

第二章 文獻探討

本研究之目的在研擬技專校院之分散式圖控系統的實習教材大綱，並據以編寫單元教材及製作實習設備。為達成本研究之目的，乃根據教材發展策略及參考技專校院的教育目標、課程設計原理來選擇適用於技專校院分散式圖控系統的教材內涵，以研擬教材大綱，並考量學生的學習背景及實習設備需求，以編寫單元教材及設計相關的實習設備。

本章針對以 PC-Based 分散式圖控系統的實習教材內涵、教材編製原則及教材發展模式等相關文獻加以探討。

第一節 PC-Based 分散式圖控系統的概念與內涵

壹、PC-Based 分散式圖控系統的概念

一、遠端監控系統的涵義

追求自動化以節省人力，並且能更迅速、準確地控制生產流程，一直是工業界由來已久的努力目標，主要在於希望達到降低成本，並以最佳化的操作來減少能源的浪費。因此要達到上述的目的，並且對眾多的設備做最有效的控制，以增加產能，就必須使用遠端監控系統。所謂的監控指的是監視和控制，意即在工廠中採用了眾多的機器設備來生產，操作者必須隨時知道設備的實際狀況，以便知道如何因應，這就是監視；在瞭解了機器設備的相關資訊後，操作者必須針對不同的情況，給予不同的指令以輸出，來達到系統的要求，這就是控制。所以將現場結果傳回系統控制者，系統控制者在一定的判斷法則作出相對的控制輸出，就形成了一個監控系統（江增昌，民 90）。

王俊權（民 84）指出，監控系統的演進過程大概分為三階段：（一）配電盤控制方式，（二）繼電器控制方式，（三）電腦控制之監控方式。電

腦控制監控方式又可區分為兩類：(1) 電腦發展初期的集中式控制系統，(2) 現階段的分散式控制系統。另外監控系統的演進亦可區分為(1) 1970年代的中央監控系統，(2) 1980年代的多階層式監控系統，(3) 1980年至今的伺服-客戶端監控系統，而伺服-客戶端監控系統就是現今的分散式控制系統 (Marcuse, Menz, & Payne, 1997)。王儒生 (民 91) 指出監控系統所具備的功能可分為：(1) 監視功能，(2) 控制功能，(3) 記錄功能。蔡佳仁 (民 90) 認為監控系統的演進如表 2-1，並且經由監控系統的組成、演進的過程，而發展出現今一般工廠監控的系統架構如圖 2-1。

表 2-1 監控系統的演進

	感測	動	轉換	控制	顯示	紀錄	調節	資訊
人力	溫度計	手動閥	無	人力	溫度計	人力	人力	人力
傳統儀表	RTD	氣動閥	溫度傳轉器電磁閥	單回路控制器	燈號錶頭	記錄器	開關旋鈕	人力
圖形監控系統	RTD	氣動閥	溫度傳轉器電磁閥	PLC/電腦	電腦	電腦	電腦	電腦

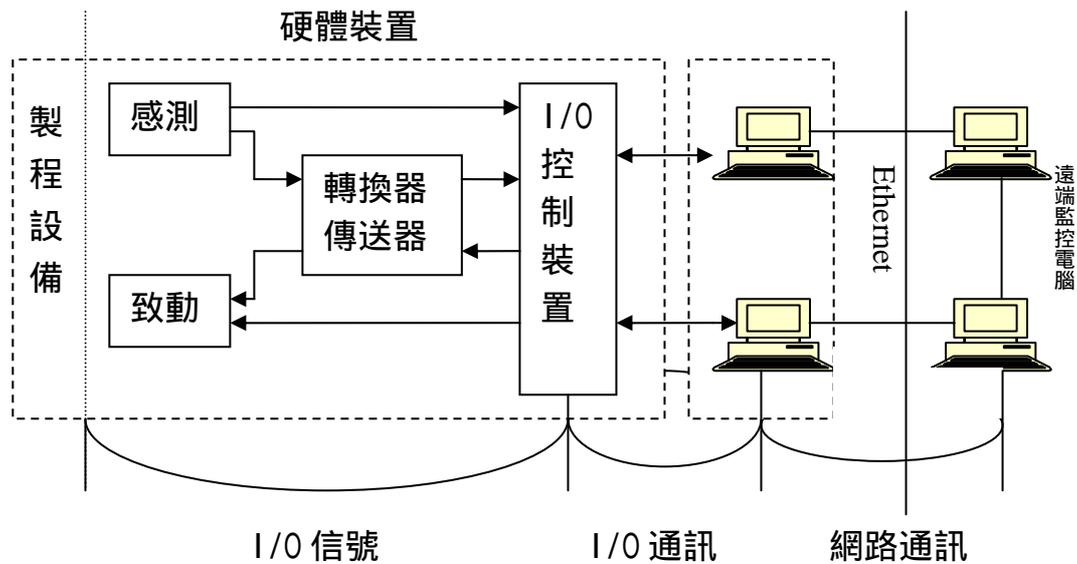


圖 2-1 監控系統的架構

由上述可知一般工廠的監控系統包含 I/O 控制裝置、顯示、記錄、調節及資訊處理，而監控系統的架構則可分為硬體、軟體、I/O 信號通訊及網路通訊。因此在工廠具有一定的規模，而各個機器設備距離又遙遠的情況下，必須透過網路收集資料，再依所收集的資料作適當的判斷以傳送控制信號決定輸出，這就是遠端監控系統。李杏櫻（民 90）指出遠端監控具有下列優點：

1. 增加控制的靈活度與廣度。
2. 加強資訊的流通與經驗分享。
3. 節省金錢、能源與空間。
4. 確保工作成員的安全。
5. 提高產業競爭力。

綜合上述可知遠端監控系統的功能及技術包含通訊、資料的擷取與收集、資料處理、監視、控制、記錄，其涵意是有系統的透過網路通訊將監視對象的訊息和狀態，傳回控制中心讓操作者知悉，然後經過判斷再正確地控制監視對象。

二、分散式監控系統的涵義

早期監控系統的硬體核心為控制用大型電腦或迷你型電腦，把工廠各個機器及設備的訊號集中送到中央主控室，由主控電腦來監控各個機器及設備。由於產業的發達，工廠中監控的設備愈來愈多，監控的對象往往都是數十甚至數百以上，要如何只使用一台電腦來執行監控任務？即使完成了設計，也會因為同時要執行監視、控制 等等相當多的任務而造成系統運作的錯誤，很可能導致整條生產線的停擺。所以如何利用多台電腦將監控作業分散到各電腦中以降低負荷，增加系統的可靠度，實現「集中監視，分散控制」的理念，便是分散式監控系統所追尋的目標（王聖林，民 85 年）。

國立中山大學電腦整合自動化實驗室（民 90）指出，在大型廠區裡為了減少人事成本，並朝向工廠自動化的目標前進，必須將所有設備的訊號拉至主控制室，全部集中在一起。但是一般感測器訊號是電壓型式，傳輸距離無法過遠，否則會造成訊號衰減效應而得不到正確結果，因此感測器的訊號處理工作必須在監測位置馬上處理完成，處理完後的結果再回傳（或由主控室電腦輪詢）即可，這種分散各地的監控工作，監控結果可以集中管理的架構就是分散式監控系統的概念。王聖林（民 85）指出分散式監控系統的結構應包含有：（1）資料擷取系統，（2）即時多工系統，（3）分散式監控系統，（4）分散式網路架構，（5）人機操作界面五部份。

由上述可知，分散式監控系統主要是將系統規模大者盡量分交給地方控制單元，讓地方控制站擔當起分散處理的任務，在分散的終端處即已完成處理，而讓中央主電腦致力於整體的監視和資料處理。分散式監控系統之架構如圖 2-2。

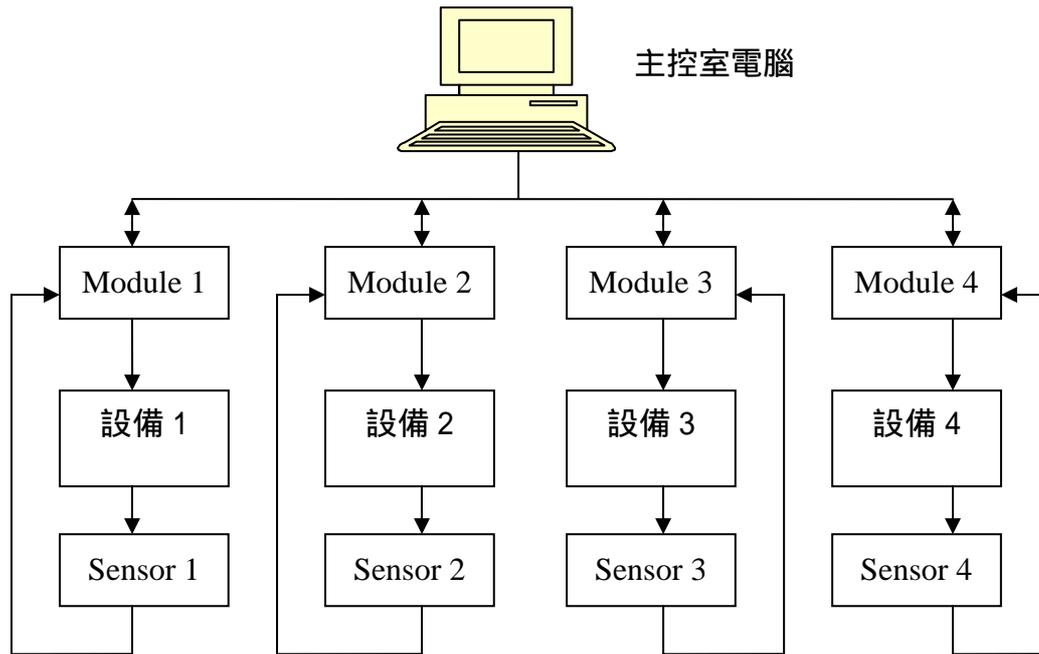


圖 2-2 分散式監控系統的架構

三、圖形監控的涵義

一般來說狹義的人機界面是指圖形監控的技術，就是建立圖形監控方塊的示意圖如圖 2-3 所示。當控制按鈕被觸動後，訊息會傳給控制器，當作控制器輸入的一部份，而控制器的動作，即視為「控制」作用；同時也將控制器的接點狀態，以數值或顏色將結果顯示在電腦螢幕上，表現出接點 ON/OFF 狀態，即視為「監視」作用。控制與監視兩者合起來稱為「監控」(廖文輝、周至宏，民 88)。

人機介面的功能之一是讓系統按鈕化和控制滑鼠化，並有快速的控制策略和動態的操作顯示 (Yao & Ku, 2003)，它和使用者、控制器及電腦的關係如圖 2-4 所示。

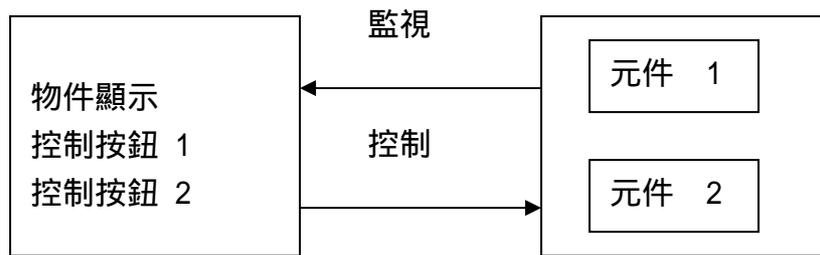


圖 2-3 圖形監控方塊示意圖

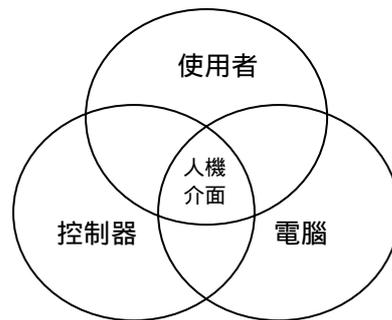


圖 2-4 人機介面關係示意圖

所謂的圖控軟體是指我們可透過一個圖形界面模擬實際的環境，亦即利用圖形界面來表示所要監控的情況，我們不須到工廠現場就可知道生產設備的運作情況。一個完善規劃過的圖形監控系統，能把工廠中任何設備之運動狀況、產能、良率、產品狀況等等資訊整合達成管理的動作，甚至將各個設備之間彼此的互動、溝通，以及需彈性調整的突發狀況，都可以藉由圖形監控系統來完成，既有效率又節省人力（蔡佳仁，民 90）。

因此圖形監控，就是將監控系統的人機界面圖形化，把工廠的即時狀態利用圖形的畫面來活潑呈現在電腦上，而使用者可以在電腦的畫面上直接以滑鼠或鍵盤來更改現場的開關狀態或參數設定。

四、使用 PC-Based 建構分散式圖形控監控系統

由於科學技術的大幅進步，許多製程不但快速化、精確化，而製造成本也快速下滑，連帶使得個人電腦快速地蓬勃發展，並以低廉的價格上市，這些個人電腦擁有驚人的演算處理速度、大容量的記憶體及眾多的周邊設備，故只須選擇適當的資料擷取和通訊界面，其性能並不亞於昔日的大型電腦。因此以個人電腦做監視控制的基礎，再搭配軟體系統的發展，而發展出合乎經濟效益的監控系統，將是未來的趨勢。王聖林（民 85）指出以個人電腦為基礎來架構分散式監控系統的技術，包含資料擷取系統、即時多工系統、分散式監控系統、系統網路架構以及人機界面設計。

劉源宏（民 90）指出採用個人 PC 的優點有：

1. 可建構出較彈性的監控管理系統。
2. 可降低系統開發研究成本。
3. 可大幅降低系統故障維修成本。
4. 可配合工廠大小或設備規模，建立適當大小的監控系統。
5. 個人電腦 PC 有著價格便宜、使用廣泛、維修便宜之優點。

所以利用個人電腦優越的運算及處理能力，以及網路的普遍和無遠弗屆，使得分散式圖形監控系統的建立，更有彈性、容易擴充、方便維修及管理。

綜合以上所述，可以知道分散式圖控系統是以個人電腦為基礎來規劃整個工廠的系統架構，並以階層的概念，將分散的終端控制單元，整合於一整個監控系統內。簡單來說即是將現場的感測器訊號，經由界面以網路裝置傳達至個人電腦中，個人電腦經過處理及判讀後，再以生動活潑的圖形畫面顯示在螢幕上，使用者可以直接利用滑鼠或鍵盤來更改現場的狀態及參數。以上所說的個人電腦，可以是一個小型的監控系統，也可以由好幾部個人電腦所組成的大型監控系統；可以是一個監控系統中，由不同的個人電腦分擔不同的工作（例如資料處理、監視、控制、資料擷取 等

等)。因此分散式圖形監控系統具有強大的擴充性，以及更靈活的修改彈性。

貳、分散式圖形監控系統的技術及結構

一、分散式圖形監控系統的技術

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) 系統一直是工業中最常使用的系統，隨著科技的進步，以往所使用的監控方式和技術不斷的更新，但是 SCADA 一詞卻一直被沿用下來，早期的中央監控系統即是代表 SCADA，如今只要提到 SCADA 一詞就會想到工業界的監控方式。

SCADA 結構的演進大概分三個世代：1. 整體化，2. 分散化，3. 網路化，所謂的整體化即代表中央監控系統，而分散化和網路化的區別在於分散化侷限在區域網路，而網路化則可透過 IP 作網際網路的存取及應用

(McClanahan, 2003) SCADA 結構的分散化指的就是分散式監控系統；分散式監控系統是由許多單元組成，每個單元有自己的控制器來處理單元內的事件，再由一部主電腦整合各單元並予以協調，或由一台以上的電腦組成整個監控系統來分擔主電腦的工作。也就是說分散的單元或終端感測器，對於訊號的處理工作必須在終端監測位置就予以完成，處理完的結果再回傳至電腦。

因此分散式監控系統的架構，主要是由位於終端的設備分別裝上分散式控制模組（含有數位輸入、輸出及類比輸入、輸出），每個模組負責自己的一塊區域，真實的情形是透過感測器（Sensor）輸入到各個模組，而每一個模組再以 RS-485 網路連接起來，一起送到主電腦，並且可透過網路通訊和其他電腦分享監控的資源。

綜合上述可知，利用一部電腦當作主控電腦，再配合數部分散式控制模組作為信號的擷取與輸出，並配合網路完成監測系統的整體架構。此外

亦可規劃不同的電腦來分擔主電腦的工作，使得監控系統能更準確、即時，更具有彈性及擴充性。

在設計監控系統的過程中，唯有對硬體設備與軟體結構具備充分的瞭解，才能設計出符合功能需求的監控系統。以下就針對圖形監控系統的軟體、硬體設備分別加以討論。

(一) 圖形監控軟體

王儒生(民91)指出關於 PC-Based 監控系統的架構，除了依照系統需求所安裝的硬體設備以外，軟體的選擇亦是相當關鍵的一個環節，無論是作業平台(Platform)的選擇，或是監控軟體的選用，將影響到整個監控系統的穩定性、擴充性、移植性以及資料的傳送與交換限制等等，也關係到監控系統的優劣與否，因此在這方面必須全盤考量。劉源宏(民90)指出個人 PC 使用率較高的作業系統 Windows，提供的 GDI(Graphical Device Interface)圖形界面資源，讓程式設計開發者可以輕易發展圖形界面軟體功能，此外也提供動態資料連結 DDL(Dynamic Data Link)的功能。故 Windows 作業系統使程式設計者具有較大的開發環境，這是 Windows 作業系統最吸引人的優點，可以滿足監控軟體龐大的需求。

現在市面上的圖形監控軟體已相當眾多，例如 Labview、LabLink、Citect、Intellution_iFX、Lookout、CIMPLICITY HMI、FactorySuite 等，其中 Labview 是由美商慧碁儀器公司(NI)所開發出來的圖控軟體，已廣泛應用在各領域，尤其在實驗室儀表的應用有出色的表現，市面上關於監控的書籍幾乎也都是 Labview。另外 CITECT 是由國際知名的 CITECT 公司所發展出來的圖控軟體，已獲得到全世界公認並被廣範應用於全球工業控制的各個領域。這兩種軟體均以 MS-WINDOWS 為作業環境，有優良的圖形使用者界面(GUI)，使用者可自行繪製及定義，操作使用方便。但是若以工業的基礎來考量，Labview 缺乏內建的 SPC 模組(統計程序控制)、SQL 模組(資料庫)、PLC Driver、趨勢模組 等，需要外加使用，而這些

模組都是工業上必須的，因此本研究選擇 CITETC 圖形監控軟體作為研究的工具。

CITECT 圖形監控軟體在程式設計上可分為三個主要部分：

1. 專案瀏覽器工作平台

每一個專案代表一個監控系統，因此可規劃數個不同的監控系統，當整個監控系統有所擴充或變更時，可立即選擇不同的專案執行，以符合生產線的變更並減少工廠的停工時間，達成業者的生產需求。此外專案瀏覽器是整個監控系統的核心，主要規劃每一個專案的屬性（諸如控制器及通訊方式的選用、標籤變數及通道的定義、系統備份、警報設定及使用者權限 等等），讓整個監控系統的配置架構一覽無遺，如圖 2-5 所示。

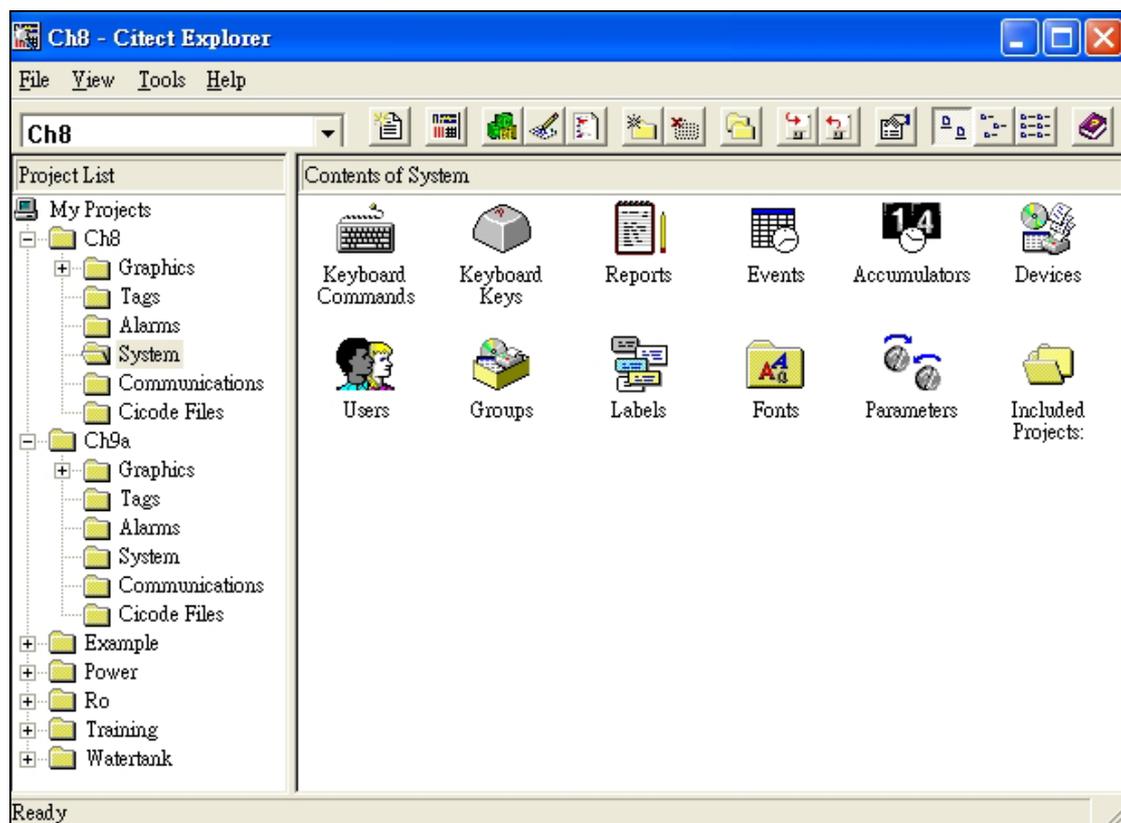
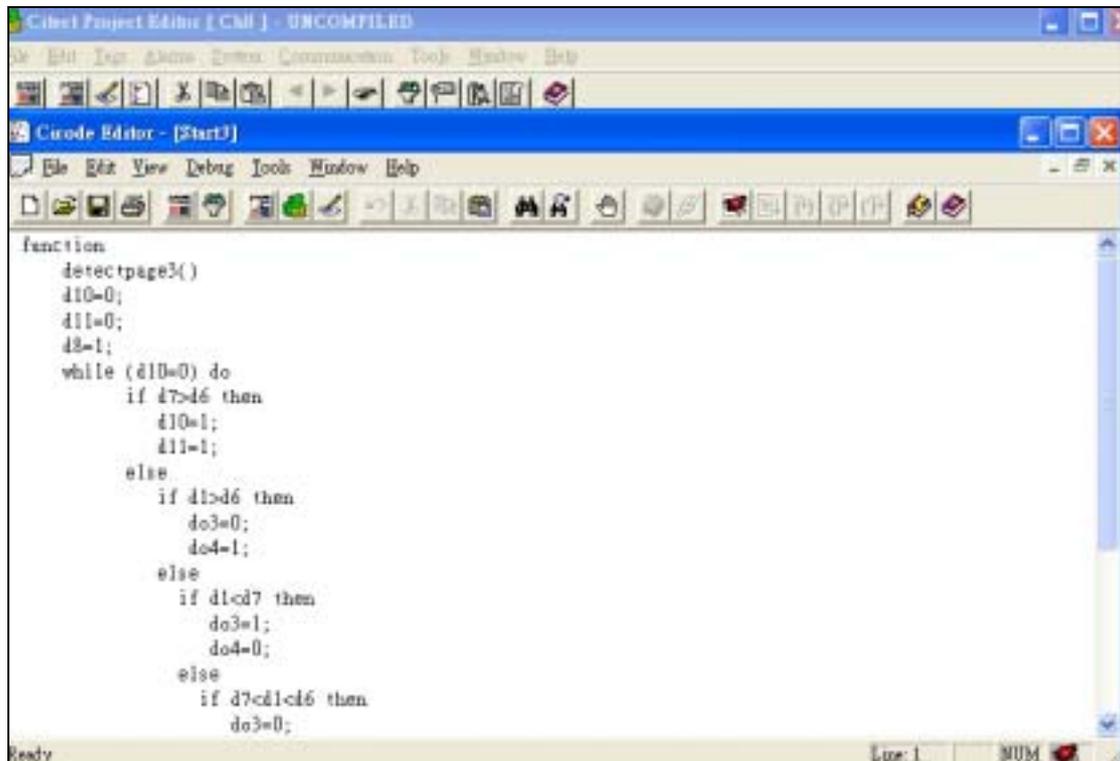


圖 2-5 專案瀏覽器工作平台

2. 專案編輯器工作平台

與專案瀏覽器具有部分相同的功能，主要是作為內建函數功能設計，當圖形物件無法完全表達使用者所期望的功能時，或是使用者想要自行規劃某種功能函數時，可使用此平台內建的 CICODE 視窗來設計。此工作平台可使用一般程式語言的語法來設計函數，並自行規劃變數於程式內使用，再將變數傳值給已經規劃好的標籤變數，如圖 2-6 所示。利用 compiler 來編譯、修正所設計的函數，讓設計的函數能和圖形物件相互結合，以後只要有重複的功能需求，可以呼叫此函數，因此也保留了傳統程式的可設計性，以補圖形界面物件功能的不足。



```
function
detectpage3()
d10=0;
d11=0;
d3=1;
while (d10=0) do
  if d7>d6 then
    d10=1;
    d11=1;
  else
    if d1>d6 then
      do3=0;
      do4=1;
    else
      if d1<d7 then
        do3=1;
        do4=0;
      else
        if d7<d1<d6 then
          do3=0;
```

圖 2-6 專案編輯器工作平台

3. 圖形繪製器工作平台

此工作平台也就是一般人所說的人機界面顯示平台，但是它和一般人機界面的顯示平台不一樣，一般人機界面大多強調儀表功能，因此功能將侷限在規模較小的工廠，無法做到整個工廠的即時流程監控。本工作平台大多數的物件均由使用者自己組合或繪製而成，然後再將變數標籤指定給物件，並且設定物件的動態或靜態樣式，如此可模擬工廠中的任何設備，將其靜態或動態的情況表現出來並控制它們，因此對於大型的石化工廠、水泥、污水、發電廠、食品加工、大樓監控 等均能適用，如圖 2-7 所示。

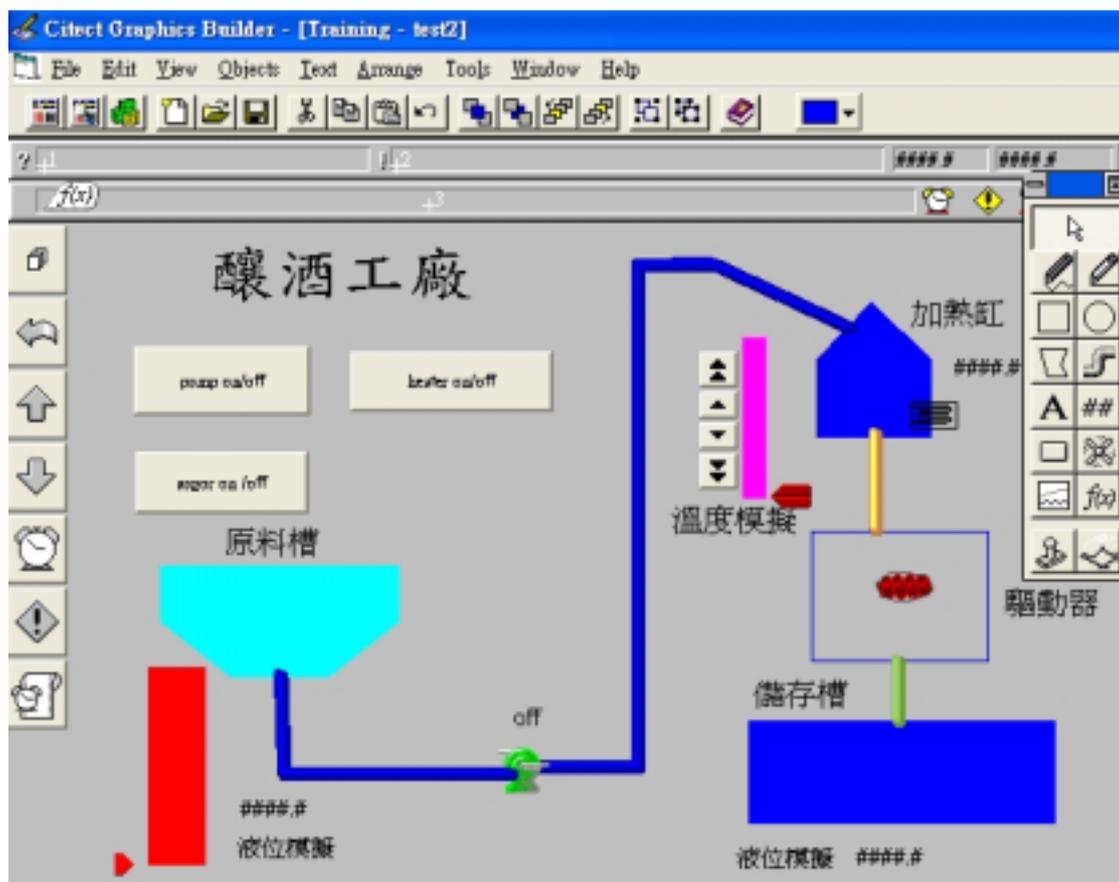


圖 2-7 圖形繪製器工作平台

由以上可知對於大型工廠監控整合的自動化程序，若是用傳統的程式語言來規劃執行必定相當複雜也是一件非常困難的工作。CITECT 不需複雜的語法與傳統使用文字的程式不同，只須建構好圖形物件指定標籤變數後，即可使資料在圖形物件間傳輸。使用此圖形化語言，可將現場所擷取的資料進行量測和分析，並且可模擬現場結果顯示在人機界面上，非常適合發展成圖形監控軟體。

（二）資料擷取與通訊模組

劉源宏（民 90）指出，資料擷取與控制（Data Acquisition & Control）是電腦監控系統必須的手段，一般都將 ISA 或 PCI 式模組卡，插在電腦的插槽（Slot）上，這些卡包含了類比輸入/出、數位輸入/出 等等。曾幾何時這些卡早已被設計成內含微處理器的智慧型 Sensor-Computer 界面模組，並運用 ASCII 格式的命令透過 RS-485 通訊傳輸。電腦主機人機界面部分則透過 RS-232，再由 RS-232/RS-485 轉換模組與各模組進行通訊傳輸，以達到遠端資料擷取與控制之功能。

目前市場上所銷售的資料擷取與控制模組，不管是功能、應用方式、外型、接線 等都非常類似，甚至相同，不同的只在於編號及型號。茲以國內巨騰公司所研發出品的 EZIO 系列為例，將各模組作一說明：

1. RS-232/RS-485 轉換模組

由於一般電腦上只有 RS-232 的連接埠，並且 RS-232 與 RS-485 的訊號準位與工作模式均不相同，因此不能連接在一起。此時就必須透過 RS-232/RS-485 轉換模組讓各個資料擷取與控制模組和電腦達成通訊，將所擷取到的資料由 RS-485 訊號準位轉換成 RS-232 訊號準位傳送到電腦，或是反向由電腦傳送命令或資料給各模組。

2. 繼電器輸出模組 eIO_DO_PR_08

在過去的電子電路中，一般所使用的電源及訊號都非常小，通常為數

伏特到數微伏特，對於一般市電所使用的設備根本無法推動控制，因此必須加上繼電器輔助加以推動，所以為了解決此問題因而產生了繼電器輸出模組，可以直接輸出控制。

3. 數位輸入/輸出模組 eIO_DIO_16

一般在電子電路中最基本的控制訊號是 ON/OFF 控制訊號，因此達成監控最基礎的便是應用數位輸入/輸出來達到開關控制及檢測外界的狀態。舉凡馬達的控制、加熱器、電力設備或其他設備，使用者可以操作電腦利用此模組來輸出控制，或是利用此模組將外界感測器的檢測或開關狀態傳輸到電腦。

4. 類比輸入模組 eIO_UI_08

一般在現實世界裡的物理現象，大多數都是類比的連續訊號，例如溫度、速度、壓力、亮度 等等均是，但是如何將這些訊號連接到電腦中呢？因為一般的電腦所使用的都是數位訊號，並且有一定的訊號位準及訊號規格，所以必須將感測器所量測到的訊號，經過範圍的調整及 A/D 的轉換，使它符合電腦的要求。使用類比輸入模組可自動將類比訊號轉換為數位訊號，傳送到電腦中，並在所設定的範圍內顯示所量測的物理量。

綜合以上所言，不同的訊號可用不同的模組來達成訊號的擷取與控制的目的。事實上在監控系統中所使用到的模組並非只有上述的幾項，還有類比輸出、頻率/計數輸入、頻率/計數輸出等模組，因為使用機率較少故不作描述。因此只要能靈活應用這些類型的模組，便可以設計出所想要的監控系統。

二、監控系統的設計

一個完善的監控系統的設計，須考慮包括監控系統工作原理、建立監控系統方塊圖、設計步驟、人機界面、系統功能這幾項，如此才能詳細地設計規劃出所需要的監控系統，以下說明這些項目：

1. 監控系統的工作原理

劉源宏（民 90）指出所謂的監控系統，就是有系統的將監視對象的訊號或狀態，傳回控制中心給操作者知道，經綜合判斷後再正確的操控監視對象，故監控系統的工作原理大概可區分為取樣、控制及報表製作。取樣：也就是在監控系統中，將現場設備的工作狀態（如：ON/OFF、電壓、電流、壓力、溫度 等物理量）在一取樣工作週期即時取樣訊號，經由通訊傳回監控電腦，並顯示在螢幕上，供操作人員隨時監視，如圖 2-8 所示；控制：在監控系統中，被監控的量測值超過所設定的範圍時，監控主電腦就依事先所規劃的程序，執行遙控調整監控設備，使監控對象回到設定值並作警示動作，或由操作者直接在監控電腦下命令，執行遙控調整監控設備，完成遠端控制的目的，如圖 2-9 所示；報表製作：因為監控系統可以即時取得並儲存監控設備的運轉狀態，並利用資料庫中的檔案，經由所設定的表格格式製成報表，或繪製趨勢圖表由列印裝置輸出，供操作員參考、維修使用。

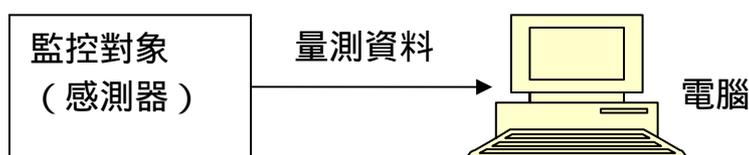


圖 2-8 監控系統取樣

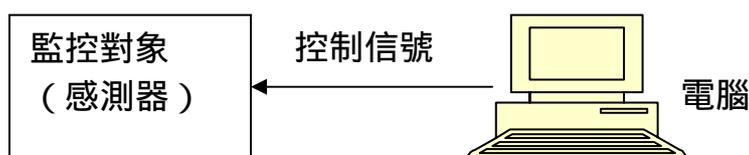


圖 2-9 監控系統控制

2. 建立系統方塊圖

在作系統方塊圖建立時，應先對系統作初步的規劃步驟，也就是說須瞭解供應及需求的關係是否符合使用者的要求（例如設備的供應與需求的關係）。當供應與需求關係的模式確認後，系統設計者便可規劃系統的架構與聯繫方式。此外需求分析可幫助系統操作員釐清問題內容，確立系統功能與行為，建立系統界面的特性，並解決系統在設計上的限制。劉源宏（民 90）指出，一般的監控系統的基本架構方塊圖由監控主電腦、通訊網路界面、末端控制模組所組合而成，如圖 2-10 所示。

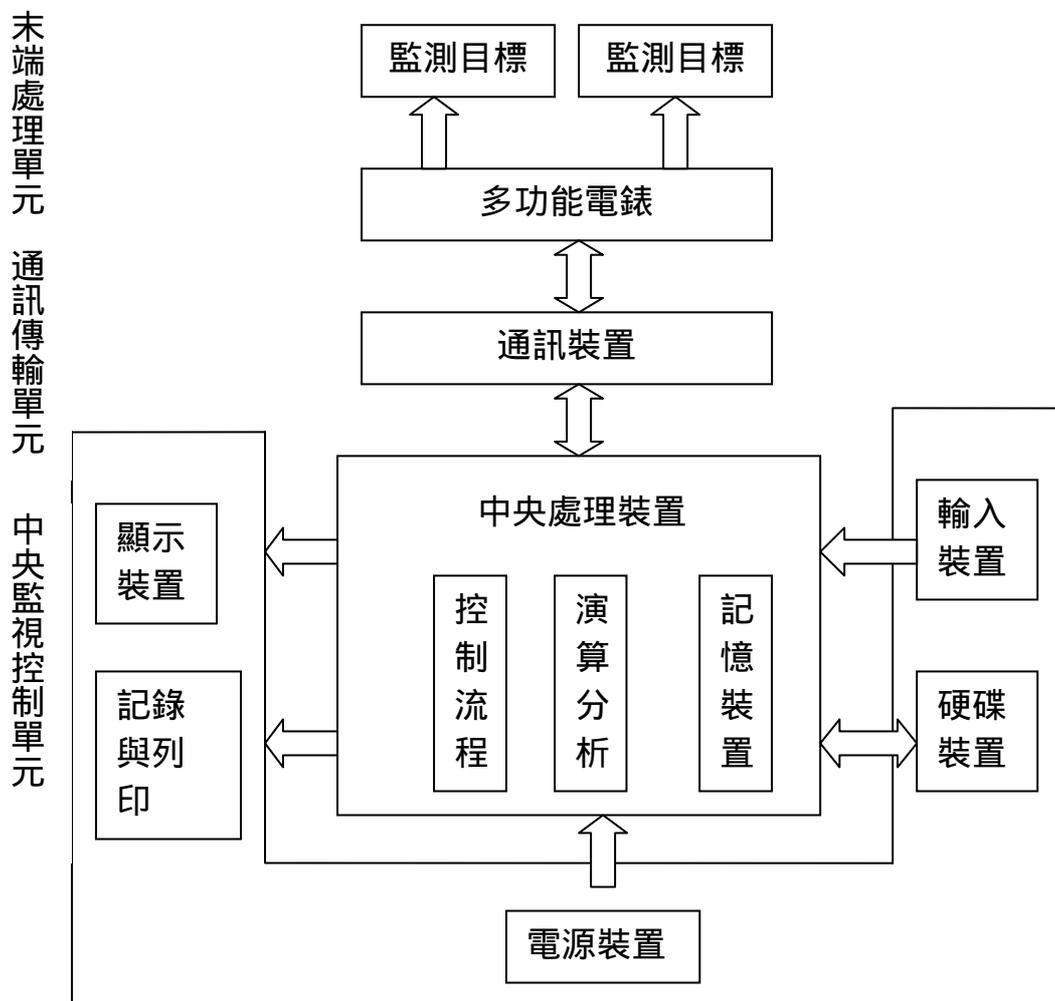


圖 2-10 監控系統基本架構方塊圖

資料來源：劉源宏，民 90

3. 設計步驟

曾郁中(民 92)提出輸油作業控制系統設計須考慮:(1)介紹各個操作區域,(2)介紹監控系統架構,(3)硬體連線規劃,(4)軟體的設計,(5)現場即時監控作業。

范逸之(民 90)提出整合監控系統設計流程須考慮:(1)系統架構,(2)監控要求,(3)系統對照圖,(4)狀態值的顯示,(5)監控系統程式設計。

梁舜欽(民 89)提出火力電廠輸煤控制系統自動化設計步驟分為三大部分:

- (一)輸卸煤系統自動化設計流程:(1)輸卸煤設備,(2)控制系統架構圖,(3)各站 I/O 規劃,(4) I/O 規劃與程式設計。
- (二)圖控軟體規劃設計流程:(1)資料交換,(2)模組與電腦之間的通訊原理,(3)人機界面設計,(4)監控作業,(5)訊息記錄。
- (三)煤堆管理支援系統設計流程(1)煤場作業流程,(2)問題描述及需求分析,(3)系統架構與功能,(4)系統設計,(5)系統實作,(6)實例操作。

劉源宏(民 90)提出電力圖形監控系統設計步驟流程如下:(1)架構構思,(2)功能的規劃,(3)監測程式系統的設計,(4)環境的考量,(5)配線安裝,(6)系統測試。

綜合以上各研究者的設計步驟構思及相關資料,並規劃出一般分散式監控系統的設計步驟流程,如圖 2-11 所示。

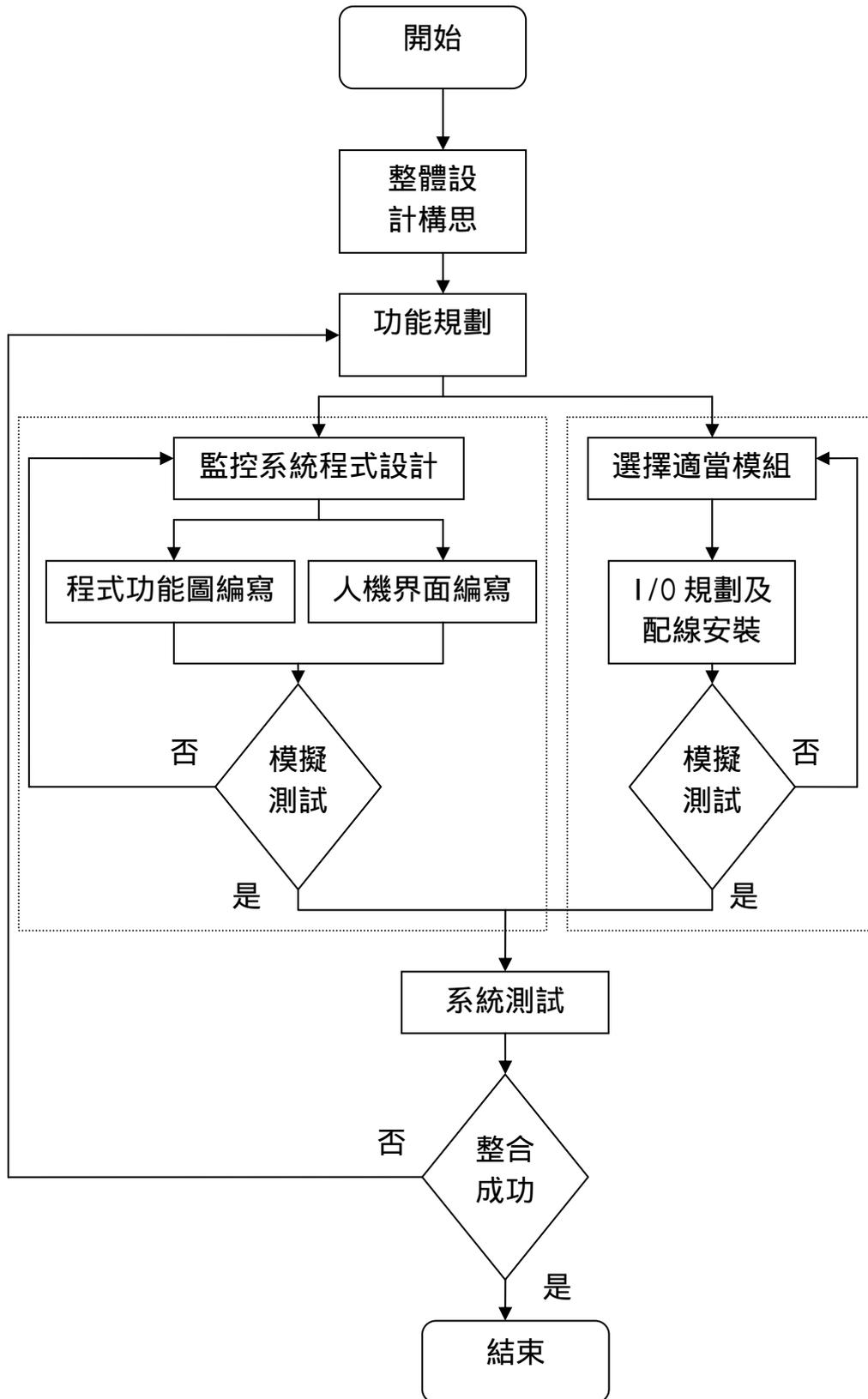


圖 2-11 監控系統設計步驟流程圖

4. 人機界面

人機界面是監控系統中最重要的一環，也可以說是工業自動化設備的產品包裝，因為無論系統的硬體架構為何種形式，作業平台是否多工，它都是不可或缺的一部份。監控畫面顯示資訊的面板是否吸引人，在於它有豐富的表達方式，能顯示不同型式的資訊於螢幕上，而傳統儀錶卻無法辦到。另外對於輸入方面，除可使用鍵盤外，滑鼠操作是最常用的，還可設計彈出的功能表，達到一個親和力最佳的操作環境。

5. 系統功能

當監控系統初步規劃好之後，還必須利用電腦或其它相關周邊設備，作系統功能的設定，舉凡如使用者權限、趨勢記錄、故障記錄、警報功能以及報表管理 等。如此才能使監控系統正常的運作，並且提供監控人員掌握系統的運轉狀態

三、分散式圖控系統所包含的內容

Lukas (1987) 在「分散式控制系統」一書中特別強調分散式控制的觀念，並提到書中包含五個主題：

1. 簡介分散式控制系統和它的來源。
2. 討論區域控制單元。
3. 討論分散式控制系統中的通訊設施。
4. 討論與分析分散式系統中的人機界面。
5. 討論重要技術問題與將來發展趨勢。

羅國杰 (民 81) 在「工廠電腦監視控制系統」一書中提到書的主要內容包含：

1. 監視控制系統的硬體設備。
2. 軟體程式。
3. 電腦用於控制的理論。

4. 工廠電腦監控應用實務。

王聖林（民 85）提出 PC-Based 分散式監控系統包含 6 個內容項目：

1. 整體架構。
2. 資料擷取系統。
3. 即時多工系統。
4. 分散式監控系統。
5. 分散式監控系統的網路架構。
6. 人機界面設計。

范逸之（民 90）於 Visual Basic 與分散式監控系統一書提出以下幾個項目：

1. 串列通訊的概念。
2. Visual Basic 常用元件簡介。
3. 簡介分散式控制模組。
4. 各模組的進階設定。
5. 整合建立完整監控系統。
6. 監控系統的延伸。

綜合以上可知，分散式圖控系統的教材應從系統及整合性來教學，並著重於整個系統的思考以及各領域的技術整合。因此將分散式圖控系統的內容歸納為下列九項：

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. 串列通訊原理 | 2. 資料擷取與控制基本概念 |
| 3. 感測器應用技術 | 4. 通訊網路架構 |
| 5. 模組控制器的介紹 | 6. 圖控軟體系統介紹 |
| 7. 圖控軟體與模組控制器的選用 | 8. 分散式圖控系統之架構 |
| 9. 分散式圖控系統的應用 | |

第二節 分散式圖控系統的教學背景

壹、技職一貫課程電機電子群的教育目標

教學系統要有目標，而這個目標是透過對該系統環境的分析而建立的。在技術及職業教育中，教學目標應該透過學生或是受訓者所準備從事的具體要求來分析而建立的。依據技術學院以上層級電機電子群培育能力及教育目標所列的內容如表 2-2 所示。

表 2-2 技專校院電機電子群培育能力及教育目標一覽表

學校層級	本群預定培育的能力	本群教育目標
技術學院以上（含科技大學）	一、培育勝任業界高級技術、服務和管理工作所需的能力，並奠定學習專業知能之能力。 二、培育具有在相關專業領域繼續進修能力。	一、培養健全之電機、電子及資訊相關高級技術人才，使學生具有電機、電子及資訊相關之研發、設計、製造、管制、測試、應用等實用專業知識與技能，並具有相當於技師或甲級技術士之專業能力。 二、培養繼續進修之興趣與能力，以奠定終身學習及生涯發展之基礎。 三、培養學生具敬業、負責、勤奮、合作等職業道德。 四、培養學生兼具社會責任、人文素養與科技創造、研究和發展，以及適應與改善環境之能力。

資料來源：教育部技職司技職校院課程資源網（民 92）

表 2-2 係摘自教育部技職司技職校院課程資源網的技職體系一貫課程電機電子群課程綱要，此一課程是要改善技職學校課程的連貫性、統整性和適切性，並希望達成新世紀的技職教育，以完成三大任務。

1. 培育世界級人力：我國經貿要維持和提升外銷優勢，必須靠高能力、高薪酬和高產能的人力。高能力、高薪酬人力是接受過良好教育和具有良好知能的人員，這種人員能配合產業發展，發揮高產能而獲得高薪酬。
2. 預防產業人力短缺：各級各類人力的數量須適切地增補，使不致因人力短缺而影響產業發展。此外，我國人口結構正在逐漸高齡化，勞動力與非勞動力的比例在降低中，有賴一面提高勞動參與率，一面提升勞動力的產能。
3. 提升產業競爭力：高品質的人力才能生產品質符合全國或國際標準的產品和服務，使產業具有競爭力。我國中小企業的比重非常高，尤需較具統籌性的教育、訓練，以培育高品質的人力。

本研究的研究對象為技專校院電機系，所以依照技職體系一貫課程電機電子群課程綱要的群教育目標及培育的能力以及新世紀的技職教育精神，來發展本研究教材大綱的教學目標及能力。

貳、分散式圖控系統課程的教學現況

教育部近幾年在國內各技專校院積極培育各類的自動化人才，鼓勵學校規劃自動化相關學程與課程，但是以分散式圖控系統概念的課程幾乎沒有，只有部分學校如表 2-3 所示開設相關圖形監控課程。在這些學校中只有少部分列出部分教學大綱，未列出詳細的教學大綱及基本設備，而坊間的書籍大多只是理論上的探討，無論是課程設計、教材來源、設備取得，等甚少利用組織、計畫、實例方式說明，缺乏整合效果，有待加強。因此，

基於各校已開設的相關圖形監控課程，對於分散式圖控系統課程的分析及建立實有必要。

表 2-3 技專校院開設圖形監控相關課程的學校

學校名稱	學 制	科系	課程名稱	學分數
崑山科技大學	二年制學院	電機	自動化圖控系統	3
遠東技術學院	四年制學院	電機	圖形監控	3
中華技術學院	二年制學院	電機	圖控量測系統設計	3
南台科技大學	二年制大學	電機	圖形監控系統	2
明新科技大學	四年制學院	電機	圖控程式實習	3
高雄應用科技大學	二年制大學	電機	圖控程式語言	3
大華技術學院	四年制學院	電機	圖控軟體與應用實習	1
高苑技術學院	二年制學院	電機	監控系統實習	2
和春技術學院	四年制學院	電機	圖控式程式語言	2
景文技術學院	四年制學院	電子	遠端監控系統	3
聖約翰技術學院	二年制學院	電機	圖形監控	3
南榮技術學院	二年制學院	電機	可程式圖控設計與應用(含實習)	3

參、技術學院以上電機、電子工程系專業科目

為考量技術學院以上之技專校院學生的學習背景，以修平技術學院二年制大學電機系專業必（選）修科目如附錄 B 表 B-1 所示及明新科技大學二年制大學電機系專業必（選）修科目作參考如附錄 B 表 B-2 所示。

從表 B-1 及表 B-2 研究者發現學習分散式圖控系統實習的學習背景相

關科目有監控系統、圖控程式應用、圖控程式實習、圖形監控系統、電力電子實習、自動控制實習、控制系統設計與實習、量測與監控實習、計算機程式、感測與致動元件、可程式控制設計、數位控制、數據擷取與傳輸實習、網路通訊、網路通訊實習等、單晶片應用實習。

將上述所列的科目加以整合後作為問卷中須先學習科目的選項，並以一般共通、淺顯的名稱列出：計算機概論、工業控制介面實習、可程式控制實習、數位邏輯實習、感測器原理與應用、RS-232 串列通訊、微電腦控制、介面電路實習、自動控制實習。

第三節 實習教材的發展模式及步驟

本研究的目的之一在研擬分散式圖控系統的教材大綱，因此必須探討教材發展的歷程。泰勒（1970）指出，教材須依課程和教學設計才能定義指引及綜合學生預期學習到的事物，給予教學的方向和目標，進而提供適切的教學及次序且連貫的學習內容。良好的教學工作涉及諸多的因素，諸如課程、教師的教學能力、教學資源、教材、設備、學員背景 等因素，都足以影響教學目標之達成，而其中教材是否能配合社會、學生、教學情境的需要，尤其會影響教學的成敗（康自立，民 83a）。教材是各種學習活動的內容，教師指導學生學習時所用的材料都是教材，包含生活所需的知識、技能、習慣、態度與理想等，教材設計得好，教育目標才能實現（孫邦正，民 84）。李隆盛（民 84）指出，教材是教師和學生為營造有效教學環境所使用的中介材料。在教材與教學方面，教師和學生是透過不同的教材形式來達成溝通任務。

本節將探討國內外各學者所提出的教學設計及教材發展模式，以研擬分散式圖控系統的發展模式與步驟。

壹、教學與教學設計模式

一、教學設計與教材關係

Seels & Glasgow (1990) 認為教學設計是指藉由教學條件的系統化分析來解決教學問題的一種過程。

Ritchey (1986) 以教學設計理論與基礎概念的角度來定義教學設計 (Instructional Design), 並認為教學設計是為促進各種教材單元學習情境的發展、評鑑與維護, 而建立詳細計畫的科學, 也就是將教學中的各項因素 (諸如教師、學生、教學內容環境等) 作有系統的分析、設計、發展、實施與評鑑活動。

關於教學設計過程, 目前有許多不同類型的理論模式, 但一般而言各種理論模式都涵蓋下列工作的發展或規劃程序 (李隆盛, 民 85):

- (一) 分析待教、待學的是什麼 (what)。
- (二) 決定如何 (how) 施教和學習。
- (三) 進行試教和修訂 (tryout and revision)。
- (四) 評鑑學生是否 (whether) 達到學習目標。

由上述可知學習者、目標、方法和評鑑這四個最基本的要素是組成系統化教學的基本架構。美國的教學評鑑專家 kibler (1978) 即把教學的基本歷程分為如圖 2-12 所示的教學目標、學前評估、教學活動、評鑑等四個部份, 其模式稱為「教學基本模式」(GMI) The General Model of Instruction (簡茂發, 民 76)。

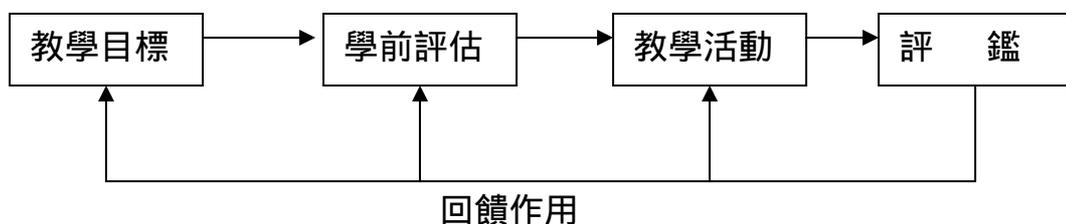


圖 2-12 教學基本模式 (GMI)

資料來源：簡茂發, 民 76

教材與教學的關係如圖 2-13，教材主要是依據社會需求，知識累積、學生特性及教育目標而制訂的教育計畫，並依據課程架構之基準，而編選適合之教材內容及種類，以達成教師與學生之間的教學活動。

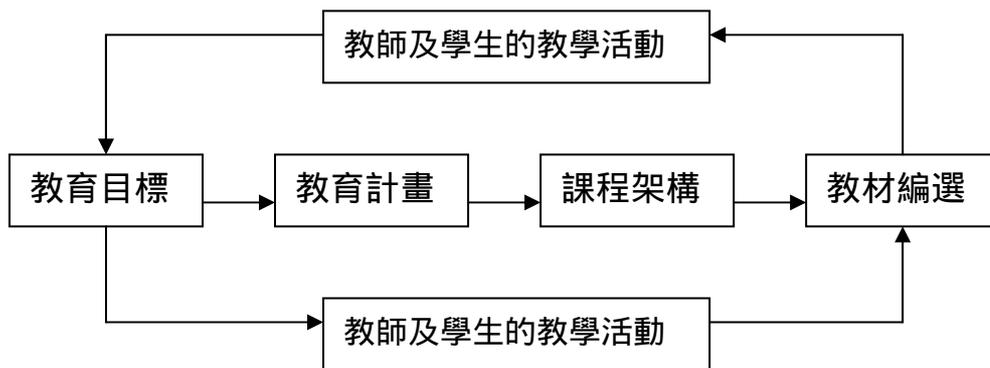


圖 2-13 教材在教學系統之位置圖

資料來源：林炎旦，民 89

二、教學設計模式

教學模式 (teaching model) 是把教學的整個過程做有系統的處理，舉凡影響教學成果的所有因素都包含在內 (張春興，民 78)。依據教學模式可用以設計與指導課程、教材或其它類型教學計劃的發展。現僅就有助於發展分散式圖控系統實習教材的教學設計模式，擇重點簡要說明如下。

(一) Kemp 模式

Kemp (1985) 認為在一個完整的教學設計方案中，應考慮下列十個要素：

1. 評估學習者的需要，以確定教學設計之目的、限制和優先順序。
2. 選擇教學主題或訓練工作名稱，希望達到的一般性目標。
3. 分析學習者或受訓人員的特性。
4. 按照預定的目的確定主題內容。

5. 依主題內容訂定明確之學習目標。
6. 設計安排達成目標的教學方法和學習活動。
7. 選擇配合教學和學習活動的各種資源。
8. 安排教學與製作教材所需的各種行政支援與配合事項。
9. 準備學習成果的評鑑計畫。
10. 用預試的方法來決定，如何為學習者做學習前的準備或調整。

這十個教學設計要素可以用圖 2-14 來表示，在圖中 Kemp 模式的特色是去除代表各元素間關係的線條或箭頭，以凸顯出教學設計的彈性，可視不同的情境和條件，由任一點進入此模式且不必考慮或進行所有的十個要素。此外 Kemp 將學習需求、教學目的、優先順序與限制等三個項目，置於教學設計過程中，可作為教學設計參考的依據（朱則剛，民 83）。

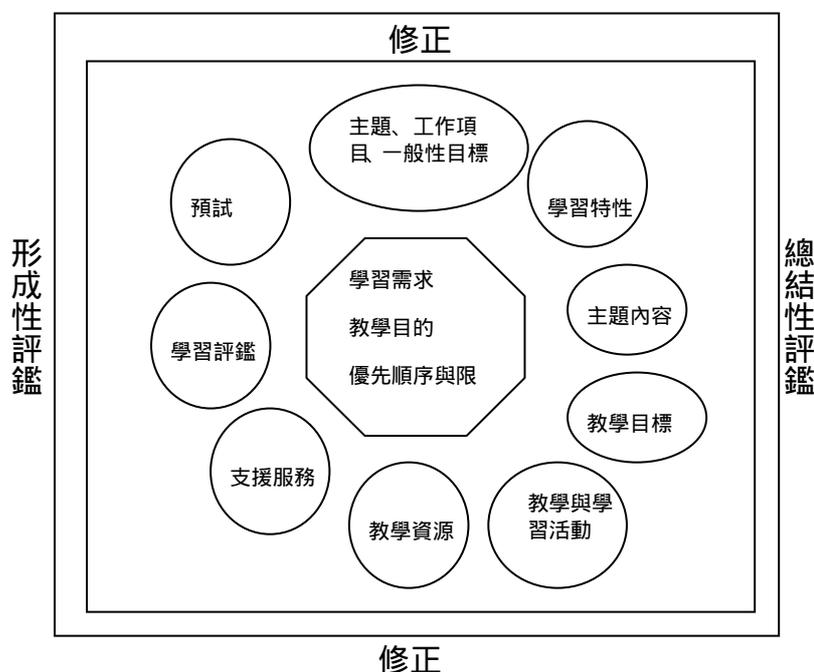


圖 2-14 kemp 的教學設計模式
資料來源：中國視聽教育學會，民 84

(二) Dick & Carey 模式

Dick & Carey (1985) 所發表的教學設計模式如圖 2-15 所示。

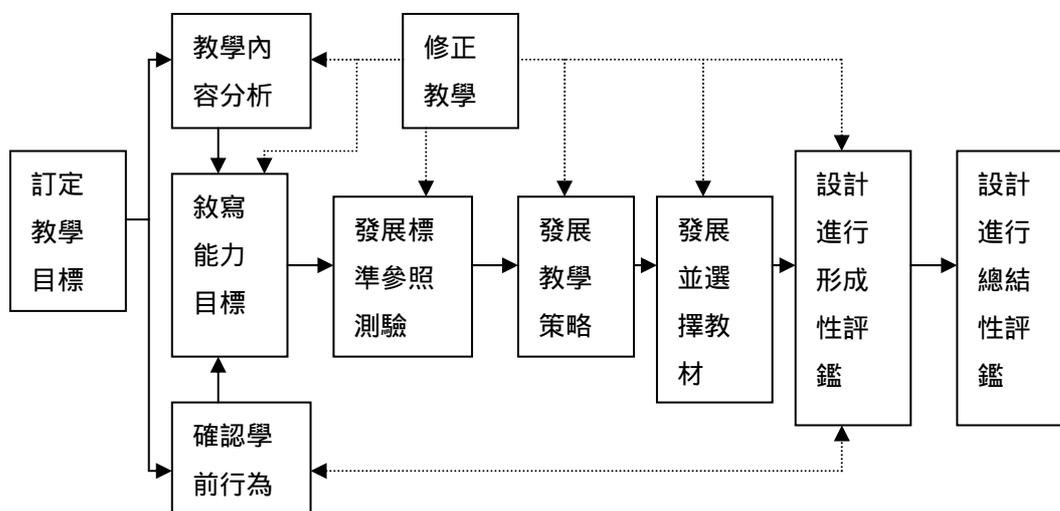


圖 2-15 Dick & Carey 的教學設計模式

資料來源：Dick & Carey, 1985

此教學設計模式在性質上較接近教材發展的過程，所描述的教學設計過程簡述如下：

1. 教學目標分析：教學系統要有一定的目標，在職業技術教育中，教學目標是透過對受訓者所準備從事之工作的具體需求加以分析所建立的。
2. 教學內容分析：根據教學目標，確定內容大綱並加以科學組織，再把課程總目標分解為一系列單元目標，進而根據單元目標進行學習任務分析，以確定單元目標所需的子知識與技能。
3. 學前行為特質分析：教學設計之工作應以學習者為中心，須根據學習者對教學目標所具備的知識與技能之起點能力，進行實際的設計。
4. 敘寫能力目標：根據學習的起點能力和教學內容的分析結果，把單元教學目標進一步分解為一系列子目標，即學習目標。
5. 發展教學策略：教學策略是實現教學目標的手段，它主要在決定如何教

學的問題。

6. 發展並選擇教材：根據教學實施計畫中的具體要求，將教學內容與方法等轉換為教材，或根據學習目標、教學策略和教材特性加以選擇適當的教材。
7. 教學評鑑：即在教學設計成果推廣使用之前，先在一定範圍內進行形成性評鑑，以瞭解教學系統的試用效果，如可行性、可用性及有效性等。

由以上的兩種教學設計模式，可知 Kemp 模式具有較佳的教學彈性，而 Dick & Carey 模式則具較佳的程序，因此綜合兩者模式可歸納出教學設計的過程中，為使學習者達到學習任務所需的能力，應考量教學目標、分析達成學習任務所需的能力、學習者所須具備的起點能力、訂定學習目標、選擇教學策略、發展並選擇教材、進行教學試驗及評鑑修正等。

貳、教材發展模式

孫邦正（民 84）指出課程和教材是學生和社會之間的一座橋樑，這座橋樑設計得好，教育目的才能實現。Romiszowski（1988）認為教學是一種溝通的過程，在教學的過程當中，教師和學生即是透過不同的教材形式達成溝通的任務。教材是老師和學生為營造有效教學環境所使用的中介材料（李隆盛，民 84）。

教材是「發展」的概念，其思想根源於系統方略，而系統方略的概念係指任何的設計或解決問題，必先決定「設計目標」及其「預期的結果」，然後才針對目標與預期結果，將過程中之各種因素予以通盤地考慮，並從不斷回饋與修正中獲得數據與經驗，以獲得問題的最好解決方式。教材亦可視為一種人為的系統，因此教材發展是系統發展的一種，運用系統方略發展教材時，可將系統思考或系統觀與教材相結合。以下敘述各個學者所提出的發展模式。

一、泰勒的教材發展模式

泰勒 (Tyler , 1949) 將課程內容視為一種學習經驗，泰勒的課程內容選擇原則在於：一切給予學生學習的素材，皆應以課程目標或教育目標為課程及教材設計的最高目標。雖然各種課程要達到的教育目標不同，但學習經驗的選擇，確有其必須遵循的共同原則，即：

1. 為完成所欲達成的課程目標，給予學生的學習經驗，須讓學生有練習該目標所蘊含的行為的機會。
2. 提供的學習經驗，要使學生從實踐該目標所蘊含的行為中，獲得滿足感。
3. 須在學生能力範圍內給予學習經驗，應與學生現有的學習成就和性向配合。
4. 每個教育目標，都有許多特殊的經驗可以達成，不要為了達到教育目標，而勉強的提供受限制或是極特別的學習經驗。
5. 相同的學習經驗通常產生不同的結果，可能是正面或負面的，因此學習經驗的選擇應特別慎重，避免產生負面的經驗。

二、蕭錫錡的教材發展模式

蕭錫錡(民 82)指出教材發展之步驟為：

- | | | |
|-------------|--------------|-----------|
| (1)分析特定職業類別 | (4)書寫及編排終結目標 | (7)教材修正 |
| (2)分析學生學前能力 | (5)發展測驗 | (8)發展管理系統 |
| (3)分析能力 | (6)發展學習教材 | (9)實施與評量 |

三、Rowntree 模式

Rowntree(1994)提出一教材發展模式，此模式依據計畫、準備、執行三階段進行，如圖 2-16 所示。

(一)計劃階段

本階段之工作包括分析學生、配合調整學習目標、訂出教材大綱、選擇教學媒體、計劃學習支援、考慮現有教材等，以針對教材之編製作

完整的準備與計畫。

(二) 準備撰寫階段

本階段之工作包括考量資源與限制、安排學習順序，發展教學活動與回饋、安排範例、考量教材的實際格式、教學媒體之應用等，做為教材編寫的準備。

(三) 教材內容撰寫與修正

本階段之工作包括教材內容表達的角度之考量、檢視教材內容是否合於預期規劃、分別就教材本身與帶來的效果加以評鑑、由相關學者專家評鑑、試驗教學以實際檢討教材內容、檢討與修正須改進部分。

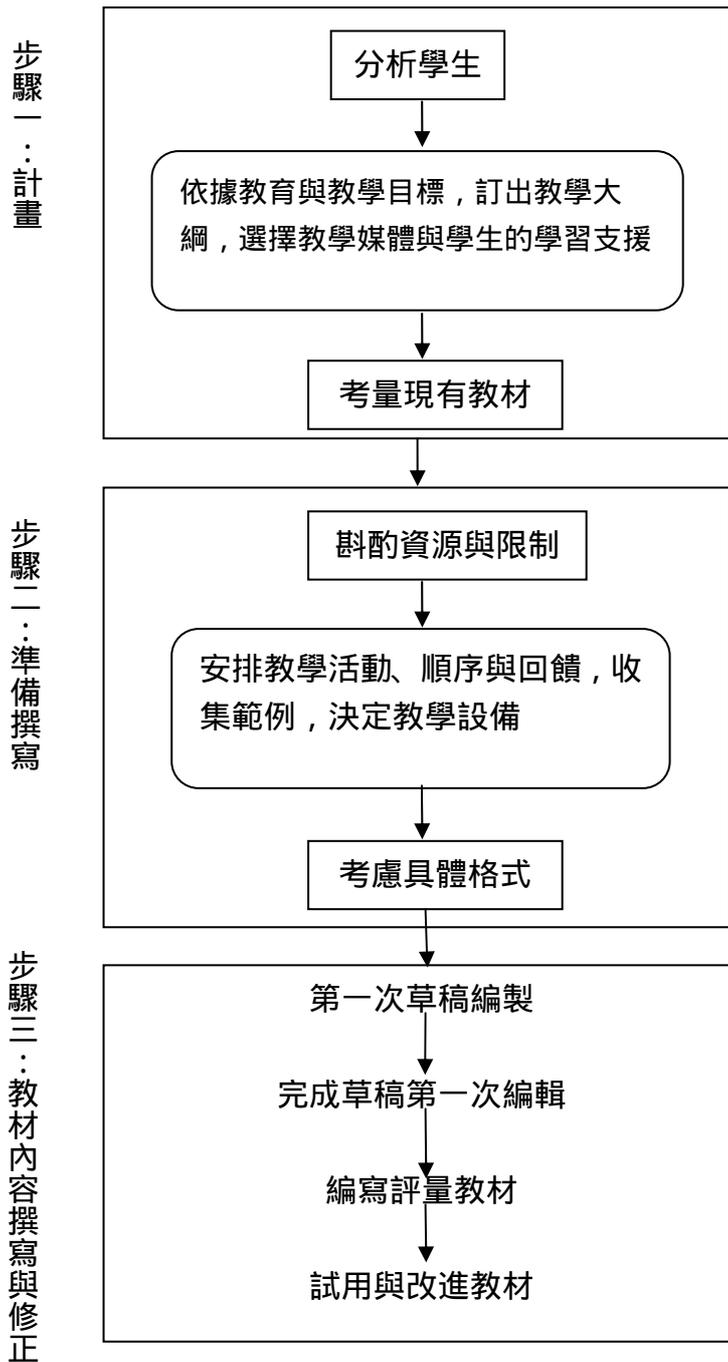


圖 2-16 Rowntree 的教材發展模式

資料來源：Rowntree, 1994

四、Finch & Crunkilton 模式

芬奇和克朗基頓 (Finch、Crunkilton) (1993) 針對技職課程發展提出課程發展的三個主要階段，即課程設計，建構課程內容及課程實施，如圖 2-17 所示。

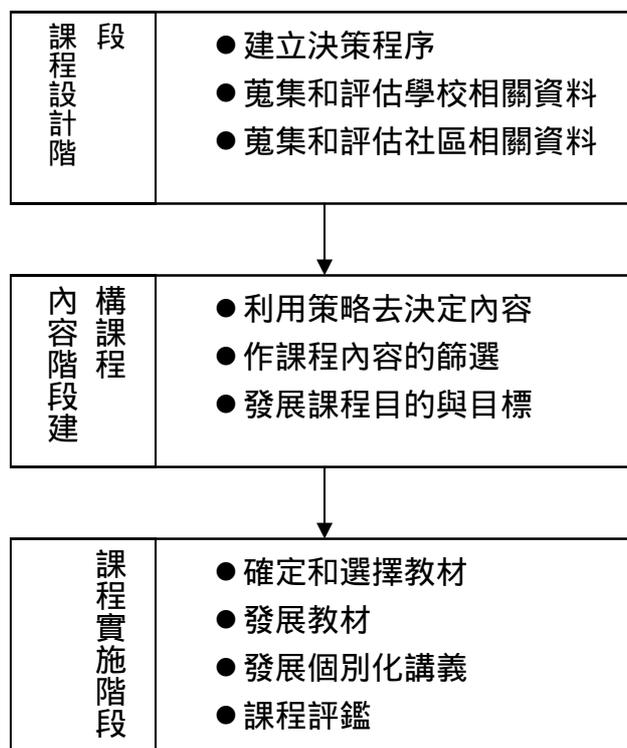


圖 2-17 Finch & Crunkilton 的技職課程發展模式
資料來源：Finch & Crunkilton,1993

上圖可分為三個階段，分別說明如下：

1. 設計階段：以課程決定為主要設計，在策略上採目標管理方式以評估和確立目標，在過程中並確認各目標所需的事件與活動，以瞭解課程決策的決定點，分析問題以提出解決方案。
2. 內容建構階段：以技術與職業教育的特質與哲學思想來選擇課程內容，在過程上利用任務分析(Task analysis) DACUM 等技術進行能力分析，以建立適切課程目標及內容的依據。

3. 實施階段：找出何種教材應被發展(What) 為什麼(Why) 由誰(Who) 在何處 (Where) 及何時 (When) 發展教材最適當。教學活動的決定，探討個別化教學及能力本位教學策略，並依據各種學習經驗、目標及評量方式來發展自學單元教材。

雖然上述學者們對於教材的發展步驟在看法上略有差異，但是以系統化的方法來發展是一致的，首先以目標及預期結果為依據，然後在過程中通盤考量及回饋修正，因此將發展步驟歸納為三個階段：第一階段為規劃準備階段，包括決定教材之使用範圍及限制、辨認學習任務與限制、選擇與安排學習任務、分析學前能力、及發展行為目標；第二階段為發展編寫階段，包括發展教學進度表、發展教案、選擇教學策略、發展教學單及發展效標測驗；第三階段為實施、評鑑及修正階段，包括審核所發展之教材、實施教學試驗、評鑑教材並回饋先前步驟作必要的修正。因此歸納出系統化教材的發展步驟流程圖，如圖 2-18 所示。

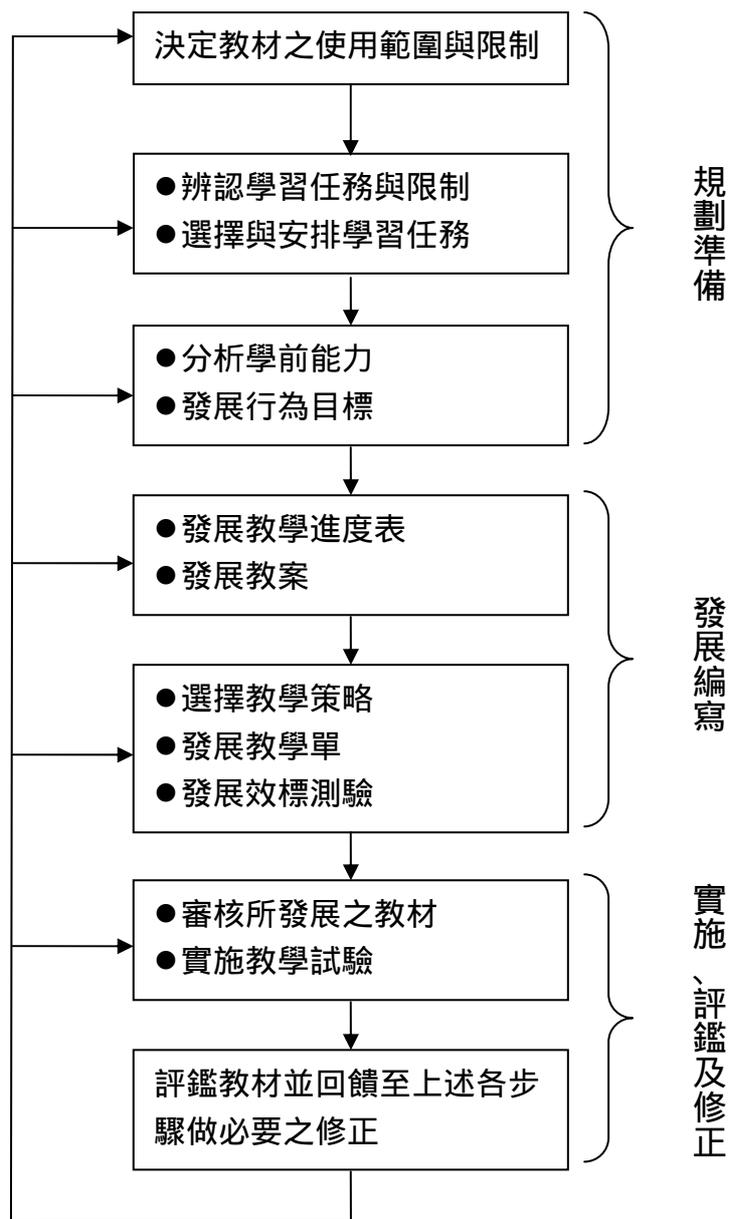


圖 2-18 系統化教材的發展步驟

第四節 教材的選擇與編製

教材(subject matter) 是由知識、技能等材料所構成，為學習過程中的工作輔助物(working aids)，用以提供學生在教育目標架構中所要學習的事物(Niskanen,1987)。Romiszowski(1988)認為教材不應局限於教學材料，他認為教學是一種溝通的歷程，教師與學生之間有三個溝通的型態：即學生學習的資訊、學生學習進步的訊息、引導學習的回饋訊息。此三種訊息即透過各種不同的教材形式達成溝通的任務。本節將依教材的功能與特性、組織及編寫原則來作探討。

壹、教材的功能特性及選擇

教材選擇的最重要的標準是教材本身是否達到教學目標，下列是國內外學者對於教材應具有的功能，特性與觀點的敘述：

一、Taba(1962)提出六項教材選擇的效標：

1. 內容的有效性和重要性
2. 與社會現實的一致性
3. 廣度和深度的平衡
4. 適用廣泛的學習目標，提供新的知識，也培養了適當的習慣和技能，以及發展理想的態度和興趣等
5. 考慮學習的可能性和適應性，教材要適合學習者的能力，提供的教材要具體
6. 適應學生的需要和興趣

二、Heinich(1989)指出教材選用的一般準則為：

1. 符合教學目標
2. 適合學生能力

- 3. 資訊正確，合乎時宜
- 4. 呈現時能引發和維持學生的興趣
- 5. 能促成學生的主動參與
- 6. 印製和版面等技術品質良好
- 7. 出版或製作單位能證實教材之效能
- 8. 沒有主觀上的偏見
- 9. 易於存取、使用
- 10. 價格合理等

三、黃政傑(民 80)說明教材內容選擇的主要規準，包括下列九個向度：即

- 1. 目標、2. 範圍、3. 重要性、4. 正確性、5. 難度、6. 實用、7. 缺乏、8. 彈性、9. 資源和時間等。

四、教材的特性如圖 2-19 所示的戴爾金字塔及賀班的媒體具體程度分析來表示，例如：口語及文字屬於抽象的教材，而影帶及圖片屬於圖像的教材 等。教師可依不同的時機來呈現不同的教材，例如可以從抽象到具體，使學生瞭解課程的概念及事物。(李宗薇，民 80)

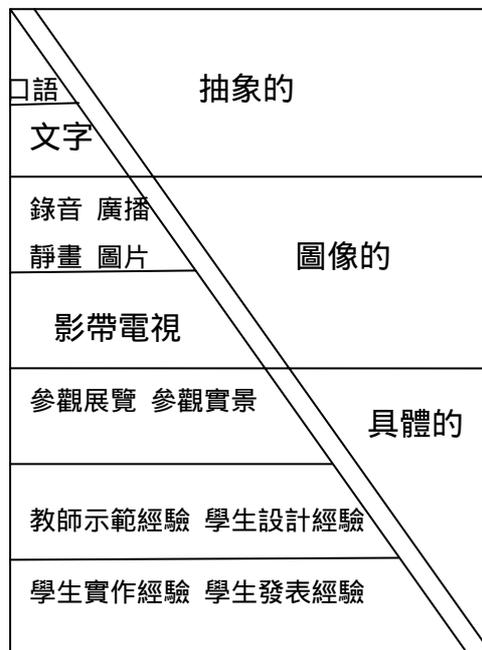


圖 2-19 戴爾金字塔 (左) 與媒體具體程度 (右)
資料來源：李宗薇，民 80

五、孫仲山(民 82)認為教材的選擇原則為：

1. 多舉實例，具實用價值
2. 確認目標，配合學習主題
3. 難度適中，迎合學員需求
4. 饒富趣味，結合生活經驗
5. 資料豐富，引自可靠來源

六、曾國鴻(民 85)提出教材是教學依據的資料，應達到以下的功能：

1. 對教師而言：能節省自編教材及蒐集資料的時間、避免教材內容有所遺漏或錯誤及方便教師選購於教學時使用。
2. 對學生而言：能引發學習興趣及思考、提高學習效果、提供學生預習、增進資料蒐集的能力及提供學習評量的依據。
3. 對學校而言：便於採購、易於統一教學進度及學生程度與實現教育目標等。

綜合上述專家學者之意見，研究者列出下列教材的選擇原則，以為編製分散式圖控系統單元教材及設計相關實習設備之參考。

1. 符合教學目標
2. 符合學習者的程度以及需求
3. 教學、教材與設備的相容性
4. 教材適量、富趣味性、資料正確
5. 教材廣度和深度的平衡
6. 多舉符合時宜並具應用價值的實例
7. 衡量教材及實習設備的效用及成本
8. 考量時代變遷，符合業界的知識與技能需求

貳、教材的組織原則

泰勒(Tyler, 1949)等十一位課程學者對教材組織原則的十二項主張如表 2-4。對於教材組織的原則應考量的因素分類如下：

- 一、必須考慮的因素：1. 從具體到抽象、2. 依邏輯順序編排、3. 符合個體發展需求、4. 滿足學習興趣與需求。

二、應該考慮的因素：1.水平與垂直統整的原則、2.從簡到繁原則、3.從普遍到特殊原則、4.從部份到整體原則。

三、最好考慮因素：1.從首要到次要原則、2.從近到遠原則、3.依時間先後原則。

表 2-4 泰勒等十一位課程學者對教材組織原則的主張

學者主張 教材組織原則	Tyler 1949	Skinner 1956	Bruner 1966	Tabel 1962	Kerrl 1968	Posner Strike 1976	Mcneil 1981	Hass 1983	Barrow 1984	Skilbeck 1984	Patten 1986
水平統整	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
垂直統整	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
簡到繁	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
近到遠	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
時間先後	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
具體到抽象	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
首要到次要	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
部分到整體	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
邏輯順序	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
普遍到特殊	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
理論到應用	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
個體發展	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
學習興趣與需求	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

資料來源：黃世鈺，(民 80)

李大偉與王昭明(民 78)，從教材的選擇與組織的觀點，指出教材的編製應考慮到順序、統整、心理化、社會化及重點等五大原則，茲簡述如下。

一、順序原則

教材編製應以學生個人經驗為起點，由單純到複雜，由具體到抽

象，由簡單到困難。

二、統整原則

應將分化後各自獨立的教材或經驗建立起彼此統整之線索，以獲得完整之概念。

三、心理化原則

教材編製應考慮學生之身心發展狀態、學習歷程及行為之改變。

四、社會化原則

應教導社會就業市場所需之知識、技能、習慣、態度與理想，並應與相關人士溝通，共同訂定課程標準。

五、重點原則

教材之編製應根據興趣、經驗、生活問題與內容主題等方面來確定教材之內容。

黃政傑(民 80)曾參酌泰勒(Tyler, 1949)、奧立佛(OliVer, 1977)及翁斯坦與宏金斯(Ornstein Hunkins, 1998)的觀點，對教材之選擇提出四項規準：

一、順序性

順序性係指學習先後的問題，教材中每一後續的經驗，雖是建立在前一經驗之上，但應對同一題材作更廣、更深的處理。順序的處理除應妥善安排內容順序，也要注意學習者處理知識的內在心理程序。

二、繼續性

繼續性係指課程內包含的重要因素，應在不同的學習階段予以重複，以提供學生繼續發展或重複練習以避免遺忘。

三、統整性

統整性係指課程因素的橫向聯繫或水平的組織，是在統合學生分割的學習狀態，讓各領域的學習得以關聯起來，增加學習的意義性、

應用度，也增加學習的效率。

四、銜接性

銜接性指課程各層面交互關聯之意，其中的關係或是垂直或是水平的。

林炎旦（民 89）參考張思全（民 57）所提出的教材組織順序，提出新的教材組織順序可依循下列方式。

1. 按年代順序：依循年代順序編排教材。
2. 按邏輯順序：依據對知識的看法，注意科學的邏輯，先建立大前提，再論小前提。自然科學教材或課程之編製，尤應根據此種順序。
3. 按難易順序：以學科內容的難易為基礎，由易而難，由淺而深，由具體到抽象。
4. 按地理環境順序：學生的年齡增長，其活動空間亦隨之擴大，依地理的遠近，編排教材或課程。由家庭到學校，由鄉村到都市，由本國到鄰國，以至於全世界。
5. 按學生個別發展順序：教材順序由學生依其興趣與能力決定先後，可收學生自動自發之效。

綜合上述教材之組織原則，可發現各學者對教材之組織原則，均以學生為學習主體來做考量。以黃政傑而言較重視教材的橫向及縱向的組織，而李大偉及王昭明則更加入了社會化的需要及個人的興趣，林炎旦則以全面化的思維來考量教材縱向及橫向的組織，但卻少了社會化的需求。綜合以上的特點並考量泰勒等 11 位學者對教材組織原則中的必須考慮因素及應該考慮因素，歸納下列考量因素，作為本研究所編製的分散式圖控系統單元教材之組織參考。

1. 考量順序性：瞭解課程單元之階層結構，依邏輯順序編排分散式

圖控系統教材大綱。

2. 考量統整性與銜接性：分散式圖控系統是一融合性的課程，在編製教材時應特別考量學習者所具備的學前知識及所組合科目的統整與銜接。
3. 考量教材學習的時間：學習的時間將影響教材的份量與難易。
4. 考量學習遷移原則：使學習者在校內所學得的能遷移至校外實際的生活，以驗證理論與實務，因此教材內容應符合工商界的需求。
5. 考量學習者需求：分散式圖控系統是電腦與控制一體化的技術，涵蓋了許多學科領域，教材的廣度及深度差異性極大，須考量技專校院的學習需求。
6. 考量由具體到抽象、由簡到繁、由部份到整體的教材編輯原則。
7. 考量個別差異的原則：實習教材應提供不同範例給不同能力的學習者學習。
8. 考量學習興趣的原則：實習教材應考量學習者的動機與興趣。

參、教材編寫原則、程序與要領

本研究目的之一，在於編寫技專校院分散式圖控系統實習單元教材，對於教材編製的順序、原則與撰寫要領探討如下：

一、孫仲山(民 82)認為教材編寫的原則為：

1. 用語簡單，避免生澀詞彙
2. 多用圖表，力求生動活潑
3. 條理分明，講究邏輯層次
4. 標註重點，提示主要概念

二、Rowntree (1994) 的教材編寫原則

Rowntree 指出一份良好的教材應有下列幾項特徵，可作為教師自編教材或編製教科書時之參考。

1. 明確地陳述目標

2. 建議如何學習教材
3. 使用具親和性，以“你和我”的敘寫型態
4. 簡短且可控制的學習量
5. 每項(書面)中的文字儘可能少
6. 運用許多有助於學習的範例
7. 參考學習者的經驗
8. 使用比文字敘述更好的圖片(表)說明
9. 用顯著的標題引導學習者找到學習的方向
10. 連結其他適切的媒體
11. 清楚地了解每個學生不同的需要
12. 使學習者能運用教材進行練習
13. 留一些空白處讓學生寫下他們的構想
14. 用回饋訊息(檢核單)來幫助學生了解自己的進步情形
15. 提出一些可從其他人獲得幫助的建議

三、李隆盛(民86)參考Hartley(1978)的文獻，指出教材的撰寫要項與要領可分成組織與因子等兩大層面：

1. 組織

(1)名稱：以最簡短的字數，精確的描述教材的內容，必要時可加附名。

(2)摘略：開頭的摘略重在概述全貌，中間的摘略重在承先啟後，結尾的摘略重在歸納重點。

(3)標題：旨在提綱挈領以協助讀者搜尋、記憶和取得資訊，可用直述句、疑問句或標籤式。

(4)問題：文中各節次或段落之前的問題，常用以引導性的練習、而文後的問題(通常為習題)可導致綜合性的學

習。

(5) 順序：句子或段落依自然順序(如時程)呈現內容，可利用編碼(例一、二、三 , 1、2、3, . . .)輔助。

(6) 訊號：善用強調概念結構或文句組織的非關內容之轉接用語，例如雖然 . . . 但是；因為 . . . 所以；首先 . . . 最後等，以利讀者明瞭關係。

(7) 字符：針對新出現的術語用黑體、加底線等，以突顯重要性。

2. 因子

(1) 段長：較短且有良好間隔的段落較易閱讀。

(2) 句長：短句較易閱讀，所以每句儘可能維持在 20 字以內。

(3) 字彙：常用字較易閱讀。

(4) 文句：少用複合句，多用主動和肯定語氣。

(5) 難度：短句，常用字且通順句較易閱讀。

(6) 量比：量詞的使用要合理且一致。

(7) 編碼：章、節、小節及圖表等適切編碼，有助於段落分明及前後關聯。

(8) 註釋：儘量少用註釋，因為大多數的註釋可融入本文或移到附錄。

綜合上述教材編寫原則及撰寫要領，可發現共同的特點主要是在幫助學生容易從教材中學習新的知識，並且幫助教師在教學策略上更能明確容易地表達知識的傳授，因此依照此原則擷取精要的部分，歸納下列項目，作為編寫分散式圖控系統教材之注意事項。

一、明確地陳述目標。

二、結合學習者具有的學前經驗。

- 三、整合教材和實習設備。
- 四、標題、項目、條款及內文等之層次及順序須分明，並按次序標號。
- 五、多用圖表，力求生動活潑。
- 六、多運用實際的學習範例。
- 七、提供學習者多樣及互動式的練習。
- 八、提供學習者自我評量教材。
- 九、採親和性的撰寫方式。
- 十、多用簡短、常用、主動及易讀的語句。
- 十一、避免不必要之註釋。

第五節 技專校院分散式圖控系統實習教材的發展模式

綜合上述國內外學者所提出的教學設計過程及教材發展模式，以及歸納出的系統化的教材發展步驟整理出幾項共通的特性，以作為適合研擬分散式圖控系統實習教材大綱、發展單元教材及製作實習設備的教材發展模式，茲敘述如下：

一、教學目標分析

1. 辨認學習任務：瞭解學習分散式圖控系統應具備的能力內涵。
2. 確定教育目標：瞭解技專校院教育目標及課程設計。
3. 決定教學目標：依據教育目標及學習任務分析，發展分散式圖控系統的教學目標。
4. 決定教材範圍與限制：依據工業界對基層分散式圖控系統從業人員應具備的能力、技專校院教育目標及課程設計所研擬出的教學目標，選擇適用於技專校院分散式圖控系統的教材範圍。

二、教學內容分析

1. 選擇學習任務：分析分散式圖控系統教材所需求的單元內容及單元項目。
2. 組織學習目標及學習內容：組織及排列分散式圖控系統教材的單元目標及單元項目。

三、學前能力與學習背景分析

1. 學習者的學前能力：分析學習分散式圖控系統應具備的學前知識，以瞭解學習者對教學目標所應具備的起點能力。
2. 學習者的學習背景：分析分散式圖控系統適當的上課時數及所需的教學設備。

四、研擬教材大綱

1. 決定教材大綱內容：根據上述的教學目標分析、教學內容分析及學前能力與學習背景分析，以研擬教材大綱的單元內容及單元組織項目。
2. 組織教材大綱：依據分散式圖控系統教材單元的階層結構、學習需求及技能的學習心理，以組織排列單元內容及單元項目之順序。

五、敘寫能力目標

根據學習者的學前起點能力和教學內容的分析結果，把分散式圖控系統的教學目標進一步分解為一系列的單元目標。

六、發展教材

依據學習目標、選擇的教學策略及教材特性編製單元教材。

七、設計實習設備

考量學習目標、選擇的教學策略、教材特性及分散式圖控系統教學設備的需求度以設計實習設備。

本研究參酌上述所列的教材發展模式採下列過程，以研擬教材大綱、編製單元教材及設計相關實習設備：

1. 建立教學目標
2. 決定教材範圍
3. 學生能力分析
4. 決定學習目標
5. 選擇教材內容
6. 決定教材形式
7. 收集設備需求
8. 研擬教學大綱
9. 衡量資源與限制
10. 教材內容撰寫
11. 實習設備設計及製作

