f3，如圖6.6.1.1的綠色方框所示，並手動修改Filter 1與Filter 2以達到有效制振。

## 6.6.2 加速度前饋

在加速度或減速度的運動區段中，通常伺服控制的跟隨誤差 ( position error ) 會比較大，尤其是在移動質量 / 轉動慣量較大的應用下，會比較容易出現此問題。利用設定加速度前饋參數，可以有效地降低加減速段的跟隨誤差。

以下為調整加速度前饋的操作步驟。

Step 1. 按下Set scope...按鈕，會出現圖形示波器的畫面。

Step 2. 將圖6.6.2.1中的Acc feedforward gain設為0。

Step 3. 設定欲規劃的最大加速度，並使馬達來回移動。

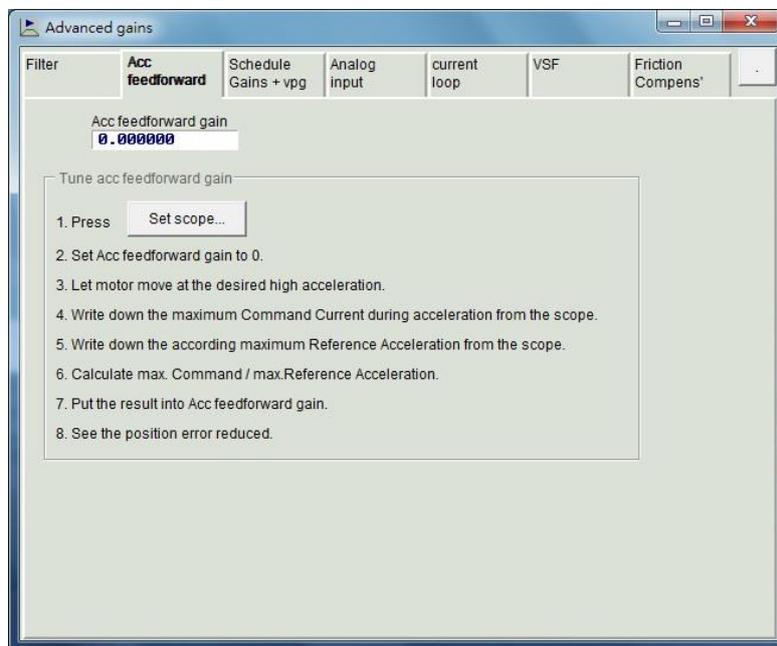


圖6.6.2.1 加速度前饋

Step 4. 觀察並記錄加速度段中的最大電流命令值 ( Command Current )，以圖6.6.2.2為例，其最大值為16。馬達開始移動時，Scope會如圖6.6.2.2所示，可利用Toggle scopes windows ( Page Up ) 按鈕來切換成單一物理量的圖形，重複按此按鈕會依序切換成Command Current、Reference Acceleration、Position Error的圖形，以利於觀察圖形的讀值。

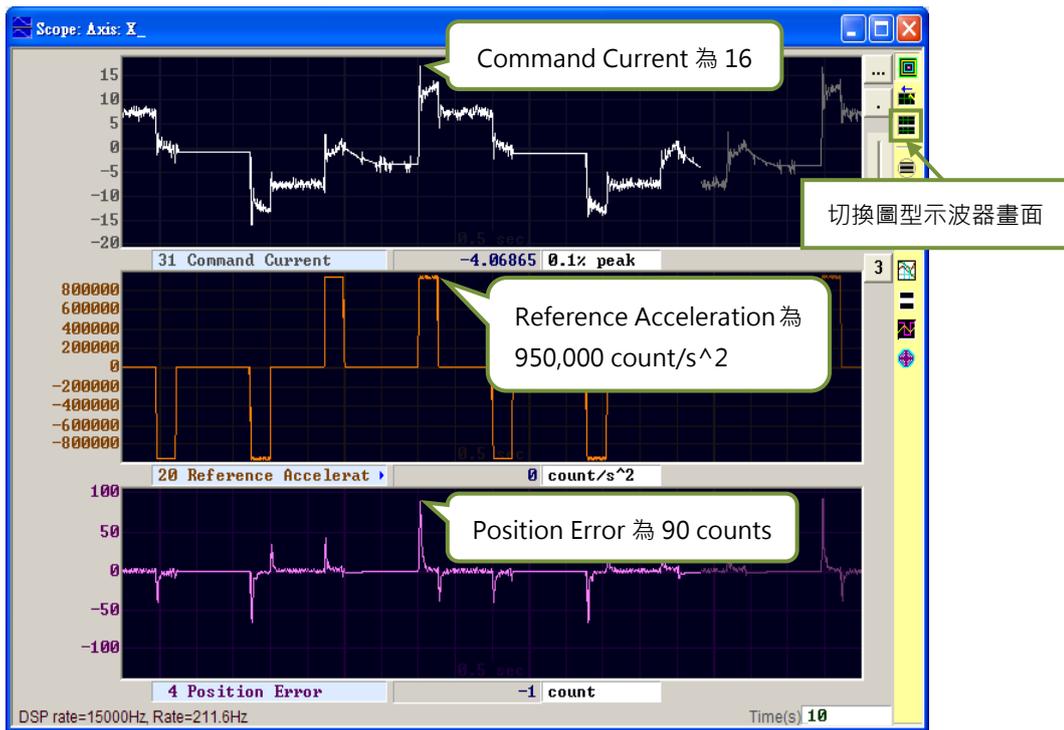


圖6.6.2.2 馬達運動軌跡結果

- Step 5. 觀察並記錄加速度段中的最大參考加速度值 ( Reference Acceleration )，以圖6.6.2.2為例，其最大值为950,000 count/s^2。
- Step 6. 將Step 4與Step 5所得到的值相除， $Acc\ feedforward\ gain = Command\ Current / Reference\ Acceleration = 16 / 950,000 = 1.68421e-5$ 。
- Step 7. 將Step 6的結果輸入在Acc feedforward gain內，如圖6.6.2.3所示。

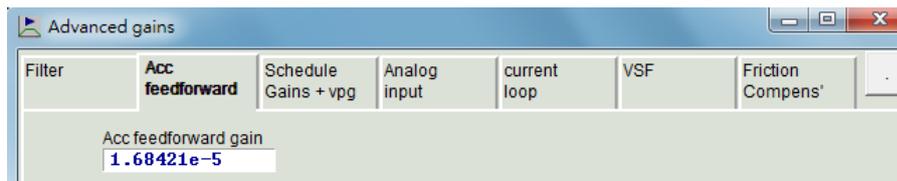


圖6.6.2.3 加速度前饋增益

- Step 8. 觀察Position Error是否降低，如圖6.6.2.4所示，可發現加速段中的跟隨誤差由圖6.6.2.2的90 counts降低為65 counts。



圖6.6.2.4 加入加速度前饋增益結果

### 6.6.3 增益切換時間表與速度迴路增益

#### ■ 增益切換時間表 ( Schedule Gains )

一個完整的運動可大略分為三個階段 ( 參閱節3.7 ) :

- 移動階段 ( Move ) : 路徑規劃開始到路徑規劃結束。
- 整定階段 ( Settling ) : 路徑規劃結束到到到階段。
- 到到階段 ( In-position ) : 輸出到到訊號。

增益切換時間表主要目的是將伺服增益透過增益切換時間表來調整各個運動階段 ( Move、Settling、In-position ) 所要輸出的伺服剛性。各階段增益的調整是以比例方式實施，設定為1時表示使用原伺服增益，設定小於1時表示該階段調降增益。以下為各階段所對應的參數：

- 移動階段 ( Move ) : sg\_run。
- 整定階段 ( Settling ) : sg\_stop。
- 到到階段 ( In-position ) : sg\_idle。

假設CG = 0.5、sg\_run = 1.2，即表示在移動階段時，實際作用的伺服增益變為 $0.5 \times 1.2 = 0.6$ 。

整定階段與到到階段也是用相同的設定方法，將原本固定不變的伺服增益，透過增益切換時間表來適時切換增益，以符合各運動階段的到到需求。

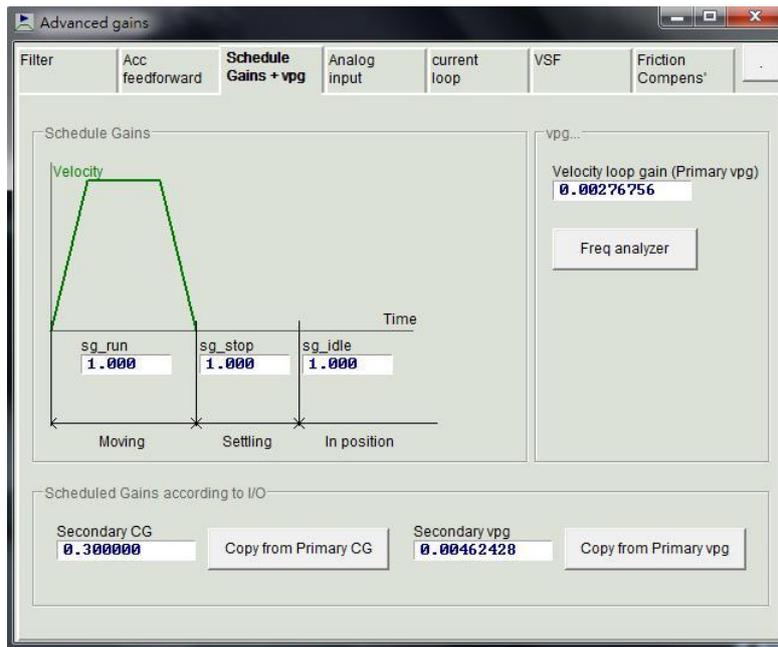


圖6.6.3.1 增益切換時間表

### ■ 速度迴路增益 ( Velocity loop gain · vpg )

速度迴路增益 ( vpg ) 是D2T-LM系列驅動器的一個內部控制參數，通常在參數設定中心會以使用者設定之各參數來計算其初始值。一般狀況下不須修改，但使用者也可以藉由Freq analyzer來重新調整其值，步驟如下：

- Step 1. 首先，按下Freq analyzer按鈕，會出現如圖6.6.3.2之畫面。
- Step 2. 按下Enable按鈕。

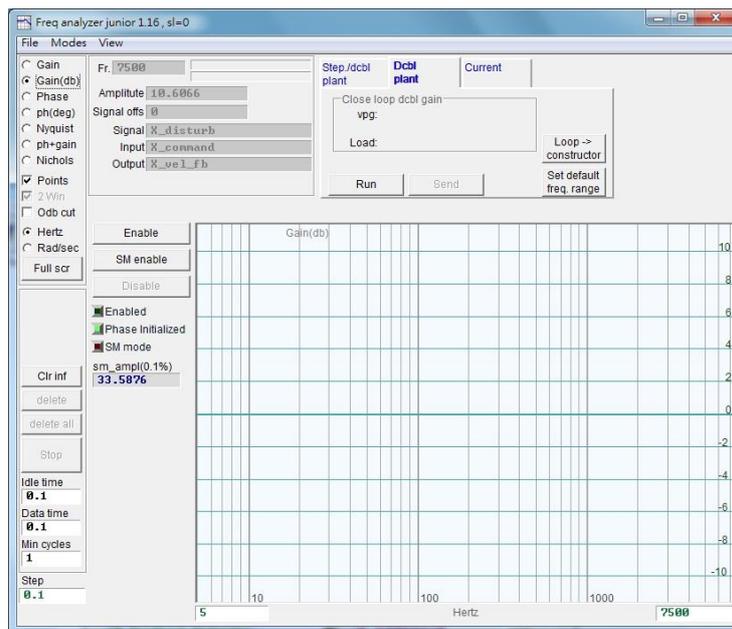


圖6.6.3.2

Step 3. 按下Run按鈕啟動頻率分析。馬達會由低頻振動然後漸漸發出高頻聲響，一開始馬達呈低頻振動，之後會漸漸發出高頻聲響。待執行完畢，即繪製出如圖6.6.3.3之響應圖。

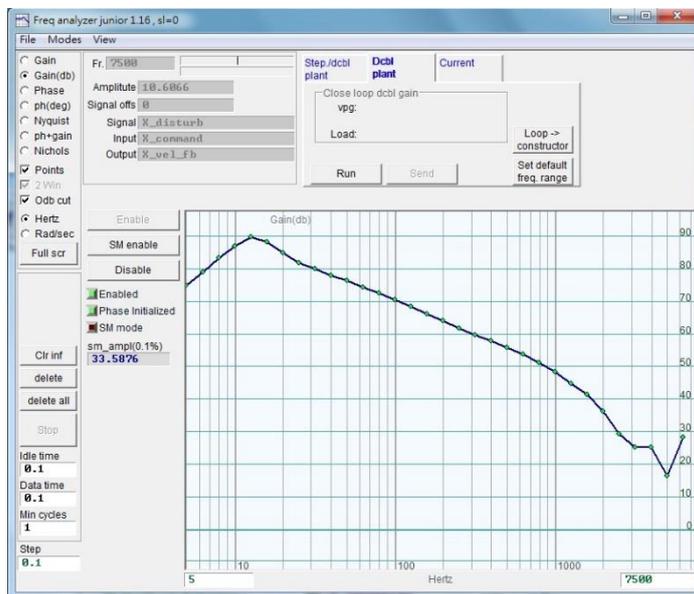


圖6.6.3.3

Step 4. 左鍵點擊響應圖畫面，會出現一條-20dB的游標線。按著滑鼠左鍵拖動游標線，使其靠近頻率響應線，如圖6.6.3.4。拉線的同時，會重新計算增益並顯示vpg之數值。游標線往畫面下方拉，代表增益增強；往畫面上方拉，代表增益減弱。

Step 5. 按下Send按鈕將速度迴路增益值傳入驅動器。欲保存該設定，請記得將其存入驅動器的Flash記憶體內。

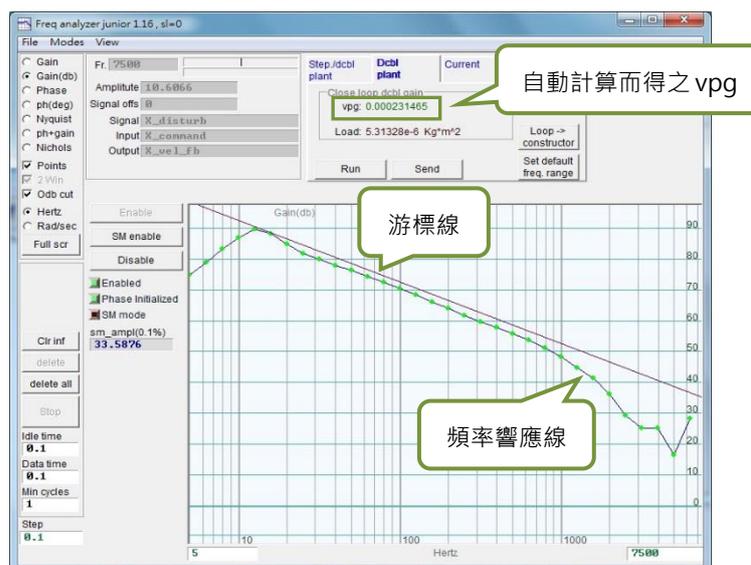


圖6.6.3.4

## 6.6.4 類比輸入偏壓修正

當使用者使用電壓模式時，由上位控制器送過來的電壓命令有可能因種種因素而含有直流偏壓，會導致命令失真，進而影響性能。此時，可利用此功能來進行電壓修正補償。只要在下圖畫面按下Set Offset按鈕，即可自動量測並修正偏移量。

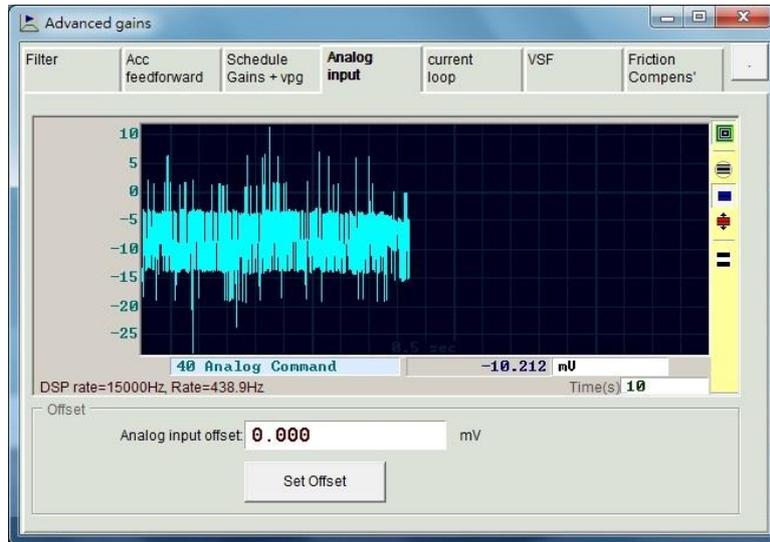


圖6.6.4.1 類比電壓輸入

## 6.6.5 電流迴路

電流迴路的增益值 $K_i$ 及 $K_p$ ，基本上在參數設定中心選擇馬達型式時，已經依照馬達的參數計算而出，通常不須再調適。不過馬達參數如果未設定正確，可以使用本功能來實施調整。

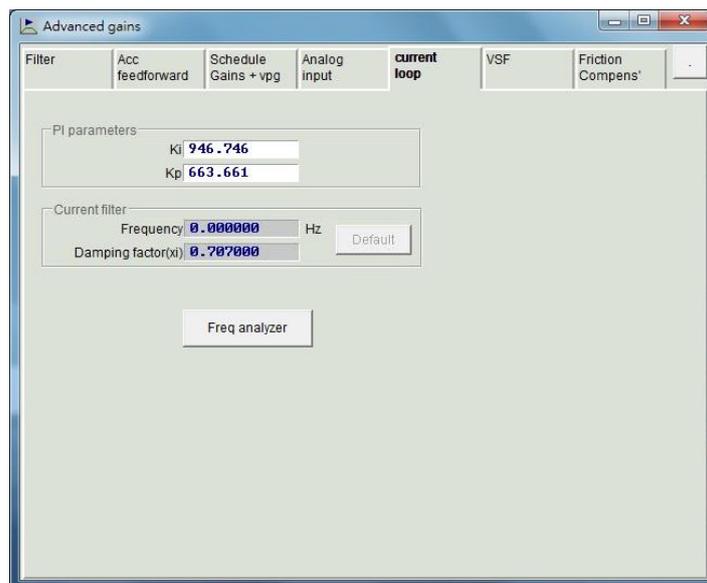


圖6.6.5.1 電流迴路

## 6.6.6 振動抑制濾波器

振動抑制濾波器 ( VSF ) 用來抑制馬達在運動過程中所產生的振動，尤其當負載的機構為懸臂樑時，振動特別明顯。使用者可透過Advanced gains視窗的VSF頁籤設定Frequency與VSF factor，勾選enable VSF來達到振動抑制的效果。Frequency的設定範圍為0.1~200Hz，VSF factor的設定範圍為0.7~1.5，建議將VSF factor的值設定為1.0 ( 同預設值 )。注意，馬達在移動的過程中，不可勾選或取消勾選enable VSF，否則馬達會產生不可預期的振動及錯誤。

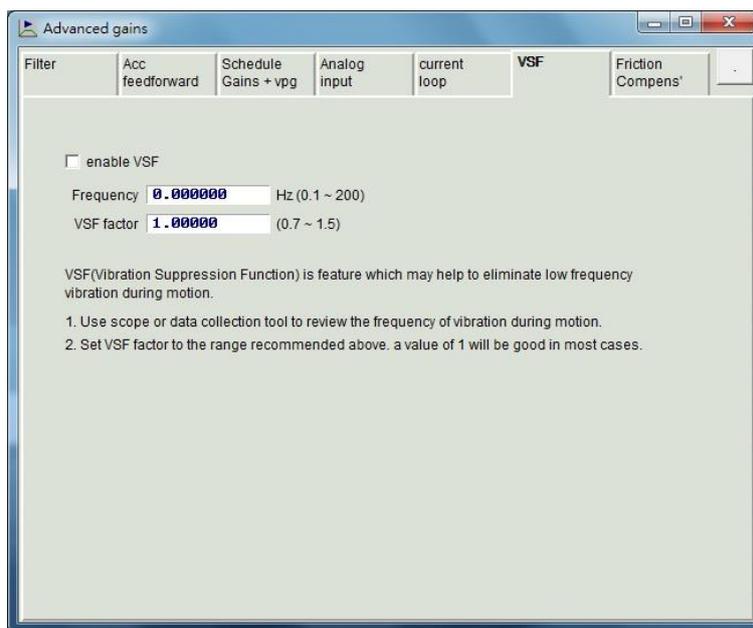


圖6.6.6.1 振動抑制濾波器

以下為找尋振動頻率的方法及開啟振動抑制濾波器的操作步驟：

- Step 1. 設定欲規劃的加減速度、速度及行程，並使馬達來回移動。
- Step 2. 開啟Scope，觀察跟隨誤差 ( Position Error ) 與速度命令 ( Reference Velocity )，如圖6.6.6.2所示。
- Step 3. 在Scope視窗右方點選  ( Plot view ) 以分析擷取波形。

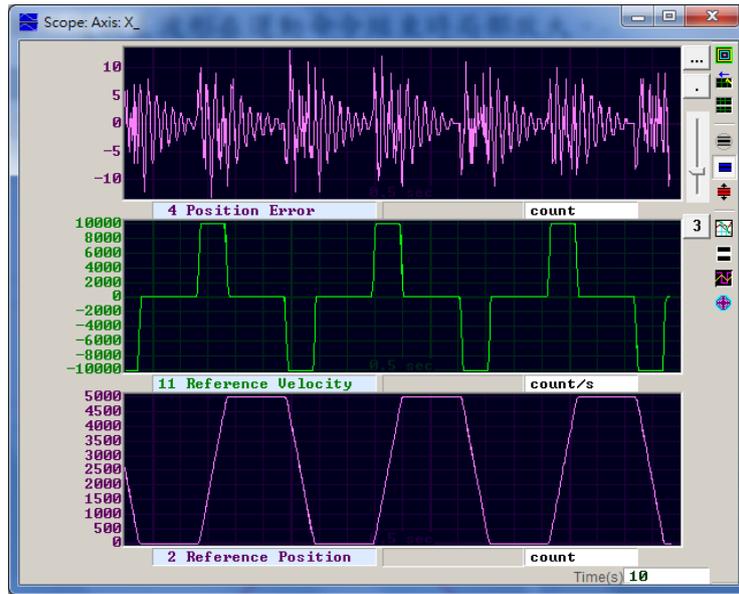


圖6.6.6.2

Step 4. 在運動命令結束時，將跟隨誤差圖形放大。先在視窗上選定範圍，如圖6.6.6.3所示，再點選視窗上方 鈕，將選取範圍放大，相關操作請參閱節6.5。

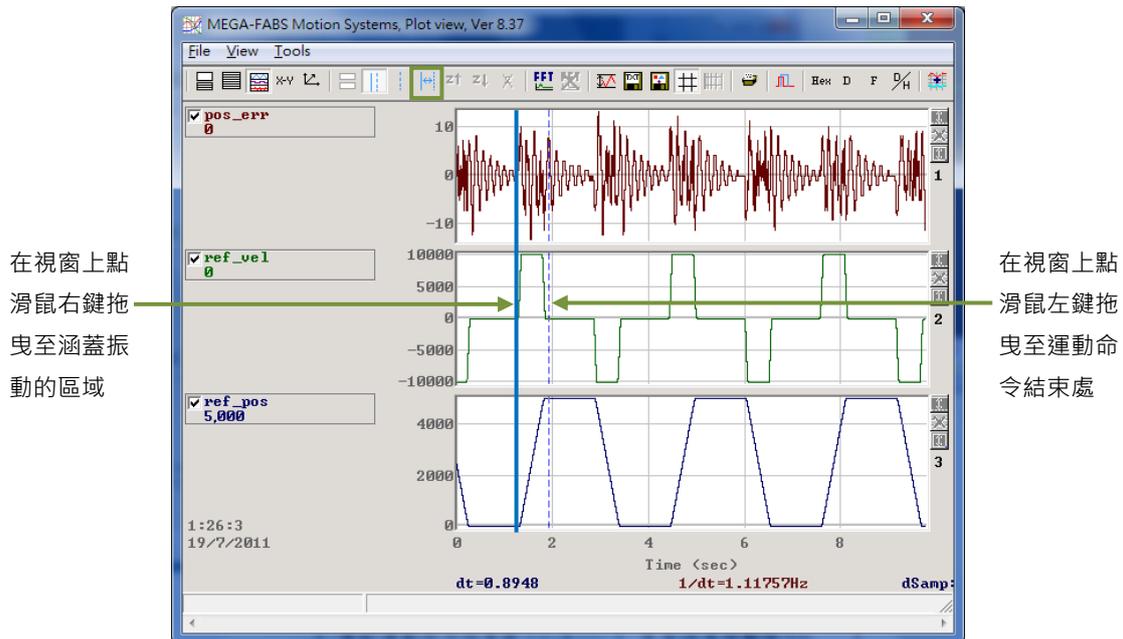


圖6.6.6.3

Step 5. 點選Plot view視窗上方 鈕，開啟快速傅立葉轉換的操作視窗，並對pos\_err執行快速傅立葉轉換，如圖6.6.6.4所示。

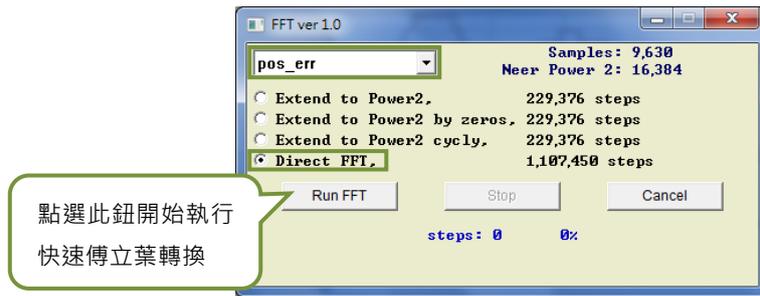


圖6.6.6.4

Step 6. 執行完快速傅立葉轉換後，會得到如圖6.6.6.5的視窗。

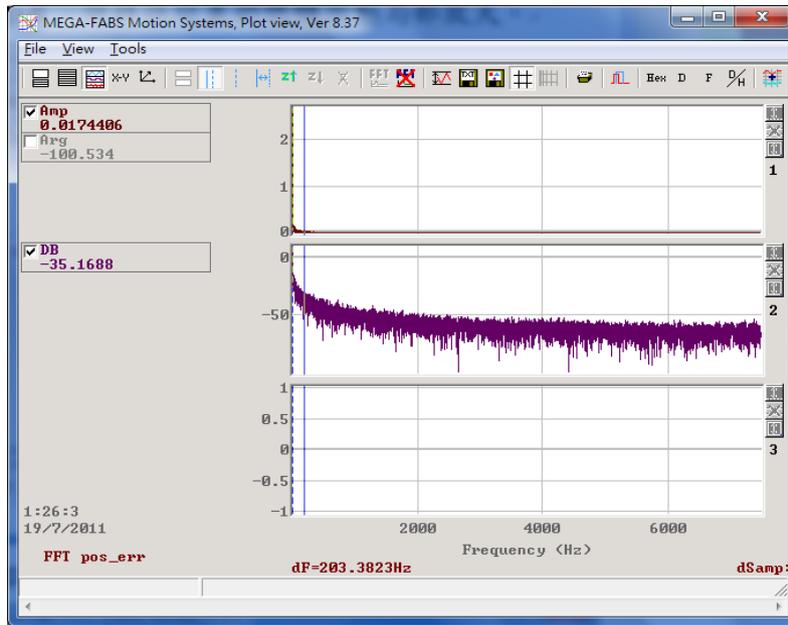


圖6.6.6.5

Step 7. 局部放大低頻處，並觀察最大振幅的振動頻率，如圖6.6.6.6所示。

Step 8. 將低頻振動頻率的數值( 圖中為6.7Hz )輸入至Advanced gains視窗，VSF頁籤的Frequency欄位。

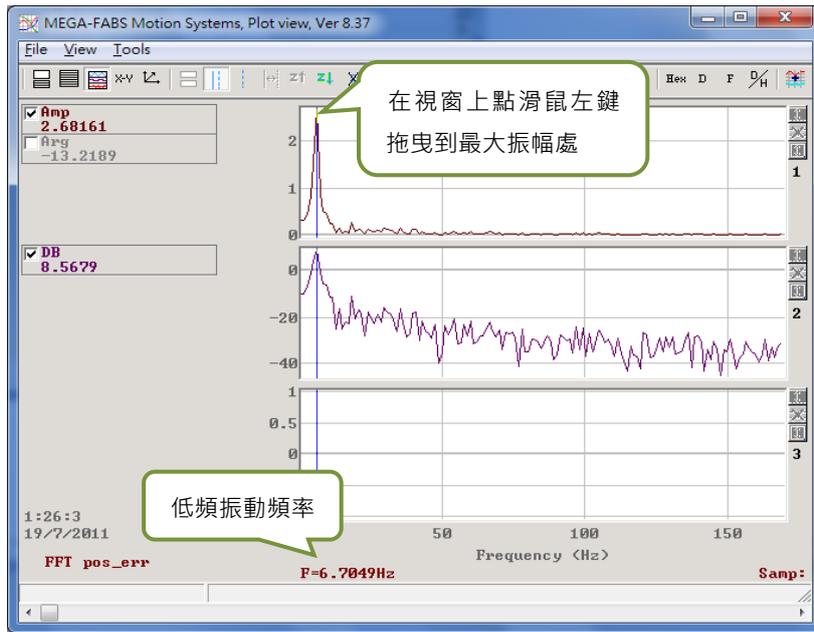


圖6.6.6.6

Step 9. 勾選enable VSF以開啟振動抑制濾波器，如圖6.6.6.7所示。注意：不可在馬達運動過程中勾選或取消勾選enable VSF。

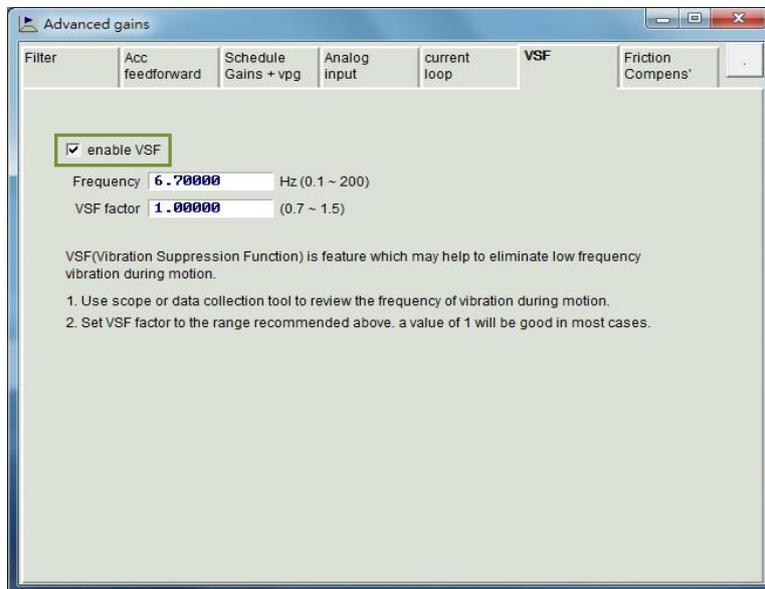


圖6.6.6.7

Step 10. 開啟振動抑制濾波器後，可發現Scope上的跟隨誤差在馬達停止時已經變小，如圖6.6.6.8所示。



未開啟振動抑制濾波器 | 開啟振動抑制濾波器

圖6.6.6.8

## 6.6.7 摩擦力補償

在操作傳動元件時，總是會存在機械類的摩擦而影響運動的效率與功能。D2T-LM系列驅動器提供摩擦力補償 ( friction compensation ) 功能作為降低摩擦力影響的方法，如圖6.6.7.1所示。

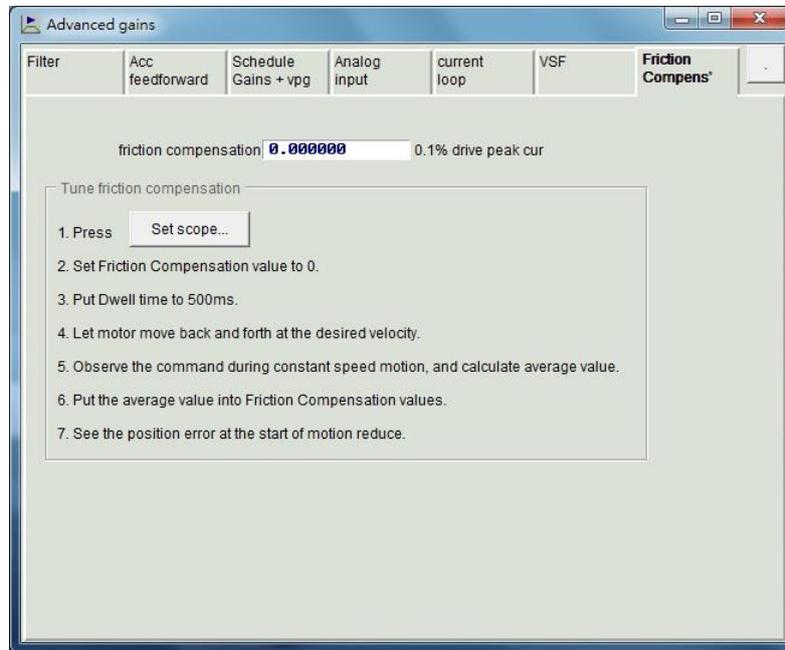


圖6.6.7.1

Lightening人機介面規範了一組方便的步驟，只須完成每項敘述，即可成功加入摩擦力補償：

- Step 1. 按下Set scope...按鈕，會顯示出圖形示波器的畫面。
- Step 2. 將圖6.6.7.1中的friction compensation設為0。
- Step 3. 設定運動休息時間 ( Dwell time ) 為500ms。
- Step 4. 設定欲規劃的速度，並使馬達來回移動。可藉由觀察圖形示波器內的跟隨誤差決定是否有加入摩擦力補償的需求。若馬達啟動時的跟隨誤差較大，如圖6.6.7.2左半邊所示，則可試著加入摩擦力補償，改善誤差情況。
- Step 5. 觀察馬達在等速段時的Command Current，並計算其平均值。如本例圖6.6.7.2所示，Command Current的平均值為20。
- Step 6. 將Step 5得到的平均值填入friction compensation。
- Step 7. 觀察馬達起始運動時的跟隨誤差是否有降低，如圖6.6.7.2右半邊所示，可發現開啟摩擦力補償確實降低了跟隨誤差。

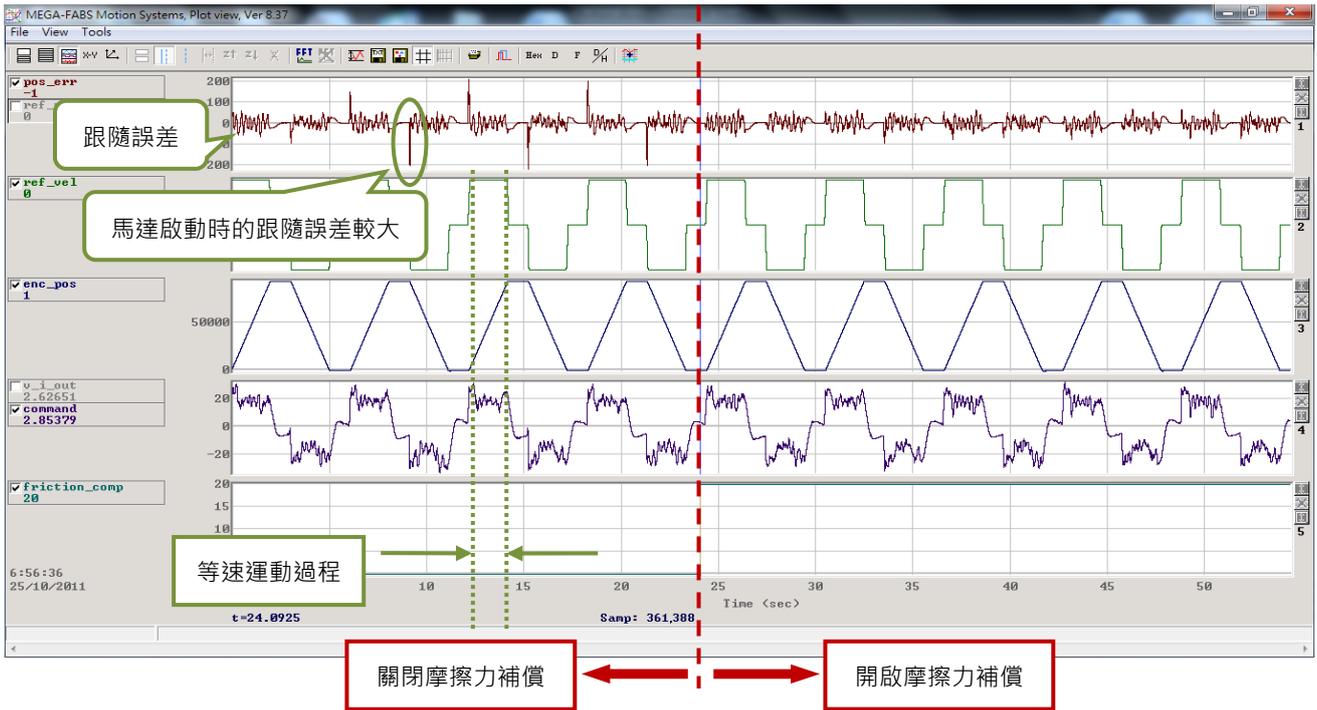


圖6.6.7.2 摩擦力補償結果比較圖

## 6.7 Loop constructor

Loop constructor提供使用者確認控制系統的穩定性。內有Nyquist、Nichols和Bode等頻譜分析工具，並提供使用者調整濾波器與增益值（vpg、vig、ppg和CG）。透過此功能，使用者可直接調整參數以觀察控制系統的頻率響應。點選Lightening介面Tools選單內的Loop constructor（如圖6.7.1），以開啟Loop constructor介面（如圖6.7.2）。

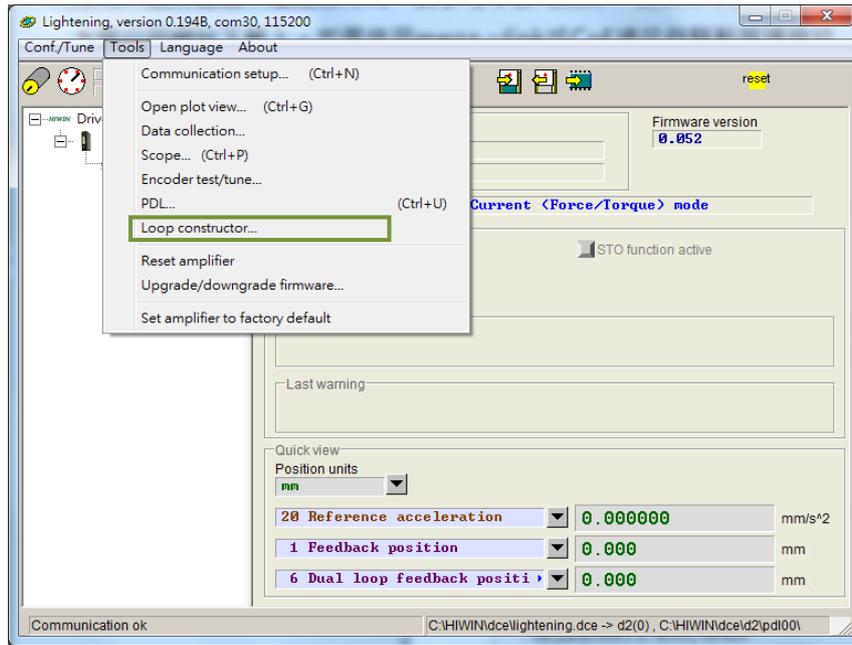


圖6.7.1 開啟Loop constructor



圖6.7.2 Loop constructor介面

## 6.7.1 檔案讀檔 / 存檔

使用Loop constructor分析控制系統前，須先載入控制系統和增益參數，可由Loop constructor介面File選項內的Load載入。有三種載入方法：Load plant + gains from file...、Load plant from file...與Load gains from file...，如圖6.7.1.1所示。

- (1) Load plant + gains from file...：載入.lop檔，此檔為載入控制系統和增益參數。
- (2) Load plant from file...：載入.fgr檔，此檔為載入控制系統。
- (3) Load gains from file...：載入.gns檔，此檔為載入增益參數。

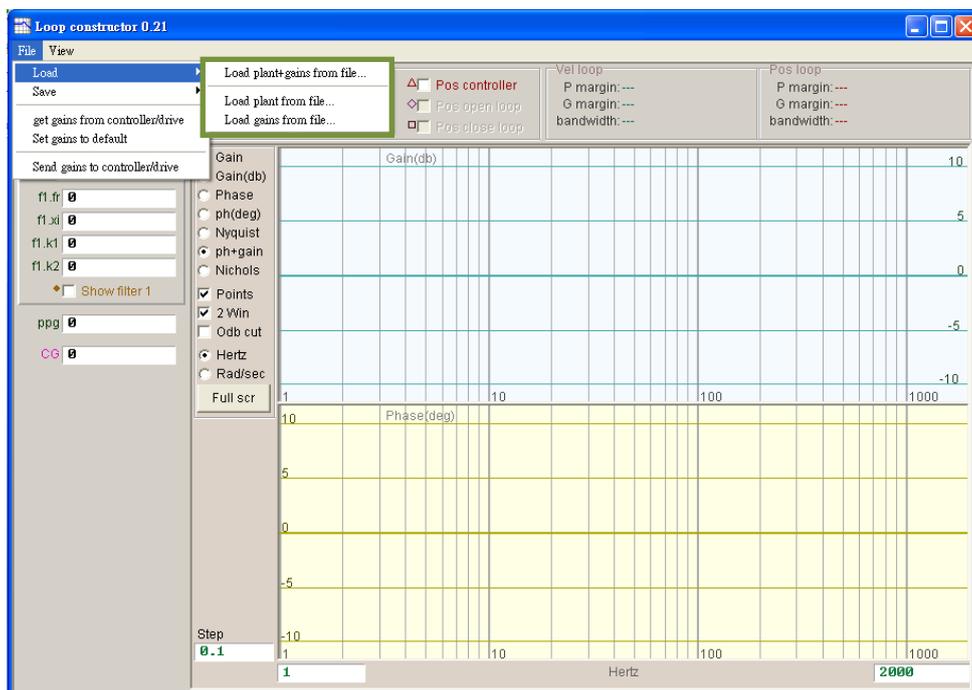


圖6.7.1.1 Loop constructor - load data form file

使用Loop constructor分析控制系統後，若有儲存控制系統和增益參數的需求，可由Loop constructor介面File選項的Save儲存。有三種儲存方法：Save plant + gains to file...、Save plant to file...與Save gains to file...，如圖6.7.1.2所示。

- (1) Save plant + gains to file...：儲存.lop檔，此檔為儲存控制系統和增益參數。
- (2) Save plant to file...：儲存.fgr檔，此檔為儲存控制系統。
- (3) Save gains to file...：儲存.gns檔，此檔為儲存增益參數。



圖6.7.1.2 Loop constructor - save data to file

## 6.7.2 Tool

Loop constructor的頻譜分析工具，可分析模擬控制系統的Nyquist、Bode和Nichols圖。利用此功能，使用者可以得到控制系統的頻率響應。

### 6.7.2.1 頻率響應函數

頻率響應可以用動態系統的轉移函數表示，為動態系統輸入訊號與輸出訊號的相對關係。圖6.7.2.1.1為驅動器控制架構圖。

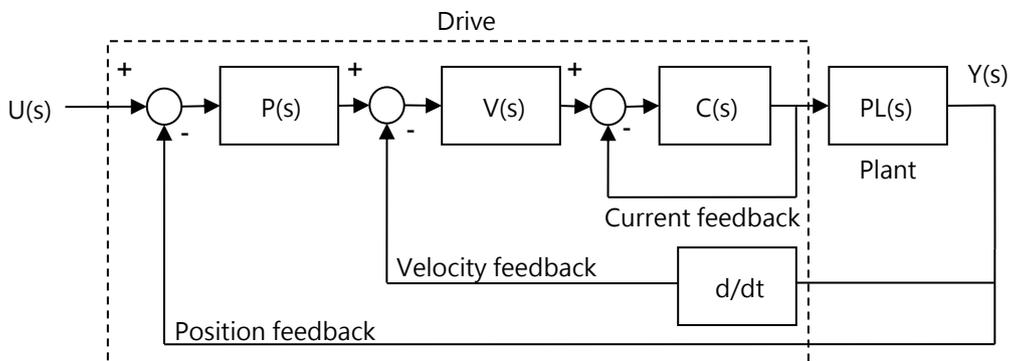


圖6.7.2.1.1 驅動器控制架構

- U(s)：系統輸入，為驅動器命令。
- Y(s)：系統輸出，為編碼器的位置回授。
- Plant：PL(s)為驅動器命令與位置回授的關係，包含機械平台、馬達和回授系統。
- Controller：P(s)為位置迴路控制器，V(s)為速度迴路控制器，C(s)為電流迴路控制器。
- Open loop：開迴路系統的轉移函數為 $G(s) = P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s)$ ，忽略所有回授訊號。
- Close loop：閉迴路的轉移函數如下行所示。

$$T(s) = \frac{P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s)}{\left(\frac{d}{dt}\right) \times P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s) + P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s)}$$

### 6.7.2.2 Nyquist

Loop constructor的Nyquist可分析模擬控制系統的Vel open loop與Pos open loop；使用勾選的方式選擇分析模擬Vel open loop或Pos open loop的Nyquist圖，亦可同時選擇分析模擬兩種迴路。圖6.7.2.2.1為Pos open loop的Nyquist圖，滑鼠游標移至Nyquist圖上的曲線會顯示頻率響應值以利分析控制系統。

- (1) Vel open loop：控制系統的速度開迴路頻率響應。
- (2) Pos open loop：控制系統的位置開迴路頻率響應。

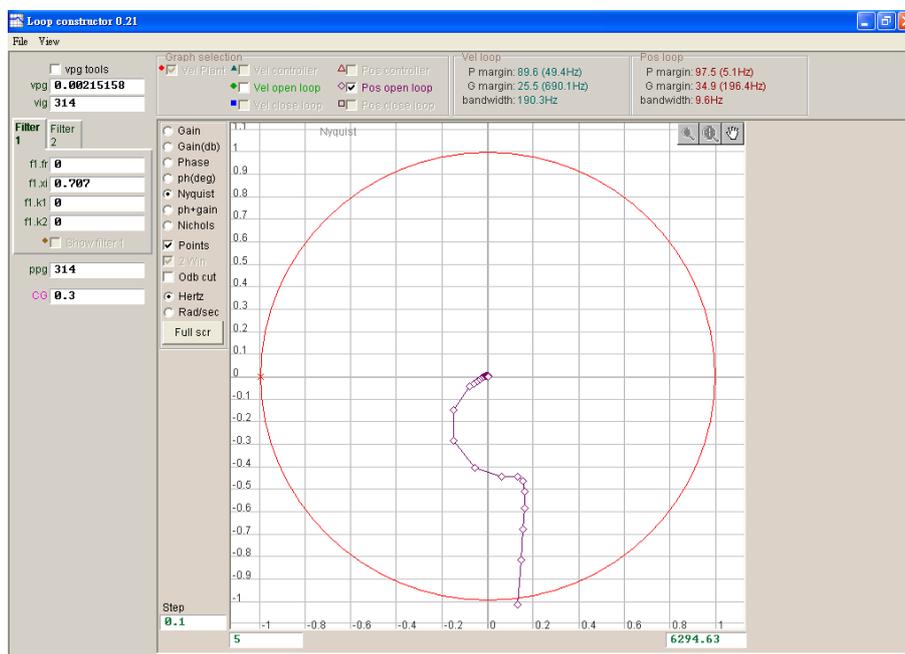


圖6.7.2.2.1 Pos open loop的Nyquist圖

## 6.7.2.3 Bode

Loop constructor的ph+gain可分析模擬控制系統的Vel controller、Vel open loop、Vel close loop、Pos controller、Pos open loop與Pos close loop；使用勾選的方式選擇分析模擬velocity loop或position loop的Bode圖，亦可同時選擇分析模擬六種迴路。圖6.7.2.3.1為Vel close loop與Pos close loop的Bode圖，滑鼠游標移至Bode圖上的曲線會顯示頻率響應值以利分析控制系統。

- (1) Vel controller：速度控制器的頻率響應。
- (2) Vel open loop：控制系統的速度開迴路頻率響應。
- (3) Vel close loop：控制系統的速度閉迴路頻率響應。
- (4) Pos controller：位置控制器的頻率響應。
- (5) Pos open loop：控制系統的位置開迴路頻率響應。
- (6) Pos close loop：控制系統的位置閉迴路頻率響應。



圖6.7.2.3.1 Vel close loop與Pos close loop的Bode圖

## 6.7.2.4 Nichols

Loop constructor的Nichols可分析模擬控制系統的Vel open loop與Pos open loop；使用勾選的方式選擇分析模擬Vel open loop或Pos open loop的Nichols圖，亦可同時選擇分析模擬兩種迴路。圖6.7.2.4.1為Vel open loop與Pos open loop的Nichols圖，滑鼠游標移至Nichols圖上的曲線會顯示頻率響應值以利分析控制系統。

- (1) Vel open loop：控制系統的速度開迴路頻率響應。
- (2) Pos open loop：控制系統的位置開迴路頻率響應。

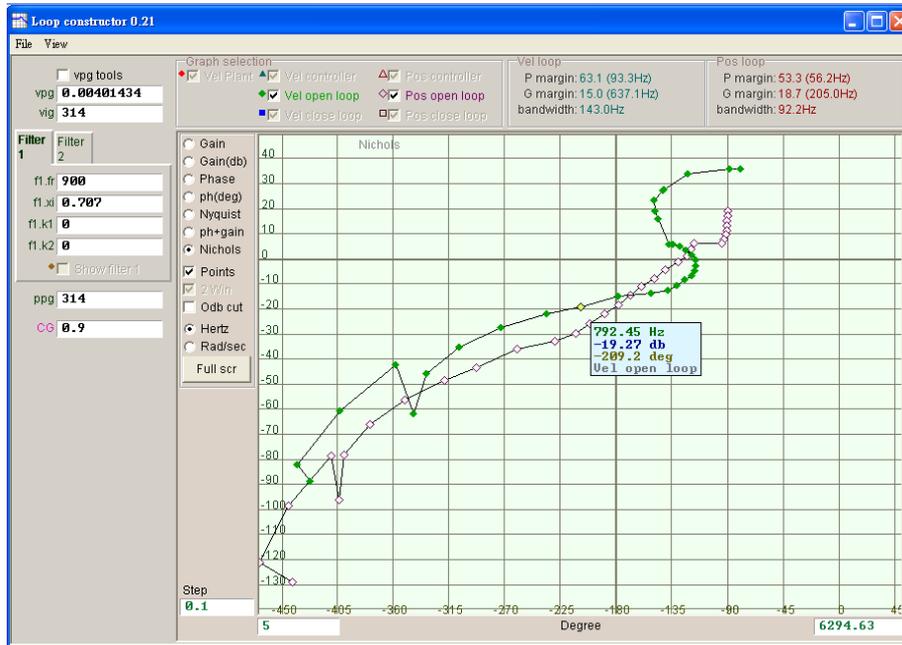


圖6.7.2.4.1 Vel open loop與Pos open loop的Nichols圖

### 6.7.3 濾波器

驅動器的控制迴路提供兩個濾波器可同時使用，用於抑制高頻雜訊、機台震動或結構剛性的不足等。

#### 6.7.3.1 Low pass filter

控制迴路中低通濾波器，用於抑制高頻雜訊或機台震動等。圖6.7.3.1.1為低通濾波器的波德圖，修改濾波器參數 ( fr、xi ) 會影響各種控制迴路分析的頻率響應。

- (1) fr：濾波器截止頻率，單位Hz。對一般應用而言，設500Hz就可以有良好的效果，其他狀況可考慮向下調整，但是太小的截止頻率會降低控制性能。
- (2) xi：濾波器阻尼比，其範圍為0~1。
- (3) k1：低通濾波器 = 0。
- (4) k2：低通濾波器 = 0。

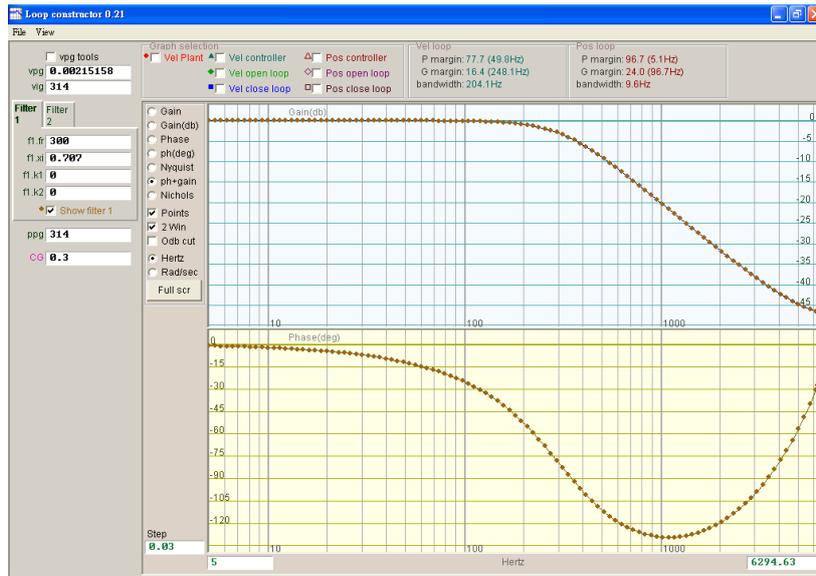


圖6.7.3.1.1 Low pass filter

## 6.7.3.2 Notch filter

當機構系統有不適當的共振頻率，而無法藉由機構修正、設計補強來消除該共振現象時，可利用陷波濾波器來改善問題。圖6.7.3.2.1為陷波濾波器的波德圖，修改濾波器參數 ( fr、xi ) 會影響各種控制迴路分析的頻率響應。

- (1) fr：濾波器截止頻率，單位Hz。
- (2) xi：濾波器阻尼比，其範圍為0~1。越接近0，濾波頻段越窄；越接近1，濾波頻段越寬。
- (3) k1：低通濾波器 = 0。
- (4) k2：低通濾波器 = 1。

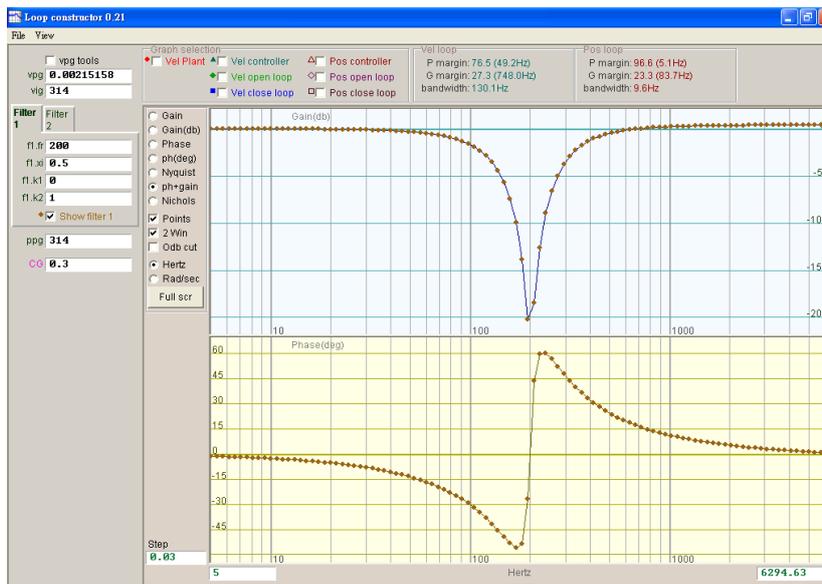


圖6.7.3.2.1 Notch filter

## 6.7.4 增益調適

Loop constructor提供速度迴路與位置迴路的增益值，以及伺服增益 ( Common gain · CG · 參閱節6.6 )，如圖6.7.4.1所示。使用者可利用這些參數做增益調適，模擬增益調適後控制系統的穩定性。



圖6.7.4.1 Loop constructor – 增益調適

### (1) Velocity loop

速度迴路的增益：vpg與vig。vpg為速度迴路的比例增益值，vig為速度迴路的積分增益值。

- vpg：調整vpg會影響速度迴路的暫態響應並增加速度迴路的頻寬。
- vig：調整vig會影響速度迴路的穩態誤差，但過度調整可能會造成系統不穩定。

### (2) Position loop

位置迴路的增益：ppg。ppg為位置迴路的比例增益值。

- ppg：調整ppg會影響位置迴路的暫態響應並增加位置迴路的頻寬。

## 6.7.5 頻譜分析

Loop constructor提供速度迴路和位置迴路的phase margin ( P margin )、gain margin ( G margin ) 與 bandwidth，如圖6.7.5.1所示。使用者可利用此功能做增益調適，模擬增益調適後控制系統的穩定性。詳細功能說明請參閱節3.6。



圖6.7.5.1 Loop constructor – P margin與G margin

## 6.8 編碼器訊號確認

編碼器在伺服馬達控制中扮演重要的角色，它提供驅動器位置或角度資訊，以達成伺服迴路的控制。在D2T-LM系列驅動器中，可透過人機介面來確認編碼器輸出訊號是否正常。

### ■ 編碼器訊號確認功能

由Performance center視窗中點選或功能表單Tools內的Encoder test/tune，即可開啟此功能視窗來觀察編碼器的讀值或訊號是否異常，如圖6.8.1所示。

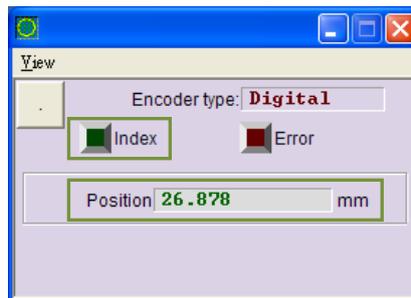


圖6.8.1 數位編碼器

### ■ 確認編碼器讀值

數位式編碼器的訊號主要為兩個相位差90°的數位脈波訊號，在D2T-LM系列驅動器中，可利用本功能觀察編碼器的讀值是否正確。例如：用手推動一段已知距離來觀察讀到的Position是否與所推的距離相同。

### ■ 確認Index訊號

編碼器的Z相訊號可透過圖6.8.1中的Index燈號來確認訊號是否有正常接收，當驅動器讀到Z相訊號時，畫面上的Index燈號會閃一下綠光。

## 6.9 誤差補償功能

馬達的精度通常是由定位平台上使用的線性編碼器來決定，一般會使用雷射干涉儀來量測並校正其定位精度，藉此取得定位誤差表。D2T-LM系列驅動器具有誤差補償 ( error map ) 功能，將誤差表經由人機介面輸入至驅動器且記憶起來，驅動器利用該資訊在固定距離之間，以線性內插的方式計算補償值，達到提高定位精度的功能。

在定位精度量測後取得誤差表，須先設定補償間距 ( Interval ) 與補償總點數 ( Total points )，再將誤差補償值逐一輸入表格內。

註1：誤差補償表是以原點為起點，往正方向進行補償，故請先完成歸原點動作後，再開啟誤差補償功能。

註2：當上位控制器須接收來自驅動器的回授脈波輸出，又要開啟誤差補償功能時，請將Encoder頁籤內的Encoder output設為Use emulated encoder。

### 6.9.1 誤差補償操作說明

開啟誤差補償功能之步驟說明如下：

Step 1. 打開Application center選擇Error Map頁籤，即可開啟誤差補償功能頁面，如圖6.9.1.1所示。



圖 6.9.1.1 Error map 畫面

Step 2. 設定補償間距 ( Interval ) 與補償總點數 ( Total points ) ，且在誤差 ( Error ) 表格內輸入誤差補償值。欲使用不同的慣用單位，亦可以點選不同的單位設定。以圖6.9.1.2為例，補償範圍為0~1,000mm，補償間距為100mm，補償總點數為11點。圖6.9.1.2中Error欄位的值來自雷射干涉儀誤差量測，每個值代表在各個目標位置之定位誤差。例如目標位置為100mm時，雷射量測回報到達100.002mm的位置。



已修改之補償值尚未存入驅動器 Flash 所顯示的提醒

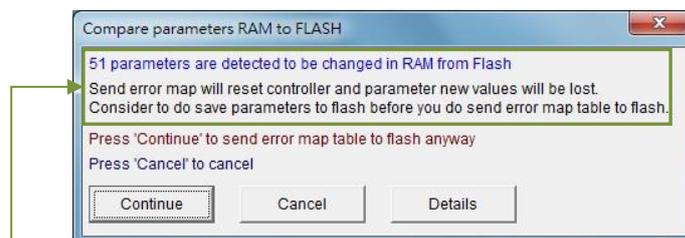
圖6.9.1.2 誤差補償參數設定

註1：誤差補償值輸入表格內時，所輸入數值會以四捨五入的格式轉換成編碼器解析度的整數倍數。例如編碼器解析度為2μm，若輸入補償值為1μm，則程式會強制轉換成2μm；若輸入0.5μm，則轉換為0μm。

註2：因為顯示精度只到小數點第三位，所以請選擇適當的Position及Error單位。

Step 3. 勾選啟動誤差補償表選項  Error map enable 。

Step 4. 點選功能表單上Flash內的Send table to Flash選項。此時若尚有其它誤差補償之外的參數有修改且尚未存入Flash內，則會顯示以下視窗。若無誤差補償之外的參數未存入Flash，則跳至Step 6。



目前誤差補償之外的參數與驅動器Flash內不同。若點選Continue將誤差補償參數存入Flash，則將會因驅動器強制Reset動作而遺失資料。

圖6.9.1.3

Step 5. 按下Cancel按鈕，前往主畫面將馬達參數存入Flash，儲存完畢後再重新執行Step 4。

Step 6. 出現confirm視窗，按下確定按鈕將誤差補償參數存入Flash內，儲存完畢後驅動器會自動執行Reset。



圖6.9.1.4

## 6.9.2 啟動誤差補償

設定上述誤差補償的相關參數後，驅動器即具備誤差補償的能力，只要馬達完成歸原點的動作，驅動器即啟動誤差補償。對D2T-LM系列驅動器來說，完成歸原點的方式有以下兩種，可擇一使用。

### ■ 搭配上位控制器歸原點

首先設定I/O的Home OK,start err. map輸入功能（參閱節5.4），以圖6.9.2.1為例，此功能設在I2。當上位控制器以脈波命令或是電壓命令傳送運動命令給驅動器，讓馬達移動至原點並停止下運動命令後，上位控制器必須經由其數位控制輸出端送訊號給I2。驅動器收到該訊號時，即認為歸原點完成，會開啟誤差補償的功能。

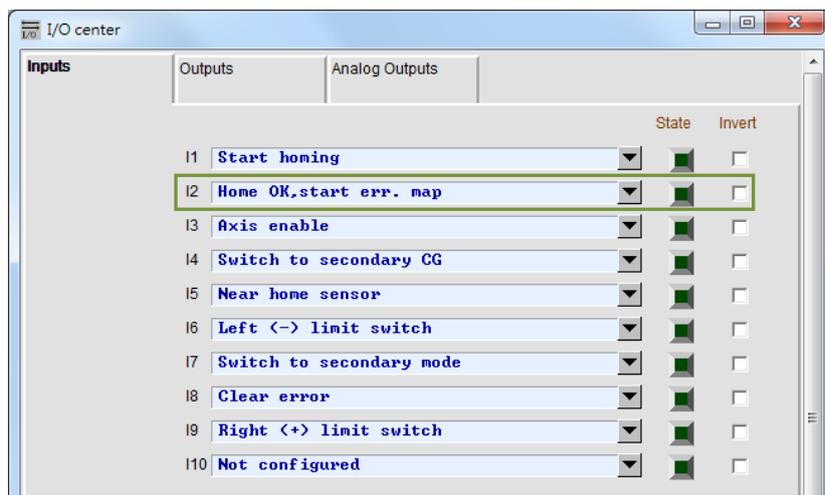


圖6.9.2.1 原點旗標I/O設定

■ 獨立作業模式歸原點

開啟Performance center視窗後，執行歸原點  (參閱節6.2)。

如何確認誤差補償功能是否開啟

使用者想確認誤差補償功能是否已正在作用中，可以到Error Map視窗內的Status中，觀察Error map active是否亮綠燈，有的話表示誤差補償功能已開啟。

6.9.3 誤差表之存檔與讀檔

建立完成的誤差補償值可直接存入磁碟內，亦可直接由磁碟讀取檔案。如下圖所示，點選工具列的File做存取。如節6.9.1所述，功能表單之Flash內的Send table to flash可以把補償表存入驅動器中的Flash記憶體。請注意，主畫面上的Save to Flash按鈕  (參閱節5.7.1) 並不會主動儲存誤差補償表至驅動器的Flash記憶體中。

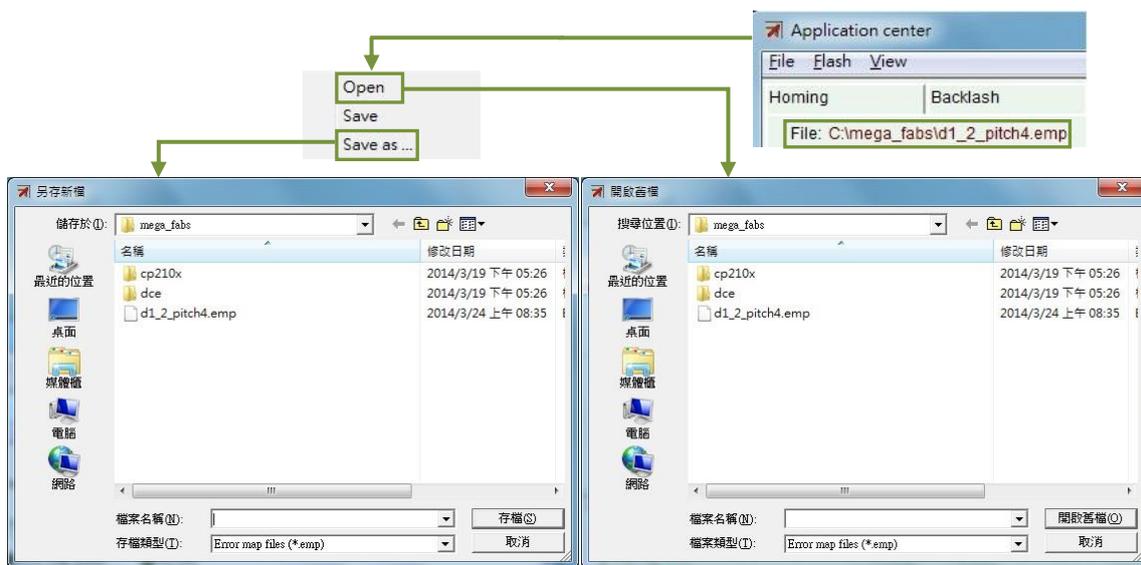


圖6.9.3.1

6.9.4 更改誤差補償起始點

欲更改誤差補償起始點，請選擇工具列View內的Advanced，會出現圖6.9.4.1。請在Start position欄位內輸入所需要的補償起始點。另外，在畫面右邊按下Next按鈕時，馬達會往前走一個interval的間距；按下Previous按鈕時，馬達會往回走一個interval的間距。Status內的Error數值會被更新為當下位置所對應的誤差補償值。Error map圖上的紅點為Encoder數值，而Feedback position = Encoder數值+Error數值。

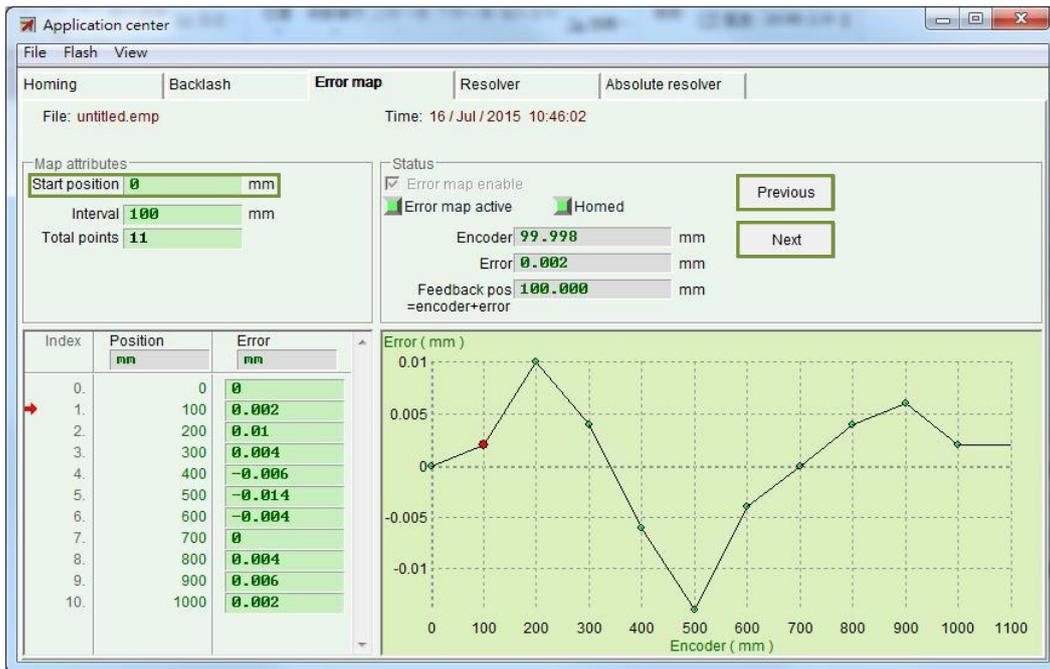
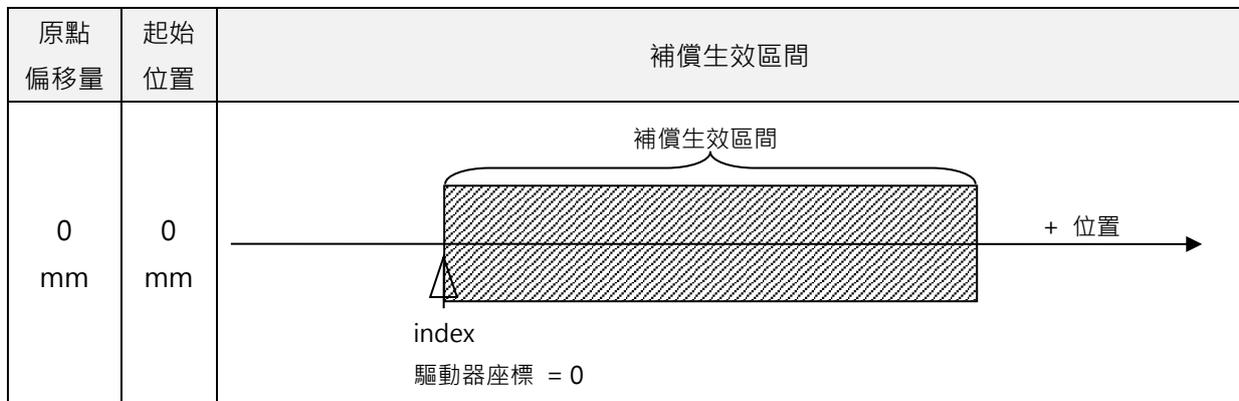


圖6.9.4.1

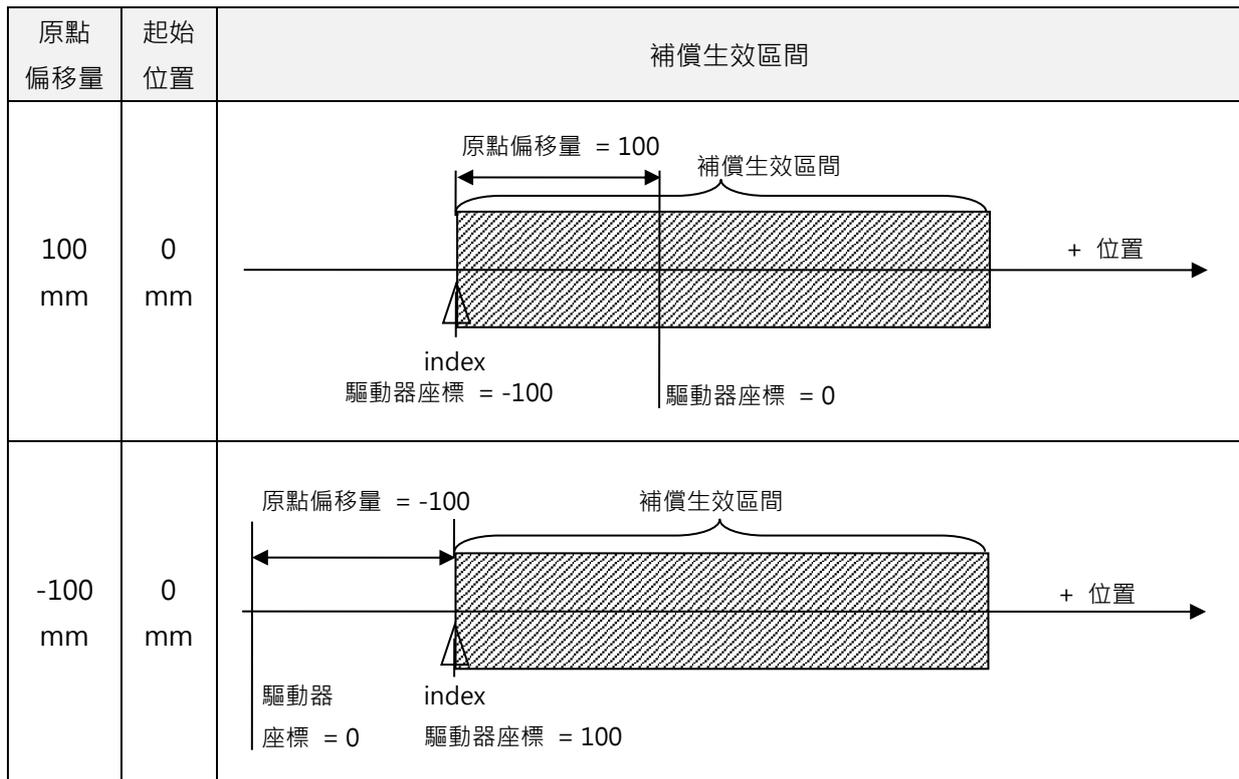
■ Home offset = 0與Start position = 0時

當原點偏移量與起始位置皆為零，誤差補償表的有效範圍是以index為分界，由index往正方向的區域為補償生效的區間，往負方向的區域則不會有補償效果。



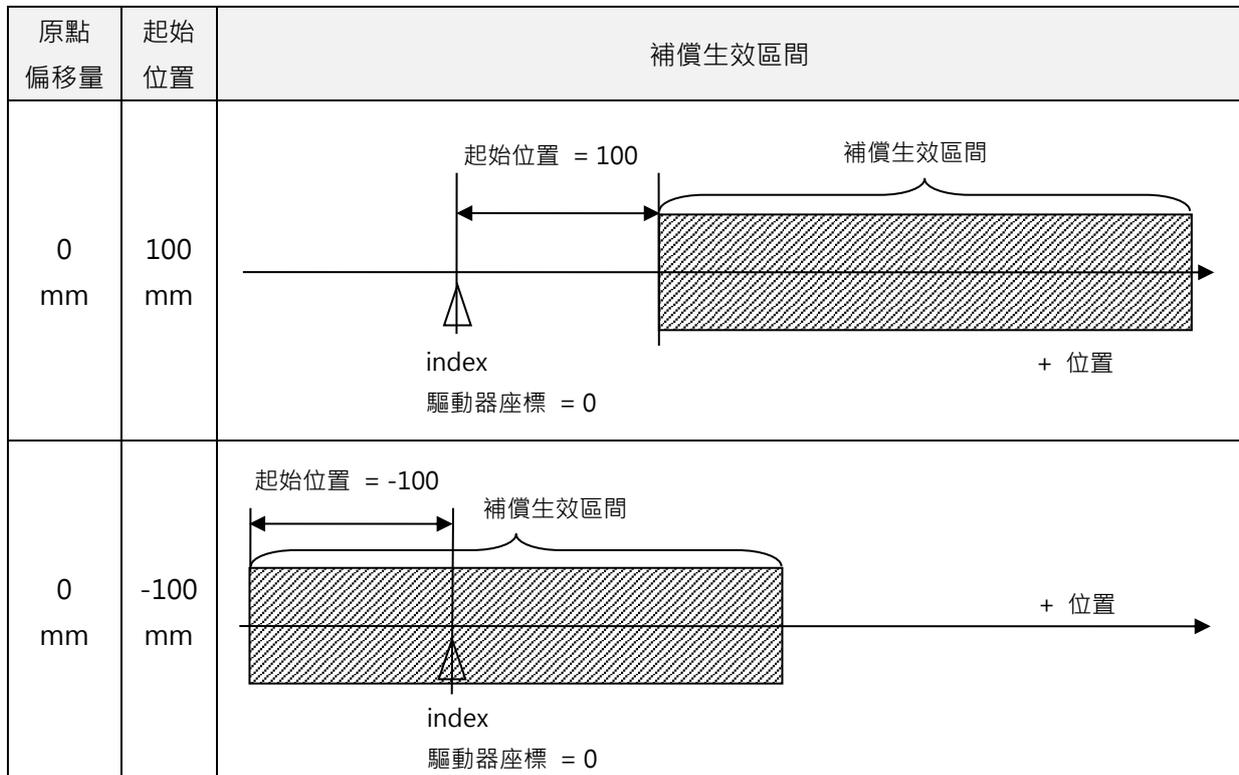
■ Home offset ≠ 0與Start position = 0時

當原點偏移量不為零、起始位置為零，誤差補償的生效區間與原點偏移量和起始位置皆為零的情形完全相同。



■ Home offset = 0與Start position ≠ 0時

當原點偏移量為零、起始位置不為零，誤差補償的生效區間會以index為參考點，隨起始位置的值作相對應的移動。



■ Home offset ≠ 0與Start position ≠ 0時

當原點偏移量與起始位置皆不為零，誤差補償的生效區間不會隨著原點偏移量改變，但會隨起始位置的值移動。

原點偏移量	起始位置	補償生效區間
50 mm	100 mm	<p>起始位置 = 100 原點偏移量 = 50 index 驅動器座標 = -50 驅動器座標 = 0 + 位置</p>
100 mm	50 mm	<p>原點偏移量 = 100 起始位置 = 50 index 驅動器座標 = -100 驅動器座標 = 0 + 位置</p>
50 mm	-100 mm	<p>起始位置 = -100 原點偏移量 = 50 index 驅動器座標 = -50 驅動器座標 = 0 + 位置</p>
100 mm	-50 mm	<p>起始位置 = -50 原點偏移量 = 100 index 驅動器座標 = -100 驅動器座標 = 0 + 位置</p>

原點 偏移量	起始 位置	補償生效區間
-50 mm	100 mm	<p>原點偏移量 = -50 起始位置 = 100 補償生效區間 驅動器座標 = 0 index 驅動器座標 = 50 + 位置</p>
-100 mm	50 mm	<p>原點偏移量 = -100 起始位置 = 50 補償生效區間 驅動器座標 = 0 index 驅動器座標 = 100 + 位置</p>
-50 mm	-100 mm	<p>起始位置 = -100 原點偏移量 = -50 補償生效區間 驅動器座標 = 0 index 驅動器座標 = 50 + 位置</p>
-100 mm	-50 mm	<p>原點偏移量 = -100 起始位置 = -50 補償生效區間 驅動器座標 = 0 index 驅動器座標 = 100 + 位置</p>

原點 偏移量	起始 位置	補償生效區間
100 mm	100 mm	<p>原點偏移量 = 起始位置 = 100</p> <p>index 驅動器座標 = -100</p> <p>補償生效區間</p> <p>驅動器座標 = 0</p> <p>+ 位置</p>
-100 mm	-100 mm	<p>原點偏移量 = 起始位置 = -100</p> <p>補償生效區間</p> <p>驅動器座標 = 0</p> <p>index 驅動器座標 = 100</p> <p>+ 位置</p>

# 7. LCD

---

7. LCD .....	7-1
7.1 面板說明 .....	7-2
7.2 顯示說明 .....	7-2

## 7.1 面板說明

主要顯示驅動器伺服的激磁狀態、警報或警告訊息、以及該伺服軸軸名。

註：D2T-LM機種不支援編輯參數等功能。

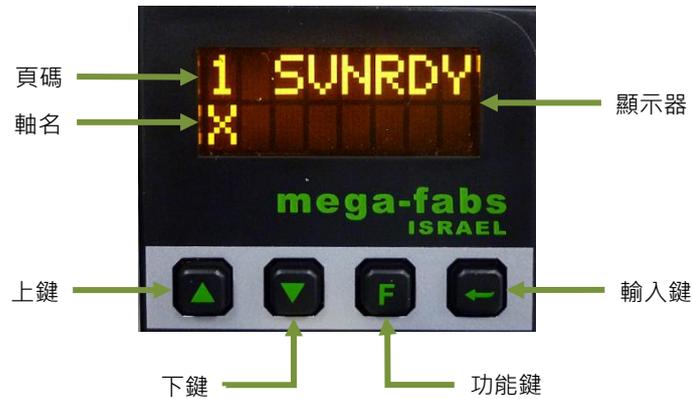


圖7.1.1 LCD面板

表7.1.1面板功能說明

名稱	功能
顯示器	顯示變更參數值、狀態、參數、動作等。
頁碼	LCD 顯示共分 4 頁，左上角會顯示當下的頁碼。
軸名	軸名顯示於首頁 ( 頁碼 1 )，可於人機主畫面進行修改，請參閱節 5.1.3。若有警報或警告時，也會顯示各訊息。
上鍵	D2T-LM 機種不支援。
下鍵	D2T-LM 機種不支援。
功能鍵 ( F 鍵 )	D2T-LM 機種不支援。
輸入鍵	D2T-LM 機種不支援。

## 7.2 顯示說明

驅動器電源輸入時，顯示器首先會顯示驅動器伺服的激磁狀態，下表為激磁狀態的LCD顯示符號說明。

表7.2.1 激磁狀態的LCD顯示符號說明

LCD顯示符號	說明
SV RDY	伺服已激磁
SVNRDY	伺服未激磁

D2T-LM系列驅動器偵測到警報或警告時，會在第二行顯示警報或警告訊息，如圖7.2.1所示。警報及警告訊息的LCD顯示符號說明分別如表7.2.2、表7.2.3所示。

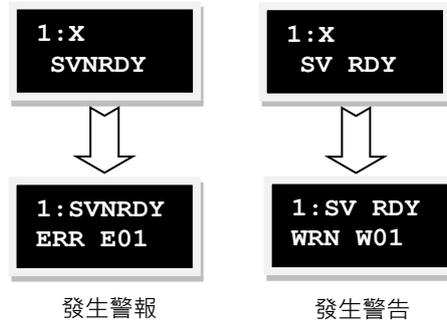


圖7.2.1

表7.2.2 警報訊息的LCD顯示符號說明

No.	LCD顯示符號	顯示在Lightening上的警報訊息
1	ERR E01	Motor short ( over current ) detected
2	ERR E02	Over voltage detected
3	ERR E03	Position error too big
4	ERR E04	Encoder error
6	ERR E06	Motor maybe disconnected
7	ERR E07	Amplifier over temperature
9	ERR E09	Under voltage detected
10	ERR E10	5V for encoder card fail
11	ERR E11	Phase initialization error
12	ERR E12	Serial encoder communication error
13	ERR E13	Hall Sensor Error
15	ERR E15	Current Control Error
17	ERR E17	Hybrid deviation too big
18	ERR E18	STO active
19	ERR E19	HFLT inconsistent error
21	ERR E21	Incompatible motor model and drive
22	ERR E22	DC bus voltage abnormal
23	ERR E23	EtherCAT interface is not detected
24	ERR E24	CiA-402 homing error
25	ERR E25	Fan fault error
26	ERR E26	Drive overload error

表7.2.3 警告訊息的LCD顯示符號說明

No.	LCD顯示符號	顯示在Lightening上的警告訊息
1	WRN W01	Left SW limit
2	WRN W02	Right SW limit
3	WRN W03	Left HW limit
4	WRN W04	Right HW limit
5	WRN W05	Servo voltage big
6	WRN W06	Position error warning
7	WRN W07	Velocity error warning
8	WRN W08	Current Limited
9	WRN W09	Acceleration Limited
10	WRN W10	Velocity Limited
11	WRN W11	Both HW limits are active
12	WRN W12	I2T Warning
13	WRN W13	Homing Fail
14	WRN W14	Pulse command and homing conflict
15	WRN W15	Absolute encoder battery warning
16	WRN W16	Wrong absolute position

## 8. 保護功能

8.	保護功能 .....	8-1
8.1	運動保護 .....	8-2
8.2	位置與速度誤差保護 .....	8-5
8.2.1	跟隨誤差限制 .....	8-5
8.2.2	跟隨誤差與速度誤差警告 .....	8-5
8.3	煞車保護 .....	8-6
8.4	極限保護 .....	8-8
8.4.1	硬體極限保護 .....	8-8
8.4.2	軟體極限保護 .....	8-8
8.5	過溫保護 .....	8-10
8.5.1	軟體過溫保護 .....	8-10
8.5.2	驅動器過溫保護 .....	8-10
8.6	驅動器過電壓保護 .....	8-11

## 8.1 運動保護

主要功能為在馬達運動過程中，限制或指定馬達輸出之最大速度、最大加減速度、緊急停止減速度等。當由上位控制器送來之脈波命令或電壓命令，其相對應的速度和加速度太大時，此保護功能會作動，並將運動特性限制在所設定的限制值以內。而驅動器會依各操作模式的不同而有不同的保護功能，以下為各模式之適用參數。

表8.1.1

操作模式 \ 限制參數	速度	加速度	減速度	緊急停止減速度
位置模式	○	○	○	○
速度模式	○	○	○	○
推力 / 轉矩模式	○	X	X	X
獨立作業模式	○	○	○	○

註：○表示有作用、X表示無作用。

### ■ 速度、加減速度限制

點選進入Performance center，即可顯示運動保護的設定畫面，如下圖。另外，亦可點選進入Protection center，在Protection頁籤中的Motion parameters可觀察到同一組運動保護的設定值，但這部分只可顯示，無法寫入。

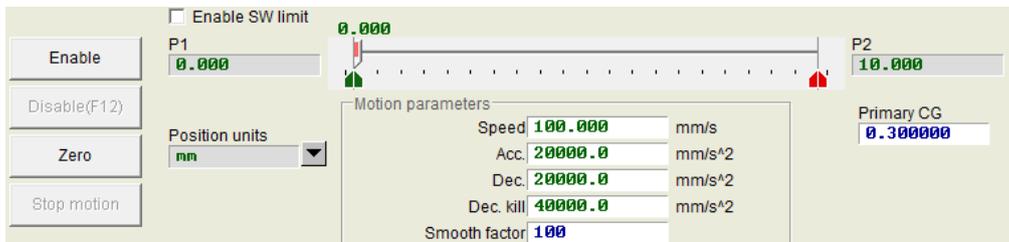


圖8.1.1

表8.1.2

參數名稱	說明	預設值
Speed	設定運動過程中馬達輸出的最大速度。	100 mm/s
Acc.	設定運動過程中馬達輸出的最大加速度。	20,000 mm/s <sup>2</sup>
Dec.	設定運動過程中馬達輸出的最大減速度。	20,000 mm/s <sup>2</sup>
Dec. kill	設定緊急停止時馬達輸出的減速度。	2 * Acc
Smooth factor	平滑係數。	100

在圖8.1.1之Motion parameters欄內，可顯示運動的最大速度、最大加減速度，其單位可依使用者的慣用單位在單位設定 ( Position units ) 處點選。這些設定除了用於運動保護上，也同時作為試運轉的參數。所以當使用者在使用Performance center的運動功能 ( P2P、Relative move、Jog ) 後，請務必再次確認Motion parameters中的數據是否為使用者的運動保護設定值，如圖8.1.2。在位置模式或速度模式中，務必將Acc.與Dec.之設定值再乘上10倍，避免被運動保護功能限制。若忽略此動作，使用上位控制器送運動命令時可能無法達成預期的速度或加減速度。

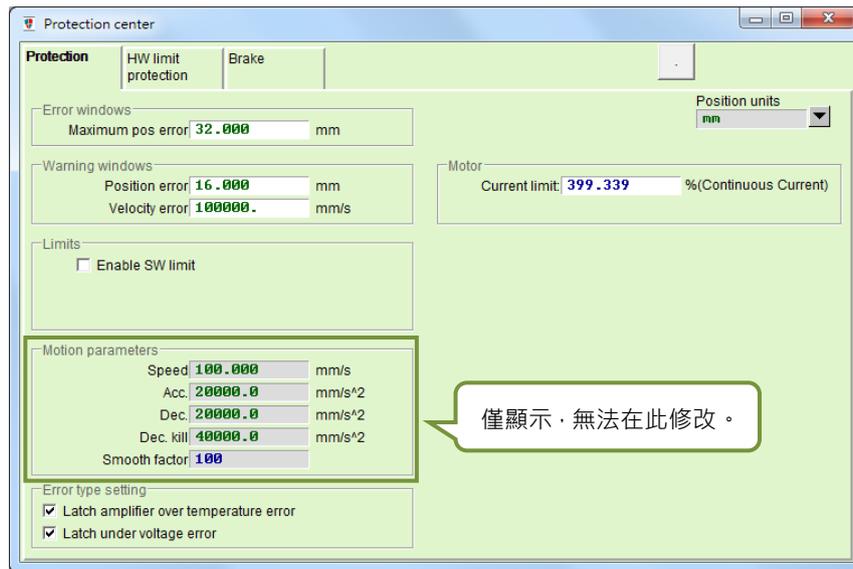


圖8.1.2

### ■ 取消速度、加減速度限制

在位置模式時，Smooth factor設定為0，表示驅動器的速度、加減速度限制功能被取消，馬達運動完全來自上位控制器的路徑規畫之脈波命令，使用者可依需求來決定是否要取消驅動器的限制功能。

### ■ 緊急停止減速度的適用範圍

在下述情況下，將會啟動緊急停止減速度 ( Dec. kill )：

- 在位置與速度模式下，當運動中的馬達解激磁進入緊急停止狀況時的減速度。
- 在Performance center中執行P2P或Relative move時，按下Stop motion後的減速度。
- 執行歸原點動作時，找到原點後的減速度。
- 在Jog模式下，停止Jog運動時的減速度。

Dec. kill適用於須高減速度的情況下，故建議使用馬達的最大能力來設定，計算公式如下：

峰值電流 =  $\min(\text{馬達峰值電流}, \text{驅動器峰值電流})$ ；

旋轉運動：Dec. kill =  $(\text{峰值電流} \times \text{轉矩常數}) / \text{負載慣量}$ 。

## ■ 平滑運動

平滑運動功能是為了使運動過程之加減速度段，馬達出力於負載之衝擊程度降低，藉由平滑係數 ( Smooth factor ) 的設定達到此目的。此參數是利用移動平均濾波器 ( moving average filter，如圖8.1.3所示 ) 的樣本個數來設計，濾波時間常數與Smooth factor的關係如下：

非CoE機種 濾波時間常數 = Smooth factor × 0.5333 ms ；

CoE機種 濾波時間常數 = Smooth factor × 0.5 ms 。

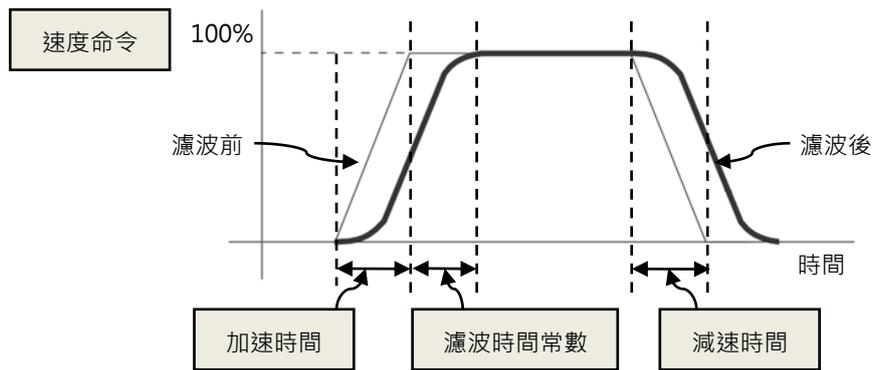


圖8.1.3

Smooth factor的值介於1~500之間，值越大表示衝擊越小，值為1表示無平滑功能。加大平滑係數會因為馬達出力的衝擊降低，而在某些情形下有助於定位過程最後的整定性能，但是越平滑的運動也不可避免地增加路徑規劃時間 ( Move time )，參閱節3.7。欲取得兩者平衡，必須實際在機台上測試，並調適之。

## 8.2 位置與速度誤差保護

### 8.2.1 跟隨誤差限制

在伺服控制上存在著跟隨誤差。馬達移動時，通常跟隨誤差也會變大。而一些外在因素也有可能造成跟隨誤差變得異常大，例如機構上的軸承或線性滑軌因為缺乏潤滑導致的高摩擦、繞線或線槽鏈條過緊、異物入侵馬達行程、馬達撞到異物或檔塊、位置編碼器異常或受干擾等狀況。為了避免種種異常導致跟隨誤差過大，D2T-LM系列驅動器設有一跟隨誤差框 ( Error windows )。當跟隨誤差超出此框時，驅動器會產生警報訊息『Position error too big』並進入緊急停止程序，依序送出煞車訊號並解激磁馬達。其設定請參照圖8.2.1.1中之maximum pos error。



圖8.2.1.1

表8.2.1.1

參數名稱	說明
maximum pos error	最大跟隨誤差限制值。
Position error	跟隨誤差警告值。
Velocity error	速度誤差警告值。

### 8.2.2 跟隨誤差與速度誤差警告

除了上述跟隨誤差的限制設定之外，D2T-LM系列驅動器亦提供提前報警的功能。當跟隨誤差 ( Position error ) 與速度誤差 ( Velocity error ) 超過Warning windows中使用使用者所設定的值時，主畫面的Status將會顯示警告訊息，提前警告使用者有異常發生。

## 8.3 煞車保護

為了保護馬達與系統結構，D2T-LM系列驅動器提供煞車訊號輸出。在此應用中有一些時序動作的議題，如馬達在Z (垂直) 方向行進間，驅動器接收到解激磁命令後，若在高速下直接啟動煞車機構，會產生極大震動，容易造成機構的損害。此外，若是太早將馬達解激磁，則有機構與馬達下滑的危險。D2T-LM系列驅動器具備專有的煞車參數以降低上述風險。

點選進入Protection center畫面，選擇Brake頁籤即可打開煞車時序設定頁面。使用者可透過此頁面中的Set...按鈕來設定煞車輸出腳位 (預設CN2\_BRK)。點選此鈕後會跳出I/O center的設定視窗，其設定方式可參閱節5.4.2。

### 煞車設定頁面

驅動器之煞車設定頁面如圖8.3.1所示，驅動器收到硬體輸入訊號或軟體操作解激磁後，即開始下列時序的動作：

- Step 1. 當驅動器收到解激磁命令，經過煞車啟動之延遲時間 ( delMaxEnToBrk ) 後，啟動煞車。但馬達速度若先減少至煞車啟動速度 ( vel\_stop )，則煞車會先啟動。
- Step 2. 驅動器開始啟動煞車，經過設定的煞車動作時間 ( delBrkToDis ) 之後，才會關閉後級電源將馬達解激磁。主要目的是為了完全且確實地執行煞車動作。

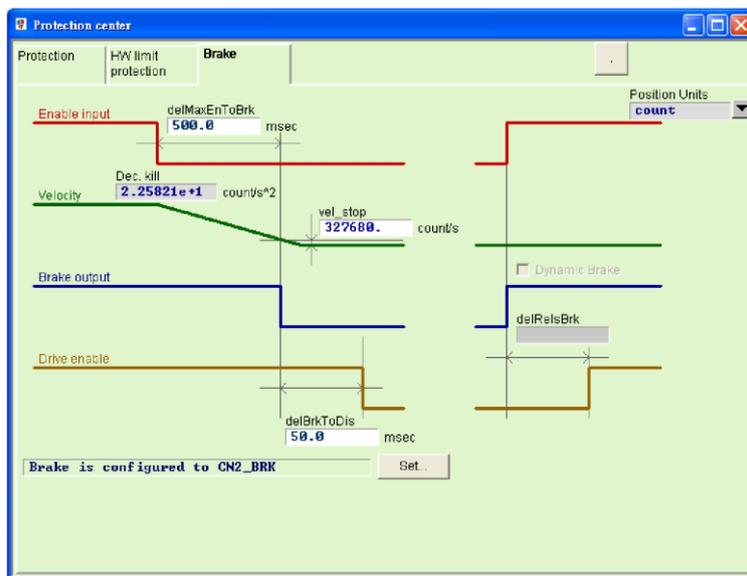


圖8.3.1

表8.3.1

參數名稱	說明
煞車啟動延遲時間 ( delMaxEnToBrk )	自收到解激磁命令後到煞車開始作動所經過的最大時間。
緊急停止減速度 ( Dec. kill )	緊急停止時，馬達煞車的減速度，參閱節8.1。
煞車啟動速度 ( vel_stop )	收到解激磁命令後，啟動煞車的速度。
煞車動作時間 ( delBrkToDis )	啟動煞車後至關閉驅動器後級電路之延遲時間。
動態煞車relay延遲時間 ( delRelsBrk )	關閉煞車後至動態煞車relay完成切換之延遲時間。 ( B、C框不支援此功能，故反灰無法設定。 )

## 8.4 極限保護

### 8.4.1 硬體極限保護

D2T-LM系列驅動器具有硬體極限保護功能，硬體極限通常為使用者在定位平台上加裝之光電開關或微動開關，用以辨識機械運動行程。馬達在碰撞到硬體極限時，會啟動緊急煞車的保護措施。硬體極限開關通常為常閉式感應器，當碰觸硬體極限開關時，驅動器將會以緊急停止減速度 ( Dec. Kill ) 來停止馬達，此時驅動器只能接受反方向移動的運動命令。

點選進入Protection center的畫面之後，選擇HW limit protection頁籤，即可打開硬體極限設定頁面。欲開啟硬體極限之功能，須勾選enable HW limit。使用者可透過此頁面中的Set...按鈕來設定硬體極限數位輸入腳位，點選此鈕後會跳出I/O center的設定視窗，其設定方式可參閱節5.4.1。

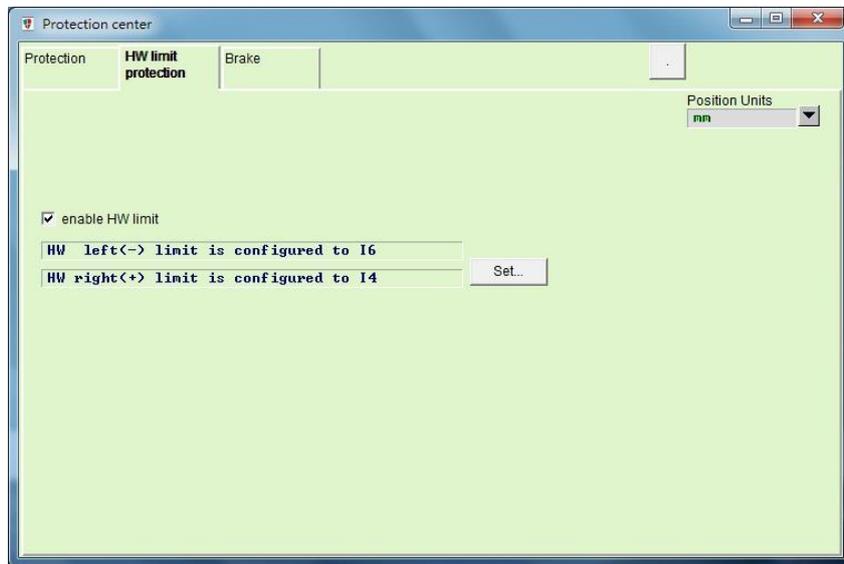


圖8.4.1.1

### 8.4.2 軟體極限保護

D2T-LM系列驅動器除了具有硬體極限保護功能之外，也可以選擇使用軟體極限保護功能，它同樣具有保護過行程的作用。當馬達抵達軟體極限的座標時，驅動器只能接受反方向移動之命令。

點選進入Protection center的畫面之後，選擇Protection頁籤，Limits欄位即為軟體極限設定畫面。使用者須先勾選enable sw limit，才能設定軟體正負極限。另外，也可在Performance center中勾選enable sw limit來啟動軟體極限保護。

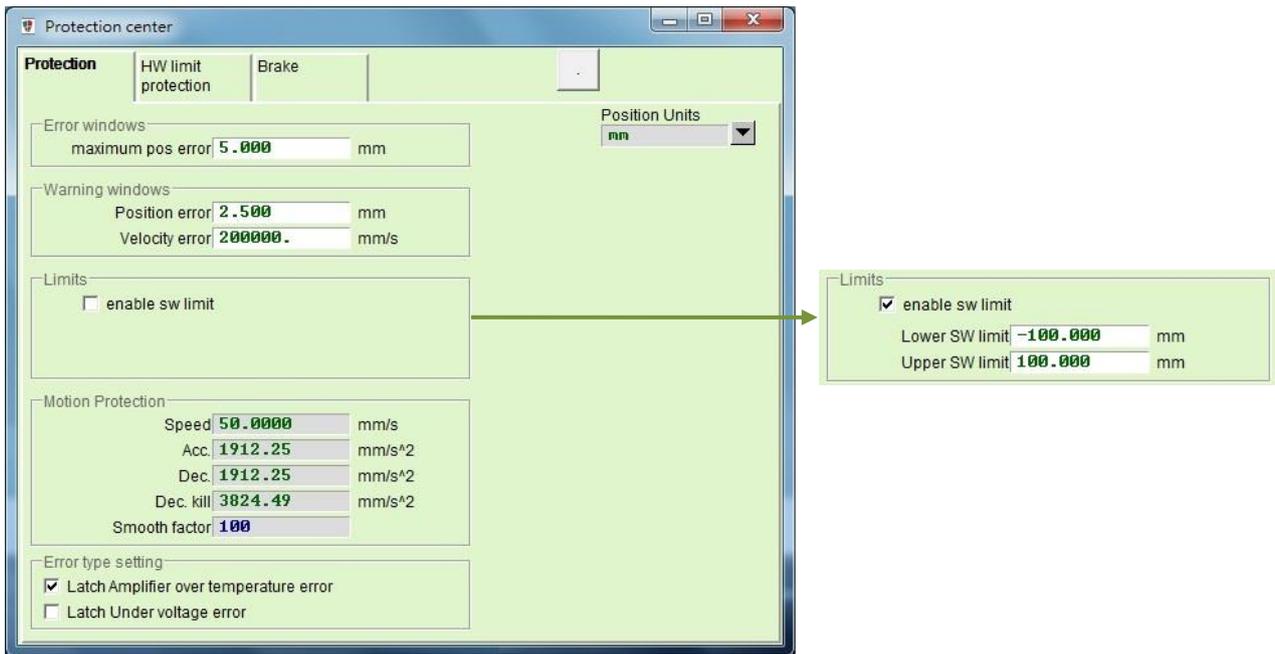


圖8.4.2.1

表8.4.2.1

參數名稱	說明
enable sw limit	是否開啟軟體極限功能，勾選為開啟。
Lower SW limit	負向軟體極限位置。
Upper SW limit	正向軟體極限位置。

## 8.5 過溫保護

### 8.5.1 軟體過溫保護

D2T-LM系列驅動器具有軟體估測馬達溫度之功能，利用電流輸出的大小來推算馬達之功率，進而反推馬達溫度。若超過馬達峰值電流過久，線性馬達之出力已超出軟體過溫保護限制門檻，驅動器會發出警告訊息『I2T warning』，並將馬達電流限制在連續電流之下來保護馬達。在Quick view中選擇I2T accumulator可觀看到目前累計的馬達溫度當量。

### 8.5.2 驅動器過溫保護

D2T-LM系列驅動器具有偵測驅動器過溫之保護功能，當驅動器本身溫度到達80°C時，將會顯示警報訊息『Amplifier over temperature』，並停止馬達運轉。

## 8.6 驅動器過電壓保護

當馬達運動進行減速時，動能會轉換成熱能消耗，剩餘的能量則會對驅動器的電容充電。但當能量超過驅動器電容所能承受的容量時，就必須透過回生電路將能量消耗在回生電阻上以保護驅動器。D2T-LM系列驅動器回生電阻的作動電壓 ( Cut-in voltage ) 為370Vdc，脫離電壓 ( Drop-out voltage ) 為360Vdc。

表8.6.1為HIWIN標準品之回生電阻的型號，使用者可視所需進行串聯或並聯使用，表8.6.2及圖8.6.1為其外觀尺寸。

表8.6.1

回生電阻型號	HIWIN品號	阻值	額定功率 / 峰值功率
RG1	050100700001	68Ω	100W / 500W
RG2	050100700009	120Ω	300W / 1500W
RG3	050100700008	50Ω	150W / 750W
RG4	050100700019	50Ω	600W / 3000W

表8.6.2

回生電阻型號	L1	L2	W	W1	H
RG1	165±2 mm	150±2 mm	40±0.5 mm	5.3±0.5 mm	20±0.5 mm
RG2	215±2 mm	200±2 mm	60±1 mm	5.3±1 mm	30±1 mm
RG3	190±2 mm	175±2 mm	40±1 mm	5.2±1 mm	20±1 mm
RG4	390±2 mm	360±2 mm	60±1 mm	9±1 mm	28±1 mm

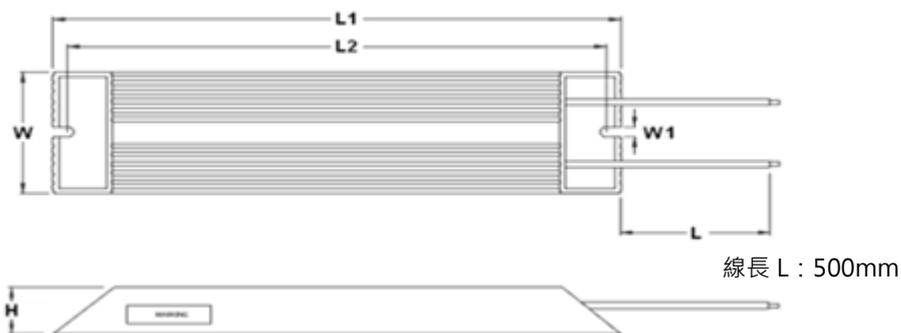


圖8.6.1

( 此頁有意留白。 )

## 9. 錯誤排除

9.	錯誤排除 .....	9-1
9.1	驅動器狀態指示燈號說明.....	9-2
9.2	驅動器的警報與警告 .....	9-3
9.2.1	Lightening 人機主畫面狀態顯示區.....	9-3
9.2.2	Errors and warnings log .....	9-3
9.2.3	PRM 檔載入錯誤說明 .....	9-6
9.3	警報代碼與排除方法 .....	9-7
9.4	警告代碼與排除方法 .....	9-10
9.5	常見問題排除方法.....	9-13

## 9.1 驅動器狀態指示燈號說明

本驅動器上的狀態指示燈係驅動器前面板上的LED燈，能顯示目前驅動器之狀態，其狀態說明如下表：



指示燈顏色 / 閃爍	驅動器狀態
不亮	驅動器無控制電源
綠與紅燈同時閃爍	驅動器開機中
綠燈閃爍	馬達未通電
綠燈恆亮	馬達通電中
綠燈閃爍，紅燈恆亮	馬達未通電，且有錯誤發生

註：紅與綠燈同時亮時，狀態指示燈目視像橘燈。

圖9.1.1

## 9.2 驅動器的警報與警告

### 9.2.1 Lightning人機主畫面狀態顯示區

D2T-LM系列驅動器偵測到警報時，除了啟動保護機制外，也會將最近一次發生過的警報訊息敘述顯示於主畫面的警報狀態顯示區 ( Last error )，使用者可以依此確認判斷驅動器的警報情形。在運作過程中，若發生必須警告的事項，警告事件也會顯示於警告狀態顯示區 ( Last warning )，如圖9.2.1.1所示。

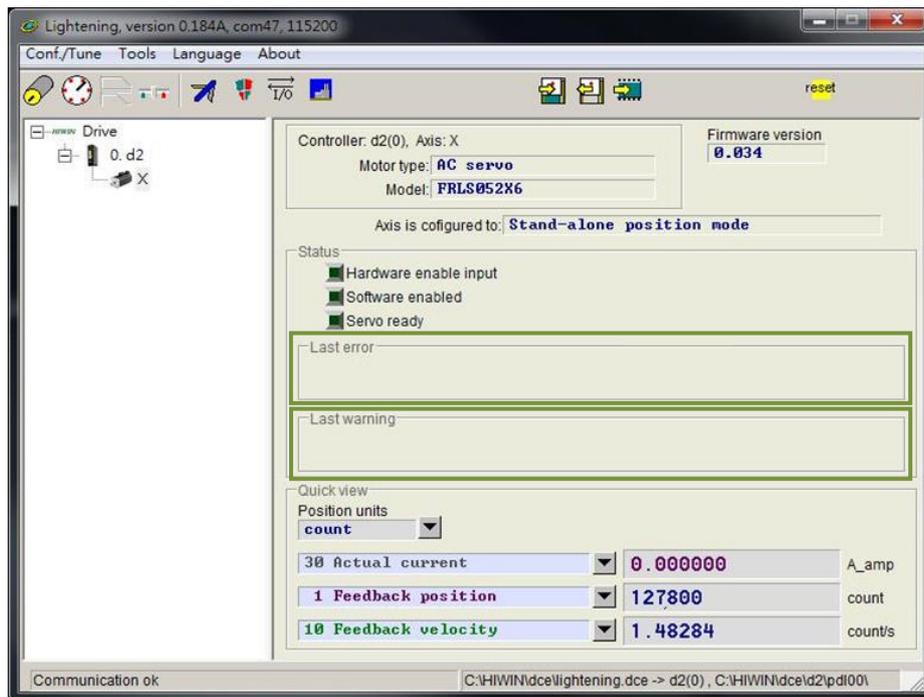


圖9.2.1.1 狀態顯示區

### 9.2.2 Errors and warnings log

D2T-LM系列驅動器偵測到警報或警告時，除了會將其顯示於主畫面的警報狀態顯示區或警告狀態顯示區外 ( 參照圖9.2.1.1 )，也會將其儲存在警報與警告履歷 ( Errors and warnings log ) 中。其開啟方法如圖9.2.2.1圖。

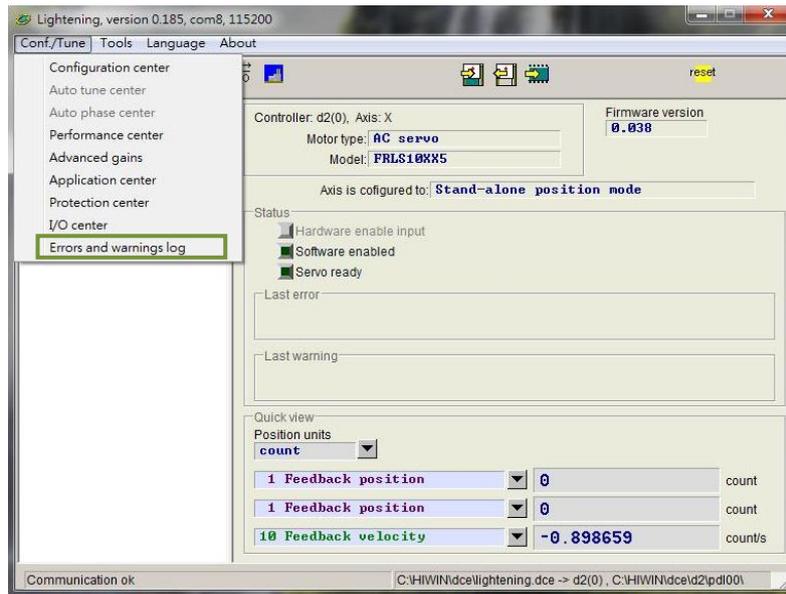


圖9.2.2.1 開啟警報與警告履歷

為避免驅動器回報之警報與警告一閃即逝，而造成使用者遺失警報或警告訊息的情形發生，Lightning提供此貼心功能，驅動器上電後所發生過的警報與警告訊息以及次數皆紀錄於警報與警告履歷中。警報與警告履歷中的時間履歷 (Time log) 請參照圖9.2.2.2，驅動器發生過的警報或警告訊息皆會依時間順序被記錄於Type of error/warning欄，其發生時間則會被記錄於Time (seconds)欄。

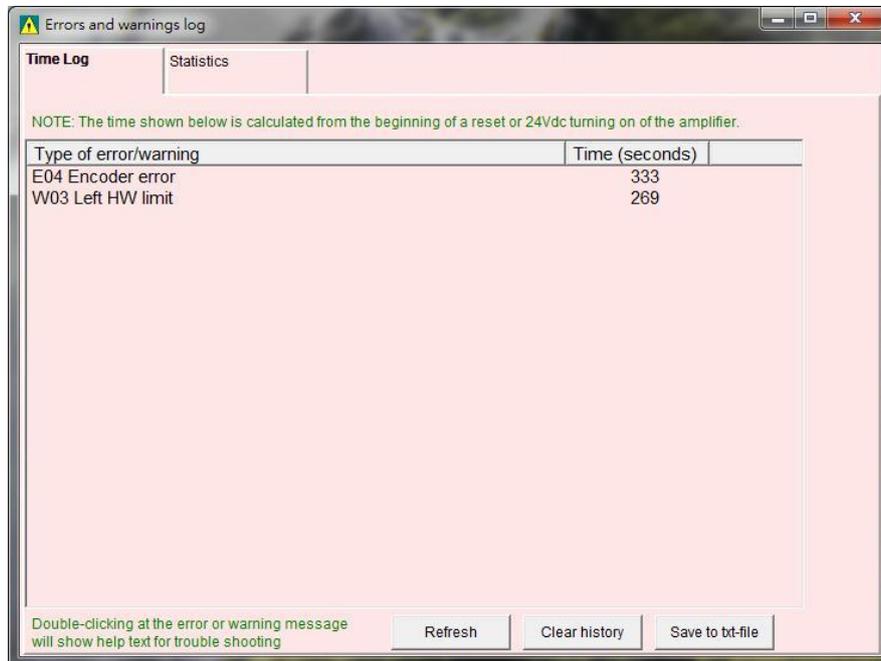


圖9.2.2.2 警報與警告履歷中的時間履歷

警報與警告履歷中的次數統計( Statistics )請參照圖9.2.2.3 · 驅動器發生過的警報或警告次數( Frequency )皆會被記錄於此視窗 · 使用者可以藉此了解哪些事件發生最頻繁來幫助偵錯。

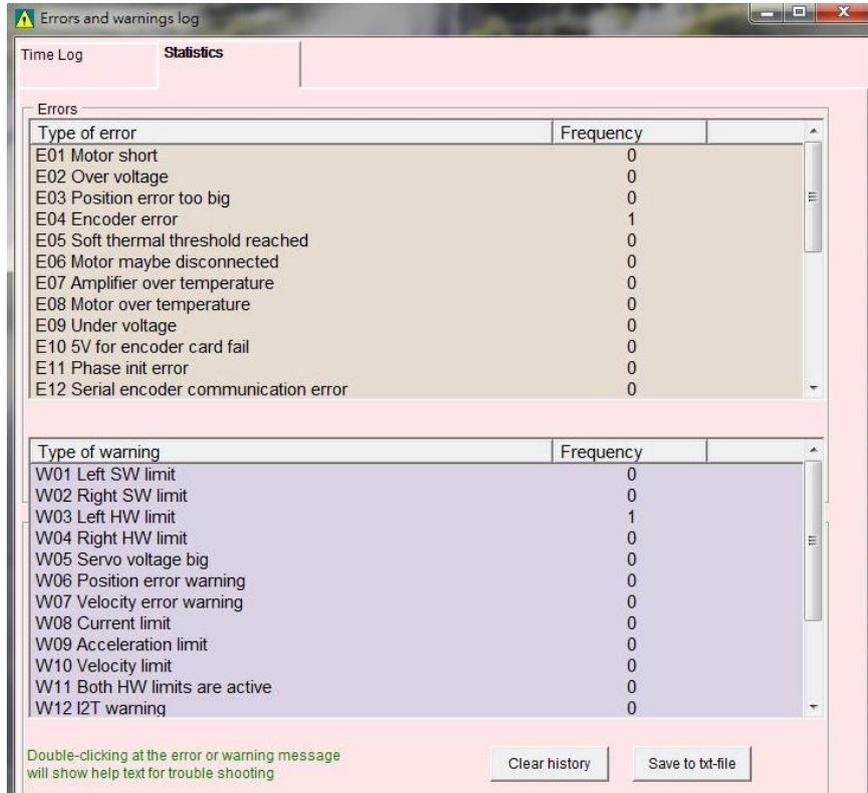


圖9.2.2.3 警報與警告履歷中的次數統計

欲進一步了解警報與警告的內容 · 可連按兩下警報或警告的事件名稱來顯示說明視窗 ( Help tips ) 。如圖9.2.2.4所示 · 若點選警報事件E04 Encoder error · 即可由說明視窗得知可能的造成原因與解決對策。

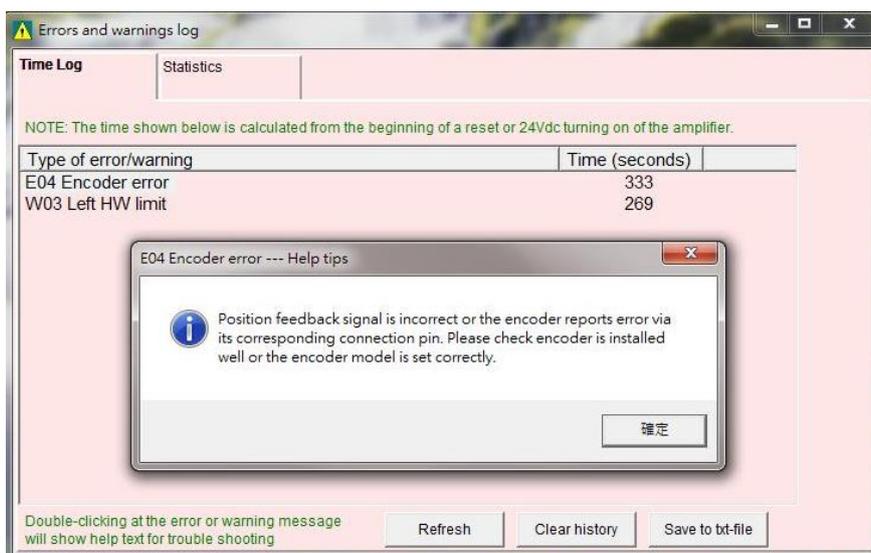


圖9.2.2.4 警報與警告履歷中的說明視窗

### 9.2.3 PRM檔載入錯誤說明

為確保載入的PRM參數檔與驅動器韌體的相容性，Lightening會檢查PRM檔是否適用於當前的韌體版次。當出現如下圖的錯誤訊息，即表示此PRM檔並不適用，須重新設定參數或更換適當的韌體版次。錯誤訊息括弧內的數字代表PRM錯誤情境，請參照表9.2.3.1。

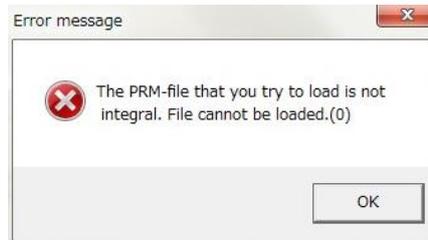


圖9.2.3.1

表9.2.3.1

編號	PRM錯誤情境描述
0	當載入的PRM檔內的MDP版次大於驅動器的MDP版次時。

### 9.3 警報代碼與排除方法

No.	警報	LCD 警報代碼	說明
			排除方法
1	Motor short (over current) detected	ERR E01	偵測到馬達三相短路。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 斷電後，拔除驅動器端 UVW 相接頭，量測 UVW 與 Ground 間是否有短路。如為短路，則馬達可能燒毀。</li> <li>(2) 量測馬達 UVW 各線間電阻值是否接近規格。線間電阻若大幅低於規格，馬達可能燒毀。</li> <li>(3) 分離馬達與馬達線，使用三用電表量測馬達線看是否為馬達線短路。</li> </ol>
2	Over voltage detected	ERR E02	驅動器內 DC bus 電壓超出極限。
			馬達負載較大且操作於高速時，反電動勢超過電壓極限值會造成此錯誤。檢討是否需要加裝回生電阻，請依負載與運動規格選配回生電阻。
3	Position error too big	ERR E03	位置誤差大於 Motion Protection 中的最大位置誤差 ( maximum pos error ) 設定值。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 請檢查是否增益調整不適當。</li> <li>(2) 確認 Application center → Protection → maximum pos error 的最大位置誤差值是否設定恰當。</li> <li>(3) 請檢查馬達運動時是否受到阻礙。</li> <li>(4) 請檢查負載是否過重。</li> <li>(5) 請檢查滑軌是否太久沒保養。</li> <li>(6) 請檢查線槽是否裝太緊。</li> <li>(7) 跳 E03 前持續發生 WRN W05。請接 220V 電源。</li> </ol>
4	Encoder error	ERR E04	編碼器訊號不正確或警報接腳回報異常。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 請檢查所有編碼器接頭是否有鬆脫。</li> <li>(2) 請檢查編碼器接線是否正確。</li> <li>(3) 若編碼器為數位型，可能為外部干擾。確認編碼器線是否使用具防干擾的絞線與隔離網，或加裝鐵心。</li> </ol>
5	Soft-thermal threshold reached	ERR E05	馬達過負載 ( D2T-LM 系列驅動器不支援 )。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 確認馬達運轉時的連續電流與峰值電流符合馬達規格。</li> <li>(2) 請檢查馬達運動時是否受到阻礙。</li> <li>(3) 驅動器重置重新激磁可排除，但若負載與運動參數造成的電流超出馬達規格，則可能會再發生。</li> <li>(4) 降低速度與加減速度。</li> <li>(5) 請檢查馬達型號或馬達電流參數是否設定錯誤。</li> </ol>
6	Motor maybe disconnected	ERR E06	馬達動力線與驅動器未確實連結。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 請檢查 UVW 動力線接頭是否鬆脫。</li> <li>(2) 確認馬達型號是否設定錯誤。</li> </ol>

No.	警報	LCD 警報代碼	說明
			排除方法
7	Amplifier over temperature	ERR E07	驅動器過溫。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 確認驅動器擺放位置是否通風良好。</li> <li>(2) 請檢查環境溫度是否過高。</li> <li>(3) 等待驅動器內部溫度降低。</li> <li>(4) 驅動器驅動大負載或工作周期較高，必要時須加裝散熱片。</li> </ol>
9	Under voltage detected	ERR E09	驅動器內 DC bus 過小。
			確認驅動器 L1、L2 是否有連接 220 Vac 主電源，請用電錶確認輸入是否有 220 Vac 電源。
10	5V for encoder card fail	ERR E10	Encoder 介面卡 5V 電壓供應異常。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 拔除 CN6 與 CN7 與馬達動力線接頭，確認是否仍有警報 ERR E10。若有，請聯絡原廠進行維修，否則請在檢查完是否有短路後修改接線。</li> <li>(2) 避免熱插拔 CN6 與 CN7 接線。</li> </ol>
11	Phase initialization error	ERR E11	馬達相位初始失敗。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 請檢查編碼器是否異常與馬達參數設定是否正確。</li> <li>(2) 請檢查負載是否過高、馬達摩擦力是否異常高、行程中是否有異物。</li> </ol>
12	Serial Encoder Communication Error	ERR E12	串列編碼器通訊錯誤。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 請檢查編碼器線是否有連接。</li> <li>(2) 請檢查編碼器延長線與馬達規格是否正確。</li> </ol>
13	Hall sensor error	ERR E13	省配線式編碼器偵測霍爾訊號錯誤。
			請檢查編碼器線是否正確連接。
15	Current control error	ERR E15	電流控制異常。
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 請檢查馬達型號是否設定正確。</li> <li>(2) 請檢查電流迴路增益 Kp 是否恰當，伺服增益 (CG) 是否恰當。</li> <li>(3) 請檢查編碼器線是否正確連接。</li> </ol>
17	Hybrid deviation too big	ERR E17	雙迴路控制架構下，混合控制偏差超過設定的容許之最大混合控制偏差。(線性馬達不使用雙迴路架構。)
			<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 請檢查線性編碼器參數是否設定正確。</li> <li>(2) 請檢查線性編碼器的方向是否與旋轉編碼器一致，或線性編碼器是否有訊號干擾之問題。</li> <li>(3) 請檢查聯軸器是否鬆脫、齒輪是否緊密接合、螺桿的導程公差或背隙是否過大。</li> </ol>
18	STO active	ERR E18	STO安全功能觸發。
			確認危險排除後，重新連接STO之24V，再將DSF+與DSF-接觸1秒後解除該錯誤狀況。
19	HFLT inconsistent	ERR E19	驅動器硬體異常訊號衝突。
			請檢查各項纜線的接地工程。

No.	警報	LCD 警報代碼	說明
			排除方法
	error		
21	Incompatible motor model and drive	ERR E21	馬達型號與驅動器不相容。 請確認馬達型號是否正確。
22	DC bus voltage abnormal	ERR E22	DC bus電壓異常。 請確認輸入電壓是否正確。
23	EtherCAT interface is not detected	ERR E23	驅動器沒有偵測到EtherCAT介面或驅動器無EtherCAT介面。 (1) 斷電重開驅動器後，請重新偵測。 (2) 驅動器型號不支援EtherCAT，請確認驅動器型號是否正確。
24	CiA-402 homing error	ERR E24	執行CiA 402歸原點時發生錯誤，造成歸原點失敗。 (1) 請檢查左右極限、near home sensor、原點訊號是否正常。 (2) 請檢查所使用的歸原點方法是否恰當。
25	Fan fault error	ERR E25	風扇系統發生異常。 請確認風扇是否卡入異物。
26	Drive overload error	ERR E26	超過驅動器額定電流後持續運轉一段可承受時間。 請確認運動條件是否恰當及負載是否過重。

**E03警報排除補充內容**

- (1) 修改最大位置誤差可依圖9.3.1之步驟設定。
- (2) 不建議將誤差值設定大於預設值。若預設值出現ERR E03，請調整伺服剛性。

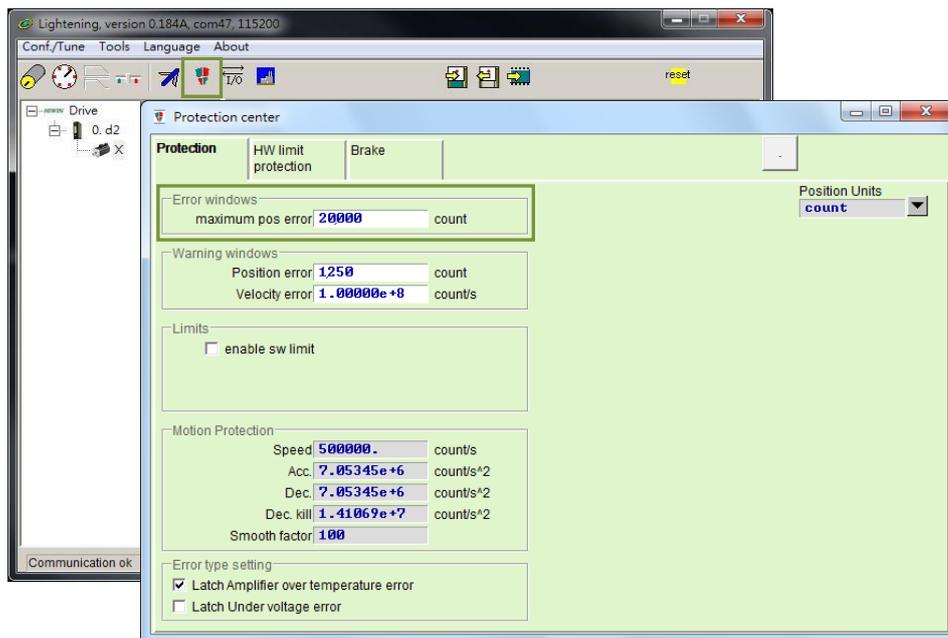


圖9.3.1

## 9.4 警告代碼與排除方法

No.	警告	LCD警告代碼	說明
			排除方法
1	Left SW limit	WRN W01	已到達設定的軟體左極限，馬達無法再向左側移動。
2	Right SW limit	WRN W02	已到達設定的軟體右極限，馬達無法再向右側移動。
3	Left HW limit	WRN W03	已偵測到左側的硬體極限開關作動，馬達無法再向左側移動。
			(1) 若未接硬體極限到驅動器而有誤觸發狀況，可關閉硬體極限功能。 (2) 若確認極限開關無實際被觸發，請檢查接線或作動邏輯是否正確。
4	Right HW limit	WRN W04	已偵測到右側的硬體極限開關作動，馬達無法再向右側移動。
			(1) 若未接硬體極限到驅動器而有誤觸發狀況，可關閉硬體極限功能。 (2) 若確認極限開關無實際被觸發，請檢查接線或作動邏輯是否正確。
5	Servo voltage big	WRN W05	驅動器PWM輸出切換已大於極限值，電流輸出無法再提升。若此警告持續發生，在位置控制下會發生ERR E03。
			(1) 請接220V電源。 (2) 降低速度或加減速度。
6	Position error warning	WRN W06	跟隨誤差超過設定的跟隨誤差警告值。
			(1) 請檢查伺服增益是否有調整適當。 (2) 請檢查設定的警告值門檻是否過小。 (3) 超出保養期限未實施潤滑也有可能造成此現象。
7	Velocity error warning	WRN W07	速度誤差大於Warning設定值。
			(1) 請檢查伺服增益是否有調整適當。 (2) 請檢查設定的警告值門檻是否過小。 (3) 超出保養期限未實施潤滑也有可能造成此現象。
8	Current Limited	WRN W08	電流已飽和於馬達峰值電流規格值。若此警告持續發生，可能出現ERR E05後跳脫。
			(1) 降低速度或加減速度。 (2) 減少負載。
9	Acceleration Limited	WRN W09	在位置模式或速度模式下，馬達運動時已達加速度保護設定值。
			欲再提升加速度，請加大運動保護中的加速度設定值。
10	Velocity Limited	WRN W10	在速度模式或轉矩模式下，馬達運動時已達速度保護設定值。
			欲再提升速度，請加大運動保護中的速度設定值。
11	Both HW limits active	WRN W11	左、右硬體極限皆被觸發。
			(1) 若未接硬體極限到驅動器而有誤觸發狀況，可關閉硬體極限功能。 (2) 若確認極限開關無實際被觸發，請檢查接線或作動邏輯是否正確。
12	I2T warning	WRN W12	線性馬達或力矩馬達之出力已超出軟體過溫保護限制門檻。
			請降低馬達運動條件或減輕負載。

13	Homing fail	WRN W13	執行歸原點程序失敗。
			(1) 請檢查左右極限、near home sensor、原點訊號是否正常。 (2) 請檢查Time out與Search end stop current設定值是否恰當。
14	Pulse command and homing conflict	WRN W14	在位置模式下，同時收到脈波命令與歸原點命令的衝突情況。
			請勿同時傳送脈波命令並執行驅動器內建的歸原點功能。
15	Absolute encoder battery warning	WRN W15	編碼器的電池沒有電。
			請更換電池。
16	Wrong absolute position	WRN W16	絕對式編碼器回饋錯誤的絕對位置。
			請重新設定原點位置。

**W03及W04警告排除補充內容**

若未接硬體極限到驅動器而有誤觸發狀況，可關閉硬體極限功能。

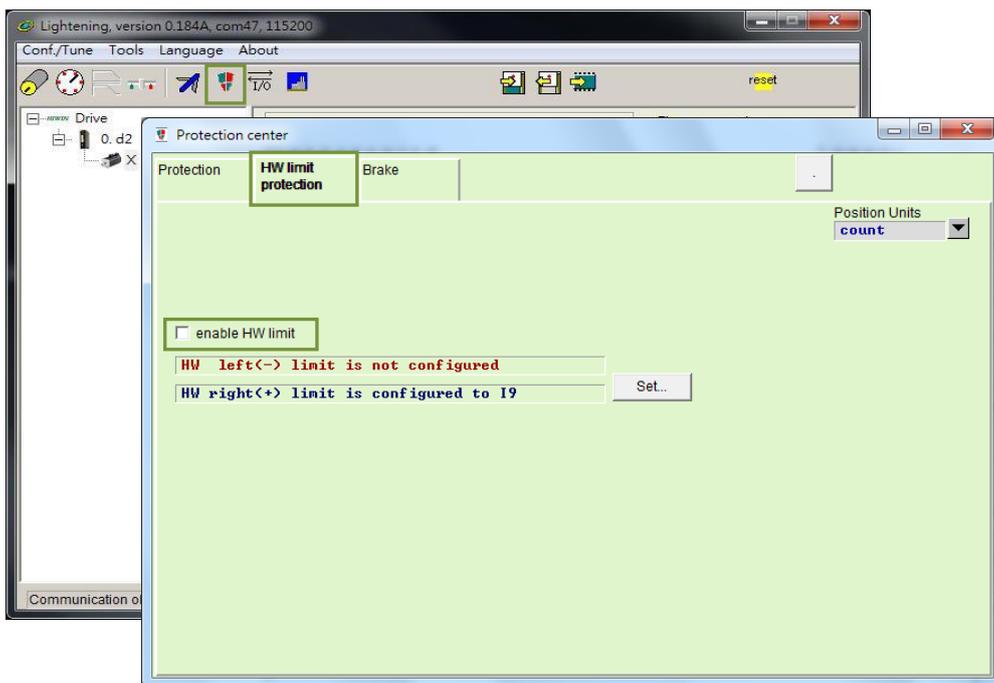


圖9.4.1

## W09及W10警告排除補充內容

當性能測試中的加減速度( Acc.、Dec. )設定較命令小時，會出現警告訊息WRN W09，且加速度會被限制。欲解決此問題，請加大加減速度。建議將Acc.、Dec.改為目前Speed的10倍。

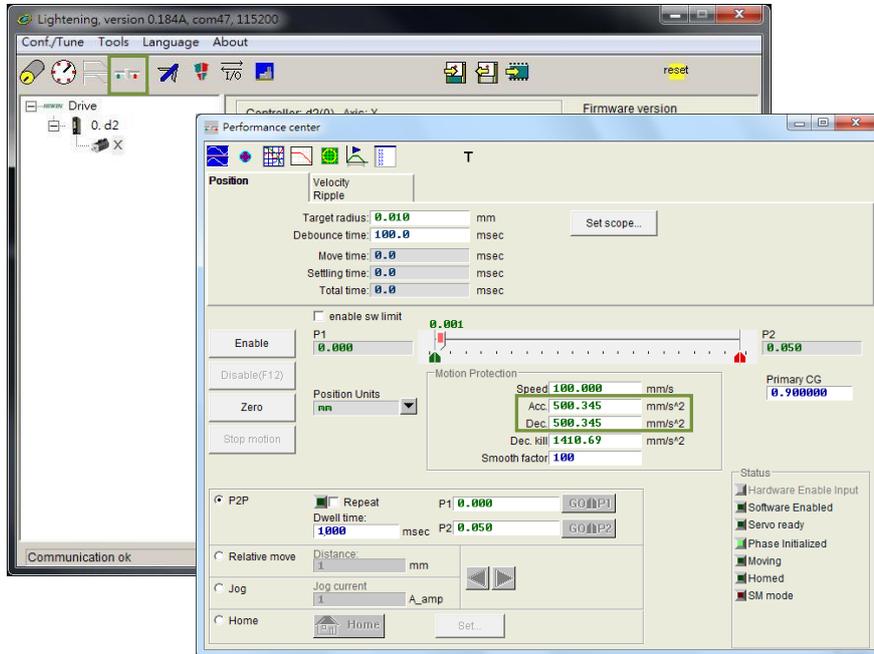


圖9.4.2

當性能測試中的速度 ( Speed ) 設定較命令小時，會出現警告訊息WRN W10，且速度會被限制。欲解決此問題，請加大速度。例如：若需求速度為500mm/s，設定為100mm/s，就會出現WRN W10。此時可將速度改為較目標值大一些的值，例如600mm/s。

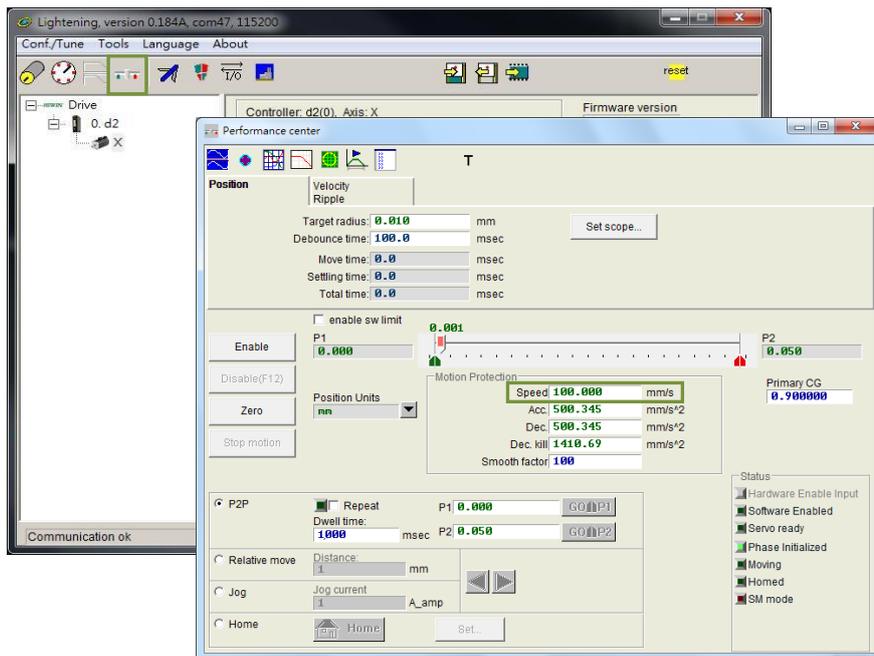


圖9.4.3

## 9.5 常見問題排除方法

序號	狀況說明	LCD 代碼	排除方法
1	使用脈波命令或電壓命令送運動命令時，速度或加速度受到限制。或是上位控制器已送完移動用的脈波命令，馬達卻還在慢慢地往目標前進。	WRN W10 WRN W09	請檢查Performance center中的Motion Protection之速度、加減速度是否設太小。
2	馬達運動方向與客戶定義方向相反。	無	(1) 自動相位初始設定 ( Auto phase center ) 的 Details選單內，選擇Toggle Direction就能重新設定馬達方向。 (2) 勾選模式設定中的Invert，將命令反相。
3	補償表 ( Error map ) 未啟動。	無	開啟Application center內的Error map視窗並確認以下步驟： (1) 確認補償表 ( Error map enable ) 是否勾取，請參閱節 6.9.2。 (2) 確認有作歸原點 ( Homing ) 或 Input 有設定 Homing 相關訊號。
4	激磁後，馬達自行偷跑。	無	(1) 使用 Quick View 或 Scope 確認 Target Position 是否有接收到輸入的脈波訊號。 (2) 確認脈波訊號線是否斷線或接觸不良。 (3) 確認訊號 0V 與隔離網 ( Shield ) 或地是否導通。 (4) 確認驅動器與機台是否有接地。 (5) 必要時加裝磁環 ( Core ) 至脈波線上作濾波。
5	激磁後，下命令馬達不會動。	無	(1) 確認命令單位是否正確。 (2) 確認速度或加速度是否為 0。 (3) 確認軟體極限是否被打開 ( Enable SW Limit )。若是，請檢查 Upper limit 或 Lower limit 值是否正確。 (4) 解激磁後，轉動馬達心軸確認轉動是否順暢。
6	脈波命令有送出，但馬達無動作。	無	(1) 由 Quick View 或 Scope 確認 Target Position 是否有接收到輸入的脈波訊號。 (2) 確認脈波線是否連接、斷線或接觸不良。 (3) 確認電子齒輪比是否設太小。
7	類比電壓命令 ( V Command ) 有送出，但馬達無動作。	無	(1) 由 Quick View 或 Scope 確認類比電壓命令 ( Analog Command ) 是否有輸入。 (2) 由 Advanced gains 視窗的 Analog input 頁籤中設定電壓偏移量。

序號	狀況說明	LCD 代碼	排除方法
8	馬達運行中噪音過大。	無	(1) 降低伺服增益 Common Gain 值。 (2) 由 Advanced gains 視窗的 Filter 頁籤中設定濾波器 ( Filter )。
9	驅動器溫度過高。	ERR E07	(1) 請檢查驅動器擺放位置是否通風良好。 (2) 請檢查環境溫度是否過高。
10	位置回饋感知器 ( 讀頭 ) 訊號不正確。	ERR E04	請檢查驅動器與機台是否接地，隔離網是否接地。
11	DC bus電壓過小。	ERR E09	(1) 請檢查驅動器主電源是否連接 220 Vac 或斷線。 (2) 用電錶確認有無 220 Vac 電源。
12	DC bus電壓過大。	ERR E02	(1) 確認速度、加速度與負載是否符合規格。 (2) 馬達操作於高速時，檢討是否需要加裝回生電阻，請依負載與運動規格選配回生電阻。 (3) 請檢查負載是否過高。 (4) 請檢查速度是否太快。
13	追隨誤差 ( position error ) 超過設定的最大位置誤差值 ( maximum pos error )。	ERR E03	(1) 確認伺服增益 ( Common Gain ) 是否太小，maximum pos error 的最大位置誤差值是否設太小。 (2) 請檢查馬達運動時是否受到阻礙。 (3) 請檢查負載是否過大。
14	馬達UVW有短路。	ERR E01	(1) 排除馬達 UVW 間短路與接線問題。 (2) 排除馬達 UVW 與 Ground 短路。 (3) 單獨測量馬達 UVW 各線間電阻是否相同。 (4) 請檢查馬達線是否過於老舊。
15	驅動器輸出的等效電流超過馬達連續電流上限。	ERR E05	(1) 確認馬達連續電流與峰值電流符合馬達規格。 (2) 請檢查位置路徑規劃加速度命令是否高出馬達的額定加速度。 (3) 請檢查馬達運動時是否受到阻礙。 (4) 驅動器重置並重新激磁。 (5) 請檢查是否馬達型號設錯或馬達電流參數設錯。
16	電腦與驅動器無法通訊。	無	確認連線設定傳輸率 ( BPS ) 與通訊埠 ( Port ) 是否正確。
17	使用 emulated encoder 功能時，上位控制器收到的位置不正確。	無	當設為 Use emulated encoder 時，如果使用者在主畫面操作 Save to flash  ，馬達會因各種因素自行移動。因為在 Save to flash 期間，emulated encoder 輸出功能沒有作用。

## 10. 激磁啟動設定

---

10. 激磁啟動設定.....	10-1
10.1 啟動激磁方式.....	10-2
10.2 人機介面確認激磁狀態.....	10-3

## 10.1 啟動激磁方式

### ■ 上位控制器啟動激磁

通常要控制馬達啟動激磁，須由上位控制器下達命令給驅動器。此過程透過驅動器輸入埠來進行，通常激磁功能（Axis Enable）會設定在數位輸入I3（請參閱節5.4.1），如圖10.1.1所示。

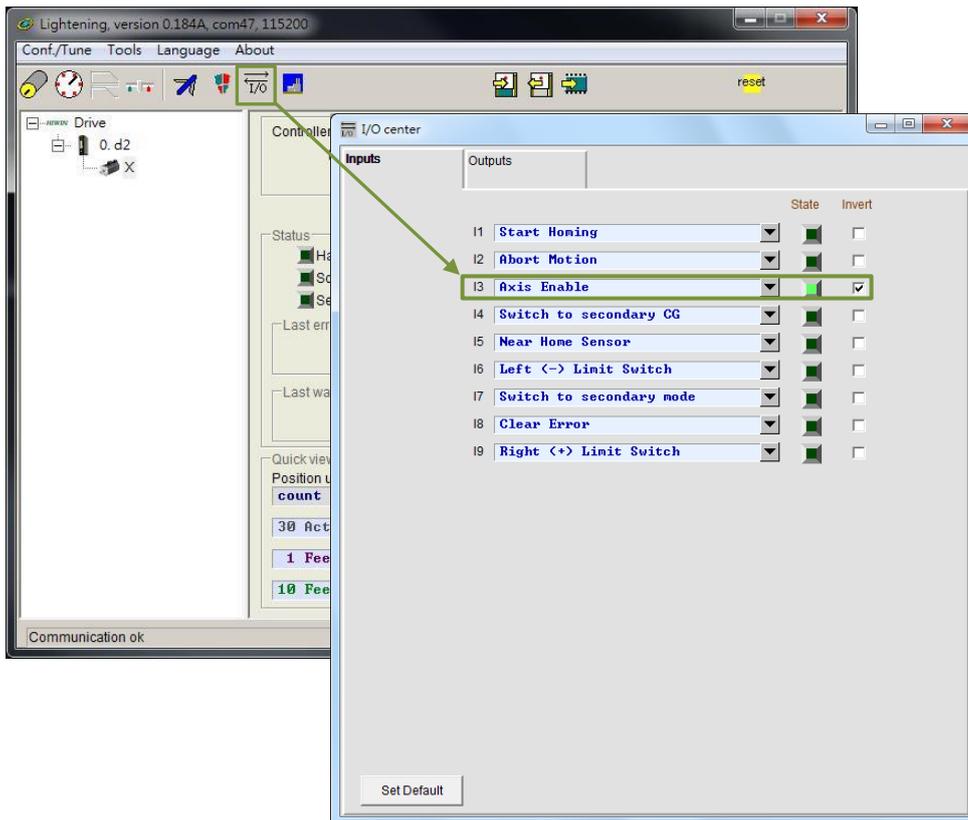


圖10.1.1

### ■ 暫時提供hardware enable之方法

當使用者無上位控制器，無法輸入hardware enable訊號至驅動器時，可用下述方式暫時提供hardware enable。首先點選主要功能鈕區中的開啟I/O center，如圖10.1.1，確定Axis Enable的狀態燈亮綠燈即可。一般I3都是設定給hardware enable訊號輸入用，由於各個輸入點都具有Invert反相功能，因此可依測試需求，以該Invert選項來反轉訊號邏輯，達到暫時提供hardware enable模擬訊號的目的。當State欄的狀態燈亮綠燈，即表示驅動器有收到hardware enable訊號。

## 10.2 人機介面確認激磁狀態

當人機主畫面的Hardware enable input亮綠燈時，表示驅動器已收到上位控制器之激磁訊號，如圖10.2.1。

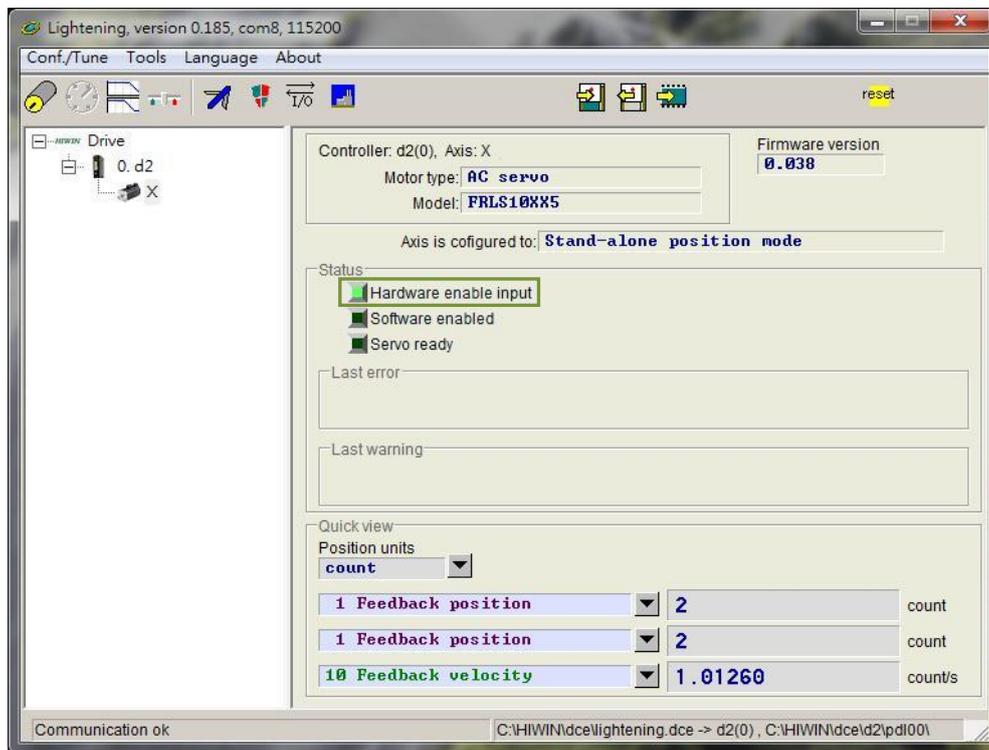


圖10.2.1

通常馬達的激磁由上位控制器透過輸入埠傳來之Axis Enable訊號來控制，開啟人機介面時，請注意以下兩點事項：

- (1) 當Lightening為電腦上之有效視窗時，可以隨時按下**F12**鍵來解激磁，通常在緊急狀況下有用。
- (2) 打開Lightening中之Performance center時，可以按下Disable鈕（同**F12**）來解激磁；欲再激磁，可在畫面上再按下Enable鈕（但前提是Hardware enable input訊號依然為綠燈）。

( 此頁有意留白。 )

# 11. 參數比對功能

---

11. 參數比對功能.....	11-1
11.1 比對 RAM 與 Flash 內的參數差異.....	11-2

## 11.1 比對RAM與Flash內的參數差異

在操作人機程式 ( Lightning ) 過程中，使用者因需要而修改馬達參數後，在未存入驅動器Flash的狀態下，關閉人機程式或是執行誤差補償參數存入Flash( 參閱節6.9.1 )，皆會出現Compare parameters RAM to Flash的提示視窗，如圖11.1.1。此視窗主要提醒使用者，有參數被修改但尚未存入Flash。

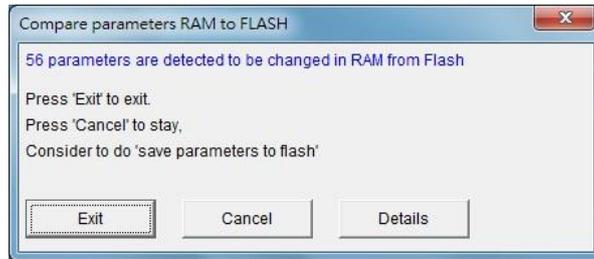


圖11.1.1

點擊視窗上的Details選項，開啟進階比較功能視窗，可進一步觀察RAM與Flash有哪些參數設定不同，如圖11.1.2所示。若RAM與Flash的資料不相同，會以藍字列出參數名與數值。另外，在Flash value欄位還會顯示以下兩種狀態：

- (1) =：表示Flash內存的值與RAM相同。
- (2) \*\*：表示該參數執行過Undo，且已將RAM值修改為存在Flash內的參數值，參閱圖11.1.3。

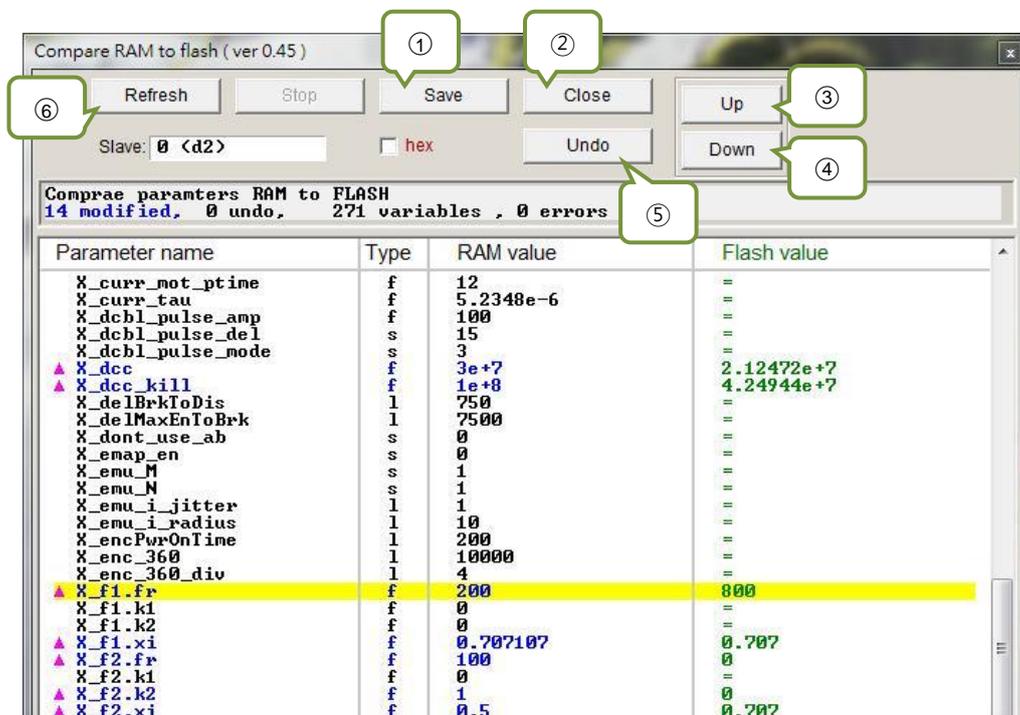


圖11.1.2

以下為主要按鈕功能說明：

- ① Save：將參數存入Flash。
- ② Close：關閉視窗。
- ③ Up：前往上一個RAM與Flash不相同的參數。
- ④ Down：前往下一個RAM與Flash不相同的參數。
- ⑤ Undo：將選取之參數儲存於RAM的值，回復成Flash內的值。
- ⑥ Refresh：重新比對存於RAM與Flash內的參數。
- ⑦ Redo：將該選取參數取消先前『Undo』的動作。

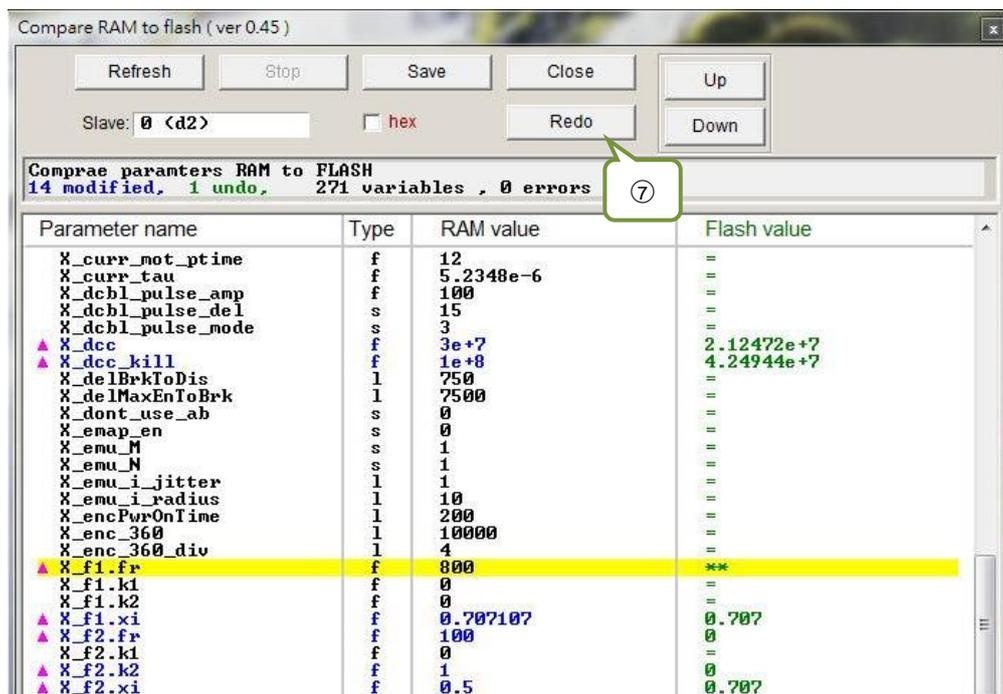


圖11.1.3

( 此頁有意留白。 )

## 12. 韌體更新與PDL載入

---

12. 韌體更新與 PDL 載入.....	12-1
12.1 更新驅動器韌體.....	12-2
12.2 載入 PDL 程式至驅動器內.....	12-6

## 12.1 更新驅動器韌體

使用者如因需要、必須更新驅動器內的韌體，請點選主畫面的Tools選項，選擇Upgrade / downgrade firmware...，如圖12.1.1所示。按下Upgrade / downgrade firmware...後會出現如圖12.1.2的視窗。

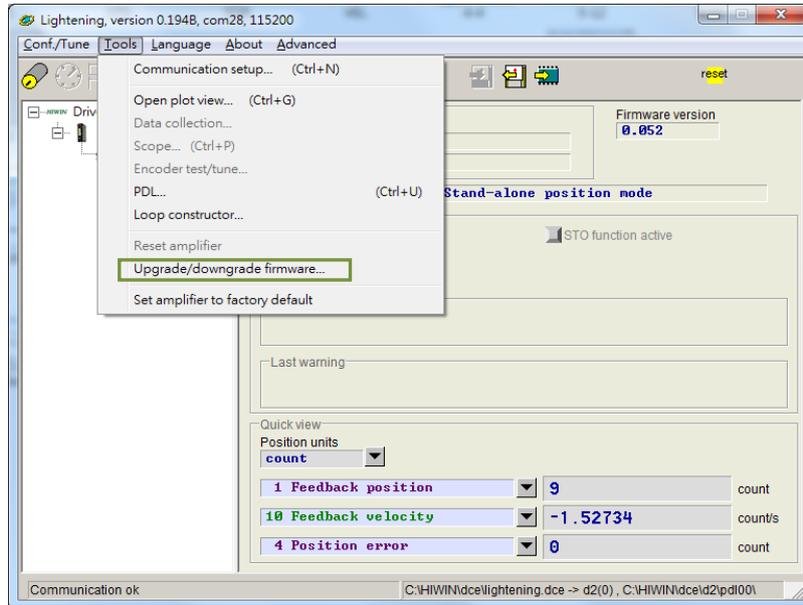


圖12.1.1

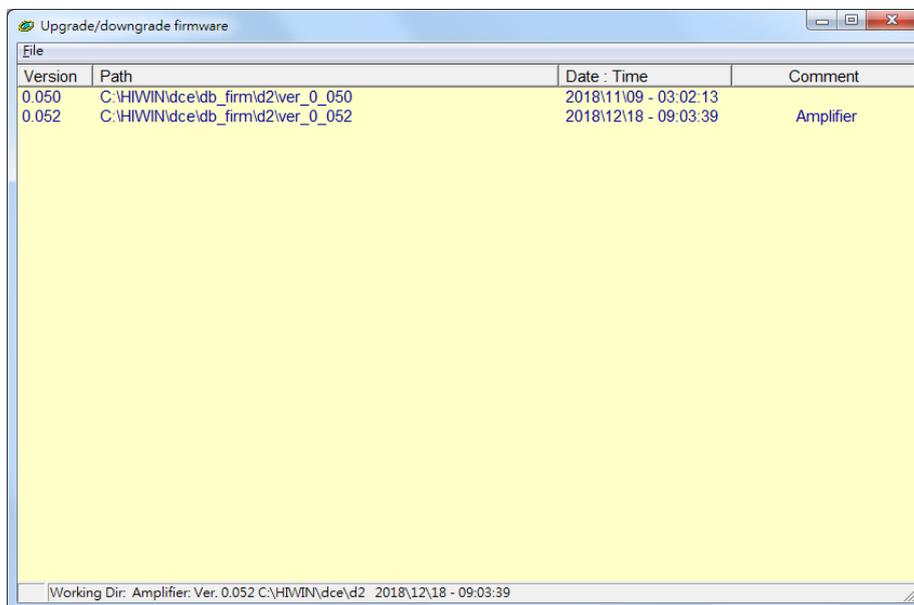


圖12.1.2

在Upgrade / downgrade firmware視窗中，請依照下列步驟完成韌體更新。

Step 1. 左鍵點擊欲更新的韌體版本，使其變為藍底白字。

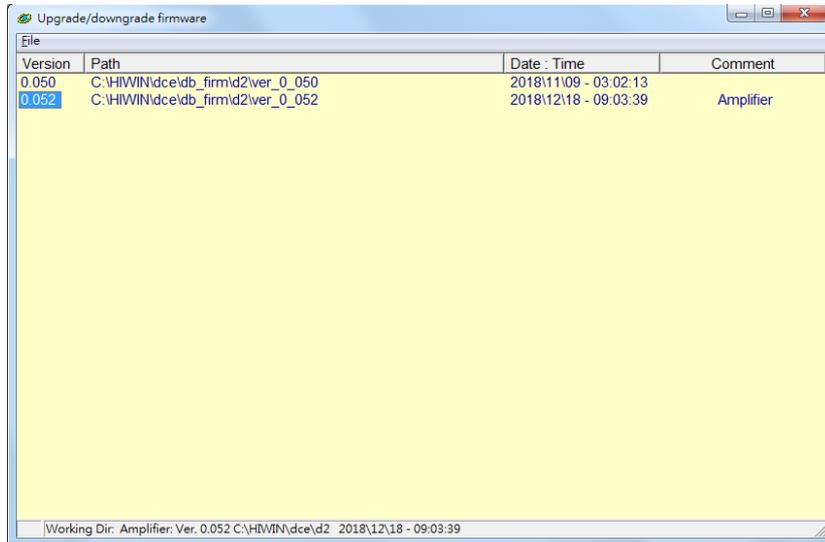


圖12.1.3

Step 2. 點選視窗左上角File選項，並選擇Update selected firmware to amplifier後，會出現如圖12.1.5的對話視窗。欲保留現有參數，請點擊是(Y)進行存檔；否則請點擊否(N)。

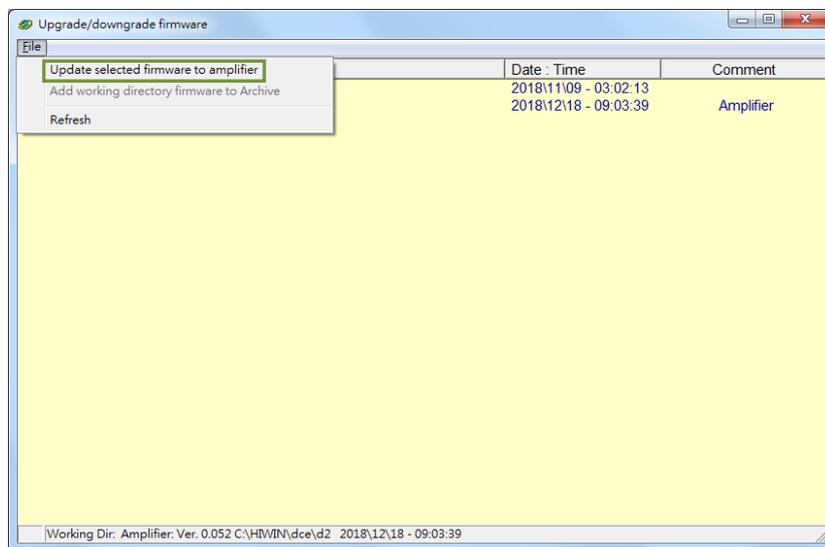


圖12.1.4

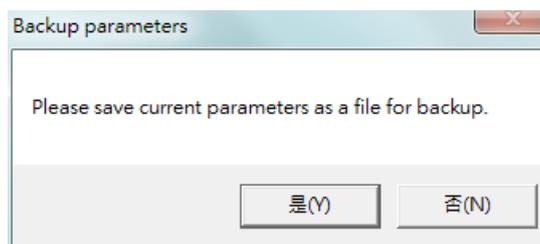


圖12.1.5

Step 3. 接著出現如圖12.1.6的對話視窗。

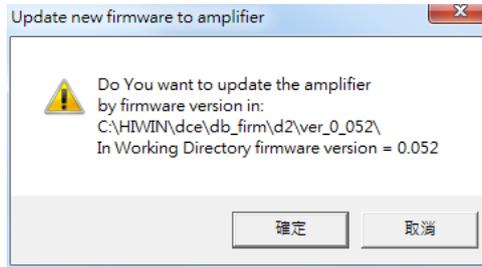


圖12.1.6

Step 4. 按下確定按鈕，會出現Auto load programs的視窗，自動將韌體載入至驅動器，如圖12.1.7所示。

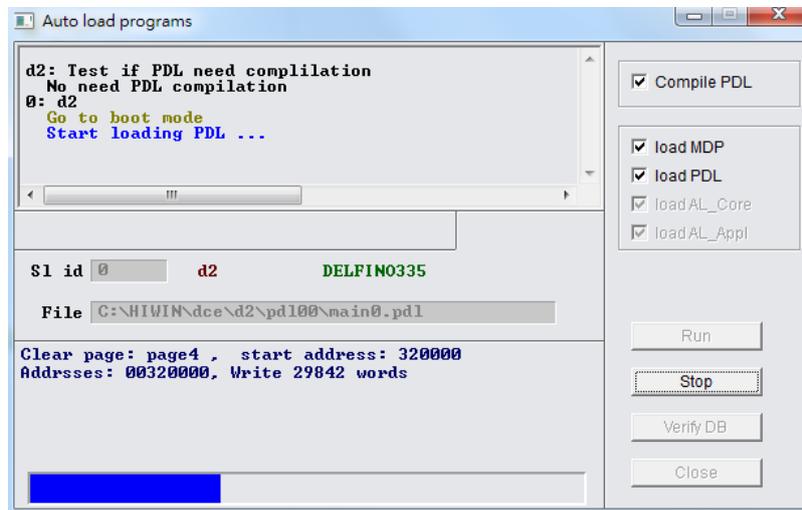


圖12.1.7

Step 5. 待韌體更新完成，會出現如圖12.1.8的訊息畫面，按下確定按鈕即可。

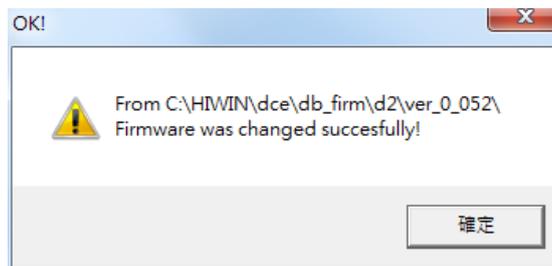


圖12.1.8

注意：若於更新韌體時，發生斷電或通訊中斷等狀況，重新上電或接回通訊線後，會造成Lightening卡在『Boot mode』模式無法切換，如圖12.1.9，請聯絡專屬經銷商協助排除。

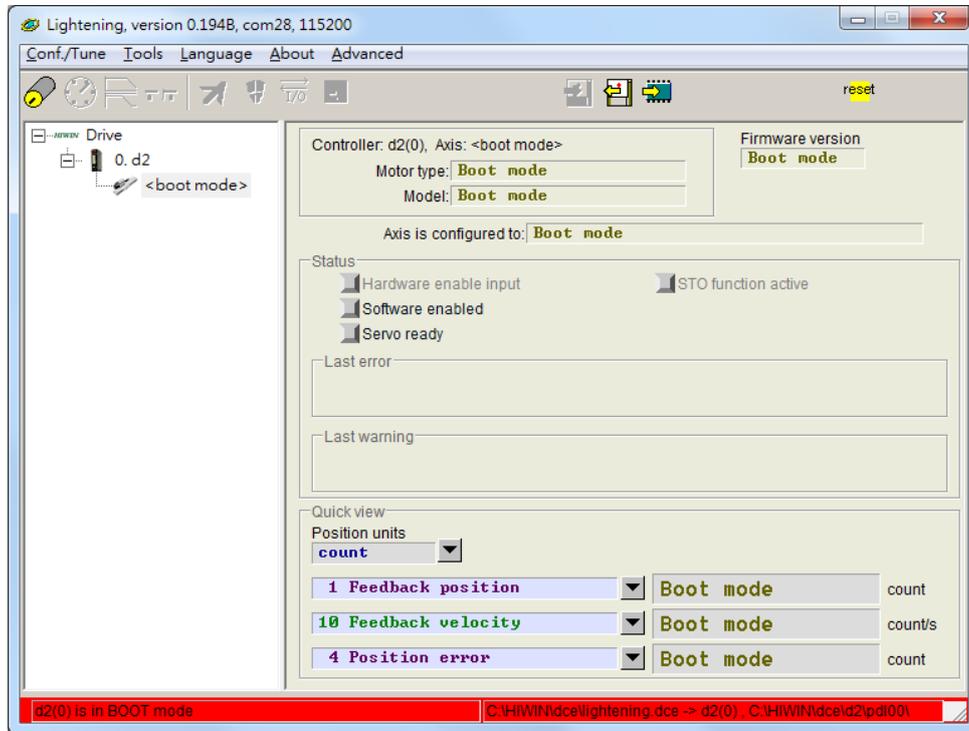


圖12.1.9

## 12.2 載入PDL程式至驅動器內

使用者如須載入PDL程式至驅動器內，可依照下列步驟執行。若要清除驅動器內的PDL，請刪除user.pdl內的程式碼，再依照下列步驟將無程式碼之user.pdl載入驅動器內。

Step 1. 開啟PDL，點選圖12.2.1所標圖示 (  ) 。

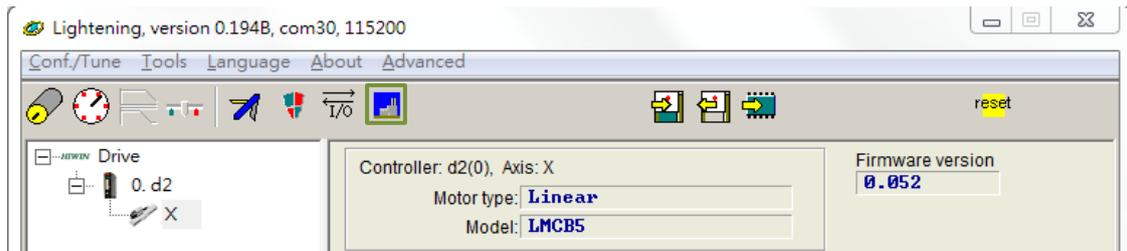


圖12.2.1

Step 2. 按下Edit按鈕，開啟編輯PDL介面。

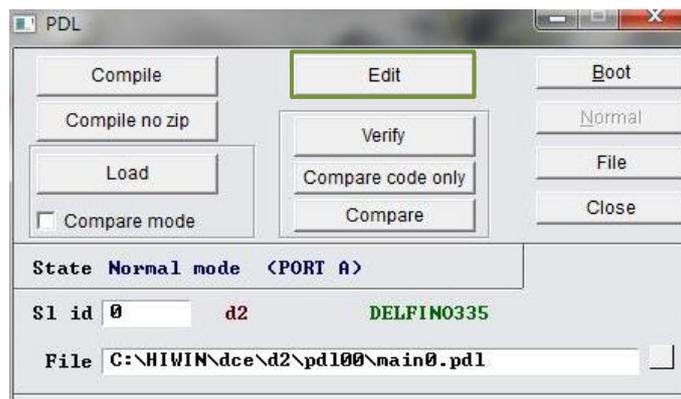


圖12.2.2

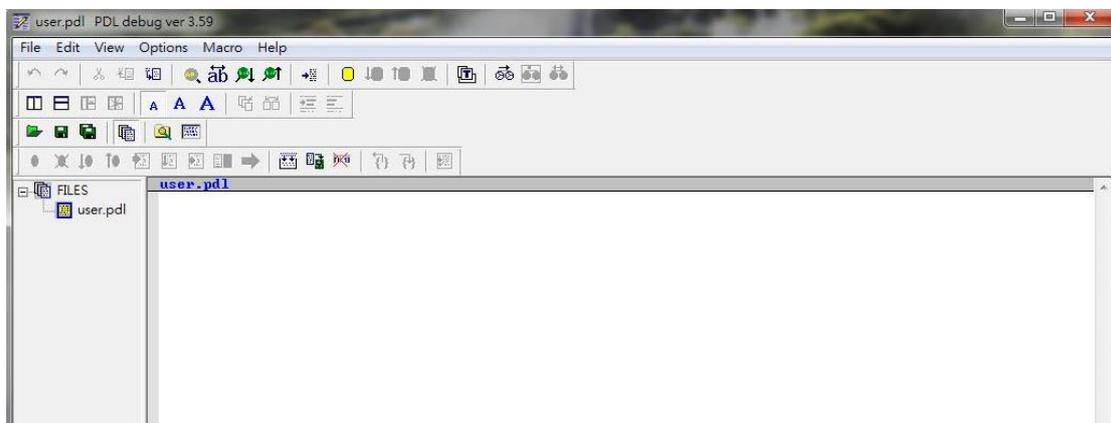


圖12.2.3

Step 3. 載入PDL程式或撰寫完程式，按下Compile圖示 (  )，會跳出Compile視窗，如圖12.2.4。

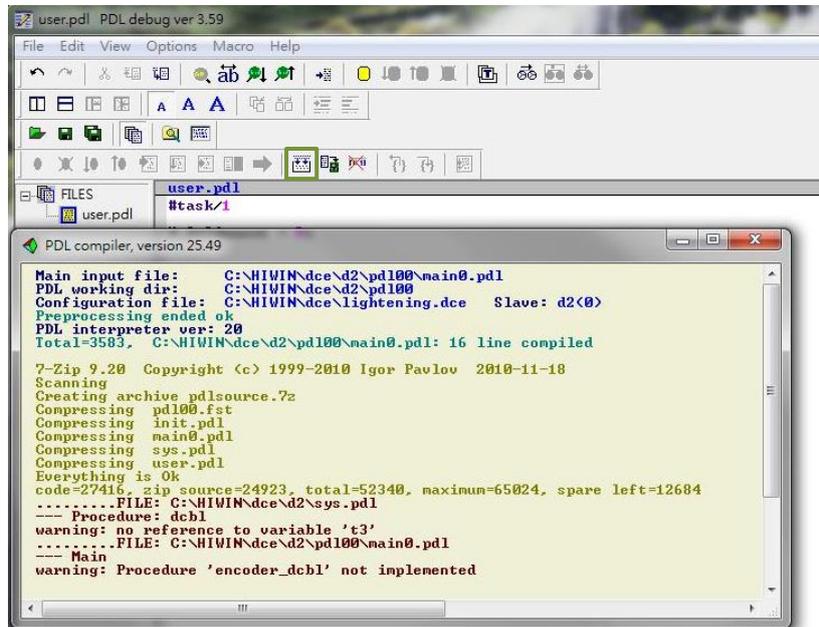


圖12.2.4

Step 4. Compile完成後，按下Send to slave (  )，並於圖12.2.5對話框內按下確定，會出現圖12.2.6的執行視窗。PDL程式載入完成後，該視窗會自動關閉。

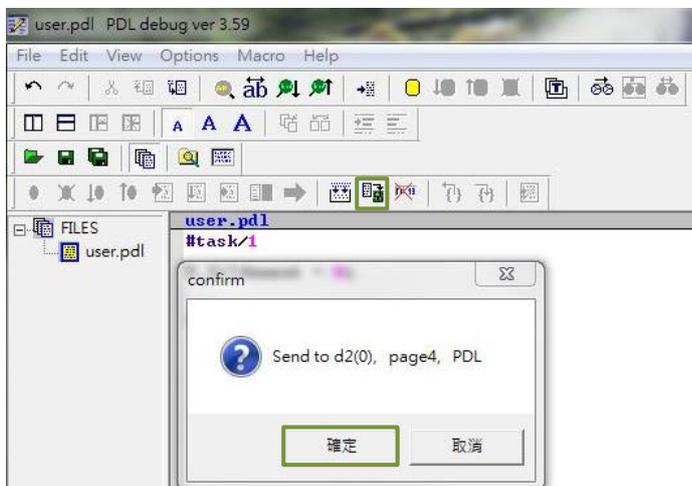


圖12.2.5

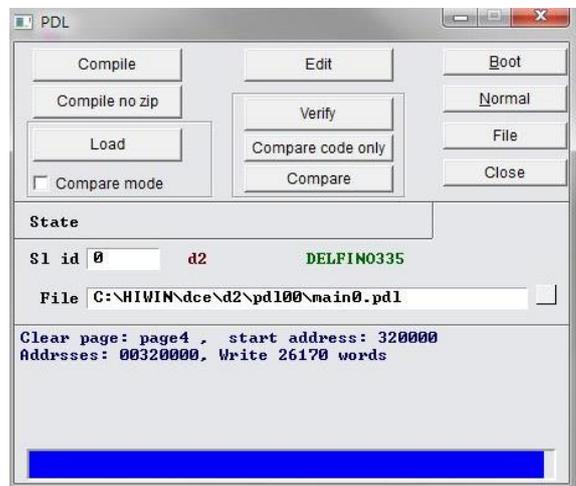


圖12.2.6

( 此頁有意留白。 )

## 13. 干擾排除

---

13. 干擾排除 .....	13-1
13.1 共模濾波器.....	13-2
13.2 馬達延長線加磁環 .....	13-5

## 13.1 共模濾波器

當下列情境發生時，可以考慮使用共模濾波器 ( common mode motor filter )：

- (1) 編碼器讀值受到干擾，驅動器激磁發生E04 Encoder error警報。
- (2) 降低驅動器輸出端的共模雜訊。

HIWIN自製的共模濾波器型號為MF-CM-S，適用於2KW( 含 ) 以下的D2T-LM系列驅動器，規格如下表所示。當外接共模濾波器時，為提升馬達控制的性能，須考量共模電感的影響。

表13.1.1

項目		規格
輸入	最大電壓	373 Vdc
	最大電流	11 A <sub>rms</sub>
輸出	最大電壓	373 Vdc
	最大電流	11 A <sub>rms</sub>
峰值電流* / 峰值電流可持續時間		33 A <sub>rms</sub> / 1秒
環境工作溫度†		0~50°C
共模電感 ( line )		1,100μH ( nominal )

\*最大輸入 / 輸出峰值電流從啟動後可持續1秒。

†如果操作在最大溫度以下，不需要冷卻風扇；如果環境溫度超過50°C，應使用外部風扇進行冷卻。風扇應具有至少110立方英尺 ( CFM ) 的流速。



圖13.1.1

MF-CM-S尺寸如下圖所示：

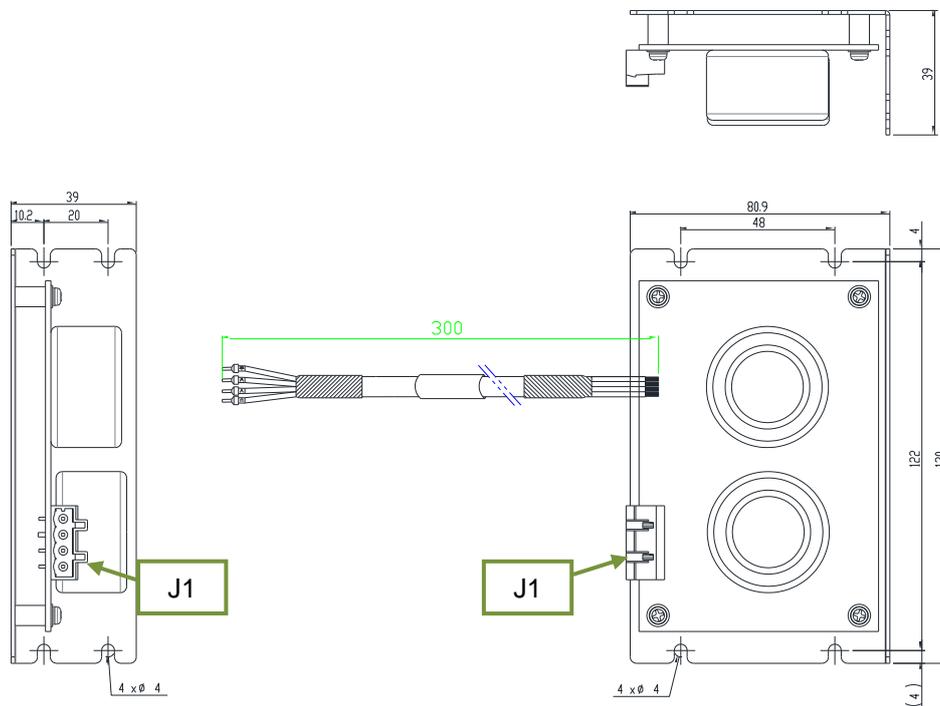


圖13.1.2

共模濾波器與驅動器及馬達的接線圖如下所示：

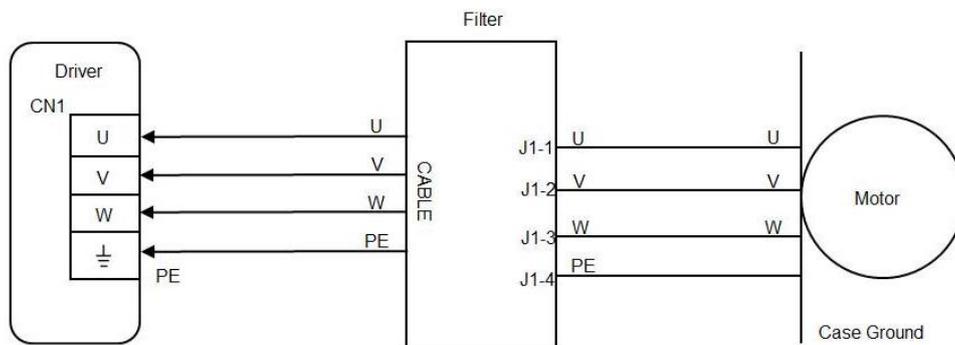


圖13.1.3

使用方法：

- (1) 共模濾波器出線端按照線標標示，依序插入驅動器之CN1。
- (2) 共模濾波器連接器處，按照連接器上標籤貼紙標示，將馬達動力線插入。

## ■ 濾波器至驅動器

表13.1.2 濾波器至驅動器的線材規格

描述	E191346 AWM 2586 2mm2x4C 105°C 600V
線材尺寸	14 AWG

表13.1.3 濾波器至驅動器的線材腳位

腳位 ( 顏色 )	名稱	功能
紅	U	連接驅動器的U相 ( 輸入 )
白	V	連接驅動器的V相 ( 輸入 )
黑	W	連接驅動器的W相 ( 輸入 )
綠	PE	機殼接地和屏蔽電纜

## ■ 濾波器 ( J1 ) 至馬達

表13.1.4 濾波器J1規格

描述	4 position, 7.5 mm pluggable female terminal block
製造商PN	Wago 721-864/001-000
線材尺寸	28 – 12 AWG
建議線材	14 AWG, 600V
線材插入 / 拔出工具	475604 (SUPU) 4PIN, Female, pitch 7.5mm

表13.1.5 連接器定義

腳位	名稱	功能
1	U	連接馬達的U相 ( 輸出 )
2	V	連接馬達的V相 ( 輸出 )
3	W	連接馬達的W相 ( 輸出 )
4	PE	機殼接地和屏蔽電纜



**危險**

- ◆ 線材與 J1 連接器為高壓電路，且連接至主電源，安裝時務必謹慎。否則可能會導致機台毀損或人員受傷。

## 13.2 馬達延長線加磁環

馬達在激磁狀態下，若控制訊號受到雜訊干擾，可以考慮在馬達延長線上加裝磁環。

### ■ 外掛磁環之馬達延長線

表13.2.1

品號	規格	數量	說明
HE00831RB200	外掛式CM choke filter	1	馬達濾波器

表13.2.2

項目	規格
最大電壓	240 Vac
最大電流	7.5 A <sub>rms</sub>
峰值電流 / 峰值電流可持續時間	15 A <sub>rms</sub> / 1秒
環境工作溫度	0~40°C

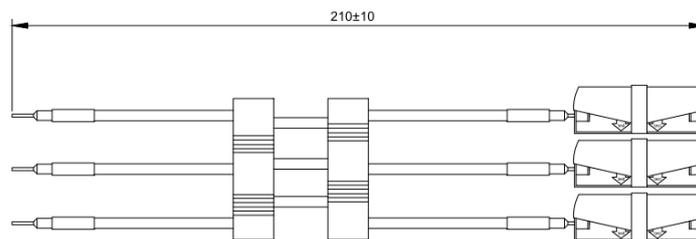


圖13.2.1

( 此頁有意留白。 )