

阜聯科技有限公司

VoCON 操作使用手冊

資料編號：VoCON001

版次：B

完成日期：2010年9月5日

目 錄

1.0	規格.....	1-1
1.1	一般規格.....	1-1
1.2	供應電源.....	1-1
1.3	數位輸入.....	1-1
1.4	數位輸出.....	1-1
1.5	類比輸入.....	1-1
1.6	類比輸出.....	1-3
1.7	溫度模組.....	1-3
1.8	加速規模組.....	1-4
1.9	類比資料紀錄模組.....	1-4
1.10	串列式通訊.....	1-4
1.11	2 位數 LED 數字顯示輸出 x 2 (選購模組, 開發中).....	1-5
1.12	LCD 人機介面 (選購模組, 開發中).....	1-5
2.0	配線.....	2-6
2.1	數位輸出/輸入.....	2-7
2.2	I2C 端子臺.....	2-7
3.0	指令.....	3-1
3.1	類比資料.....	3-1
3.1.1	類比輸入指令格式.....	3-2
3.1.2	類比輸出指令格式.....	3-4
3.1.3	設定類比輸入上/下限警報值指令格式.....	3-5
3.1.4	讀取類比輸入上/下限警報值指令格式.....	3-7
3.1.5	讀取內部類比資料紀錄.....	3-9
3.2	數位輸出/入.....	3-11
3.2.1	讀取數位輸入狀態 (bit).....	3-12
3.2.2	設定數位輸出指令 (bit).....	3-13
3.2.3	讀取數位輸入狀態 (byte).....	3-14
3.2.4	設定數位輸出指令 (byte).....	3-15
3.2.5	讀取數位輸出指令 (byte).....	3-16
3.3	加速規.....	3-16
3.3.1	讀取平均加速度指令格式.....	3-16
3.3.2	讀取均方根加速度(RMS)指令格式.....	3-18
3.3.3	下載加速度頻譜分析指令格式.....	3-19
3.3.4	設定均方根加速度(RMS) 警報觸發值指令格式.....	3-20
3.3.5	設定平均加速度(AVG)警報觸發值指令格式.....	3-22
3.3.6	加速度歸零設定指令格式.....	3-23
3.4	警報.....	3-24
3.4.1	下載警報紀錄指令格式.....	3-24
3.4.2	讀取警報旗標指令格式.....	3-25
3.4.3	清除警報指令格式.....	3-26
3.4.4	指令回覆詳細說明.....	3-27
3.5	設定/讀取系統時間/日期指令格式.....	3-29

3.5.1	設定/讀取系統時間/日期指令回覆格式	3-31
4.0	VOCON 應用範例	4-32
4.1	關鍵零組件之溫度監控	4-32
4.1.1	軸承固定座	4-33
4.1.2	立柱/底座	4-33
4.1.3	主軸軸承座	4-34
4.1.4	主軸鑄件側壁	4-34
4.2	關鍵零組件之震動監控	4-34
4.2.1	均方根加速度	4-34
4.2.2	平均加速度	4-34
4.2.3	FFT (快速傅立葉轉換)	4-34
4.3	補償機台精度	4-36
4.3.1	主軸溫昇熱變位補償	4-36
4.3.2	螺桿溫昇熱變位補償	4-40
4.4	壓力監控	4-40
4.4.1	配重系統壓力監控	4-40
4.5	高精度溫度控制器	4-41
5.0	加速規	5-1
5.1	方向定義	5-1
5.2	接腳定義	5-1
5.3	固定方式	5-1

圖 目 錄

圖表 2-1 配線示意圖	2-6
圖表 3-1 指令總覽	3-1
圖表 3-2 類比輸入指令總覽	3-2
圖表 3-3 S1, 類比輸入訊號切換開關	3-4
圖表 3-4 類比輸出指令總覽	3-4
圖表 3-5 設定類比輸入上/下限警報值指令總覽	3-6
圖表 3-6 讀取類比輸入上/下限警報值指令總覽	3-8
圖表 3-7 內部類比資料紀錄指令回覆格式	3-10
圖表 3-8 數位輸出/入指令總覽	3-12
圖表 3-9 數位輸入 (bit)指令總覽	3-12
圖表 3-10 數位輸入 (bit) 狀態說明	3-13
圖表 3-11 數位輸出(bit)指令總覽	3-13
圖表 3-12 數位輸出 (bit) 狀態說明	3-14
圖表 3-13 加速規指令總覽	3-16
圖表 3-14 平均加速度 (Average) 指令	3-17
圖表 3-15 均方根加速度 (RMS) 指令	3-18
圖表 3-16 下載加速度頻譜分析指令	3-19
圖表 3-17 頻譜分析軟體軟體	3-20
圖表 3-18 均方根(RMS)加速度警報觸發值指令	3-21
圖表 3-19 平均(AVG)加速度警報觸發值指令	3-22
圖表 3-20 平均(AVG)加速度警報觸發值指令	3-23
圖表 3-21 下載警報指令回覆	3-25
圖表 3-22 警報紀錄下載軟體	3-25
圖表 3-23 警報旗標回覆	3-26
圖表 3-24 警報指令回覆	3-27
圖表 3-25 加速規警報碼說明	3-28
圖表 3-26 快閃記憶體警報碼說明	3-28
圖表 3-27 類比輸入警報上限值警報碼說明	3-29
圖表 3-28 類比輸入警報下限值警報碼說明	3-29
圖表 3-29 時間設定指令	3-30
圖表 3-30 時間讀取指令	3-30
圖表 4-1 配線示意圖	4-33
圖表 4-2 電風扇強風	4-35
圖表 4-3 電風扇弱風	4-35
圖表 4-4 線性熱膨脹變形	4-37
圖表 4-5 角度熱膨脹變形	4-37
圖表 4-6 室溫變化與結構件厚度之關係	4-37
圖表 4-7 Z 向熱變位示意圖	4-38
圖表 4-8 溫度感知器裝置位置	4-38
圖表 4-9 非接觸式位移計固定架	4-39
圖表 4-10 VoDAQ (資料擷取軟體)	4-39
圖表 4-11 螺桿伸長量測裝置	4-40

圖表 4-12 高響應配重系統.....	4-40
圖表 4-13 溫度控制系統.....	4-41
圖表 5-1 加速規方向定義.....	5-1
圖表 5-2 加速規尺寸圖.....	5-2

1.0 規格

1.1 一般規格

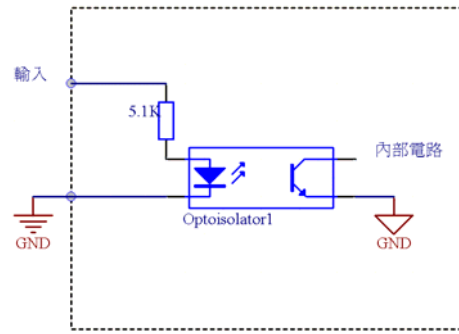
環境操作溫度	5°C ~ 50°C
保存環境溫度	0°C ~ 70°C 無腐蝕性氣體
保存/操作環境溼度	10% ~ 90%

1.2 供應電源

供應電源電壓	24 VDC
操作電壓範圍	20.4V ~ 26.4 VDC
消耗電力	
控制器本體	最大 5 W (含人機模組 10W)
數位輸出/入	最大 26.4 W

1.3 數位輸入

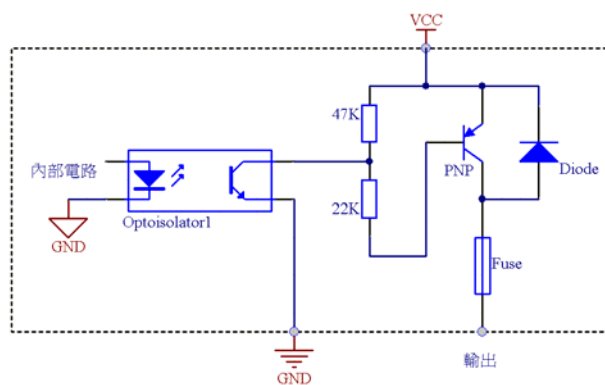
點數	8
電壓	24 VDC \pm 10%
ON 電壓	13V
OFF 電壓	6V
輸入電流	5 mA
輸入阻抗	5.1 k Ω
ON 反應時間	1 ms
OFF 反應時間	1ms
內部電氣隔離	光耦合 1000 Vrms
電路構成	



1.4 數位輸出

點數	8
型式	PNP (Sourcing)
輸出電壓	24VDC
輸出電流	100mA/點
ON 反應時間	1 ms
OFF 反應時間	1 ms
過電流保護	Resettable PTC
公共端	1.1A
各點	200 mA
內部電氣隔離	光耦合 1000 Vrms

電路構成

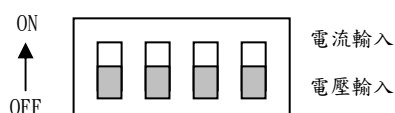


1.5 類比輸入

訊號類別	電壓輸入	電流輸入
點數	4	

信號輸入範圍	0 ~ 10V	0 ~ 20 mA
最大額定輸入值	12 V	24mA
外部輸入阻抗	最小 400k Ω	500 Ω
解析度	1/4096, 12 Bit	
綜合精度	25 °C : $\pm 0.5 \% F.S$	
A/D 轉換資料	0 ~ 4095	
頻寬	100 Hz	
平均化處理	無 或 10 筆資料之中間值	
內部電氣隔離	無	

* 內建類比輸入切換開關 (出廠設定)



1.6 類比輸出

訊號類別	電壓輸出	電流輸出 (開發中)
點數	4	
信號輸入範圍	0 ~ 10V	0 ~ 20 mA
外部輸出容許負載電阻	最小 1k Ω	最大 500 Ω
解析度	1/4096, 12 BIT	
綜合精度	25 °C : $\pm 0.5 \% F.S.$	
D/A 轉換資料	0 ~ 4095	
頻寬	100 Hz	
內部電氣隔離	無	

1.7 溫度模組

感知器類型	AD592AN	AD592CN (選購)
點數	8	
訊號類型	電流	
最大線長(隔離網)	100 m	
溫度量測範圍	0 ~ 125 °C	
解析度	0.03 °C (12BIT)	
綜合精度	0 ~ 125 °C : $\pm 0.25 \% F.S.$ (兩點校正後)	
D/A 轉換資料	0 ~ 4095	

頻寬	100 Hz
內部電氣隔離	無

1.8 加速規模組

軸數	3 軸 (X, Y, Z)
量測範圍	± 16 G
解析度	13 bit (+/- 4095)
綜合精度	25 °C : ± 1.0% F.S.
D/A 轉換資料	0 ~ +/- 4095
輸出	RS-232 串列輸出
RMS 輸出	有
絕對值輸出	有
碰撞檢知	有
資料擷取速率	1600Hz
頻寬	800 Hz
頻譜分析	256 pt., 800Hz Built-in Software

1.9 類比資料紀錄模組

點數	13 通道. 溫度 x 9 類比輸入 x 4
量測週期	10 分鐘
資料長度	900 組 (150 小時)
輸出	RS-232 串列輸出

1.10 串列式通訊

內部電氣隔離	磁耦合 1000 Vrms
電氣規範	EIA/TIA-232E
靜電保護	±8 kV: contact discharge ±15 kV: air gap discharge
傳輸速率	9.6Kbps, 19.2 kbps, 56Kbps
Data Bit	8

Stop Bit	1
Parity	None

1.112 位數 LED 數字顯示輸出 x 2 (選購模組, 開發中)

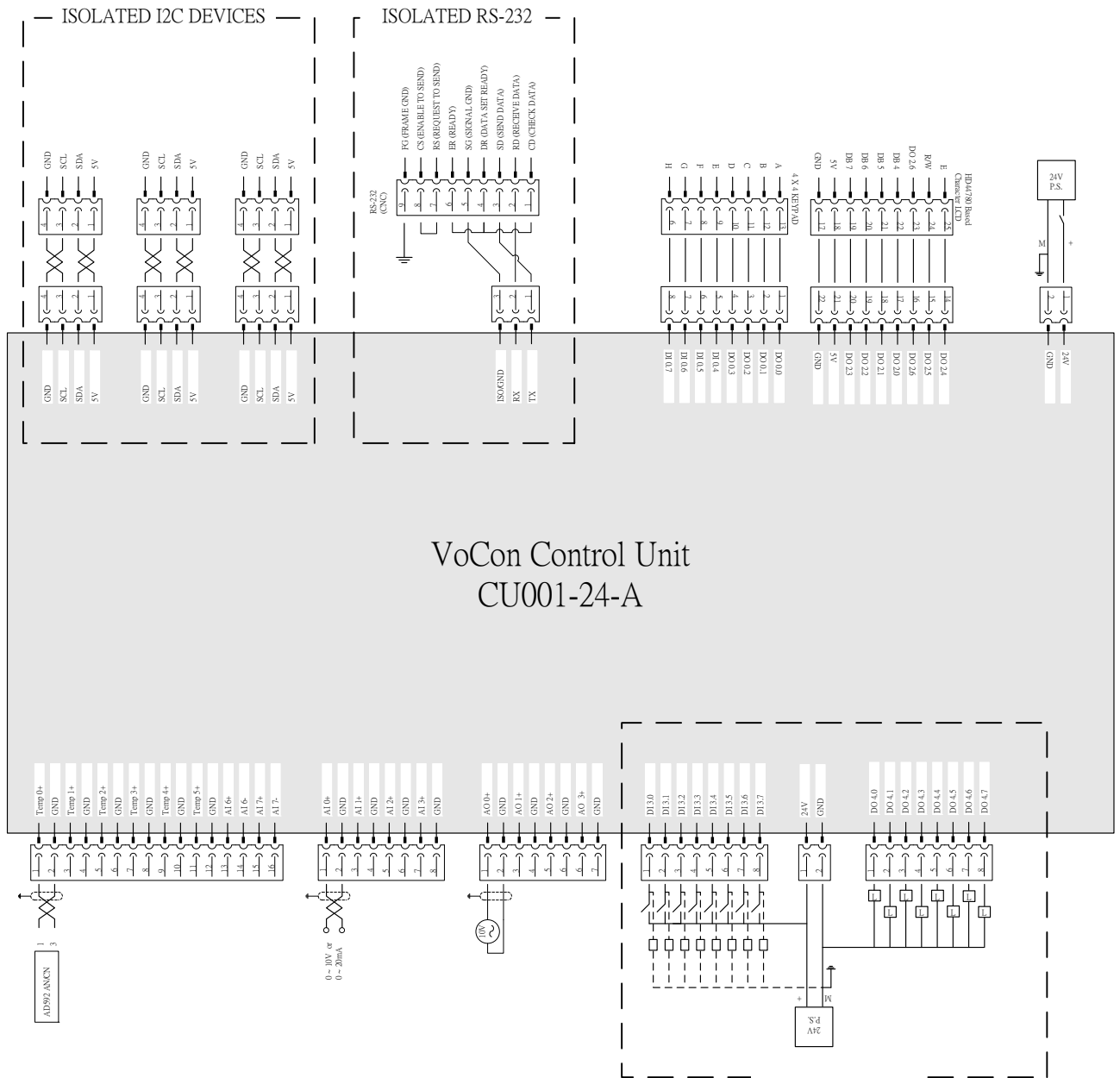
電源	內部電源供應
顯示位數	2
字元尺寸 (H * W)	1" x 1"
顯示顏色	紅
更新頻率	10 Hz
擴充數	2
通訊	I ² C

1.12 LCD 人機介面 (選購模組, 開發中)

顯示字元	4 x 20
背光	LED
鍵盤	4 x 4

2.0 配線

VoCON 的配線示意圖如下：



圖表 2-1 配線示意圖

2.1 數位輸出/輸入

VoCON 的數位輸出/輸入採用隔離電路，確保類比模組之訊號不直接受到數位輸出/輸入切換時的瞬間電壓改變之影響。請直接勿將 DI/DO 之 GND 接腳與 GND 接腳連接。

2.2 I2C 端子臺

VoCON 提供 3 組 5V 系統的 I2C 端子臺。此電壓並非標準之 I2C 規範電壓，請勿直接上非阜聯科技 (Vokonn) 產品之 I2C 零組件。

可使用之零件：

1. Vokonn 三軸加速規
2. Vokonn LED 數字顯示器

3.0 指令

使用者可以透過 RS-232 的串列式通訊下達資料讀取以及寫入的指令。本章將會做詳細說明。圖表 3-1 為指令總覽，指令間並無空格(Space)，空格僅為閱讀方便置入。指令格式編碼採用 HEX 碼。資料傳輸將以 ASCII 碼(文字)格式傳送 HEX 碼。意即每個 Byte 的 HEX 碼需要兩個 Byte 的文字碼的傳輸。例如：傳送數值 160 (DEC) → A0 (HEX) 需要使用兩個 Byte 65(DEC) 48(DEC) 或者 41 (HEX), 30(HEX)。

功能	指令
讀取類比輸入資料	A0 _0 00 0D
設定類比輸出指令	A1 __ __ 0D
設定類比輸入上限警報值	A2 __ __ 0D
設定類比輸入下限警報值	A3 __ __ 0D
讀取類比輸入上限警報值	A4 _0 00 0D
讀取類比輸入下限警報值	A5 _0 00 0D
讀取內部類比資料紀錄	A6 00 00 0D
保留 (請勿使用)	A7 __ __ 0D
讀取數位輸入狀態 (bit)	B0 3_ 00 0D
設定數位輸出指令 (bit)	B1 4_ 00 0D
讀取數位輸入狀態 (byte)	B2 30 00 0D
設定數位輸出指令 (byte)	B3 40 __ 0D
讀取數位輸出指令 (byte)	B4 40 00 0D
讀取平均加速度	C0 _0 00 0D
讀取均方根加速度	C1 _0 00 0D
下載加速度頻譜分析	C2 _0 00 0D
均方根加速度(RMS)警報觸發值	C4 __ __ 0D
平均加速度(AVG)警報觸發值	C5 __ __ 0D
加速度歸零設定	C8 00 00 0D
下載警報紀錄	E0 00 00 0D
讀取警報旗標	E1 00 00 0D
清除警報	E2 00 00 0D
保留 (請勿使用)	E3 __ __ 0D
設定/讀取日期/時間	FF __ __ 0D

圖表 3-1 指令總覽

3.1 類比資料

VoCON 提供的類比資料包含

1. 輸入

- (1) 溫度輸入 x 9
- (2) 類比輸入 x 4
- (3) 加速度 x 3

2. 輸出

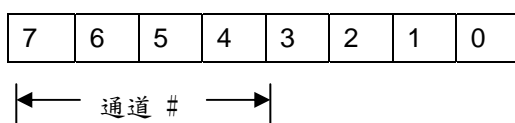
- (1) 類比輸出 x 4

3.1.1 類比輸入指令格式

讀取類比輸入的指令格式如下：

A0 _0 00 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bit 指定通道。



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	溫度 T0	A0 00 00 0D
1	溫度 T1	A0 10 00 0D
2	溫度 T2	A0 20 00 0D
3	溫度 T3	A0 30 00 0D
4	溫度 T4	A0 40 00 0D
5	溫度 T5	A0 50 00 0D
6	溫度 T6	A0 60 00 0D
7	溫度 T7	A0 70 00 0D
8	類比輸入 AI0	A0 80 00 0D
9	類比輸入 AI1	A0 90 00 0D
10	類比輸入 AI2	A0 A0 00 0D
11	類比輸入 AI3	A0 B0 00 0D
12	X 加速度(RMS)	A0 C0 00 0D
13	Y 加速度(RMS)	A0 D0 00 0D
14	Z 加速度(RMS)	A0 E0 00 0D
15	MCU 溫度 T15	A0 F0 00 0D

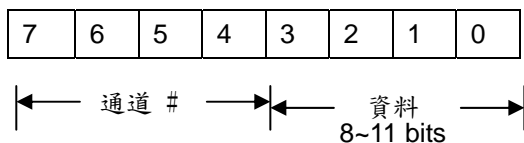
圖表 3-2 類比輸入指令總覽

3.1.1.1 類比輸入指令回覆格式

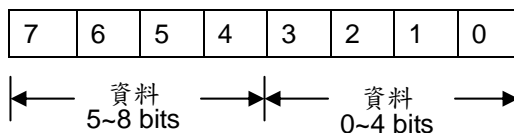
VoCON 讀取類比輸入指令後，回傳類比輸入值，回覆格式如下：

A0 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-2)，下位 4 個 bits 為類比資料的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為類比資料的 0 ~ 7 bits



3.1.1.2 溫度 (T x)

溫度 (T0 ~ T7, T15) 的回覆資料為 12bit，解析度 12bit，0 ~ 4095，對應為 0°C ~ 125°C。

$$\text{溫度(攝氏)} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 125$$

3.1.1.3 類比輸入 (AI x)

溫度的回覆資料為 12bit，0 ~ 4095，對應為 0V ~ 10V 或 0mA ~ 20mA。

$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 10\text{V}$$

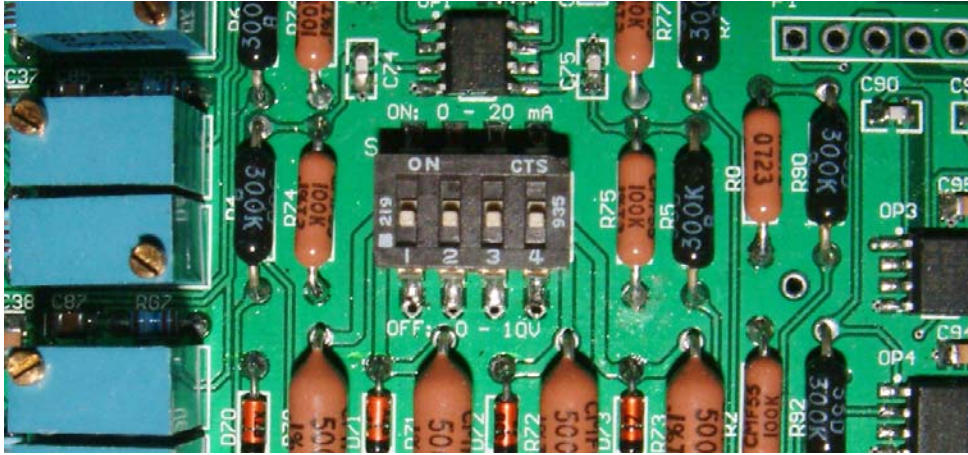
或

$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 20\text{mA}$$

VoCON 控制器上的 S1 開關用於切換類比訊號輸入形式。

S1 開關狀態	對應類比輸入訊號選項
ON	0 ~ 20 mA
OFF	0 ~ 10 V

每個 channel 可以個別選擇。輸入訊號與 S1 開關設定不匹配時，可能造成 VoCON 無法回復之損害。



圖表 3-3 S1, 類比輸入訊號切換開關

3.1.1.4 加速度(RMS)

加速度(RMS)的回覆資料為 12bit，0 ~ 4095，對應為 0 ~ 16G。

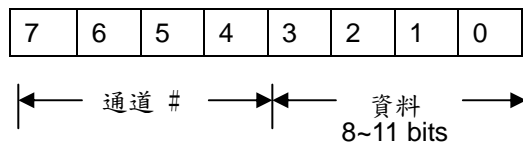
$$\text{加速度(rms)} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 16G$$

3.1.2 類比輸出指令格式

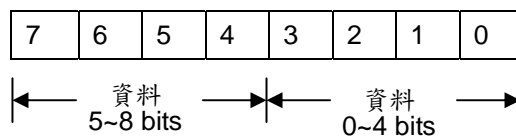
設定類比輸出的指令格式如下：

A1 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-4)，下位 4 個 bits 為類比資料的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為類比資料的 0 ~ 7 bits



通道	說明	指令
0	類比輸出 AO0	A1 0__ __ 0D
1	類比輸出 AO1	A1 1__ __ 0D
2	類比輸出 AO2	A1 2__ __ 0D
3	類比輸出 AO3	A1 3__ __ 0D

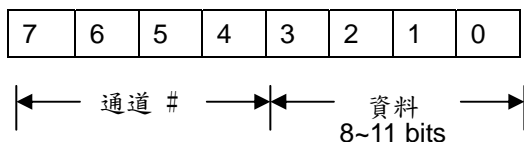
圖表 3-4 類比輸出指令總覽

3.1.2.1 類比輸出指令回覆格式

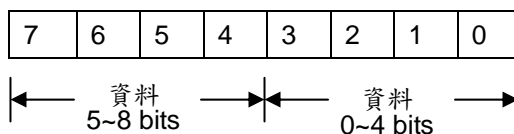
VoCON 讀取類比輸出指令後，回傳類比輸出值，回覆格式如下：

A1 ___ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-4)，下位 4 個 bits 為類比資料的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為類比資料的 0 ~ 7 bits



3.1.2.2 類比輸出 (AO x)

類比輸出資料為 12bit，0 ~ 4095，對應為 0V ~ 10V 或 0mA ~ 20mA(Option)。

$$\text{類比輸出 (V)} = \frac{\text{設定值}}{4095} \cdot 10\text{V}$$

或

$$\text{類比輸出 (mA)} = \frac{\text{設定值}}{4095} \cdot 20\text{mA}$$

3.1.3 設定類比輸入上/下限警報值指令格式

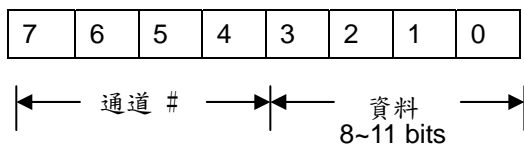
當類比輸入值(Tx, A1x)高於/低於此設定值時，將會觸發警報並記錄於 VoCON 內建之快閃記憶體。詳細之警報資料請查閱 3.4.4.4 警報碼與警報資料。

設定類比輸入上/下限警報值的指令格式如下：

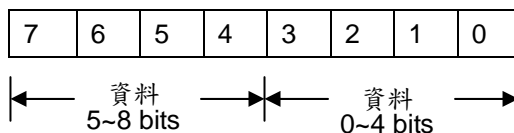
A2 ___ 0D 設定類比輸入上限警報值

A3 ___ 0D 設定類比輸入下限警報值

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-5)，下位 4 個 bits 為類比資料的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為類比資料的 0 ~ 7 bits



通道	說明	指令
0	溫度 T0 上限警報值 下限警報值	A2 0___ 0D A3 0___ 0D
1	溫度 T1 上限警報值 下限警報值	A2 1___ 0D A3 1___ 0D
2	溫度 T2 上限警報值 下限警報值	A2 2___ 0D A3 2___ 0D
3	溫度 T3 上限警報值 下限警報值	A2 3___ 0D A3 3___ 0D
4	溫度 T4 上限警報值 下限警報值	A2 4___ 0D A3 4___ 0D
5	溫度 T5 上限警報值 下限警報值	A2 5___ 0D A3 5___ 0D
6	溫度 T6 上限警報值 下限警報值	A2 6___ 0D A3 6___ 0D
7	溫度 T7 上限警報值 下限警報值	A2 7___ 0D A3 7___ 0D
8	類比輸入 AI0 上限警報值 下限警報值	A2 8___ 0D A3 8___ 0D
9	類比輸入 AI1 上限警報值 下限警報值	A2 9___ 0D A3 9___ 0D
10	類比輸入 AI2 上限警報值 下限警報值	A2 A___ 0D A3 A___ 0D
11	類比輸入 AI3 上限警報值 下限警報值	A2 B___ 0D A3 B___ 0D
15	MCU 溫度 T15 上限警報值 下限警報值	A2 F___ 0D A3 F___ 0D

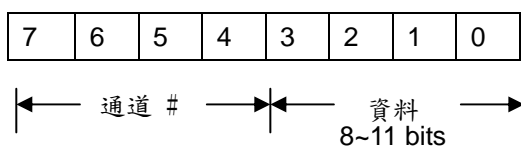
圖表 3-5 設定類比輸入上/下限警報值指令總覽

3.1.3.1 設定類比輸入上/下限警報值指令回覆格式

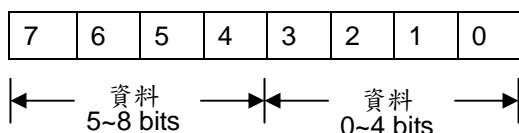
VoCON 讀取類比輸入上/下限警報值指令後，回傳類比輸入上/下限警報值，回覆格式如下：

A2 ___ 0D 設定類比輸入上限警報值指令回覆格式
A3 ___ 0D 設定類比輸入下限警報值指令回覆格式

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-5)，下位 4 個 bits 為類比資料的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為類比資料的 0 ~ 7 bits



3.1.3.2 溫度 (T x)

溫度 (T0 ~ T7, T15) 的回覆資料為 12bit，解析度 12bit，0 ~ 4095，對應為 0°C ~ 125°C。

$$\text{溫度(攝氏)} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 125$$

3.1.3.3 類比輸入 (AI x)

溫度的回覆資料為 12bit，0 ~ 4095，對應為 0V ~ 10V 或 0mA ~ 20mA。

$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 10V$$

或

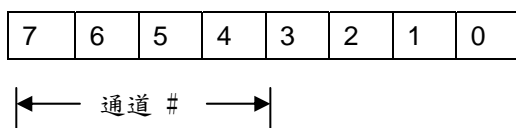
$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 20mA$$

3.1.4 讀取類比輸入上/下限警報值指令格式

讀取類比輸入上/下限警報值的指令格式如下：

A4 _0 00 0D 讀取類比輸入上限警報值
 A5 _0 00 0D 讀取類比輸入下限警報值

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-6)。



通道	說明	指令
0	溫度 T0 上限警報值 下限警報值	A4 00 00 0D A5 00 00 0D
1	溫度 T1 上限警報值 下限警報值	A4 10 00 0D A5 10 00 0D
2	溫度 T2 上限警報值 下限警報值	A4 20 00 0D A5 20 00 0D
3	溫度 T3 上限警報值 下限警報值	A4 30 00 0D A5 30 00 0D

4	溫度 T4	上限警報值 下限警報值	A4 40 00 0D A5 40 00 0D
5	溫度 T5	上限警報值 下限警報值	A4 50 00 0D A5 50 00 0D
6	溫度 T6	上限警報值 下限警報值	A4 60 00 0D A5 60 00 0D
7	溫度 T7	上限警報值 下限警報值	A4 70 00 0D A5 70 00 0D
8	類比輸入 AI0	上限警報值 下限警報值	A4 80 00 0D A5 80 00 0D
9	類比輸入 AI1	上限警報值 下限警報值	A4 90 00 0D A5 90 00 0D
10	類比輸入 AI2	上限警報值 下限警報值	A4 A0 00 0D A5 A0 00 0D
11	類比輸入 AI3	上限警報值 下限警報值	A4 B0 00 0D A5 B0 00 0D
15	MCU 溫度 T15	上限警報值 下限警報值	A4 F0 00 0D A5 F0 00 0D

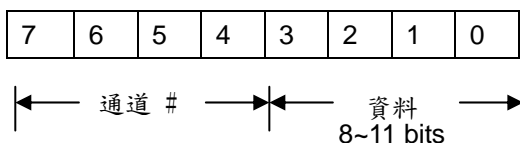
圖表 3-6 讀取類比輸入上/下限警報值指令總覽

3.1.4.1 讀取類比輸入上/下限警報值指令回覆格式

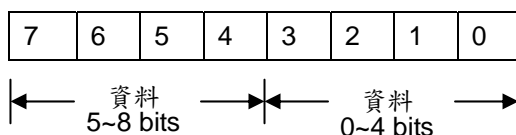
VoCON 讀取類比輸入上/下限警報值後，回覆格式如下：

A4 ___ 0D 設定類比輸入上限警報值指令回覆格式
A5 ___ 0D 設定類比輸入下限警報值指令回覆格式

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-6)，下位 4 個 bits 為類比資料的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為類比資料的 0 ~ 7 bits



3.1.4.2 溫度 (T x)

溫度 (T0 ~ T7, T15) 的回覆資料為 12bit，解析度 12bit，0 ~ 4095，對應為 0°C ~ 125°C。

$$\text{溫度(攝氏)} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 125$$

3.1.4.3 類比輸入 (AI x)

溫度的回覆資料為 12bit，0 ~ 4095，對應為 0V ~ 10V 或 0mA ~ 20mA。

$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 10V$$

或

$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 20mA$$

3.1.5 讀取內部類比資料紀錄

VoCON 內建 900 筆之類比資料紀錄，每隔 10 分鐘自動記錄類比資料於快閃記憶體中；提供 6 天不間斷之紀錄。即使切斷電源，紀錄仍不會被刪除。機台溫度以及類比資料之紀錄有助於判斷機台精度之變化以及零件損壞之原因。

讀取內部類比資料紀錄的指令格式如下：

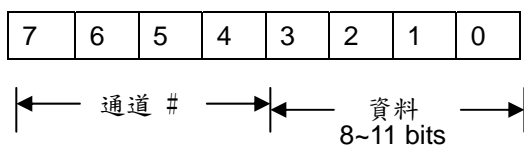
A6 00 00 0D

3.1.5.1 讀取內部類比資料紀錄指令回覆格式

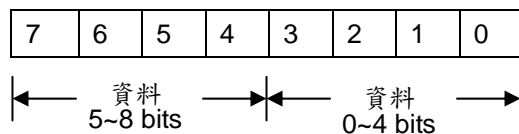
VoCON 讀取內部類比輸入資料紀錄指令後，回覆格式如下：

A6 _ _ _ _ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-7)，下位 4 個 bits 為類比資料的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為類比資料的 0 ~ 7 bits



回覆指令依續自通道 0 到 通道 15，不斷的重複輸出，直到 900 筆的資料完成輸出。每筆資料包含年、月、日、時、分、以及 13 個通道的擷取值。

通道	說明	指令回覆
0	年 (西元)	A6 0_ _ 0D
1	月 / 日	A6 1_ _ 0D
2	時 / 分	A6 2_ _ 0D
3	溫度 T0	A6 3_ _ 0D

4	溫度 T1	A6 4_ __ 0D
5	溫度 T2	A6 5_ __ 0D
6	溫度 T3	A6 6_ __ 0D
7	溫度 T4	A6 7_ __ 0D
8	溫度 T5	A6 8_ __ 0D
9	溫度 T6	A6 9_ __ 0D
10	溫度 T7	A6 A_ __ 0D
11	類比輸入 AI0	A6 B_ __ 0D
12	類比輸入 AI1	A6 C_ __ 0D
13	類比輸入 AI2	A6 D_ __ 0D
14	類比輸入 AI3	A6 E_ __ 0D
15	MCU 溫度 T15	A6 F_ __ 0D

圖表 3-7 內部類比資料紀錄指令回覆格式

3.1.5.2 日期

日期 分別 由 A6 0_ __ 0D 與 A6 1_ __ 0D 表示。

A6 0_ __ 0D 資料欄內之數字即代表西元年

例：

A6 07 DA 0D 即代表 2010 年

A6 1_ __ 0D 資料欄內之數字轉換為 10 進制後的第 3 與第 4 位代表月份，第 1 與第 2 位的數字代表日期。

例：

A6 14 CF 0D 即代表 12 月 31 日

3.1.5.3 時間

時間由 A6 2_ __ 0D 表示。

A6 2_ __ 0D 資料欄內之數字轉換為 10 進制後的第 3 與第 4 位代表時，第 1 與第 2 位的數字代表分。

例：

A6 29 37 0D 即代表 23:59

3.1.5.4 溫度 (T x)

溫度 (T0 ~ T7, T15) 的回覆資料為 12bit，解析度 12bit，0 ~ 4095，對應為 0°C ~ 125°C。

$$\text{溫度(攝氏)} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 125$$

3.1.5.5 類比輸入 (AI x)

溫度的回覆資料為 12bit，0 ~ 4095，對應為 0V ~ 10V 或 0mA ~ 20mA。

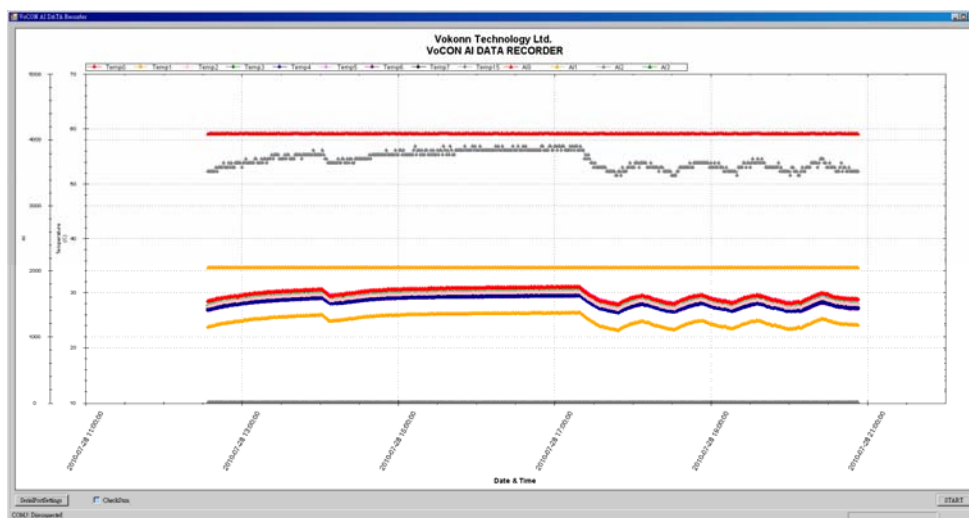
$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 10V$$

或

$$\text{類比輸入} = \frac{\text{讀值 } or \text{ 設定值}}{4095} \cdot 20mA$$

3.1.5.6 應用程式

除可自行使用上述指令讀取資料紀錄。 阜聯科技另提供應用程式 VoCON AI Data Recorder，方便資料下載以及分析。



3.2 數位輸出/入

VoCON 提供 8 個 bit 的數位輸出與輸入。 透過指令可以：

1. 分別讀取各別 bit 的輸入狀態
2. 一次讀取 8 個 bit 的輸入狀態
3. 設定各別 bit 的輸出狀態
4. 一次設定 8 個 bit 的輸出狀態
5. 一次讀取 8 個 bit 的輸出狀態

通道	說明	指令
0	讀取數位輸入狀態 (bit)	B0 3_ 00 0D
1	設定數位輸出指令 (bit)	B1 4_ 0_ 0D
2	讀取數位輸入狀態 (byte)	B2 30 00 0D
3	設定數位輸出指令 (byte)	B3 40 __ 0D
4	讀取數位輸出指令 (byte)	B4 40 __ 0D

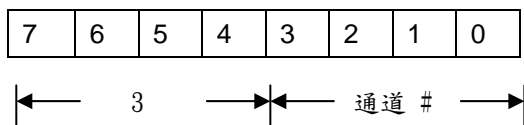
圖表 3-8 數位輸出/入指令總覽

3.2.1 讀取數位輸入狀態 (bit)

讀取數位輸入(bit)的指令格式如下：

B0 3_ 00 0D

第 2 個 Byte 的下位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-9)。



第 3 個 Byte 為保留 0 ~ 7 bits



通道	說明	指令
0	DI0	B0 30 00 0D
1	DI1	B0 31 00 0D
2	DI2	B0 32 00 0D
3	DI3	B0 33 00 0D
4	DI4	B0 34 00 0D
5	DI5	B0 35 00 0D
6	DI6	B0 36 00 0D
7	DI7	B0 37 00 0D

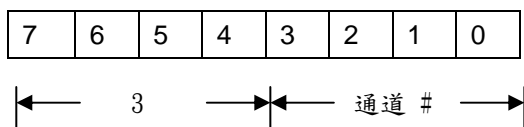
圖表 3-9 數位輸入 (bit)指令總覽

3.2.1.1 讀取數位輸入狀態(bit)指令回覆格式

VoCON 讀取數位輸入指令後，回傳數位輸入狀態(bit)，回覆格式如下：

B0 3_ 0_ 0D

第 2 個 Byte 的下位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-10)。



第 3 個 Byte 的 第 0 bit 為數位輸入狀態(bit)



第 0 bit	代表意義	電壓狀態
0	OFF	0V
1	ON	24V

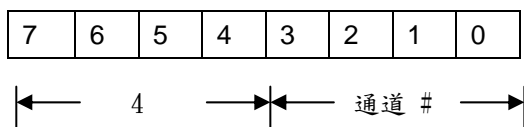
圖表 3-10 數位輸入 (bit) 狀態說明

3.2.2 設定數位輸出指令 (bit)

設定數位輸出(bit)的指令格式如下：

B1 4_0_0D

第 2 個 Byte 的下位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-11)。



第 3 個 Byte 的 第 0 bit 為數位輸入狀態(bit)



通道	說明	指令
0	DO0	B1 40 0_0D
1	DO1	B1 41 0_0D
2	DO2	B1 42 0_0D
3	DO3	B1 43 0_0D
4	DO4	B1 44 0_0D
5	DO5	B1 45 0_0D
6	DO6	B1 46 0_0D
7	DO7	B1 47 0_0D

圖表 3-11 數位輸出(bit)指令總覽

第 0 bit	代表意義	電壓狀態
0	OFF	0V
1	ON	24V

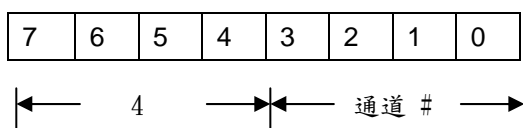
圖表 3-12 數位輸出 (bit) 狀態說明

3.2.2.1 設定數位輸出指令(bit)指令回覆格式

VoCON 讀取數位輸出指令後，回傳數位輸出狀態(bit)，回覆格式如下：

B1 4_0_0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-11)。



第 3 個 Byte 的 第 0 bit 為數位輸入狀態(bit)



3.2.3 讀取數位輸入狀態 (byte)

讀取數位輸入(byte)的指令格式如下：

B2 30 00 0D

3.2.3.1 讀取數位輸入狀態(byte)指令回覆格式

VoCON 讀取數位輸入(byte)指令後，回傳數位輸入狀態(byte)，回覆格式如下：

B2 30 __ 0D

第 3 個 Byte 的 0 ~ 7 bits 為數位輸入狀態



依據每個 bit 的狀態回傳 HEX 格式的數值於第三個 Byte。

如：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
狀態	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON

指令回覆則為

$$2^0 + 2^3 + 2^7 = 137(\text{DEC}) = 89(\text{HEX})$$

B2 30 89 0D

3.2.4 設定數位輸出指令 (byte)

設定數位輸出(byte)的指令格式如下：

B3 40 __ 0D

第 3 個 Byte 的 0 ~ 7 bits 為數位輸出指令



如：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
狀態	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF

指令則為

$$20 + 23 + 27 = 170 (\text{DEC}) = \text{AA} (\text{HEX})$$

B3 40 AA 0D

3.2.4.1 設定數位輸出指令(byte)指令回覆格式

VoCON 讀取數位輸出(byte)指令後，回傳數位輸出狀態(byte)，回覆格式如下：

B3 40 __ 0D

第 3 個 Byte 的 0 ~ 7 bits 為數位輸出狀態



如：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
狀態	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF

指令回覆則為

$$20 + 23 + 27 = 170 (\text{DEC}) = \text{AA} (\text{HEX})$$

B3 40 AA 0D

3.2.5 讀取數位輸出指令 (byte)

讀取數位輸出(byte)的指令格式如下：

B4 40 00 0D

3.2.5.1 讀取數位輸出指令(byte)指令回覆格式

VoCON 讀取數位輸出(byte)指令後，回傳數位輸出狀態(byte)，回覆格式如下：

B3 40 __ 0D

第 3 個 Byte 的 0 ~ 7 bits 為數位輸出狀態



如：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
狀態	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF

指令回覆則為

$20 + 23 + 27 = 170$ (DEC) = AA (HEX)

B3 40 AA 0D

3.3 加速規

VoCON 提供即時加速度值的輸出，平均值(AVG)以及平方根值(RMS)。資料取樣頻率為 1600Hz，取樣數目 512 筆，計算週期為 320ms。

另外提供歸零設定，抵銷因地心引力造成的自重讀值。

讀取平均加速度	C0_0 00 0D
讀取均方根加速度	C1_0 00 0D
均方根加速度(RMS)警報觸發值	C4 __ __ 0D
平均加速度(AVG)警報觸發值	C5 __ __ 0D
加速度歸零設定	C8_0 00 0D

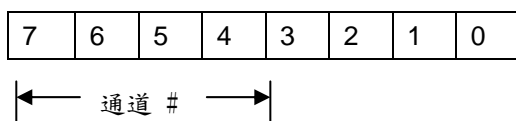
圖表 3-13 加速規指令總覽

3.3.1 讀取平均加速度指令格式

讀取平均加速度的指令格式如下：

C0_0 00 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bit 指定通道。



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	X	C0 00 00 0D
1	Y	C0 10 00 0D
2	Z	C0 20 00 0D
3	三軸總量	C0 30 00 0D

圖表 3-14 平均加速度 (Average) 指令

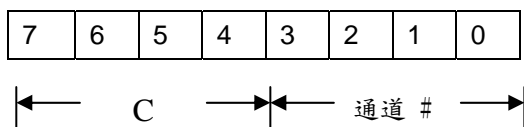
三軸總量的計算公式為 $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 。

3.3.1.1 讀取平均加速度指令回覆格式

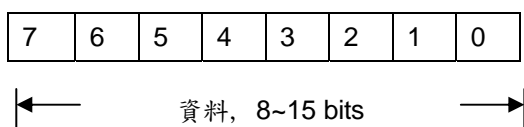
VoCON 讀取平均加速度指令後，回傳平均加速度值，回覆格式如下：

C_ _ _ 0D

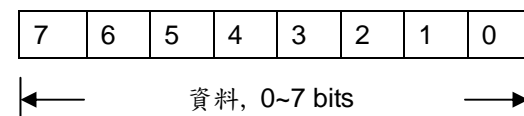
第 1 個 Byte 的下位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-14)



第 2 個 Byte 為平均加速度的 8~15 bits。



第 3 個 Byte 為平均加速度的 0 ~ 7 bits



平均加速度(Avg.)的回覆資料為 16bit，解析度 13bit, $\pm 0 \sim 4095$ ，對應為 $\pm 0 \sim 16G$ 。資料格式為 two's complement。

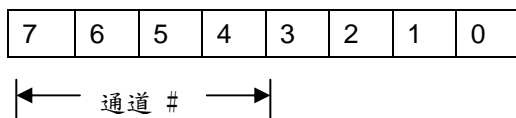
$$\text{平均加速度(G)} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 16G$$

3.3.2 讀取均方根加速度(RMS)指令格式

讀取均方根加速度的指令格式如下：

C1_0 00 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bit 指定通道。



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	X	C1 00 00 0D
1	Y	C1 10 00 0D
2	Z	C1 20 00 0D
3	三軸總量	C1 30 00 0D

圖表 3-15 均方根加速度 (RMS) 指令

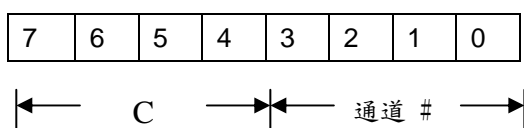
三軸總量的計算公式為 $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 。

3.3.2.1 讀取均方根加速度(RMS)指令回覆格式

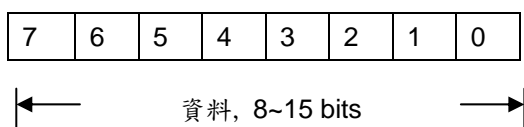
VoCON 讀取均方根加速度指令後，回傳均方根加速度值，回覆格式如下：

C_ ___ 0D

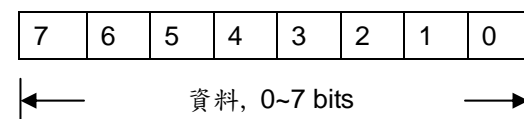
第 1 個 Byte 的下位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-15)



第 2 個 Byte 為均方根加速度的 8~11 bits。



第 2 個 Byte 為均方根加速度的 0~7 bits



均方根加速度 (RMS)的回覆資料為 12bit，解析度 12bit，0 ~ 4095，對應為 0 ~ 16G。

$$\text{均方根加速度(G)} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 16G$$

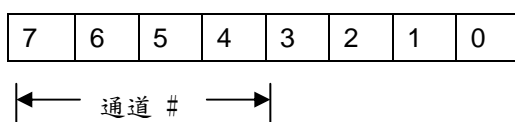
3.3.3 下載加速度頻譜分析指令格式

VoCON 內建頻寬 800Hz、256 點的快速傅立葉轉換功能。VoCON 接收下載加速度頻譜分析指令後，將以 1600Hz 擷取的 512 筆加速度值資料，先經過 SINC Window 過濾高頻雜訊(800Hz+)後，再執行快速傅立葉轉換。

下載加速度頻譜分析指令格式如下：

C2 0_00 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bit 指定通道。



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	下載 X 軸加速度頻譜	C2 00 00 0D
1	下載 Y 軸加速度頻譜	C2 10 00 0D
2	下載 Z 軸加速度頻譜	C2 20 00 0D

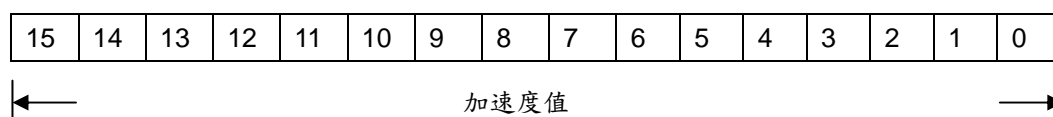
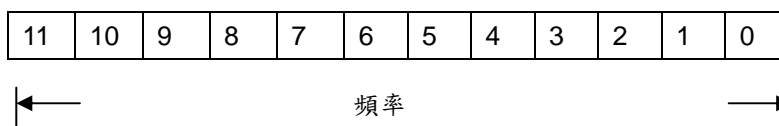
圖表 3-16 下載加速度頻譜分析指令

3.3.3.1 下載加速度頻譜分析指令回覆格式

VoCON 讀取清除警報指令後，回覆指令格式如下：

C2 _ _ _ _ _ 0D

第 2 個 Byte 開始的 12 個 bits 為頻率，之後的 16bit 為加速度值。



回覆指令依續自頻率 0 到 頻率 256，不斷的重複輸出，直到 266 筆的資料完成輸出。每筆資料包含頻率以及加速度值資料。

3.3.3.2 頻率

頻率的回覆值為 0 ~ 256，對應 0 ~ 800Hz。

$$\text{頻率(Hz)} = \frac{\text{讀值}}{256} \cdot 800\text{Hz}$$

3.3.3.3 加速度值

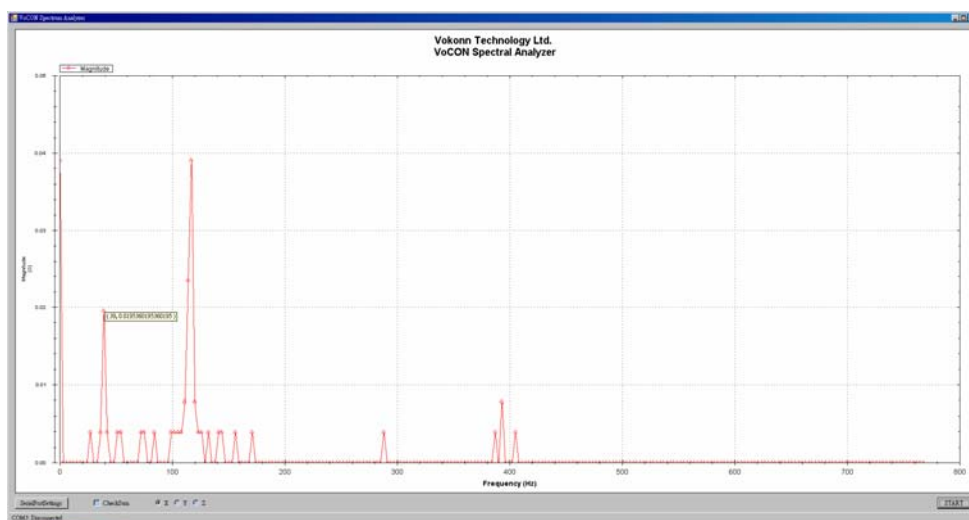
加速度的回覆資料為 16bit。讀值 0 ~ 4095 對應為 0 ~ 16G。

單位轉換公式為：

$$\text{加速度(G)} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 16\text{G}$$

3.3.3.4 應用程式

除可使用者自行使用上述指令下載頻譜資料。阜聯科技另提供應用程式 VoCON Spectral Analyzer，方便資料下載以及分析。



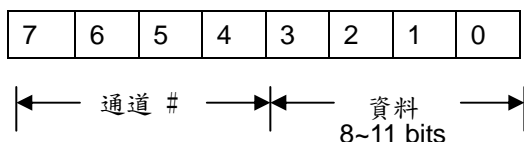
圖表 3-17 頻譜分析軟體軟體

3.3.4 設定均方根加速度(RMS) 警報觸發值指令格式

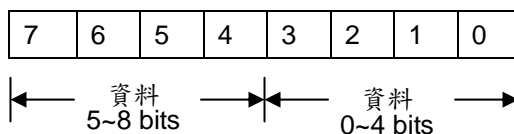
設定均方根(RMS)加速度警報觸發值指令格式如下：

C4 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-18)，下位 4 個 bits 為均方根(RMS)加速度值的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為均方根(RMS)加速度值的 0 ~ 7 bits



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	X	C4 0_ __ 0D
1	Y	C4 1_ __ 0D
2	Z	C4 2_ __ 0D
3	三軸總量	C4 3_ __ 0D
4	三軸(同值)	C4 4_ __ 0D

圖表 3-18 均方根(RMS)加速度警報觸發值指令

只要均方根加速度值到達設定值，VoCON 立即紀錄警報發生時間、日期、警報碼以及加速度值。可由 E0 或者 E1 指令讀取警報。

三軸總量必須由使用者計算後輸入，計算公式為 $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ，

使用三軸(同值) (C4 4_ __ 0D)指令時，三軸總量將由 VoCON 計算，計算公式為 $\sqrt{3 \cdot x^2}$ 。 假設指令為 C4 4F FF 0D 時，各警報觸發值如下：

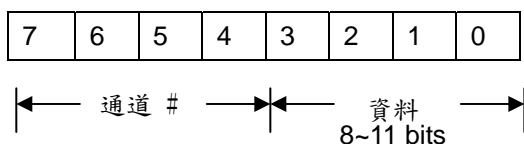
X	4095	16G	
Y	4095	16G	
Z	4095	16G	
三軸總量	7093	27.7G	

3.3.4.1 設定均方根加速度(RMS)指令回覆格式

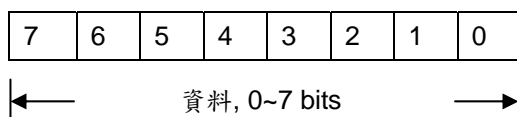
VoCON 設定均方根加速度指令後，回傳均方根加速度值，回覆格式如下：

C4 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-18)，下位 4 個 bits 為均方根(RMS)加速度值的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為均方根加速度的 0 ~ 7 bits



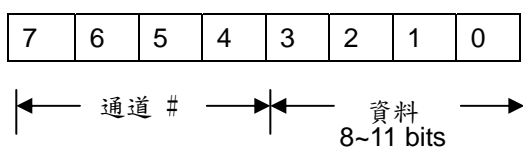
均方根加速度(RMS)的回覆資料為 12bit，解析度 12bit, 0 ~ 4095，對應為 0 ~ 16G。

3.3.5 設定平均加速度(AVG)警報觸發值指令格式

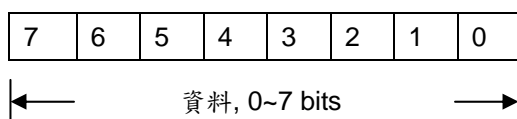
設定平均(AVG)加速度警報觸發值指令格式如下：

C5 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-19)，下位 4 個 bits 為均方根(AVG)加速度值的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為平均(AVG)加速度值的 0 ~ 7 bits



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	X	C5 0__ __ 0D
1	Y	C5 1__ __ 0D
2	Z	C5 2__ __ 0D
3	三軸總量	C5 3__ __ 0D
4	三軸(同值)	C5 4__ __ 0D

圖表 3-19 平均(AVG)加速度警報觸發值指令

只要平均加速度值(絕對值)到達設定值，VoCON 立即紀錄警報發生時間、日期、警報碼以及加速度值。可由 E0、E1 或者 E2 指令讀取警報。

三軸總量必須由使用者計算後輸入，計算公式為 $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ，

使用三軸(同值) (C5 4__ __ 0D)指令時，三軸總量將由 VoCON 計算，計算公式為 $\sqrt{3 \cdot x^2}$ 。假設指令為 C5 4F FF 0D 時，各警報觸發值如下：

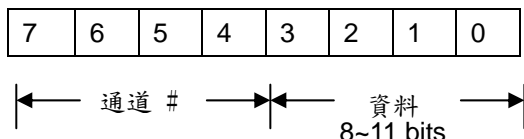
X	4095 16G
Y	4095 16G
Z	4095 16G
三軸總量	7093 27.7G

3.3.5.1 設定平均加速度(AVG)警報觸發值指令回覆格式

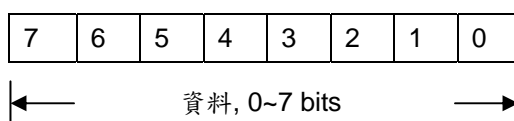
VoCON 設定平均加速度指令後，回傳平均加速度值，回覆格式如下：

C5 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-19)，下位 4 個 bits 為均方根(RMS)加速度值的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為均方根加速度的 0~7 bits



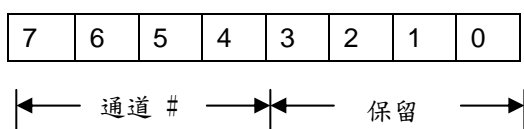
平均加速度(AVG)的回覆資料為 12bit，解析度 12bit，0 ~ 4095，對應為 0 ~ 16G。

3.3.6 加速度歸零設定指令格式

加速度歸零設定指令格式如下：

C8 _0 00 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-20)。



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	X	C8 00 00 0D
1	Y	C8 10 00 0D
2	Z	C8 20 00 0D

圖表 3-20 平均(AVG)加速度警報觸發值指令

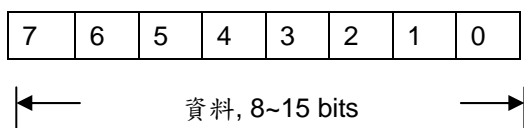
讀取此指定後，VoCON 立刻將該軸向目前的加速度值設定為 OFFSET 值，使其顯示值歸零。

3.3.6.1 加速度歸零設定指令回覆格式

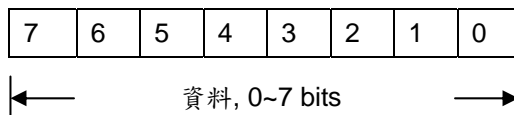
VoCON 讀取加速度歸零設定指令後，回覆指令格式如下：

C8 __ __ 0D

第 2 個 Byte 為加速度偏移補償量的 8~15 bits。



第 3 個 Byte 為加速度偏移補償量的 0 ~ 7 bits



加速度歸零設定的回覆資料為 16bit，解析度 13bit, $\pm 0 \sim 4095$ ，對應為 $\pm 0 \sim 16G$ 。資料格式為 two's complement。

$$\text{加速度偏移補償量} = \frac{\text{讀值}}{4095} \cdot 16G$$

3.4 警報

當 VoCON 偵測到系統異常時，如 溫度過高、溫度過低、加速規通信異常與加速度值過高等，會立即將警報發生時間以及警報種類記錄於快閃記憶體中，提供機台維修時問題分析及判斷之依據。VoCON 提供 2000 筆警報的儲存空間。

3.4.1 下載警報紀錄指令格式

VoCON 提供指令可以一次下載所有儲存於快閃記憶體中之警報紀錄，2000 筆。

下載警報紀錄指令格式如下：

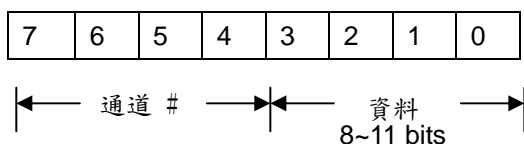
E0 00 00 0D

3.4.1.1 下載警報指令回覆格式

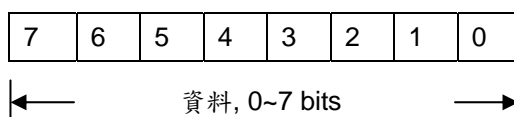
VoCON 讀取清除警報指令後，回覆指令格式如下：

E0 ____ 0D

除警報資料外，第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-21)。回傳警報資料時，兩個 byte (16bit)，皆為資料所使用。



第 3 個 Byte 為均方根加速度的 0 ~ 7 bits



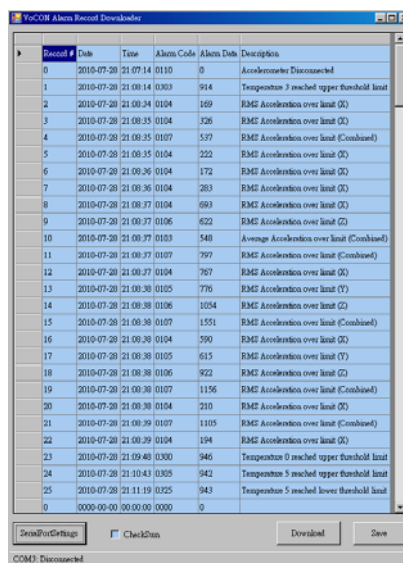
回覆指令依續自通道 0 到 通道 6，不斷的重複輸出，直到 2000 筆的資料完成輸出。每筆資料包含警報旗標、年、月、日、時、分、秒、警報碼以及警報資料。

通道	說明	指令回覆
0	警報旗標	E0 0_ __ 0D
1	年 (西元)	E0 1_ __ 0D
2	月 / 日	E0 2_ __ 0D
3	時 / 分	E0 3_ __ 0D
4	秒	E0 4_ __ 0D
5	警報碼	E0 5_ __ 0D
6	警報資料	E0 __ __ 0D

圖表 3-21 下載警報指令回覆

3.4.1.2 應用程式

除可自行使用上述指令下載警報紀錄。阜聯科技另提供應用程式 VoCON Alarm Data Downloader，方便資料下載以及分析。



圖表 3-22 警報紀錄下載軟體

3.4.2 讀取警報旗標指令格式

讀取警報旗標指令格式如下：

E1 00 00 0D

回傳最後(最新)一筆警報旗標。

此指令可用於確認 CNC 控制器內，是否已記錄 VoCON 所偵測出的最新警報。若是 CNC 控制器內

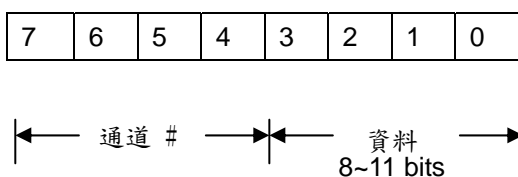
之警報旗標與 VoCON 之警報旗標不相等，CNC 控制器必須下達 E2 00 00 0D 之指令，不斷對 VoCON 與 CNC 控制器就警報記錄做同部動作。

3.4.2.1 讀取警報旗標指令回覆格式

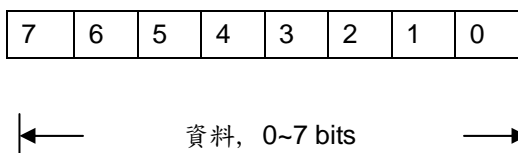
VoCON 讀取清除警報指令後，回覆指令格式如下：

E1 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-24)。



第 3 個 Byte 為均方根加速度的 0~7 bits



通道	說明	指令回覆
0	最後(最新)警報旗標	E1 0_ __ 0D

圖表 3-23 警報旗標回覆

3.4.3 清除警報指令格式

清除警報指令格式如下：

E2 00 00 0D

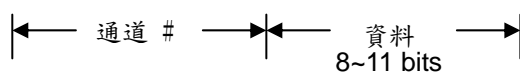
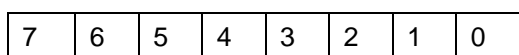
傳回尚未傳輸之警報資料。 每次指令回傳一筆資料。 若是所有警報皆已回傳，則回傳最後一筆警報資料。

3.4.3.1 清除警報指令回覆格式

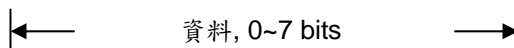
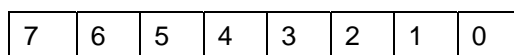
VoCON 讀取清除警報指令後，回覆指令格式如下：

E2 __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱圖表 3-24)。



第 3 個 Byte 為均方根加速度的 0 ~ 7 bits



通道	說明	指令回覆
0	警報旗標	E2 0_ __ 0D
1	年 (西元)	E2 1_ __ 0D
2	月 / 日	E2 2_ __ 0D
3	時 / 分	E2 3_ __ 0D
4	秒	E2 4_ __ 0D
5	警報碼	E2 5_ __ 0D
6	警報資料	E2 __ __ 0D

圖表 3-24 警報指令回覆

3.4.4 指令回覆詳細說明

以下詳細說明上述警報指令的回覆資訊。

3.4.4.1 警報旗標

VoCON 內建快閃記憶體 (Flash RAM) 可以記憶 2000 筆警報資訊，編號為 0 ~ 1999。警報旗標為 2000 筆資料中的第幾筆資料的計數器。

例：

E0 07 CF 0D

E1 07 CF 0D

E2 07 CF 0D

代表警報旗標編號 1999。

3.4.4.2 日期

日期 分別 由 (指令) 1_ __ 0D 與 (指令) 2_ __ 0D 表示。

(指令) 1_ __ 0D 資料欄內之數字即代表西元年

例：

(指令) 17 DA 0D 即代表 2010 年

(指令) 2_ __ 0D 資料欄內之數字轉換為 10 進制後的第 3 與第 4 位代表月份，第 1 與第 2 位的數

字代表日期。

例：
(指令) 24 CF 0D 即代表 12 月 31 日

3.4.4.3 時間

時間 分別 由 (指令) 3_ __ 0D 與 (指令) 4_ __ 0D 表示。

(指令) 3_ __ 0D 資料欄內之數字轉換為 10 進制後的第 3 與第 4 位代表時，第 1 與第 2 位的數字代表分。

例：
(指令) 39 37 0D 即代表 23:59

(指令) 4_ __ 0D 資料欄內之數字即代表秒。

例：
(指令) 40 3B 0D 即代表 59 秒

3.4.4.4 警報碼與警報資料

下表為警報碼與警報資料代表之意義。

警報碼	說明	警報資料
100	X 軸平均加速度值超過警報觸發值	平均加速度值
101	Y 軸平均加速度值超過警報觸發值	平均加速度值
102	Z 軸平均加速度值超過警報觸發值	平均加速度值
103	3 軸平均加速度值超過警報觸發值	平均加速度值
104	X 軸均方根加速度值超過警報觸發值	均方根加速度值
105	Y 軸均方根加速度值超過警報觸發值	均方根加速度值
106	Z 軸均方根加速度值超過警報觸發值	均方根加速度值
107	3 軸均方根加速度值超過警報觸發值	均方根加速度值
110	加速規硬體斷線警報	無

圖表 3-25 加速規警報碼說明

警報碼	說明	警報資料
200	快閃記憶體操作失敗	

圖表 3-26 快閃記憶體警報碼說明

警報碼	說明	警報資料
300	溫度 T0 超過警報上限值	溫度
301	溫度 T1 超過警報上限值	溫度
302	溫度 T2 超過警報上限值	溫度
303	溫度 T3 超過警報上限值	溫度
304	溫度 T4 超過警報上限值	溫度
305	溫度 T5 超過警報上限值	溫度
306	溫度 T6 超過警報上限值	溫度
307	溫度 T7 超過警報上限值	溫度
308	類比輸入 AI0 超過警報上限值	類比輸入
309	類比輸入 AI1 超過警報上限值	類比輸入
310	類比輸入 AI2 超過警報上限值	類比輸入
311	類比輸入 AI3 超過警報上限值	類比輸入
315	MCU 溫度 T15 超過警報上限值	溫度

圖表 3-27 類比輸入警報上限值警報碼說明

警報碼	說明	警報資料
320	溫度 T0 低於警報下限值	溫度
321	溫度 T1 低於警報下限值	溫度
322	溫度 T2 低於警報下限值	溫度
323	溫度 T3 低於警報下限值	溫度
324	溫度 T4 低於警報下限值	溫度
325	溫度 T5 低於警報下限值	溫度
326	溫度 T6 低於警報下限值	溫度
327	溫度 T7 低於警報下限值	溫度
328	類比輸入 AI0 低於警報下限值	類比輸入
329	類比輸入 AI1 低於警報下限值	類比輸入
330	類比輸入 AI2 低於警報下限值	類比輸入
331	類比輸入 AI3 低於警報下限值	類比輸入
335	MCU 溫度 T15 低於警報下限值	溫度

圖表 3-28 類比輸入警報下限值警報碼說明

3.5 設定/讀取系統時間/日期指令格式

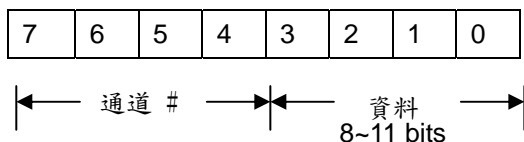
VoCON 之系統時間於電源(24V)切斷後，即不再繼續計時。因此，於 VoCON 開機後必須由 CNC 提供時間與日期。VoCON 每分鐘會將時間紀錄於內建快閃記憶體。於重新啟動電源時，VoCON 會由內建快閃記憶體讀取最後紀錄之系統時間。建議 CNC 每小時與 VoCON 做一次時間同步的動作，每天做

一次日期同步的動作；CNC 開機後與 VoCON 做一次時間與日期同步的動作。

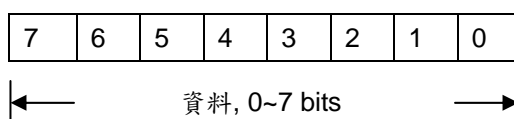
VoCON 系統時間/日期設定指令如下：

FF __ __ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱時間設定指令圖表 3-29)，下位 4 個 bits 為時間/日期的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為時間/日期的 0 ~ 7 bits



通道編號與對應之資料如下：

通道	說明	指令
0	年 (西元, 16 進位, Hex)	FF 0_ __ 0D
1	月 (16 進位, Hex)	FF 1_ __ 0D
2	日 (16 進位, Hex)	FF 2_ __ 0D
3	時 (16 進位, Hex, 24 小時制)	FF 3_ __ 0D
4	分 (16 進位, Hex)	FF 4_ __ 0D
5	秒 (16 進位, Hex)	FF 5_ __ 0D

圖表 3-29 時間設定指令

通道	說明	指令
6	年 (西元, 16 進位, Hex)	FF 60 00 0D
7	月 (16 進位, Hex)	FF 70 00 0D
8	日 (16 進位, Hex)	FF 80 00 0D
9	時 (16 進位, Hex, 24 小時制)	FF 90 00 0D
10	分 (16 進位, Hex)	FF A0 00 0D
11	秒 (16 進位, Hex)	FF B0 00 0D

圖表 3-30 時間讀取指令

時間與日期皆必須使用 16 進位格式(Hex)標示。

如：

設定 2010 - 12 - 31 23:59:59

FF 07 DA 0D	2010	年
FF 10 0C 0D	12	月
FF 20 1F 0D	31	日
FF 30 17 0D	23	點
FF 40 3B 0D	59	分
FF 50 3B 0D	59	秒

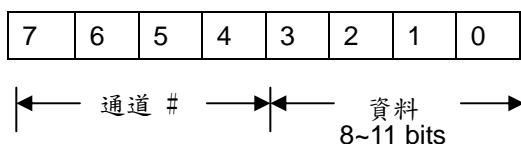
3.5.1 設定/讀取系統時間/日期指令回覆格式

VoCON 讀取系統時間/日期設定指令後，立即更改系統時間，同時將系統時間/日期寫入內建快閃記憶體。指令回覆資料為寫入內建快閃記憶體完成後，自內建快閃記憶體中讀回之資料。

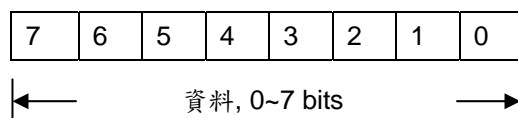
回傳平均加速度值，回覆格式如下：

FF ____ 0D

第 2 個 Byte 的上位 4 個 bits 為指定通道(請參閱時間設定指令圖表 3-29)，下位 4 個 bits 為時間/日期的 8~11 bits。



第 3 個 Byte 為時間/日期的 0 ~ 7 bits



如：

FF 07 DA 0D	2010	年
FF 10 0C 0D	12	月
FF 20 1F 0D	31	日
FF 30 17 0D	23	點
FF 40 3B 0D	59	分
FF 50 3B 0D	59	秒

4.0 VoCON 應用範例

VoCON 的設計目標為提供 CNC 加工機 (車床、銑床、複合加工機、綜合加工中心等) 感知以及紀錄能力。透過感知能力加工機可以即時的得知自身以及週遭環境的變化，賦予控制器做出智慧性判斷的依據，做出適當的處置，如：

1. 關鍵零組件之溫度監控
 - (1) 適時產生警告
 - (2) 適時產生警報
 - (3) 適時停止機台防止狀況惡化，造成無法挽救之損害
2. 關鍵零組件之震動監控
 - (1) 適時產生警告
 - (2) 適時產生警報
 - (3) 適時停止機台防止狀況惡化，造成無法挽救之損害
 - (4) 紀錄異常產生之時間以及狀態
 - (5) 分析產生 FFT 資料，提供預防性維修之預警
3. 補償機台精度
 - (1) 主軸溫昇熱變位補償
 - (2) 螺桿溫昇熱變位補償
4. 壓力監控
 - (1) 封閉型配重系統壓力監控
 - (2) 地腳壓力監控
5. 高精度溫度控制器
 - (1) 主軸溫度控制
 - (2) 螺桿溫度控制
 - (3) 機台空調控制
 - (4) 切削水溫度控制

本章將提供詳細實作範例之配置。

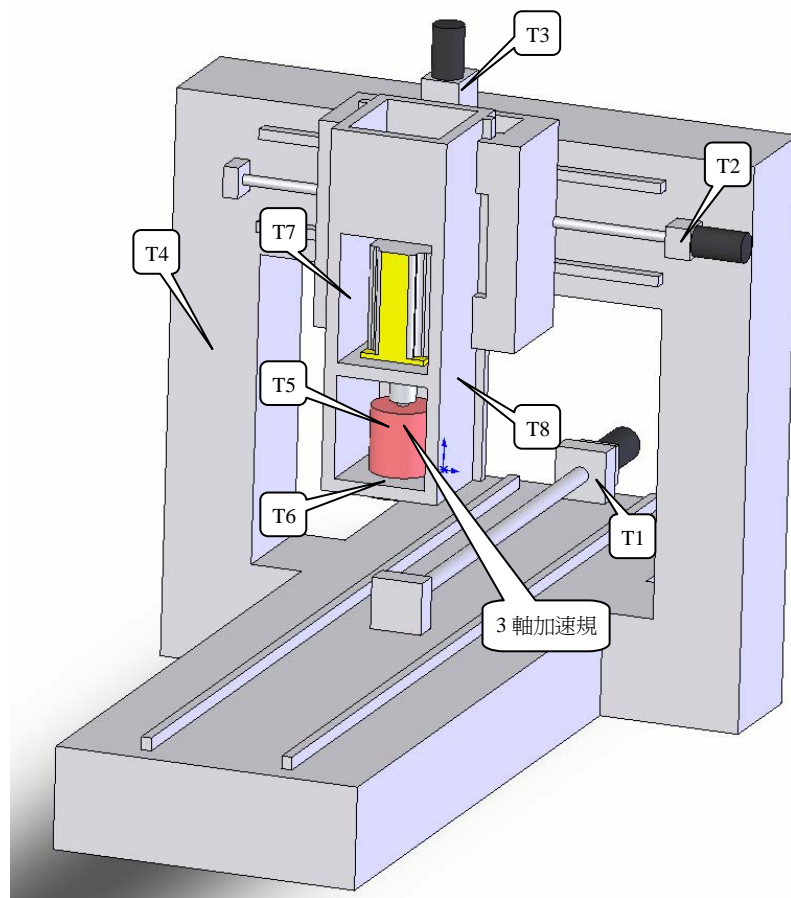
4.1 關鍵零組件之溫度監控

VoCON 提供 8 個溫度感知器。溫度感知器可以分別裝置於：

1. 進給軸軸承
2. 主軸軸承

圖表 4-1 為龍門機之裝置範例

1. X 軸軸承固定座
2. Y 軸軸承固定座
3. Z 軸軸承固定座
4. 立柱
5. 主軸尾端軸承
6. 主軸頭端軸承
7. 主軸鑄件側壁
8. 主軸鑄件後壁



圖表 4-1 配線示意圖

4.1.1 軸承固定座

溫度感知器應安裝於螺桿固定端之軸承。 監測軸承溫度可以：

1. 在軸承發生異常時，停止軸向之運轉，避免不必要的高額工件的毀損以及進給機構嚴重之損害。
2. 於軸承壽命結束前，產生預警，可提前安排預防性維修，降低機台無法運轉之時間(Down Time)。

4.1.2 立柱/底座

溫度感知器應安裝於不直接接觸熱源(切削液、主軸冷卻機、切削屑等)之大型結構鑄件，如立柱、底座等。 監測大型結構鑄件可以：

1. 可得知機台是否於短時間內承受環境之熱衝擊，如
 - (1) 寒流來襲
 - (2) 廠房大門突然開啟
 - (3) 空調系統停止運轉
 - (4) 大型風扇對機台直吹

機台在接受熱衝擊時，並不適合加工，會大幅影響加工精度。 機台之各部位將會以不同之速率伸長縮短(熱漲冷縮)，造成線性以及角度誤差。 若是大型結構件之溫度變化速率大於 $0.5^{\circ}\text{C}/4\text{hr}$ ，加工精度將會受到明顯之影響。

2. 可以用於預測主軸溫昇熱變位補償作為基準溫度。
機台精度決定於各部位之結構件是否處於相等之溫度。若是機台之各部位與工件同時昇/降溫，加工精度受到溫度之影響將可以忽略。

4.1.3 主軸軸承座

1. 可以在軸承發生異常時，停止主軸之運轉，避免不必要的高額工件的毀損、主軸軸承之損毀以及長時間的維修不運轉時間(Down Time)。
2. 可以用於預測主軸溫昇熱變位。

4.1.4 主軸鑄件側壁

1. 可得知主軸是否於短時間內承受熱衝擊。承受熱衝擊時，並不適合加工，會大幅影響加工精度。
2. 可以用於預測主軸溫昇熱變位。

4.2 關鍵零組件之震動監控

VoCON 的選購配備加速規可以提供即時的三軸加速度值監控，同時對各軸以 1600Hz 作資料擷取；提供兩種資料類型均方根以及平均值。建議裝置於主軸之尾軸承，如圖表 4-1 所示。

4.2.1 均方根加速度

均方根加速度值可用於

1. 監測碰撞 (碰撞力道)
2. 監測不正常切削條件
3. 監測軸承損壞/磨耗、主軸震動問題 (預防性維修告知)

4.2.2 平均加速度

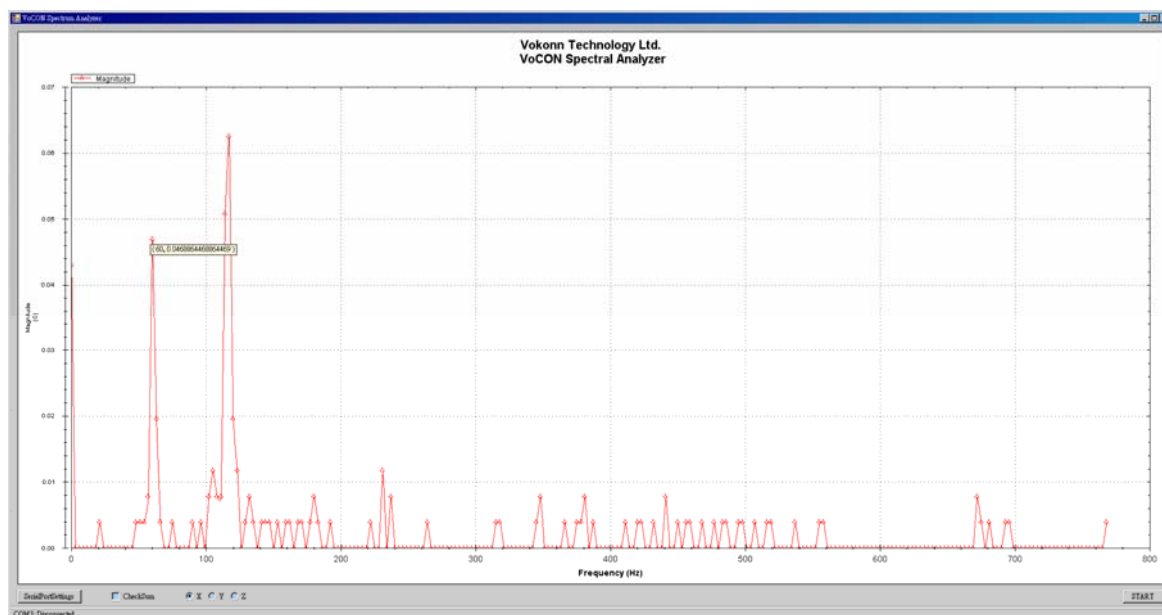
平均加速度值可用於：

1. 監測碰撞 (碰撞方向)
2. 監測不正常切削條件
3. 監測附加頭之實際旋轉狀態

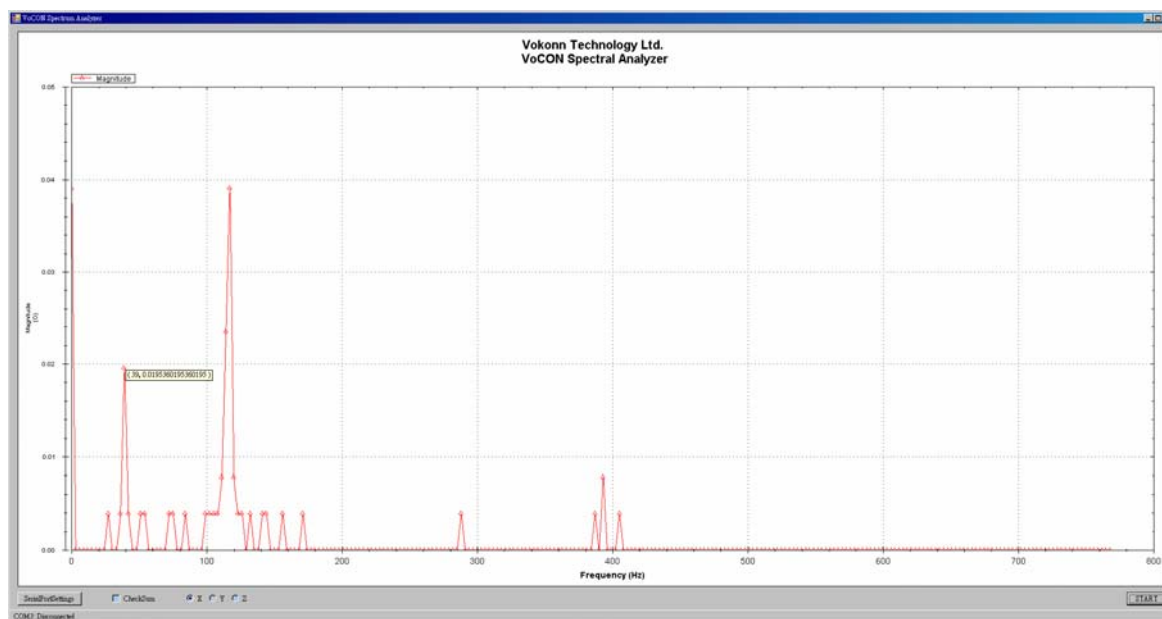
4.2.3 FFT (快速傅立葉轉換)

透過傅立葉轉換，將時域的加速度資料轉換成頻域的加速度資料，可以方便的分析機台的震動。

下方的兩張頻譜圖為量測電風扇外殼的資料。可以發現兩張圖皆有兩個大的峰值。但是，其中一個固定再 117Hz。此頻率可視為電風扇外殼的自然共振頻，因為，激發源頻率改變，震動頻率仍保持在 117Hz。



圖表 4-2 電風扇強風



圖表 4-3 電風扇弱風

第二大的峰值則為風扇馬達的轉速。

風扇葉片有三個。

強風時 $60\text{Hz} / 3 \times 60\text{rpm/Hz} = 1200\text{rpm}$

弱風時 $39\text{Hz} / 3 \times 60\text{rpm/Hz} = 720\text{rpm}$

若是應用於 CNC 加工中心的主軸上，可以於例行維修時，確認主軸的除已知的共振頻外與主軸轉速相關的已知震動外，是否額外的震動頻峰值、已知震動頻之震動量是否有超過容許值。

4.3 補償機台精度

透過各式感知器的量測，控制器可以得知機台的變化，對機台做出適時、適當的反應、控制動作。例如：

1. 主軸溫昇熱變位補償
2. 螺桿溫昇熱變位補償

VoCON 提供所需之精密溫度量測以及類比訊號量測功能。

4.3.1 主軸溫昇熱變位補償

本章節將說明主軸溫昇熱變位補償的基本概念以及設備架設方式。

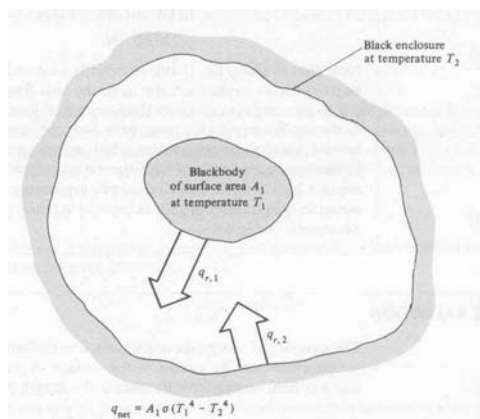
4.3.1.1 補償理論

熱變位的產生來自於熱傳導，而熱傳導的產生則需要溫度差。因此，若是可以精確的量測到與熱變位相關性較高的機台結構件的溫度點，即可準確的預測熱變位。

熱傳導可分為三大類，輻射熱傳導(Radiation)、熱對流熱傳導(Convection)與接觸熱傳導(Conduction)。三種熱傳導對於機台的熱變位都有顯著的影響。舉例來說：

輻射熱傳導

$$q_r = A_1 \cdot \varepsilon_1 \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4)$$



輻射熱傳導並不需要媒介，只要有溫度差即會產生。最明顯的例子為受到太陽曝曬的物體會發熱。夜晚放在室外的物體比較冰涼，因為太陽的溫度(6000°C)與外太空的溫度(-273°C)與地球常溫差距很大。

對流熱傳導

$$\dot{Q} = \dot{m}_c \cdot (T_2 - T_1)$$

流體因溫度間的差異而產生密度上的變化造成的對流現象或者使用泵強制產生對流而產生的熱傳導。此類型的熱傳導於工具機上，多半出現再主軸的散熱，例如散熱風扇、冷卻水套與油壓管路。由上述公式可以發現若要保持相等的熱傳導，在流量降低時，溫度差就必須提昇；產生熱變位的絕佳狀況。

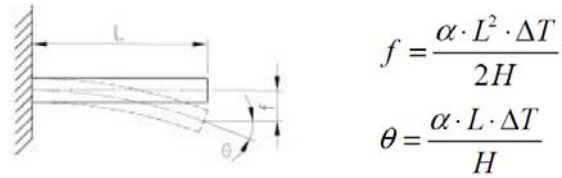
接觸傳導

因物體接觸爾產生的熱交換現象。此類型的熱傳導於工具機上，多半出現由高速旋轉件(如軸承)產生的熱量與馬達線圈等。

因溫度差而產生的變形量可由以下公式估算。

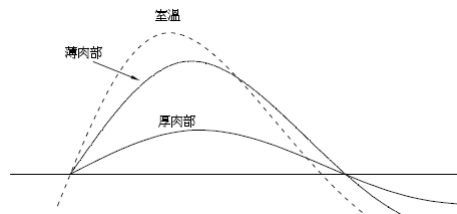


圖表 4-4 線性熱膨脹變形



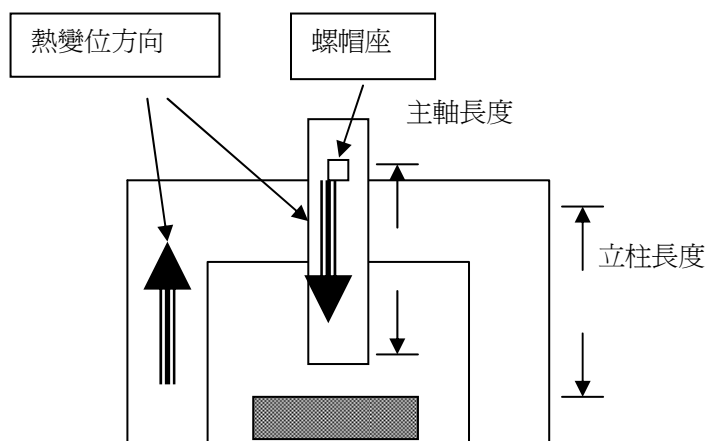
圖表 4-5 角度熱膨脹變形

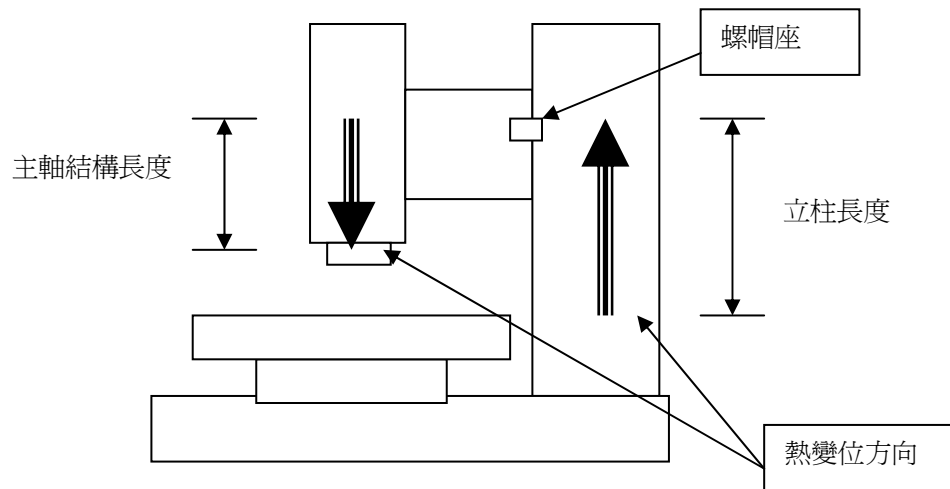
但是，在相同的受熱狀態下，結構件的厚薄，會產生不一樣的緩衝狀態，造成變形速率的差異。



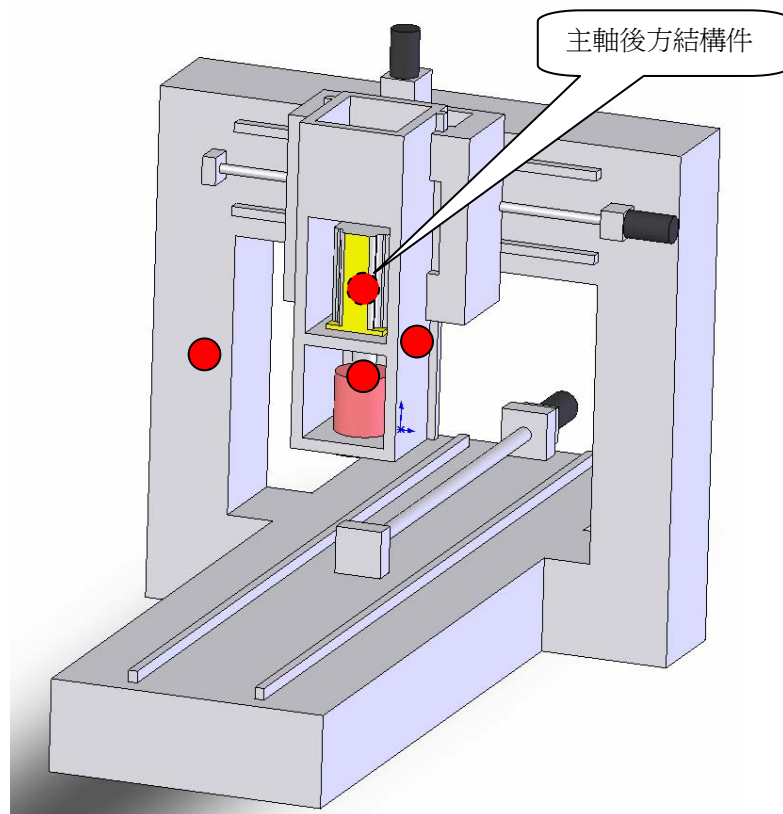
圖表 4-6 室溫變化與結構件厚度之關係

4.3.1.2 Z 向補償





圖表 4-7 Z 向熱變位示意圖



圖表 4-8 溫度感知器裝置位置

所以補償公式可以寫成

$$Z \text{ 軸補償量} = (\Delta \text{立柱溫度} \times \text{立柱長度} - \Delta \text{主軸結構件溫度} \times \text{主軸結構件長度} - \Delta \text{主軸溫度} \times \text{主軸長度}) \times \text{熱變位係數} + \text{主軸溫度變化斜率(每 15 秒)} \times \text{補償係數}$$

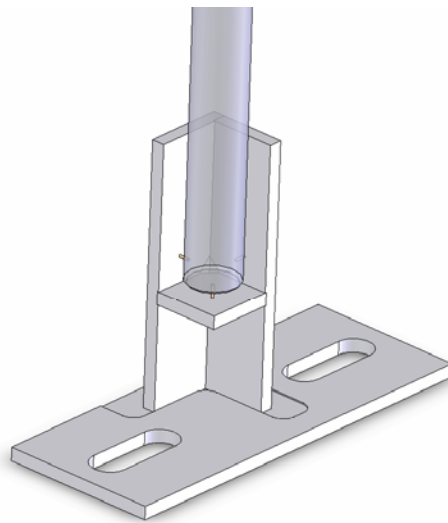
可藉由實際的熱變位量測修正上述公式中的長度以及補償係數。

4.3.1.3 建模/量測設備

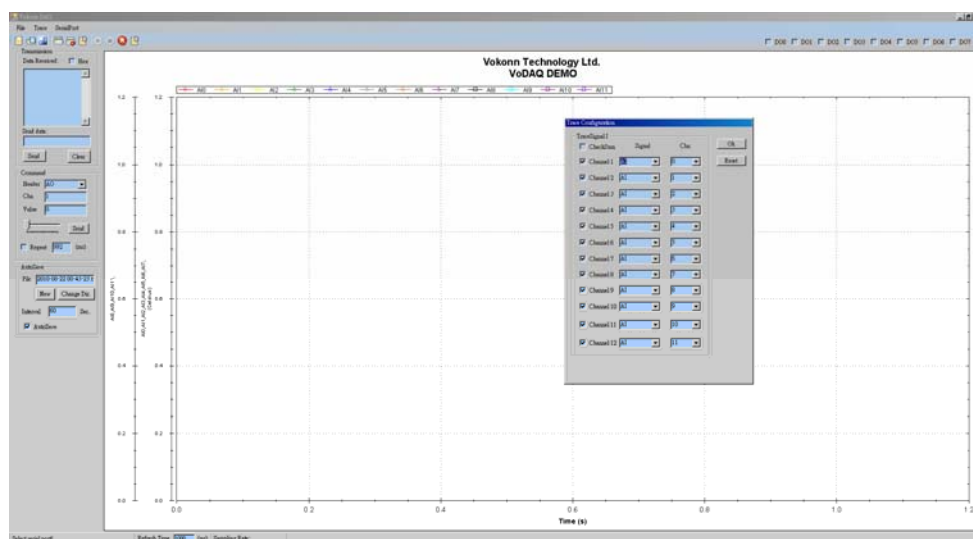
VoCON 搭配工業電腦與非接觸式位移計也可成為建模/量測設備。

零件如下：

VoCON	X	1
VoDAQ (資料擷取軟體)	X	1
KAMAN AEROSPACE KD-2300 非接觸式位移計	X	3
非接觸式位移計固定架	X	1
量測刀桿，直徑 $\phi 20$	X	1
高迴轉精度刀把與的 $\phi 20$ 套筒	X	1
工業電腦	X	1



圖表 4-9 非接觸式位移計固定架



圖表 4-10 VoDAQ (資料擷取軟體)

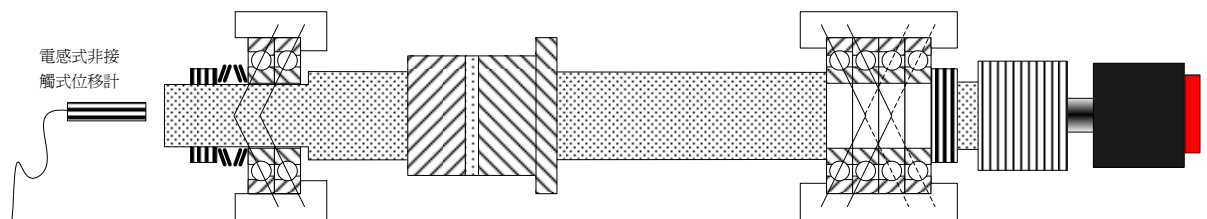
4.3.2 螺桿溫昇熱變位補償

一般來說使用螺桿的進給裝置，在固定的設計上，多半會採用單端固定-單端浮動的方式，容許螺桿於發熱後單方向伸長。 如此之設計，雖然可以防止機構因過度膨脹而損壞，但是，卻會影響加工精度。

解決方法可以用非接觸式位移計量測螺桿之伸長量，透過下列公式將其補償至控制器之外部座標原點。

$$\text{補償值} = \text{螺桿伸長量} * (\text{機械座標} - \text{機械座標原點}) / \text{螺桿長度}$$

VoCON 提供 4 組類比輸入介面可接受非接觸式位移計之訊號，透過 Macro Executor、C Executor 或者 PLC 的計算後，即可將補償值寫入外部座標原點偏移。



圖表 4-11 螺桿伸長量量測裝置

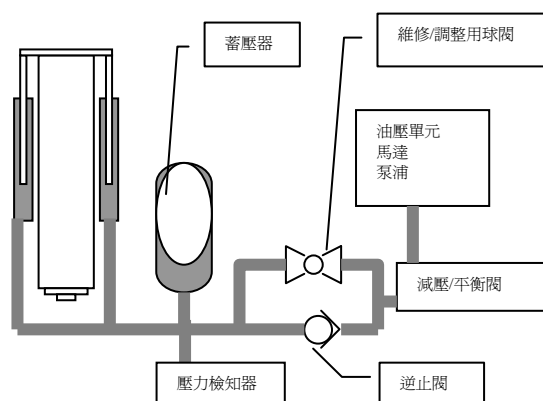
4.4 壓力監控

將壓力感知器連接至 VoCON 的類比輸入模組，機台即擁有監控壓力變化之能力。

4.4.1 配重系統壓力監控

若是使用油壓配重，以往只能使用壓力開關監測是否壓力到達使用範圍。 ON/OFF 的切換值間(Dead Band)的範圍廣闊(+/- 5%)，無法精確的監控壓力。 若是使用壓力感知器則可精確的監控壓力，即使只有 1%的誤差。

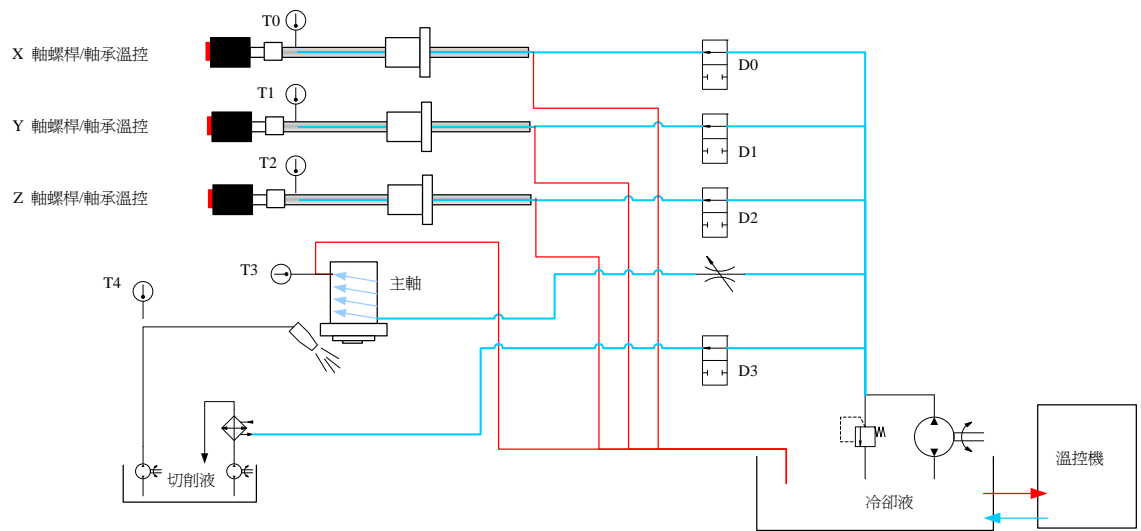
例如：



圖表 4-12 高響應配重系統

上述系統如果蓄壓發生壓力洩漏的狀況，配重壓力會隨之上升。 若是無法在發生些微洩漏時，立即偵測將對馬達將產生相當大的負載變化，造成加工精度不良。

4.5 高精度溫度控制器



圖表 4-13 溫度控制系統

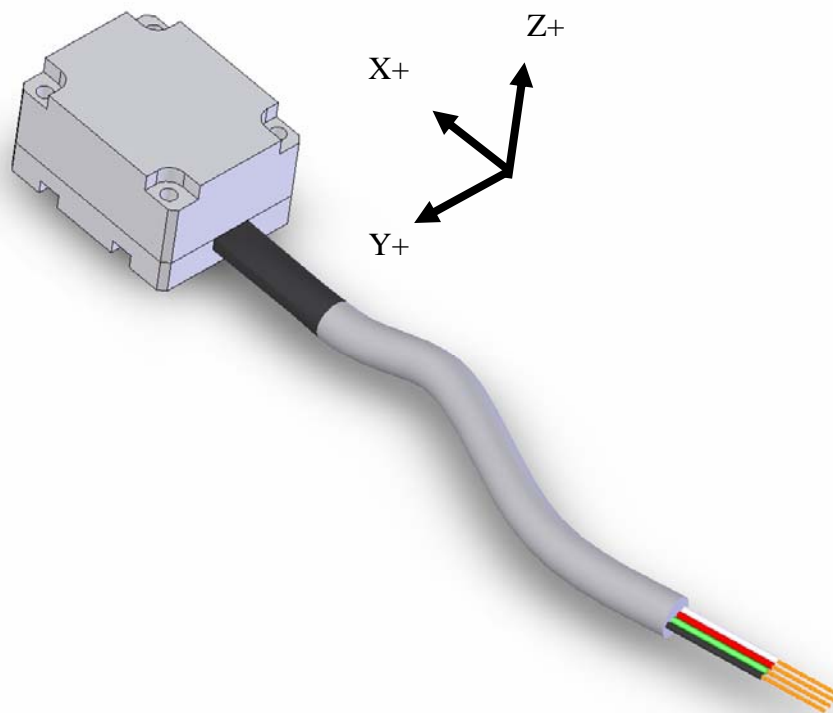
搭配使用溫控機，VoCON 可分別控制機台各重要零組件之溫度，將不受限於溫控機僅提供一組溫度量測點。如上圖所示，溫控機僅需控制冷卻液槽內的冷卻液溫度。透過電磁閥可以分別控制各軸向螺桿、軸承與切削液之溫度。更可透過數位轉類比輸出控制類比閥，精準的控制主軸的溫度。

5.0 加速規

下文中將說明加速規之方向定義、接腳定義、尺寸以及固定方式。

5.1 方向定義

加速規之方向定義如下圖所示。



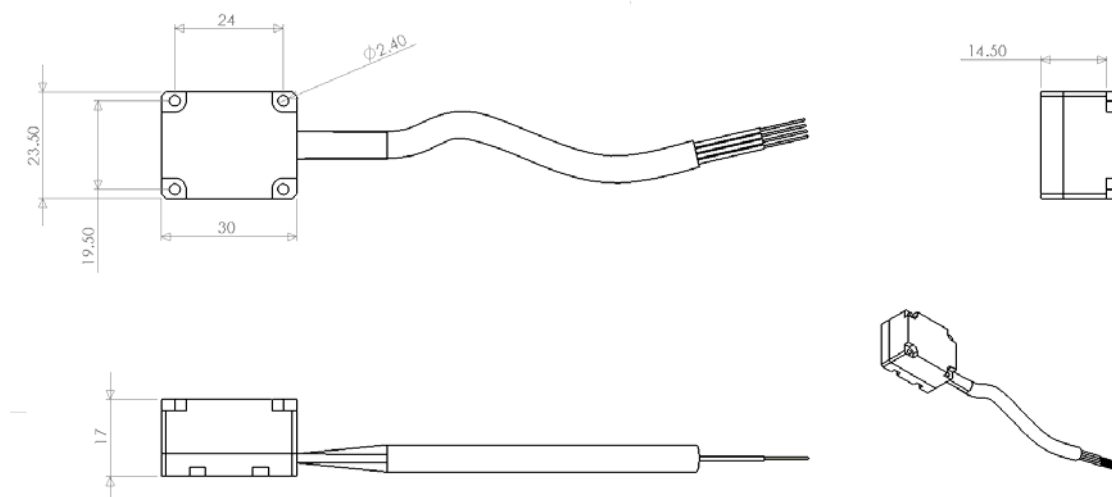
圖表 5-1 加速規方向定義

5.2 接腳定義

黑	(Black)	5V
綠	(Green)	SDA
紅	(Red)	SCL
熱縮線	(heat shrink)	GND + Shield

5.3 固定方式

使用 4 根 M2 x 20 螺絲固定即可。 尺寸如下圖所示。



圖表 5-2 加速規尺寸圖