

第2章 系統規劃

2.1 系統架構

近年來我國機械產業的競爭，已經由機械設備本體轉移到控制器與軟體的結合，形成自動化的系統整合。隨著 PC 整體技術的快速發展與成本降低，PC-based 控制器之開發，已成為機械產業目前的發展重心。所謂 PC-based 控制器係指以 PC 為控制中樞，附加於機械加工系統或製程系統上，運用快速的電腦數值運算能力，進行系統的控制或檢測。現今的 PC-Based 的數控工具機控制器的發展趨勢除了要求即時性之外，更強調可嵌入式的操作方式，和整合性的人機介面操作環境。

一般而言完整的 PC-based 控制器可以簡單視為硬體模組與軟體模組的組成：

表 2-1 PC-Based 控制器的組成架構

PC-based 控制器	
硬體模組	軟體模組
■ IPC 模組	■ OS
■ I/O 模組	■ HMI
■ Motion 模組	■ PLC
■ Display 模組	■ Command Interpretation
■ Network 模組	■ Motion Interpolation

硬體模組中：IPC 模組泛指 PC 的主機板；I/O 模組則負責處理系統中的輸入與輸出訊號；Motion 模組則負責馬達的運動控制；Display 模組則用來顯示系統的狀態；Network 模組則負責網路等對外之聯繫。軟體模組中：Operation System，OS，指作業系統，可視硬體或其他軟體而搭配適當的作業系統；Programmable Logic Control，PLC 則負責 I/O 控制；Command Interpretation 則負責命令解譯；Motion Interpolation 則負責插值計算和路徑規劃。

為了解決日趨複雜的控制系統，且在高速高精度的條件限制下，我們可以在 PC-Based 的運動模組下，利用擁有強即時性與快速運算能力的嵌入式 CPU 運動控制卡，專司處理定位控制、速度控制與運動軌跡規劃，以取代早期由 PC CPU 由計算插值而完成路徑規劃的方法(將運動插值計算和路徑規劃的工作由運動控制卡來處理)；如此一來，PC 中的 CPU 便可以花費較多時間處理軟體模組中人機介面、操作、命令解譯等事件，因此可以有效率地分配 PC 的資源。

根據以上觀點，我們使用和椿科技的 MC8041A 四軸運動控制卡做為系統測試與程式驗證的工具。MC8041A 內含有 MCX314 運動控制晶片和關於位置解碼用的數位邏輯電路，和其他 I/O 介面的光耦合隔離器。MCX314 主要負責運動控制的計算，CPLD 則負責位置解碼的部分。Daughter Board 則將由 Encoder 回傳的極限訊號或原點訊號，經由光耦合隔離器回授致運動控制卡。有關運動控制的驅動訊號便可由此控制卡來負責完成，如此一來可減輕 CPU 處理各軟體模組的負擔。綜合以上的架構，所規劃的系統架構如圖 2-1 所示。

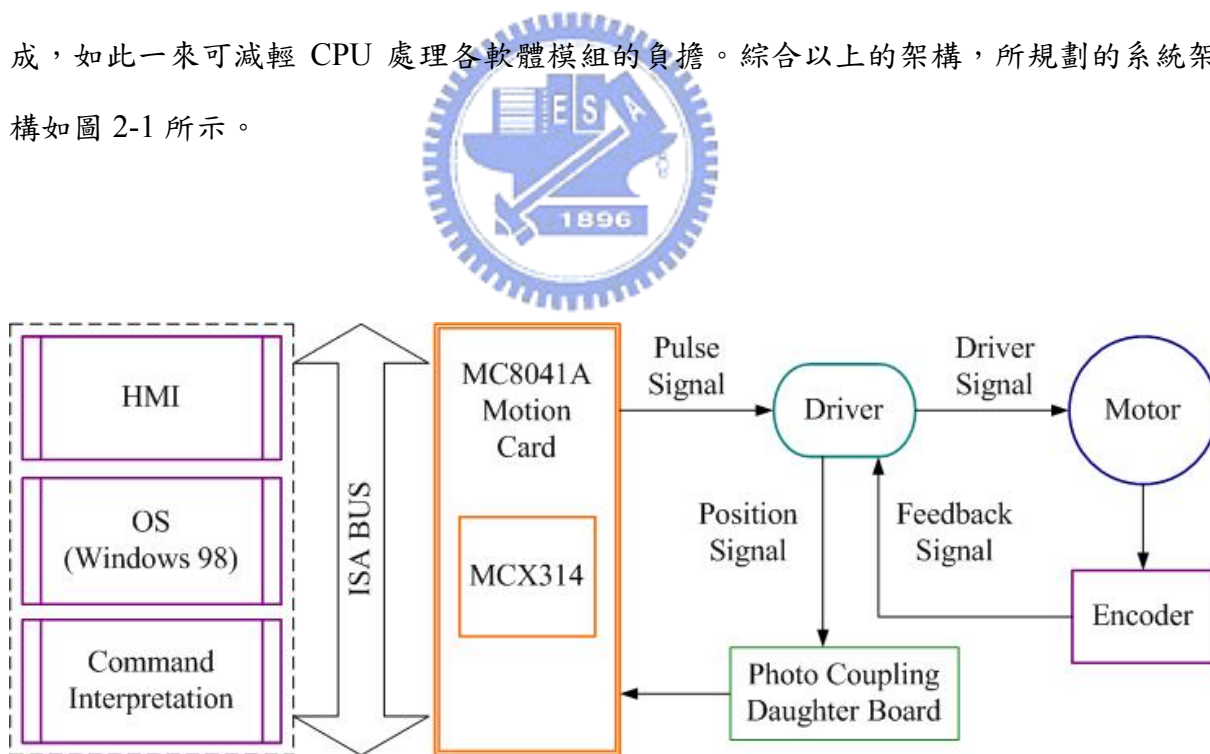


圖 2-1 PC-Based 運動控制系統架構

MCX314 運動控制晶片

MCX314 是日本 NOVA 電子有限公司研製的運動控制專用晶片，可廣泛應用於以下領域：醫工設備、工業機器人、數控工具機、IC 電路製造設備。MCX314 晶片能接受 8 位元或 16 位元資料匯流排，通過命令、數據和狀態等暫存器實現 4 軸中，3 軸聯動的位置、速度、加速度等的運動控制和實時監控，實現直線、圓弧、位元 3 種模式的軌跡插補，輸出脈衝頻率達 4 MHz。每軸都有伺服反饋輸入端、4 個通用輸入點和 8 個通用輸出點，能獨立地設置為等速、線性或 S 曲線加減速控制方式，並有 2 個 32 位的邏輯、實際位置計數器和狀態比較暫存器，可實現位置的開迴路與閉迴路控制。開迴路可與步進馬達搭配使用；閉迴路通常則採用伺服馬達。MCX314 除了能透過 ISA BUS 與 PC 溝通，也可外接極限開關、繼電器、編碼器、感測器和致動器；致動器則包括常用的步進馬達與伺服馬達致動器，可連接四軸脈波輸入型伺服馬達或步進馬達做定位控制、補間驅動或速度控制。圖 2-2 概略地說明 MCX314 的系統結構與應用性。

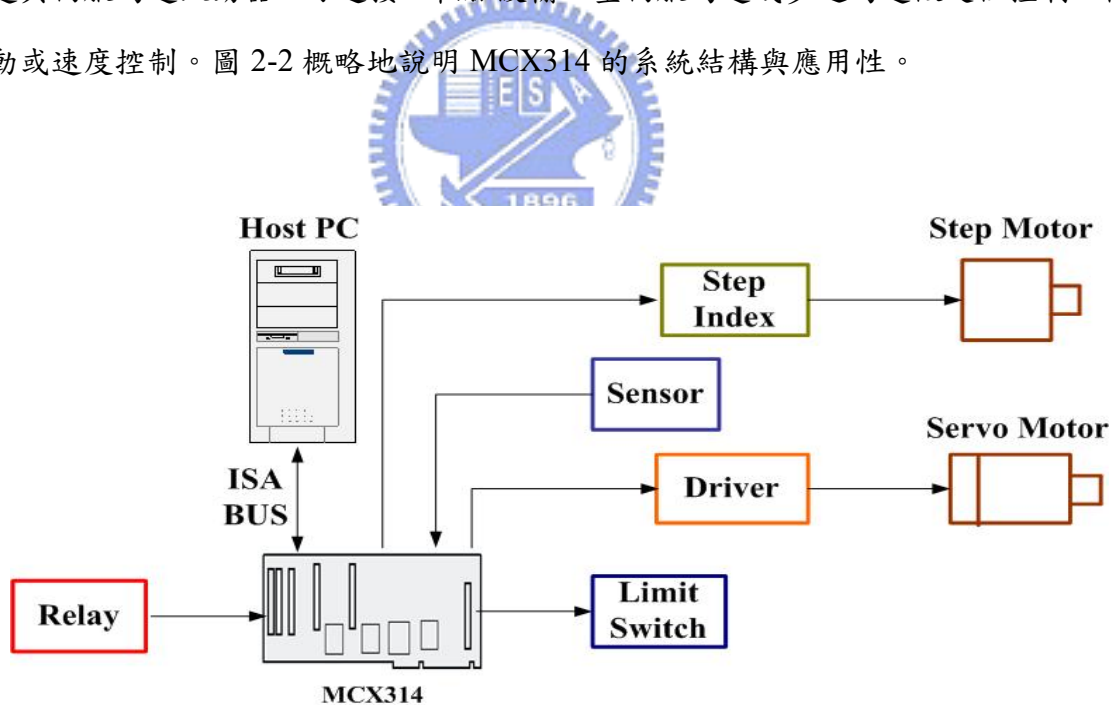


圖 2-2 MCX314 系統結構

表 2-2 MCX314 主要功能表

主要功能	說明
四軸各別驅動	四軸皆具有相同的機能其操作方式皆相同。
速度控制	驅動速度可由 1PPS 到最高 4M PPS 之脈波輸出，其脈波輸出的速度誤差為 0.1%。
S Curve 加減速	各軸皆可設置，且有防止 S Curve 加減速時產生三角波之速度曲線的方法。
直線插補	可任選取二軸或三軸，線性誤差為 0.5 LSB。
圓弧插補	可任選取二軸，曲線誤差為 1LSB。
位元補間	可任意選取二軸或三軸，直接由 CPU 計算出的資料送入 MCX314，由設定之驅動速度將補間資料連續送出。
連續補間	防止各運動命令在變換過程中有短暫停止之現象，補間速度最高為 2M PPS。
等速控制	將執行補間軸的合成速度保持一定。
位置計數器管理	各軸皆具備內部管理驅動脈波輸出之理論計數器(LP)和有管理外部編碼器的實際位置計數器(EP)。
比較暫存器與軟體極限	驅動中可由狀態暫存器讀取理論與實際位置計數器之大小關係，發生變化時可以加以中斷可視為軟體極限的執行動作。
外部訊號驅動	可以由外部訊號直接對各軸下達運動命令。
原點訊號	各軸具備有 4 個外部輸入訊號。
中斷訊號	中斷訊號產生時機：等速開始、等速結束、驅動結束、軟體極限和位元補間等。
即時監控	可即時讀取理論位置、實際位置、速度和加減速狀態。
可選擇 8 或 16 位元資料匯流排	透過 ISA BUS 與 CPU 溝通。

MCX314 有專司命令、資料、解譯和處理之部門，用以負責命令和資料的傳輸，並與外部操作部相連接，可接收外部的訊號；這些命令與資料經由動作管理部與各運動控制參數產生部(諸如，加速度變化率、加速度、速度)互相聯繫，最後命令送入脈波產生部。而輸入訊號管理部可偵測外部之輸入訊號，如左右極限訊號、原點訊號、定位完成輸出之輸入訊號和緊急停止訊號。

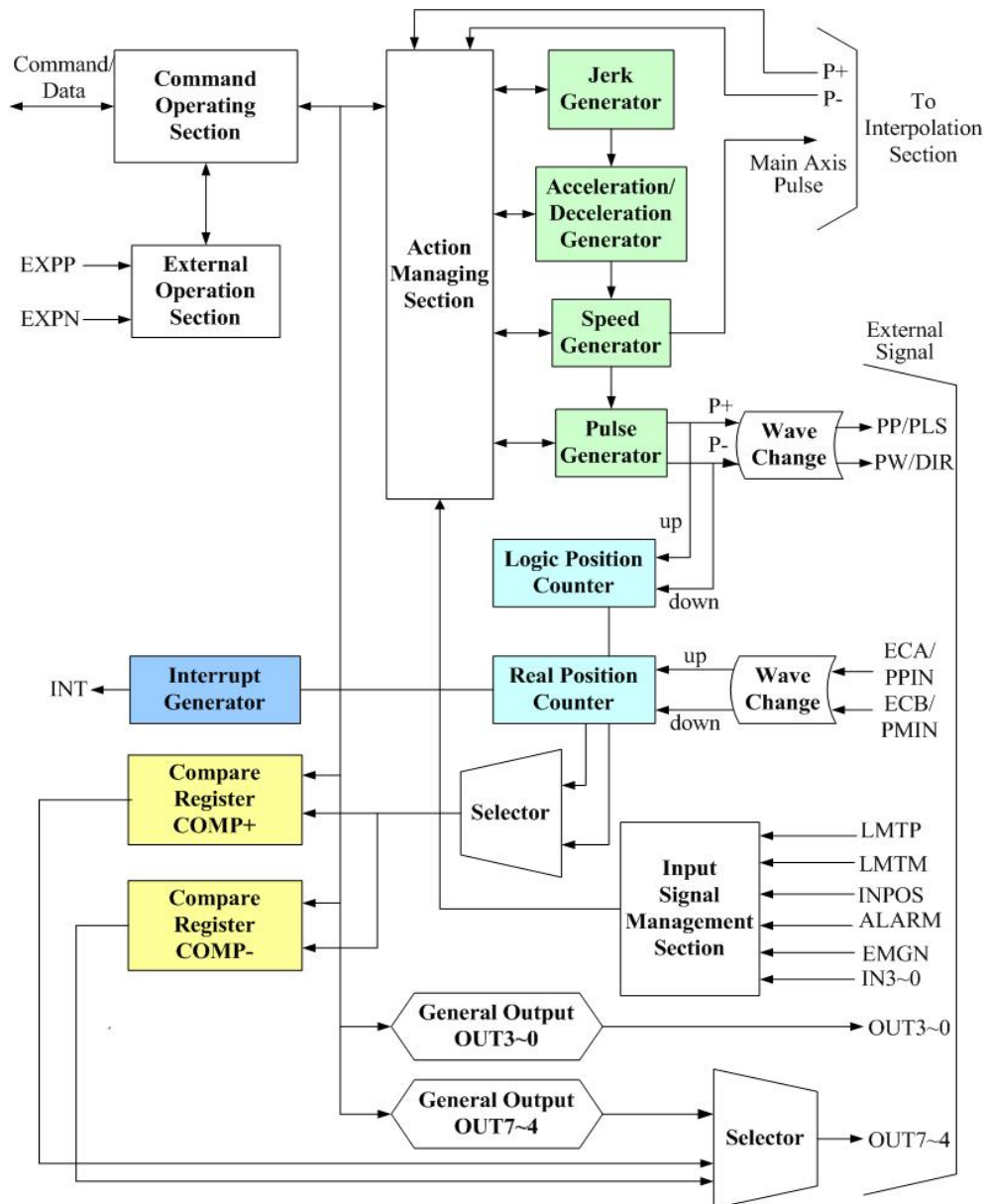


圖 2-3 MCX314 控制方塊圖[1]

2.2 實驗架構與控制方法

在定位系統中，最常用的馬達不外乎是步進馬達和伺服馬達，其中，步進馬達主要可分為 2 相、5 相、微步進系統；伺服馬達則主要分為(直流) DC 伺服和(交流)AC 伺服兩種。運動控制晶片 MXC314 可以用來控制步進或伺服馬達，對於單軸和多軸的運動命令測試，則以單軸兩相步進馬達平台和三軸直流伺服馬達為實驗平台。

2.3.1 步進馬達開迴路測試

步進馬達通常採用開回路控制。但若負載突然加大或馬達加速太快，就可能使開路系統停止運作。因此，開路系統就必須在較馬達轉矩規格為低的負載下使用。步進馬達是接受程式指令所形成的脈衝，步進馬達受到一個脈衝而旋轉一個單位角度；一個單位角度依各種不同馬達而不同。以步進馬達作為運動控制卡的測試，雖然沒有位置和速度的控制迴路來修正其誤差，但是實驗過程簡單，而且其結果直接而且明確，利於在開發運動命令函數初期的程式驗證。

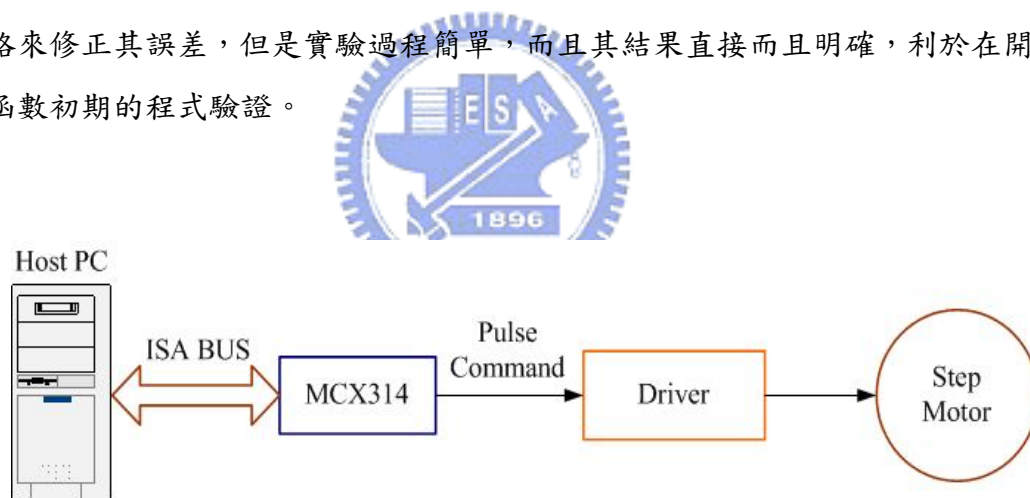


圖 2-4 步進馬達開迴路實驗架構

2.3.2 伺服馬達閉迴路測試

運動控制系統通常用於控制物體之位置與軌跡，如工具機與刀具的移動，而控制的方式，則採用位置控制迴路和伺服馬達速度控制。伺服馬達由定位脈波信號驅動，通常採閉迴路控制。定位脈波信號由定位控制器提供，包括脈波(Pulse)及方向(Direction)信號，伺服驅動器收到信號後，經由伺服驅動器內部的微處理器去處理這些信號，然後再去控制伺服馬達轉動所需的定位，然後根據伺服馬達的 Encoder 回授來控制馬達的位置。閉迴路系統通常較開迴路系統可靠性高，因實際位置及速度都不停受到監控可以使指令與實際運動間的誤差降到最低。而針對多軸補間命令的測試時，多軸伺服馬達運動平台並未架設光學尺，無法得知實際運動的資訊，所以沒有位置誤差的信號，但由馬達編碼器的信號仍可傳回電腦作為與電腦所輸出的命令相比較。

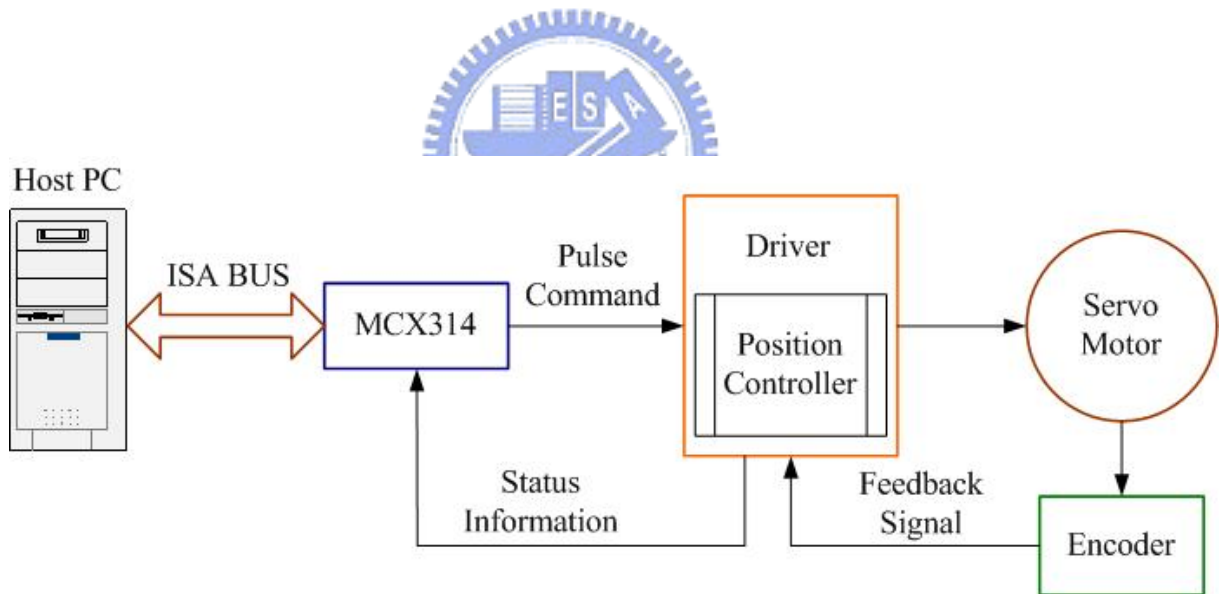


圖 2-5 伺服馬達閉迴路實驗架構