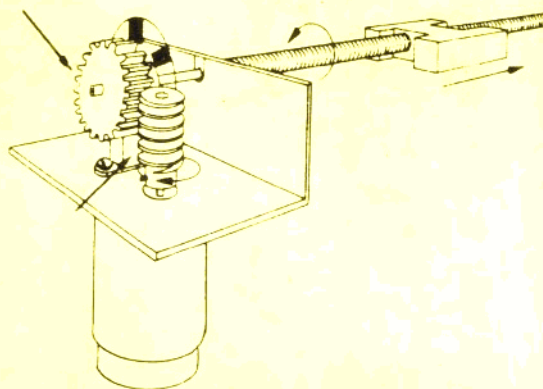


固態控制系統(4)

X—Y線性定位控制



趙希朋編譯



師友工業圖書公司總經銷

版權所有



翻印必究

台內著字第

號

X-Y線性定位控制

中華民國七十二年八月廿日 初版

發行人：趙 希 朋

編著人：趙 希 朋

地 址：台北縣中和市興南路一段 93 巷 26 之 2 號

郵政劃撥第 105833 號 趙希朋

電 話：(02)9428371

總經銷：師友工業圖書公司

地 址：台北市羅斯福路 6 段 39 巷 16 號之 3

郵政劃撥 100538 號師友工業圖書公司

電 話：9317778 9329508

印刷者：快印設計印刷公司

地 址：中壢市中光路 89 號

電 話：429542



定價壹佰貳拾元正

序

本書是根據美國 LAB-VOLT 的一套訓練教材：固態控制系統 (STATIC CONTROL TRAINING SYSTEM) 編撰而成。

固態控制系統共有五冊，分別為：

1. 固態邏輯控制系統。
2. A C 馬達控制系統。
3. D C 馬達控制系統。
4. X - Y 定位控制系統。
5. 角度定位控制系統。

整個系統涵蓋了電子、電機以及數值 (N C) 與計算機自動化控制 (C N C) 於一體，觀念清晰、目標明確，經由系統操作，按控制流程將線路予以分析，測試與比較，能有效達到系統操作、測試、保養維護與故障排除，並具有啓發性為訓練目標的一種綜合性技術，是目前工業自動化技術的精華。

際此國家工業步入精密自動化需材殷切之際，筆者因從事於職訓工作，由於職志所在，面對如此優良完整的教學資料，如不能公諸於工業與職教界，實非所願，雖自知才疏學淺，乃勉力陸續出版，尚祈學界先輩不吝指正。

本書承蒙郭老師炳源與許老師安之的鼎力協助，敬致謝意；並以此書向前故訓練課長 孫瑋先生對本中心的奉獻表示由衷的懷念與敬意！

朋

識於臺灣省北區
職訓中心工業電子

72 · 3 · 30

課程指導

本課程內容的設計是用來針對有關工業上使用固態元件，做 X-Y 坐標的定位控制方面的技術，做為教學或技術工作人員的訓練為目的。

X-Y 位置控制器的線路均是採用高雜擾免疫性的 CMOS IC 邏輯元件。所有的輸入都是由內部接線。為了便於了解其控制線路，首先需對線路中所使用的各種 IC 元件的邏輯功能、規格與特性先予了解或先予修習。

課程中之 X-Y 定位控制系統，是屬一線性 (Linear) 的定位控制裝置。因此在做線路分析或操作時，學者必須要對控制器的機械結構有相當的認識和配合，然後才能對線性定位技術建立起一完整的概念。因為在一定位系統中，其精密度是完全取決於其機械結構的精度，這也是學者所必須確認的一項事實。

控制系統在課程中是採用數值控制的觀念。並可用數值的設定，使學者模擬一印刷電路板的定位“鑽孔”工作。而這些觀念實際已成功的應用於現代的機器設備上。同樣也可以與計算機相介面，利用程式的設計，便可完成一計算機數值控制 (CNC) 或計算機自動化的數值控制 (CAC) 的應用。

本書共分成八個課程，每一課程都有一主題，實施特定控制功用。因此在課程的進行過程中，必須要依照課程的順序進行。尤其要特別注意在各信號的流程中，信號間彼此的相依關係。在線路的重要對應點上，都有測試點 (TPS)，根據在測試點上的信號取樣來研判線路，可做為故障排除的依據。所以學者也必須要對示波器等各項儀表之應用，能達到正確而熟練。現將書中各課程中的重要點略列於下，俾供參考。

課程一：使學者了解安全規則的重要性，並須所有參與者共同遵守才能獲致。了解一 X-Y 定位控制系統所必要的各種控制鈕以及

其操作功用，然後對系統的機械結構以及其操作順序能有一完整的認識，以作為以後課程中線路分析與測試的準備工作。

課程二：是 X-Y 位置控制器的資料進入線路。資料的進入可以用指撥開關或計算機程式進入。設定的資料是以 Hi 與 Lo 的邏輯位準進入控制器的控制線路，然後轉換為數位的位置命令，做為控制器的目標最後位置資料。

課程三：定位線路。使學者了解變碼器的結構該按裝在坐標軸（導螺桿）上的變碼器，是如何將位移的位置資料檢出并回授。然後經過定位線路將輸入之命令不斷與回授的實際位置資料比較，以產生馬達所需要的方向，停止或啟動的各種驅動控制信號。線路中使用強生計數器 (Johnson Counter) 與光藕合器構成變碼器線路，可了解到最後位置如何與命令位置相響應以及如何將控制門重置并完成最後位置的標示工作。

課程四：是歸位（重置）線路。線路特別強調控制器裝置其電與機械間彼此重置的重要性，即電與機械裝置必須要取得同步。控制電路與機械間的重置，是利用一機械接點，配合一個消除反彈門 (Debounce Latch) 以消除因機械接點的彈跳作用產生的多次的誤動信號。當機械裝置於完成歸位（回原點位置）動作（機械重置），碰到了歸位門後，即將 X-Y 位置控制器完成重置的動作（電的重置）。線路中的零誤差修正線路，可不斷的與“位置”計數器相驗證 (Verify)，但於碰到限制開關時，即將計數器重置（清除）。線路中尚有一備便 (READY) 指示燈，是屬線路控制中的一個重要信號，必須要詳細了解其功用，因它是直接用在微算機自動數字控制的介面線路上。

課程五：是馬達控制線路。線路中包括有馬達的操作特性，並有其他的附加線路，諸如動力制動 (Dynamic brake)，超限開關

(Over-ride sw) 等保護線路。馬達的雙方向控制也附加有延時線路，來保護控制馬達的電晶體，在改變方向時，不會將電晶體燒毀。

課程六：數值控制的觀念。課程六是前面五個課程的綜合應用於一手動線性的定位控制系統上。課程中是使用數值的觀念，直接將數值命令進入控制器從事一印刷電路板的“鑽孔”（模擬）工作，或做其他的沖孔或黏焊的工作。在本課程中則是使用一X-Y的坐標格紙來模擬將一電路板上的特定位置“鑽孔”。

課程七：計算機的介面觀念。介面是計算機與X-Y位置控制器之間控制信號交通的橋樑，以便由計算機自動的來操作一個控制設備。這種相互的交通作用，一般均稱之為握手。計算機之所以能作控制的工作，是使用已存在其記憶器中的程式指令產生或接收各種不同的命令信號或認知信號以達到特定的控制目的。在進入本課程之前，請先對計算機I/O予以復習。

課程八：計算機自動數值控制。是使用一計算機的程式，將位置資料直接由計算機來控制一X-Y位置器完成一印刷線路板的“鑽孔”工作。

由課程一至課程五的順序，每一課程都有重點，彼此都有連貫性，學者在進入下一課程之前，必須要先對前面課程彼此間有關連的信號分析清楚方可。課程六是前面五個課程的綜合操作。學者必須要能將前面的五個課程歸併為一個整體的控制系統。課程七與課程八是計算機自動控制，學者必須要先對微處理機（CPU 6502）的程式與操作有相當的了解。所以在進入課程前，須先予以預習，或做可選性的教學（有關計算機另有訓練課程配合）。

目 錄

序

課程指導..... 0-1

課程一 X-Y 位置控制器簡介

目的——基本觀念——相關知識..... 1-1

安全規則與人體電阻的測試..... 1-3

X-Y位置控制器的介紹..... 1-4

開機步驟——手動模式與計算機模式..... 1-12

X-Y位置控制器的機械結構與其操作..... 1-17

綜合..... 1-22

問題..... 1-23

課程二 資料進入線路

目的——基本觀念——相關知識..... 2-1

線路操作（分析）與測試..... 2-6

1. X-Y位置命令的進入..... 2-7

2. X-Y位置命令進入線路的操作..... 2-8

3. X-Y位置命令的顯示..... 2-13

4. X-Y位置命令的清除..... 2-14

5. 備便（READY）指示燈的操作功用..... 2-16

綜合——問題..... 2-20

課程三 定位線路

目的——基本觀念——相關知識..... 3-1

線路操作（分析）與測試..... 3-1

1. 控制器的增度與其脈衝的產生..... 3-4

2. X變碼器與強生計數器的脈衝輸出..... 3-9

3. 增度與控制器的位移..... 3-10

4、5. 增度脈衝對不同方向的位移，以及對向上 / 向

下計數器的影響..... 3-12

6. 馬達的 $\overline{\text{ON}}/\text{OFF}$ 控制信號的產生	3-17
7. 抵達選定位置後的標示操作	3-19
8. 歸位與方向重置 ($\overline{\text{DIR RESET}}$) 的產生	3-20
綜合	3-22
問題	3-23
課程四 歸位線路	
目的——基本觀念——相關知識	4-1
線路操作（分析）與測試	
1. 歸位線路的分析與操作	4-6
2. Y- 歸位限制開關的控制功用	4-7
3. X- 歸位開關的控制功用	4-8
4. 歸位檢出線路	4-11
5. 零誤差檢出線路	4-15
6. 電與機械裝置的重置	4-17
綜合——問題	4-19
課程五 馬達控制線路	
目的——基本觀念——相關知識	5-1
線路操作（分析）與測試	
1. X-Y 位置控制器的起始設定	5-9
2. 導螺桿的結構與操作	5-9
3. X- 馬達的控制線路	5-10
4. X- 馬達在正向位移时的控制邏輯狀態	5-13
5. X- 馬達在負向位移时的控制邏輯狀態	5-14
6. 歸位命令對 X- 馬達方向的控制	5-15
7. 歸位命令對 Y- 馬達方向的控制	5-16
綜合——問題	5-18
答案表 5-1	5-19
課程六 數值控制的觀念	

目的——基本觀念——相關知識	6-1
位置資料的進入與操作順序	
1. "鑽孔"位置之X與Y坐標的設定	6-3
2. 工作物(PCB 坐標格紙)的坐標位置與增度之校正	6-5
3. "鑽孔"工作先後順序的決定	6-7
綜合——問題	6-8
答案表 6-1	

課程七 計算機介面觀念

目的——基本觀念——相關知識	7-1
寫一程式的基本步驟	7-3
線路的操作與測試	
1. 計算機與控制器的開始設定以及彼此的交通(握手)	7-7
2. 計算機對X-Y位置資料的程式	7-10
3. 將X-Y位置資料的程式進入控制器的處理程序	7-11
4. 計算機程式的執行	7-13
綜合	7-17
問題	7-18

課程八 計算機自動數值控制的觀念

目的——基本觀念——相關知識	8-1
線路操作與測試	
1. 使用流程圖發展一X-Y位置控制器所需的組合語言 程式	8-5
2. 寫分程式	8-7
3. 將各支路的分程式歸併成一完整的控制程式	8-9
4. 歸位與備便所使用的組合語言程式	8-12
5. 如何由一分程式進入另一分程式	8-14
綜合	8-18
問題	8-19

答案：步驟 3(g) 。 步驟 4(b) 8-21
 答案：步驟 5(d) 。 步驟 6(a) 8-22
 答案：表 8 - 1 。 表 8 - 2 8-23
 答案：表 8 - 3 8-24
 附錄：參考書籍..... 9 - 1

課程一

X—Y 位置控制器的認識

目的

安全並了解 X—Y 位置控制器。

基本觀念

1. 對從事電機及電子工作人員的第一個安全規則為：
工作前先思考——不要在周圍開玩笑
2. 安全守則為從事機械及電力設備工作者所必須遵守者。
3. 從事於電子的工作人員，都有受到電震的可能。
4. 綫性控制系統，可控制沿軸作綫性的位移。
5. 在一多軸控制的最後位置，可由綫性或非綫性之位移由一點移至另一點。
6. 設計任何位移控制系統，以系統的應用與目的為取決因素。
7. 在點與點之位移系統是經由命令及驅動然後得到最後的位置。
8. 在本課程中 X—Y 位置控制，是表示一個 n 軸位置的工業控制系統。

相關知識

安全是每一個人的責任，安全只有在工作環境內的每個工作人員都遵守安全規則，才能夠獲得。因此為關心您的生命和健康——維護安全是你的責任。實際上，當你穿過有高速行走的車道或將自己暴露在可能有電擊危險的場所，唯一能防止意外的，只有靠自己才可以避免。

下面所列就是一般從事機具與電力設施工作者每個人所必須遵守的：

- 1.不可在工作場所開玩笑或作遊戲，許多痛苦的傷害都是由於粗心和無知造成。
- 2.在動手工作前，必要先經過老師的認可。
- 3.如有傷害發生，必須立刻提出報告。
- 4.在碎屑飛起的場所，要戴安全眼鏡，以防止碎片進入眼睛。
- 5.保持你工作環境附近的地面整潔與暢通以免跌傷。
- 6.正確使用儀表，如果工具不對，不要任意使用代用品。
- 7.用正確的姿式搬運重物，用你的腿力，不可用腰力，最好多人共同搬運重物。
- 8.不要離開尚在運轉或者尚未完全停止的機器設備。

電器災害的發生，並不是完全發生在對電沒有常識的人。有時也會發生在經過良好訓練的技術人員身上。原因是太過於自信或者是因太粗心，觸犯了人員安全的基本規則。因此對於安全規則的討論或了解實屬必要，現有一個最好的忠告就是：

工作前——先計畫（思考）

在課程中所使用的電壓和電流，如果能夠遵守安全規則，並不會造成嚴重的災害或危險。但如果偶發的觸電，因身體的反射動作而造成的二次傷害，便可能非常嚴重，諸如激烈的肌肉收縮，使身體或手臂碰到牆壁或工作物，手中的工具或有尖銳便可能傷及他人甚至碰到附近更高的電壓，為避免這些意外情況，請遵守下列的安全規則：

- 1.在作電壓或電流的測量時，不妨試著將你的一隻手插在口袋內，或者放在背後。如果一隻手接觸到電路，同時另一隻手碰到地綫或接地外殼（金屬），那麼電流就會經手臂流過肺部或心臟，這是非常危險的。
- 2.在我們國家有一句俗語稱為“水火無情”對電來說同樣適用。如

果懷疑某一線路有問題必須要送電前查出，否則就有造成損害的可能——不可試試看再說。

3. 大型電容器可能會充有數百伏特的電壓，此時雖已將電源切斷，亦不能掉以輕心。因此在工作前必須養成一種習慣，利用接地棒或絕緣的螺絲起子予以放電，以免觸電。
4. 平時必須牢記消防器材的位置所在，以及其正確的使用方法。
5. 有許多配件，諸如電阻器等，其溫度很高，必須有足夠的時間令其冷卻，以免造成燙傷。
6. 不可站在潮濕，或躺在金屬板上修理電器設備。
7. 不要在通電的線路上工作，除非有絕對必要時。
8. 在使用前要確實了解機器設備的正確操作順序，燒焦的電線或破裂的插座或插頭，常是事故之源。
9. 使用任何測試儀器以前，必須詳讀其操作手冊，有時少知道那麼“一點”知識，可能會造成很大的危險，儀表的修護一般都很貴。
10. 電與電子所涉及的範圍很廣，我們最好能對其每種小節能夠詳細的了解，如有問題須多問多研究。

人體電阻的測試

1. 如圖一所示，電流流過人體會造成損害。當流過電流即使小至 $1/10$ 安培，都會使人昏迷。但如果能夠將電源切斷，立即施以急救處理，一個人可能達到 0.2 A (200mA) 乃有活存的可能。
2. 電流因電壓而流過一電阻體，根據歐姆定律，電阻愈小，流過的電流使愈大。

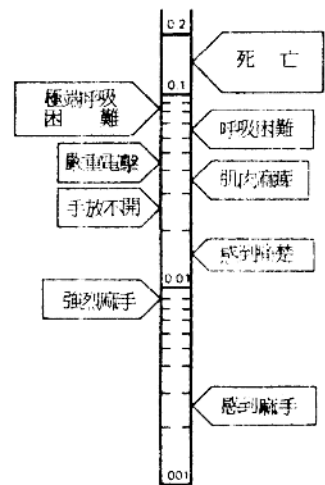


圖 1-1 人體電擊反應表

1-4 固態控制系統

3. 人體可以設想為電路的一部分。可以在身體兩點之間於某一時刻內，測得一定的電阻值，在電壓下可以有電流流過。
4. 我們可以使用三用電表（VOM）測量人體任意二點間之電阻值，其選點如下：

左手至右手間之電阻 = _____ 歐姆

右（左）手至右（左）膝間之電阻 = _____ 歐姆

將上列測點再用水潤濕，再予測量其電阻值記錄在下面。

左手至右手間之電阻 = _____ 歐姆

右（左）手至右（左）膝間電阻 = _____ 歐姆

比較濕手與乾手之電阻那一個低？

如果全身沾水其電阻會更低嗎？

5. 由圖一所示可知在 0.1 安培的電流下，可使人昏迷。現應用歐姆定律計算其所需電壓，其公式：

電壓 = 電流 × 電阻

已知電流是 0.1 安培，則

右手至左手間之電壓 = $0.1 \times \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

右（左）手至右（左）膝之電壓 = $0.1 \times \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

將在步驟 4. 所測得之電阻值代入上式，就可求出所需的電壓值了。

顯然的，你絕不可以用你的身體做導電實驗，但記著在心中，即使比 0.1 安培更小的電流，也可以使人致命。

X-Y 位置控制器的介紹

在本課程中所討論的點與點間的綫性位置控制為一 X - Y 控制器。（參考圖 1 - 2）

如圖 1 - 3 所示，X - Y 是工作於第一象限的 X 與 Y 軸，因此只有二種位移：一是沿水平 X 軸；另一種是沿垂直 Y 軸。

X - Y 位置控制器可藉 X 與 Y 的坐標控制一尖筆的運動。它一共有兩個分開的位置移動控制，一是 X 軸位移，另一為 Y 軸位移。

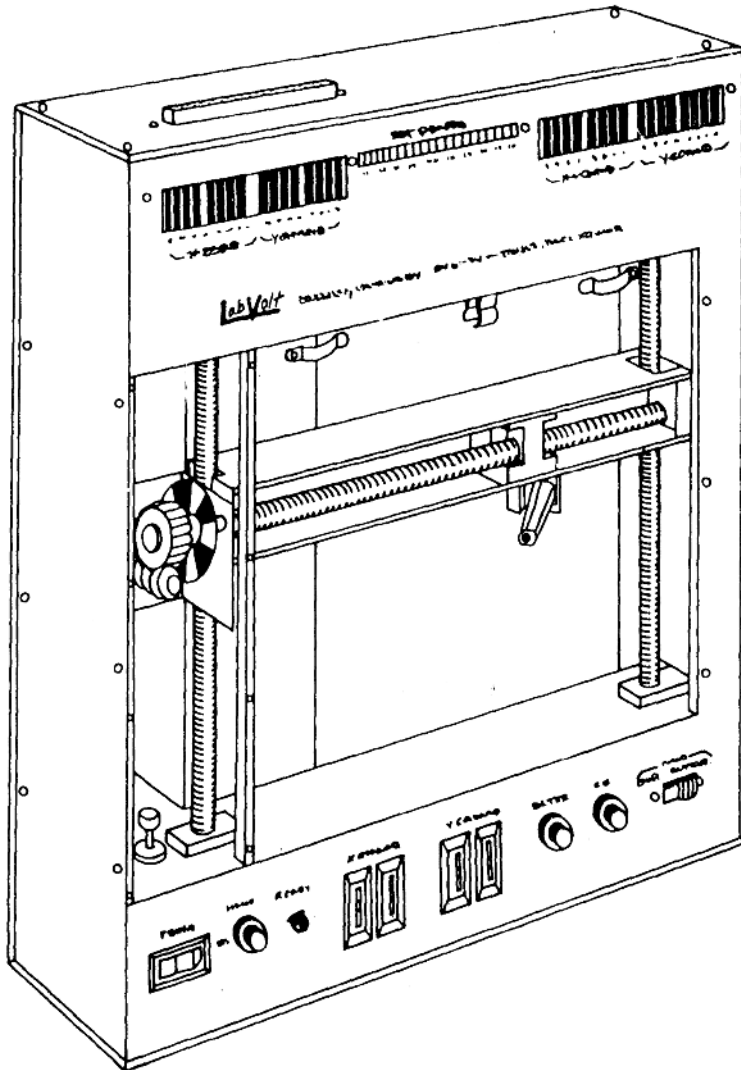


圖 1 - 2 X - Y 位置控制器

控制器 X 與 Y 軸的綫性位移是將一馬達軸經由螺桿 (thread rod) 或導螺桿 (Lead Screw) 相交連。當導螺桿旋轉時，描跡架隨之運動，導螺桿旋轉的方向決定筆尖運動的方向。

螺桿的螺距以及導螺桿旋轉的圈數，決定描跡器的位移。其實際的位移可由導螺所旋轉的圈數計算獲得。使用一永久磁鐵 (PM) 的馬達，驅動導螺桿，經由綫路的控制使得到需要的位移。這種功用將在課程中予以討論。

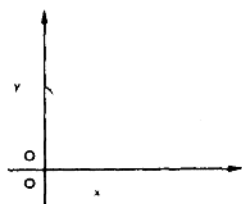


圖 1-3 第一象限坐標

在 X - Y 控制中，這種電動機械控制的裝置將設入數字機械控制的觀念，即由電子綫路來控制一個馬達，然後推動一機械裝置以高速及高精確度抵達設定的位置上。自動控制已廣泛應用數字控制 (Numerically control) 的工作母機及 X - Y 描跡的機械上。

在點與點的機構系統中，其運動是由一點至另一點停止即完成一次工作。在本課程中所使用的是用一個磁螺管 (Solenoid) 的動作，將位置標出來。但在實際工作上則可能是將綫路板在該點鑽洞，或者將該點上的接腳切斷或做一次焊接均可。

工業位移控制須要大型馬達，同時要有高精確度。在課程中所使用的馬達可能小至 1/100HP。工業上使用的馬力約由 1/4 HP 至 50 HP，其馬力的大小完全依於應用上的實際需要而定。

在本課程中其分解度 (Resolution) 約為 0.074 in，但在工業系統一般高達 0.001 in (25 micro) 或更高。課程中使用直流馬達帶動導螺桿，在工業系統上，除使用導螺桿外，尚可使用皮帶 Rack 或者 pinion 機，以達到高速高馬力的傳送，也可由液壓、氣壓或電力，但是其數據 (Data) 的輸入決定，以及綫路命令却完全一樣或者相似。