



MCU Based 無桿式氣壓缸定位控制器

德霖技術學院 機械系

摘要

氣壓系統具有成本低廉、體積小、重量輕、不污染環境、安全性高、使用維修方便與出力柔軟等特性，所以在工業生產自動化中被廣泛應用。傳統上，氣壓系統在自動化定位控制的應用上，大多份仍屬於開關式控制(on-off control)。

然而，近年來隨著積體電路的快速發展，各種微電腦數位控制器的種類不斷的推陳出新與功能不斷的增強；此外各種現代控制方法與理論也不斷地提出，諸如模糊控制、類神經網路控制、適應性控制、強健性控制等，使得過去無法與不易進行的氣壓系統精密定位控制，如今也可以來研究開發。

目前關於無桿式氣壓缸定位控制器，大多採用 PC based 或 DSP 作為控制器，其價格均十分昂貴，所以本計劃嘗試使用盛群半導體公司之微控制器(HT46R24)，研究開發以微控制器為基礎之無桿式氣壓缸定位控制用之控制器，進而探討微控制器於各種氣壓系統精密伺服控制應用上之可能性。

關鍵字：無桿式氣壓缸、MCU

1. 前言

氣壓系統在產業自動化中，屬於低成本自動化的領域，在各製造業中被廣泛應用，如自動進料送料系統、包裝機械、塑膠射出機、IC 插件機、高速研磨機等，對於省力化、少人化的自動生產系統，扮演著極重要且基本的角色，同時氣壓系統若搭配適當的機構、感測器及電動機控制即是機電整合(mechatronics)。

氣壓系統在自動化定位的應用上，大多採用可以產生直線運動之氣壓缸，其中無桿式氣壓缸相較於傳統有桿氣壓缸，有以下優點：

- 行程長，最長可達 10 m。
- 可以縮短裝配空間。
- 兩邊運動速度及推力相同。
- 連接架上可以直接載重。
- 運動速度更快。

所以在氣壓系統精密定位應用上，大多採用無桿式氣壓缸並搭配光學尺進行精密伺服定位控制，但是由於氣體具有可壓縮性、高摩擦力、易於洩漏、非線性等問題，所以無桿式氣壓缸要像電動馬達進行精密伺服定位控制仍屬不易之事。

所幸，近年來隨著積體電路的快速發展，各種微電腦數位控制器的種類不斷的推陳出新，與功能不斷的增強；此外各種現代控制方法與理論也不斷地提出，諸如模糊控制、類神經網路控制、適應性控制、強健性控制等，使得過去無法與不易進行的氣壓系統精密伺服控制，如今也可以來研究開發。目前關於無桿式氣壓缸定位控制器，大多採用 PC based 或 DSP 作為控制器，其價格均十分昂貴。

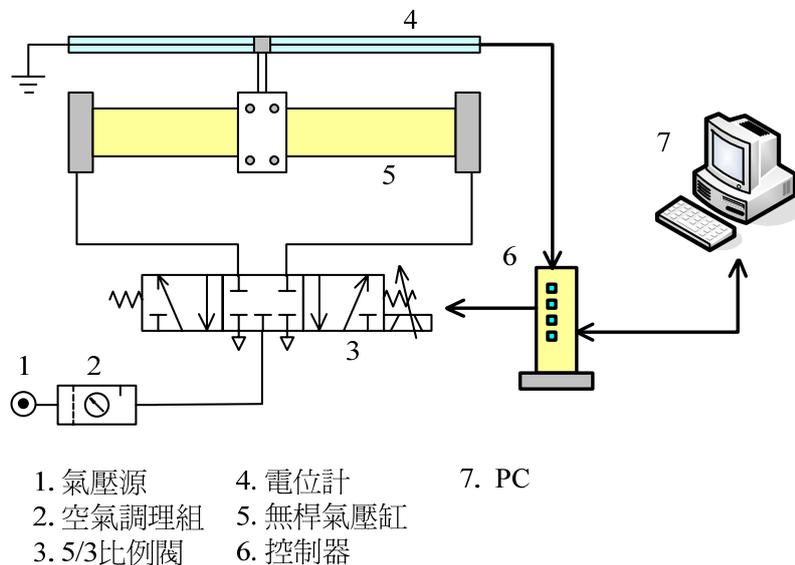
所以本專題製作嘗試使用盛群半導體公司之微控制器(HT46R24)，研究開發以微控制器為基礎之無桿式氣壓缸定位控制用之控制器，進而探討微控制器於各種氣壓系統精密伺服控制應用上之可能性。



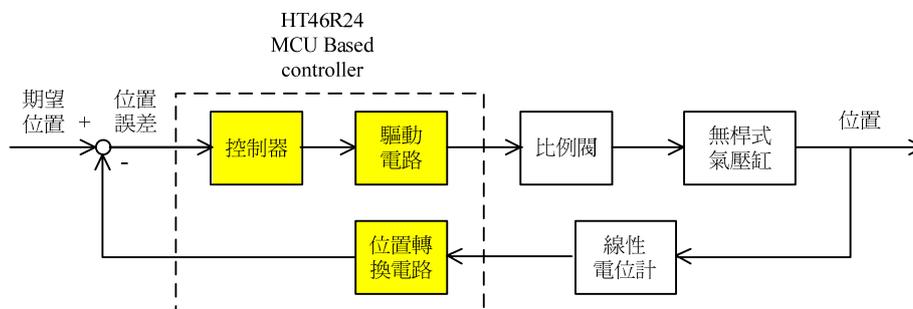
2. 工作原理

本專題製作『無桿式氣壓缸定位控制系統』，主要是由氣壓源、空氣調理組、5 口 3 位比例閥、線性電位計、控制器(內建 HT46R24 MCU)、個人電腦及相關運動控制卡(AD/DA 卡)所構成。其系統架構圖，如圖一所示。

本製作『無桿式氣壓缸定位控制系統』工作原理詳述如下：使用者輸入預設定之無桿式氣壓缸定位值，控制器計算相對應之控制量，經運算放大電路送出 0~10V 電壓至比例閥，比例閥依輸入電壓大小，控制進入無桿式氣壓缸之高壓空氣流量與方向，使無桿式氣壓缸按照期望之定位值方向移動，最後經由線性電位計的量測，送出類比電壓訊號傳輸至控制器，控制器根據此回授值與內建控制法則(control law)，調整輸出類比電壓訊號進而達到無桿式氣壓缸定位控閉迴路控制，個人電腦為系統外部控制器與人機界面，其無桿式氣壓缸定位閉迴路控制方塊圖，如圖二所示。



圖一 無桿式氣壓缸定位控制系統架構圖



圖二 無桿式氣壓缸定位閉迴路控制方塊圖



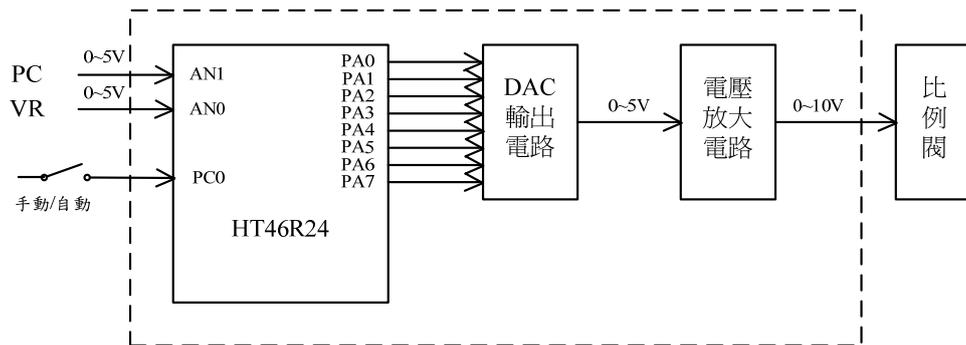
3. 作品結構

3.1 硬體部分

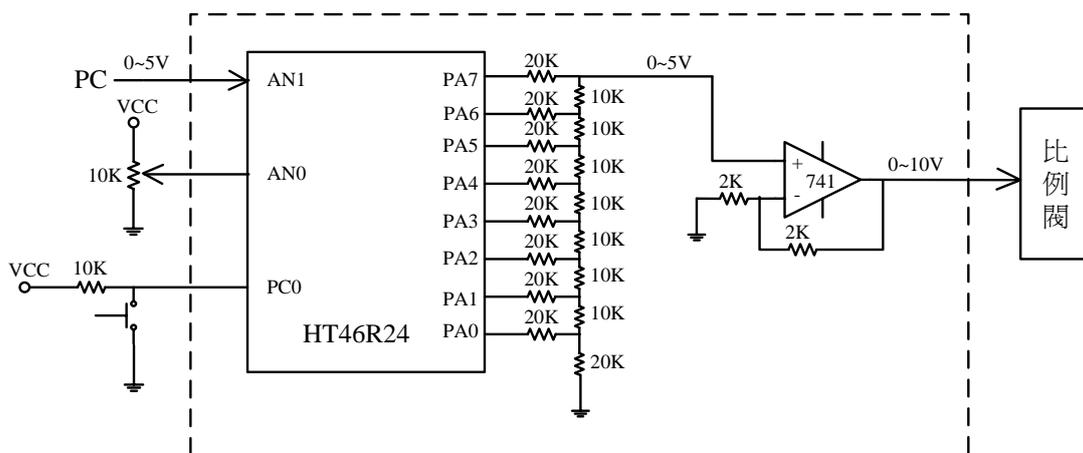
3.1.1 系統架構圖：本製作『無桿式氣壓缸定位控制系統』，主要是由氣壓源、空氣調理組、5 口 3 位比例閥、線性電位計、控制器(內建 HT46R24 MCU)、個人電腦及相關運動控制卡(AD/DA 卡)所構成。其系統架構圖，如圖一所示。

3.1.2 控制器電路方塊圖：本專題製作之無桿式氣壓缸定位控制器，主要是由 HT46R24 MCU、數位轉類比電路與運算放大電路所構成，方塊圖如圖三所示，電路圖如圖四所示。功能分述如下：

- HT46R24 MCU：擔任主控制器的任務，判斷手動/自動控制，讀取輸入電壓值，計算位置並輸出(8 bits)訊號。
- DAC 電路：採用 R-2R Ladder DAC 電路，簡單、穩定，不怕干擾。
- 放大電路：使用 741 運算放大器將 0~5V 電壓放大 0~10V，送至比例閥。



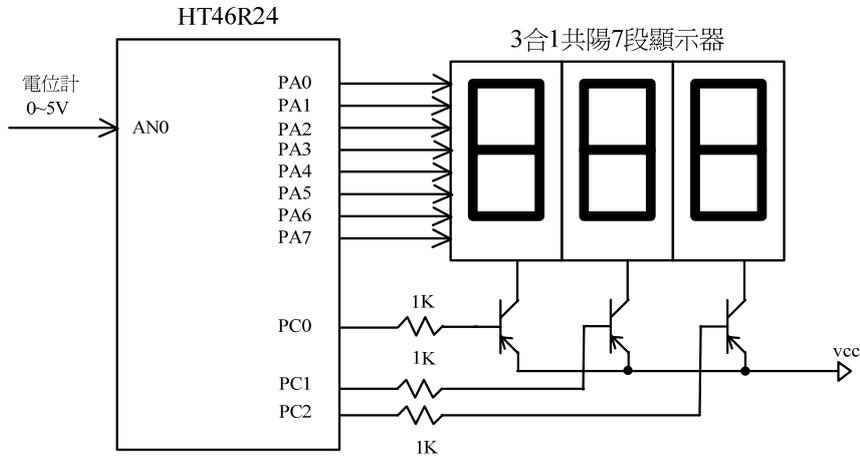
圖三 控制器電路方塊圖



圖四 控制器電路圖



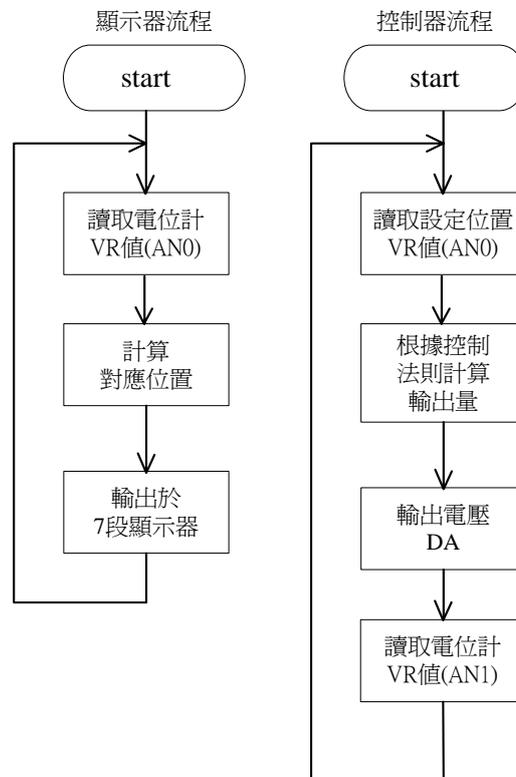
3.1.3 顯示器電路方塊圖：本專題製作之無桿式氣壓缸定位控制器，設計有一組七段顯示器用以顯示無桿式氣壓缸目前位置，電路圖如圖五所示。



圖五 顯示器電路方塊圖

3.2 軟體部分

本專題製作『無桿式氣壓缸定位控制系統』程式流程，如圖六所示



圖六、程式流程圖



4. 測試方法

本專題首先將專題作品分成無桿式氣壓缸系統、驅動器驅動電路、顯示器電路與 PC 人機介面四部份進行個別實機測試，最後再將四個子系統組合起來進行整合系統實機測試。其測試條件與測試環境為：

4.1 系統電路、元件測試

- 無桿式氣壓缸位移測試：氣體壓力設定為 5bar，由電源供應器提供 0~10V 直流電壓，5/3 比例控制閥，測試無桿式氣壓缸位移動態特性。
- 驅動電路測試：電源供應器提供 0~5V 直流電壓給驅動電路，並使用三用電表量測驅動電路輸出的電壓值是否正確，並使用孕龍科技股份有限公司提供之邏輯分析儀檢測” R-2R 梯狀數位轉類比電路”是否正確，控制器主體系統頻率為 4MHz，系統電壓使用直流 5V 電壓。
- 顯示器電路測試：改變線性電位計位置，使用三用電表量測輸出電壓，並檢查 MCU 是否能正確將電壓值轉換為位置值並顯示在七段顯示器上。其中使用孕龍科技股份有限公司提供之邏輯分析儀來檢測”顯示器電路”是否正確將位置訊號轉換為正確之八位元數位訊號。
- PC 人機介面與訊號擷取測試：使用電源供應器提供 0~5V 直流電壓給電腦 ADDA 介面，檢查電腦是否讀到與輸出正確的電壓值。

最後再將四個系統組合起來進行整合系統實機測試，系統整合測試的結果為良好可行。

4.2 整體系統功能操作測試

本專題作品『無桿式氣壓缸定位控制系統』操作方式與步驟可區分為開迴路控制(手動)與閉迴路控制(電腦控制)，說明如下：

4.2.1 開迴路控制(手動操控)

- 將無桿式氣壓缸定位控制系統之氣壓管線按照氣壓迴路圖(如圖一)接好。
- 調整三點組合設定供氣壓力為 5 bar。
- 按照無桿式氣壓缸定位控制系統輸入輸出配線圖，完成無桿式氣壓缸系統中比例閥、線性電位計與控制器模組間之電線連結。
- 將控制器模組電源接上。
- 將手動/自動切換開關，切換至”手動”。
- 將定位旋鈕歸零。
- 打開氣壓系統之氣壓源。
- 打開所有電源開關。
- 旋轉位置調鈕，進行無桿式氣壓缸之定位控制。



4.2.2 閉迴路控制(電腦控制)

- 將無桿式氣壓缸定位控制系統之氣壓管線按照氣壓迴路圖(如圖一)接好。
- 調整三點組合設定供氣壓力為 5 bar。
- 按照無桿式氣壓缸定位控制系統輸入輸出配線圖，完成無桿式氣壓缸系統中比例閥、線性電位計與控制器模組間之電線連結。
- 將控制器模組電源接上。
- 將手動/自動切換開關，切換至”自動”。
- 將電腦輸出訊號線與驅動器連結。
- 打開電腦，開啟無桿式氣壓缸定位控制系統之人機介面程式。
- 打開氣壓系統之氣壓源。
- 打開所有電源開關。
- 由電腦之人機介面程式，進行無桿式氣壓缸之定位自動控制。

5. 參考文獻

- 1.“HT46XX 微控制器理論與實務寶典”，鍾啟仁，全華圖書。
- 2.“HT-IDE3000 使用手冊”，盛群半導體公司。
- 3.“HT46R24 Handbook”，盛群半導體公司。
4. 林宗賢，“氣壓工程學”，文京圖書。
5. 陳天青，“機電整合”，高立圖書。