

第一章 緒論

本章共分成五節，分別就研究動機、研究目的、研究假設、研究範圍與限制、名詞解釋 五部分予以論述如下。

第一節 研究動機

在教育改革與資訊科技發達的時代，傳統講述式教學(didactic instruction)模式似乎已無法滿足學生對學習的需求(Chuang, 2005)。當今學習者在數位世界快速成長、多重的工作與在家上網期望和在學校有相同的學習經驗，同時也將面對畢業後增加入學及求職的全球競爭力(McCoog, 2008)，如何掌握時代的脈動，適當使用科技可有效增進學習與教學(Namwar & Rastgoo, 2008)，將電腦多媒體融入傳統教學課程中，來提昇教學品質，是專業教師一項重要的課題。因此，資訊融入教學已是近一波教育的潮流（鐘建坪，2005）。同時，網路的發達也造就網路學習(Web- based Learning, WBL)的興起造成一股潮流，這股潮流能讓學習者依據自己的學習需求進行學習進修（藍皓華，2004）。

記憶是一項奇妙的心理歷程，往往我們會保留所學，亦會遺忘所學。例如我們可能記得學習駕駛訓練上路技巧，但筆試測驗的內容可能已印象模糊。同樣的，學生準備期末考試，可能書中的論點、定理、公式及大綱均能熟記的滾瓜爛熟，但是很多人共同經驗是，事過三日則遺忘許多，三個月後學後保留所剩無幾。因此，探討學後保留是一項很有趣的研究議題，它是最能直接測出教學成效及回饋效果(吳明清，2007)。而運用以電腦為基礎的學習（computer- based learning，簡稱 CBL）、電腦輔助教學（computer assisted instruction，簡稱 CAI）、電腦模擬軟體輔助教學(computer simulation software assisted instruction，簡稱 CSSAI) 或是網路學習(web- based learning, 簡稱 WBL)是否可以提昇學後保留，以及加上動手實

作配合電腦模擬軟體的輔助是否有更多技術學習的學後保留，均是值得探討的問題。由於國內外探討認知教學的學後保留及學習成效之文獻很多，但對於探討技術教學的學後保留的研究卻是很少，且在探討技術教學的學後保留度與學習遷移相關性上有不同的研究結果。是否技術教學的學後保留度會隨著學習結束與時間的增長而遞減？是否技術教學的學後保留度與學習成效在實作與模擬情境的學習環境中互有差異？這些疑問激發了研究者在教學實境中，選擇對於利用電腦模擬軟體輔助技術教學的學後保留情形產生好奇，而觸發了研究者對於本研究的動機。

由於目前市面上的 CAI 軟體，絕大部份屬於認知領域的學習，關於技術學習的 CAI 軟體則相當少見。尤其是複雜度較高的數位電路技術學習的 CAI 軟體更顯不足，其原因乃在將硬體訊息轉換成課程軟體可以讀取的困難度高(莊謙本，2003)。美國 Lab-Volt 公司曾開發了一套數位電子故障檢修課程軟體，配合實體電路實施教學，其 F.A.C.E.T.(faults assisted circuit for electronic training)系統曾獲得全美教具比賽銀牌獎，但其電子零件的位置均固定在一塊電路板上，學習者無法作任何變動，而只能學到少數零件特性(Lab-Volt Co., 1992)。

1994 年美國 DesignSoft Inc.公司研發了一套電腦輔助的數位電子學習系統，稱之 TINA(toolkit for interactive network analysis)，係針對電子電路的特性、分析與測量的電腦模擬軟體，在 Windows 作業系統下使用下拉式選單(menu-driven)及滑鼠操作，人機界面之親和力及互動性較 F.A.C.E.T 系統進步。其教學內容包括數位電子的認知、操作、分析及設計、模擬、量測(virtual/real-time 模式)以及線性／非線性之類比式、數位式數位電子之故障診斷(詹高樹，2008)。由於「TINA 互動式電路分析系統」能讓學習者直接在抽象的電路圖上模擬真實的電子情境，同時將其實驗結果顯示在螢幕上，因此「TINA 互動式電路分析系統」非常適合技術教學。且隨著電腦軟體的更新與操作介面的簡易化，此套軟體已更新為「TINA Pro 電路設計及模擬」的版本(以下簡稱 TINA Pro)，並廣泛在電子電路領域中使用。

此外，在純模擬的教學上，由台灣樹德科技大學與知行文化事業股份有限公司所開發的「數位麵包板」數位電子模擬軟體教材，亦係針對數位電路特性，提

升科技教學的實用模擬軟體，在模擬傳統麵包板的零件安置及配線等操作功能，更能具體模擬傳統麵包板電路教學的情境，亦被廣泛使用在國內高工、技術學院、科技大學的電子科系，惟其效果尚待評估，且未有相關之研究。

因此，本研究欲探究使用不同電腦模擬軟體輔助技術教學之學後保留度，將實驗對象分為傳統組、實驗組一與實驗組二共三組進行教學實驗。使用「傳統教學」方式的學生做為實驗教學的傳統組；實驗組一使用「TINA Pro」設計輔助教材而實施實驗教學，觀察學生學習數位電路技術以電路符號操作的過程中，對於實體數位電路技術的學習成效、學後滿意度及學後保留度進行探究；而實驗組二學生使用「數位麵包板」在模擬麵包板軟體上接線裝配進行相同內容的教學，將其結果與傳統組和實驗組一的學生進行比較，找出其差異性，並且進行學後保留度分析，包括認知評量與技能評量二部分，以探究較佳的數位電路教學模式，提供相關技術教學領域之研究及參考。

第二節 研究目的

本研究根據研究動機旨在探討電腦模擬軟體輔助技術教學之學後保留度，針對不同的電腦模擬軟體輔助技術教學方式，分成不同三組進行教學實驗。一組為使用「傳統教學」方式的學生做為實驗教學的傳統組，一組為使用「TINA Pro」輔助教學方式的學生做為實驗組一(本研究組別名稱訂為 TINA 組)，另一組為使用「數位麵包板」輔助教學方式的學生做為實驗組二(本研究組別名稱訂為 DB 組，取 Digital Breadboard 字母縮寫)；三組教學單元內容均相同，TINA 組與 DB 組除提供模擬軟體供學生進行學習外，尚要求學生實際在麵包板上練習電路設計及操作與傳統組相同，且最終技能部分之學後評量及學後保留評量皆以實際在麵包板上練習操作評分。經過第一次、第二次及第三次(每次間隔十四天)後分別記錄學後保留度。本研究之研究目的如下：

- 一、探討不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生進行實驗教學之學習成效差異情形。
- 二、探討不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生進行實驗教學之學後滿意度差異情形。
- 三、探討不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生進行實驗教學之學後保留度差異情形。

第三節 研究假設

本研究為達研究目的，研擬考驗之虛無假設（null hypotheses）如下：

研究假設一、不同組別學生在學後評量總成績無顯著差異。

假設 1-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量成績無顯著差異。

假設 1-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量成績無顯著差異。

研究假設二、不同組別學生在學後滿意程度無顯著差異。

假設 2-1.在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-2.在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-3.在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-4.在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-5.在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-6.在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-7.在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-8.在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生

之滿意程度無顯著差異。

假設 2-9.在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-10.在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

假設 2-11. 在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

研究假設三、不同組別學生之學後保留度無顯著差異。

假設 3-1.不同組別學生之學後認知保留度無顯著差異。

假設 3-1-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔二週(十四日)後之學後認知保留度無顯著差異。

假設 3-1-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度無顯著差異。

假設 3-1-3.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度無顯著差異。

假設 3-2.不同組別學生之學後技能保留度無顯著差異。

假設 3-2-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔二週(十四日)後之學後技能保留度無顯著差異。

假設 3-2-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度無顯著差異。

假設 3-2-3.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度無顯著差異。

第四節 研究範圍與限制

本研究為教學實驗，針對上述的研究目的，就本研究之研究範圍及限制如下：

壹、就研究對象而言

為了確實顯現教學實驗的成效，並考慮研究設備的安排及得到較佳的行政支援，本實驗選取台北市立內湖高工控制科二年級學生為實驗對象，故研究結果的推論只限於與實驗對象同質性之學習者。

貳、就研究時間而言

本研究實驗教學時間為期約四個月，於九十七學年度下學期二月開學配合高工現行課程進行每次連續六小時之技術教學，上課時間為隔週(亦即每次上課時間間隔相距十四天)上課一次。實驗課程結束後隨即整理統計資料及撰寫研究報告，並於九十八年六月完成本研究。

參、就研究內容而言

本研究內容所謂之「數位電路技術」係以教育部頒訂(95)課程標準高工二年級之「電子電路實習」課程內之「數位邏輯」單元進行編製，單元內容包含「組合邏輯」與「序向邏輯」兩部分的理論與應用之實習。而「TINA Pro」與「數位麵包板」皆為適用於數位電路技術之電腦模擬軟體，因此配合實驗對象之教學進度，除按照正常學校實習工場動手裝配電路外，並選取上述兩套軟體做為輔助教學教材進行教學實驗。

肆、就研究發展而言

本研究使用之電腦模擬軟體「TINA Pro」輔助技術教學為單機及網路版本；「數位麵包板」為單機版本，因此學生可在家中或在上網環境中自行學習相關之技術

教學課程，較不受時間、地點的環境因素限制，且可以依據軟體選項配合其他課程實驗，有助於相關研究議題之進一步參酌及發展。

第五節 名詞解釋

壹、電腦模擬軟體輔助技術教學 (computer simulation software assisted technical instruction, 簡稱 CSSATI)

本研究所謂之電腦模擬軟體輔助技術教學係藉由不同的電腦模擬軟體(本研究採用 TINA Pro 及數位麵包板)進行輔助性質的技術教學。而「技術教學」(technical instruction)係指一種教學活動能把某種技術傳授給學習者。它的教學活動包括知識(或認知)與技能的練習,藉著有系統的科學規畫使學生在思想與操作上切配合,而學得處理某種產品的程序,它不是「純知識」也不是「純技能」的教學,乃是融和「知識」與「技能」的教學,而有較大的比例在「操作性技能」(manipulative skills)的學習(莊謙本,1998a)。

貳、學習成效(learning effect)

學習成效是指學習者參與學習活動一段期間後,在某種形式之評量上的表現。就學習成效的指標而言,可能是成就測驗上的得分或學業成績,也可能是某種行為上的改變。一般所謂學習成效,即某種學習活動一段期間後,對參與學習者所進行某種型式的評量及學習活動所達成的效果(鄭明章,1999)。

本研究所謂之學習成效依據實驗目的其內涵包括了二部分:一為認知(knowledge)的學習成效;二為技能(skill)的學習成效,分別在實驗教學結束後實施立即的評量,以及分別於實驗教學結束後十四日、二十八日及四十二日實施評量,以檢視學習者不同時間之學習成效結果。

參、學後保留度(learning retention)

學後保留度係指學習活動過後經過一段時間,在未經重複練習情形下,個體仍能表現其學得行為的現象。保留與學習大同小異,都表示對所學經驗的記憶,

惟學習偏於只練習之後的立即記憶，保留則偏於只練習後過一段時間的記憶（張春興，2006）。

本研究之學後保留度乃採用上述學後保留之內涵，對於練習後過一段時間的記憶(或學習成效)對於練習後立即的記憶(或學習成效)之比值。而界定記憶多寡(或學習成效)係以學後評量分數表示之，亦即：

學後保留度＝練習後過一段時間的學習成效 ÷ 練習後立即的學習成效。

肆、TINA Pro (toolkit for interactive network analysis professional edition)

TINA Pro 為一具有硬體電路實作與電腦連線，並可做即時量測的電子電路套裝模擬軟體。兼顧軟體及硬體，且可以做故障診斷及技術測驗，更可接成教學網路，供老師與學生互通訊息，為一實驗室教學的整合型教學系統。本研究中使用「TINA Pro」做為電腦模擬軟體輔助技術教學之工具，提供「TINA 組」學生操作練習使用，軟體版本為 TINA Pro 中文版第六版。

伍、數位麵包板 (digital breadboard)

數位麵包板係由台灣樹德科技大學與知行文化事業股份有限公司所開發的數位電路套裝軟體，為一純模擬式數位電子編輯軟體，專供數位電路教學與訓練教材之編輯與模擬軟體，作為取代電子實習技術操作之麵包板實體練習之用。本研究中使用「數位麵包板」做為電腦模擬軟體輔助技術教學之工具，提供「DB 組」學生操作練習使用。

第二章 文獻探討

本章共分成五節，分別就學習理論、認知理論、學後保留的理論、數位電路技術教學、電腦模擬軟體輔助教學 五部分予以論述如下。

第一節 學習理論

壹、學習理論的探討

學習理論是教育學和教育心理學的一門分支學科，描述或說明人類和動物學習的類型、過程，以及有效學習的條件(張春興，2006)。當代教學心理學的研究是以學習心理學為依據，有多位學者對學生學習提出著名理論，茲概述歸納如下(李珀，2008)。

一、行為心理學派的制約學習理論主要主張：

(一)增強(enhancing)

Skinner (1968)的增強理論中主張：立即的酬償效果一定比延遲的好，但連續性的效果不如間歇性，是指給予增強物的時機，也就是『部分增強』行為維持的效果較佳。如果一個增強物在確定每次行為出現後都有，那麼只要預期到行為出現後不會有增強物，那麼行為出現的可能性就降低了，這就是連續性增強地行為容易被削弱的原因；但若不確定行為出現後會不會有增強物，一旦行為之後增強物未出現，那麼不一定代表以後增強物不會再出現，也就是可以再做出這些行為試試看，所以行為也比較不容易被削弱。其增強效果可分為：

- 1.正增強：正向增強以加強正向的後果來加強行為。
- 2.負增強：負向增強以停止或撤退負向的後果來加強行為。

(二)行為塑成(building and shaping)

行為塑成的過程中一個是『鼓勵』特定行為，另一是『消除』不必要的行為。『鼓勵』特定行為正如增強所描述的行為；『消除』行為是指不增強員工某些行為發生，也就是要避免增強產生，員工遲到寫悔過書是『處罰』而不是『增強』，因此該做的是鼓勵員工準時到，因為員工準時上班就不會『遲到』了，這樣的安排就避免了員工出現不當出現的行為。

行為塑成增強學習教學效果五步驟如下：

- 1.分析起點行為
- 2.確定目標行為(終點行為)
- 3.選擇適當的增強物
- 4.採漸進方式來改善
- 5.隨時分析及平衡行為改變之情形

二、認知發展理論主要主張：

Piaget(1970)從對自己孩子的自然觀察與使用臨床法探索兒童在遊戲規則和物理定律之間的理解，認為兒童要知道某事，必須自己建構該知識，包括同化和調整：

- (一)同化—原有結構未改變。
- (二)調整—自身發生改變。

三、認知發展與發現式學習主要主張：

Bruner(1960)認知發展與發現式學習主張有二：

- (一)學習者主動建構發現找出原理。
- (二)引導性學習和自主式發現學習。

四、有意義學習理論主要主張：

Ausbel(1963)有意義學習理論主張有二：

- (一)新學習內容和舊知識有所關連。
- (二)前導組體：

- 1.提供統整性較高的概念。

2.連結低層次涵蓋性較小的教材。

五、學習理論主要主張：

Gagne (1977)學習理論主張引起學習的條件包括兩類：

- (一)內在學習條件—學習者的先備知識及學習意願。
- (二)外在學習條件—學習的環境；教授者的教學活動設計。

六、社會學習理論主要主張：

Bandura(1986)提出社會學習理論如下：

(一)模仿

模仿的定義是：

- 1. 人類學習是觀察與模仿他人的功能。
- 2. 我們會模仿是因為增強的關係。
- 3. 有時候模仿可以藉由操作制約來解釋。

模仿學習的過程：注意→在記憶中編碼→在記憶中保留→採取肢體動作→動機。

(二)觀察學習：注意、保留、複製動作、增強與動機。

(三)觀察對象：環境、個人、行為。

七、潛能發展區(zone of proximal development, ZPD) 主要主張：

Vygotsky(1978) 主張學習可促動發展的歷程，謂之「潛能發展區」或「近側發展區」的觀點。Vygotsky 認為兒童心智發展可分為二個層次：

- (一)自己實力達成的表現。
- (二)別人協助後達成的表現。

即實際發展水準及潛在發展水準。所謂實際發展水準是指兒童不藉由他人的協助而能獨立完成作業的能力，而所謂潛在發展水準則是指兒童在他人協助下所能完成的作業能力。根據 Vygotsky 的定義，近側發展區乃是指：「兒童獨立解題層次和經由成人引導或同儕合作所提升層次之間的距離。」

上述理論係學者對學生學習所提出的學說，若以不同學派探討則敘述如下。

一、行為學派的學習原則

認為學習的歷程是一種刺激和反應的聯結，在行為形成的過程中注重行為的分析、塑造和增強的應用。重要的學習包括：

(一) 由簡入繁、循序漸進

教材經過分析後(task analysis) 找出彼此垂直與水平的關係，學習者欲達到某一學習目標，須先精通低層次的教材內容，然後往高層次的目標邁進。

(二) 背誦與練習

許多基本的能力，如讀、寫、算均需要不斷的重複練習而習得，透過多次的練習，學習成為一種習慣，因此可以迅速的反應。

(三) 增強原理的使用

增強學習效果五步驟: 1.分析起點行為； 2.確定目標行為(終點行為)； 3.選擇適當的增強物； 4.採漸進方式來改善； 5.隨時分析及平衡行為改變之情形。

二、認知學派的學習原則

重視學習者整體學習的重要性，注意學習內容的結構或隱義，運用學習策略和後設認知的歷程，綜合事物之間的關係。他們重視教材的內容，了解教材之間彼此的關連，運用不同的認知策略，充分的利用文字和影像的訊息處理歷程，將舊知識與新知識的聯結以促進最佳的學習效果。Resnick & Klopfer (1989) 對認知心理學的教學觀做了扼要的整理，他認為教學是一種介入學生知識建構的歷程，必須提供訊息，鼓勵並指導學生，主動去建構知識。因此，在教學前要注意：

(一) 要先引出學生的舊經驗(prior knowledge)。

(二) 透過師生對談、討論、比較、類化的方式將抽象的概念具體化。

(三) 注意認知動機、情緒以及個人文化背景之間的互動關係。

(四) 注意教科書之內容及呈現的方式。

(五) 重視學習原理原則的遷移與類化。

(六) 重視歷程評量：卷宗評量、檔案評量。

(七) 重視學習策略及認知層次的評量。

(八) 重視評量後的結果，以進行補救教學。

三、Vygotsky 理論基本觀點。

Vygotsky 對人類思考、語言、心理工具論、認知發展階段等提出了特別之見解。同時，他提出了潛能發展區(ZPD)、鷹架(scaffolding)及交互教學(reciprocal teaching) 的應用心理學，受到教育界高度的認同。Vygotsky(1978)的理論主要建立在醫學、語言學和馬克斯(K.Max)思想上，他認為個人思想模式(thinking pattern)或心智能力(intellectual skills) 並不是天生的而是透過個人所生長的環境中塑造的。

Vygotsky 解釋潛能發展區是個人獨立發展層次及透過他人協助、教導、互動可能潛在發展層次之空間，也就是可以經由教育之歷程，協助學生發展之空間，如圖 2-1-1 所示。

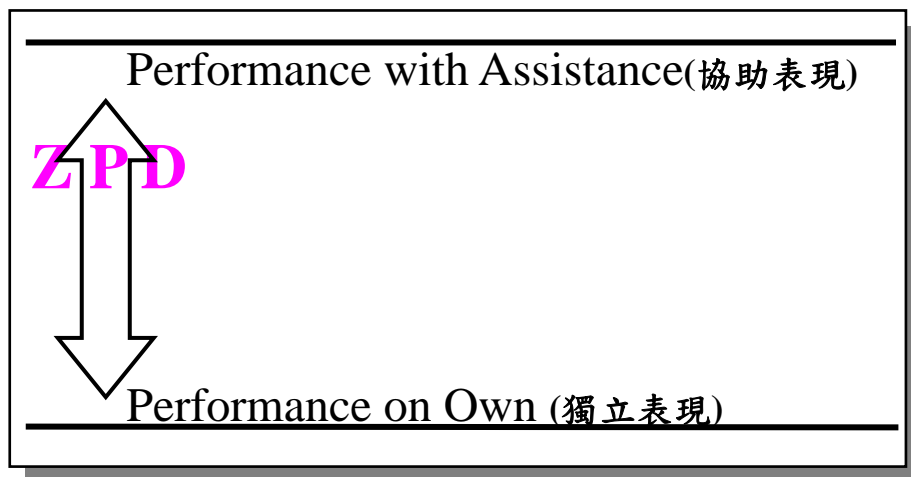


圖 2-1-1 潛在可能發展區(ZPD) (李珀，2008)

(一)潛能發展區(ZPD)

Vygotsky 研究發現孩子有兩個發展水準。一個是「實際的發展水準」，即未經協助下所能表現的水準，另一個是「可能的發展水準」，即在協助下所能表現的水準。

實際的發展水準和可能的發展水準之間的區域，就是「潛能發展區」。在這個區域內，表現的技巧和行為是動態和持續改變的，教師可以利用各種方式促進孩子發展，以幫助孩子從「協助表現」進步到「獨立表現」。ZPD 意味著兒童在成人或有能力的同儕協助下，認知能力成長的空間及限度，也就是透過外界的協助，以語言等符號或工具為媒介，所能輔助兒童發展潛能的範圍(Slivan, 1986)。協助表現會改變孩子的發展與成長，它是孩子目前能夠表現的最高水準。但不是沒有限制的 (Bodrova & Leong, 1996)。

(二)鷹架

Vygotsky 的教學理論以鷹架、社會互動論強調對話的功能以及合作學習為主。意指兒童的內在的心理能力之成長有賴於成人的協助，而這些協助應建立在學習者當時的認知基礎上，當成人有系統的給予指導時，學習者較易超越原來的層次。Wertsch(1991)對父母與子女共同完成拼圖之互動觀察指出，孩子在認知功能改變提昇有五個因素：(一)孩子認知的準備度；(二)父母將責任轉移給孩子的意願；(三)回饋之方式；(四)大人指導的明確度；(五)父母與孩子對作業接合性定義。

(三) 鷹架之功能

Wood, Brunner & Ross (1976) 指出了六種鷹架之功能：

- 1.引發參與，在學習過程中引發參與的動機及持續學習之意願。
- 2.經由教學內容之系統組織化，減輕孩子學習的負擔。
- 3.明確的學習目標，引導孩子專注在學習目標上而不分心。
- 4.指出關鍵性的重點。
- 5.挫折的控制，並給予成功之經驗。
- 6.示範所學。

(四)鷹架理論在教學上運用

- 1.在教學前要知道學生的舊經驗，他們已具備了那些能力，知道學習的起點，在開始教學時，要以學生已有的能力做起點，老師們必須仔細的觀

察學生已學會了的範圍，已具備了那些能力。

2.現有能力和期望學生具備能力間的差異

四、社會互動論

由於 Vygotsky 認為教育功能在透過特殊的社會語言以提昇心智發展，因此在學校教學情境中出現師生及同學間之對話顯得相當的重要，社會教學模式是根據 Vygotsky 的觀點所發展出來，目的是協助老師利用學習對話以增進學生閱讀理解的自我調整運思(李咏吟，1998)。

老師與學生輪流擔任討論活動的領導者，透過對話的活動，共同建構文章的意義，以促進閱讀理解。四個步驟：預測、提問、摘要、澄清，做為小組互動的方法。例：在將教材的某一段落，為上課的主題，可以先分小組，選出小組長帶領討論，小組成員閱讀內容後，小組長可摘要內容重點再提問，討論時可適時澄清不清楚的概念，並預測未來學習之方向，可輪流做小組長。透過這種相互對話，教導及鷹架的歷程，將可促進理解能力及後設認知之運用(Palincsar & Brown,1984)。同儕相互指導法(Reciprocal Peer Tutoring)由同學共同學習，相互指導，分享及討論意見，以紓解學習壓力，促進學習效果的方法。

五、有意義學習理論

Ausbel(1963)熱衷於探討的主題為知識(課程的內容)的組織的因素，學習者的腦處理新訊息(學習)的過程及老師呈現新的教材給學生時，是如何運用已習得之概念加上與新教材的關連。

有意義的學習條件有三：第一、要了解學生的舊經驗(先備知識)prior knowledge)：也就是學習所必備的相關知識或概念，老師要先了解釐清學生學習新知識之前的舊經驗(先備知識)，教學設計要配合已經學過的先備知識，學習者才能舉一反三，進入學習情境，產生有意義的學習。第二、教材(learning material)：教材要配合先備知識所產生有實質性的意義相同的連結架構外，更重要是學習材料是否以有意義的方式(圖片、文字...)呈現，連結其知識的架構的潛力。第三、有意義的學習準備(meaningful learning set)：老師在上課時，讓學

生做好學習的準備，主動搜尋新知識和個人既有概念結構之間的連結，使舊知識產生有意義的認知，新學習內容和舊知識得以產生聯結。

(一)有意義學習的類型：

學習內容經由教師有系統的組織後，再教給學生，這種學習方式稱為接受式學習，是目前學校教學主要形式。

(二)有意義的學習：採學習認知系統論

有意義的學習以 Piaget(1965)的發展理論相類似認知同化論為基礎，指出有意義的學習訊息是存在相關聯的事件或是基模內，新訊息透過同化和調適的歷程，加以吸收到原先的基模內。新的學習材料與先前知識的認知結構有關連，將會產生有意義的學習。如教師能將知識結構化，並清楚而明確地呈現知識，學習者經由對學習材料的想要學的動機 (motivation)，到引起學習者的注意(attention)，學習者認知系統對新舊知識記憶的內外聯結找到學習的意義，學習行為才可能產生，如圖 2-1-2 所示。

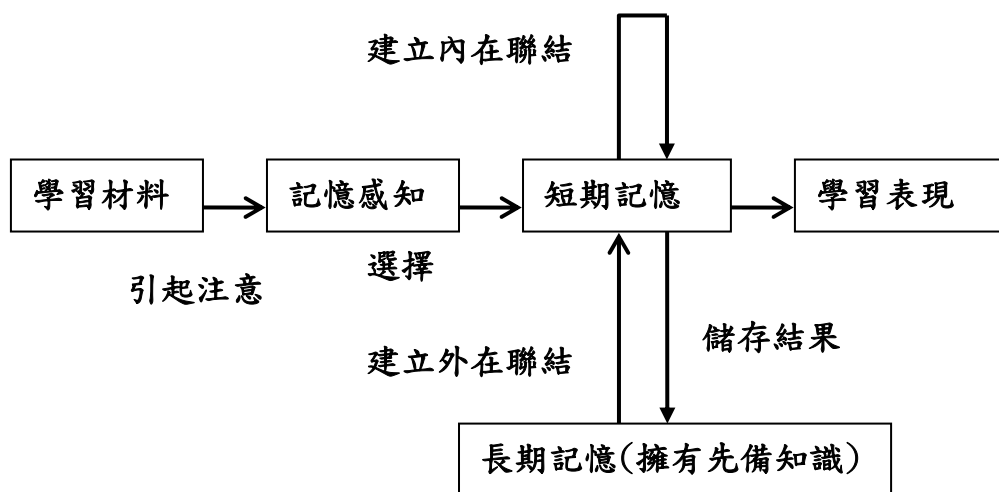


圖 2-1-2 新舊知識記憶的內外聯結(李珀，2008)

(三)前導組體(advanced organizer)教學策略

如表 2-1-1 所示為前導組體(advanced organizer)是認知地圖，做為學生學習的橋樑，提供觀念構成的鷹架，使新教材和已經存在於學生腦中的抽象概

念得以堅固結合和保留，可以幫助學生有意義的學習。

表 2-1-1 前導組體教學模式

第一階段 呈現前導組體	第二階段 提供學習課業或材料	第三階段 增強認知結構
呈現課程目的 呈現組體 <ul style="list-style-type: none"> ■ 鑑別特徵的意義 ■ 舉例 ■ 提供前後脈絡 ■ 重複 喚起學習者知識和經驗	呈現材料 保持關注 說明內容的組織 說明學習材料的邏輯順序	運用綜合貫通的原則 促進主動的接受學習 喚起批判學科知識的取向 闡明認知結構

在學習上的應用，前導組體策略的發展是銜接「知」和「未知」隙縫的重要橋樑。教師使用前導組體時應注意到學科的先備知識、學生起點行為、認知結構和前導組體的相似、差異、關連和延伸等性質，其內容有：1.提供統整性較高的概念；2.連結低層次涵蓋性較小的學習材料。因此在課程上，Ausubel 提出前導組體的原則：1.漸進分化(progressive differentiation)可以先從大原則到小細節，如普遍性概念→次要性概念→細節性概念，或由具體簡單到抽象複雜(困難)（由簡入繁）；2.統整協調(integrative reconciliation)，新觀念應該有意義地與舊經驗連結起來。(新舊經驗聯結)，在教導課程內的單元時明確指出新知識與舊經驗相關概念之差異性，以協助學習者清楚的辨識比較異同並能統整課程知識的相關性。老師事前妥善的準備，能讓學生能穩定獲得課程內的概念。

六、教學理論

本研究主要參酌 Bruner (1960) 的教學理論如下所述：

(一)基本概念

1.結構 (structure)

強調學科結構的重要性，認為真正的學習須由學生主動的學習，以形成學科知識之組織結構，作為個人進一步發現學習的基礎。而教師宜善用實例，提供問題情境，激發學生質問、深思與實驗的歷程，直到發現其相互關係（學科之組織結構）為止。

2.發現（discovery）

學習是探究發現，教師扮演的是引導的角色，教師不講解教材，只鼓勵學生主動發現知識中所隱藏的原則。

3.學習準備度（readiness）

任何學科的主要概念都能以某種明智、真實(honest)的方式，教給任何不同發展階段的兒童。兒童的心智發展是有階段性的，不同的階段有完全不同的思考特徵，若以兒童思考模式相去甚遠的邏輯方式來教導，必將徒勞無功。

(二)教學理論四項特徵：

1.意向：安排學習環境，激發學習動機。

學習的內在動機包括：

- 好奇心(curiosity)：教師宜安排適度的不明確性以引發學生的好奇。
- 求成慾(desire of procuracy)：配合兒童能力妥善安排活動，建立自信。
- 模仿慾(desire of imitation)：加強認同，以他人作為模範的強烈傾向。
- 互惠慾(desire of reciprocation)：為某一共同目標而結合在一起的傾向與隸屬感。
- 動機原則(principle of motivation)：學習要有動機(motivation)，兒童必須先喜歡學習，願意學習，而後教學才有效果。

2.知識的結構

結構將複雜事物間的關連性以簡單的方式來表達，使變化不定的複雜變項變的簡單而可預料，而事物間的關連性即結構。

知識的結構化的三個特徵：

- 表徵的模式認知發展階段論(動作、影像、符號)。
- 經濟性：符號系統具有最大簡化作用。
- 效能：結構化知識中產生的價值，有助類化、學習。

3.適宜的教學順序

適宜的教學順序應以以下三原則進行安排：

- 結構原則(principle of structure)：結構是指教材組織而言，Bruner 認為，任何知識的傳授，只要在教材組織結構上能配合兒童學習心理，都可以達到教學的良好效果。
- 順序原則(principle of sequence)：按 Bruner 的說法，順序有兩種意義：其一是「準備」的意思，教學之初必須考慮兒童的動機與興趣，進而引起他們的動機，維持他們的興趣，有了準備，自然易於學習。另一個意思是「教材教法的使用」，一方面配合兒童智力發展的順序，另一方面配合教材學科的性質，由具體到抽象，由簡單到複雜，由動作表徵到符號表徵，如此，既可配合兒童年齡能力，又可使新經驗與舊經驗銜接，學習效果自可事半功倍，如圖 2-1-3 螺旋式課程架構所示。
- 適宜的教學順序：教學順序安排最重要要使學生掌握基本概念，達成最大之正向遷移效果。

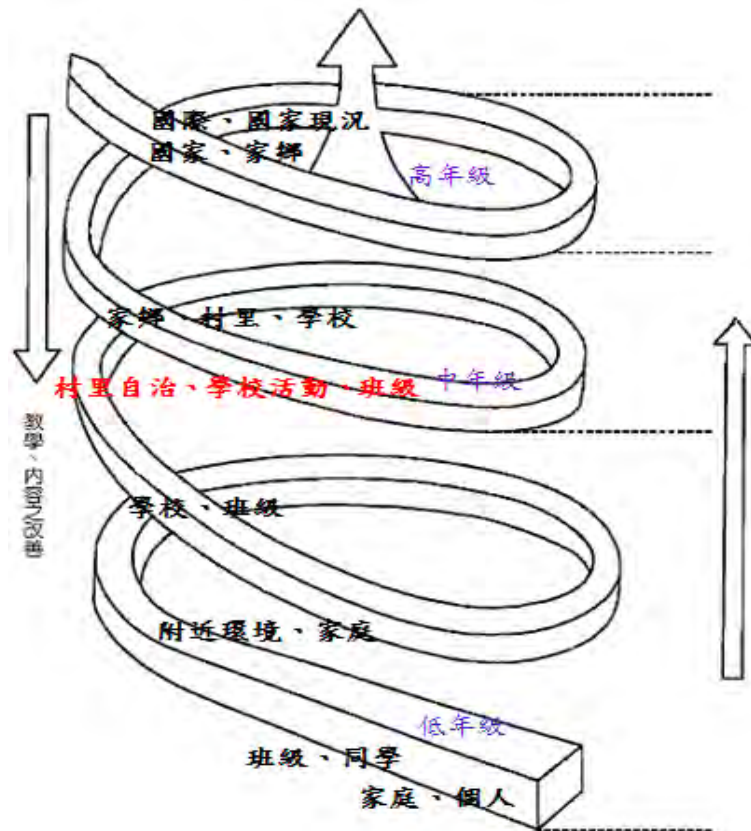


圖 2-1-3 Bruner 螺旋式課程架構 (李珀，2008)

4. 獎賞與懲罰的性質與步驟

承認「增強」在學習上扮演的角色，將「外在賞罰」的重要性降低，外在增強只能促發某種動作使此一動作重複發生而已。

教師應引導學生由外在賞罰的學習轉向內在賞罰的學習，才能養成學生主動探索的能力。Bruner 所說的增強原則不是外控的，而是內發的，他主張教學時宜採啟發方式，讓兒童在學習活動中自己發現原理原則，因認知理解而自我滿足，自然會使學習活動產生增強作用(學得好，會更願意學)。

貳、相關學習理論之比較

近代學習理論的基礎是由心理學發展而來，而近代心理學與學習理論的發展

以 1950 年代區分，茲分述比較如下(吳幸宜，1994)：

一、1950 年前的心理學

1950 年前的心理學發展可分為：行為學派與完形心理學派，茲將二者列述如下。

(一)行為學派

1. 古典制約學習－ Pavlov (1927)狗的實驗，分成非制約學習和制約學習。
2. 行為主義學習－ Watson(1913)：行為主義眼中的心理學，心理學應成為客觀可驗證的科學。
3. Thorndike (1901)的連結論：
 - 工具性制約：刺激與自主反應之連結學習的定律。
 - 效果律：反應滿意強化連結，反之消弱。
 - 練習律：重複會提高正確反應的可能性。
 - 準備律：主宰「滿足」或「痛苦」狀態的條件，能的到回應即滿足，受到抑制即痛苦。
 - 學習的次要定律：多重反應。
 - 影響學習之條件－態度、性情或狀態（情境因素）。
 - 藉由類比同化。
 - 連結性變遷。
4. 霍爾的行為系統－以生物性需求與需求之滿足為中心，提出驅力、增強、誘因等行為觀念。

(二)完形心理學派：認知取向

1. 提倡者： Max Wertheimer, Kurt Koffka, Wolfgang Kohler 為代表。
2. 基本主張：完形特質，形樣所賦於之特質，例如不同調演奏同一曲，音符不同，但整體旋律知覺一樣。Christian von Ehrenfels 認為想要了解一項經驗，必須了解感官外之經驗特質。
3. 完形心理學基本假設

- 研究應注重巨觀的整體行為，非微觀的局部行為。
- 有機體會對個別感官的整體做反應。
- 知覺的重要性導致於地理環境和行為環境的差異。

例如：風雪中騎馬越過大片薄冰的故事。地理環境為一片薄冰，行為環境為一片平原；又例如：星星看似某種形狀被賦於名稱，雲的形狀似人臉等。

- 感官組織是一動態歷程。
- 知覺組織的法則：pragnanz 原理，最具支配力的為最廣泛而穩定者。相關法則為每個元素呈現其特質必須視其整體結構或情境而定。
- 對學習最著名的貢獻—頓悟和有意義學習。
 - 頓悟：刺激，組織，對組織結果的反應。
 - 有意義學習：有意義的結構不應以無意義或記誦的方式學習。

以上所述為行為學派和完形學派的所代表的主張，茲將二者比較如表 2-1-2 所示。

表 2-1-2 行為學派和完形學派間的比較 (吳幸宜，1994)

	行為學派	完形學派
主要特點	行為主義	完形理論
基本假設	學習乃元素間之連結形成	個體對有意義的整體做反應，學習涉及感官的重組。
典型實驗	嘗試錯誤：老鼠跑迷津 情緒或反射反應：刺激配對反應	重組實驗：給不同條件（不同地點或不同酬賞），動物需重建情境，尋求解答。
學習法則	刺激—反應—酬賞	刺激—組織—反應的組合

二、1950 年後之心理學

1950 年後之心理學以認知心理學的發展最為蓬勃，尤其約在 1975 年代之心理學—認知心理學的發展，奠基於以下主要三要項：

- (一)二次大戰的溝通研究：認知和訊息處理。
- (二)高速計算機的發展。
- (三)了解認知的進展：有多位學者所提代表主張如：Donald Broadbent:記憶包括—感官記錄，短期記憶，長期記憶；Miller 短期記憶的運作限制；Ulric Neisser (1967) 認知心理學；Newell & Simon(1972)電腦與問題解決的研究，進一步改變心理學和教育間之關係，促進學習之認知歷程的研究及認知策略、後設認知。

參、近代各家學習理論與心理學之關係

茲將近代各家學習理論學說的要點分述如下(吳幸宜，1994)：

一、Skinner 的操作制約學習

(一)操作制約學習理論

Skinner (1968)的操作制約學習屬於行為主義，強調環境條件與事件對行為改變的影響，焦點在於對學習行為的安排。例如：嬰兒搖鈴鼓、孩童拿風車跑、科學家操作粒子迴旋加速器，這些行為一切都被其結果所強化。而對於其操作制約學習的理論，敘述如下：

1.基本假設

- 操作制約學習理論認為學習是一種行為，行為的變化是環境事件和條件的函數，且可由反應之頻率表示。
- 學習的定義是以反應頻率之增加來界定行為之改變。
- 許多學習理論被視為是行為改變、認知結構改變或內在歷程改變，操作制約學習被視為行為改變，故屬於行為主義學說。

2.學習的要素與其關係

學習的要素與其關係為：辨別性刺激—反應—增強刺激。

3.學習要素如何安排以達成複雜學習？

例如：解決問題以達成複雜學習。

(二)操作制約教學原理

Skinner (1968)的操作制約教學原理，亦有其基本假設如下：

1.基本假設

- 行為之實驗分析可應用到教室。
- 教室行為可經由設計方案，逐步養成。
- 必須輔以工具（媒體）來提供行為養成的增強。

2.教學要素（主要課題）－學習要素和教學要素之關係為下列三點：

- 刺激的選擇（區辨刺激，類化刺激，和控制之遷移）。
- 增強之提供（自然增強物和設計增強物）和時效。
- 嫌惡刺激（處罰）之避免。

3.發展複雜技能之教學有下列三點考量：

- 行為之逐步養成
- 利用教學機和電腦
- 刺激－反應－增強序列的設計，來發展複雜反應

(三) Skinner 操作制約教育上之應用

1.教室的課題－狀態分析、教室情境分析、個別化教學材料

- 學習者的特質：個別差異、動機
- 認知歷程與教育
 認知歷程與教育包含：學習遷移、學習如何學習、問題解決三部分。
- 學習的社會情境

2.教學策略之發展

- 發展正向班級氣氛

發展正向班級氣氛包含：分析目前班級環境（分析行為受挫、協助、關注）；列出可能之正增強物（偏好活動）；施行之行為順序（區辨刺激和增強物包括）記錄各種發生事件、修改順序。

- 編序教學

編序教學包含：明訂目標、發展教材架構順序、檢討架構重新安排、施行教材，進行修改。

3. Skinner (1968)操作制約教學應用實例

- 電腦編序教學
- 電腦呈現
- 學生選擇正確答案
- 電腦對正確或錯誤答案的反應

(四)理論的缺失

- 1.人類複雜行為之分析尚不夠完整，增強原則之個別差異仍待探討。
- 2.對複雜行為而言，反應頻率不足作為評量學習的指標。

(五)主要貢獻

- 1.分析動機的條件和行為，有助於找出行為原因。
- 2.以區辨刺激、反應、和增強來分析教室內互動，對矯治教室常規的問題很有幫助。
- 3.編序教材若能設計合宜，將可滿足個別差異之需求。

二、Gagne 的學習條件論

Gagne (1977)的學習條件論屬於互動理論，強調學習者之認知歷程與環境中學習相關事件的互動，焦點在對學習的任務與教學的關係，主張各式各樣的人類技能、喜好和推理、以及人類的希望、抱負、態度和價值之發展，均有賴於所謂的學習。茲將其學習條件論之學習（發展）原理敘述如下。

(一) Gagne (1977)學習條件論之學習（發展）原理

1.基本假設

(1)對學習提出之假設

人類學習之一般性質：

- 發展是學習的累進效果。
- 學習有多樣性，非單一理論能涵蓋。

- 學習的定義－學習是將外在刺激轉化為習得之新能力所需之數個訊息處理階段。

(2)學習歷程的特殊性質

學習的要素與其關係有下列幾項：

- 五種不同學習層：語文、心智技能、認知策略、態度、及動作技能。
- 內在條件：先備技能。
- 學習的認知歷程（九個訊息處理階段）：注意、確定學習目標、提取相關訊息至工作記憶、選擇性知覺、語意編碼、訊息提取與反應、增強、提示線索、類化。
- 外在條件：教學事件。

2.學習要素如何安排以達成複雜學習，例如：解決問題。

(1)程序。

(2)學習階層。

(二) Gagne 學習條件論之教學原理：

1.基本假設

該如何教的假設？可以下二點考慮：

(1)教學的定義

(2)教學設計的性質

2.教學要素

學習要素和教學要素之關係為以下三點：

(1)確認將學習之能力（實作表現的目標）。

(2)適當教學事件之選擇（九個訊息處理階段）。

(3)累進學習之作業分析。

3.發展複雜技能之教學：提供教學事件，確定程序與學習階層中各技能順序。

4.學習條件論之教育上之應用

(1)教室的課題

- 確認累進學習之心理歷程。
- 說明人類學習之多樣性。
- 教學與訊息處理歷程相結合。

(2)教學策略之發展

教學策略之發展以系統設計模式進行規畫。

5.學習條件論之實例

學生能夠指認代表短篇故事主旨的敘述及教學活動：

- (1)引起注意，教師請學生說出他們最喜歡的電視劇情或故事名稱。
- (2)告知學習目標，老師說明要大家學習的是找出故事的主旨，以便告訴別人故事內容。
- (3)刺激對先前所學的回憶，要求學生回想故事的主題。
- (4)呈現明顯之刺激特徵，教師說明(用教學媒體)為什麼該敘述是主旨。
- (5)提供學習指導，團體討論，老師和學生討論並說明理由。
- (6)提供學習指導，利用遊戲或競賽讓學生分辨主旨。
- (7)誘發表現，呈現給學生一些情境，讓學生選擇。
- (8)提供回饋，討論答案。
- (9)評鑑表現，給學生數篇短文和選項，請學生選出正確主旨。
- (10)提供保留和遷移，教師設計一些主旨選項，學生團體討論做出決定，選出主旨。

(三)學習條件論之理論缺失

對未受過訓練之教師而言，較難實施此類教學。

(四)主要貢獻

- 1.提供由簡而繁之教學設計。
- 2.界定累進學習之心理歷程。
- 3.說明人類學習之多樣性。

4.將教學階段與訊息處理之特定階段做連結。

三、訊息處理論(Wittrock,1978)

訊息處理論以完形心理學的認知角度，解釋訊息被處理的歷程，焦點在獲得訊息、記憶、以及問題解決的歷程。強調大腦並不是被動的訊息消費者，我們的認知系統中的記憶和訊息處理策略與得自環境的感覺訊息互動，經選擇注意的訊息和記憶連結，並賦與意義。

(一) 訊息處理論之學習（發展）原理

1.基本假設

(1)該理論對學習提出之假設有以下二點：

- 人的記憶性質：是個複雜而主動的訊息處理器，可將學習轉化為新的認知結構。
- 知識的表徵方式：二元符碼（語文和視覺）；基模網路。

(2)學習的定義：將來自環境的訊息轉化成認知結構的歷程。

(3)學習被視為是行為改變、認知結構改變、或內在歷程改變，訊息處理論以為學習的結果被認為是認知結構改變和內在歷程改變。

2.學習的要素與其關係

學習的要素為知覺、編碼、及儲存於長期記憶的歷程；解決問題。

3.學習要素如何安排以達成複雜學習，例如解決問題。

(1)解決問題的方法。

(2)解題專家：新手和專家之差異。

(二) 訊息處理論之教學原理

1.基本假設

(1)成功的教學必須與學習者舊有知識基礎相連結，然後擴展並豐富其儲存之知識。

(2)教學必須活化基模。

- 2.教學要素：學習要素和教學要素之關係為教導學生問題解決的策略（如有系統的問題陳述、手段—目的之分析、次目標之應用）。
- 3.發展複雜技能之教學：將新學習和原基模相連結，在教材理解和問題解決上提供訊息處理的援助。
- 4.訊息處理論之實例：（不是在找標準答案，而在培養學習者分析複雜抽象技能。）

處理步驟如下：

- (1)提出待解決問題。
- (2)確定適用對象。
- (3)問題的性質。
- (4)問題解決步驟。
- (5)初學者解題特徵：缺乏知識基礎，無法以整體性方式處理問題；傾向於注意問題細節而忽略概觀，對提出之解決方案無法提供合理的支持。
- (6)教室策略：將學生分組討論解決問題，老師引導，討論結束後分享。
- (7)策略的目的：討論解決方案的關鍵。
- (8)與專家答案比較。

(三)訊息處理論之理論缺失

- 1.理論在教育上之應用是間接之推斷。
- 2.認知歷程之電腦模式，其正確性尚須研究證實。

(四)主要貢獻

- 1.確認在新訊息學習和問題解決模式之發展中的主動性歷程。
- 2.確認教學事件在認知歷程的重要性。

四、Piaget 認知發展論之學習（發展）原理

Piaget (1970) 認知發展論之學習（發展）原理認為界定人類數理邏輯思考本質，及發展到最高層次所需之歷程，焦點在嬰兒至成人智能的發展。要建立

適當的學習理論，首先必須解釋個體如何設法建構與發明，而不僅是重複和模仿。其理論探討如下：

(一) Piaget 認知發展論之學習（發展）原理

1. 基本假設

(1) 該理論對學習提出之假設有下列幾點：

- 智能與生物系統一樣，逐步建構其運作所需之結構。
- 心智建構運作所需之構念。
- 知識是學習者與環境間互動的歷程。
- 智能之成長受四個因素影響（物理環境、社會環境、成熟與平衡作用）。

(2) 學習的定義：學習是認知的發展，即由嬰兒期到成人之邏輯思考的成長。

(3) 學習被視為是行為改變、認知結構改變、或內在歷程改變，認知發展的結果是由先前結構來建構新的結構。

2. 學習的要素與其關係受平衡調節之同化與調適，物理經驗和數理邏輯經驗。

3. 學習要素如何安排以達成複雜學習，例如解決問題。

(二) 教學原理

1. 基本假設：教學要素與學習要素之關係為提供物理實體實驗機會，以及來自同儕互動與來自教師之協助。

3. 發展複雜技能之教學：以維持兒童與教育間之雙向關係；避免直接教學和直接糾正兒童的錯誤。

4. 實例：指數

(1) 先前活動：已學過的，教師常規（教師提出問題，學生將臆測答案和名字寫於黑板，要修正則須說出並說明理由），所有學生都以計算機準備平方表。

(2)建構知識：教師要學生審視數目表中最後一位數，找出規則，提出學生盡可能之答案

(3)進行討論：要學生說明其主張，及其可能之假設，並說明自己思考上之修正。

(三)理論缺失

基本術語和定義難以理解—如將智能和知識視為歷程，過去一般人難以理解理論摒除邏輯思考與課程要素（如閱讀寫字）間之關連，實施上有困難。

(四)主要貢獻

由兒童觀點描述世界；指出當前教育課程之問題；運用發現式學習。

五、Vygotsky 的社會歷史論

Vygotsky 的社會歷史論主張界定人類文化中之符號影響學習的歷程，焦點在文化對高層次思考所扮演的角色。認為文化創造特殊之行為模式，在歷史發展的歷程中，社會價值會改變其行為模式，將天生的本能與功能加以轉化，提升且創造新的行為形式。

(一)學習（發展）原理

1.基本假設

(1) 社會歷史論對學習提出之假設認為人類行為與動物行為之差異，如同人類歷史發展與動物進化之差異。人類心智發展的歷程是歷史發展的一部分。人類心智發展的顯著特徵，在於自己創造刺激（外在刺激除外）。心理歷程不是靜態，而應被視為轉變中的歷程。

(2)學習的定義：學習是認知的發展，其不僅運用外在的刺激，也運用創造出來的刺激。

(3)學習被視為是內在歷程改變。

2.學習的要素與其關係：人際間行動的內化，精熟文化中的符號與記號，並學習使用以掌握自身行為。

- 3.學習要素如何安排以達成複雜學習，例如解決問題，透過與他人互動，精煉文化中符號與記號的歷程，並學習運用符號以引導並管理自身行為。
- 4.學習（認知）發展的結果：複雜心理功能，包括自我調節注意力，類別性知覺、概念性思考、及邏輯性記憶。

(二)教學原理

- 1.基本假設：包含教學要素—學習要素和教學要素之關係。
- 2.發展複雜技能之教學：透過與見聞廣博之成人互動，建立彼此共通的符號與意義；建立教學中潛在發展區域。
- 3.實例：學生有基本讀字能力但無法理解文意。
闡明鷹架概念，及將責任轉移給學生。
 - (1)老師與學生共同默念一段文章，教師並示範自我檢驗理解的技能。
 - (2)老師與學生還是共同默念，教師要求學生提出問題。
 - (3)教師與學生共同檢驗問題與答案。
 - (4)要學生提出問題及檢視答案。

(三)理論缺失：系統有欠完整，缺乏施行之具體方針。

(四)貢獻

- 1.被創造之刺激在認知發展過程之重要性。
- 2.社會性互動與合作之重要性。

六、Bandura 的社會認知論

Bandura (1986)的社會認知論強調環境、個人因素及行為間之互動，焦點在對示範行為之觀察與內在處理歷程。在任何時刻，影響行為之諸多線索中，最常見的莫過於他人的行為。

(一)學習（發展）原理

1.基本假設

- (1)社會認知論主張學習是環境、個人因素及行為間之互動，其中牽涉學

習者之認知歷程。

(2)學習的定義：界定人類文化中之符號影響學習的歷程，焦點在文化對高層次思考所扮演的角色。

(3)學習被視為內在歷程改變。

2.學習的要素與其關係

(1)模範行為、直接、替代與自我增強，以及學習者之認知歷程。

(2)學習要素如何安排以達成複雜學習，例如解決問題。

3.學習的結果：語文符碼或視覺符碼，日後可能會、也可能不會表現出來。

(二)教學原理

1.基本假設：教學要素—學習要素和教學要素之關係提供楷模、增強、和演練；發展學習者之效能和自我調節。

2.發展複雜技能之教學：除了基本技能外，培養學習者的效能感和自我調節系統。

3.教學設計的主要課題：先做心理演練，需要增強或懲罰時，不可忽略，但避免過度懲罰。

4.實例：示範做筆記。

(1)教師示範從書面文章做筆記的策略。

(2)舉出兩個例子練習。

(3)學生記下要領。

(4)要求學生練習。

(5)改用傾聽方式做筆記。

(6)發展良好回憶線索和筆記。

(7)提供回饋。

(三)理論缺失

1.在教室中難以將自我效能與自我調節所需連同教學要務施行。

2.沒有深入探討教師常用之學習方式。

(四)貢獻：社會情境中之示範學習作用、大眾媒體之影響，以及對利社會和反社會之分析。

七、Weiner 的歸因理論

Weiner (1979)的歸因理論主張個體的認知及對成敗的情緒性反應，焦點在學習者的成敗信念對與成就相關行為之影響。歸因理論的中心假設在於追求了解是一種基本的行動泉源。

(一)學習（發展）原理

1.基本假設

- (1)追尋了解是主要動機。
- (2)歸因是對事件結果的複雜來源。
- (3)未來行為有部分來自先前結果。

2.學習的定義

- (1)動機—預期、自尊、從事成就性活動之傾向，皆受到歸因結果的影響。
- (2)歸因歷程—先界定結果為成功或失敗，在導出原因。結果的性質、特定之歸因，及歸因之向度，皆對後續情緒和期望有所影響。

3.學習被視為是認知結構改變。

4.學習的要素與其關係：預期與自尊受到六大歸因（能力、努力、作業難度、心情或健康、運氣、他人）及其向度（Locus of causality, stability, controlability)之影響。

(二)教學原理

1.基本假設

教學要素—學習要素和教學要素之關係：

- (1)教師與教室環境所傳遞之歸因。
- (2)助人行為之角色。
- (3)發展複雜技能之教學：減除習得之無力感，發展方案，將失敗歸因由缺乏能力轉為缺乏努力。

2.教學設計主要課題：

- (1)對歸因所造成之影響。

(2)所傳遞之歸因線索。

(3)影響自尊與努力之歸因。

3.實例：學習遊戲－策略(遊戲代幣)

(三)理論缺失：無明確之實施程序。

(四)貢獻

1.確認教室內造成失敗之事件。

2.信念與行為。

3.教室活動與兒童自我信念間的心理性連結。

4.確認存在學習之競爭性本質中的問題。

5.提供對教室情緒事件的研究和分析架構。

綜合以上所述將近代心理學及學習理論的演進，歸納整理如表 2-1-3 所示。

並將制約學習理論，整理如表 2-1-4 所示，以及古典制約與操作制約的比較表及

增強作用：制約學習理論在教育上的應用，分別整理如表 2-1-5 及表 2-1-6 所示。

表 2-1-3 近代心理學及學習理論的演進

二十世紀中葉(1950 年代以前)			
心理學模式	學習理論	代表性人物	強調重點
行為主義取向	古典制約	Ivan Petrovich Pavlov (1840)	非制約和制約
	連結論	Thorndike (1901)	工具性制約，刺激與自主反應之連結，行為的改變是反應。
互動論	功能心理學	Dewey	從做中學習
認知論	結構主義	Claude Levi-Strauss (1908)	結構與功能間有密切的關係，結構是功能的基礎，功能使結構變成具體的存在。人類的一切活動都是模擬自然界中種種關係的結果，是主觀賦予客觀現象的結果。
	完形心理學	Max Wertheimer Kurt Koffka Wolfgang Kohler	頓悟和有意義學習 頓悟：刺激，組織，對組織結果的反應 有意義學習：有意義的結構不應以無意義或記誦的方式學習
二十世紀後葉(1950 年代以後)			
學習歷程論	操作制約	Skinner (1968)	行為主義，強調環境條件與事件對行為改變的影響，焦點在對學習行為的安排
	訊息處理論	Wittrock(1990)	完形心理學的認知角度，解釋訊息被處理的歷程，焦點在獲得訊息、記憶、以及問題解決的歷程
	學習條件論	Gagne (1977)	互動理論，學習者之認知歷程與環境中學習相關事件的互動，焦點在對學習的任務與教學的關係
認知發展論	認知發展論	Piaget (1970)	界定人類數理邏輯思考本質，及發展到最高層次所需之歷程，焦點在嬰兒至成人智能的發展
	社會歷史論	Vygotsky (1978)	界定人類文化中之符號影響學習的歷程，焦點在文化對高層次思考所扮演的角色。
社會情境論	社會認知論	Bandura (1986)	強調環境、個人因素及行為間之互動，焦點在對示範行為之觀察與內在處理歷程
	歸因理論	Weiner (1979)	個體的認知及對成敗的情緒性反應，焦點在學習者的成敗信念對與成就相關行為之影響

表 2-1-4 制約學習理論 (國立教育資料館, 2008)

一、制約學習理論

(1) 古典制約學習理論概述：(Sawrey&Telford,1968)

理論	原則	主要內容	代表學者
古典制約學習	接近律	在原有刺激與反應間形成一中性相近的刺激過程	Pavlov
<p>[制約前] 狗見食物可引起唾液分泌，鈴聲是中性刺激，只能引起與實驗無關的反應</p> <p>食物 (S) → 唾液分泌 (R)</p> <p>鈴聲 → 豎耳注目等無關的反應</p> <p>[制約後] 狗由鈴聲單獨所引發的唾液分泌反應成為制約反應</p> <p>食物 (S) → 唾液分泌 (R)</p> <p>鈴聲 → 豎耳注目等無關的反應</p>			
說明	<p>古典制約反應能學得接近的反應，訓練前後狗的行為顯然發生改變。制約刺激（鈴聲）代替了非制約刺激（食物）引起原來的反應，因此古典制約學習也稱為「古典交替學習」</p>		

(2) 操作制約學習理論概述：

理論	原則	主要內容	代表學者
操作制約學習	效果律	形成習慣或使刺激與反應間建立另一新聯結的過程	Thorndike Skinner
<p>[Thorndike] (A) 試誤學習：將餓貓放入問題箱 (Puzzle box)，若貓偶爾發出正確反應時可得食物的報酬；而在練習的過程中，貓逐漸將錯誤的反應淘汰並將正確的反應保留，終於學會此行為。</p> <p>(B) 學習是刺激與反應的聯結，聯結的強弱受到三個原則支配：練習率 (Law of exercise) — 練習次數愈多，聯結愈強</p> <p>準備率 (Law of readiness) — 心理若有準備反應，則反應時能感到滿足</p> <p>效果率 (Law of effect) — 反應後若個體獲得滿足的結果，則聯結增強</p>			
<p>[Skinner] (A) 操作制約學習：將餓鼠放入實驗箱 (備有槓桿)，若老鼠偶爾發出正確反應 (壓桿)，則可得食物的報酬；久而久之壓桿以得食物的習慣已經養成，老鼠將會主動發出反應以操作環境而獲得滿足的結果。(B) 由於練習的結果，制約前後的行為形成了一種新習慣，而刺激 (槓桿的存在) 已獲得控制個體行為 (壓桿) 的力量。</p>			
說明	<p>Thorndike：</p> <p>刺激與反應間聯結的強弱視反應後所得結果而定，而反應後的效果是影響學習的重要因素。因此若要使個體形成某行為，則需在行為出現後給予「報酬」；反之則給予「懲罰」。</p>		
	<p>Skinner：</p> <p>若個體表現一種行為之後能導致一種後果 (Consequence)，則此種後果足以影響他未</p>		

表 2-1-5 古典制約與操作制約的比較（國立教育資料館，2008）

古典制約	操作制約
被動的	主動的
利用環境刺激來操縱受試者，使發生反應	由受試者自行發生反應，或操作周圍環境
根據接近率，以新聯結代替舊聯結	根據效果率，以報酬或反應後的效果來形成新聯結

表 2-1-6 增強作用：制約學習理論在教育上的應用

原 理	操作制約學習理論（漸次接近法） 學生在進行學習時是以起點行為做為基礎，學生於學習過程中可立即核對，並於獲得回饋後再繼續學習，此為立即增強比延宕增強的效果更佳。
教學方法設定	編序教學法（Programmed instruction）
原 則	將複雜的行為組型儘量分析為最簡單的元素，然後選擇並依合理的系統加以安排以自動作控制系統或類似的方式呈現這些細心安排的行為元素或細目
內 容	教學計畫：應編制編序教材，使增強次數達到最多 教學實施：應利用教學機（Teaching Machine）或類似的方式來呈現編序教材，以確保教材能依預定次序出現，並使增強的出現時間達到最快的速度。
影 響	電腦輔助教學系統（Computer-assisted instruction system, CAI）： 編序教學可送入電腦，利用電腦可得到符號、文字、畫面，且可立即決定學生反應是否正確個別化教學（Individualized instruction）：由 CAI 發展而來

肆、情境學習理論

一、情境學習的來源與意義

「情境學習」係由 Brown, Collins, & Dugid（1989）等人所提出。不過在此之前，Suchman（1987）對專門行業執業人員學習模式的研究、Suchman 觀察人們操作影印機之人機互動現象、以及 Lave（1991）對傳統技藝學徒學習歷程的俗名誌研究，已蘊含了情境學習的概念（鍾邦友，1994）。

Suchman 指出許多專門行業的知識、技能、行規或術語，無法完全用文字或語言一一加以詳述。欲習得該專業技能，以及「大師」的風範氣質，唯有進入專業情境，成為一名學徒，親自觀察和參與，才能有所收獲。故 Suchman 提出了「在行動中求知」（knowing in action）及「在行動中反省」（reflection in

action) 的學習概念，即是情境學習理論的重要內涵之一（鍾邦友，1994）。

Suchman 觀察人們操作影印機時發現，大部分的人並非先閱讀完使用者手冊後再操作機器，而是在使用過程中遇到困難時，再查閱說明書或直接請教有經驗的人。所以 Suchman 提出了「情境行動」(situated action) 的觀點，強調知識若脫離使用情境，則學習就變成玩抽象符號的遊戲（邱貴發，1996）。況且，知識中的許多概念及規則必須透過實際的經驗來揣摩，由實際行動中才能理解其真正的含意（Suchman, 1987；鄭晉昌，1993）。

Lave & Wenger (1991)對學習和日常活動的俗名誌研究發現，一些專門行業的老百姓（如屠夫、助產士、裁縫師、操舵手等），雖然只是從一個小小的學徒做起，並未像專家一樣接受完整的教育或正式的訓練，思考及行動也與完全依賴理論法則行事的學生截然不同。但面對專業上各種複雜的疑難雜症，依然有令人滿意的表現，甚至更懂得一些訣竅，知道如何直接利用環境資源解決陌生的問題（Lave & Wenger, 1991）。

由此可知，儘管不同的學者從不同的立場及研究經驗加以論述，主張情境學習的學者一致強調知識如同工具，是學習者與環境互動的產物，且本質上受活動與文化脈絡的影響（Brown, Collins, & Dugid, 1989）。

二、情境學習對現代教學的啟示

情境學習對現代教學有以下六項啟示：

(一)所有的知識，如同語言，都是情境活動的產物。

許多不同領域，如物理概念的學習（李美瑜，1993；Aufshnaiter & Welzel, 1997）、數學解題能力的培養（Schoenfeld, 1985；Lampert, 1986；鍾邦友，1994），以及地圖認知能力的訓練（Griffin, 1995）等實證研究的結果均一致支持：知識的意義必須透過使用的脈絡來加以傳承。

(二)知識如同生活中的工具，必須透過使用才能瞭解它們。因此，學習應強調主動操作探究，教學內容宜取材於現實生活中。

知識除了具有情境特性之外，還包括透過真實活動而逐漸發展的特性

(Brown, Collins, & Dugid, 1989)。知識和工具有許多共通的特徵，只有藉著使用它們，才能充份瞭解它們。換句話說，在生活中工具本身不代表任何意義，也沒有任何用處，除非工具能在對個人有意義的情境派得上用場。同樣地，學生可能有足夠的能力擁有抽象的算則、公式，或通過複雜、困難的考試，但一旦遇到真實情況時卻束手無策。例如：考上駕照，不敢上路；紙筆測驗上擁有相當正確的沸點知識，然而野炊時卻無濟無事；學生學會熱漲冷縮的抽象概念，但遇到乒乓球被打扁了，或要把生雞蛋小心地放入（或取出）一個窄口瓶時，可能一點辦法也沒有。

(三)學習是一個涵化（enculturation）的歷程，教學應提供完備的範例，與在真實情境中使用該專業知識的機會，以滿足學生深入瞭解文化的需求。

就某種意義而言，學習是一個涵化的歷程。學生，就如同學徒一樣。學習學科知識時，必須進入一個社群文化，在真實的活動中使用概念工具的機會。例如：利用超市購物時，學習「四則運算」、「分類」的概念；觀察廚房炒菜鍋、開水壺、隔熱墊的材質，探究固體傳熱的原理。這些歷程似乎不太正式，但卻提供活生生與真實的機會，讓學生受益無窮。而這些往往是教科書範例，以及口語說明無法做到的。

(四)知識具有社會共享（socially shared）與分配（distributed）的特性，提供異質性團體有助於形成「近側發展區」。

Vygotsky 的認知發展理論，讓我們瞭解到「學習社群」的重要意義。互動的對象，可以是老師，也可以是同儕。透過溝通、協調，才能讓學生產生有感覺的知識。Sturgeon & Walker (2009)指出 Facebook 裡有很多功能，跟普通部落格不同的是，有「社團」這個功能，可以加入所就讀過的學校的「網路社團」，在 Lee University in Cleveland, Ohio 已有許多「社團」成員使用 Facebook 進行教育活動做直接或間接的學習。Lave & Wenger (1991) 也指出，認知是複雜的現象，學習活動是生手與專家產生社會互動、共同參與的過程。另外，Young (1993) 強調情境認知的學習環境設計，應考慮「分配

式智慧」(distributed intelligence) 的觀點。換言之，實用智力普遍存在於學習者、日常生活工具、媒體、教材與文化脈絡中。

有鑑於此，常態編班是個良好的教育措施，不但將社會因素納入教學歷程中，而且學習者認知上的差異可以作為學習分組的依據(楊順南，1996)。而同儕彼此間的互動、觀摩，所製造的認知衝突，正是提升「近側發展區」的重要機制

(五)學習應從周邊參與(peripheral participation)開始，教師應善用故事、遊戲或實作等方式，讓學生進入文化脈絡中，透過對話以及參與活動產生有意義的學習。

落實情境學習理念最佳的途徑就是透過「認知學徒制」，經由在社會情境脈絡的觀察，專家的示範、教導與支持的涵化過程，最後學習者能建立知識的信念系統。另外，Resnick(1988)指出：大部分人類的學習都是透過合作學習。傳統上認為學習應該都是互相競爭、直接教導，以及教學都是描述性的模式，是個落伍且嚴重錯誤的觀念。學習應該從周邊參與(peripheral participation)開始，讓學生進入文化脈絡中，觀察專家的表現，透過對話、模仿，以及實際參與的歷程，從生手變成專家。

(六)教學是一個知識溝通的過程，善用教育科技可豐富知識表徵，擴展學習深度。

近年來，隨著科技日新月異的發展，多媒體已成為一個流行的新名詞，其應用於教學上最大的特色是解決昔日教師「黔驢技窮」的困擾；提供虛擬情境以縮短心智表徵與實際現象間的差距；藉著動畫、聲光的設計，激發學習動機；並且將單向的溝通管道改進為雙向的互動方式。無庸置疑地，科技知能在未來的教育改革中扮演不可或缺的重要角色，如何善用科技創造教學的量變與質變，是主張情境學習之學者所關心的。

三、情境學習理論於現實教學中的缺失

情境學習論此時的發展，就如同三十年前認知論剛剛起步的時候，心理學

從被刺激—反應的觀點所主宰，突然轉向重視學習者內在認知歷程，所遭受的抗拒是非常明顯、強烈的。同樣地，情境學習的理念在國外許多學者的努力下，在教育論壇上已蔚成一股學術風潮，但無論是理論觀點或實際應用於教學實務上，也無可避免地產生一些懷疑或反對的聲浪，情境學習理論於現實教學中的缺失列舉如下：

- (一)情意教育目標的達成，是科技領域的一大挑戰。
- (二)過多描述性的概念，教學設計如何具體化，尚待努力。
- (三)缺乏另類評量的依據和實徵研究的支持。
- (四)真實情境的學習，有助於近遷移，但對於遠遷移仍有困難。
- (五)過於真實的情境是否阻礙高層次的學習，值得商榷。
- (六)教師角色改變所帶來的衝擊與壓力，缺乏認知學徒制的指導。

畢竟情境學習的教學取向在教學上的應用需要長時間的觀察、實踐社群經驗的交流，以及學校文化的配合，實際以認知學徒的方式，示範如何引導一個情境學習的歷程，以達成教師授課之教學目標。

伍、結語

綜合本節學習理論，用以瞭解學生之學習歷程與教師教學的原理原則，針對不同年齡的學生安排不同的教學策略進行教學。研究者主要參照上述 Bruner 的教學理論：1.結構；2.發現；3.學習準備度 的學習理論做為本研究之教學理論依據，再輔以其他學者學說用以發覺不同理論間差異，避免在教學安排上產生干擾學生正確學習之情形，以達到本研究實驗教學之最終目的。因為就學生及教材而言，係屬於同年齡層、同科別、同課程規畫的教學情境，係符合 Bruner 的學習準備率及螺旋學習原則，並且強調本實驗教學之學科結構的重要性，鼓勵學生主動的學習，以形成學科知識之組織結構，作為個人進一步發現學習的基礎。

第二節 認知理論

心理學家對認知行為的研究，主要是在探討三方面的問題：(1)認知行為究竟指那些行為？對此問題一般的答案是，認知行為主要包括知覺、記憶、想像、辨識、思考、推理、創造等較有組織的複雜行為。(2)認知的活動就是「知」(knowing)，個體在生活環境中究竟如何「獲知」，知之後在必要時又如何「用知」？(3)認知是心理活動，是內在的歷程，在方法上應如何去研究個體內在的「知之歷程」(knowing process)？故認知心理係指個體接受訊息、貯存訊息以及運用訊息的訊息處理(information processing)歷程(張春興，2006)，是探究學生學習的重要因素之一。另外，近年來一些腦神經專家的研究都明確的指出，每次當我們學習(思考)的時候，我們的腦子就產生了變化。學習的環境及情緒都會改變我們腦子的功能，豐富的學習環境及良好的情緒反應以及正確的學習方法，有助於教學的效果，因此專家學者提出「與人腦相容的學習理論」，因為人腦是主要的學習器官，如果我們能夠針對人腦的運作模式來設計與其相融的課程與教學，將有助於學習者的學習(Nagel,1996;Brandt, 1997)。

因此，當我們愈能了解我們的腦子是如何學習的時候，我們的教學及學生的學習，就愈能成功(Nagel,1996; Brandt, 1997)。此種思維是屬於認知科學的一門學門，是從多方位探究人腦或心智工作機制的前沿性交叉學科。故本節分為認知心理學與認知科學二部分，分別對於學生的學習行為進行探究。

壹、認知心理學

一、認知心理學的意義

「認知」簡單的說就是知識的獲得和使用，這牽涉到兩個層面的問題：一是知識在我們的記憶中是如何貯存的，以及貯存什麼的記憶內容問題；二是知識是如何被使用或處理的歷程問題。前者強調的是「心智結構」，後者強調的

是「心智歷程」。以上這兩個問題就是認知心理學研討的兩大方向，因此「認知心理學」可以定義為：為了解人類行為，而對人類心智歷程及結構所作的科學分析。亦指對人類的記憶、知覺、語言、理解、推理、決策、思考、問題解決及學習等的科學研究(張春興，2004)。

二、認知心理學的內涵

認知心理學的內涵包含三個重要部分(李賢輝，2008)：

(一)科學分析

認知心理學必須使用科學的方法研究。科學分析要使用客觀而且可以重複驗證的方法，在相同的程序之下，即使不同的人來測試，也可以獲得相同的答案。所以認知心理學家必須發明精確的分析工具來間接觀察心智的活動。

(二)心智歷程和結構

心智歷程和結構是認知心理學所探討的兩大內容。心智歷程探討的是我們在從事某工作時，如何使用或處理知識，而心智結構是我們如何貯存知識及貯存什麼知識於記憶。有些研究者偏好探討心智結構，有些人偏好歷程，但是兩者同屬人類的心智活動，實為互補，很難劃分。因此，往往只是強調程度的不同。

(三)了解人類行為

凡是心理學，最終目的都可說是了解人類行為。而認知心理學的目的是藉著精確分析內在的認知事件及知識，以期更加了解和預測人類行為。譬如我們分析一個人在解答數學題目時的內在心智歷程，就能了解和預測為什麼有些人能夠順利解題，而有些人則不能。

三、認知心理學的主要理論架構

認知心理學的主要理論架構是「訊息處理模式」。這個模式視人類為主動的訊息處理者，探討人類憑感官接受訊息、貯存訊息以及提取、運用訊息等不同階段所發生的事，所以認知心理學也常被稱做「訊息處理心理學」。

訊息處理模式假設認知可以分解為一系列的階段，每一階段表示一種假設

的存在。輸入的信息就在這些階段中進行某些獨特的操作。最後的反應就被假設為這些階段和操作系列〔如知覺、信息編碼、從記憶中提取信息、形成概念、判斷和產生語言〕的結果。每一階段都從前面的階段接受信息，然後發揮自己本身的獨特作用。由於訊息處理模式的所有成分在某種程度上都與其他成分有關，因而要確認一個開始階段是很困難的。為了方便，我們可把整個程序看作是從輸入刺激開始。

「訊息處理模式」所包含的不同階段及其前後關係如圖 2-2-1 所示、

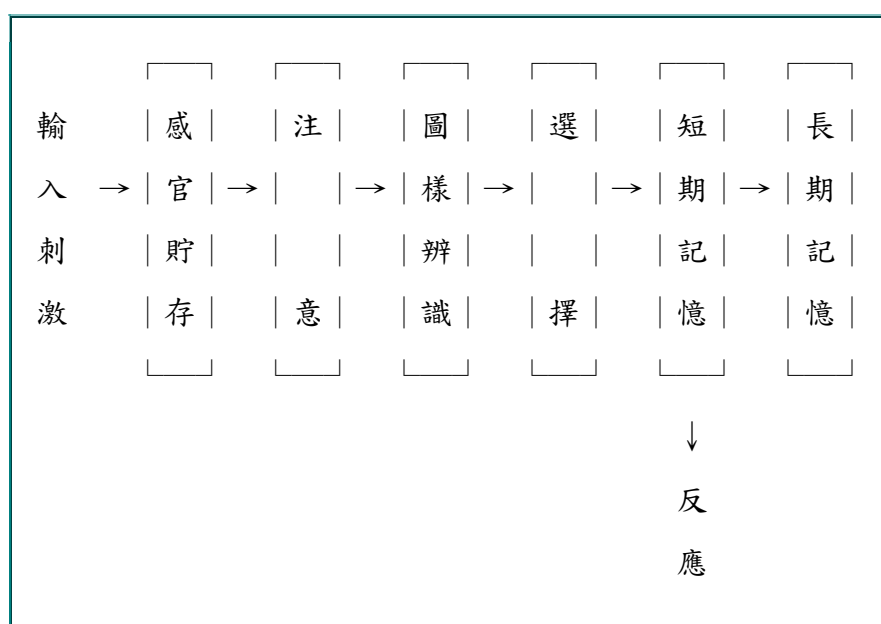


圖 2-2-1 「訊息處理模式」所包含的不同階段及其前後關係(李賢輝，2008)

(一) 感官貯存

訊息處理模式的第一階段是感官信號的貯存。凡是來自環境中的訊息，以感覺刺激的形式經由感官接收，皆會在感官上做短暫的停留。這個階段因為保留訊息的原始形式，也就是信號(signal)，被稱為感官信號(sensory signal)貯存的階段。感覺刺激在這個階段，必須達到一定的刺激量，信號才能夠被知覺到。假如信號沒有引起個體的注意，很快就會消失。

感官信號的貯存方式，包括視像儲存(iconic storage)和回聲儲存(echoic storage)兩種。視像儲存保留了視覺輸入，回聲儲存則保留了聽覺輸入。通常

人的眼球常常急速跳動，在跳動之間有短暫停留，是為眼球固定。眼球跳動時並不吸收訊息，只有當眼球固定，視線停留在某點時，才吸收訊息。由此可知，「閱讀」並不是平穩地掃瞄一行課文，而是從一個注視點跳躍到另一個注視點。「閱讀」發生在注視點上，而不是在跳躍時的一瞬間。因此，在坊間看到的眾多多媒體產品所呈現的閃爍圖像或文字，其作用應該在於使讀者注意到它的存在，而非幫助讀者閱讀方便(李賢輝，2008)。

早期有許多關於視覺訊息處理的研究，想要了解人類依次可看多少。因為眼球固定不動的時間大約是 250 毫秒〔一毫秒= 1/1000 秒, ms〕，所以這些研究將感覺刺激設定在這個時間，然後再移去，要受試者報告看到什麼。經由這些研究，我們知到一般受試者能正確報告三、四、五，最多九項。這短暫的視像儲存又稱視像記憶(iconic memory)。電影、卡通就是利用這視覺暫留的原理設計的。假如沒有視像記憶，我們可能就無法進一步處理稍縱即逝的訊息。

以上研究結果讓我們了解，在眼球固定不動的時間中，人類視像儲存的容量，最多可以接受九項信號。和視覺訊息儲存一樣，也有聽覺訊息儲存。研究者稱之為回聲記憶(echoic memory)。因為有這樣的回聲記憶，我們才有可能處理許多語言訊息。譬如我們在學習外語的例子說明：「不是 zip，是 sip。」，假如我們不能保留「Z」的音跟「S」音相比較，那麼我們就無法從這些訊息中學習語言。

關於感官記憶的研究，顯示感官記憶可貯存大量的訊息，只是如果不注意，訊息很快就失去。所以要進一步「注意」，進行「圖樣辨識」，選擇需要的感官信號做進一步的處理。

(二) 注意力

「過濾」和「選擇」階段是有關注意力的兩種理論。「過濾」的理論是認為注意力像過濾器，限制了一次可辨認的訊息量，其發生在型態辨認階段之前。「選擇」的理論是認為所有的訊息都被辨認，只是某些重要的訊息

才被注意或被選擇作進一步處理，進入下一階段的記憶。此兩種理論視情況各有其正確性。一般來說，感覺刺激很少作為單一的感覺事件被感知的，而是作為有更多意義的圖樣(pattern)的一部份為人們所感受到，並且從記憶中識別之。從感覺刺激被感知到被識別的過程稱為「圖樣辨識」(pattern recognition)，是在很短的時間內完成。由於人們處理「圖樣辨識」的能力無論在感覺或知覺的層面上都受到自然的限制，故必須先將外來的感覺刺激以「注意力」(attention)加以過濾選擇，否則會因信息「超載」使接受感覺刺激的能力減低。

「注意力」的理論有「瓶頸理論」和「容量理論」。瓶頸理論包含「過濾模式」、「減弱模式」、「選擇模式」；而容量理論包含「容量模式」、「多元模式」。

1. 瓶頸理論

(1)過濾模式

過濾模式中「注意」只被充當一個過濾器，只讓有限的訊息通過，所以不受注意的訊息完全被「過濾器」排除在外，沒有處理。不被注意的訊息，只有在從感官記憶中消失之前獲得注意，才有可能被認出。

(2)減弱模式

「減弱模式」認為過濾器並不完全將不受注意的訊息排除在外，而是將其減弱。因此有些詞句因容易辨認，即使訊息很弱，也能夠被辨識。例如：一個人自己的名字，或者如危險信號的「火」。

(3)選擇模式

「選擇模式」認為「注意」是發生於對兩組訊息的知覺分析之後，然後選擇重要的訊息做進一步處理。「注意」相當於訊息的選擇階段，是發生於知覺分析之後。也就是兩組訊息都被聽到，只是不重要的訊息很快就被忘掉。

2. 容量理論

(1) 容量模式

容量模式主張注意力的容量有限，是非常有限的心理資源，而人類是以這有限的資源處理訊息。人類對於不同的心理活動需要不同的注意力，有些工作需要較少的心理資源，有些工作則需要較多資源。所以我們常依工作的難易分配這些資源，較難的工作需要全神貫注，花費較多的資源，故很難有餘力作其他事；而較熟悉、容易的工作不需耗費太多資源，故有多餘資源同時作其他事。例如：熟練的駕駛可以一面聊天，一面開車；而新手開車卻必須全神貫注，不可分心講話。還有讀書時聽音樂，若讀的資料是熟悉的、容易的，則有餘力欣賞音樂；但是若讀的資料是不熟悉的、困難的，則覺得音樂很吵，不能專心，必須把音樂關掉，因為沒有剩餘資源去聽音樂。

由容量理論得知，一個程序(或工作)需要多少注意力，端視其熟練程度而定。越熟練的程序，需要的注意力越少，而極度熟練的程序可以完全不需要注意力。達到這樣極度熟練的程序就叫做自動化。

(2) 多元模式

多元模式綜合瓶頸理論和容量理論，認為個體可以選擇將瓶頸置於何處。「前選擇」(an early mode of selection)是將瓶頸置於辨認之前；「後選擇」(a late mode of selection)是將瓶頸置於語意分析之後。「後選擇」是要付出代價的，因為個體必須同時處理兩種或多種訊息，因此需要耗費較多的心理資源，以致較少剩餘資源去從事另一件工作。

多元模式的意義在個體有選擇的彈性，個體可視情況對注意力作最佳使用。而且當個體必須同時注意幾件事時，心理學家發現可將某些工作透過不斷練習，達到自動化，以致不需耗費任何寶貴資源。

(三) 記憶結構

來自環境中的訊息，經感官記錄，作短暫的停留，以供圖樣辨識。然後若為進一步處理，則進入「記憶」。記憶是認知心理學最重要的研究主題，

因為人類所有的後天學習都以記憶為基礎。如果沒有記憶，如何根據以前所學來的經驗詮釋目前的人事物？如何預測未來、計劃行動？一個腦部受損，無法記憶新事物的病人，學習能力必大受影響，除了一些知覺、動作學習外，幾乎無法學習新的東西，因為他不記得以前學過的事物，每次都必須重新學習。經過注意力和圖樣辨識的信息，被送到記憶系統後，是以編碼(encoding)的形式儲存。人類的記憶系統根據維持訊息的長短，分為「短期記憶」和「長期記憶」。

「短期記憶」又稱「工作記憶」，容量相當有限。George Miller 在 1956 年提出短期記憶容量大概在 7 ± 2 個意元(chunk，項目集成為一個組和) (Miller, 1994) 的範圍，但個體可以用意元為單位，以擴充短期記憶的容量。短期記憶可以維持的時間大約是 30 秒，在這時間內，訊息如果沒有複述，很快就會消失掉。遺忘短期記憶的原因，主要是記憶本身自然的消退和外界的干擾。短期記憶的編碼形式以聽覺編碼(acoustic code)為主，此外還有視覺編碼(visual code)和語意編碼(semantic code)等多種形式。短期記憶的信息經過複述或重覆以後，會轉移到持續時間更長的「長期記憶」儲存裡面。

「長期記憶」的容量沒有限制，具有相當永久性。遺忘的訊息可能不是永久消失，而是暫時消失。記憶遺忘的原因可能是消退、干擾、和提取的問題。長期記憶的登碼形式以意碼為主，但還有形碼、聲碼、語言碼、味覺、嗅覺、動作、感情等各種形式。有效地維持和轉移訊息到長期記憶，須要靠精密化的複製。

貳、認知科學

一、認知科學的定義

Randall O'Reilly and Yuko Munakata (2000)認為：從目前的學科發展來看，認知科學是一門從多方位探究人腦或心智工作機制的前沿性交叉學科。認知科學是以認知心理學對人的行為表現的研究成果為基礎，以哲學和語言學的邏輯思惟為

工具，借用計算機科學研究的手段對人類的智能系統和它的本質進行深層探索，最終實現機器的運作表現出人的全部智慧。

認知科學通常被定義為是研究思維(心靈)、或智力的科學研究。實際上認知科學重在其跨學科。它被人認為包含了、被包含在、和/或相互相關於：心理學(特別是認知心理學)、語言學、神經科學、人工智慧(尤其是神經網路方面的研究)、和哲學(特別是思維哲學和數學哲學，以及科學哲學的一些應用)。

二、認知科學的內涵

美國心理學家 Howard Gardner (1983) 認為認知科學的根基源於古代哲學家(如，孔子，亞裡斯多德，柏拉圖)對人類知識源頭的探索。而作為一門學科的形成，1948 年在美國加州工學院所在地 Caltech 召開的研討會 (the Hixon Symposium) 可以算作一個歷史性的起點。研討會上美國心理學家 Karl Lashley (1890 - 1958) 發表了他的題目為“行為表現序列順序的問題”(The Problem of Serial Order in Behavior) 的評論文章，對行為主義者對人的行為表現的研究提出了質疑。同時與 Alan Turing (1912-1954) 同享計算機之父的 John von Neumann (1903 - 1957) 發表了題為“電子計算機和大腦之間的比較”(Comparison between the electronic computer and the brain) 的論文。從此人們開始探討機器模仿人類大腦思維的可能性。

但是認知科學的真正誕生一般被認為是在 1956 年。這一年的 11 月在麻省理工學院召開了一個以資訊論為主題的研討會。到會的人不僅有計算機科學家還有心理學家和語言學家。會上心理學家 George Miller 報告了他對人短期記憶的實驗結果。文章的題目是“The magical number seven, plus or minus two”。他提出人的一般記憶容量為 7 加或 7 減 2 項目(如對象或單字)。當記憶單位以意元(chunk，項目集成一組和)為單位，記憶的量可增加。例如將 9 到 10 位數的電話號碼組成(chunking)單位記憶，就比記 9、10 個數字容易得多。會中另一位重要的發言人是語言學家 Noam Chomsky。他指出資訊論的語言欠缺，

提出了描述語言的三種模式 (Three models for the description of language) 。這三種模式成為他後來的轉換生成語法的基礎(佚名，2008)。

也是在 1956 年在幾個相關的領域裡幾篇重要著作和書籍先後發表。心理學家及教育家 Jerome S. Bruner, Jacqueline J. Goodnow, 和 George A. Austin 發表了題目為「對思惟的研究」 (A Study of Thinking) 一文。文章探討的是思惟的認知概念和策略。同年在 University of Michigan, J. A. Swets, W.P. Tanner Jr., T. G. Birdsall 等人把信號檢測論 (signal detection theory, SDT) 引入心理學領域，為心理物理學的研究提供了一個新的有力工具。

人類學也開始從認知的角度探討人類學的問題。也是在 1956 年人類學家 Floyd Lounsbury (1914-1998) 發表了數篇文章分析分類血族關係的組成部分及語意內涵，分析的方法奠定了認知人類學的研究模式。(佚名，2008)

三、認知科學研究的領域範圍和特點

目前為止認知科學具體的研究範圍包括比如：訊息和知識在大腦中如何儲存和體現，人們如何理解語言並用語言表達思想和情感，如何理解映像，產生意識與思惟，產生情感，轉變情感，學習新知識，推理判斷，解決問題，製定計畫，執行計畫等等有關大腦的智慧機製運作而產生的心理活動。

一種觀點認為人工智慧、認知心理學和認知語言學是認知科學的核心學科，神經科學、人類學和哲學是認知科學的外圍學科。另有觀點認為核心還是外圍不是固定的。研究的問題不同各學科參與的程度也會不同，其研究方法也會不同。總體來說，這些不同領域具有不同專業背景的研究者採用的不僅是自己本專業的研究方法同時也借鏡其它領域的研究方法和研究成果對認知系統進行全方位的綜合研究。

學科的相互影響，相互滲透是當今科學發展的特點。認知科學的相互影響，相互滲透根據 Stillings (1995) 等人的歸納具有下列幾個主要的特點：

(一) 認知科學具有高度的跨學科性。

(二) 認知科學是以人為本的基礎科學。

(三)認知科學具有強調不同類型和不同層次的分析特點。

(四)在認知科學的視野中思惟和思考就是訊息處理,而訊息處理是有目的性的。

上述特點中比如第三個特點所提到的不同層次的分析說明人類對外界事物的認知是一個極其複雜的過程。僅從單一層面研究一個認知的過程得出的結果一般只能說明一個層面的問題。這樣的結果往往比較帶有極高的未確定性，也容易造成盲點與偏誤，不容易看到一個認知過程的全貌，所以認知科學要做的是對一個認知過程進行多重層次的分析。

那麼，何謂多重層次的分析呢？總體來說可分為表徵層次、生理層次、以及計算層次。表徵層次的研究主要探討我們人類究竟以何種模式來儲存加工我們靠認識外在世界而得到的知識，因此表徵層次也稱為知識層次，它包括了我們思惟和思考的內容。

生理層次是人類認知的一個最基礎的層次。所有人類的思惟和思考必定有其相對應的生理基礎。理論上講，人的大腦是所有的思惟和思考的發生地，而大腦裡有上百億的腦神經細胞。它們之間神經物質的傳遞和相互作用是在其生理機能的基礎上受到大腦活動的控制。認知科學要尋找的是不同類別的思惟和思考其過程到底使那些腦神經細胞發生了對話，用到的是那些神經機制。

認知科學研究的另外一個層次是計算層次。在這個層面上研究的方法主要是借助某種數學模式，如數學函數關係描繪生理與認知之間的規律性。這部分的研究主要倚賴計算機的科學技術把其它領域的研究成果用計算機類比的形式呈現出來。例如，在聯接理論下建構出的聯接模型(Connectionist Model)，早期的平行分佈加工模型 (Parallel Distributed Processing Models, 簡稱 PDP 模型) 就是計算機科學與神經科學，認知心理學以及哲學家對人的心智分析相結合而建構的計算機程式用來展示人的各種心智與行為過程。另外，很多現有的計算機的專家系統也是這方面的研究成果。由此可見，這些不同層次的分析要由各學科領域互相借鏡，互相輔助，同心協力才能取得。

參、結語

綜合本節認知理論所述，本研究採用電腦模擬軟體輔助技術教學係以認知心理學的主要理論架構之「訊息處理模式」做為依據。假設認知可以分解為一系列的階段，每一階段表示一種假設的存在，輸入的信息就在這些階段中進行某些獨特的操作，最後的反應就被假設為這些階段和操作系列的結果，來探討技術教學的學後保留與學習成效。再輔以 Stillings (1995)等人對於認知科學的歸納：(一)認知科學具有高度的跨學科性；(二)認知科學是以人為本的基礎科學；(三)認知科學具有強調不同類型和不同層次的分析特點；(四)在認知科學的視野中思惟和思考就是訊息處理，而訊息處理是有目的性的 四個主要的特點做為實驗教學理論依據。同時做為後續研究對於多重層次的分析，包括對感官知覺、工作記憶、語言、注意、運動等方面的大腦功能的追蹤觀察等面向，提供更進一步具體的研究方向之理論做為依據。

第三節 學後保留的理論

學習(learning)、記憶(memory)及遺忘(forgetting)是一個三面一體的歷程。若學習未產生，自然無從記憶；如果沒有記憶，更無從推知是否有遺忘（張春興、林清山，1998）。而學習是一個內在過程，通常從下列兩個角度來觀察：一為控制練習情境而後觀察測量個體行為改變的情形，然其改變與否是不能直接觀察測量的；另一係以根據因練習而業經改變過的行為，在停止練習後，經過相當時間，觀察及測量個體學習行為的保留行為(張春興、郭生玉，1973)。以下探討記憶與遺忘、加強學後保留的教學原則、CAI與學後保留、學後保留的相關研究及學後技能保留的測量方法等五個方向，分述如下：

壹、記憶與遺忘

一、記憶的理論基礎

記憶是一種心理現象，將外界的刺激存入腦裡，事後可以再恢復印象(葉重新，2005)。記憶可視為學習的表徵，但記憶並不等於學習，因為記憶的量未必就等於學習的量。一般而言，測量到的記憶量要比學習量為低，此乃受到測量方法與時間所限制；記憶可視為是代表學習後的保留(retention)，但所保留的未必全為個人意識所自知。因為在個人意識經驗中所能回憶者固然是記憶，但有一些不為個人所能自我察覺的動作或習慣，此亦由學習而來的，所以也可稱為記憶（張春興、林清山，1998）。

以學後保留時間久暫而言，現在從事訊息處理的心理學家們，都同意把按先後階段順序，將記憶分為三種類型（張春興，2004），如圖 2-3-1 所示。第一類稱為感官記憶(sensory memory)，指人類的感應器官察覺外界刺激，而將訊息暫存於感覺感應器的記憶現象(Christensen & Crawford,1985)，例如走馬看花般容易遺忘；第二類稱為短期記憶（short-term memory，STM），從練習結束到開始記憶之間的時間長度，以分秒為單位計算，例如電話簿查到所需號碼，回

頭撥號時，已然忘記；第三類記憶稱為長期記憶（long - term memory，LTM），在時間上都是以幾小時、幾天、幾週，甚至幾個月為單位計算的。長期記憶是指永久的記憶，與事物是否有組織與結構上有極大的關連。

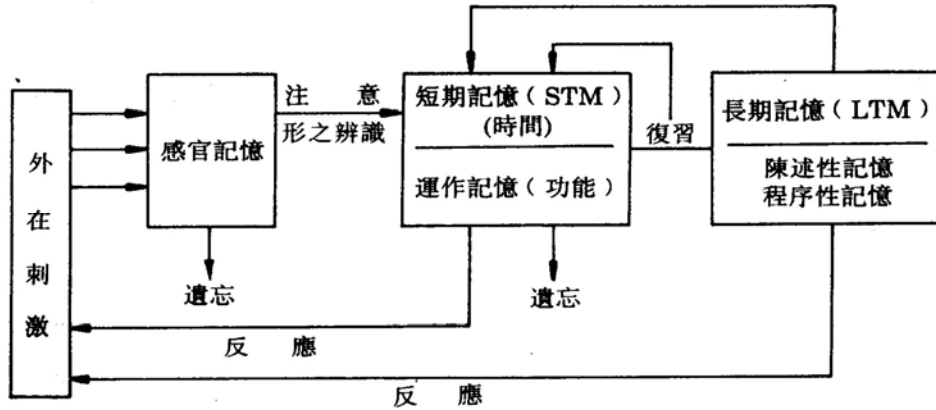


圖 2-3-1 訊息處理中的記憶與遺忘 (張春興，2004)

由於感覺的記憶存留時間極短，而且極容易被新的感覺記憶取代，如視覺的感覺記憶(影像留存時間)約為 0.25 秒至 2 秒之間；聽覺感官時間(聲音留存時間)約為 0.25 秒至 5 秒之間。短期記憶的儲存容量很小，通常只有六單元的資訊——即指六組曾經熟悉的資訊組合體，例如一眼掃過七組電話號碼，一般人勉強可以順利撥號；若將一組十一碼電話號碼儲存於短期記憶之中再撥號，則錯誤機率便大幅攀升 (李堅萍，2000)。研究結果顯示圖例說明有決定性的表現成效在算數題目藉由無關、冗長及互動的資訊上，此結果可以從認知負荷理論解釋，尤其相關在較差的工作記憶能力上(Berends, Lieshout & Ernest, 2009)。教育與訓練的課程則著重在於長期記憶，也就是人類的大腦由感官刺激產生感官記憶，再經過認知、辨識與瞭解特徵，產生短期記憶，最後藉由複習(rehearsal)與編碼(coding)變成長期記憶，亦即將短期記憶的資料反覆的練習，就成為長期記憶的收錄整理的工作。

二、遺忘的理論基礎

記憶與遺忘是學習的兩面，一為保留所學，一為遺忘所學。學習是行為建立或改變的歷程，遺忘則是行為消失的歷程。記憶與遺忘兩者永遠成為互為消

長的關係；即一件事情學過之後，記憶越多，即表示遺忘愈少；反之亦然。以學 50 個英文單字為例，一個月後測得，記得其 30 個，表示記憶 60%，遺忘 40%（張春興、林清山，1998）。

一般而言，在學習的過程中，若練習的次數增加，則學習的成績將會提升，如果把學習的次數當做橫座標，學習進步的情形當做縱座標，就可在座標平面上繪出一條曲線，稱為學習曲線(learning curve)。如圖 2-3-2 顯示學習曲線與保留曲線 (retention curve) 的一般形式，左半部為學習曲線，右半部為保留曲線。如果把學習進步的最後階段視為 100% 的學習，以後的練習因不再進步而停止練習，則在一段時間後，學習成效將逐漸減少。通常是時間過得愈久，遺忘量就愈多，學後保留也就愈少，令保留度為縱座標，橫座標為時間，即可繪出一條保留曲線。

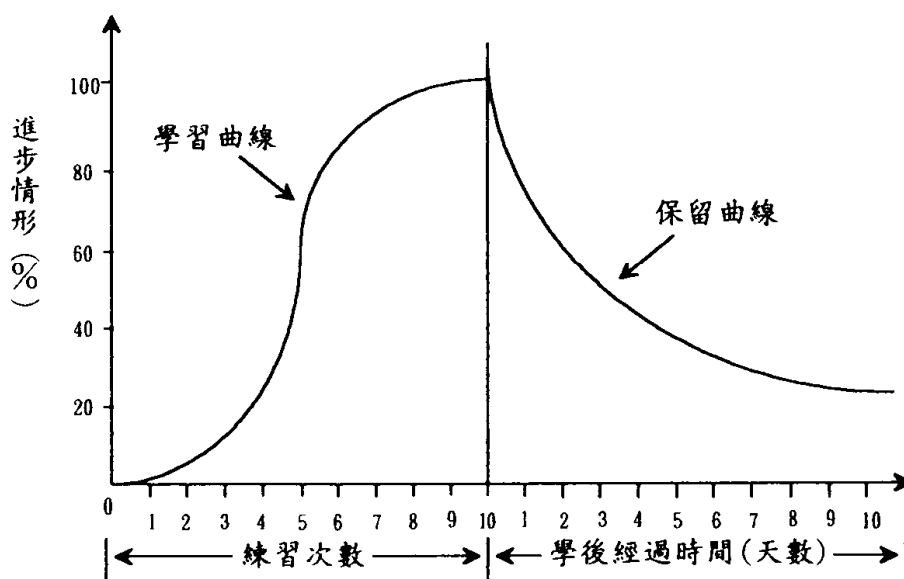


圖 2-3-2 學習曲線與保留曲線 (王克先，1996)

學習的材料愈有意義，愈容易記憶 (黃天中、洪英正，1992)。Ebbinghaus (1985) 在 1985 年以自己為實驗對象研究記憶與時間的關係，他首先學習去記憶 7 個不相關的無意義音節 (none-sense syllables)，直到能連續兩次毫無錯誤的背

出來為止。20 分鐘後，利用節省法為第一個學後保留的測量點。1 小時及 9 小時後再測量，如此完成如圖 2-3-3 所示的遺忘曲線，在最初兩天幾乎成直線下降，遺忘甚速；相反地， McGeoch and Whitley 在 1953 年所得之有意義材料保留曲線，其降落的斜度則極緩慢，如圖 2-3-4 所示，亦即資料愈有意義，保留度愈佳(王克先，1996)。

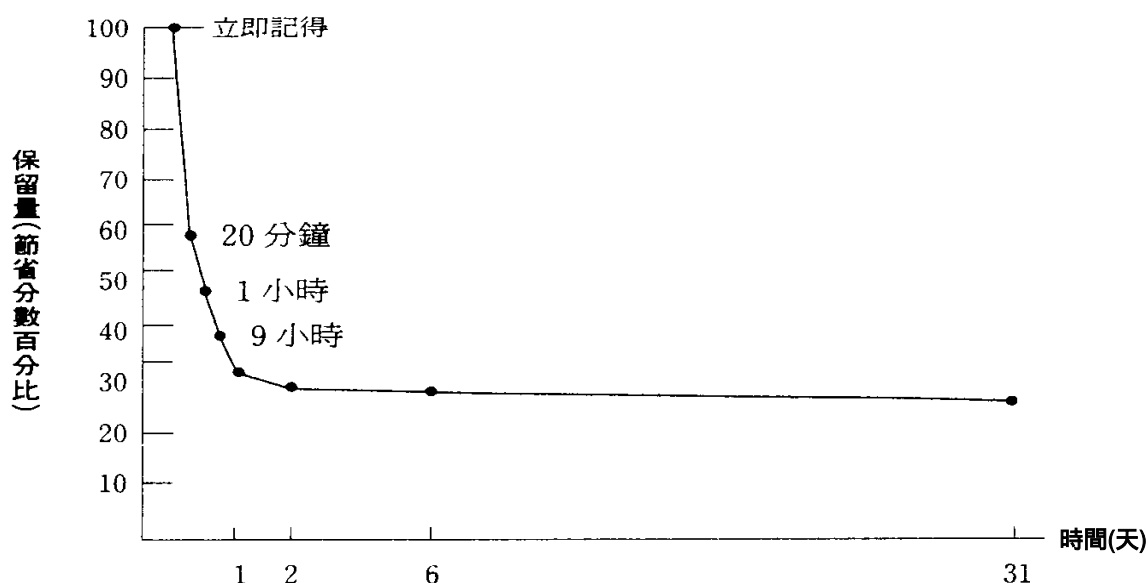


圖 2-3-3 Ebbinghaus 遺忘曲線 (Ebbinghaus, 1985; 鄭伯璦, 1991; 王克先, 1996)

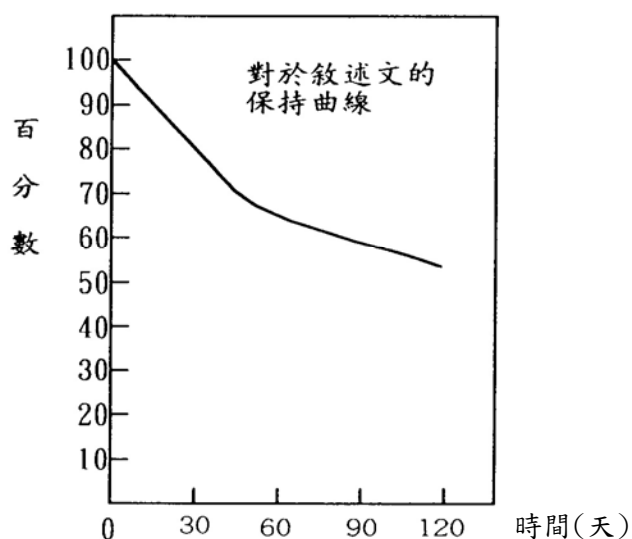


圖 2-3-4 有意義材料的遺忘曲線 (王克先, 1996)

貳、加強學後保留的教學原則

了解以上記憶、遺忘與學後保留三者之間密切關係，更進一步探討如何增進學習者的學後保留，以提高教學效果。一份研究建議早期的練習需要高變化性敏感學習者去做行為上的改變，以及這些觀念能力聯結促進轉換須藉主動適當變換學習策略建構(Stokes, etc., 2008)。因此加強學後保留的教學原則可從以下方面著手(陳李綢、郭妙雪，1998；張春興、林清山，1998)：

一、充實學習活動的意義性

不論是認知或技能方面的學習，只有當學習者覺得有意義，才容易記住不忘。根據學者陳李綢、郭妙雪解釋，意義性就主觀而言，是指在教材上合乎邏輯，文字敘述合乎語言法則。但是，若只具有客觀意義性的教材，仍不足構成有效學習。例如，高中數學無論編製得如何合理，就小學生而言，也是無法學習的，其原因在於缺乏主觀的意義性。至於主觀的意義性係指教材內容深度、廣度與學習者能力、經驗符合的程度，如果學習者對所學事物瞭解越多，學習就越感興趣，學習後自然易於記憶(陳李綢、郭妙雪，1998)。

在學習理論中，行為學派著重刺激(S)與反應(R)關係；認知學派則認為若學習歷程缺乏意義性，即使強迫複習，也無法有效的學習。Piaget 的基模理論就可用來說明教學活動的意義性。另外，就主觀的意義性而言，任何學習活動，必須考慮學習者的個別差異。所以在教學活動過程教師應考慮教材的深度、廣度，依據每位學習者的起點行為分析對新學習的經驗，再予以因材施教、適性發展。

二、加強適當的練習方式

加強適當的練習方式，可從練習程度及練習方式兩方面說明(陳李綢、郭妙雪，1998)。

(一)練習程度

通常練習達到初次出現完全正確地步時，稱為 100%的學習，雖可以代表已經學會了，但極易遺忘，所以在 100%學習後，再多幾次練習，就稱做「過度練習」。但是過度練習是有限的，因為練習次數超過太多時，記

憶效果反而下降，學習者可能會產生厭煩、抵制的心態出現。

一般而言，過度練習的限制是指百分之百的學習後，再增加 50 ~ 100% 的學習就已足夠，再增多即沒有用。總之，學習者在學習活動過程中，其學習動機是否強烈，學習時是否有思考、專注才是重要的關鍵，練習次數越多，相對地並不是那麼重要。

(二)練習方式

練習方式應隨著練習材料的性質、學習者經驗、個性和能力等，加以彈性靈活應用。

1. 就練習時間長短而言，區分為集中練習、分散練習：

一般而言，分散練習效果較佳，因為學習者比較不會疲勞，能維持學習動機，而且學習時不能保證在學習期間的反應會完全正確。所以，分散練習能提供學習過程中錯誤反應，使學習者能有差別運忘的機會，但是仍須依個人情況而定。

2. 就教材長短而言，區分為整體學習、部分學習：

整體學習、部分學習則視教材長短、組織性質、學習者記憶力來決定，亦可交錯使用。例如：教材較短且有系統時，宜採整體法；若教材長且資料零碎，使用部分學習。而當教材較長卻不宜採部分學習時，則先以整體學習取得概念，再以部分學習分段練習，最後將近熟練時，在以整體法貫串統整。至於學習者能力較強、經驗多時，宜採整體學習法。

因此，學後保留的提昇，可從一方面編製合理、有意義的教材以及另一方面加強認知及技能方面的練習著手，本研究就是利用模擬軟體編製實習教材讓學生練習以驗證各項研究假設。

參、CAI 與學後保留

電腦輔助教學與學後保留的關係，可就下列幾個方面來探討（許書務，1985；葉明恭，1996）：

一、就教學方式而言

- (一) 個別化教學：智力高的學習者可以由監視器很快地完成學習，而增強其學習動機，不必等老師在回答智力低的同學而顯得枯燥，降低其學習興趣，因而遺忘就多；智力低者可於監視器上做反覆練習，以達到熟練程度，增進學後保留。
- (二) 不受時空限制：記憶理論強調學習的情境，學習者可選擇適合自己的程度而學習，可增進學後保留。
- (三) 隨時給予測驗，答後立即回饋：CAI 能不定時給予測驗，學習者有思考的時間回答，答錯時要求重新練習，答對時則給予鼓勵，皆有助於學後保留。
- (四) 成就評量沒有主觀因素的干擾：電腦輔助教學是非常具有理性的機具，學習者所受獎賞、不易具有排斥心態，而有助於學後保留。
- (五) 縮短學習時間：依全部學習法和分段學習的觀點，相同的學習，若能在短時間內完成，有助於學後保留。

二、就教學內容而言

- (一) 具有緊密邏輯層次排列的教材：CAI 將教學內容排列成有組織、有意義的教材，合乎記憶原理。
- (二) 內容呈現多變化：CAI 教材的內容及呈現方式具有變化性，並配合以圖形及聲音等，學習者直接看實物或近似實物的東西，其學後保留較佳。
- (三) 課程的發展具有系統性：CAI 系統軟體的發展具有系統性，每個步驟皆以學習者之需求來考慮，對於學後保留有相當大的助益。

肆、學後保留的相關研究

為何強調學後保留？因為它是最直接評鑑學習活動的效果。不過此方向研究不易，而且實驗時間較長，目前研究者整理有關國內電腦多媒體教學與學後保留

的研究多半將焦點放在學習動機的提昇與學習成就的改進上（許書務，1985；葉明恭，1996；莊崇成，2000；孫士雄，2001；李忠勇，2001；許繼德，2001；邱群超，2001；邱惠芬，2003；陳永春，2003；陳明琪，2003；李雅慈，2003；孫碧霞，2004；邱俊宏，2004；周清壹，2004；李美誼，2005；鄭茂堅，2005；曾尹姿，2005；杜建勳，2007；張文菁，2007）。其中張文菁(2007)對40名花蓮縣國小四年級學生為研究對象，進行為期7週，共計20節課的實驗教學，比較「TMCAI結合動機策略教學」（TMCAI為teacher-centered multimedia computer-assisted instruction之縮寫）和「傳統教學」這兩種不同教學方法，對國小學童社會科之學習動機、學習成就與學習保留的影響。其研究結果其中有關學習保留部份接受「TMCAI結合動機策略教學」的學童，在學習保留測驗上的表現顯著高於接受「傳統教學」的學童。同時，研究者整理國內外有關學後保留的文獻如下所示：

- 一、最早對學後保留展開研究之先驅為 Ebbinghaus 在 1985 年以自己為受測者，學習無意義音節，以節省法得到典型遺忘曲線，為開啟研究學後保留之先驅，之後陸續研究測得保持曲線型式皆相近；唯有意義音節的曲線，其下降速率較緩，可見得學習材料愈有意義，其學後保留愈佳(Franz, etc., 2005)。
- 二、學習材料具有熟悉性，能與昔日經驗相聯結，則學後保留更理想，又若材料本身內在的干擾性愈大，保留度愈差。Buxton & Newman 所作研究發現：不同類學習材料的學後保留優於同性質的密集式學習材料(莊謙本，1998a)。
- 三、當其他條件相等時，學後保留隨學習程度成正比例增加。Ebbinghaus 除了實驗出遺忘曲線，也發現以節省法與次數相對繪成學習曲線，幾乎成一直線。此結果亦適用於過度學習(over learning)，即達到所謂滾瓜爛熟的地步，保持效果一定良好。通常，過度學習至少增加 50% 之練習次數，才能達到最佳狀況(Franz, etc., 2005)。
- 四、Underwood (1957)比較學習速度與學後保留的差異，實驗結果發現學習速度與回憶量的相關係數為零，但學習時間與複習時間有正相關，可見學習快，

保持亦多，反之亦然。因為學習快者，其聯想力較強，易把各項結合，記得較多。

- 五、Taylor 曾和同僚對 1966 年到 1973 年止八年間進行 33 個 CAI 做實驗研究，就學後保留而言，CAI 比傳統式教學來得低(莊謙本，1998a)。
- 六、Morgan (1972) 等人以 100 名 7 年級學習者實驗 CAI 在算術的教學效果，其中 50 名學習者施以 CAI 教學，另 50 名則用傳統式教學，結果顯示出 CAI 的學習成效較優，但經過一個暑假後，則兩組學習者學後保留並無明顯差別。
- 七、Karon (1975) 對大學階段的學後保留加以研究，以醫學院學習者為研究對象，兩種教學法無甚差別，且經過的時間越長，在學後保留就越相等(莊謙本，1998a)。
- 八、Tsai & Pohl (1980) 利用大學生進行一系列實驗研究發現，利用 CAI 單獨教學，其學後保留並不比傳統式教學法好。但如利用 CAI 再加上師生的有計劃接觸，則在學後保留上 CAI 比較好。
- 九、Chambers & Sprecher 評述佛羅里達州立大學利用家教式物理 CAI 教學，結果期末考試（應屬長期記憶）的平均成績也高於傳統式教學(莊謙本，1998a)。
- 十、Stice (1987a) 在「Using Kolb's Learning Cycle to Improve Student Learning」一文整理 Socony-Vacuum Oil Company 數據證實，學習者的學後保留百分比重，好似金字塔排列，如圖 2-3-5。當學習者用眼睛看，保留度僅 10%；當用耳朵聽 26%；既說且做則高達 90%，此結構猶如同 Dale (1946) 所提出之「經驗的金字塔」(The Cone of Experience)，如圖 2-3-6，有著異曲同工之妙。

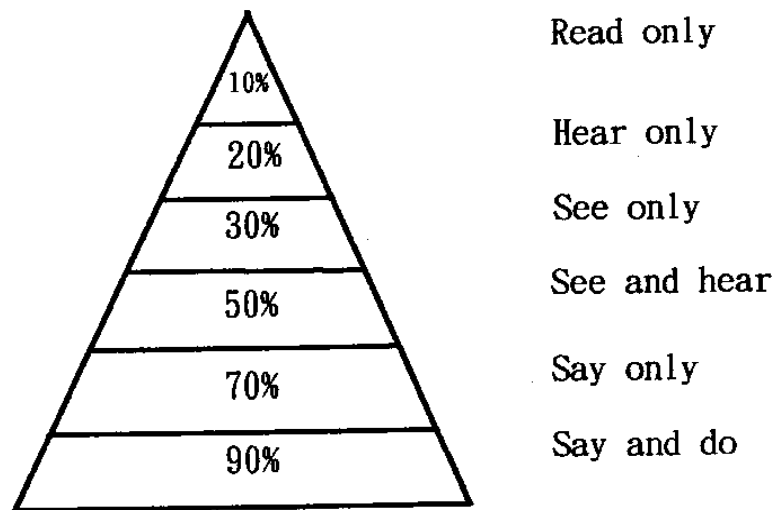


圖 2-3-5 學後保留金字塔 (Stice, 1987a)

Dale 提出的「經驗金字塔」(Cone of Experience)有十層，每層代表不同的經驗。經驗金字塔以「做」、「觀察」、「思考」三個層面說明人類的學習經驗，其中以具體直接的「實作」中最容易獲得（例如動手操作、參觀旅行），其次是「具象」的視聽媒體（例如影像、語音），再其次是「抽象」符號（例如數字、文字、口述符號）。

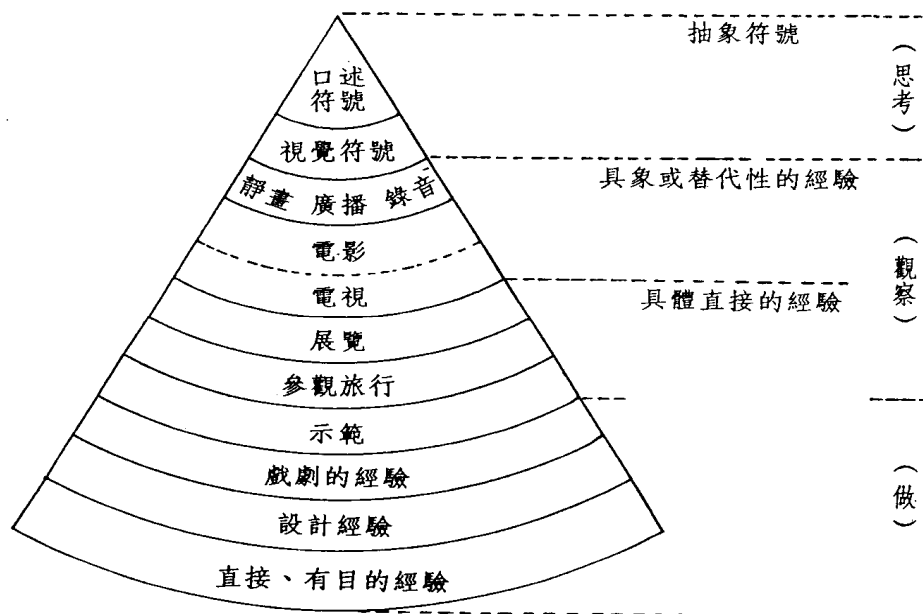


圖 2-3-6 經驗金字塔(Dale,1946)

十一、Elliot & Deweck (1988)實驗證明，使用記憶術(mnemonics)的學習者之學後保留為對照組學習者之兩倍。

十二、Randy (1988)提出四個學習策略：

(一)capture/expand/teach；

(二)read/teach；

(三) read/write；

(四) read

Randy (1988)研究學習成效及學後保留，受測者為 154 名居住在北猶他州之成人志願者，結果在後測及延後測看出，四組實驗組比控制組顯著高出 95% 信心區間(confidence level)。另外，在後測方面，只有第一組 capture/expand/ teach 組證明分數顯著高於其他之組。

十三、國內關於學後技能保留的研究有許書務（1985）及葉明恭（1996）分別以6502微處理機課程為例及數位調變及解調變技術之教學成效及學後保留為題，進行CAI與傳統式教學兩組對照實驗。許氏及葉氏的實驗結果均顯示實驗組的成績顯著高於對照組，許氏在高職受測者部分(公立/私立)及全體實驗結果，實驗組的學後保留較佳；葉氏在學習滿意度方面，實驗組的滿意度顯著高於對照組，不過葉氏所進行的學後保留實驗，兩組均無顯著差異，但實驗得到保留曲線符合遺忘特性。莊崇成(2000)在TINA與EWB在數位電路技術教學的實驗研究中，由連續三週之學後技能保留評量成績的資料分析結果發現，實驗組與對照組在各週的學後技能保留度皆未達顯著差異水準，實驗得到保留曲線不符合遺忘特性。孫士雄(2001)在多媒體電腦輔助教學對問題解決能力、機械製圖學習成效與學後保留之研究中，不同教學分組的受試學生學後保留成效具有交互作用及顯著差異，實驗組(多媒體電腦輔助教學)與傳統組(傳統教學)之學後保留成效具有交互作用及顯著差異。研究結果如下：

(一)不同教學分組與學後保留測驗間交互作用具顯著水準。

(二)三次學後保留測驗間具顯著水準。

(三)不同教學分組學生之學後保留度分別具有差異。

孫士雄(2001)其研究結果與許書務(1985)之研究相近，且整體顯示學後保留以實驗組之學後保留成效較佳，亦即學後保留度較持久。

十四、Pyle(2001)等人以全部法與分段法學習 240 行詩，實驗結果為全部法(431 分鐘)比分段法(348 分鐘)節省 83 分鐘，約占全部時間 20%，因為容易掌握材料意義、層次結構的完整性，故比較有利，若段落有完整結構與意義，則部分法為優，因此端看學習材料性質及學習者條件而定。

十五、Fairbrother & Shea (2005)在汽車技能學習研究中兩次實驗調查單一提示在立即及延後保留的學習成效，第一次實驗在一個工作順序中提示一次對於學習成效是否有所幫助，結果顯示立即的學後保留有效只有在一開始的一個提示對於學習成效有所幫助；第二次實驗增加了 24 小時後的延遲保留度測驗去檢視提示對於長期成效是否有差異，結果顯示單一提示與多重提示的工作比較並非有效學習保留先決條件，而是有效學習保留在於適時的提示而非不適時多次的提示。

十六、Ertl (2007)調查美國威斯康辛東南郊區中學 132 位七年級學生打字技能的學後保留度及五年級學生打字技能的學習成效，此研究係在 2004-2005 年對於五年級學生九週的打字課進行技能的學習成效評量，並在二年後對於這些學生進行學後保留度評量。結果指出在 t 檢定.05 誤差範圍內有打字速度每分鐘 20 字或更高的五年級學生與二年後成為七年級學生的打字速度成績有顯著差異；而打字速度低於每分鐘 20 字的五年級學生與二年後成為七年級學生的打字速度成績沒有顯著差異。該研究建議當學生達到每分鐘 20 字或更高的打字成績，他們打字技能獲得或保留度就很高，同時該研究指出平均打字速度增加的學生於二年內使用電腦的次數為正相關。

十七、Fitzpatrick; Al-Qarni & Meara (2008)研究指出 L1 階段的英文的講說需要 300 個字彙單元每天 15 個字彙的記憶於 20 天一個階段。學習期間接受立即

與延遲的單元及知識產出的測驗，但證據歸納知識產出的記憶是暫時的，研究考慮因素可能影響字彙的學後保留及獲取，可以使用矩陣分析方法去做長期推測字彙的獲得。

十八、Hilte & Reitsma (2008)研究指出荷蘭 2 年級學生在學習拼寫技能之前測、後測和保留測驗的比較，顯示有額外音節的暗示沒有顯注差異在正常拼寫口述之外的重大改善。並且視覺預覽是最有效與訓練比較其他的學習方式。研究結果建議具體知識可能經過對正確信件樣式的呈現，有效地改進在拼寫的訓練期間及特殊用字表示法的持久的改善，至少維持 5 個星期。

十九、Prentice (2009)研究指出在 Miami-Dade College 服務學習(service-learning)的影響在發展階段的學生的成功及其學後保留，表現在知識獲得、課程通過率及在班上與學期間的學後保留高於非服務學習(nonservice-learning)的學生。

對照 Stice (1987b)提出的「學後保留金字塔」(retention pyramid)，美國及日本均曾探討利用不同學習方式之學後保留。當學習方式以視覺/聽覺/視覺和聽覺三組比較，研究結果顯示，僅用視覺的效果平均有 83%，僅用聽覺的話，只有 11%。三小時後的學後保留，視覺有 70%，聽覺為 60%，但如果視覺和聽覺並用的話，則有 85%的學後保留。三天之後，視覺為 35%，聽覺為 15%，視、聽覺一起則為 75%，表 2-3-1 即其結果所示。另有一份摘自李進寶 (1983b) 引用日本職訓局編的「指導理論與實際」一書同上面實驗調查得到的結果，如表 2-3-2。

表 2-3-1 美國人視覺、聽覺的學後保留度 (李進寶, 1983a)

學後保留度	視覺	聽覺	視覺與聽覺
當時學後保留度	83 %	11 %	90%
三小時後學後保留度	70 %	60 %	85 %
三天後學後保留度	35 %	15 %	75 %

表 2-3-2 日本人視覺、聽覺的學後保留度（李進寶，1983b）

學後保留度	視覺	聽覺	視覺與聽覺
三小時後學後保留度	72 %	70 %	85 %
三天後學後保留度	20 %	10 %	65 %

綜合以上所述，欲提高學後保留度，可從以下四點方向著手：

一、教材內容加強意義性

由前述文獻探討可知：生動、活潑的教材，不僅吸引學習者主動學習，更有助於持續學習成效。而教材內容愈有意義，愈容易記憶，更有助於學生學後保留度的提昇。

二、教材呈現方式多元化

由表 2-3-1 與表 2-3-2 可知，視覺加上聽覺的效果顯著高於單一感受，而多媒體 CAI 比文字書籍迷人之處，就是給予學習者文字、圖片、音效、人聲、影像、動畫、音樂多種媒體的訊息傳遞。例如空中英語教室、大家說英語等語言教學光碟，風行的原因正是善用多媒體 CAI 的優點。因為不僅使學習者有更多學習管道(文字、錄音帶、多媒體光碟)，聲光互動多媒體的刺激更加深印象、另外加強多元化反覆的練習，亦可提高學後保留度。

三、教學方式重視互動及回饋

良好的雙向互動是有效教學的基礎，亦是教學理論極重要的教學策略。適當的回饋可以反應學習者的學習成效及改進教學的參考。例如作業、評量的設計等都屬於教學方式的實用技巧。

四、實習教材加強技能操作

由 Stice 提出之學後保留金字塔，證實學習者如能親自動手操作的學習，較只用眼、耳的學習，其學後保留度更加理想。

伍、學後技能保留度的測量方法

技能的學習與知識的學習都具有衰退的特質(retrograde)。只要停止學習一段時間，以前所學的就會逐漸淡忘，技術逐漸不靈光。因此，在技術教學上也有學後保留度(learning retention)測量的必要。通常以喚起記憶(recall)、重新辨認(recognition)與重新學習(relearning)三種方式加以測量(Kerr, 1982; 莊謙本, 1998b)：

一、喚起記憶

亦稱為「回憶法」，技術性動作的保留度測驗最常做的方式就是“再做一次”。如同認知領域中“再做一次”一樣。由於測驗時只檢查是否做對(hit or miss)，所以這種方式是最不精確的方式。譬如更換一個電阻器，若只問是否拿對同值的電阻器，而不問是否銲接良好，則其技術的程度尚無法精密測量。

二、重新辨認

利用選擇題(multiple choice)進行測驗；可以使受試者辨認何者最正確。每一個答案可能都含有一些暗示，為要使受試者辨認在某種狀況下應作的最佳決定。例如給予五個不同誤差值的電阻器，而要受試者決定在該電路中應使用的正確電阻器。這種方式可以測驗出受試者在以前的訓練中所學習的電路理論與實作是否仍在記憶中。故障礙檢修測驗以多重選擇方式實施，可以看出受試者檢修故障的邏輯判斷能力。若其操作的步驟不完全正確，則可表示其技術保留度已有衰退現象。

三、重新學習

當喚起記號與重新辨認都測量過了，而受試者的成績為零時，為了保留原有技術必須重新測量，就稱之重新學習法(relearning)。Ebbinghaus 就是當年利用此法得到典型遺忘曲線，亦稱節省法(saving method)，即觀察新學習比原學習所節省的時間或練習次數。在西元 1906 年測驗學家 Swift 即實驗過打字的速度。他發現英文打字需要 55 天，學會後如果都不打字，兩年以後重新學習則只需 11 天即可學會。意即為一次訓練所留下來的技能，仍然對以後的再訓練有幫助(Franz, etc., 2005)。

根據這種技術保留的實驗，有些教育學者就主張「測驗—再測」(test—retest)的方式以促使技能更熟練。特別在奧運會的各项競技活動中，選手均是一再練習，一再受測，所以能有熟練的表現。目前先進國家所用的技能考驗制度就是為了提高技能水準而制定。

本研究為數位電路技術的教學實驗，在學後評量結束後，將繼續三次的學後保留度認知及技能評量，每次評量時間間隔二週(亦即間隔十四日)，但不事先告知下一週將要再做測驗。評量內容為技能的操作，所以評量目的設計並非選擇題或是非題。由上述文獻分析可以發現，過去有關於學後保留的研究大都偏重於認知領域，在技能領域的學後保留研究則較少見。本研究的學後保留度計算方法，主要依據學習者的操作準確度及操作速度，其學後技能保留度的計算式如下：

$$\text{學後技能保留度} = \frac{\text{後測之每隔二週技能評量成績}}{\text{後測技能評量成績}}$$

陸、結語

本研究為加強學生學後保留度的教學，教學原則著重：一、充實學習活動的意義性；二、加強適當的練習方式(陳李綢、郭妙雪，1998；張春興、林清山，1998)。上課方式除了維持傳統動手操作技能的教學之外，教學活動設計安排 TINA 組採用「TINA Pro」電腦模擬輔助之教材教法，與 DB 組採用「數位麵包板」電腦模擬輔助之教材教法，並輔以相關電腦輔助教學單元的實施，以符合上述兩項教學原則，來探討學生學後保留度之差異情形，尤其是技能保留度這方面的分析。

第四節 數位電路技術教學

本節就數位電路的意義、技術教學的意義、技能的學習特質、電子電路技術教學之特質及數位電路技術分析等方面，分述如下：

壹、數位電路的意義

電子電路 (electronics circuits) 依電子信號分類，可分為類比電子 (analogue circuits) 及數位電子 (digital circuits) 兩大範圍。一般 RLC 線性電路、整流電路、穩壓電路、放大電路、濾波電路、振盪電路均屬於類比電子 (analog electronics)。數位信號與類比信號都是隨時間而改變的量，差別在於數位信號是不連續的、數位式的；而類比信號是連續的、指針式的。例如電子錶的數位顯示。數位信號的電路裝置，即為數位電路 (digital circuits)，邏輯電路 (logic circuits) 或數位電子 (digital electronics)。邏輯閘、解碼器、多工器、正反器、暫存器、記憶體均屬於數位電路的一部分。

貳、技術教學的意義

瞭解技術教學的意義之前，先探討技術層面的涵意：

一、技術能力的組成要素

技術 (technology) 是一個複合名詞，事實上技術是由「知識」與「技能」 (knowledge and skill) 的綜合表現。根據學者 Novak & Gowin (1984) 的分類，可由圖 2-4-1 清楚瞭解完整的輪廓。至於技能又可分為心智技能及動作技能，說明如下 (莊謙本，1996)：

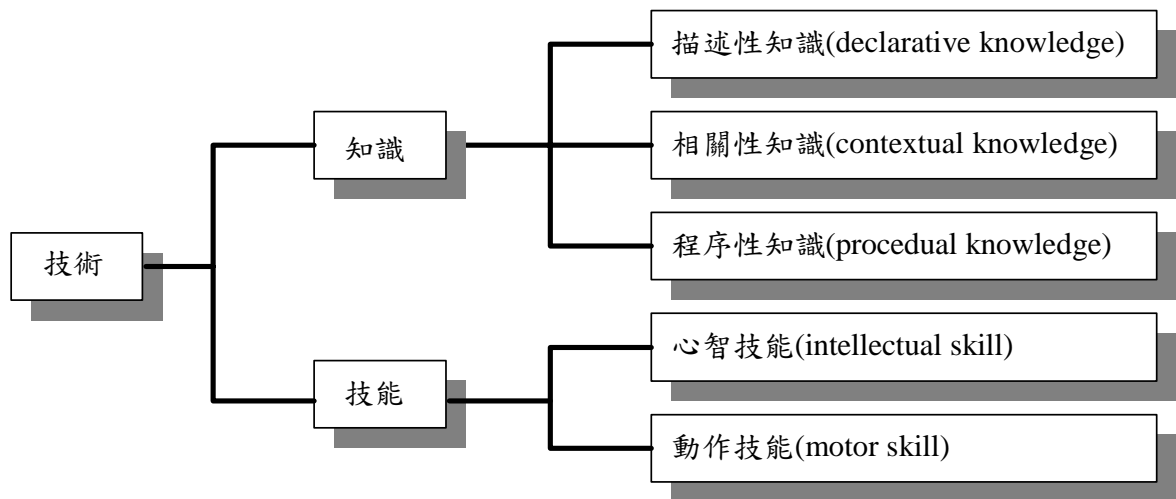


圖 2-4-1 技術的組成要素 (Novak & Gowin, 1984)

(一) 心智技能(intellectual skill)

心智技能如同著名瑞典認知發展學家 Piaget 所指之具體運作(concrete operation)及形式運作(formal operation)之能力。在工作中心智技能是指對於問題解決方法、解決步驟、使用器具設備材料之選擇，乃至於策略研擬等之運思能力。

(二) 動作技能(motor skill)

由身體動作所表現的技能。動作技能的基本要件是，配合適當的時間出現適當的動作；所謂手眼和動作熟練，即表示動作技能。動作技能包括身體運動的技巧以及各種工具的使用。

二、技術能力的層次

熟練操作的特徵，是其操作或動作是可以觀察的外顯活動，其執行的速度、精確性、力量或連貫性均可以測量。技能層次由高而低分為：

- (一)發掘問題、規劃方案。
- (二)提出解決問題之方法。
- (三)依照方法從事工作。

因此，技能的適當詮釋是「具有目標導向、適當組織、有意義，且可由練

習獲得的能力」(莊謙本, 1998b)。在從事技術教學時, 除了重視認知方面的知識傳授, 更要重視技能方面的操作熟練。

綜合以上所言, 技術教學(technical instruction)的適當詮釋是一種能把某種技術傳授給學習者的教學活動。它的教學活動包括知識與技能的練習, 藉著有系統的科學規畫使學生在思想與操作上切配合, 而學得處理某種產品的程序, 它不是「純知識」也不是「純技能」的教學, 乃是融和「知識」與「技能」的教學, 而有較大的比例在「操作性技能」(manipulative skills)的學習(莊謙本, 1998c)。

參、技能學習的特質

前述技能的本質含心智技能及動作技能, 因此技能學習的內涵, 應含有認知心理學的理論精神。張春興、林清山(1998)在探究動作與技能學習的議題時, 從「技能的複雜度」、「認知期的長短」與「動作的變換性」等三個方向, 闡釋「技能」與「知能」的相關性(李堅萍, 2000):

一、技能的複雜度

「技能內容愈為複雜或技能所需動作組成愈須精確、快速的特質時, 技能的學習與心理知能則愈為相關」, 如學習騎腳踏車的技能與學習駕駛汽車的技能, 便因技能複雜度的不同, 需求不一樣的認知心理知能能力。

二、認知期的長短

「技能學習初期的認知時程需求愈長, 技能的學習與認知心理知能愈為相關」。例如田徑類的運動技能屬於較短認知期的技能; 維修機器設備則需要有較長的認知期時間, 才能訓練技能。

三、動作的變換性

「技能的動作組成, 愈具有單調死板的機械化特質時, 愈易受技能純熟到成為習慣的影響, 而形成連串固定順序展現的形式, 甚至可以成為幾近天賦反射形式的動作, 不假思索, 立即反應, 與心理的相關性便降低」; 反之, 「技能

愈須因應情境變化而變換或調整動作組成時，技能的學習與心理知能便愈為相關」。

技能學習的主要目的就是培養操作及熟練的技術能力。一份研究發現廣度基礎的學習猶如應用在高中教室裡不會出現提供學生任何的助益在他們進入大學預備科學課程前，雖然它在標準測驗能提高分數，因而探討教授內容的深度及廣度是教師互為共同的課題(Cavanagh, 2009)。而技能學習從完全陌生到會做再到熟練，通常要經過認知、定位和自動等三個階段(張春興、林清山，1998)，分述如下：

一、認知期

在認知期內或是經由教師的講解示範，或是經由自己按照說明書或手冊的指引，必先對所學技能的性質要點及注意事項等，從事分析和瞭解。學習者由認知而學到每個正確的動作，而後再進一步練習，串連起整個技能所需的全部動作。

二、定位期

定位開始時，先把學習正確的每個分立的動作單元連結成為較大單元，而後再把各個大單元連結成為整體。換言之，由於多次練習的結果，學習者所學得一連串分立動作，變成固定不變的反應組型。

三、自動期

技能學習經過上述動作定位連鎖化的歷程之後，再經專精或長期訓練之後，其動作的配合已不再需要包括多少認知的成分，而成為固定不變的習慣，自此技能才算熟練。

另外蔡錫濤(1995)歸納出技能學習有以下二項的特質：

- 一、以技能為中心的學習活動，亦應有認知及情意的學習相輔才能成就其功。
- 二、為了熟習某項技能，適度的練習是必要的。

李堅萍(2000)則歸納出技能學習的以下特質：

- 一、愈高階層技能的學習，其內涵愈複雜；愈低階層技能的學習，其內涵愈簡

單。

- 二、技能的內涵愈為複雜時，技能的學習與認知心理知能愈為相關。
- 三、愈低階層、由愈多反射動作組成的技能，認知心理知能的重要性愈低；愈高階層、愈須因應情境變化的技能，認知心理知能的重要性愈高。
- 四、愈複雜內涵技能的學習歷程，其所含有各成份動作的比例與重要性，在學習歷程中並非都處於最多量與最重要的地位，而是呈持續變化狀態。
- 五、技能的學習歷程中，技能起點行為高的學習者，不必然有較高的技能學習成效。
- 六、高階層技能學習的內涵，植基於低階層技能的學習。
- 七、技能的學習，必然符合由低階層至高階層的次序性。
- 八、有別於人類天賦即已具備、由平滑肌伸張收縮所組成的反射動作技能，只有由大腦意志控制指揮做動作的橫紋肌動作技能，才是教育與訓練可以與應該著力的對象。
- 九、技能學習的內涵，不止外顯的肢體動作表現而已，尚有複雜的內在心理活動。
- 十、人類的技能，可以經由長久訓練或練習的歷程，成為幾近天賦反射動作的精熟展現程度。

瞭解有關技能學習的特質，有助於技術教學的設計與實施。以下繼之探討電子電路在技術教學的特質。

肆、數位電路技術教學之特質

由於數位電路技術教學之特質屬於電子電路技能教學範疇，莊謙本(1997a)認為電子電路技能相較其他職類之技能，具有下列四項特質：

一、所需相關知識較多

電子電路教學不能只讓學習者按圖施工，而需先瞭解電路原理後施工，才有教學成效。由於電子元件種類甚多，所處理的信號變化也多，所以在技術教

學時仍需顧及相關知識，使學習者知其所以然。

二、實驗變化多

電子電路技術在信號處理上而言，要達成某一目的信號的手段可以有多數個。因此，可用設計教學法讓學習者發揮創意。此外，由於輸入、輸出之間可能干擾，所用零件、儀器可能有誤差，所以變化情況多，實驗過程可以學到的技能種類也較多。

三、容易以公式表示輸入輸出關係

電子電路可以根據電子學公式計算輸入輸出的關係，因此容易驗證，也容易以軟體程式描述，每一測試點該有之波形均可由公式算出。

四、故障檢修儀器工具多

電子電路故障可用檢修儀器、工具種類較多，主要由於長期發展的結果。因此，教學時需告訴學習者所要使用工具、儀器，以能對症下藥。

伍、數位電路技術分析

針對以上架構部份將數位電路的能力分析如下：

一、知識部份：

在數位電路的應用中，可區分為組合邏輯電路(combinational logic circuit)及順序邏輯電路(sequential logic circuit)兩大類，以下說明之：

(一)組合邏輯：組合邏輯是數位電路的基礎，包括數字系統與數碼、邏輯閘、布林代數與邏輯化簡、組合邏輯應用電路等。常見的算術電路及編解碼電路均屬於組合邏輯範圍。

(二)順序邏輯：與組合邏輯最大差別，就是在於順序邏輯多了儲存元件的回授路徑；也就是說，輸出狀態受前一輸入狀態的影響，”時間”變成一項很重要的系統因素，示意圖如圖 2-4-2。常見的門鎖電路及計數電路均屬於順序邏輯範圍(陳俊勝，2005)。

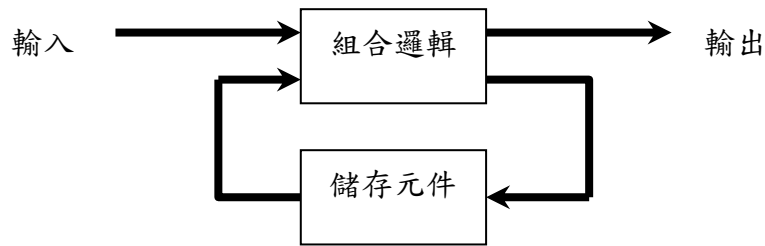


圖 2-4-2 順序邏輯示意圖 (陳俊勝, 2005)

數位電路能力分析之知識部份，係參考莊謙本(1997a)整理之數位邏輯知識內涵分析表如表 2-4-1 所示，並作為本研究的學後測驗與學後保留之認知評量依據。

表 2-4-1 數位邏輯知識內涵分析表(莊謙本, 1997a)

序號	單元名稱	內涵
1	數字系統與電腦碼	十進位、二進位、八進位、十六進位、BCD 碼
2	邏輯閘	AND、OR、NOT、XOR、NAND、NOR
3	布林代數與邏輯化簡	布林運算式、第摩根定理、布林運算式的化簡、卡諾圖
4	組合邏輯	加法器、減法器、比較器、解碼器、編碼器、多工器、解多工器、同位電路
5	序向邏輯	閃鎖、正反器、計數器、暫存器、記憶體、同步、非同步

二、技能部份：

數位電路能力分析之技能部份，是以能力本位(competence-based)為基礎，參考文獻及專家討論而得之數位邏輯技能內涵分析圖(莊謙本, 1997a)，如圖 2-4-3 所示，並作為本研究技能評量的學後測驗與學後保留之依據。數位邏輯技能內涵分析，在數位邏輯技能的職務(Duty)分類方面，包括六個類別：(一)辨認及選用電子零件、(二)使用手工具及量具、(三)裝配、(四)使用電子儀器、

(五) 測試、(六) 檢修。各項職務又可區分為各種能力 (competencies)，以第五項測試就有 5-1~5-4 項，分別是測試電壓、電流、波形、頻率及週期等技能。在實施數位電路之技能評量時，就特別著重測試波形、頻率及週期等技能。

	← 職務 (Duty)				→ 能力 (competence)			
(一) 辨認及選用 電子零件	1-1 辨認及選用 焊錫	1-2 辨認及選用 電路板	1-3 辨認及選用 插頭及插座	1-4 辨認及選用 電阻器	1-5 辨認及選用 電容器	1-6 辨認及選用 變壓器	1-7 辨認及選用 開關	
	1-8 辨認及選用 二極體	1-9 辨認及選用 電晶體及場 效電晶體	1-10 辨認及選用 導線	1-11 辨認及選用 連接器	1-12 辨認及選用 麵包版	1-13 辨認及選用 積體電路	1-14 辨認及選用 顯示器	
(二) 使用手工具 及量具	2-1 使用電烙鐵	2-2 使用鉗子	2-3 使用吸錫器	2-4 使用電鑽	2-5 使用起子	2-6 使用量表		
(三) 裝配	3-1 查閱元件資 料手冊	3-2 選用電路圖 的零件表規 格	3-3 製作印刷電 路基板	3-4 對照電路圖 和印刷電路 相關位置	3-5 裝置元件到 印刷電路基 板	3-6 焊接電路	3-7 裝置固定面 板零件，配 線及綁線	
(四) 使用電子 儀器	4-1 使用三用電 表	4-2 使用函數信 號產生器	4-3 使用電源供 給器	4-4 使用示波器	4-5 使用計頻儀	4-6 使用電晶體 測試表	4-7 使用積體元 件測試器	
(五) 測試	5-1 測試電壓	5-2 測試電流	5-3 測試波形	5-4 測試頻率與 週期				
(六) 檢修	6-1 查閱維護說 明書	6-2 查閱電路	6-3 區分系統方 塊圖	6-4 分析電路圖	6-5 確認主要元 件位置	6-6 檢查零件狀 況	6-7 依據電壓測 量結果找出 故障元件	
	6-8 依據電流測 量結果找出 故障元件	6-9 依據頻率測 量結果找出 故障元件	6-10 依據波形測 量結果找出 故障元件	6-11 更換元件	6-12 試用與調整			

圖 2-4-3 數位邏輯技能內涵分析圖(莊謙本，1997a)

陸、結語

本研究係探討電腦模擬軟體輔助技術教學之學後保留度，實驗教材配合現行高工控制科二年級課程「電子電路實習」之「數位邏輯」單元，實驗工具選擇電腦模擬軟體「TINA Pro」及「數位麵包板」，教學內容屬於數位電路技術教學之領域，故教學單元安排上係根據莊謙本(1997a)整理之數位邏輯知識內涵分析表(如表 2-4-1 所示)，做為技術教學之理論依據。在技術教學的過程中融和「知識」與「技能」的教學，並安排較多的活動在「操作性技能」(manipulative skills)的學習上，以符合上述文獻探討技術教學的特質與原則。

第五節 電腦模擬軟體輔助教學

本節就電腦輔助教學(CAI)的意義與沿革；CAI與教學之關係；多媒體 CAI；電腦模擬軟體輔助教學；多媒體輔助技術教學 五個層面，逐步加以說明。

壹、電腦輔助教學的意義與沿革

一、電腦輔助教學的意義

電腦輔助教學(CAI)，亦有人稱為電腦輔助學習 (CAL)，是結合電腦科學、專業技術及教育理論的科技性教學法。林炎旦(2000)認為 CAI 係指運用電腦來幫助學生來幫助學生學習，其協助的方式，是在教學過程中直接使用電腦來呈現教材，並且以交談的方式為每個學習者提供和控制個別化的學習環境。至於 CAI 課程的編製，除了需要課程軟體(courseware)撰寫教材程式；更重要的是精彩的課程內容，這就需要該學科的專業素養及教育理論的密切配合，例如目前風行的英、日語教學 CAI，除了依照學習者程度設計語言教材，更要設計互動式的即時問答，達到學習評量的立即回饋。Rubenstein, Rheta N., Ed.(2004)認為教學是一持續努力包含了無數的決定，而 Schwarz (2008)等人亦指出教師使用多元化教材達到有效的教學，一份綜合分析研究比較電腦應用的效果指出包括 CAI、電腦模擬與網路學習有效程度(effect size, ES)對於受測的台灣四十八位國小學童值為 0.449，此結果證明電腦應用學習的效果較傳統學習為佳(Liao, Yuen-kuang Cliff, Chang, Huei-wen & Chen, Yu-wen ,2008)。故運用 CAI 多元化教材進行教學，是教師做為教學的決策與方法之一，亦是現代人快速學習各項知識及技能很好的利器。

二、CAI 的沿革

關於 CAI 的沿革，整理諸多學者相關文獻，大致都同意 CAI 歷史可從教學機(teaching machine)的發展談起。早在 1924 年，Pressey 發展出一套簡易的出題機器，節省出題時間。後來根據教育心理學家 Thordike 的學習理論，加以

改良出一套能依照預定順序呈現教材的教學機。繼之個別化教學的思潮，以及行為學派心理學與編序教學(program instruction)等影響，Skinner (1968)進一步研發以編序教學為基礎的教學機，以及增強(reinforcement)作用的安排。隨後，Crowder 修正 Skinner 的設計，發展出「分支式」(branching)的教材呈現方式，根據學習者學習的錯誤，給予適當的補救教學。此型教學機可說是 CAI 的前身，而 Skinner 的線性程式及 Crowder 的分支式程式的設計理念，也成為早期 CAI 的基本設計模式(朱則剛，1994)。

值得一提，PLATO(programed logic for automatic teaching operation)與 TICCIT(time-shared interactive computer controlled information television)兩大系統是在 CAI 發展史佔有極重要的地位。前者於 1960 年代由美國伊利諾大學電腦教育研究室發展而成，就是採用分支式設計，內容包含了中、小、大學各類的學科，至今仍繼續推廣各學科並與世界各國分享 (Rahmlow, Fratini & Ghesquiere, 1980)。後者於 1970 年代 Mitre 公司與 Brigham Young University 共同發展，不同於 PLATO 之集中式(centralized)系統，使用分散式(decentralized system)系統，彩色電視機為輸出設備媒體。它的特色主要在於其課程組織架構是以規則(rule)→例證(example)→練習(practice) 的順序呈現(李世忠，1992)。它可以進行多人同時學習的個別化教學 (Merrill, Schneider & Fletcher, 1980)。

1978 年 Apple II 及 1981 年 IBM 個人電腦的出現與後來的普及，對 CAI 的發展與普及影響甚鉅。從此以後，大部分的 CAI 軟體的執行環境均以個人電腦為平台。1984 年 Apple 公司推出 MAC 個人電腦，導致 mouse 的流行，人機介面及視窗的運用受到重視。除了個人電腦的發展日益精進外，編輯工具的發展也一日千里，這些環境均是促使 CAI 蓬勃發展的有利條件(何榮桂，1997)。到了 1990 年代，由於網路與多媒體(Multimedia)的快速進展，使得電腦普遍進入各個教學領域。另有遠距教學系統 DCAL (distance computer assisted learning)，係利用電腦網路或電信網路進行遠端教學 (Hiltz, 1994)，過去十五年已看出顯著增加科技應用在教育上，我們很難想像現在教師教學沒有網路、課

程管理系統、微軟 OFFICE、e-mail 及其他的資訊科技的應用進行教學(Maloney, 2007)。

根據莊謙本(1998a)的分析，電腦化教學系統所用的教學軟體大多數針對語言，數學、物理或幾何觀念，生物醫學的知識而設計。電腦教育學家所著重的也大多在「認知領域」的訓練。對於「技能領域」的教學，僅以「模擬方式」(simulation)進行訓練。甚少有人將電腦與學習對象物品直接連接起來，進行電腦化教學。早期寓教於樂的遊戲式電腦輔助教學軟體，例如 LOGO 教學系統。將小烏龜的動作，同時繪出其行走的軌跡圖形，對於訓練小學生的空間概念頗有成效 (Papert, 1980)。其他如 Big Tank 坦克玩具，IEEE 電腦鼠迷宮競賽等均為電腦化遊戲教學系統。

在工程教學方面，早期開發的教學軟體大多為模擬式系統軟體，用來取代價位昂貴的實體訓練器材。例如：蒸氣鍋輪(steamer)系統的操作，將各控制點的信號呈現電腦螢幕上，操作員先進行模擬控制試驗，然後到現場進行實地控制 (Hollan, Hutchins & Weitzman, 1990)。又如 Electronics Workbench 電子電路訓練軟體，可在電腦螢幕上學習電子電路的設計，熟悉之後才正式以電子零件組裝電路 (Interactive Image Technologies Ltd., 1991)。此種融和 PSPICE 與 ORCAD 的電路繪製與測試系統在繪圖訓練上也頗為實用。Lab-Volt 公司所推出的一套電子電路故障檢修系統軟體 F.A.C.E.T 教學系統，就由學習者、系統軟體、及硬體電路三者，以互動方式組成完整的電子電路技術教學系統 (莊謙本，1998a)。1996 年美國 DesignSoft Inc. 公司發行第四版「TINA 互動式電路分析系統」，係為 Windows 作業系統之電腦輔助教學軟體，使用下拉式選單(menu-driven)及滑鼠操作，並不以有對話框協助學習者，人機界面之親和力及互動性較 F.A.C.E.T 系統進步。該軟體近年更增加功能與更新發行「TINA Pro」版本，功能更強更穩定。本研究即是以此套「TINA Pro」作為技術教學 TINA 組教材，並選取「數位麵包板」作為技術教學 DB 組教材。

貳、CAI 與教學之關係

Kock (2006)等人認為資訊技術(IT)與非資訊技術(non-IT)教學的連結運用主要的觀點在於增加更多實境課程教學的成效，尤其是在特殊資訊產業的應用方面。由於 CAI 是一教育的概念，其目的就是要實行教學(instruction)。教學是指由人類(教師)或機器(如電腦)提供促使學生學習的活動歷程，此種活動旨在使學生之知識或技能產生較為持久性的改變(何榮桂，1997)，又由於 Bekerman(2006)等人主張在地學習(Learning in Places)，在不同場域中可以獲得非正式學習與教育的潛在學習轉移為教育的想法。因此，運用 CAI 在不同場域進行教學活動是學習進展的函數，是設計 CAI 的基石。以階段來分，一個完整的教學歷程大抵包括：呈現訊息(presenting information)給學生，引導學生(guiding the student)學習，透過練習(practicing)強化所學的知識或技能，以及評量學生的學習(assessing student learning)成效(Alessi & Trollip，1991)。此四個步驟之關係可用圖 2-5-1 表示之：

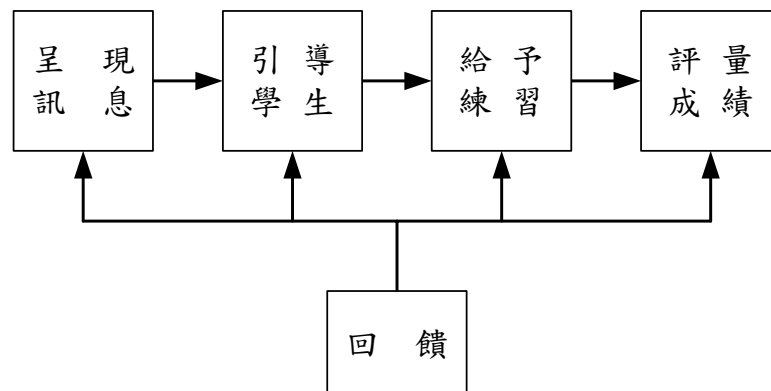


圖 2-5-1 教學歷程關係圖(何榮桂，1997)

Alessi & Trollip (1991)兩位提出的教學歷程關係圖，強調學習要隨時提供回饋，才能構成一完整的教學活動。Debevec, Shih & Kashyap (2006)研究也將學生分類觀察運用資訊技術教學與傳統課堂教學，二者學習成就與班級參與的差異。如同一般學校上課除了老師授課，也要注意學生的反應修正進度及內容，並適時實施學後評量，例如口頭問答或各式測驗，瞭解學生的學習成效。常見 CAI 的設計模式有教導式(tutorial)、模擬式(simulation)、練習式(drill & practice)、測驗式(test)

及遊戲式(game)、發現式(discovery)、問題解決式(problem-solving)，設計理念也大多符合以上教學歷程，重視引起動機、互動學習、充分練習和及時回饋。

根據何榮桂(1997)的研究，目前 CAI 為了達到教學目標，一個 CAI 中通常以兩種或兩種以上的模式來表現，結合教導式與練習式在同一個 CAI 軟體中即是一個典型的例子。蓋因呈現訊息與重覆練習在教學歷程中係連續的階段，因此，結合測驗式、教導式與練習式等多種模式於 CAI 中也是常見之設計，如圖 2-5-2 所示(何榮桂，1997)。

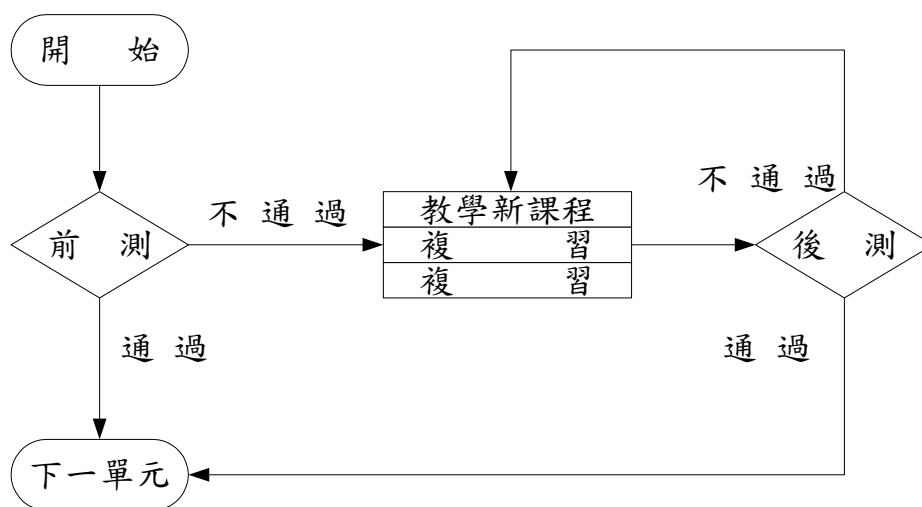


圖 2-5-2 教導式、練習式與測驗式 CAI 的關係(何榮桂，1997)

本研究使用之「TINA Pro」與「數位麵包板」兩套軟體，本身就具有模擬CAI的教學效果，但是對於鼓勵學生更深入說明與更積極回應；並設身處地站在學習者的角度來思考及感受問題；當學生有優秀表現時，給予學生增強，不僅可鼓勵學生的行為及態度，更可激勵團體氣氛。因此，教師角色並非以電腦可以取代的。未來電腦多媒體教學的發展，是利用電腦作為教學的媒介，來進行輔助教學，以幫助學生學習的一種教學方式，它是用來輔助一般正式教學之不足，而不是用來取代一般正式教學。根據研究者所參考文獻（Chang, 2002；林智煌，2005；張文葉，2005；曾文章，2005；曾尹姿，2005；顏欣如，2005；Coleman-Martin, Heller, Cihak & Irvine, 2005）指出電腦多媒體教學與傳統教學混合使用，其效果特別顯

著。因此，兩者截長補短，以傳統教學為主，電腦多媒體教學為輔，達到教學相輔相成之效果。

參、多媒體 CAI

一、多媒體 CAI 的意義

媒體(media) 主要是傳遞訊息，其原意是「中間」，就是擔任傳播管道的角色，如圖 2-5-3 所示。所以課本、照片、投影片、幻燈片、電視、電腦均屬於傳遞訊息的媒體，而且應用於教育上應稱為教學媒體。所謂多媒體(multimedia) 是指結合不同的媒體，或是有多樣的媒體同時展示，例如語言、文字、圖形、影像、靜畫、錄音帶、和聲音或是其他傳播媒介等等(湯清二，1998)。

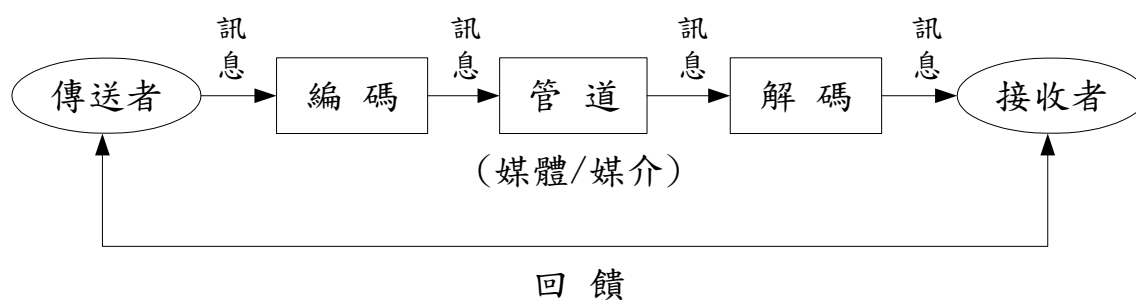


圖 2-5-3 訊息傳遞模式(湯清二，1998)

根據計惠卿(1997)的研究，「多媒體」一詞隨媒體科技的進展而有不同的涵意：在 1980 年代時，「多媒體」是指當時的多種媒體組合而成的視聽產品，例如：書本加上錄音帶配合同步播放的幻燈機等。以微電腦控制各幻燈機及音樂旁白(narration)播放次序的媒體則稱為(幻燈)多媒體。進入 1990 年代，「多媒體」成為「電腦多媒體」，原因為電腦不僅從黑白進入彩色時代，更加上直接儲存、處理、操控影像聲音的能力。從多媒體市場聯盟於 1991、1993、1995 年所訂定的第一、二、三代多媒體電腦(MPC I、II、III)規格可以得知，除了電腦主機(例如：PowerPC、IBM PC、MAC 等)基本配備之外，光碟機(4 倍速以上)、語音卡(16 Bit 以上)、防磁喇叭、視覺化介面 GUI(Graphic User Interface)

系統軟體（例如：Windows、IBM OS2、Apple MAC OS）等，是多媒體電腦的必備成員(計惠卿，1997)。

二、多媒體 CAI 的特質

瞭解多媒體的意義後，對於進行教學上有何協助呢？繼之探討以下多媒體 CAI 的特質：

(一)較具體的學習經驗

Dale (1946)年時提出著名的「經驗金字塔」相當符合 Bruner (1966)所提出由參與經驗(enactive representation)、經圖像呈現(iconic representation)、至文字數字語音符號呈現(symbolic of digital representation)的表徵模式(modes of representation)之教學次序，是「實作」之外的理想學習方式(計惠卿，1997；湯清二，1997；洪榮昭、劉明洲，1999；林炎旦，2000；徐照麗，2003)。

(二)多元化的學習教材

認知學派心理學家Piaget主張，人類的認知發展是與基模(schema)、適應(adaptation)、平衡(equilibration)、同化(assimilation)及調適(accommodation)有關(張春興，2006)。Tabbers, Martens, & Merrienboer (2004).亦認為多媒體教學產生有效及趣味的學習情境，提供豐富的文字(text)、聲音(voice)、音樂(music)、圖片(image)、影像(video)、動畫(animation)之多元化媒體的教材內容，對於人們認知發展，有極大的輔助學習成效。使用資訊及通訊技術(information and communication technologies, ICTs)在經驗的或職業為本的電子資料匣(e-portfolios)在工作崗位上與成人學習的聯結，對學習者有正面的助益(Brown, 2009)。

(三)有效的學習動機

在教育理論中，引起動機(motivation)是成功的教學活動一大關鍵(張祖忻，2006)，多媒體 CAI 就能容易達到此目標。因為多媒體 CAI 迷人之處，正是活潑生動的設計巧思及聲光特效，這往往就是吸引學習者樂於學習的主要原因之一。尤其動態畫面的呈現，比平面媒體或靜態圖像的說明，視聽感

受更加強烈。加上播放臨場效果佳，對學習保留度應更有幫助。

(四)超連結的學習方式

多媒體 CAI 是超連結(hyperlink)方式學習，而非線性學習，這也是現代 CAI 與傳統 CAI 最大的差異。利用動態連結搜尋相關資訊非常方便，例如電子書式百科全書，在呈現訊息引導下，彈指之間就能快速找到資訊，不像傳統 CAI 逐頁尋找。

(五)精心設計的教材編製

由於多媒體 CAI 製作成本遠高於傳統 CAI，所以設計者對內容會精心設計，不是漫無教學目的。編製多媒體教材困難度及技術面都比較高，例如對各項媒體元素的瞭解及運用。而且多媒體 CAI 系統需求較為複雜，對執行速度、儲存空間及穩定度都較傳統 CAI 嚴格。

(六)傳統 CAI 的優點

傳統 CAI 的互動性(interactivity)、個別化學習、可大量製作、測驗立即回饋、不受時空限制、縮短學習時間等等也是多媒體 CAI 的特性。

三、多媒體在教學上的應用

多媒體在教學上的應用，可分為多媒體的使用者及多媒體產品的型態兩方面加以說明（張霄亭，1996；計惠卿，1997）：

(一)多媒體的使用者

1. 教師

多媒體 CAI 對於教師而言，可作為有效的教學媒體，作為補充及輔助教材的內容。例如室內設計教學，可用 3D 立體動畫進行俯視、仰視等各角度觀察，汽車設計或其他商品都可以透過多媒體 CAI 學習。還有適用於學科的內容抽象，例如數學的二次曲線及光學的焦距公式，可用多媒體 CAI 充分介紹。另外一些學習時間太長，例如植物的生長情形；以及實地參觀不易，例如火山地質的教學等等，多媒體 CAI 就能扮演教師的好幫手。

2. 學習者

多媒體 CAI 對於學習者可個別教學，無性別差異；並可作為補救教學及進階學習。而且利用模擬特性學習一些特殊經驗，例如航空器模擬操控、分子內部結構、核子連鎖反應，取代高成本、高危險性及高重複性的工作。本實驗使用的「TINA Pro」及「數位麵包板」，就可以利用虛擬儀表進行電子電路儀表分析。

3. 一般民眾

在愈來愈普遍的多媒體資訊亭(Kiosks)，例如國家圖書館、國父紀念館等公共場所，多媒體導覽可發揮迅速、方便的獲取新知功能。還有許多語言學習、藝術欣賞、旅遊介紹等多媒體光碟，也扮演社會教育、終身學習的功能，多媒體 CAI 應用範圍極廣。

(二)多媒體產品的型態

1. CD-ROM、DVD-ROM 光碟片

常見的多媒體 CAI，就是利用 CD-ROM、DVD-ROM 光碟片儲存。其特性就是儲存空間大，CD-ROM 一般為 700MB、DVD-ROM 一般為 4.7GB，而且容易攜行。由於儲存空間不小，製作內容從語言教學到視聽娛樂，種類繁多且應用日廣。現在電腦網路的盛行，多媒體光碟片推廣更加普及。

2. 資訊亭

資訊亭(kiosks)是對獨立的之多媒體資訊服務電腦特稱，主要內容為導覽服務（如陽明山國家公園導覽系統、中正紀念堂導覽系統）、生活資訊（如全國文藝活動系統）等(計惠卿，1997)。

3. 多媒體網路

由於網際網路的興起，寬頻網路隨著需求量增而大量建設，資訊高速公路功能不再限於 Email、FTP、Telnet、WWW，隨選視訊(video on demand)及多媒體網路教學蔚為趨勢，寬頻網路將成為多媒體產品的重要通道。

4. 簡報系統

多媒體簡報系統，例如 Microsoft 的 Powerpoint 軟體，是生動而且效率高的簡報系統，經由彩色投影機播放簡報內容，深受一些公司行號及教育訓練單位的喜愛。

因此，本研究採用 CD-ROM 光碟片與寬頻網路做為多媒體電腦數位電路輔助教材，就是考量可因應學習者適性化及可攜性高需求的特性。

肆、電腦模擬軟體輔助教學(computer simulation software assisted instruction, CSSAI)

電腦模擬軟體輔助教學係利用已開發之電腦模擬軟體做為輔助教學之工具，在國內高工電子相關科系已有使用輔助教學之電腦模擬軟體有：TINA Pro、數位麵包板、EDISON、MaxPlus II、電子工作檯(EWB)等，而本研究係以電腦模擬軟體輔助技術教學，茲將本研究使用之 TINA Pro 與數位麵包板軟體功能及介面分述如下。

一、TINA Pro

TINA Pro 為一具有硬體電路實作與電腦連線，並可做即時量測的電子電路套裝模擬軟體。茲將其電路分析及模擬沿革、操作介面、軟硬體架構、軟體模組介紹，逐步加以說明。

(一)TINA Pro 電路分析及模擬沿革

美國 DesignSoft Inc.公司研發了一套電腦輔助的電子電路學習系統，稱為 TINA 互動式電路分析系統，於 1996 年發行了第四版，係為 Windows 作業系統之應用軟體，使用下拉式選單(menu-driven)及滑鼠操作，並以對話框出現協助學習者，其人機界面之親和力及互動性值得稱許。近年又更新 TINA Pro 版，最新版本為 TINA V8 及 TINA Pro 中文第六版(TINA, 2009)，功能更強更穩定。其教學內容是針對電子電路的認知、操作、分析、模擬，量測(virtual/real-time 模式)以及線性／非線性之類比式、數位式電子電路之故障診斷。虛擬儀表(virtual instrument)之設計可是精華所在，學習者熟悉虛擬儀表

上操作，以後接觸真正儀表時，將可順利操作對應，如同飛機儀表設備昂貴，以模擬儀表板訓練飛行駕駛員。圖 2-5-4 為「TINA Pro」之虛擬示波器。

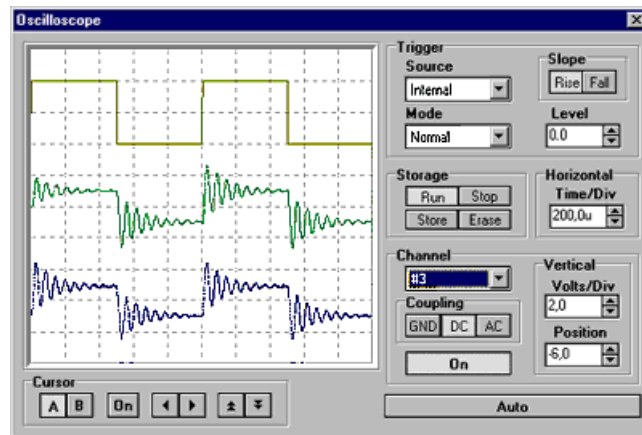


圖 2-5-4 TINA Pro 之虛擬示波器(<http://www.tina.com/>)

(二)TINA Pro 系統的操作介面與架構

1. TINA Pro 的操作介面

當學習者進入 TINA Pro 系統後，會看到以下畫面，如圖 2-5-5。TINA Pro 系統操作介面可分為五大區域：(1)選單區 (2)元件區 (3)工具區 (4)電路圖 (5)狀態區，說明如下：

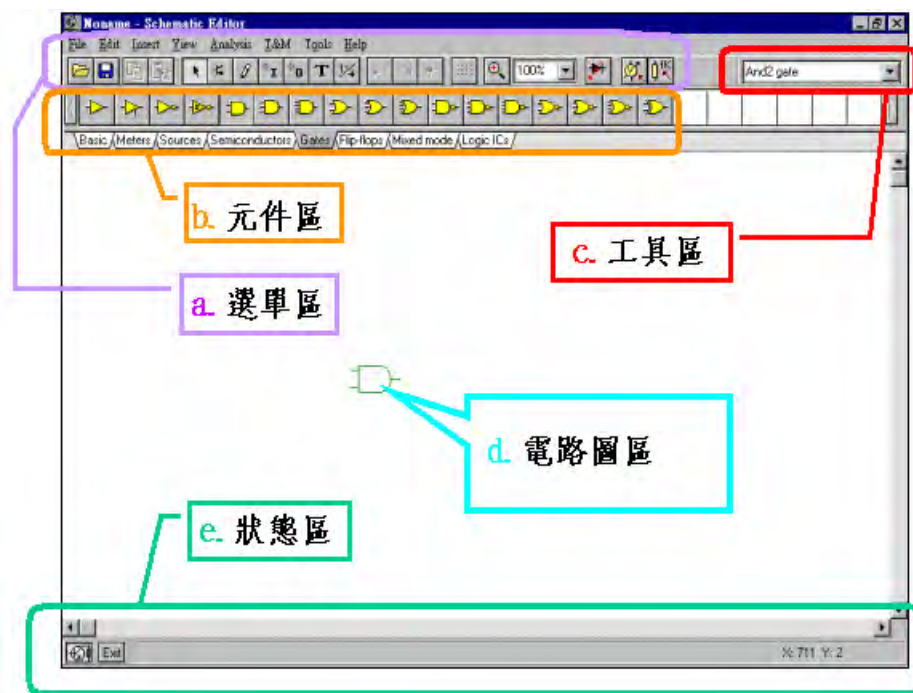


圖 2-5-5 TINA Pro 操作介面

(1)選單區：即下拉式功能表及工具列，如同一般 Window 軟體功能表及工具列，選擇、執行 TINA Pro 所提供的指令。

(2)元件區：包含各類零件儀表工具列，可以選擇各式的零件及儀表，如圖 2-5-6。



圖 2-5-6 TINA Pro 元件區

(3)工具區：TINA Pro 特殊設計之一，當選中元件後會出現元件屬性。

(4)電路圖區：讓使用者繪製電路圖的區域。

(5)狀態區：顯示游標所指的元件或儀表的名稱。

2. TINA Pro 系統架構

TINA Pro 是一套電子電路技術教學的 CAI 工具，具有電子電路的實際工作情境，其軟體架構可分為電路模式、元件模組、儀表模組及、分析功能模組四大類。電路模式有類比電路模擬、數位電路模擬及混成信號 (mixed-Signal) 模擬等三種，如圖 2-5-7。

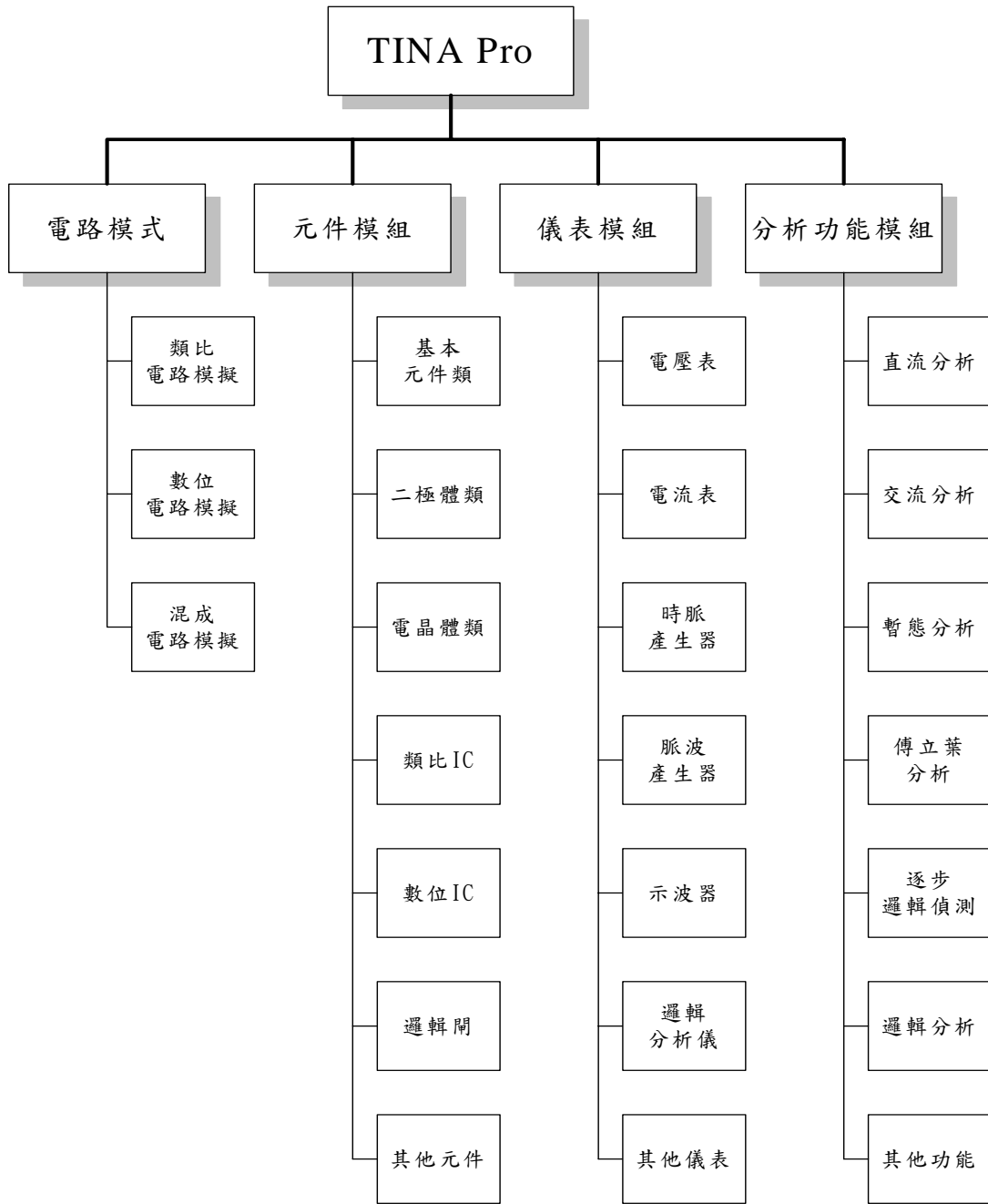


圖 2-5-7 TINA Pro 軟體架構圖

進行各式電路之模擬分析，採用虛擬儀表作為量測工具，類比電路常用電壓表、電流表、示波器(oscillator)、函數產生器(function generator)；數位電路則常用邏輯分析儀(logic analyzer)；至於混成信號電路用於轉換 A/D 功能，例如 8-bit A/D Converter，其類比輸入與參考電壓做比較，形成 8bits(bit 0~7)數位輸出。

(三) TINA Pro 軟體模組介紹

TINA Pro 軟體模組有元件模組、儀表模組及分析功能模組三大類，分述如下：

1. 元件模組：

有基本元件類(R, L, C...)，二極體類(Diode, Zener, LED, Diac...)，電晶體類(BJT, FET, MOS...)，類比 IC(Opamp, 555 Timer)，數位 IC 類(74**系列，CD4**系列)，邏輯閘(AND, OR, NOT, Butter...)及其他元件(Ground, Jumper, Voltage pin,...)。值得一提，TINA 系統提供 A/D、D/A 及 555 Timer，可作為混成電路的類比與數位信號之間轉換。本研究之數位電路實習教材，就選用其中邏輯閘元件設計電路。

2. 儀表模組：

有電壓表、電流表、時脈(clock)產生器、脈波(pulse)產生器、示波器、邏輯分析儀及其他儀表(例如數位三用電表)。本研究之數位電路實習教材，就選用時脈產生器、脈波產生器及邏輯分析儀如圖 2-5-8。

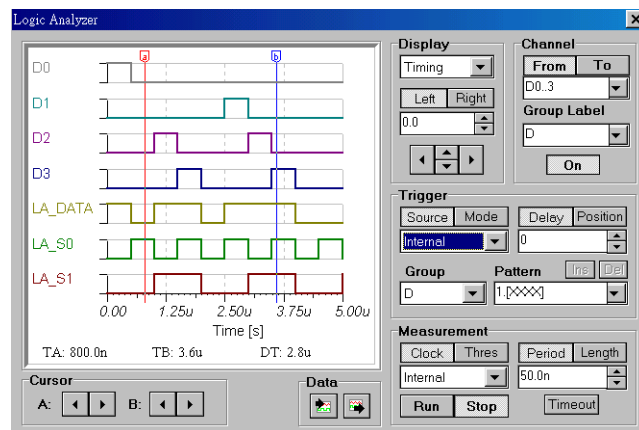


圖 2-5-8 TINA Pro 之虛擬邏輯分析儀

時脈(clock)產生器、脈波(pulse)產生器是數位系統之輸入信號裝置，可以設計按時序輸入，藉以測試及觀察數位電路的動作。另外邏輯分析儀為數位系統之輸出信號裝置，可以提供 8 個波道顯示輸出波形，是測試及觀察數位電路的好幫手。

3.分析功能模組：

有直流分析、交流分析、暫態分析、傅立葉分析、逐步邏輯偵測、邏輯分析及其他功能。值得一提，逐步邏輯偵測(step-by-step analysis)是 TINA 系統在數位電路之一大特色，可以讓學習者一步步進行偵錯及測試，如圖 2-5-9 閃鎖電路(RS Latch)之逐步邏輯偵測。

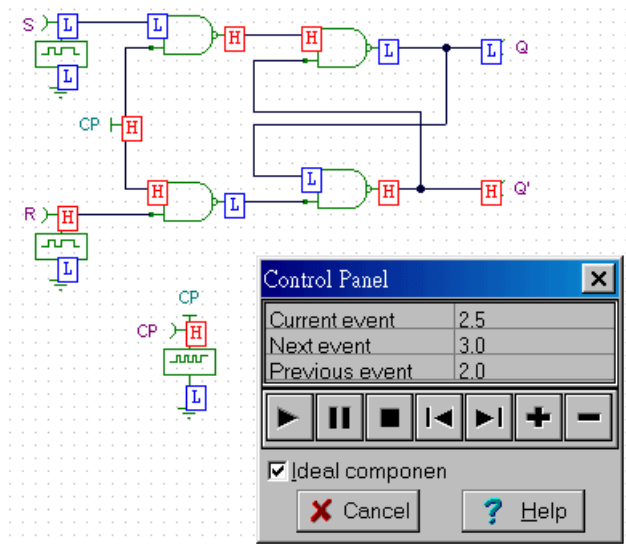


圖 2-5-9 TINA Pro 之逐步邏輯偵測

綜合以上所言，TINA Pro 是一套功能強大的電子電路輔助學習軟體，而且學習者可以切換真實量測(real measurement)模式，接觸真實的電路及真實的元件，驗證學習電子電路的技術。圖 2-5-10 J-K 型主從式正反器電路，即是運用 TINA Pro 作為數位電路實習教材，利用邏輯分析儀觀察數位電路輸入輸出之間邏輯關係。因此本研究選用 TINA Pro 作為教學 TINA 組工具。

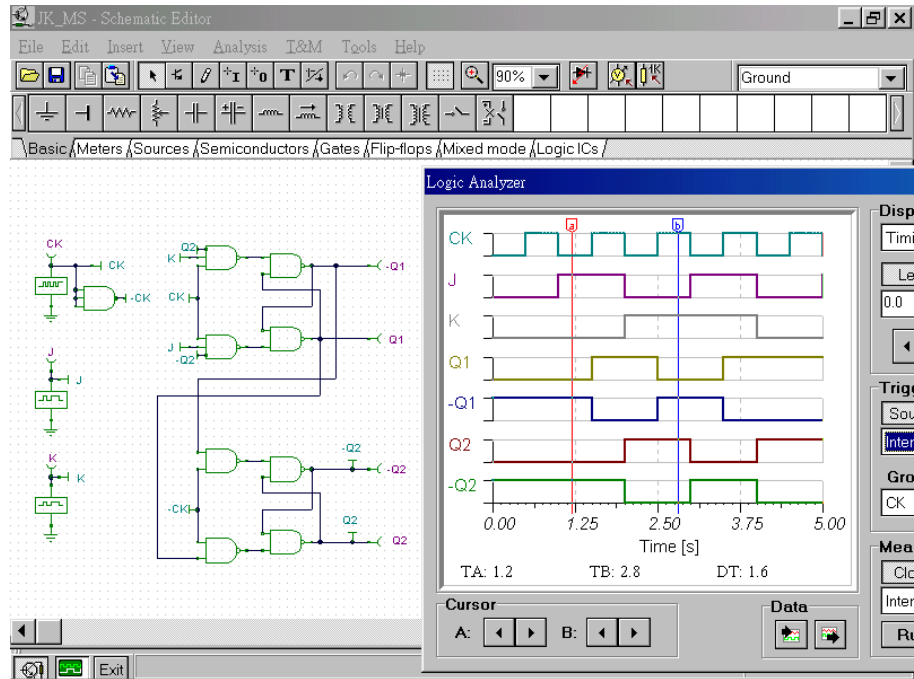


圖 2-5-10 J-K 型主從式正反器電路

二、數位麵包板(digital breadboard)

以下就實體麵包板(breadboard)與數位麵包板(digital breadboard)之用途與操作，分別列述如下。

(一)麵包板實體與結構介紹

1. 麵包板名稱由來、作用與功能

因為麵包版可以重複使用於測試電路設計與元件，即插即用，在以前沒有電路模擬軟體問世前，此項工具便利性高過自己洗一塊電路板來測試電路，就像麵包一樣可以馬上吃般的便利，故取名麵包板。

而電子實習常用工具麵包板，如圖 2-5-11 所示，係由多組垂直相連的五個插孔組合而成。因此當零件插入時，相連的其他插孔可作為連接點或測試點用。在麵包板上使用的導線不可太粗或太細，通常使用 22 號的單線。當實習作完之後，最好將零件與導線卸下，以免造成插孔鬆弛，如果零件的腳太粗或太細，最好使用 22 號線焊好後再插上麵包板，以免損壞麵包板。麵包板的規格有大有小，不要買太小，否則將來做實習不夠用。



圖 2-5-11 麵包板實體圖 (數位麵包板光碟)

2. 麵包板零件、導線的安排原則

在實際的麵包板操作上，需要以考慮到整齊、規則、避免凌亂的方式來安排，如表 2-5-1 所示。如此一則電路看起來清楚、美觀、避免出錯，一則在檢修方面也較方便，所以在此針對零件以及接線的安排上，提出幾點規範以供實際麵包板操作時參考，如圖 2-5-12 所示。

(1) 零件的安排

表 2-5-1 麵包板零件的安排原則

電阻	接腳折彎成直腳，平貼在麵包板上。
電容	宜採直立的方式，也是儘量將接腳剪短，貼近麵包板。
電晶體	採直線或三角形插在麵包板上，接腳留約 5~8mm 的長度，而且只佔相鄰的三排孔位，不要將接腳拉太遠。若是中功率電晶體，因其接腳較寬，不易插入麵包板，可以將其接腳以尖嘴鉗將之折轉 90°，使側面朝前，將較易插入麵包板，且不會使麵包板受損。
發光二極體	一樣是直立插在麵包板上，腳距使用 2 孔位，至多 3 孔位，接腳留約 5~8mm 的高度。

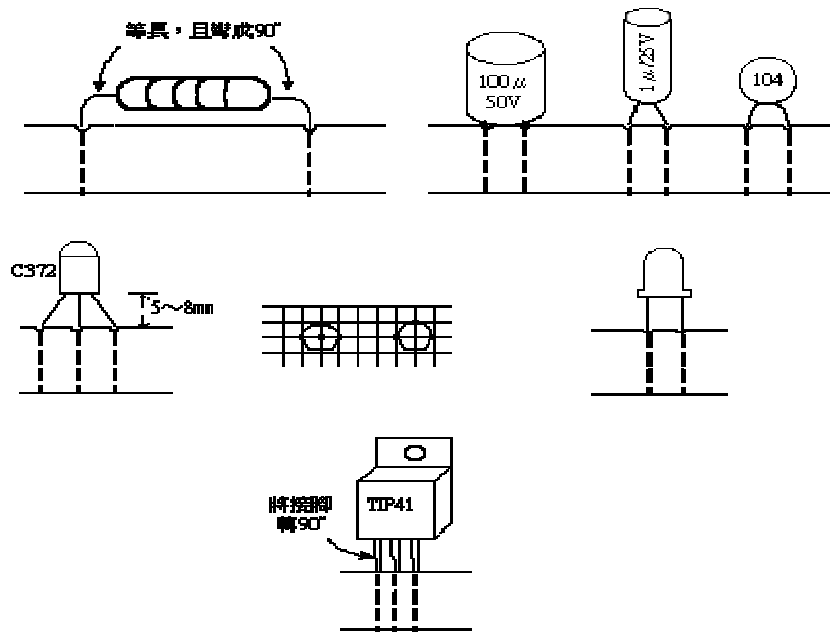


圖 2-5-12 麵包板零件的安排

若元件太大或接腳的排列距離無法與麵包板搭配，則應先將接腳以單心線焊接後，在插到麵包板上。此種情形常發生在繼電器開關或可變電阻的元件上。

(2) 導線的安排

導線的安排，盡量以不同的顏色來作功能的識別，如表 2-5-2 所示

表 2-5-2 導線顏色的安排原則

1.	正電源使用紅色線
2.	接地線使用黑色線
3.	負電源使用黃色線
4.	元件間的連接則採用綠色線
5.	相同性質的多條信號線如輸入/輸出匯流排則採用相同的顏色來歸類。 如地址匯流排以藍色線，資料匯流排以橙色線

導線不要跨過元件，並採用水平及垂直兩種方式來放置。

導線宜剪適當的長度，平貼在麵包板上，除非不得已，不要採用走高空的方式，兩端線頭應折彎成 90°再插入麵包板，如圖 2-5-13 所示。

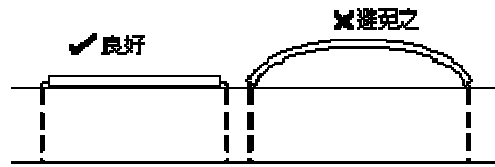


圖 2-5-13 兩端線頭應折彎成 90°再插入麵包板

適當的安排零件位置，以使連接線有足夠的空間來走線；善用麵包板上現成的導通關係以及水平、垂直線段的安排，如圖 2-5-14 所示。

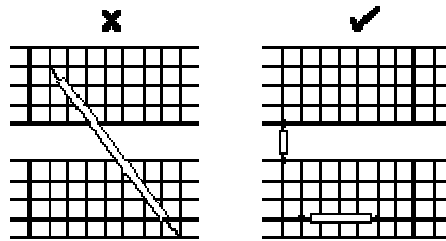
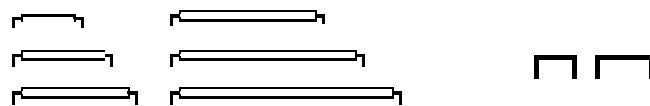


圖 2-5-14 水平、垂直線段的安排

2 孔或 3 孔之間的連接，因為距離接近，可以直接使用裸銅線折成"冂"字型來使用，至於其他長度的連接線則應使用單心線，不可以使用裸銅線。平常即準備好不同長度的線段，兩端並折彎好以備用，並使用有格子的盒子來分別存放，以免每次接線路時，都重新再剪線，徒勞浪費時間。用過的導線拆下後，一樣歸類放好，可以重複使用，如圖 2-5-15 所示。



準備好幾種常用的長度線段
二孔或三孔距離直接
以裸銅線使用

圖 2-5-15 準備不同長度的線段，兩端並折彎好以備用

(二)數位麵包板操作

1.系統要求

- (1)相容於 IBM 個人電腦規格的 Pentium III 500MHz 或更高處理器時脈的個人電腦
- (2)使用 Windows 98/98SE/ME/XP 作業系統
- (3)最少需要 64MB 主記憶體
- (4)硬碟必須保有至少 30MB 或更多的空間
- (5)電腦需配有滑鼠
- (6)螢幕解析度至少可設定為 1024x768

2.使用者安裝與操作介面

(1)使用者安裝

使用者將安裝光碟放入光碟機後，自動安裝如圖 2-5-16 所示。

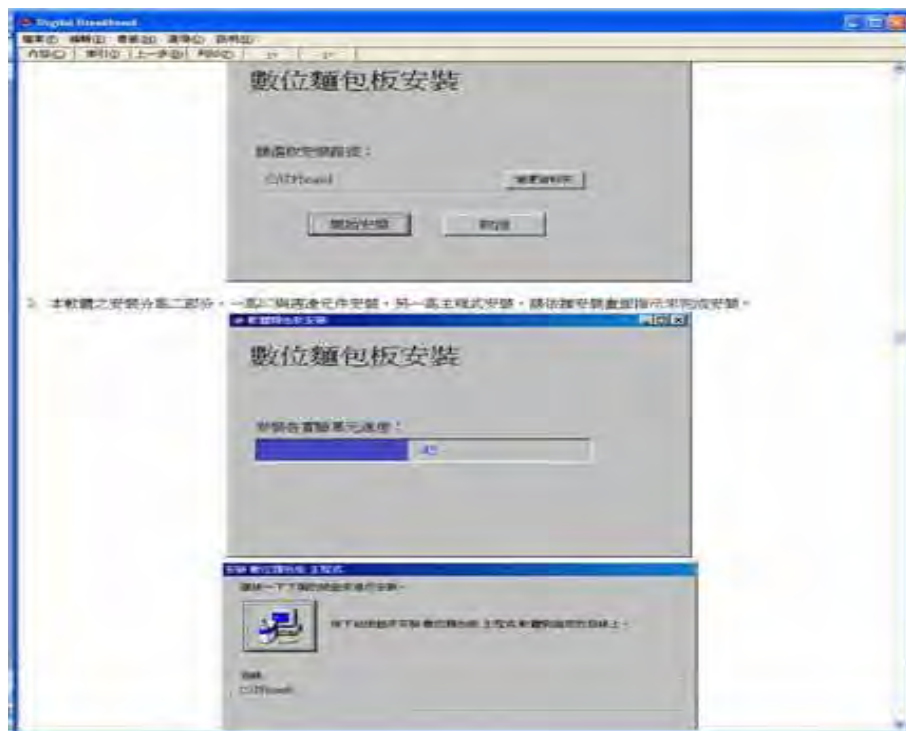


圖 2-5-16 數位麵包板安裝

(2)操作介面

A.安裝完成後執行畫面

安裝完成後首次執行須自設帳號、密碼後即出現主畫面圖 2-5-17 所示。

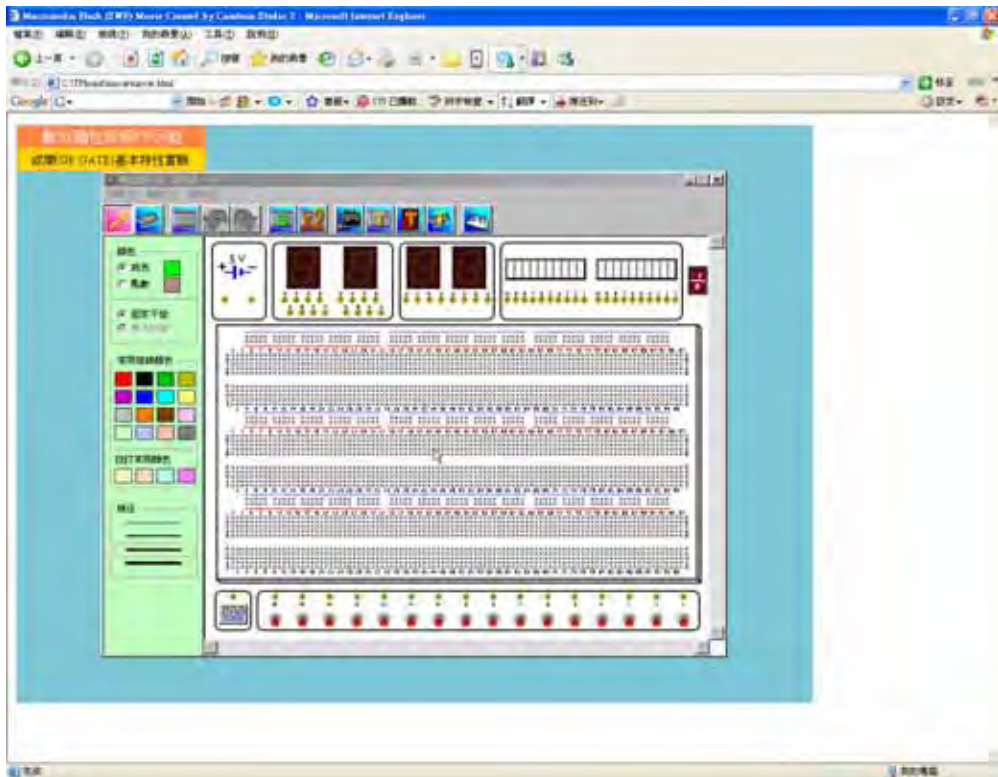


圖 2-5-17 數位麵包板主畫面

B.功能選擇

數位麵包板完全使用滑鼠來操作，視窗功能共分為七個區塊，其視窗功能分別為：

a.選單

檔案：可儲存或載入電路接線以及列印麵包板上的電路。

範例電路：可開啟知行所提供的範例電路檔，註冊為會員後即可下載免費電路範例。

帳號：變更個人密碼。

說明：查閱線上說明。

b.工具列

工具列共有：接線元件、重做、555 簡介、IC 元件、麵包板樣式、週邊電路、邏輯測試筆、麵包板放大、IC 腳位、清除電路、示範影片、555 實驗、復原、麵包板教學、與知行聯絡 十五項功能選擇。

c. 元件屬性設定區

元件屬性設定區分為接線元件與 IC 元件 二類，選擇接線元件時，可設定接線個別的颜色與全部接線的線徑；選擇 IC 元件時，可選取將放置於麵包板上的 IC 編號。

d. 訊號輸入元件

由 16 個搖頭開關與一個方波產生器所組成，當搖頭開關：當開關撥向上時，相對應的接點輸出高電位。反之則輸出低電位；開關 1 撥向上，接點 1 輸出高電位，開關 2 撥向下，接點 2 輸出低電位；方波產生器按一下方波產生器的按鈕，即可更改輸出頻率，當系統無法正常工作於所設定的頻率時，會提出警告，並要求您更改較適當的方波頻率；輸出方波訊號，可自訂適當頻率。

e. 訊號輸出元件與電源

(a) 訊號輸出元件

訊號輸出元件共有：2 組 DIP 包裝的雙色 LED 顯示器，共計有 20 個雙色 LED，輸入高電位時顯示紅色，低電位顯示綠色，未接線顯示白色；2 個經 7447 解碼器的七段顯示器，D 為 MSB；2 個可調共陰、共陽七段顯示器，接點編號對應於各段 LED。

(b) 電源：固定直流電源輸出 +5V。

f. 麵包板

操作方式與真實麵包板相同。所有的接線\拆線、元件間的連接都必須透過此麵包板來進行。

g. 電源開關

在進行接線\拆線或放置 IC 時，必須在電源開關處於 OFF 的狀態下才能進行。

以下就數位麵包板實際進行或開電路實習進行介紹：

步驟一：開啟畫面(如圖 2-5-18)

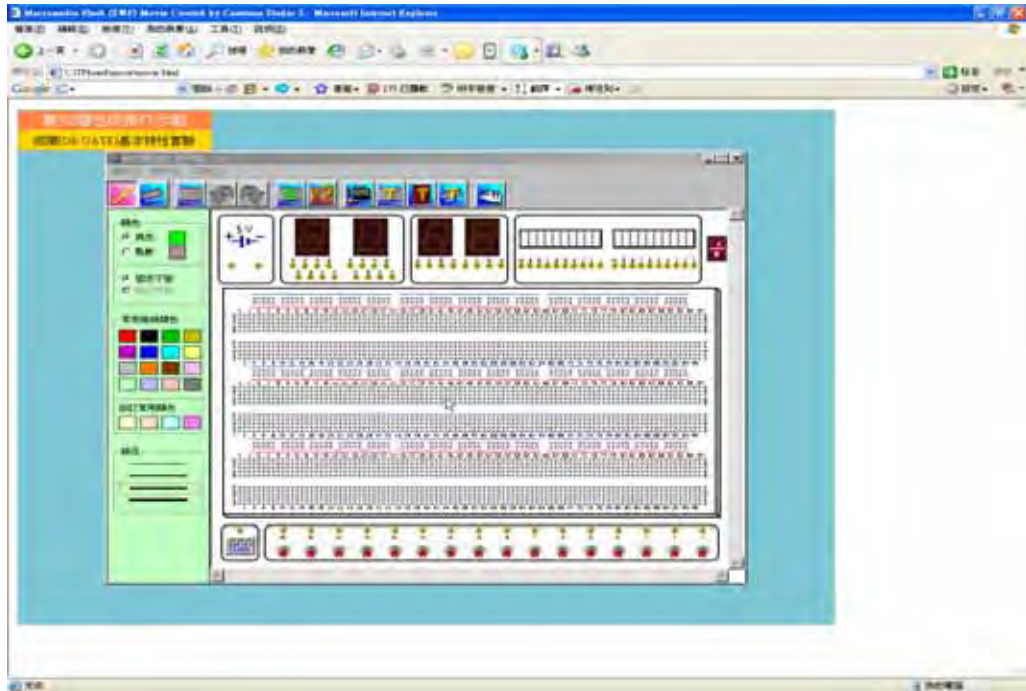


圖 2-5-18 數位麵包板開啟畫面

步驟二：選擇邏輯閘 IC(如圖 2-5-19)

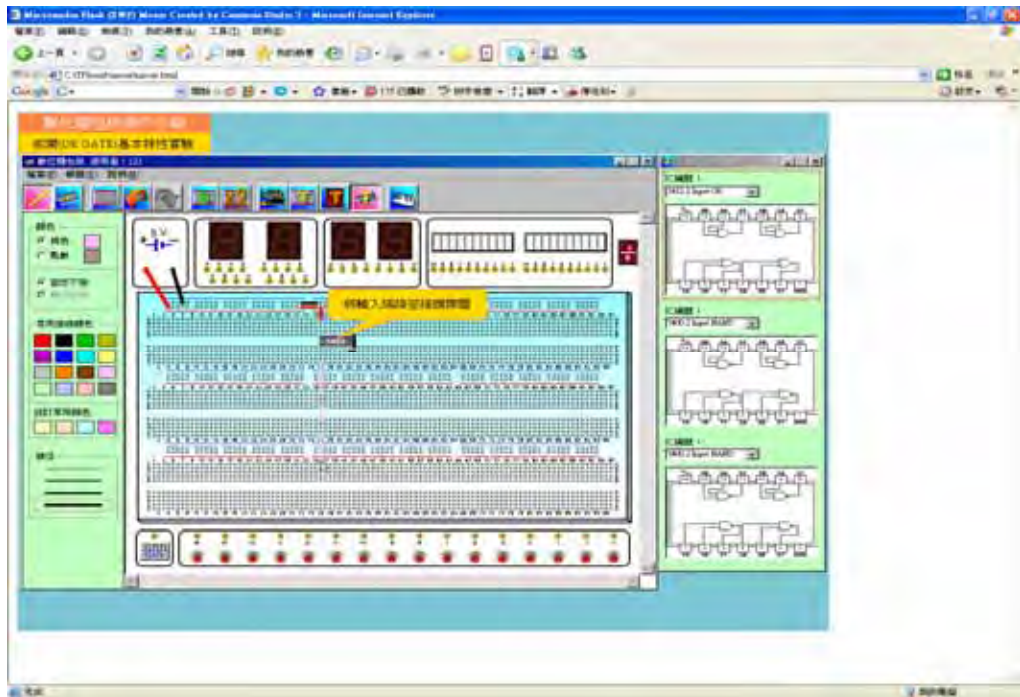


圖 2-5-19 選擇邏輯閘 IC

步驟三：選擇線條顏色及配線，完成電路(如圖 2-5-20)。

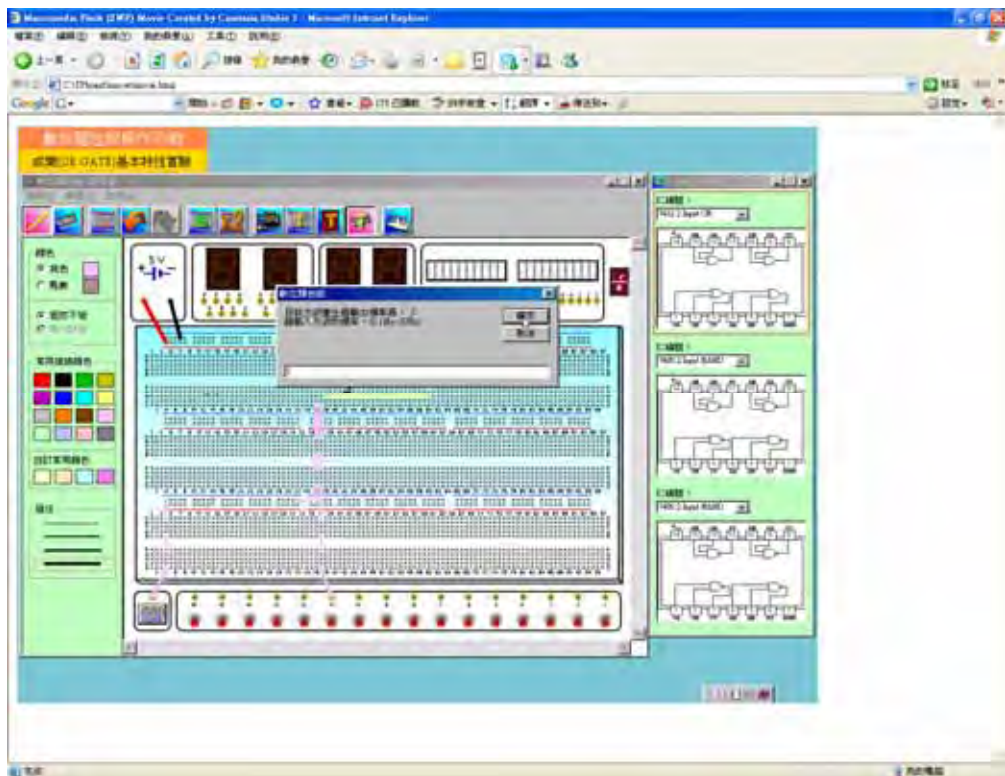


圖 2-5-20 選擇線條顏色及配線，完成電路。

另外，數位麵包板雖然可以滑鼠拖曳的方式來擺放元件以及直接對二點之間採不限長度、方向或越過元件的方式連接，但在實際軟體操作上，仍然要以考慮到整齊、規則、避免凌亂的方式來安排。

伍、多媒體輔助技術教學

為闡述本研究計畫之教學實驗，研究者除利用正常工場教學及實作演示進行教學外，並使用李炎福(2005)製作之數位教材進行輔助教學，茲將其系統介紹如下。

一、系統需求

(一)硬體需求：

- 1.主機：Pentium III 500(含)以上，128MB(含)RAM 以上。
- 2.螢幕：彩色 SUPER VGA256 色(含)以上(建議：65536 色)。
- 3.音效：16BITS 以上音效卡，喇叭。
- 4.光碟機：16 倍速(含)以上。
- 5.硬碟：若拷貝到硬碟執行時，硬碟最少需求 120MB 空間。
- 6.滑鼠。

(二)作業環境：

中文 Windows 98/98SE/ME/XP 均可。

(三)操作說明：

- 1、進入 Windows Windows 98/98SE/ME/XP 任一作業系統。
- 2、將教學光碟放入光碟機。
- 3、自動執行安裝設定。

(四)注意事項：

- 1、使用光碟時，執行速度將有稍慢的感覺。
- 2、程式執行中可以用 windows 的"音量調整"來控制旁白及背景音樂。
- 3、螢幕設定解析度為 1024*768，High Color(65536 色)執行會較流暢。

4、本光碟直接拷貝到硬碟執行，速度會較快，但需較大磁碟空間。

當電腦開機進入 Windows 畫面後，研究者係連接網路輸入 http://media.nihs.tp.edu.tw/online_media/電子電路實習_%200002_%20TINA%20電子電路模擬軟體介紹/un2p/un2p_files/Default.htm 的網址後，即可見到圖 2-5-21 的畫面，此時打開喇叭並按下視窗下方播放鍵(如紅色框線所示)即可進行 TINA Pro 軟體的介紹，並可在教學進行中隨時按下暫停鍵暫停播放進行相關之解說。



圖 2-5-21 TINA Pro 軟體介紹

當使用者依據自己學習之狀況與瞭解程度，可以選擇視窗左側之單元選項(如紅色框線所示)進行個人化之學習，如圖 2-5-22 所示。

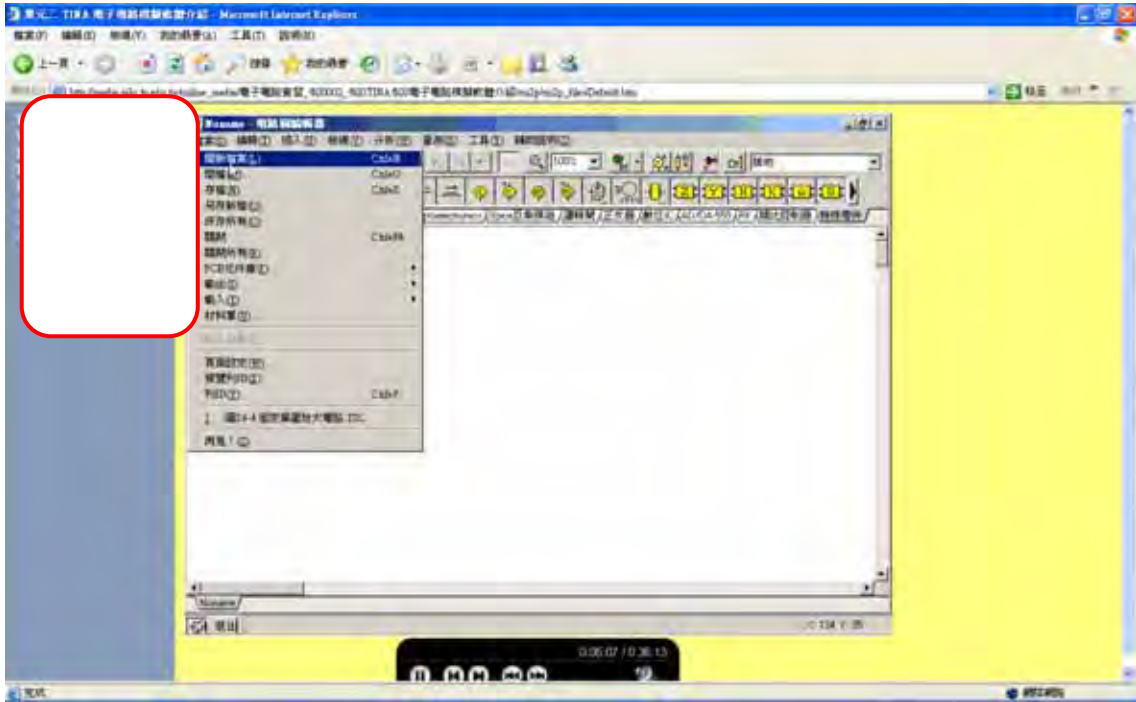


圖 2-5-22 視窗左側之單元選項

二、教學內容

(一)教學單元

由於本教材之教學是以 TINA Pro 電路分析系統為藍本，除了教導學習者熟悉 TINA Pro 電路分析系統，進而運用 TINA Pro 繪製電路圖及模擬測試，研究者研擬實施以下五項教學單元，分別為：單元一：邏輯閘、單元二：加法器與減法器、單元三：解碼器與編碼器、單元四：多工器與解多工器、單元五：同步/非同步(漣波)計數器，此五項教學單元涵蓋組合邏輯 (combinational logic)及順序邏輯(sequential logic)兩大部份，均是數位邏輯實習的代表實驗，其各單元網頁及網址依序分別如圖 2-5-23 至圖 2-5-27 所示。

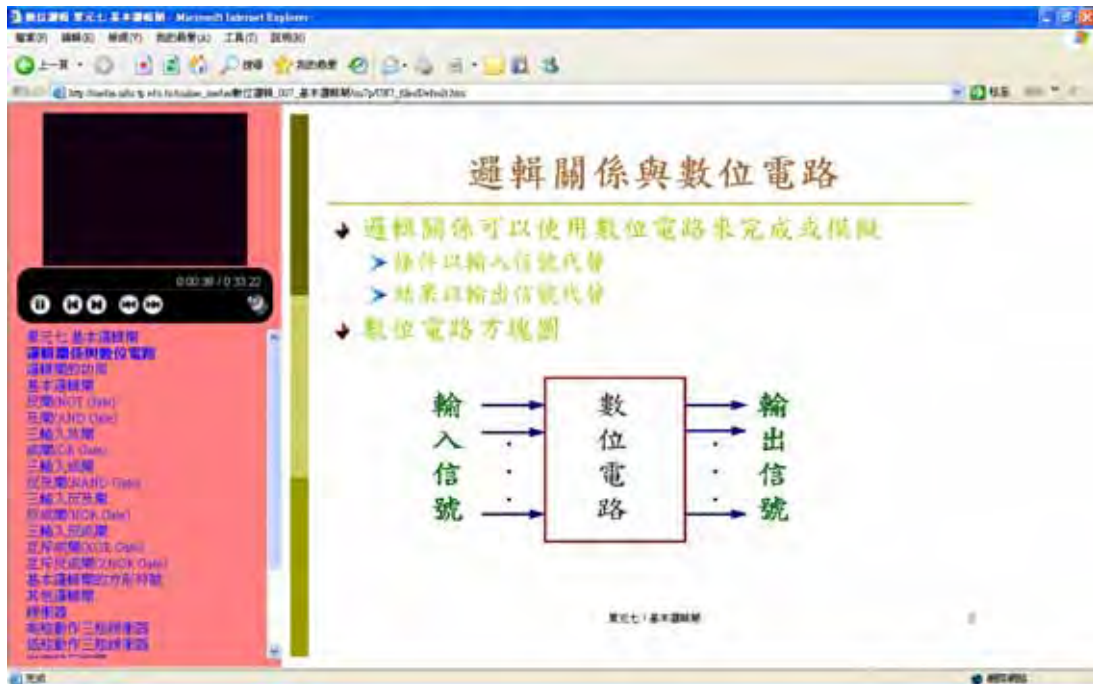


圖 2-5-23 單元一：邏輯閘(http://media.nihs.tp.edu.tw/online_media/數位邏輯_007_基本邏輯閘/un7p/UN7_files/Default.htm)

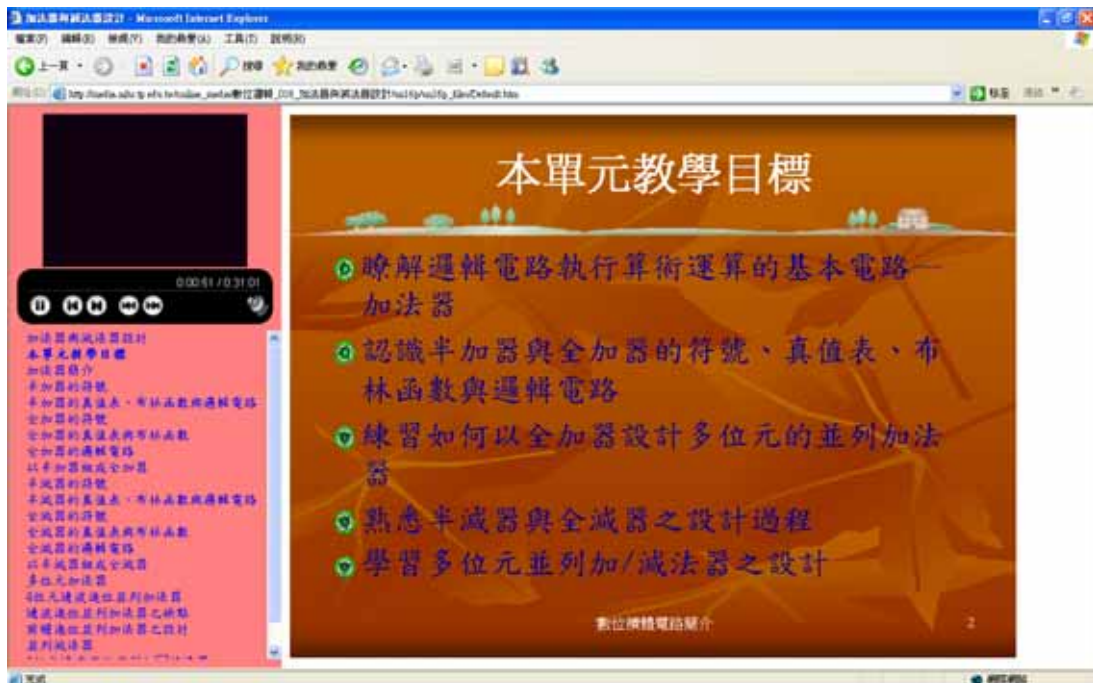


圖 2-5-24 單元二：加法器與減法器(http://media.nihs.tp.edu.tw/online_media/數位邏輯_016_加法器與減法器設計/un16p/un16p_files/Default.htm)



圖 2-5-25 單元三：解碼器與編碼器(http://media.nihs.tp.edu.tw/online_media/數位邏輯_017_解碼器設計/un17p/un17p_files/Default.htm)



圖 2-5-26 單元四：多工器與解多工器(http://media.nihs.tp.edu.tw/online_media/數位邏輯_018_多工器設計/un18p/un18p_files/Default.htm)

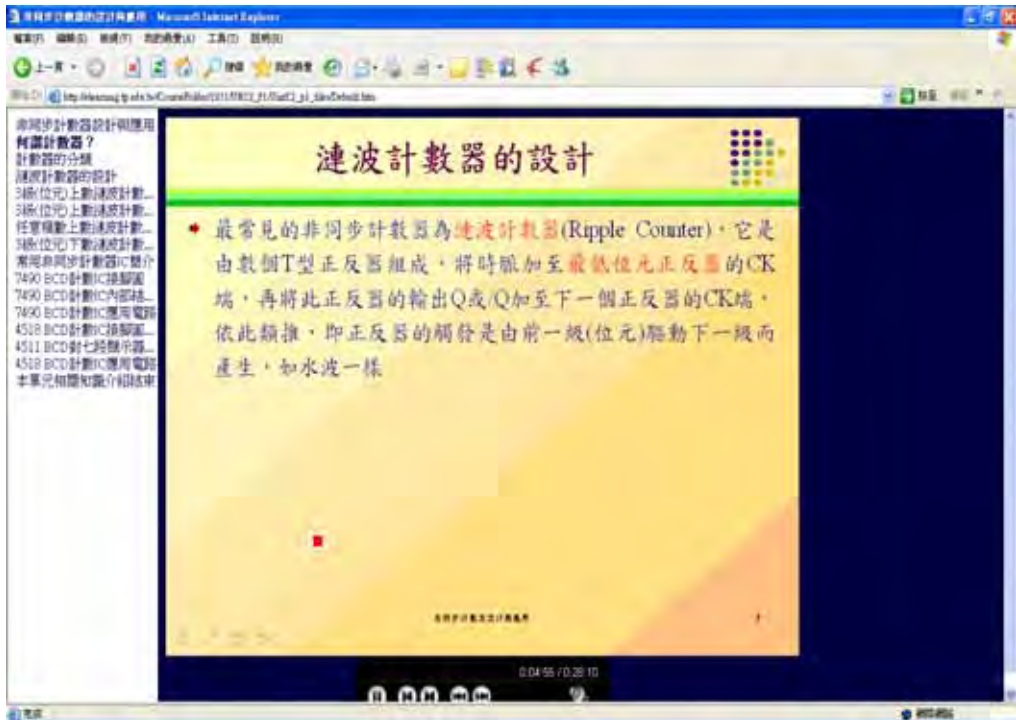


圖 2-5-27 單元五：非同步計數器(http://elearning.tp.edu.tw/CourseFolder/1931/UN12_P1/Unit12_p1_files/Default.htm)

(二)單元內容：

每一單元內容依知識難易度及教學順序再細分若干單元如圖 2-5-28 紅色框線所示(以單元五：非同步計數器為例)。

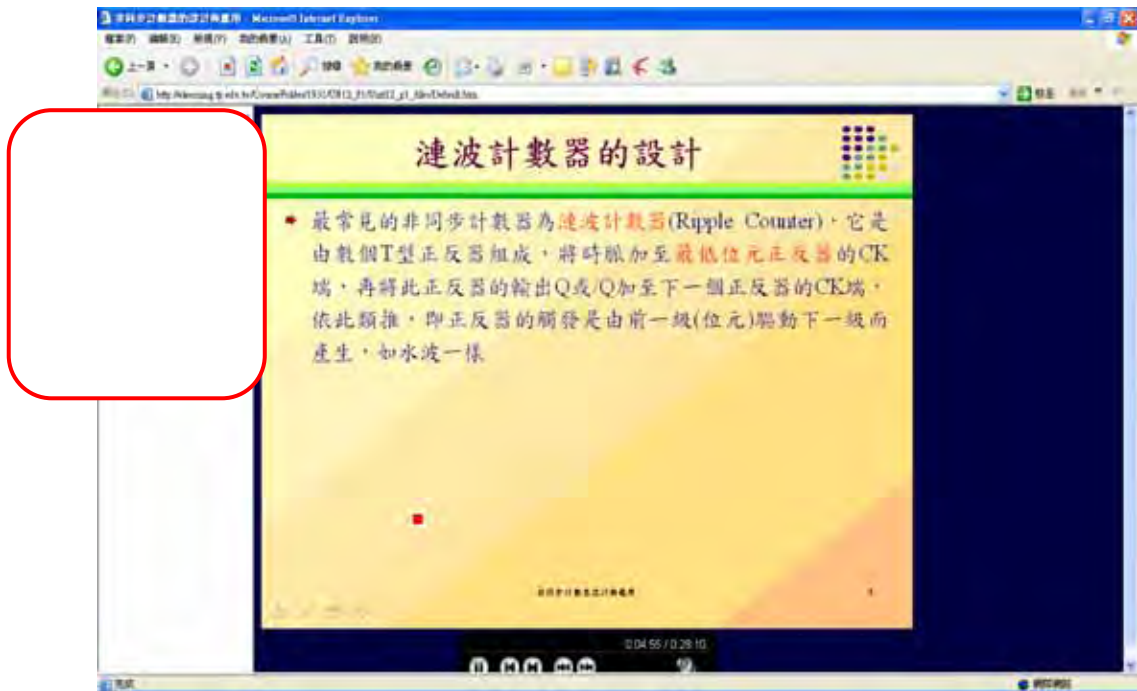


圖 2-5-28 單元內容(<http://elearning.tp.edu.tw/>)

CourseFolder/1931/UN12_P1/Unit12_p1_files/Default.htm)

陸、結語

本研究透過電腦輔助教學的理論基礎，包括視覺、聽覺與實際動手操作的人機介面等因素，探討電腦模擬軟體輔助技術教學在使用電腦模擬軟體「TINA Pro」設計輔助教材而實施實驗教學，觀察傳統組學生在傳統教學環境與 TINA 組學生在抽象的電路圖上操作和使用「數位麵包板」的 DB 組學生在具象的麵包板模擬軟體上操作相互比較，找出學生對於實體數位電路技術的學習成效、學後滿意度及學後保留度之差異性，藉以找出較佳的數位電路教學模式，提供相關技術教學領域之研究及參考。

第三章 研究設計與實施

本章共分成七節，分別就研究架構、研究方法與步驟、實驗設計、實驗對象、研究基本假定、研究工具、資料處理 七部分闡述本研究之研究架構與實驗設計。本研究為教學實驗，除一般實作教學外，並使用「TINA Pro」與「數位麵包板」作為教具，來探討電腦模擬軟體在數位電路技術教學的成效。教學期間並以李炎福(2005)製作之數位教材，輔助學習者應用「TINA Pro」或「數位麵包板」在「數位邏輯實習」上練習。

第一節 研究架構

本研究之架構圖，如圖 3-1-1 所示，分述如下：

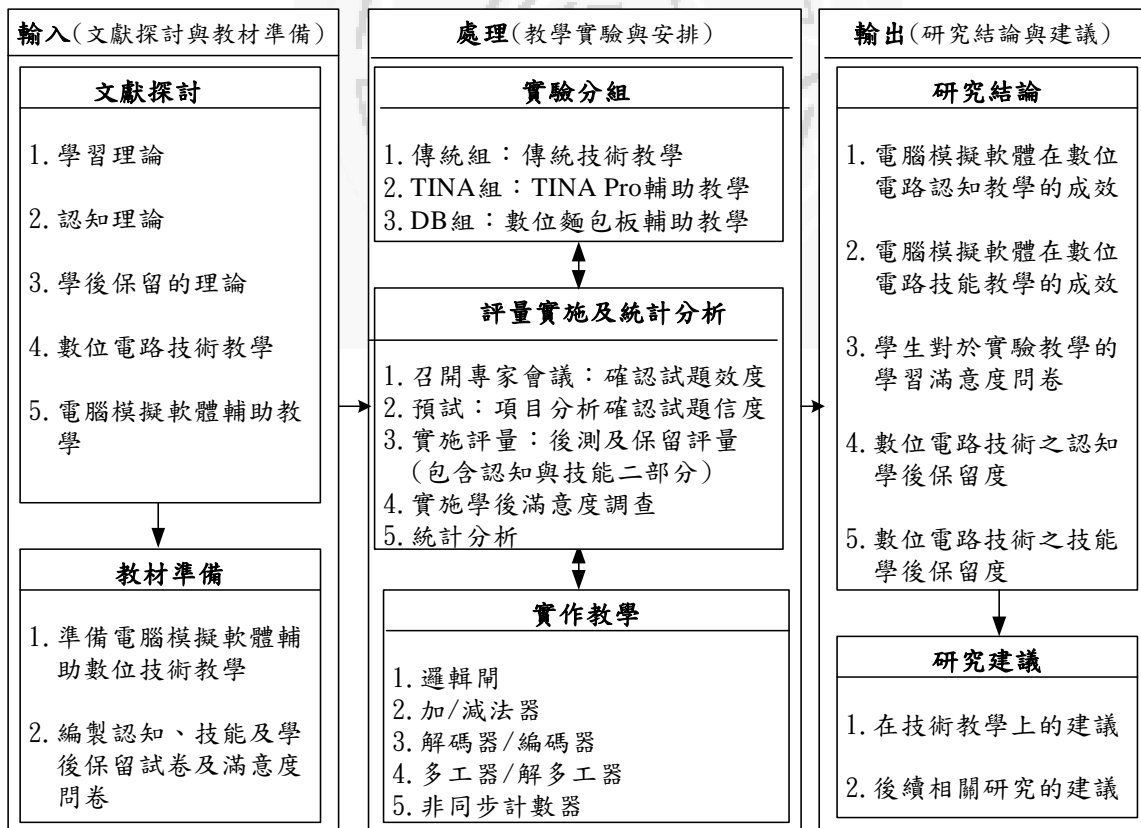


圖 3-1-1 研究架構圖

壹、輸入部分

輸入部分包含二部分，分別為文獻探討及教材準備，茲分述如下：

一、文獻探討

探討國內、外有關學習理論、認知理論、學後保留的理論、數位電路技術教學、電腦模擬軟體輔助教學等五部分之理論和相關研究，做為研擬本研究之認知評量與技能評量的參考依據，進而達成本研究之學後保留度的計算及相關研究目的。

二、教材準備

研究者依據研究目的，參照(95)職業學校課程綱要「電子電路實習」中之「數位邏輯」單元課程之課程標準實施本研究，使用蕭柱惠(2008)編著教育部審定之「數位邏輯實習」做為本研究上課之教材，並將 TINA 組的教材選用「TINA Pro」，DB 組的教材選用「數位麵包板」，傳統組不使用任何輔助軟體教學。

貳、處理部分

處理部分包含實驗分組、評量實施及統計分析、實作教學三部分。實驗分組共分成三組：1.傳統技術教學之傳統組；2.TINA Pro 輔助教學之 TINA 組；3.數位麵包板輔助教學之 DB 組。

評量實施及統計分析包括：召開專家會議及進行試題之項目分析以確認評量之效度與信度，繼而實施評量(包含認知與技能二部分)。

實作教學包含五個單元(邏輯閘、加/減法器、解碼器/編碼器、多工器/解多工器、非同步計數器)，學後評量結束後，繼之學習滿意度問卷調查及三次的學後保留(包含認知及技能)評量。

參、輸出部分

輸出部分包含二部分，分別為結論與建議，乃根據前述研究之結果，加以分析、歸納出具體之結論與建議，以做為日後電腦輔助技術教學改進之參考。

第二節 研究方法與步驟

壹、研究方法

本研究採用「實驗研究法」(experimental method)進行教學實驗，實驗設計為準實驗設計(quasi-experimental design)(McMillian, J.E., 1992)，以台北市立內湖高級工業職業學校(以下簡稱台北市立內湖高工)控制科二年級三班學生為實驗對象，從中分配一班學生為傳統組、一班學生為 TINA 組和一班學生為 DB 組，三組學生皆以全班人數進行本研究教學實驗，探究在數位電路技術課程中使用不同的學習方式之學後保留度及學習成效差異情形。

本研究所謂數位電路技術課程係以高工(95)課程標準「電子電路實習」中之「數位邏輯」單元為研究項目，單元學習時間共八週(總共 24 小時，每週每次 6 小時隔週上課)。其中傳統組使用傳統方式教學，未使用任何模擬軟體進行輔助；而 TINA 組與 DB 組分別使用不同軟體模擬操作學習，並同時操作硬體實作，以操作硬體實作做為技能評量成績，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生進行實驗教學之起點行為如研究之基本假定及附件一前測成績所示。其中 TINA 組與 DB 組因使用電腦模擬軟體輔助技術學習，其學習時數模擬操作與實作練習比率互有不同(分別 TINA 組為 8 小時:16 小時及 DB 組 6 小時:18 小時)，總時數為 24 小時與傳統組相同。教學過程係在每一次上課開始時先做相關知識及操作步驟的提示及講解，講解的時間每次不會超過一節課的時間(每節課 50 分鐘)，以免減少學生實際練習的時間，繼之由同學實際操作練習。傳統組在教師講解後即著手實作；TINA 組在教師講解後先使用 TINA Pro 在電腦模擬實驗後再動手實作；DB 組在教師講解後先使用數位麵包板在電腦模擬實驗後再動手實作。教師在教學過程中控制教學情境以利實驗順利進行，教學完成後實施學後評量測驗(包括認知評量與技能評量二部分)，其中認知評量採筆試進行，技能評量採實際操作(不使用實驗軟體輔助)進行，繼而進行連續三次之隔週(即每次評量時間間隔十四日)的學

後保留評量，實施方式如學後評量測驗。

貳、研究步驟

本研究主要進行之步驟如下：

- 一、進行文獻探討：蒐集、分析、歸納及整理本研究之相關文獻。
- 二、編製教材：分別以「傳統教學」、「TINA Pro」及「數位麵包板」電腦模擬軟體，設計五個數位邏輯實習教學單元（包含組合邏輯及順序邏輯）。
- 三、專家會議：確定評量試題及問卷之效度。
- 四、評量試題預試：進行試題項目分析以確定評量試題之信度。
- 五、實驗分組：分成傳統組、TINA 組及 DB 組三組，三組學生皆以全班人數進行本研究教學實驗。
- 六、進行教學實驗：控制實驗誤差並觀察學生學習狀況。
- 七、學後測驗(簡稱後測)：進行學後認知評量及學後技能評量，以比較 TINA 組與 DB 組學生的學習成效。
- 八、學習滿意度問卷調查：以問卷調查方式，瞭解不同組別(傳統組、TINA 組與 DB 組)學生學習滿意情況。
- 九、實施第一次學習成效保留評量：於學習結束後第二週(亦即學習結束後第十四天)進行第一次學習成效保留評量(包含認知部分及技能部分)，比較不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)差異情形。
- 十、實施第二次學習成效保留評量：於學習結束後第四週(亦即學習結束後第二十八天)進行第二次學習成效保留評量(包含認知部分及技能部分)，比較不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)差異情形。
- 十一、實施第三次學後學習成效評量：於學習結束後第六週(亦即學習結束後第四十二天)進行第三次學習成效保留評量(包含認知部分及技能部分)，比較不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)差異情形。

本研究之詳細研究步驟，以流程圖表示，如圖 3-2-1 所示：

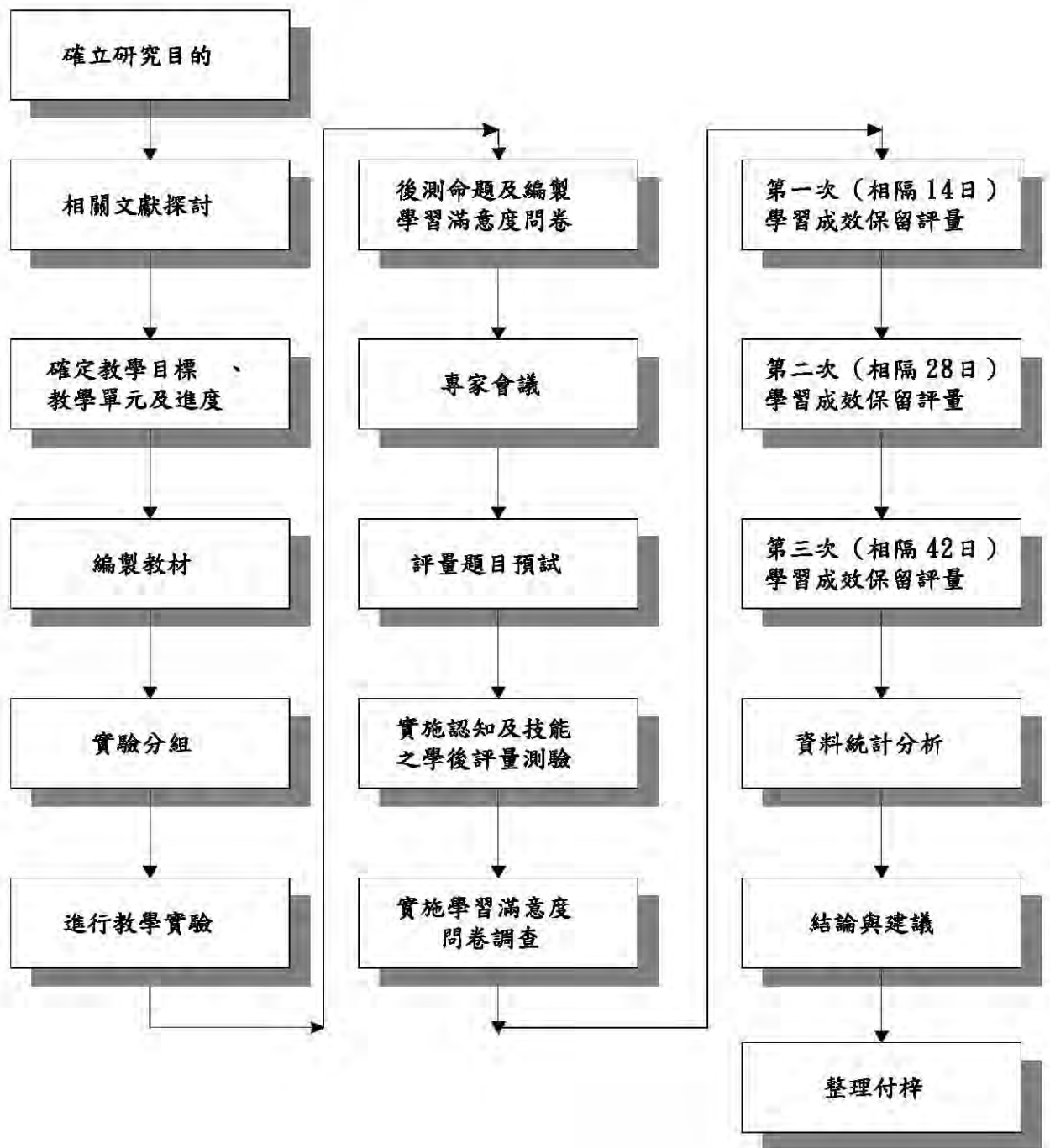


圖 3-2-1 研究步驟流程圖

第三節 實驗設計

壹、準實驗設計

實驗研究 (experimental study) 是各類研究中唯一能夠確定因果關係的研究。(郭生玉, 1999)。本研究實驗設計採實驗研究四類設計型式：一、「真實實驗設計」(true experimental design)；二、「準實驗設計」(quasi-experimental design)；三、「多因子實驗設計」(factorial design)；四、「單一受試者實驗設計」(single subject experimental design) (王文科, 2007) 中之「準實驗設計」。因為本實驗在現實的教育情境中，研究者要採用隨機的方法分派受試者，往往不可能，因而真正的實驗設計常難在現實情境中普遍採用。為了配合現實情境的限制，並對實驗的內、外在效度做較佳的控制，研究者就須要採用所謂的「準實驗設計」(郭生玉, 1999)。

貳、本研究之實驗設計

本研究採「準實驗設計」，而考驗不同組別(傳統組、TINA 組與 DB 組)學生學習差異情形。實驗設計表如表 3-3-1：

表 3-3-1 實驗設計表

組別	實驗處理	學後認知評量	學後技能評量	滿意度問卷調查	學後認知保留評量	學後技能保留評量
傳統組	X_1	O_1	O_4	O_7	O_{10}	O_{13}
TINA 組	X_2	O_2	O_5	O_8	O_{11}	O_{14}
DB 組	X_3	O_3	O_6	O_9	O_{12}	O_{15}

參、實驗變項

一、自變項

本實驗設計之自變項為實驗處理，傳統組接受為期六週的傳統教學；同時傳統組接受「傳統式教學」，TINA 組接受「TINA Pro」教學實驗；DB 組使用

「數位麵包板」，實施教學。

二、依變項

- (一)學後認知評量：指不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教學實驗後，其對「數位電路技術」各單元在概念及知識的成績。
- (二)學後技能評量：指不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教學實驗後，其對「數位電路技術」各單元在技能操作的成績。
- (三)學習滿意度：指不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教學實驗後，其對教具及教材等方面的學習滿意度意見。
- (四)學後認知保留評量：指不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量後，繼之三次(每次間隔 14 天)的學後認知保留評量的實施。
- (五)學後技能保留評量：指不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量後，繼之三次(每次間隔 14 天)的學後技能保留評量的實施。

三、控制變項

- (一)教學進度：在教學實驗之前，本研究依教學內容進行分析，擬定教學單元及進度，使不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之學習份量、內容能一致。
- (二)教師：本教學實驗，在單元教學進行時，首先由相同之任課教師(由研究者擔任)向不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生講解教學單元的相關知識，故教師因素對不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之教學效果的影響具有一致性。
- (三)評量題目：設計具有信度與效度的評量題目，以測出學後保留度。本實驗設計對於各控制變項將施以謹慎嚴密的操控，目的是希望實驗在理想的情境下進行，以提昇整個實驗的內外效度。並設計在後測評量完成後，以學習滿意度對傳統組、TINA 組及 DB 組進行調查，藉以瞭解不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)對於教材及教具的意見。

第四節 實驗對象

本研究之實驗對象，是以學生背景、行政支援及實驗設備三個因素為考量，分述如下：

壹、學生背景

本研究的目標在於探討電腦模擬軟體輔助技術教學在數位電路技術教學的學後保留度情形，教材內容編排是參照教育部公布之(95)課程綱要工業職業學校電子電群之電子科及控制科而設計，受試人員選擇控制科學生依課程標準採用送審之「電子電路實習」教科書中之「數位邏輯」單元進行實驗。

貳、行政支援

行政支援包含研究經費、時間、場地及工具儀表等，良好的行政支援有利於掌握教學進度及實驗控制。而研究者係利用自己任教班級學生、時間、場地及工具儀表等資源做研究，亦獲得任職單位的首肯，有利於整體研究之進行。

參、實驗設備

本實驗教學實作部分之實驗設備三組均相同，唯傳統組採「傳統教學」方式進行教學，而 TINA 組較傳統組增加之輔助實驗設備為「TINA Pro」模擬軟體及電腦設備，而 DB 組較傳統組增加之輔助實驗設備為「數位麵包板」模擬軟體及電腦設備，此輔助實驗電腦模擬軟體在台北市立內湖高工控制科皆為該科購置之合法軟體，教學設備上能充分滿足實驗者之操作。

基於上述學生背景、行政支援及實驗設備的考量，本研究乃以台北市立內湖高工控制科二年級全體學生(共一百零四人)為實驗樣本(其中傳統組三十三人、TINA 組三十八人及 DB 組三十三人)進行實驗。利用每次六小時隔週上課的「電子電路實習」課程中之「數位邏輯」單元進行實驗，但受限於樣本的人數及其特質，本研究的結果推估能力只限於實驗對象同性質的學習者。

第五節 研究基本假定

- 為考驗本研究之虛無假設（null hypotheses），本研究擬定之基本假定（assumption）如下：
- 一、假定本研究選取之實驗學生的智商無差異。因他們均經過招生學校入學檢定及學力測驗考試分發，並以相近成績進入高工就學。
 - 二、假定本研究選取之實驗學生對數位電路技術課程的學前認知無差異。
 - 三、假定本研究實驗教學進行期間，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生除傳統組無使用電腦模擬軟體輔助技術教學，以及 TINA 組與 DB 組使用電腦模擬軟體輔助技術教學不同外，其教學設備、教學情境及教學條件均相同。
 - 四、假定本研究實驗教學進行期間，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生均能認真學習，並能據實回答問卷之各項問題。
 - 五、假定本研究在實驗教學進行期間，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生所受到外來的影響均相同。

在研究基本假定之後並依據學生對於本研究先備課程「數位邏輯實習」(控制科二年級上學期聯結下學期「電子電路」之必修科目)之學期成績，進行不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之學前能力同質性檢定(如附件一)，做為本研究實驗教學之學生學前能力的檢測，觀察不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生進行本研究對於數位電路技術學習之學前能力同質性並無顯著差異，並以此成績做為本研究統計考驗之共變數。

第六節 研究工具

本研究之研究工具分為教學實驗的「傳統教學」、「TINA Pro」及「數位麵包板」教學實驗教材、教學實驗的學後評量測試卷、教學實驗的學後保留度評量試卷以及教學實驗的學習滿意度問卷，分述如下：

壹、教學實驗的教材

研究者使用蕭柱惠編著經教育部審定之「數位邏輯實習」(三版)做為本研究之教學實驗教材。本研究為了減少實驗誤差，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)使用之教材及教學單元均相同。教學單元內容為數位電路技術，共包含基本邏輯閘電路、加法器與減法器、解碼器與編碼器、多工器與解多工器、非同步計數器與同步計數器等五個單元，均具有數位電路技術代表性的實習單元。

貳、教學實驗的學後評量試卷

Ruscio (2008)在心理研究報告中指出：適當的測驗與評量是逐步達成標準化練習的學習方法。本研究之教學實驗採準實驗設計，在教學實驗後實施學後評量以檢視不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學習成效，而學習成效的差異情形係以常模參照測驗方式統計分析其差異情形。本研究學後評量試卷分成學後認知評量試卷及學後技能評量試卷 二部分，

一、學後認知評量試卷

(一) 學後認知評量試卷之效度

本研究學後評量試卷之內容效度(content validity) 係依據職業學校(95)工業類科課程暫綱及標準，參考盧正川、張益順(2007)、蔡文亮(2007)、劉明舜(2008)、蕭柱惠(2008)編著教育部審定之「數位邏輯實習」課目相關教材進行進行規畫，明確的呈現課程內容、測驗層次、比率分配或題數分配。並參酌電腦化適性測驗在電子電路模擬教學的成效分析研究(莊謙本,1998a)

及數位電路技術電腦化適性測驗之研究(莊謙本 1997b)之試題修訂使用，編訂學後評量試卷之試題初稿共 50 題(如附件二)。

試卷內容依雙向細目表的測驗層次分類，係依據布魯姆(Bloom,1956)所提出的認知領域教育目標六個層次，即知識(knowledge)、理解(comprehension)、應用(application)、分析(analysis)、綜合(synthesis)與評鑑(evaluation)，常被用為設計成就測驗時的參考；Aiken(1997)認為大多數測驗界定測驗所要測量的目標，常未與上述的分類有著緊密接合，故測驗層次之分類可根據實際情況來設計。本研究在命題之前，先確定教學目標、分析教材及教學的情境，然後就教材內容擬定測驗雙向細目表，明顯的呈現出課程內容及比率分配，而後組織客觀式命題，如表 3-6-1 所示。由於試題都是屬於選擇題的題型，所以對於認知層次中的分析、綜合及評鑑較高的三個層次並不適合，因此評量試題以知識、理解與應用三個認知層次的試題為主(王保進，2006)。

表 3-6-1 學後認知評量試卷雙向細目分析

認知層次 單元名稱	知識	理解	應用	總計
1.邏輯閘	6	2	2	10
2.加法器/減法器	6	2	2	10
3.解碼器/編碼器	6	2	2	10
4.多工器/解多工器	6	2	2	10
5.同步/非同步計數器	6	2	2	10
總計	30	10	10	50

學後認知評量試卷初稿編製完成後召開專家會議(會議記錄如附件三)，專家會議組成由台北市立內湖高工控制科全體教師(共 10 人)參與，以確認本試卷之內容效度。由於台北市立內湖高工控制科全體教師均有豐富任教數位電路技術的教學經驗與資歷(任教年資均在 10 年以上)，故本研究之學後評量試卷即以專家效度建構。

(二)學後認知評量試卷之信度

研究者編訂學後認知評量試卷(初稿)之試題共 50 題後，由電子科二年級三個班級學生共九十五位同學進行預試(電子科一、二年級課程與控制科一、二年級課程相同，因而預試學生樣本符合統計母群體樣本)，依據預試結果經 SPSS 17.0 統計軟體進行項目分析(item analysis)如附件四，從中檢選具有鑑別度及各題與總分相關之試題再進行信度分析計算其內部一致性後(Cronbach's α coefficient=.8032)，依據題號順序重新編製為 25 題形成最後之學後認知評量試卷(如附件五)。

二、學後技能評量試卷

本研究學後技能評量試題(如附件六)的編製是屬於總結性評量，命題依據是參考學者莊謙本(1997b)之「數位電路技術電腦化適性測驗之研究」的「技術能力歸類表」，內容涵蓋組合邏輯之基本邏輯閘、全加器及解碼器；順序邏輯之上數非同步計數器。每一教學單元命一題，共計四題，亦經由台北市立內湖高工控制科全體教師(共 10 人)組成專家會議審核，以確認本試卷之內容效度。然後由電子科二年級一個班級學生共三十六位同學進行預試，依據預試結果經 SPSS 17.0 統計軟體進行項目分析(item analysis)如附件七。由於學後技能評量試題每一題均具有鑑別度及與總分之相關，故直接進行信度分析計算其內部一致性(Cronbach's α coefficient= .9717)形成最後之學後技能評量試卷。技能項目分為操作準確度與操作速度，其計分的方式如下：

(一)配分比例：操作準確度與操作速度的分數總合為該技能項目的得分，操作準確度的分數為該技能項目之分數的 80%，操作速度的分數為該技能項目之分數的 20%。

(二)操作準確度：若操作完全準確，則可得該技能項目分數的 80%；若操作不準確，則該技能項目之操作準確度得分數為零分；若操作部分準確，則不準確部分每一缺點扣 2 分。

(三)操作速度的評分：操作速度的評分方法如下：

測驗一開始，學生即著手連接測試電路，當學生完成連接測試電路的技

能項目後，記錄其完成時間，教師不斷巡場，隨時檢查完成學生的準確性，若準確則其得分為：

- 1.若完成時間在 60 分鐘以內，則得分 20%。
- 2.若完成時間在 60~90 分鐘以內，則得分 15%。
- 3.若完成時間在 90~120 分鐘以上，則得分 10%。
- 4.若完成時間在 120 分鐘以外，則得分 5%。

參、教學實驗的學後保留評量試卷

本研究之學後保留評量試卷有二：一為學後認知保留評量試卷，另一為學後技能保留評量試卷。學後認知保留評量試卷與學後認知評量試卷相同，於學後認知評量完成後，進行三次的學後認知保留評量，每隔二週(相隔十四日)考一次，其學後保留度的計算式如下：

$$\text{第一次學後保留度} = \frac{\text{後測之第二週認知評量成績}}{\text{後測認知評量成績}}$$

$$\text{第二次學後保留度} = \frac{\text{後測之第四週認知評量成績}}{\text{後測認知評量成績}}$$

$$\text{第三次學後保留度} = \frac{\text{後測之第六週認知評量成績}}{\text{後測認知評量成績}}$$

同理，學後技能保留評量試卷與學後技能評量試卷相同，於學後技能評量完成後，進行三次的學後技能保留評量，亦即每隔二週(相隔十四日)考一次，學後技能保留度的計算式與學後認知保留度的計算方式相同。

肆、教學實驗的學習滿意度問卷

本研究在教學實驗之後，向受測學生實施行問卷調查，目的在瞭解學生對於不同的電腦輔助電子電路教學軟體、多媒體教學光碟及數位電路單元教材的學習意

見，並比較 TINA 組及 DB 組學生的滿意程度。

本問卷係參考潘仁傑（1995）之「學習滿意度問卷」、葉明恭(1996)之「學習滿意度問卷」、翁上錦（1996）之「教材滿意度調查表」、莊崇成(2000)之「學習滿意度問卷」及蒐集相關資料編製而成。

潘仁傑（1995）、葉明恭(1996)及莊崇成(2000)之「學習滿意度問卷」均使用於模組電路的 CAI 實驗，對於學生對學習的感受差異，潘君分類九個向度：對教具設計及使用；對教材的興趣；教材目標是否明確；達成學習目標；注重個別差異的學習；促進學生主動學習；依自己的學習速度學習；提供回饋及教材編輯呈現方式。葉君則分類十個向度：教學器具的設計及使用；學生對教學內容的興趣；學生終點行為的達成；學生的個別差異；促進學生主動學習的意願；讓學生學習能依自己的學習進度；提供學習的回饋；教材的難易度；教材內容的份量多寡；教材編輯的呈現方式。翁上錦（1996）之「教材滿意度調查表」使用於能力本位教材與傳統教材之教學實驗，對學習者對對學習的感受差異，翁君分類十個向度：提高學習者學習興趣；提供多元化途徑的學習活動；注重學習者終點行為的達成；使學習者瞭解學習目標；使學習者瞭解教材內容與工作世界有關；促進學習者主動學習；讓學習者依自己的學習進度學習；提供學習回饋；教材滿意程度。

本研究之學習滿意度調查問卷(如附件八)係參考上述文獻設計完成本問卷的發展，採五點量表方式填答，均為正向題，歸類為十一項向度，經台北市立內湖高工控制科全體教師(共 10 人)組成專家會議建構專家效度。由於母群體學生皆未學習過 TINA Pro 及數位麵包板，故本研究不進行問卷的預試，在教學實驗之後，直接向受測學生實施問卷調查。其調查問卷分類向度的題數與題號分配情形如表 3-6-2 所示：

表 3-6-2 「學習滿意度調查問卷」之分類向度名稱與題目分配表

分類向度		題數	題號
教材	1.電腦模擬軟體的操作或儀器設備使用的難易	3	1、2、3
教材	2.學生對教學內容的興趣	1	4
教材	3.教材內容的份量多寡	1	5
教材	4.教材的難易度	2	6、7
教材	5.教材編輯的呈現方式	2	8、20
教法	6.讓學生瞭解學習目標	1	9
教法	7.學生終點行為的達成	2	10、11
教法	8.學生的個別差異	3	12、13、14
教法	9.促進學生主動學習的意願	1	15
學習環境	10.讓學生學習能依自己的學習進度	2	16、17
學習環境	11.學習回饋	2	18、19

第七節 資料處理

本研究在教學實驗結束後，將所蒐集到的資料加以歸納、整理，使用 SPSS 17.0 版統計軟體來進行資料分析。茲將本研究所使用的資料統計方法分述如下(莊謙本，1996)：

壹、學後認知評量

本研究對於學後認知評量所選取實驗對象的能力背景，採取獨立樣本 (independent samples) 單因子共變數分析 (one-way ANCOVA)，以 $\alpha=0.05$ 為考驗誤差之參考，檢驗不同組別(傳統組、TINA 組與 DB 組)差異情形。

貳、學後技能評量

學後技能評量的資料處理方法，與學後認知評量之統計方法相同。

參、認知學習成效保留評量

在學後認知評量後的每一次再測的認知評量成績(共有三次)，除以學後認知的評量成績，以求得個別三次的學後認知保留度。

肆、技能學習成效保留評量

在學後技能評量後的每一次再測的技能評量成績(共有三次)，除以學後技能的評量成績，以求得個別三次的學後技能保留度。

伍、學習滿意度問卷資料處理

本研究之「學習滿意度問卷」歸類為十一項向度，採五點量表方式填答，且均為正向題。填「非常不同意」者給 1 分；填「不同意」者給 2 分；填「無意見」者給 3 分；填「同意」者給 4 分；填「非常同意」者給 5 分。計算學生的得分之

後，其資料處理方法與學後認知評量之統計方法相同。

第肆章 資料分析與討論

本章共分六節，分別為：學後認知評量資料分析、學後技能評量資料分析、學習滿意度問卷調查資料分析、學後認知保留度資料分析、學後技能保留度資料分析、綜合分析與討論 六部分予以探究，分別列述如下。

第一節 學後認知評量資料分析

學後認知評量的目的，在於瞭解不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在「電子電路實習」中之「數位邏輯」單元學習的學後能力。學後認知評量的題目共 25 題，滿分為 100 分，依前述實驗設計命題。

學後認知評量的資料分析共分成：不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量基本資料描述及獨立樣本單因子共變數分析 二個部分探討，用以考驗假設 1-1。

假設 1-1. 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量成績無顯著差異。

不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量的成績統計表，如表 4-1-1 所示，表格中之數字為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量中各單元的答對分數。首先進行共變數組內迴歸係數同質性的基本假定，確定共變數組內迴歸係數同質性一致後，然後進行獨立樣本單因子共變數分析，以考驗上述虛無假設。

表 4-1-1 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量成績統計表

組別	編號	得分	組別	編號	得分	組別	編號	得分
傳統組	A1	52	TINA 組	B1	100	DB 組	C1	80
	A2	76		B2	56		C2	84
	A3	72		B3	68		C3	64
	A4	76		B4	96		C4	44
	A5	52		B5	88		C5	76
	A6	40		B6	92		C6	76
	A7	48		B7	56		C7	92
	A8	40		B8	72		C8	28
	A9	72		B9	68		C9	52
	A10	84		B10	56		C10	80
	A11	56		B11	96		C11	84
	A12	56		B12	84		C12	84
	A13	84		B13	72		C13	68
	A14	32		B14	64		C14	52
	A15	32		B15	72		C15	92
	A16	68		B16	92		C16	72
	A17	48		B17	76		C17	88
	A18	60		B18	88		C18	76
	A19	64		B19	72		C19	56
	A20	84		B20	88		C20	96
	A21	32		B21	80		C21	92
	A22	84		B22	84		C22	76
	A23	80		B23	72		C23	92
	A24	80		B24	92		C24	80
	A25	76		B25	68		C25	76
	A26	64		B26	60		C26	56
	A27	80		B27	84		C27	88
	A28	92		B28	64		C28	80
	A29	100		B29	68		C29	92
	A30	92		B30	68		C30	92
	A31	76		B31	92		C31	76
	A32	72		B32	64		C32	20
	A33	72		B33	72		C33	88
以下空白		B34	80	以下空白				
		B35	68					
		B36	80					
		B37	84					
		B38	88					

表 4-1-2 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量成績人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-1-2 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量成績人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	66.5455	18.5693
TINA 組	38	76.9474	12.3177
DB 組	33	74.3030	18.6824
全 體	104	72.8077	17.0197

表 4-1-3 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-1-3 所得統計量 $F=.054$ ($p=.0947 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-1-3 不同組別(傳統組、TINA 組、DB 組)學生學後認知評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	29.945	2	14.972	.054

表4-1-4為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生學後認知評量之原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-1-4 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生學後認知評量之原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	66.5455	65.4330	2.925
TINA 組	38	76.9474	77.4980	2.683
DB 組	33	74.3030	74.4380	2.870

表4-1-5為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生學後認知評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後認知評量的影響力後，共變數分析的F值為4.784， $p=.010 < .05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生學後認知評量成績有顯著差異。

表 4-1-5 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量成績共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	2580.259	2	1290.129	4.784*	TINA 組>傳統組
誤差(組內)	26967.789	100	269.678		DB組>傳統組
全 體	29548.048	102			

*P<.05

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對學後認知評量成績平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生有顯著差異，且使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，其學後認知評量成績高於使用傳統學習的學生；以及使用數位麵包板輔助技術學習的學生，其學後認知評量成績高於使用傳統學習的學生。故假設 1-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量成績無顯著差異應予拒絕，其事後比較結果如表 4-1-6 所示。

表 4-1-6 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		65.4330	74.4380	77.4980
傳統組	65.4330	—	9.0050*	12.0650*
DB 組	74.4380		—	3.1180
TINA 組	77.4980			—

*P<.05

第二節 學後技能評量資料分析

學後技能評量的目的，在於瞭解不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在「電子電路實習」中之「數位邏輯」單元學習的學後能力。學後技能評量的題目共 4 題，學後技能評量成績係由操作的準確度(佔全部成績 80%)及速度(佔全部成績 20%)兩項成績所組成，總分為 100 分，依前述實驗設計命題。

學後技能評量的資料分析共分成：不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量基本資料描述及獨立樣本單因子共變數分析 二個部分探討，用以考驗假設 1-2。

假設 1-2. 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量成績無顯著差異。

不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量的成績統計表，如表 4-2-1 所示，表格中之數字為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量中各單元的準確度(佔全部成績 80%)成績及速度(佔全部成績 20%)成績，兩項成績所組成學後技能評量成績，滿分為 100 分。首先進行共變數組內迴歸係數同質性的基本假定，確定共變數組內迴歸係數同質性一致後，然後進行獨立樣本單因子共變數分析，以考驗上述虛無假設。學生進行評量實作的情形與成品如圖 4-2-1 及圖 4-2-2 所示。



圖 4-2-1 學生進行學後技能評量之實作情形

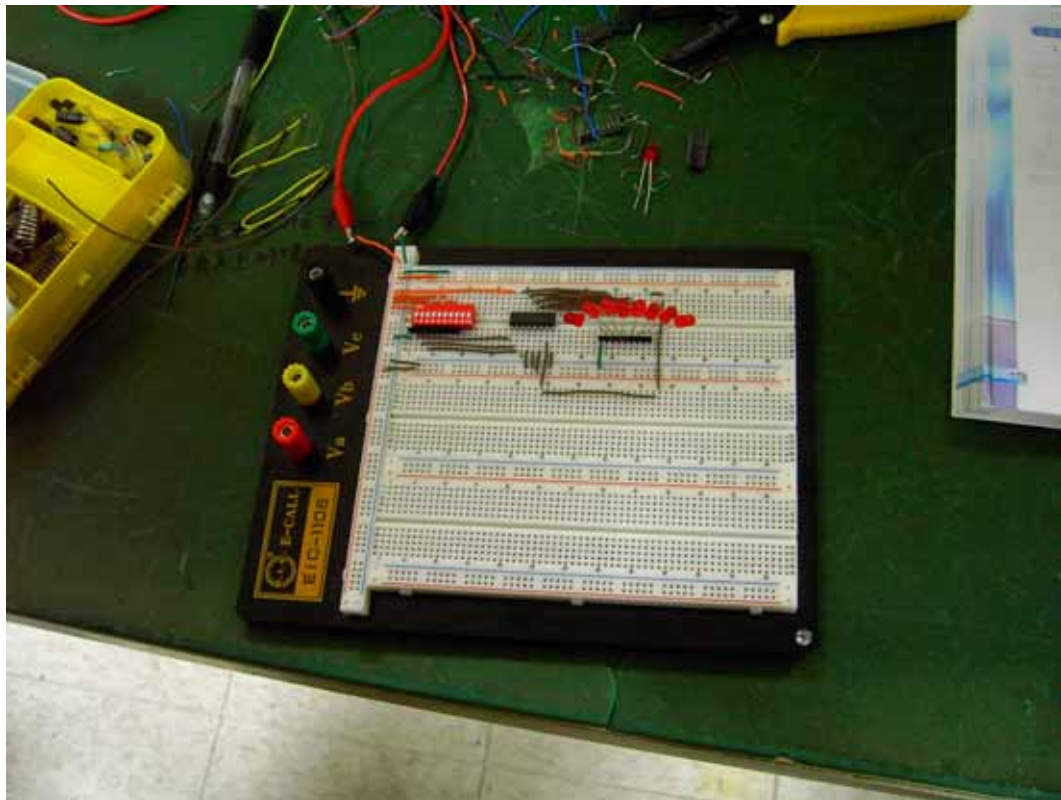


圖 4-2-2 學生進行學後技能評量實作的成品

表 4-2-1 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量的成績統計表

組別	編號	準確度	速度	得分	組別	編號	準確度	速度	得分	組別	編號	準確度	速度	得分
傳統組	A1	60	5	65	TINA 組	B1	80	5	85	DB 組	C1	76	15	91
	A2	60	10	70		B2	60	5	65		C2	76	10	86
	A3	60	5	65		B3	76	10	86		C3	76	5	81
	A4	76	10	86		B4	80	15	95		C4	54	5	59
	A5	60	5	65		B5	80	5	85		C5	70	5	75
	A6	52	10	62		B6	76	15	91		C6	75	5	80
	A7	60	10	70		B7	64	10	74		C7	80	5	85
	A8	50	10	60		B8	60	15	75		C8	40	5	45
	A9	76	15	91		B9	60	5	65		C9	60	5	65
	A10	70	5	75		B10	60	10	70		C10	76	10	86
	A11	60	5	65		B11	80	5	85		C11	70	10	80
	A12	62	10	67		B12	80	5	85		C12	80	5	85
	A13	80	5	85		B13	78	15	93		C13	60	10	70
	A14	50	5	55		B14	76	10	86		C14	68	5	73
	A15	50	5	55		B15	80	10	90		C15	72	15	87
	A16	78	5	83		B16	70	10	80		C16	78	5	83
	A17	52	5	57		B17	80	5	85		C17	60	15	75
	A18	70	5	75		B18	80	5	85		C18	60	5	65
	A19	68	10	78		B19	80	5	85		C19	72	5	77
	A20	76	10	86		B20	80	5	85		C20	80	5	85
	A21	50	5	55		B21	60	5	65		C21	80	5	85
	A22	75	10	85		B22	78	20	98		C22	78	5	83
	A23	80	5	85		B23	60	5	65		C23	76	10	86
	A24	66	10	76		B24	80	5	85		C24	75	5	80
	A25	80	10	90		B25	52	5	57		C25	60	5	65
	A26	80	10	90		B26	78	15	93		C26	60	5	65
	A27	70	15	85		B27	60	15	75		C27	75	5	80
	A28	70	10	80		B28	60	5	65		C28	70	5	75
	A29	78	15	93		B29	78	15	93		C29	80	15	95
	A30	80	10	90		B30	80	5	85		C30	80	10	90
	A31	60	5	65		B31	80	5	85		C31	70	5	75
	A32	80	5	85		B32	70	10	80		C32	40	5	45
	A33	50	5	55		B33	80	20	100		C33	76	5	81
以下空白				B34	80	10	90	以下空白						
				B35	70	10	80							
				B36	80	15	95							
				B37	80	15	95							
				B38	80	10	90							

表 4-2-2 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量成績人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-2-2 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量成績人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	74.2121	12.5094
TINA 組	38	82.7895	10.6675
DB 組	33	76.9091	11.8014
全 體	104	78.2019	12.0930

表 4-2-3 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-2-3 所得統計量 $F=.408$ ($p=.666 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-2-3 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	107.371	2	53.685	.408

表 4-2-4 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量之原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-2-4 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生學後技能評量之原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	74.2121	73.2148	2.030
TINA 組	38	82.7895	83.2908	1.862
DB 組	33	76.9091	77.3068	1.992

表 4-2-5 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後技能評量的影響力後，共變數分析的 F 值為 6.723， $p=.002 <.05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量成績有顯著差異。

表 4-2-5 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量成績共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	1746.694	2	873.482	6.723**	TINA 組>傳統組
誤差(組內)	12992.503	100	129.925		TINA 組>DB 組
全 體	29548.048	102			

**P<.01

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對學後技能評量成績平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生有顯著差異，且使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，其學後技能評量成績高於使用傳統學習的學生及使用數位麵包板的學生，故假設 1-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量成績無顯著差異應予拒絕，其事後比較結果如表 4-2-6 所示。

表 4-2-6 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		73.2148	77.3068	83.2908
傳統組	73.2148	—	4.0920	10.0760***
DB 組	77.3068		—	5.9840*
TINA 組	83.2908			—

*P<.05 *** P<.001

第三節 學習滿意度問卷調查資料分析

本研究在教學實驗之後，向受試者實施行問卷調查，目的在於瞭解受試者對於使用的教具、教材、教法及教學環境的學習意見，並比較不同組別(傳統組、TINA組及 DB 組)學生關於教學實驗後學習的滿意程度。

本研究使用 SPSS 17.0 版統計軟體進行獨立樣本單因子共變數檢定，用以考驗假設 2-1 至假設 2-11 等十一個虛無假設，其結果如下：

假設 2-1.在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

表 4-3-1 為教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-1 在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	11.2121	1.8834
TINA 組	38	12.5163	2.1901
DB 組	33	11.7879	2.1616
全 體	104	11.8750	2.1393

表 4-3-2 為教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-2 所得統計量 $F=.060$ ($p=.942 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-2 在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.538	2	.269	.060

表 4-3-3 為在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原

始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-3-3 在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	11.2121	11.2270	.374
TINA 組	38	12.5163	12.5190	.343
DB 組	33	11.7879	11.7820	.367

表 4-3-4 為教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對教材設計方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 3.234， $p=.044<.05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教材的設計方面滿意度有顯著差異。

表 4-3-4 在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	28.483	2	14.242	3.234*	TINA組>傳統組
誤差(組內)	440.353	100	4.404		
全 體	468.836	102			

* $P<.05$

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對教材設計方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生有顯著差異，且使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，對教材的設計方面滿意度平均數高於使用傳統學習的學生，故假設 2-1.在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予拒絕，其事後比較結果如表 4-3-5 所示。

表 4-3-5 在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		11.2270	11.7820	12.5190
傳統組	11.2270	—	.555	1.2920*
DB 組	11.7820		—	.7370
TINA 組	12.5190			—

*P<.05

假設 2-2.在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

表 4-3-6 為在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-6 在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	3.2121	.8200
TINA 組	38	3.6316	.9979
DB 組	33	3.3636	.9293
全體	104	3.4135	.9307

表 4-3-7 為在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-7 所得統計量 $F=.107$ ($p=.899 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-7 在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.186	2	.0931	.107

表 4-3-8 為在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-3-8 在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	3.2121	3.2320	.165
TINA 組	38	3.6316	3.6210	.151
DB 組	33	3.3636	3.3550	.162

表 4-3-9 為在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對教材內容興趣方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 1.590， $p=.209>.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教材內容的興趣方面滿意度無顯著差異。

表 4-3-9 在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	2.725	2	1.363	1.590
誤差(組內)	85.714	100	.857	
全體	88.439	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對教材內容興趣方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-2.在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-10 所示。

表 4-3-10 在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		3.2320	3.3550	3.6210
傳統組	3.2320	—	.1230	.3890
DB 組	3.3550		—	.2260
TINA 組	3.6210			—

假設 2-3.在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

表 4-3-11 為在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-11 在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	3.3939	.7044
TINA 組	38	3.4737	.8297
DB 組	33	3.3636	.7424
全 體	104	3.4135	.7583

表 4-3-12 為在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-12 所得統計量 $F=.513$ ($p=.601 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-12 在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.610	2	.305	.513

表 4-3-13 為在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表 4-3-13 在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	3.3939	3.4049	.137
TINA 組	38	3.4737	3.4686	.125
DB 組	33	3.3636	3.3596	.134

表 4-3-14 為在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對教材內容興趣方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 .181， $p=.835 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教材內容份量的多寡方面滿意度無顯著差異。

表 4-3-14 在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	.213	2	.106	.181
誤差(組內)	58.909	100	.589	
全體	59.122	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對教材內容份量的多寡方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-3. 在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-15 所示。

表 4-3-15 在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	DB 組	傳統組	TINA 組
		3.3596	3.4049	3.4686
DB 組	3.3596	—	.0453	.1090
傳統組	3.4049		—	.0637
TINA 組	3.4686			—

假設 2-4. 在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

表 4-3-16 為在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-16 在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	6.6061	.8638
TINA 組	38	7.5789	.8584
DB 組	33	6.8182	.8823
全體	104	7.0288	.9599

表 4-3-17 為在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學

生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表，根據表 4-3-17 所得統計量 $F=.008$ ($p=.992 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-17 在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0129	2	.0064	.008

表 4-3-18 為在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表 4-3-18 在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	6.6061	6.6315	.155
TINA 組	38	7.5789	7.2725	.142
DB 組	33	6.8182	6.5145	.152

表 4-3-19 為在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對教材的難易度方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 3.234， $p=.044 < .05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教材的難易度方面滿意度有顯著差異。

表 4-3-19 在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	17.207	2	8.603	8.524***	TINA 組>傳統組
誤差(組內)	75.585	100	4.404		TINA 組>DB 組
全體	92.792	102			

*** $P < .001$

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對教材的難易度方面平均數(依變項)的影響後，使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生與使用傳

統學習的學生及使用數位麵包板輔助技術學習的學生有顯著差異，且使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，對教材的難易度方面平均數高於使用傳統學習的學生及使用數位麵包板輔助技術學習的學生，故假設 2-4.在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予拒絕，其事後比較結果如表 4-3-20 所示。

表 4-3-20 在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	DB 組	傳統組	TINA 組
		6.5145	6.6315	7.2725
DB 組	6.5145	—	.1170	.7580***
傳統組	6.6315		—	.6410***
TINA 組	7.2725			—

***P<.001

假設 2-5.在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

表 4-3-21 為在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-21 在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	3.3030	.7282
TINA 組	38	3.7368	.7235
DB 組	33	3.6061	.8269
全體	104	3.5577	.7737

表 4-3-22 為在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-22 所得統計量 $F=.272$ ($p=.762 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-22 在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.305	2	.152	.272

表 4-3-23 為在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-3-23在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	3.3030	3.3691	.132
TINA 組	38	3.7368	3.6631	.121
DB 組	33	3.6061	3.5791	.130

表 4-3-24 為在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對教材的編輯呈現方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 1.696， $p=.189>.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在教材的編輯呈現方面滿意度無顯著差異。

表 4-3-24 在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	1.870	2	.935	1.696
誤差(組內)	55.119	100	.551	
全體	56.989	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對教材的編輯呈現方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-5.在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-25 所示。

表 4-3-25 在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		3.3691	3.5791	3.6631
傳統組	3.3691	—	.3031	.4338
DB 組	3.5791		—	.1307
TINA 組	3.6631			—

假設 2-6.在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意程度無顯著差異。

表 4-3-26 為在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-26 在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	3.2424	.7513
TINA 組	38	3.4474	.8913
DB 組	33	3.3030	.8095
全體	104	3.3365	.8198

表 4-3-27 為在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-27 所得統計量 $F=.825$ ($p=.441 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-27 在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	1.117	2	.559	.825

表 4-3-28 為在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-3-28 在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	3.2424	3.2791	.146
TINA 組	38	3.4474	3.4294	.134
DB 組	33	3.3030	3.2884	.144

表 4-3-29 為在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對明白學習目標方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為.368， $p=.693>.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在明白學習目標方面滿意度無顯著差異。

表 4-3-29 在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	.497	2	.249	.368
誤差(組內)	67.492	100	.675	
全 體	67.989	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對明白學習目標方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-6.在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-30 所示。

表 4-3-30 在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		3.2791	3.2884	3.4294
傳統組	3.2791	—	.0093	.1503
DB 組	3.2884		—	.1410
TINA 組	3.4294			—

假設 2-7.在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意程度無顯著差異。

表 4-3-31 為在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-31 在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	6.3030	1.4467
TINA 組	38	6.8947	1.7826
DB 組	33	6.5455	1.6600
全 體	104	6.5962	1.6459

表 4-3-32 為在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-32 所得統計量 $F=.567$ ($p=.569 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-32 在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	3.092	2	1.546	.567

表 4-3-33 為在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表 4-3-33 在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	6.3030	6.3595	.293
TINA 組	38	6.8947	6.8655	.269
DB 組	33	6.5455	6.5225	.287

表 4-3-34 為在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對終點行為達成方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 .831， $p=.364 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在終點行為達成方面滿意度無顯著差異。

表 4-3-34 在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	4.595	2	2.297	.831
誤差(組內)	270.483	100	2.705	
全 體	275.078	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對終點行為達成方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-7.在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-35 所示。

表 4-3-35 在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		6.3595	6.5225	6.8655
傳統組	6.3595	—	.1630	.5060
DB 組	6.5225		—	.3430
TINA 組	6.8655			—

假設 2-8.在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意程度無顯著差異。

表 4-3-36 為在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-36 在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	11.3939	1.5399
TINA 組	38	10.4211	2.4454
DB 組	33	10.7576	2.1218
全 體	104	10.8365	2.1092

表 4-3-37 為在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)

學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-37 所得統計量 $F=.040$ ($p=.961 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-37 在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.361	2	.180	.040

表 4-3-38 為在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表 4-3-38 在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	11.3939	11.4095	.374
TINA 組	38	10.4211	10.4125	.343
DB 組	33	10.7576	10.7505	.367

表 4-3-39 為在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對注重個別學習差異方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 1.911， $p=.153 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在注重個別學習差異方面滿意度無顯著差異。

表 4-3-39 在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	16.589	2	8.429	1.911
誤差(組內)	441.017	100	4.410	
全體	457.606	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對注重個別學習差異方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-8.在

注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-40 所示。

表 4-3-40 在注重個別學習差異方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	TINA 組 10.4125	DB 組 10.7505	傳統組 11.4095
TINA 組	10.4125	—	.1630	.5060
DB 組	10.7505		—	.3430
傳統組	11.4095			—

假設 2-9. 在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意程度無顯著差異。

表 4-3-41 為在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-41 在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	2.8182	.8083
TINA 組	38	3.1053	.6489
DB 組	33	2.9091	.7230
全體	104	2.9519	.7291

表 4-3-42 為在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-42 所得統計量 $F=.043$ ($p=.958 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-42 在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0047	2	.024	.043

表 4-3-43 為在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學

生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-3-43 在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	2.8182	2.8132	.130
TINA 組	38	3.1053	3.1661	.119
DB 組	33	2.9091	2.9107	.127

表 4-3-44 為在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對促進主動學習方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 1.450， $p=.239>.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在促進主動學習方面滿意度無顯著差異。

表 4-3-44 在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	1.543	2	.772	1.450
誤差(組內)	53.200	100	.532	
全體	54.743	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對促進主動學習方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-9.在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-45 所示。

表 4-3-45 在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		2.8132	2.9107	3.1661
傳統組	2.8132	—	.0975	.3529
DB 組	2.9107		—	.2554
TINA 組	3.1661			—

假設 2-10.在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)

學生之滿意程度無顯著差異。

表 4-3-46 為在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-46 在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	6.4848	1.4169
TINA 組	38	7.2105	1.7110
DB 組	33	6.7879	1.6155
全體	104	6.8462	1.6056

表 4-3-47 為在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-47 所得統計量 $F=1.304$ ($p=.276 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-47 在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	6.598	2	3.299	1.304

表 4-3-48 為在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表 4-3-48 在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	6.4848	6.5299	.284
TINA 組	38	7.2105	7.1869	.261
DB 組	33	6.7879	6.7689	.279

表 4-3-49 為在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對依自己的學習速度學習方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 1.484， $p=.232 > .05$ ，接受虛無假設，故

不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在依自己的學習速度學習方面滿意度無顯著差異存在。

表 4-3-49 在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	7.557	2	3.779	1.484
誤差(組內)	254.604	100	2.546	
全體	262.161	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對依自己的學習速度學習方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-10.依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-50 所示。

表 4-3-50 在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		6.5299	6.7689	7.1869
傳統組	6.5299	—	.2390	.6570
DB 組	6.7689		—	.4180
TINA 組	7.1869			—

假設 2-11.在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。

表 4-3-51 為在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度之人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-3-51 在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	5.5152	1.4169
TINA 組	38	6.2368	1.7310
DB 組	33	5.8485	1.6417
全體	104	5.8846	1.6209

表 4-3-52 為在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-3-52 所得統計量 $F=1.390$ ($p=.254 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-3-52 在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	7.190	2	3.595	1.390

表 4-3-53 為在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表 4-3-53 在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	5.5152	5.5479	.284
TINA 組	38	6.2368	6.2199	.261
DB 組	33	5.8485	5.8349	.279

表 4-3-54 為在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學習回饋方面滿意度的影響力後，共變數分析的 F 值為 1.478， $p=.233 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學習回饋方面滿意度無顯著差異存在。

表 4-3-54 在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	7.702	2	3.851	1.478
誤差(組內)	260.581	100	2.606	
全體	268.283	102		

從共變數分析摘要表可知，在排除學生前測成績平均數(共變項)對學習回饋方面滿意度平均數(依變項)的影響後，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異，故假設 2-11.學習回饋方

面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-3-55 所示。

表 4-3-55 在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		5.5479	5.8349	6.2199
傳統組	5.5479	—	.2390	.6570
DB 組	5.8349		—	.4180
TINA 組	6.2199			—

依據上述學習滿意度問卷調查資料分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生接受技術學習在教材的設計方面、教材內容的興趣方面、教材內容份量的多寡方面、教材的難易度方面、教材的編輯呈現方面、學習目標達成方面、終點行為達成方面、注重個別學習差異方面、促進主動學習方面、依自己的學習速度學習方面、學習回饋方面 等十一個向度的分析，只有在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度有顯著差異，且 TINA 組學生在教材的設計方面調整後之滿意程度平均數為 12.52 分高於傳統組學生的 11.23 分；以及在教材的難易度方面不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意度平均值有顯著差異，且 TINA 組學生在教材的難易度方面調整後之滿意程度平均數為 7.27 分高於傳統組學生的 6.63 分與 DB 組學生的 6.51 分，其他九個向度不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意度平均值皆無顯著差異，其不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之學習滿意度事後比較結果如表 4-3-56 所示。

表 4-3-56 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之學後滿意度事後比較表

教材的設計	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	11.2270	11.7820	12.5190
	傳統組	11.2270	—	.555
	DB 組	11.7820	—	.7370
	TINA 組	12.5190	—	—
教材內容的興趣	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	3.2320	3.3550	3.6210
	傳統組	3.2320	—	.1230
	DB 組	3.3550	—	.2260
	TINA 組	3.6210	—	—
教材內容份量多寡	組別	DB 組	傳統組	TINA 組
	調整後平均數	3.3596	3.4049	3.4686
	DB 組	3.3596	—	.0453
	傳統組	3.4049	—	.0637
	TINA 組	3.4686	—	—
教材的難易度	組別	DB 組	傳統組	TINA 組
	調整後平均數	6.5145	6.6315	7.2725
	DB 組	6.5145	—	.1170
	傳統組	6.6315	—	.7580***
	TINA 組	7.2725	—	.6410***
		—	—	—
教材的編輯呈現	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	3.3691	3.5791	3.6631
	傳統組	3.3691	—	.3031
	DB 組	3.5791	—	.1307
	TINA 組	3.6631	—	—
明白學習目標	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	3.2791	3.2884	3.4294
	傳統組	3.2791	—	.0093
	DB 組	3.2884	—	.1410
	TINA 組	3.4294	—	—
終點行為達成	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	6.3595	6.5225	6.8655
	傳統組	6.3595	—	.1630
	DB 組	6.5225	—	.3430
	TINA 組	6.8655	—	—
注重個別學習差異	組別	TINA 組	DB 組	傳統組
	調整後平均數	10.4125	10.7505	11.4095
	TINA 組	10.4125	—	.1630
	DB 組	10.7505	—	.3430
	傳統組	11.4095	—	—

*P<.05 ***P<.001

表 4-3-56 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之學後滿意度事後比較表(續)

促進主動學習	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	2.8132	2.9107	3.1661
	傳統組	—	.0975	.3529
	DB 組	—	—	.2554
	TINA 組	3.1661	—	—
依自己的學習速度學習	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	6.5299	6.7689	7.1869
	傳統組	—	.2390	.6570
	DB 組	—	—	.4180
	TINA 組	7.1869	—	—
學習回饋	組別	傳統組	DB 組	TINA 組
	調整後平均數	5.5479	5.8349	6.2199
	傳統組	—	.2390	.6570
	DB 組	—	—	.4180
	TINA 組	6.2199	—	—

第四節 學後認知保留評量資料分析

本研究於學後認知評量完成後，繼之實施三次(每次間隔十四日)的學後認知保留評量，藉以瞭解學後認知評量後間隔三次不同時間(每次間隔十四日)之學習成效情形，並計算學後認知保留度。其實施方法及計分方式與學後認知評量相同，總分為 100 分。使用 SPSS 17.0 統計軟體進行獨立樣本單因子共變數檢定($\alpha=0.05$)，分別計算第一次的學後認知保留度、第二次的學後認知保留度及第三次的學後認知保留度，用以考驗假設 3-1-1、假設 3-1-2 及假設 3-1-3。

壹、第一次學後認知保留評量

在學後認知評量結束後的第二週(相隔十四天)進行第一次學後認知保留評量，藉以瞭解不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後第二週的學後認知保留度情形。表 4-4-1 為第一次不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知保留評量成績統計表，表格中之數字為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量、學後認知保留評量中各單元的答對分數(滿分為 100 分)與第一次學後認知保留度。首先進行共變數組內迴歸係數同質性的基本假定，確定共變數組內迴歸係數同質性一致後，然後進行獨立樣本單因子共變數分析，並對於假設 3-1-1 進行考驗。

表 4-4-1 第一次學後認知保留評量成績

組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第一次學後認知保留度	組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第一次學後認知保留度	組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第一次學後認知保留度
傳統組	A1	52	48	0.92	TINA組	B1	100	100	1.00	DB組	C1	80	72	0.90
	A2	76	72	0.95		B2	56	56	1.00		C2	84	80	0.95
	A3	72	72	1.00		B3	68	64	0.94		C3	64	56	0.88
	A4	76	76	1.00		B4	96	100	1.04		C4	44	40	0.91
	A5	52	56	1.08		B5	88	84	0.95		C5	76	76	1.00
	A6	40	36	0.90		B6	92	92	1.00		C6	76	80	1.05
	A7	48	44	0.92		B7	56	48	.86		C7	92	100	1.09
	A8	40	40	1.00		B8	72	68	0.94		C8	28	24	0.86
	A9	72	72	1.00		B9	68	60	0.88		C9	52	48	0.92
	A10	84	88	1.05		B10	56	52	0.93		C10	80	84	1.05
	A11	56	52	0.93		B11	96	92	0.96		C11	84	76	0.90
	A12	56	56	1.00		B12	84	80	0.95		C12	84	80	0.95
	A13	84	84	1.00		B13	72	68	0.94		C13	68	64	0.94
	A14	32	28	0.88		B14	64	68	1.06		C14	52	48	0.92
	A15	32	32	1.00		B15	72	68	0.94		C15	92	92	1.00
	A16	68	64	0.94		B16	92	96	1.04		C16	72	68	0.94
	A17	48	40	0.83		B17	76	72	0.95		C17	88	84	0.95
	A18	60	52	0.87		B18	88	80	0.91		C18	76	72	0.95
	A19	64	60	0.94		B19	72	68	0.94		C19	56	48	0.86
	A20	84	84	1.00		B20	88	80	0.91		C20	96	92	0.96
	A21	32	32	1.00		B21	80	76	0.95		C21	92	92	1.00
	A22	84	80	0.95		B22	84	80	0.95		C22	76	80	1.05
	A23	80	76	0.95		B23	72	72	1.00		C23	92	88	0.96
	A24	80	84	1.05		B24	92	92	1.00		C24	80	72	0.90
	A25	76	72	0.95		B25	68	64	0.94		C25	76	72	.95
	A26	64	56	0.88		B26	60	52	0.87		C26	56	52	0.93
	A27	80	88	1.10		B27	84	80	.95		C27	88	80	0.91
	A28	92	96	1.04		B28	64	60	0.94		C28	80	72	0.90
	A29	100	100	1.00		B29	68	72	1.06		C29	92	96	1.04
	A30	92	92	1.00		B30	68	68	1.00		C30	92	88	0.96
	A31	76	68	0.89		B31	92	96	1.04		C31	76	72	0.95
	A32	72	72	1.00		B32	64	60	0.94		C32	20	24	1.20
	A33	72	64	0.89		B33	72	76	1.06		C33	88	80	0.91
以下空白					B34	80	76	0.95	以下空白					
					B35	68	60	0.88						
					B36	80	72	0.90						
					B37	84	80	0.95						
					B38	88	88	1.00						

假設 3-1-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度無顯著差

表 4-4-2 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量成績人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-4-2 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	64.7273	19.613
TINA 組	38	74.2105	13.7530
DB 組	33	71.2727	19.2472
全體	104	70.2692	17.9645

表 4-4-3 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-4-3 所得統計量 $F=.021$ ($p=.0979 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-4-3 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	13.035	2	6.518	.021

表4-4-4為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-4-4 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	64.7273	63.5528	3.116
TINA 組	38	74.2105	74.8429	2.858
DB 組	33	71.2727	71.7799	3.057

表 4-4-5 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後

認知評量的影響力後，共變數分析的 F 值為 3.616， $p=.030<.05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異存在，且 TINA 組成績高於傳統組成績，其事後比較結果如表 4-4-6 所示。

表4-4-5 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	2212.799	2	1106.399	3.616*	TINA組>傳統組
誤差(組內)	30600.615	100	306.006		
全 體	32813.414	102			

* $P<.05$

表 4-4-6 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		63.5528	71.7799	74.8429
傳統組	63.5528	—	8.2271	11.2901*
DB 組	71.7799		—	3.063
TINA 組	74.8429			—

* $P<.05$

表 4-4-7 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-4-7 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	.9665	.0641
TINA 組	38	.9617	.0534
DB 組	33	.9588	.0719
全 體	104	.9623	.0626

表 4-4-8 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-4-8

所得統計量 $F=1.729$ ($p=.183 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-4-8 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0135	2	.0067	1.729

表4-4-9為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-4-9 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	.9665	.9643	.011
TINA 組	38	.9617	.9702	.010
DB 組	33	.9588	.9847	.011

表4-4-10為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後認知評量的影響力後，共變數分析的F值為.938， $p=.335 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度沒有顯著差異存在。

表 4-4-10 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	.000	2	.000	.938
誤差(組內)	.399	100	.003	
全 體	.399	102		

綜合以上分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之調整後學後認知保留評量成績分別為傳統組 63.55 分、TINA 組 74.84 分及 DB 組 71.78 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認

知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異，且 TINA 組成績高於傳統組成績。

調整後第一次學後認知保留度平均數分別為傳統組 1.02、TINA 組 1.02 及 DB 組 1.08，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度沒有顯著差異，故假設 3-1-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-4-11 所示。

表 4-4-11 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	TINA 組	DB 組
		.9643	.9702	.9847
傳統組	.9643	—	.0059	.0204
TINA 組	.9702		—	.0145
DB 組	.9847			—

貳、第二次學後認知保留評量

在學後認知評量結束後的第四週(相隔二十八日)進行第二次學後認知保留評量，藉以瞭解不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後第四週的學後認知保留度情形。表 4-4-12 為第二次不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知保留評量成績統計表，表格中之數字為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量、學後認知保留評量中各單元的答對分數(滿分為 100 分)與第二次學後認知保留度。首先進行共變數組內迴歸係數同質性的基本假定，確定共變數組內迴歸係數同質性一致後，然後進行獨立樣本單因子共變數分析，並對於假設 3-1-2 進行考驗。

表 4-4-12 第二次學後認知保留評量成績

組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第二次學後認知保留度	組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第二次學後認知保留度	組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第二次學後認知保留度
傳統組	A1	52	44	0.85	TINA組	B1	100	96	0.96	DB組	C1	80	76	0.95
	A2	76	68	0.89		B2	56	52	0.93		C2	84	80	0.95
	A3	72	72	1.00		B3	68	64	0.94		C3	64	60	.94
	A4	76	80	1.05		B4	96	96	1.00		C4	44	40	0.91
	A5	52	52	1.00		B5	88	84	0.95		C5	76	72	0.95
	A6	40	32	0.80		B6	92	92	1.00		C6	76	72	1.00
	A7	48	44	0.92		B7	56	52	0.93		C7	92	92	1.04
	A8	40	40	1.00		B8	72	68	0.94		C8	28	24	0.86
	A9	72	72	1.00		B9	68	64	0.94		C9	52	48	0.92
	A10	84	84	1.00		B10	56	56	1.00		C10	80	80	1.00
	A11	56	56	1.00		B11	96	96	1.00		C11	84	76	0.90
	A12	56	52	0.93		B12	84	80	0.95		C12	84	80	0.95
	A13	84	80	0.95		B13	72	68	0.94		C13	68	64	0.94
	A14	32	32	1.00		B14	64	64	1.00		C14	52	48	0.92
	A15	32	24	0.75		B15	72	68	0.94		C15	92	88	0.96
	A16	68	64	0.94		B16	92	92	1.00		C16	72	68	0.94
	A17	48	44	0.92		B17	76	72	0.95		C17	88	84	0.95
	A18	60	56	0.93		B18	88	84	0.95		C18	76	72	0.95
	A19	64	60	0.94		B19	72	68	0.94		C19	56	52	0.93
	A20	84	80	0.95		B20	88	84	0.95		C20	96	88	0.92
	A21	32	28	0.88		B21	80	76	0.95		C21	92	88	0.96
	A22	84	76	0.90		B22	84	80	0.95		C22	76	76	1.00
	A23	80	76	0.95		B23	72	72	1.00		C23	92	92	1.00
	A24	80	80	1.00		B24	92	92	1.00		C24	80	72	0.90
	A25	76	72	0.95		B25	68	64	0.94		C25	76	72	0.95
	A26	64	60	0.94		B26	60	56	0.93		C26	56	52	0.93
	A27	80	84	1.05		B27	84	80	0.95		C27	88	80	0.91
	A28	92	92	1.00		B28	64	60	0.94		C28	80	76	0.90
	A29	100	100	1.00		B29	68	72	1.06		C29	92	88	0.96
	A30	92	88	0.96		B30	68	68	1.00		C30	92	96	1.04
	A31	76	72	0.95		B31	92	96	1.04		C31	76	72	0.95
	A32	72	72	1.00		B32	64	60	0.94		C32	20	24	1.20
	A33	72	68	0.94		B33	72	72	1.00		C33	88	84	0.95
以下空白				B34	80	76	0.95	以下空白						
				B35	68	64	0.94							
				B36	80	76	0.95							
				B37	84	80	0.95							
				B38	88	88	1.00							

假設 3-1-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度無顯著差

表 4-4-13 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量成績人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-4-13 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	67.7576	19.5944
TINA 組	38	74.5263	13.0005
DB 組	33	70.7879	18.3435
全 體	104	69.9231	17.4577

表 4-4-14 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-4-14 所得統計量 $F=.017$ ($p=.983 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-4-14 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	10.015	2	5.008	.017

表4-4-15為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-4-15 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	67.7576	62.6420	3.002
TINA 組	38	74.5263	75.1261	2.753
DB 組	33	70.7879	71.2691	2.945

表 4-4-16 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔

四週(二十八日)後之學後認知保留評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後認知評量的影響力後，共變數分析的 F 值為 4.693， $p=.011<.05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異存在，且 TINA 組成績及 DB 組高於傳統組成績，其事後比較結果如表 4-4-17 所示。

表4-4-16不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	2665.805	2	1332.903	4.693*	TINA組>傳統組
誤差(組內)	28402.590	100	284.026		DB組>傳統組
全 體	310.68.395	102			

* $P<.05$

表 4-4-17 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		62.6420	71.2691	75.1261
傳統組	62.6420	—	8.6271*	12.4841*
DB 組	71.2691		—	3.8570
TINA 組	75.1261			—

* $P<.05$

表 4-4-18 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-4-18 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	.9496	.0650
TINA 組	38	.9669	.0326
DB 組	33	.9541	.0562
全 體	104	.9573	.0523

表 4-4-19 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔

四週(二十八日)後之學後認知保留度之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-4-19 所得統計量 $F=.512$ ($p=.061 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-4-19 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0028	2	.0014	.512

表4-4-20為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-4-20 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	.9665	.9475	.009
TINA 組	38	.9617	.9678	.009
DB 組	33	.9588	.9549	.009

表4-4-21為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後認知評量的影響力後，共變數分析的F值為1.324， $p=.271 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度沒有顯著差異存在。

表 4-4-21 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	.007	2	.003	1.324
誤差(組內)	.273	100	.002	
全 體	.280	102		

綜合以上分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之調整後學後認知保留評量成績分別為傳統組 62.64 分、TINA

組 75.13 分及 DB 組 71.27 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異，且 TINA 組成績及 DB 組成績高於傳統組成績。

調整後第二次學後認知保留度平均數分別為傳統組.95、TINA 組.97 及 DB 組.95，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度沒有顯著差異，故假設 3-1-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-4-22 所示。

表 4-4-22 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		.9475	.9549	.9678
傳統組	.9475	—	.0074	.0203
DB 組	.9549		—	.0129
TINA 組	.9678			—

參、第三次學後認知保留評量

在學後認知評量結束後的第六週(相隔四十二日)進行第三次學後認知保留評量，藉以瞭解不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後第六週的學後認知保留度情形。表 4-4-23 為第三次不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知保留評量成績統計表，表格中之數字為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量、學後認知保留評量中各單元的答對分數(滿分為 100 分)與第三次學後認知保留度。首先進行共變數組內迴歸係數同質性的基本假定，確定共變數組內迴歸係數同質性一致後，然後進行獨立樣本單因子共變數分析，並對於假設 3-1-3 進行考驗。

表 4-4-23 第三次學後認知保留評量成績

組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第三次學後認知保留度	組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第三次學後認知保留度	組別	編號	學後評量	學後認知保留評量	第三次學後認知保留度
傳統組	A1	52	48	0.92	TINA組	B1	100	96	0.96	DB組	C1	80	72	0.90
	A2	76	68	0.89		B2	56	52	0.93		C2	84	76	0.90
	A3	72	68	0.94		B3	68	60	0.88		C3	64	56	0.88
	A4	76	72	0.95		B4	96	92	0.96		C4	44	40	0.91
	A5	52	48	0.92		B5	88	84	0.95		C5	76	72	0.95
	A6	40	36	0.90		B6	92	92	1.00		C6	76	80	1.05
	A7	48	40	0.83		B7	56	56	1.00		C7	92	88	0.96
	A8	40	40	1.00		B8	72	68	0.94		C8	28	24	0.86
	A9	72	68	0.94		B9	68	68	1.00		C9	52	48	0.92
	A10	84	80	0.95		B10	56	60	1.07		C10	80	80	1.00
	A11	56	52	0.93		B11	96	100	1.04		C11	84	76	0.90
	A12	56	56	1.00		B12	84	80	0.95		C12	84	80	0.95
	A13	84	76	0.90		B13	72	68	0.94		C13	68	64	0.94
	A14	32	28	0.88		B14	64	64	1.00		C14	52	44	0.85
	A15	32	28	0.88		B15	72	68	0.94		C15	92	88	0.96
	A16	68	64	0.94		B16	92	96	1.04		C16	72	68	0.94
	A17	48	44	0.92		B17	76	72	0.95		C17	88	80	0.91
	A18	60	60	1.00		B18	88	84	0.95		C18	76	72	0.95
	A19	64	60	0.94		B19	72	68	0.94		C19	56	48	0.86
	A20	84	76	0.90		B20	88	84	0.95		C20	96	88	0.92
	A21	32	28	0.88		B21	80	72	0.90		C21	92	88	0.96
	A22	84	72	0.86		B22	84	80	0.95		C22	76	72	0.95
	A23	80	76	0.95		B23	72	68	0.94		C23	92	88	0.96
	A24	80	80	1.00		B24	92	88	0.96		C24	80	76	0.95
	A25	76	76	1.00		B25	68	64	0.94		C25	76	68	0.89
	A26	64	60	0.94		B26	60	56	0.93		C26	56	48	0.86
	A27	80	76	0.95		B27	84	80	0.95		C27	88	84	0.95
	A28	92	88	0.96		B28	64	56	0.88		C28	80	76	0.95
	A29	100	96	0.96		B29	68	64	0.94		C29	92	88	0.96
	A30	92	88	0.96		B30	68	64	0.94		C30	92	88	0.96
	A31	76	72	0.95		B31	92	88	0.96		C31	76	72	0.95
	A32	72	68	0.94		B32	64	56	0.88		C32	20	20	1.00
	A33	72	64	0.89		B33	72	68	0.94		C33	88	84	0.95
以下空白				B34	80	72	0.90	以下空白						
				B35	68	64	0.94							
				B36	80	76	0.95							
				B37	84	80	0.95							
				B38	88	80	0.91							

假設 3-1-3.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度無顯著差。

表 4-4-24 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量成績人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-4-24 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	62.3030	18.1667
TINA 組	38	73.3684	12.8282
DB 組	33	69.5758	18.6263
全體	104	68.6538	17.538

表 4-4-25 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-4-25 所得統計量 $F=.002$ ($p=.998 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-4-25 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	1.366	2	.683	.002

表 4-4-26 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表 4-4-26 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	62.3030	61.2556	2.925
TINA 組	38	73.3684	73.9116	2.683
DB 組	33	69.5758	70.0086	2.870

表 4-4-27 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔

六週(四十二日)後之學後認知保留評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後認知評量的影響力後，共變數分析的 F 值為 5.079， $p=.008<.05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異存在，且 TINA 組成績及 DB 組成績高於傳統組成績，其事後比較結果如表 4-4-28 所示。

表4-4-27不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	2740.064	2	1370.032	5.079*	TINA組>傳統組
誤差(組內)	26974.675	100	269.747		DB組>傳統組
全 體	29714.739	102			

* $P<.05$

表 4-4-28 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		61.2556	70.0086	73.9116
傳統組	61.2556	—	8.7530*	12.6560*
DB 組	70.0086		—	3.9030
TINA 組	73.9116			—

* $P<.05$

表 4-4-29 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-4-29 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	.9324	.0427
TINA 組	38	.9525	.0421
DB 組	33	.9328	.0444
全 體	104	.9399	.0437

表 4-4-30 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔

六週(四十二日)後之學後認知保留度之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-4-30 所得統計量 $F=1.673$ ($p=.193 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-4-30 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0061	2	.0030	1.673

表4-4-31為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-4-31 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	.9324	.9318	.008
TINA 組	38	.9525	.9529	.007
DB 組	33	.9328	.9507	.008

表4-4-32為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後認知評量的影響力後，共變數分析的F值為2.261， $p=.078 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度沒有顯著差異存在。

表 4-4-32 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	.009	2	.0049	2.621
誤差(組內)	.187	100	.0018	
全 體	.196	102		

綜合以上分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之調整後學後認知保留評量成績分別為傳統組 61.26 分、TINA

組 73.91 分及 DB 組 70.01 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異，且 TINA 組成績及 DB 組成績高於傳統組成績。

調整後第三次學後認知保留度平均數分別為傳統組.93、TINA 組.95 及 DB 組.93，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度沒有顯著差異，故假設 3-1-3.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度無顯著差異應予接受，其事後比較結果如表 4-4-33 所示。

表 4-4-33 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		.9318	.9507	.9529
傳統組	.9318	—	.0189	.0211
DB 組	.9507		—	.0022
TINA 組	.9529			—

第五節 學後技能保留評量資料分析

本研究於學後技能評量完成後，繼之實施三次(每次間隔十四日)的學後技能保留評量，藉以瞭解學後技能評量後間隔三次不同時間(每次間隔十四日)之學習成效情形，並計算學後技能保留度，其實施過程及學生評量题目的完成品分別如圖 4-5-1 及圖 4-5-2 所示。



圖 4-5-1 學生進行學後技能保留評量之實作情形

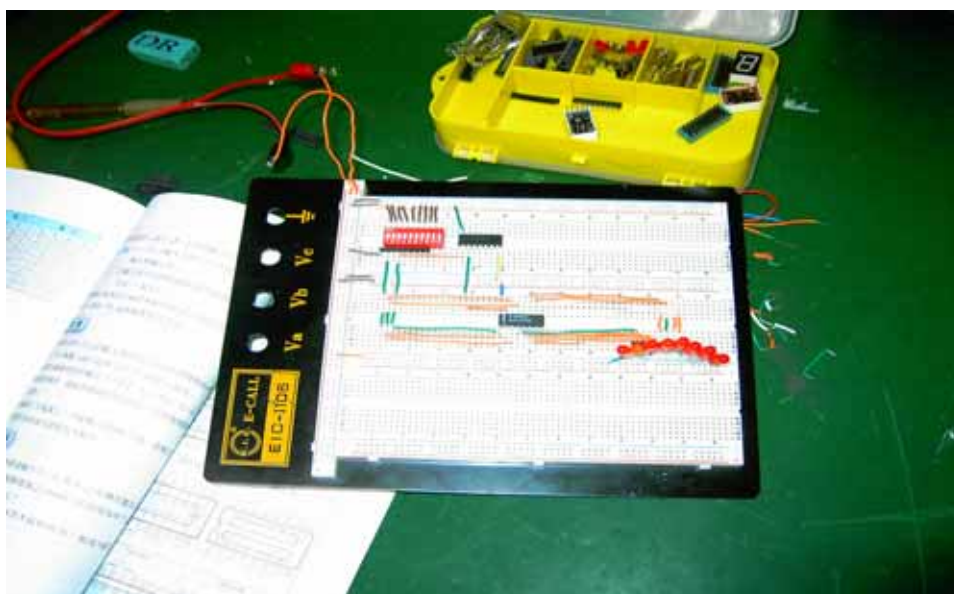


圖 4-5-2 學生評量题目的完成品

評量實施方法及計分方式與學後技能評量相同。使用 SPSS for Window 17.0 統計軟體進行共變數分析($\alpha=0.05$),用以考驗假設 3-2-1、假設 3-2-2 及假設 3-2-3。

壹、第一次學後技能保留評量

在學後技能評量結束後的第二週(相隔十四日)後進行第一次學後技能保留評量,藉以瞭解不同組別(傳統組、TINA 組與 DB 組)在學後第二週的技能保留情形,並對於假設 3-2-1 進行考驗。第一次學後技能保留評量成績分別如表 4-5-1 為傳統組第一次學後技能保留評量成績,表 4-5-2 為 TINA 組第一次學後技能保留評量成績,表 4-5-3 為 DB 組第一次學後技能保留評量成績所示。

表 4-5-1 傳統組第一次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第一次學後技能保留評量成績				第一次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
傳統組	A1	60	5	65	A1	60	5	65	1.00
	A2	60	10	70	A2	60	10	70	1.00
	A3	60	5	65	A3	60	5	65	1.00
	A4	76	10	86	A4	80	5	85	0.99
	A5	60	5	65	A5	60	5	65	1.00
	A6	52	10	62	A6	52	10	62	1.00
	A7	60	10	70	A7	60	5	65	0.93
	A8	50	10	60	A8	46	5	51	0.85
	A9	76	15	91	A9	80	15	95	1.04
	A10	70	5	75	A10	60	5	65	0.87
	A11	60	5	65	A11	60	5	65	1.00
	A12	62	10	67	A12	60	10	70	1.04
	A13	80	5	85	A13	76	5	81	0.98
	A14	50	5	55	A14	46	5	51	0.93
	A15	50	5	55	A15	50	5	55	1.00
	A16	78	5	83	A16	80	5	85	1.02
	A17	52	5	57	A17	48	5	53	0.93
	A18	70	5	75	A18	70	5	75	1.00
	A19	68	10	78	A19	66	10	76	0.97
	A20	76	10	86	A20	80	15	95	1.10
	A21	50	5	55	A21	46	5	51	0.93
	A22	75	10	85	A22	75	10	85	1.00
	A23	80	5	85	A23	80	5	85	1.00
	A24	66	10	76	A24	64	5	69	0.91
	A25	80	10	90	A25	80	15	95	1.06
	A26	80	10	90	A26	80	10	90	1.00
	A27	70	15	85	A27	70	10	80	0.94
	A28	70	10	80	A28	68	10	78	0.98
	A29	78	15	93	A29	80	15	95	1.02
	A30	80	10	90	A30	80	10	90	1.00
	A31	60	5	65	A31	60	5	65	1.00
	A32	80	5	85	A32	80	5	85	1.00
	A33	50	5	55	A33	50	10	60	1.09

表 4-5-2 TINA 組第一次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第一次學後技能保留評量成績				第一次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
T I N A 組	B1	80	5	85	B1	76	5	81	0.95
	B2	60	5	65	B2	50	5	55	0.85
	B3	76	10	86	B3	70	5	75	0.87
	B4	80	15	95	B4	80	10	90	0.95
	B5	80	5	85	B5	80	5	85	1.00
	B6	76	15	91	B6	76	10	86	0.95
	B7	64	10	74	B7	60	5	65	0.88
	B8	60	15	75	B8	60	5	65	0.87
	B9	60	5	65	B9	50	5	55	0.85
	B10	60	10	70	B10	60	10	70	1.00
	B11	80	5	85	B11	76	5	81	0.95
	B12	80	5	85	B12	78	5	83	0.98
	B13	78	15	93	B13	80	5	85	0.91
	B14	76	10	86	B14	80	5	85	0.99
	B15	80	10	90	B15	80	10	90	1.00
	B16	70	10	80	B16	70	5	75	0.94
	B17	80	5	85	B17	80	5	85	1.00
	B18	80	5	85	B18	78	5	83	0.98
	B19	80	5	85	B19	80	5	85	1.00
	B20	80	5	85	B20	76	5	81	0.95
	B21	60	5	65	B21	60	5	65	1.00
	B22	78	20	98	B22	80	10	90	0.92
	B23	60	5	65	B23	70	5	75	1.15
	B24	80	5	85	B24	80	10	80	0.94
	B25	52	5	57	B25	50	5	55	0.96
	B26	78	15	93	B26	80	10	90	0.97
	B27	60	15	75	B27	60	10	70	0.93
	B28	60	5	65	B28	50	5	55	0.85
	B29	78	15	83	B29	66	5	71	0.76
	B30	80	5	85	B30	80	5	85	1.00
	B31	80	5	85	B31	80	5	85	1.00
	B32	70	10	80	B32	60	5	65	0.81
	B33	80	20	100	B33	80	20	100	1.00
	B34	80	10	90	B34	80	5	85	0.94
	B35	70	10	80	B35	66	5	71	0.89
	B36	80	15	95	B36	70	10	80	0.84
	B37	80	15	95	B37	80	10	90	0.95
	B38	80	10	90	B38	80	10	90	1.00

表 4-5-3 DB 組第一次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第一次學後技能保留評量成績				第一次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
D B 組	C1	76	15	91	C1	78	10	88	0.97
	C2	76	10	86	C2	78	10	88	1.02
	C3	76	5	81	C3	70	5	75	0.93
	C4	54	5	59	C4	50	5	55	0.93
	C5	70	5	75	C5	70	5	75	1.00
	C6	75	5	80	C6	70	5	75	0.94
	C7	80	5	85	C7	76	5	81	0.95
	C8	40	5	45	C8	40	5	45	1.00
	C9	60	5	65	C9	60	10	70	1.08
	C10	76	10	86	C10	80	10	90	1.05
	C11	70	10	80	C11	70	10	80	1.00
	C12	80	5	85	C12	80	5	85	1.00
	C13	60	10	70	C13	60	10	70	1.00
	C14	68	5	73	C14	70	10	80	1.10
	C15	72	15	87	C15	76	10	86	0.99
	C16	78	5	83	C16	80	5	85	1.02
	C17	60	15	75	C17	60	10	70	0.93
	C18	60	5	65	C18	60	5	65	1.00
	C19	72	5	77	C19	70	5	75	0.97
	C20	80	5	85	C20	80	5	85	1.00
	C21	80	5	85	C21	80	5	85	1.00
	C22	78	5	83	C22	70	5	75	0.90
	C23	76	10	86	C23	80	10	90	1.05
	C24	75	5	80	C24	70	5	75	0.94
	C25	60	5	65	C25	60	5	65	1.00
	C26	60	5	65	C26	60	5	65	1.00
	C27	75	5	80	C27	70	5	75	0.94
	C28	70	5	75	C28	70	5	75	1.00
	C29	80	15	95	C29	80	10	90	0.95
	C30	80	10	90	C30	80	5	85	0.94
	C31	70	5	75	C31	70	5	75	1.00
	C32	40	5	45	C32	50	5	55	1.22
	C33	76	5	81	C33	80	5	85	1.05

假設 3-2-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度無顯著差異。

表 4-5-4 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-5-4 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量人數、平均數、標準差摘要表

組別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	73.3939	14.0622
TINA 組	38	77.9474	11.5477
DB 組	33	76.3030	10.9530
全體	104	75.9808	12.2562

表 4-5-5 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-5-5 所得統計量 $F=.516$ ($p=.598 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-5-5 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	150.502	2	75.251	.516

表4-5-6為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-5-6 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	73.3939	72.4502	2.239
TINA 組	38	77.9474	78.4732	1.999
DB 組	33	76.3030	76.7272	2.218

表 4-5-7 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後技能評量的影響力後，共變數分析的 F 值為 2.164， $p=.120 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量成績沒有顯著差異存在，其事後比較結果如表 4-5-8 所示。

表 4-5-7 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	624.919	2	312.459	2.164
誤差(組內)	14437.012	100	144.370	
全 體	15061.931	102		

表 4-5-8 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		72.4502	76.7272	78.4732
傳統組	72.4502	—	4.2770	6.0230
DB 組	76.7272		—	1.7460
TINA 組	78.4732			—

表 4-5-9 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-5-9 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	.9865	.0552
TINA 組	38	.9415	.0716
DB 組	33	.9960	.0605
全 體	104	.9731	.0672

表 4-5-10 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-5-10 所得統計量 $F=.169$ ($p=.844 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-5-10 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0013	2	.0006	.169

表4-5-11為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-5-11不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	.9324	.9865	.011
TINA 組	38	.9525	.9420	.010
DB 組	33	.9328	.9965	.011

表4-5-12為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後技能評量的影響力後，共變數分析的F值為7.400， $p=.001 < .05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度有顯著差異存在。

表 4-5-12 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	.059	2	.0299	7.400**	傳統組>TINA組
誤差(組內)	.405	100	.0040		DB組>TINA組
全 體	.464	102			

** $P < .01$

綜合以上分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之調整後學後技能保留評量調整後成績分別為傳統組 72.45 分、TINA 組 78.47 分及 DB 組 76.73 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量成績沒有顯著差異。

調整後第一次學後技能保留度平均數分別為傳統組.99、TINA 組.94 及 DB 組 1.00，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度有顯著差異，且傳統組學後技能保留度及 DB 組學後技能保

留度高於 TINA 組。故假設 3-2-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度無顯著差異應予拒絕，其事後比較結果如表 4-5-13 所示。

表 4-5-13 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	TINA 組	傳統組	DB 組
		.9420	.9865	.9965
TINA 組	.9420	—	.0445**	.0545**
傳統組	.9865		—	.0100
DB 組	.9965			—

**P<.01

貳、第二次學後技能保留評量

在學後技能評量結束後的第四週(相隔二十八日)後進行第二次學後技能保留評量，藉以瞭解不同組別(傳統組、TINA 組與 DB 組)在學後第四週的技能保留情形，並對於假設 3-2-2 進行考驗。第二次學後技能保留評量成績分別如表 4-5-14 為傳統組第二次學後技能保留評量成績，表 4-5-15 為 TINA 組第二次學後技能保留評量成績，表 4-5-16 為 DB 組第二次學後技能保留評量成績所示。

表 4-5-14 傳統組第二次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第二次學後技能保留評量成績				第二次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
傳統組	A1	60	5	65	A1	60	10	70	1.08
	A2	60	10	70	A2	60	10	70	1.00
	A3	60	5	65	A3	60	10	70	1.08
	A4	76	10	86	A4	80	10	90	1.05
	A5	60	5	65	A5	60	10	70	1.08
	A6	52	10	62	A6	55	5	60	0.97
	A7	60	10	70	A7	60	5	65	0.93
	A8	50	10	60	A8	40	5	45	0.75
	A9	76	15	91	A9	80	10	91	1.00
	A10	70	5	75	A10	60	5	65	0.87
	A11	60	5	65	A11	60	5	65	1.00
	A12	62	10	67	A12	60	5	65	0.97
	A13	80	5	85	A13	74	5	79	0.93
	A14	50	5	55	A14	44	5	49	0.82
	A15	50	5	55	A15	60	5	65	1.18
	A16	78	5	83	A16	80	10	90	1.08
	A17	52	5	57	A17	50	5	55	0.96
	A18	70	5	75	A18	70	10	80	1.07
	A19	68	10	78	A19	70	10	80	1.03
	A20	76	10	86	A20	80	10	90	1.05
	A21	50	5	55	A21	40	5	45	0.82
	A22	75	10	85	A22	70	5	75	0.88
	A23	80	5	85	A23	80	5	85	1.00
	A24	66	10	76	A24	70	5	75	0.99
	A25	80	10	90	A25	80	15	95	1.06
	A26	80	10	90	A26	80	15	95	1.06
	A27	70	15	85	A27	70	10	80	0.94
	A28	70	10	80	A28	80	5	85	1.06
	A29	78	15	93	A29	80	10	90	0.97
	A30	80	10	90	A30	80	15	95	1.06
	A31	60	5	65	A31	60	5	65	1.00
	A32	80	5	85	A32	80	10	90	1.06
	A33	50	5	55	A33	50	5	55	1.00

表 4-5-15 TINA 組第二次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第二次學後技能保留評量成績				第二次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
T I N A 組	B1	80	5	85	B1	78	5	83	0.98
	B2	60	5	65	B2	60	5	65	1.00
	B3	76	10	86	B3	70	10	80	0.93
	B4	80	15	95	B4	80	10	90	0.95
	B5	80	5	85	B5	80	5	85	1.00
	B6	76	15	91	B6	80	10	90	0.99
	B7	64	10	74	B7	60	5	65	0.88
	B8	60	15	75	B8	60	10	70	0.93
	B9	60	5	65	B9	56	5	61	0.94
	B10	60	10	70	B10	60	5	65	0.93
	B11	80	5	85	B11	74	5	79	0.93
	B12	80	5	85	B12	80	5	85	1.00
	B13	78	15	93	B13	80	10	90	0.97
	B14	76	10	86	B14	80	10	90	1.05
	B15	80	10	90	B15	80	10	90	1.00
	B16	70	10	80	B16	74	10	84	1.05
	B17	80	5	85	B17	80	10	90	1.06
	B18	80	5	85	B18	76	5	81	0.95
	B19	80	5	85	B19	70	5	75	0.88
	B20	80	5	85	B20	70	5	75	0.88
	B21	60	5	65	B21	50	5	55	0.85
	B22	78	20	98	B22	80	20	100	1.02
	B23	60	5	65	B23	60	10	70	1.08
	B24	80	5	85	B24	80	10	80	0.94
	B25	52	5	57	B25	50	5	55	0.96
	B26	78	15	93	B26	80	10	90	0.97
	B27	60	15	75	B27	60	5	65	0.87
	B28	60	5	65	B28	50	5	55	0.85
	B29	78	15	83	B29	70	5	75	0.81
	B30	80	5	85	B30	76	5	81	0.95
	B31	80	5	85	B31	80	10	90	1.06
	B32	70	10	80	B32	60	5	65	0.81
	B33	80	20	100	B33	80	20	100	1.00
	B34	80	10	90	B34	76	5	81	0.90
	B35	70	10	80	B35	66	5	71	0.89
	B36	80	15	95	B36	80	15	95	1.00
	B37	80	15	95	B37	80	15	95	1.00
	B38	80	10	90	B38	80	15	95	1.06

表 4-5-16 DB 組第二次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第二次學後技能保留評量成績				第二次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
D B 組	C1	76	15	91	C1	70	15	85	0.93
	C2	76	10	86	C2	80	10	90	1.05
	C3	76	5	81	C3	80	5	85	1.05
	C4	54	5	59	C4	50	5	55	0.93
	C5	70	5	75	C5	68	5	73	0.97
	C6	75	5	80	C6	70	5	75	0.94
	C7	80	5	85	C7	70	5	85	1.00
	C8	40	5	45	C8	40	5	45	1.00
	C9	60	5	65	C9	60	10	70	1.08
	C10	76	10	86	C10	80	5	85	0.99
	C11	70	10	80	C11	70	10	80	1.00
	C12	80	5	85	C12	80	5	85	1.00
	C13	60	10	70	C13	64	10	74	1.06
	C14	68	5	73	C14	66	10	76	1.04
	C15	72	15	87	C15	70	10	80	0.92
	C16	78	5	83	C16	80	5	85	1.02
	C17	60	15	75	C17	60	5	65	0.87
	C18	60	5	65	C18	65	5	70	1.08
	C19	72	5	77	C19	60	10	70	0.91
	C20	80	5	85	C20	80	10	90	1.06
	C21	80	5	85	C21	80	10	90	1.06
	C22	78	5	83	C22	72	5	77	0.93
	C23	76	10	86	C23	80	5	85	0.99
	C24	75	5	80	C24	70	5	75	0.94
	C25	60	5	65	C25	60	5	65	1.00
	C26	60	5	65	C26	56	5	61	1.09
	C27	75	5	80	C27	70	5	75	0.94
	C28	70	5	75	C28	70	5	75	1.00
	C29	80	15	95	C29	80	10	90	0.95
	C30	80	10	90	C30	72	5	77	0.86
	C31	70	5	75	C31	70	5	75	1.00
	C32	40	5	45	C32	46	5	51	1.13
	C33	76	5	81	C33	80	5	85	1.05

假設 3-2-2.不同組別(傳統組、TINA 組與及照組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度無顯著差異。

表 4-5-17 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-5-17 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	73.9394	15.0622
TINA 組	38	79.2368	127860
DB 組	33	76.1818	11.0183
全 體	104	76.5865	13.1079

表 4-5-18 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-5-18 所得統計量 $F=1.535$ ($p=.221 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-5-18 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	493.787	2	246.893	1.535

表4-5-19為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-5-19 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	73.9394	72.7676	2.271
TINA 組	38	79.2368	79.8097	2.083
DB 組	33	76.1818	76.6337	2.228

表4-5-20為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後技能評量的影響力後，共變數分析的F值為2.547， $p=.083 >.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量成績沒有顯著差異，其事後比較結果如表4-5-21所示。

表 4-5-20 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	828.200	2	414.100	2.547
誤差(組內)	16258.874	100	162.589	
全 體	17087.074	102		

表 4-5-21 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		72.7676	76.6337	79.8097
傳統組	72.7676	—	3.8661	7.0241
DB 組	76.6337		—	3.1760
TINA 組	79.8097			—

表 4-5-22 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-5-22 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	.9928	.0902
TINA 組	38	.9552	.0707
DB 組	33	.9945	.0660
全 體	104	.9796	.0776

表 4-5-23 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-5-23 所得統計量 $F=2.225$ ($p=.113 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-5-23 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0252	2	.0126	2.225

表4-5-24為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-5-24 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	.9928	.9904	.014
TINA 組	38	.9552	.9565	.012
DB 組	33	.9945	.9956	.013

表4-5-25為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後技能評量的影響力後，共變數分析的F值為.745， $p=.390>.05$ ，接受虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度沒有顯著差異存在。

表 4-5-25 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組別(組間)	.032	2	.0160	.745
誤差(組內)	.581	100	.0058	
全 體	.613	102		

綜合以上分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之調整後學後技能保留評量成績分別為傳統組 72.77 分、TINA 組 79.81 分及 DB 組 76.63 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量成績沒有顯著差異。

調整後第二次學後技能保留度平均數分別為傳統組.99、TINA 組.96 及 DB 組 1.00，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度沒有顯著差異，故假設 3-2-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度無顯著差

異應予接受，其事後比較結果如表 4-5-26 所示。

表 4-5-26 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	TINA 組	傳統組	DB 組
		72.7676	76.6337	79.8097
TINA 組	.9565	—	.0339	.0391
傳統組	.9904		—	.0052
DB 組	.9956			—

參、第三次學後技能保留評量

在學後技能評量結束後的第六週(相隔四十二日)後進行第三次學後技能保留評量，藉以瞭解不同組別(傳統組、TINA 組與 DB 組)在學後第六週的技能保留情形，並對於假設 3-2-3 進行考驗。第三次學後技能保留評量成績分別如表 4-5-27 為傳統組第三次學後技能保留評量成績，表 4-5-28 為 TINA 組第三次學後技能保留評量成績，表 4-5-29 為 DB 組第三次學後技能保留評量成績所示。

表 4-5-27 傳統組第三次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第三次學後技能保留評量成績				第三次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
傳統組	A1	60	5	65	A1	70	10	80	1.23
	A2	60	10	70	A2	60	10	70	1.00
	A3	60	5	65	A3	60	15	75	1.15
	A4	76	10	86	A4	80	15	95	1.10
	A5	60	5	65	A5	60	10	70	1.08
	A6	52	10	62	A6	60	5	65	1.05
	A7	60	10	70	A7	60	10	70	1.00
	A8	50	10	60	A8	50	5	55	0.92
	A9	76	15	91	A9	80	10	90	0.99
	A10	70	5	75	A10	60	10	70	0.93
	A11	60	5	65	A11	60	5	65	1.00
	A12	62	10	67	A12	60	5	65	0.97
	A13	80	5	85	A13	80	10	90	1.06
	A14	50	5	55	A14	50	5	55	1.00
	A15	50	5	55	A15	50	5	55	1.00
	A16	78	5	83	A16	80	5	85	1.02
	A17	52	5	57	A17	50	5	55	0.96
	A18	70	5	75	A18	70	10	80	1.07
	A19	68	10	78	A19	70	10	80	1.03
	A20	76	10	86	A20	80	15	95	1.10
	A21	50	5	55	A21	40	5	45	0.82
	A22	75	10	85	A22	70	5	75	0.88
	A23	80	5	85	A23	80	5	85	1.00
	A24	66	10	76	A24	70	5	75	0.99
	A25	80	10	90	A25	80	10	90	1.00
	A26	80	10	90	A26	80	15	95	1.06
	A27	70	15	85	A27	70	10	80	0.94
	A28	70	10	80	A28	74	5	79	0.99
	A29	78	15	93	A29	80	10	90	0.97
	A30	80	10	90	A30	80	10	90	1.00
	A31	60	5	65	A31	60	5	65	1.00
	A32	80	5	85	A32	80	10	90	1.06
	A33	50	5	55	A33	50	5	55	1.00

表 4-5-28 TINA 組第三次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第三次學後技能保留評量成績				第三次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
T I N A 組	B1	80	5	85	B1	80	5	85	1.00
	B2	60	5	65	B2	60	10	70	1.08
	B3	76	10	86	B3	80	10	90	1.05
	B4	80	15	95	B4	80	10	90	0.95
	B5	80	5	85	B5	80	5	85	1.00
	B6	76	15	91	B6	80	10	90	0.99
	B7	64	10	74	B7	60	5	65	0.88
	B8	60	15	75	B8	60	10	70	0.93
	B9	60	5	65	B9	50	5	55	0.85
	B10	60	10	70	B10	60	5	65	0.93
	B11	80	5	85	B11	70	5	75	0.88
	B12	80	5	85	B12	80	5	85	1.00
	B13	78	15	93	B13	80	15	95	1.02
	B14	76	10	86	B14	80	10	90	1.05
	B15	80	10	90	B15	80	15	95	1.06
	B16	70	10	80	B16	66	10	76	0.95
	B17	80	5	85	B17	80	10	90	1.06
	B18	80	5	85	B18	70	5	75	0.88
	B19	80	5	85	B19	70	5	75	0.88
	B20	80	5	85	B20	78	5	83	0.98
	B21	60	5	65	B21	56	5	61	0.94
	B22	78	20	98	B22	80	20	100	1.02
	B23	60	5	65	B23	60	10	70	1.08
	B24	80	5	85	B24	70	5	75	0.88
	B25	52	5	57	B25	44	5	49	0.86
	B26	78	15	93	B26	80	10	90	0.97
	B27	60	15	75	B27	60	5	65	0.87
	B28	60	5	65	B28	50	5	55	0.85
	B29	78	15	83	B29	70	10	80	0.86
	B30	80	5	85	B30	80	5	85	1.00
	B31	80	5	85	B31	80	10	90	1.06
	B32	70	10	80	B32	60	10	70	0.88
	B33	80	20	100	B33	80	15	95	0.95
	B34	80	10	90	B34	80	5	85	0.94
	B35	70	10	80	B35	60	10	70	0.88
	B36	80	15	95	B36	78	10	88	0.93
	B37	80	15	95	B37	80	15	95	1.00
	B38	80	10	90	B38	80	15	95	1.06

表 4-5-29 DB 組第三次學後技能保留評量成績

組別	學後技能評量成績				第三次學後技能保留評量成績				第三次學後技能保留度
	編號	準確度	速度	得分	編號	準確度	速度	得分	
D B 組	C1	76	15	91	C1	70	15	85	0.93
	C2	76	10	86	C2	80	10	90	1.05
	C3	76	5	81	C3	80	5	85	1.05
	C4	54	5	59	C4	50	5	55	0.93
	C5	70	5	75	C5	70	10	80	1.07
	C6	75	5	80	C6	70	10	80	1.00
	C7	80	5	85	C7	80	10	90	1.06
	C8	40	5	45	C8	40	5	45	1.00
	C9	60	5	65	C9	70	10	80	1.23
	C10	76	10	86	C10	80	5	85	0.99
	C11	70	10	80	C11	74	10	84	1.05
	C12	80	5	85	C12	80	5	85	1.00
	C13	60	10	70	C13	70	10	80	1.14
	C14	68	5	73	C14	70	10	80	1.10
	C15	72	15	87	C15	70	10	80	0.92
	C16	78	5	83	C16	80	5	85	1.02
	C17	60	15	75	C17	60	5	65	0.87
	C18	60	5	65	C18	50	5	55	0.85
	C19	72	5	77	C19	60	10	70	0.91
	C20	80	5	85	C20	80	10	90	1.06
	C21	80	5	85	C21	80	10	90	1.06
	C22	78	5	83	C22	70	5	75	0.90
	C23	76	10	86	C23	80	5	85	0.99
	C24	75	5	80	C24	70	5	75	0.94
	C25	60	5	65	C25	60	5	65	1.00
	C26	60	5	65	C26	50	5	55	0.85
	C27	75	5	80	C27	70	5	75	0.94
	C28	70	5	75	C28	70	5	75	1.00
	C29	80	15	95	C29	80	10	90	0.95
	C30	80	10	90	C30	80	5	85	0.94
	C31	70	5	75	C31	70	5	75	1.00
	C32	40	5	45	C32	50	5	55	1.22
	C33	76	5	81	C33	80	5	85	1.05

假設 3-2-3.不同組別(傳統組、TINA 組與及照組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度無顯著差異。

表 4-5-30 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-5-30 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	75.1212	13.9928
TINA 組	38	79.5263	13.0524
DB 組	33	76.7879	12.2162
全 體	104	77.2596	13.0986

表 4-5-31 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-5-31 所得統計量 $F=1.096$ ($p=.338 >.05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-5-31 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	356.492	2	178.246	1.096

表4-5-32為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-5-32 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	75.1212	73.8822	2.274
TINA 組	38	79.5263	80.1123	2.085
DB 組	33	76.7879	77.2473	2.231

表4-5-33為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後技能評量的影響力後，共變數分析的F值為6.280， $p=.014 <.05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量成績有顯著差異存在，且TINA組成績高於傳統組成績，其事後

比較結果如表4-5-34所示。

表 4-5-33 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	648.481	2	324.240	6.280*	TINA組>傳統組
誤差(組內)	16295.114	100	162.951		
全 體	29714.739	102			

*P<.05

表 4-5-34 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量成績事後比較摘要表

組別	調整後平均數	傳統組	DB 組	TINA 組
		73.8822	77.2473	80.1123
傳統組	75.1212	—	1.6667	4.4051*
DB 組	76.7879		—	2.7384
TINA 組	79.5263			—

*P<.05

表 4-5-35 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二天)後之學後技能保留度人數、平均數、標準差摘要表。

表 4-5-35 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	1.0111	.0758
TINA 組	38	.9580	.0735
DB 組	33	1.0017	.0917
全 體	104	.9887	.0831

表 4-5-36 為不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度之組內迴歸係數同質性考驗摘要表，根據表 4-5-36 所得統計量 $F=1.631$ ($p=.201 > .05$)，故不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)之間的迴歸線斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的基本假定。

表 4-5-36 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
組別*前測	.0208	2	.0104	1.631

表4-5-37為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表。

表4-5-37 不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度原始分數平均數、調整後平均數與標準誤摘要表

組別	人數	原始平均數	調整後平均數	標準誤
傳統組	33	1.0111	1.0077	.014
TINA 組	38	.9580	.9595	.013
DB 組	33	1.0017	1.0028	.014

表4-5-38為不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二天)後之學後技能保留度共變數分析摘要表，排除學生前測成績對學後技能評量的影響力後，共變數分析的F值為3.835， $p=.025 < .05$ ，拒絕虛無假設，故不同組別(傳統組、TINA組及DB組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度有顯著差異存在，且傳統組學後技能保留度及DB組學後技能保留度高於TINA組。

表 4-5-38 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
組別(組間)	.049	2	.0247	3.835*	傳統組> TINA組
誤差(組內)	.646	100	.0071		DB組> TINA組
全 體	.695	102			

* $P < .05$

綜合以上分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二天)後之調整後學後技能保留評量成績分別為傳統組 73.88 分、TINA 組 80.11 分及 DB 組 77.25 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技

能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量成績有顯著差異，且 TINA 組成績高於傳統組成績。

第三次學後技能保留度調整後平均數分別為傳統組 1.01、TINA 組.96 及 DB 組 1.00，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度有顯著差異，且傳統組學後技能保留度及 DB 組學後技能保留度高於 TINA 組。故假設 3-2-3.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度無顯著差異應予拒絕，其事後比較結果如表 4-5-39 所示。

表 4-5-39 不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度事後比較摘要表

組別	調整後平均數	TINA 組 .9595	DB 組 1.0028	傳統組 1.0077
TINA 組	.9595	—	.0433*	.0482*
DB 組	1.0028		—	.0049
傳統組	1.0077			—

*P<.05

第六節 綜合分析與討論

本節係依據上述各節資料分析做綜合歸納如表 4-6-1 所示，並將歸納後的結果做進一步討論，以做為本研究最終結論與建議之依據。

表 4-6-1 本研究假設檢驗結果綜合摘要表

假設編號	假設項目	檢驗結果	假設接受與否
1-1	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量成績無顯著差異。	TINA 組>傳統組 DB 組>傳統組	拒絕
1-2	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量成績無顯著差異。	TINA 組>傳統組 TINA 組> DB 組	拒絕
2-1	在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	TINA 組>傳統組	拒絕
2-2	在教材內容的興趣方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-3	在教材內容份量的多寡方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-4	在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	TINA 組>傳統組 TINA 組> DB 組	拒絕
2-5	在教材的編輯呈現方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-6	在明白學習目標方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-7	在終點行為達成方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-8	在注重個別差異學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-9	在促進主動學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-10	在依自己的學習速度學習方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
2-11	在學習回饋方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異。	無顯著差異	接受
3-1-1	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔二週(十四日)後之學後認知保留度無顯著差異。	無顯著差異	接受
3-1-2	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度無顯著差異。	無顯著差異	接受
3-1-3	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度無顯著差異。	無顯著差異	接受

表 4-6-1 本研究假設檢驗結果綜合摘要表(續)

假設 編號	假設項目	檢驗結果	假設支 持程度
3-2-1	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔二週(十四日)後之學後技能保留度無顯著差異。	傳統組>TINA 組 DB 組>TINA 組	拒絕
3-2-2	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度無顯著差異。	無顯著差異	接受
3-2-3	不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度無顯著差異。	傳統組>TINA 組 DB 組>TINA 組	拒絕

壹、學後認知評量資料分析

依據學後認知評量資料分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量調整後平均成績分別為傳統組 65.43 分、TINA 組 77.50 分及 DB 組 74.44 分。

不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後認知評量成績有顯著差異，且 TINA 組及 DB 組學生學後認知評量成績高於傳統組學生，故假設 1-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量成績無顯著差異應予拒絕，亦即學生在技術教學的認知學習成效上，使用電腦模擬軟體(TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生，其學後認知評量平均成績顯著高於傳統學習的學生。

貳、學後技能評量資料分析

依據學後技能評量資料分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量調整後平均成績分別為傳統組 73.21 分、TINA 組 83.29 分及 DB 組 77.31 分。

不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學後技能評量成績有顯著差異，且 TINA 組學生學後技能評量成績高於傳統組學生及 DB 組學生，故假設 1-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量成績無顯著差異應予拒絕，亦即學生在技術教學的技能學習成效上，使用 TINA Pro 電腦模擬軟體輔助技術學習的學生，其學後技能評量平均成績顯著高於傳統學習的學生及數位麵包板輔助學

習的學生。

參、學習滿意度問卷調查資料分析

依據學習滿意度問卷調查資料分析，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生接受技術學習在教材的設計方面、教材內容的興趣方面、教材內容份量的多寡方面、教材的難易度方面、教材的編輯呈現方面、明白學習目標方面、終點行為達成方面、注重個別學習差異方面、促進主動學習方面、依自己的學習速度學習方面、學習回饋方面 等十一個向度的分析，只有在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度有顯著差異，且 TINA 組學生在教材的設計方面之滿意程度顯著高於傳統組學生；以及在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意度平均值有顯著差異，且 TINA 組學生在教材的難易度方面之滿意程度顯著高於傳統組學生與 DB 組學生。故假設 2-1.在教材的設計方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予拒絕；假設 2-4.在教材的難易度方面，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之滿意程度無顯著差異應予拒絕。其他九個向度不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生滿意度平均值皆無顯著差異，其研究假設應予接受。

觀察使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生在教材的設計方面滿意程度顯著高於傳統學習的學生，研究者認為使用 TINA Pro 的教學目標及內涵非常明確，製作步驟必須按步就班，故在教材的設計方面滿意程度顯著高於傳統學習的學生是合理的結果。至於使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生在教材的難易度方面之滿意程度顯著高於傳統學習的學生與使用數位麵包板輔助技術學習的學生，分析其可能原因如同在教材的設計方面滿意程度一樣，且由於 TINA Pro 的內涵難易由淺至深、操作按步就班循序漸進，故在教材的難易度方面之滿意程度顯著高於傳統學習的學生與數位麵包板輔助學習的學生，其結果亦屬合理。

肆、學後認知保留度資料分析

一、第一次學後認知保留度

依據第一次學後認知保留度分析，第一次學後認知保留評量成績不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量調整後成績分別為傳統組 63.55 分、TINA 組 74.84 分及 DB 組 71.78 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異，且 TINA 組成績高於傳統組成績。

第一次學後認知保留度調整後平均數分別為傳統組 0.96、TINA 組 0.97 及 DB 組 0.98，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度沒有顯著差異，故假設 3-1-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔二週(十四日)後之學後認知保留度無顯著差異應予接受。

二、第二次學後認知保留度

依據第二次學後認知保留度分析所示，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量調整後成績分別為傳統組 62.64 分、TINA 組 75.13 分及 DB 組 71.27 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異存在，且 TINA 組及 DB 組學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留評量成績顯著高於傳統組學生。

第二次學後認知保留度調整後平均數分別為傳統組 0.95、TINA 組 0.97 及 DB 組 0.95，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度沒有顯著差異，故假設 3-1-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔四週(二十八日)後之學後認知保留度無顯著差異應予接受。

三、第三次學後認知保留度

依據第三次學後認知保留度分析所示，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB

組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量調整後成績分別為傳統組 61.26 分、TINA 組 73.91 分及 DB 組 70.01 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量成績有顯著差異存在，且 TINA 組及 DB 組學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留評量成績顯著高於傳統組學生。

第三次學後認知保留度調整後平均數分別為傳統組 0.93、TINA 組 0.95 及 DB 組 0.95，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度沒有顯著差異，故假設 4-3-3.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後認知評量相隔六週(四十二日)後之學後認知保留度無顯著差異應予接受。

綜合學後認知評量、三次的學後認知評量及三次的學後認知保留度資料繪製認知學習成效曲線及學後認知保留度曲線分別如圖 4-6-1 及圖 4-6-2 所示。

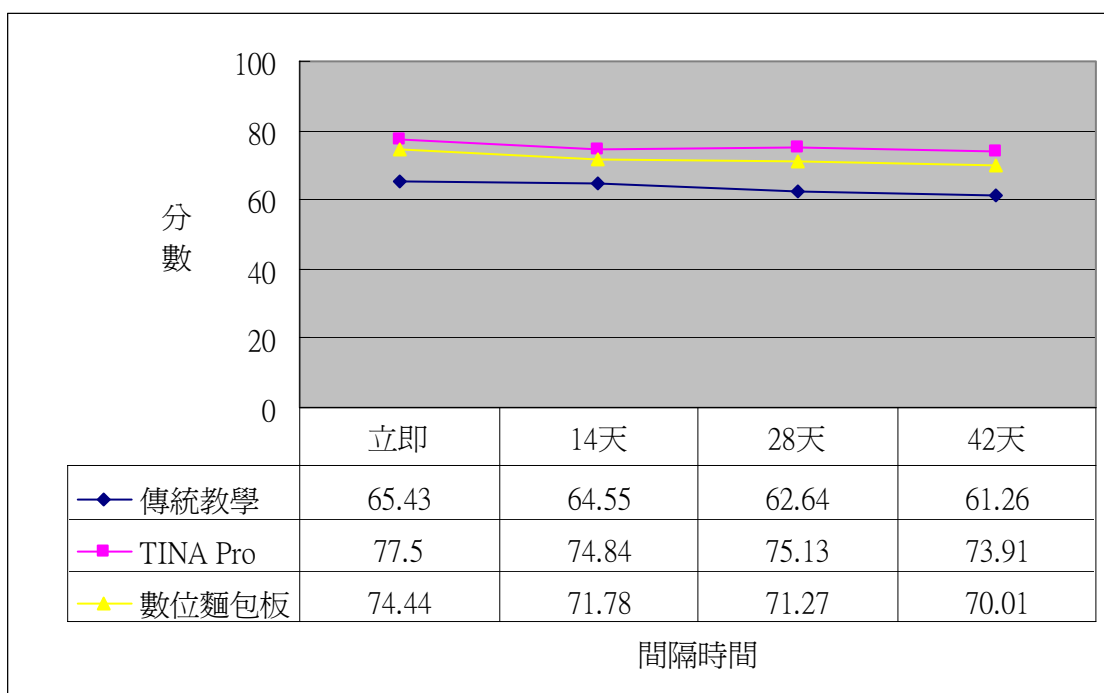


圖 4-6-1 學後認知學習成效曲線

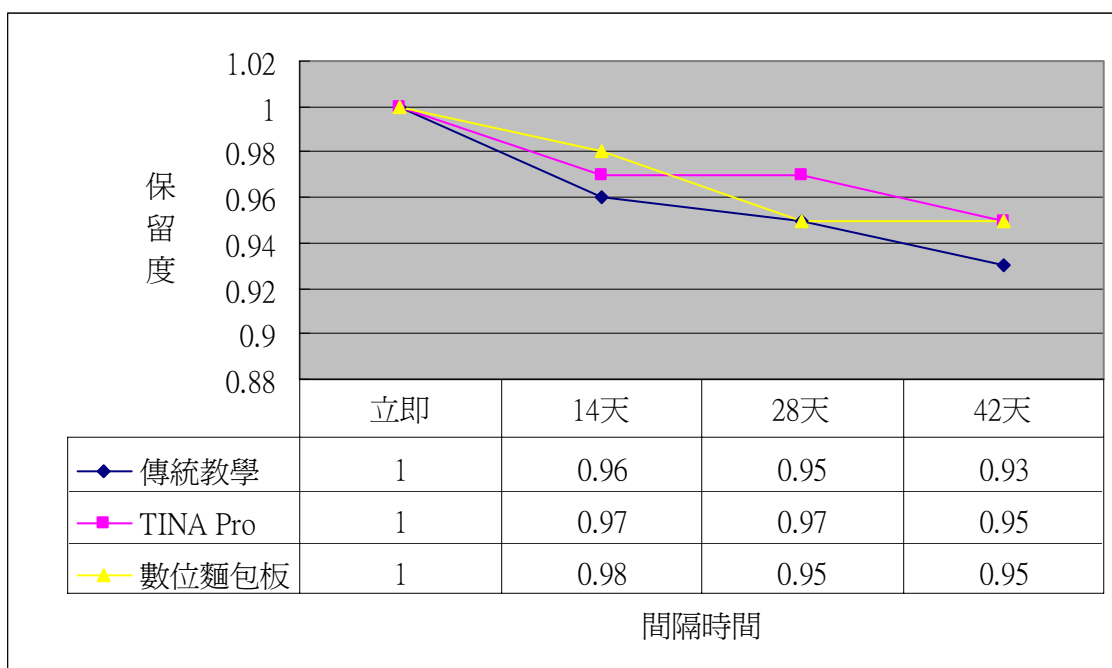


圖 4-6-2 學後認知保留度曲線

伍、學後技能保留度資料分析

一、第一次學後技能保留度

依據第一次學後技能保留度分析所示，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量調整後成績分別為傳統組 72.45 分、TINA 組 78.47 分及 DB 組 76.73 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留評量成績沒有顯著差異。

第一次學後技能保留度調整後平均數分別為傳統組 0.99、TINA 組 0.94 及 DB 組 1.00，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度平均值有顯著差異，且傳統組及 DB 組學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度平均值高於 TINA 組，故假設 3-2-1.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔二週(十四日)後之學後技能保留度無顯著差異應予拒絕。

二、第二次學後技能保留度

依據第二次學後技能保留度分析所示，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量調整後成績分別為傳統組 72.77 分、TINA 組 79.81 分及 DB 組 76.63 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留評量成績沒有顯著差異。

第二次學後技能保留度調整後平均數分別為傳統組 0.99、TINA 組 0.96 及 DB 組 0.99，而三組(傳統組、TINA 組及 DB 組)全體學生為 0.98。不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度沒有顯著差異，故假設 3-2-2.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔四週(二十八日)後之學後技能保留度無顯著差異應予接受。

三、第三次學後技能保留度

依據第三次學後技能保留度分析所示，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量調整後成績分別為傳統組 73.88 分、TINA 組 80.11 分及 DB 組 77.25 分，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留評量成績有顯著差異，且 TINA 組成績高於傳統組成績。

第三次學後技能保留度調整後平均數分別為傳統組 1.01、TINA 組 0.96 及 DB 組 1.00，不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度平均值有顯著差異，且傳統組及 DB 組學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度平均值顯著高於 TINA 組，故假設 3-2-3.不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在學後技能評量相隔六週(四十二日)後之學後技能保留度無顯著差異應予拒絕。

綜合學後技能評量、三次的學後技能評量及三次的學後技能保留度資料繪製技能學習成效曲線及學後技能保留度曲線分別如圖 4-6-3 及圖 4-6-4 所示。

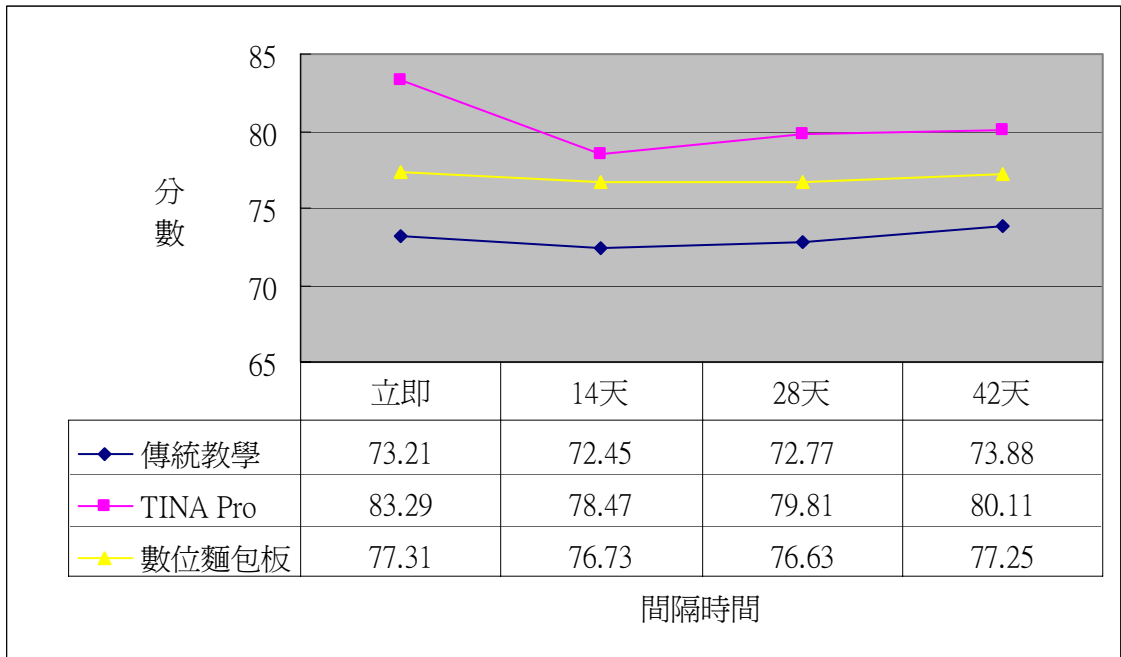


圖 4-6-3 學後技能學習成效曲線

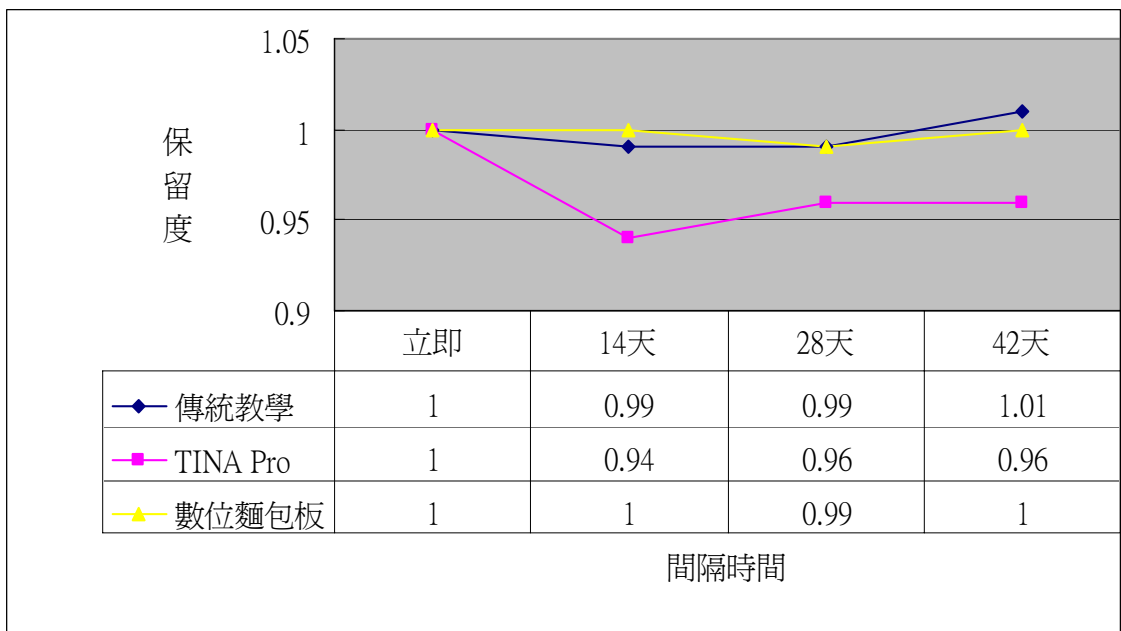


圖 4-6-4 學後技能保留度曲線

從以上三次不同時間無預警方式評量所得之學後保留度，使用電腦模擬軟體 (包括 TINA Pro 或數位麵包板) 輔助技術學習的學生，其學後認知保留度皆無顯著差異傳統學習的學生，且三次不同的學後認知保留度皆小於 1，符合遺忘的特性。

同時在三次不同時間無預警方式評量所得之學後技能保留度，在實驗課程結束後十四日後，使用傳統學習的學生及使用數位麵包板輔助學習的學生顯著高於使用 TINA Pro 輔助學習的學生；以及在實驗課程結束後四十二日，使用傳統學習的學生及使用數位麵包板輔助學習的學生顯著高於使用 TINA Pro 輔助學習的學生；至於在實驗課程結束後二十八日後之學後技能保留度三組皆無差異情形。研究者分析此一有別於學後認知保留度現象，認為由於 TINA Pro 功能繁多，且所需先備專業知識及軟體操作程序選項遠勝過數位麵包板及純粹的傳統學習，因而在學習過後十四日，初次接受純麵包板實作操作的技能保留評量對使用 TINA Pro 輔助學習的學生較為不利，因而使用 TINA Pro 的同學，在實驗課程結束後十四日後的學後技能保留度，顯著低於使用傳統學習的學生及使用數位麵包板輔助學習的學生。至於第二次(在實驗課程結束後二十八日) 學後技能保留度無差異情形，研究者認為時間因素對於不同三組的影響已趨於緩和，故無差異產生；第三次(在實驗課程結束後四十二日) 學後技能保留度，如同在實驗課程結束後十四日後之結果，即使用傳統學習的學生及使用數位麵包板輔助學習的學生顯著高於使用 TINA Pro 輔助學習的學生。研究者認為由於使用傳統學習的學生重複操作同樣實作題目，以及使用數位麵包板輔助學習的學生，接近於使用傳統學習學生同樣實作題目的重複操作情形，其操作熟練度會高於使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，故在實驗課程結束後四十二日的學後技能保留度，使用傳統學習的學生及使用數位麵包板輔助學習的學生，其學後技能保留度平均值顯著高於使用 TINA Pro 輔助學習的學生亦應屬合理。

另外觀察在三次不同時間無預警方式評量所得之學後技能保留度中，在實驗課程結束後四十二日，使用傳統學習的學生及使用數位麵包板輔助學習的學生其學後保留度平均值大於 1(如表 4-5-37)，雖不符合遺忘的特性，研究者觀察技能學習有異於認知學習，學後技能保留度有可能經過不同時間及其他因素而增進，故學後技能保留度平均值有可能大於 1，有別於學後認知保留度或遺忘的特性。研究者觀察本實驗教學使用電腦模擬軟體輔助技術學習的學生，其實物操作的練習

及操作的時間較少於接受傳統教學的學生(使用電腦模擬軟體輔助技術教學的學生，其實物操作的練習及操作的時間約為接受傳統教學學生時間的 2/3)，故有實物操作熟悉性的差別(例如：知道騎腳踏車的原理不一定會騎腳踏車，且原理可能隨時間增長而逐漸遺忘；但會騎腳踏車的人學會了卻不會一下子就遺忘，且可能因為騎腳踏車的次數增加而技術愈來愈好)。使用傳統學習的學生只須在實作反複操作練習，其學後技能保留度因操作次數與知識的增加，使其學後技能保留度大於 1 或愈來愈好有其可能性。而此種情形亦符合使用數位麵包板輔助學習的學生，因其操作的界面就如同模擬傳統學習的操作；但使用 TINA Pro 輔助學習的學生，因其符號操作的界面甚異於前二組，故技能保留度平均值略低於傳統組及 DB 組亦屬合理。

陸、綜合訪談

研究者在實驗後依據實驗結果分別訪談接受「傳統教學」的學生、接受使用「TINA Pro」輔助技術教學的學生及接受使用「數位麵包板」輔助技術教學的學生在學後認知評量、學後技能評量、三次的學後認知保留評量及三次的學後技能保留評量成績中選取最高分前三名及最低分前三名的學生進行訪談(共 48 人次，若成績相同者以不同班級之同學優先)，探究其高低分成就同學差異的情形，茲將訪談摘要整理如表 4-6-2 所示。

表 4-6-2 各次評量高低分成就同學差異情形訪談摘要表

項次	編號	成績	訪談內容摘要(問：影響自己此次評量成績之主因或想法為何?)
學後認知評量	高成就	A29 100 B1 100 B4 96	A29：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎已建立，故後續新的內容學起來較輕鬆，考試不覺得困難。 B1：TINA Pro 操作過程加深數位邏輯概念，增進正確觀念。 B4：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎已建立，故後續新的內容學起來較輕鬆，考試不覺得困難。
	低成就	C32 20 C8 28 A14 32	C32：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。 C8：(同上) A14：(同上)
學後技能評量	高成就	B33 100 B22 98 B13 93	B33：由於上學期數位邏輯實習課基礎已建立，故後續新的內容學起來較輕鬆，考試不覺得困難。 B22：(同上) B13：TINA Pro 操作過程加深數位邏輯概念，增進正確觀念。
	低成就	C8 45 C32 45 A14 55	C8：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。 C32：(同上) A14：(同上)
1 st . 學後認知保留評量	高成就	A29 100 B1 100 B4 100	A29：題目曾做過，還有印象。 B1：TINA Pro 操作加深數位邏輯概念，增進正確之觀念。 B4：TINA Pro 可以重複模擬，增進正確設計觀念及操作順序。
	低成就	C8 24 C32 24 A14 28	C8：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。 C32：(同上) A14：(同上)
1 st . 學後技能保留評量	高成就	B33 100 A9 95 A29 95	B33：由於上學期數位邏輯實習課基礎已建立，故後續新的內容學起來較輕鬆，考試不覺得困難。 A9：題目曾做過，還有印象。 A29：(同上)
	低成就	C8 45 A8 51 A14 51	C8：原本觀念不太清楚，第一次沒做對，後來還是沒弄懂，所以這次仍沒考好。 A8：(同上) A14：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。

表 4-6-2 各次評量高低分成就同學差異情形訪談摘要表(續)

項次	編號	成績	訪談內容摘要(問：影響自己此次評量成績之主因或想法為何?)
2 nd . 學後 認知 保留 評量	高 成就	A29 100 B1 96 C30 96	A29：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎已建立，故後續新的內容學起來較輕鬆，考試不覺得困難且題目曾做過。 B1：TINA Pro 操作過程加深數位邏輯概念，增進正確觀念。 C30：題目重複還有印象，考試不覺得困難。
	低 成就	A15 24 C8 24 C32 24	A15：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。 C8：原本觀念不太清楚，第一次沒做對，後來還是沒弄懂，所以這次仍沒考好。 C32：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，幾次考試的內容仍然不會，考試覺得很困難
2 nd . 學後 技能 保留 評量	高 成就	B22 100 B33 100 A25 95	B22：TINA Pro 操作過程加深數位邏輯概念，增進正確觀念。 B33：(同上) A25：題目曾做過，還有印象。
	低 成就	A8 45 A21 45 C8 45	A8：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。 A21：原本觀念不太清楚，第一次沒做對，後來還是沒弄懂，所以這次仍沒考好。 C8：(同上)
3 rd . 學後 認知 保留 評量	高 成就	B11 100 A29 96 B16 96	B11：題目曾做過，還有印象。 A29：(同上) B16：TINA Pro 重複模擬，增進正確設計觀念及操作順序。
	低 成就	C32 20 C8 24 A21 28	C32：原本觀念不太清楚，第一次沒做對，後來還是沒弄懂，所以這次仍沒考好。 C8：(同上) A21：(同上)
3 rd . 學後 技能 保留 評量	高 成就	B22 100 A26 95 B15 95	B22：TINA Pro 重複模擬，增進正確設計觀念及操作順序。 A26：題目曾做過，還有印象。 B15：(同上)
	低 成就	A21 45 C8 45 B25 49	A21：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。 C8：原本觀念不太清楚，第一次沒做對，後來還是沒弄懂，所以這次仍沒考好。 B25：由於上學期數位邏輯理論課及實習課基礎不好，故後續新的內容學起來覺得很辛苦，考試覺得很困難。

從以上訪談摘要中可以發現影響不同學生學習成效因素有：1.上學期先備知識「數位邏輯」專業科目及「數位邏輯實習」的能力；2. 本實驗教學單元第一次是否做正確、理解程度及工作完成的信心；3.記憶程度；4.使用 TINA Pro 的輔助學習等因素皆影響學生對於本實驗教學單元之學習成效，尤其在使用模擬軟體(包括 TINA Pro 或數位麵包板)的同學中只有使用 TINA Pro 輔助技術學習的同學表示 TINA Pro 有增強認知及技能部份的學習，但較少使用數位麵包板輔助技術學習的同學，有較突出的技術學習成效及反應使用軟體有明顯學習進步的表現，因而給予研究者對於學生使用 TINA Pro 與數位麵包板二者間的喜好與助益，可以歸納得到 TINA Pro 對於學生的使用效益大於數位麵包板的意見。

至於學後保留度 (包括認知部份及技能部份)皆有學生反應因為考題曾經做過幾次，在技能部份因為更加熟練有助於技能正確性及操作速度的提升；但因為相隔十四天、二十八天及四十二天的間隔時間操作，並非學後立即的操作，亦會有遺忘的情形減損技能正確性及操作速度，故正增強地反復操作與正衰減的遺忘因素總合而成學生最終之學後技能保留度。對於學後認知保留度則關鍵在於先備知識的能力與學習過程瞭解的程度影響學生學後認知保留度最為普遍。

第五章 結論與建議

本研究旨在探討電腦模擬軟體輔助技術教學的學習成效及學後保留度情形，藉著實驗教學探究其應用於「電子電路實習」課程中「數位邏輯」單元之學習成效、學後保留度及學習滿意度。本章將綜合研究之結果作成結論，並提出相關建議，以提供相關教師、學校、培訓機構或後續研究之參考。

第一節 結論

根據前述綜合分析與討論，歸納後可獲致以下結論：

壹、使用電腦模擬軟體做為輔助技術教學之學習成效方面

一、在實驗課程結束後立即的學習成效

使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，在實驗課程結束後立即的學後認知評量調整後平均成績為 77.50 分，顯著高於使用傳統學習學生的 65.43 分；且使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，在實驗課程結束後立即的學後技能評量調整後平均成績為 83.29 分，亦顯著高於使用傳統學習學生的 73.21 分及使用數位麵包板輔助技術學習學生的 77.31 分。所以使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，在實驗課程結束後立即的認知學習成效及技能學習成效均高於使用傳統學習的學生。

二、在實驗課程結束後十四日的學習成效

在未經告知無預警方式於實驗課程結束後十四日使用 TINA Pro 電腦模擬軟體輔助技術學習的學生，其調整後認知學習成效平均值 74.84 分顯著高於使用傳統學習學生的 63.55 分；但在技能學習成效與使用傳統學習及數位麵包板輔助技術學習的學生無顯著差異。

三、在實驗課程結束後二十八日的學習成效

在實驗課程結束後二十八日使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，其調整後認知學習成效平均值 75.13 分及使用數位麵包板輔助技術學習學生的 71.27 分，顯著高於使用傳統學習學生的 62.64 分；但在技能學習成效與使用傳統學習的學生無顯著差異。

四、在實驗課程結束後四十二日的學習成效

在實驗課程結束後四十二日使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，其調整後認知學習成效平均值 73.91 分及使用數位麵包板輔助技術學習學生的 70.01 分，顯著高於使用傳統學習學生的 61.26 分；在技能學習成效上使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，其調整後技能學習成效平均值 80.11 分，顯著高於使用傳統學習學生的 73.88 分。

五、使用 TINA Pro 電腦模擬軟體輔助技術教學，有助於學生技術學習之學習成效，尤其表現在認知學習部分。

使用 TINA Pro 電腦模擬軟體輔助技術學習的學生，在四次不同時間的評量其認知學習成效，全部顯著高於使用傳統學習的學生；同時在四次不同時間的評量其技能學習成效上，有第一次及第三次顯著高於使用傳統學習的學生，因而可以確認使用 TINA Pro 電腦模擬軟體輔助技術教學，有助於學生技術學習之學習成效，尤其表現在認知學習部分。

貳、使用電腦模擬軟體做為輔助技術教學之學習滿意度方面

在教材的設計方面、教材內容的興趣方面、教材內容份量的多寡方面、教材的難易度方面、教材的編輯呈現方面、明白學習目標方面、終點行為達成方面、注重個別學習差異方面、促進主動學習方面、依自己的學習速度學習方面、學習回饋方面 等十一個向度的分析，使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，在教材的設計方面調整後平均數為 12.52 分顯著高於使用傳統學習學生的 11.23 分；以及使用 TINA Pro 輔助技術學習的學生，在教材的難易度方面調整後平均數為 7.27 分，顯著高於使用傳統學習學生的 6.63 分和使用數位麵包板輔助技術學習學生的 6.51

分，其他九個向度使用電腦模擬軟體(包括 TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學的學生與使用傳統學習的學生均無顯著差異。

參、使用電腦模擬軟體做為輔助技術教學之學後保留度方面

一、在實驗課程結束後十四日的學後保留度

在實驗課程結束後十四日的學後認知保留度，使用電腦模擬軟體(包括 TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習的學生無顯著差異；但在學後技能保留度使用傳統學習的學生調整後平均值為 0.99 及使用數位麵包板輔助技術學習的學生平均值為 1.00 均顯著高於使用 TINA Pro 輔助學習學生的平均值 0.94。

二、在實驗課程結束後二十八日的學後保留度

在實驗課程結束後二十八日的學後保留度，使用電腦模擬軟體(包括 TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生，與使用傳統學習學生的學後認知保留度及學後技能保留度均無顯著差異。

三、在實驗課程結束後四十二日的學後保留度

在實驗課程結束後四十二日的學後保留度，使用電腦模擬軟體(包括 TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術學習的學生與使用傳統學習學生之學後認知保留度無顯著差異；但在學後技能保留度使用傳統學習學生調整後的平均值為 1.01，及使用數位麵包板輔助技術學習的學生平均值 1.00，均顯著高於使用 TINA Pro 輔助技術學習學生的平均值 0.96。

四、三次不同的學後認知保留度皆小於 1，符合遺忘的特性

三次不同時間無預警方式評量所得之學後保留度，在接受使用電腦模擬軟體(包括 TINA Pro 或數位麵包板)輔助技術教學的學生，其學後認知保留度皆無顯著差異接受「傳統教學」的學生，且三次不同的學後認知保留度皆小於 1，符合遺忘的特性。

五、學後技能保留度有可能經過不同時間及其他因素而增進，故學後技能保

留度平均值有可能大於 1，有別於學後認知保留度或遺忘的特性。

研究者觀察本實驗教學接受使用電腦模擬軟體輔助技術教學的學生其實物操作的練習及操作的時間較少於接受傳統教學的學生(總學習單元時數無異)，因有實物操作熟悉性的差別，故使用傳統學習的學生只須在實作反覆操作練習，其學後技能保留度因操作次數與知識的增加使其學後技能保留度大於 1 或愈來愈好有其可能性。

第二節 建議

根據前述之結論，本研究提出使用電腦模擬軟體在教學上及對後續研究之建議如下：

壹、使用電腦模擬軟體在教學上的建議

一、就學生的學習而言

本研究的實證及訪談過程中，發現使用電腦模擬軟體 TINA Pro 及數位麵包板在數位電路技術教學之學習成效及學後保留度皆具有正面的助益，學生對於使用 TINA Pro 及數位麵包板的態度也為正面，故學生可善加利用 TINA Pro 及數位麵包板來輔助學習數位電路技術。

二、就教師的教學而言

研究者在實施實驗教學過程中發覺學生對於電腦模擬軟體 TINA Pro 及數位麵包板在認知、技能、情意及記憶等方面的學習皆有正面的助益，故教師應善加利用 TINA Pro 及數位麵包板來輔助教師教學，並機動地補充電腦模擬軟體未完備之處，例如電路之零件配置及佈線等說明。在實際課程規劃及教學策略可以配合現行教學單元做專業知識的講解再進行軟體操作，進而做實體零件的裝配及操作，以達到電腦模擬軟體輔助技術教學的理想目標。

三、就實習工場的規劃而言

妥善規劃實習工場方能充分運用工場空間，建議學校或培訓機構儘可能使用電腦模擬軟體來教授數位電路技術，有效整合教學資源。

四、就設備的使用而言

TINA Pro 可以整合電腦及相關的電子電路教學設備，而成為多用途的實習工場，提高設備的使用率，例如微處理機、通信電子及數位控制、等課程，皆可在 TINA Pro 進行教學活動。

五、就經費預算而言

由於 TINA Pro 價格較數位麵包板為高，學校或職訓單位在設備的添購上可能較為不易。但因 TINA Pro 的教學成效具有其正面的助益，所以仍值得建議教育主管機關或學校編列預算予以購置。

六、就學後保留度而言

本研究所使用輔助技術教學之模擬軟體(包括 TINA Pro 及數位麵包板)在三次的學後技能保留度平均數雖未能顯著高於傳統教學方式，但技術教學不只重視學後保留度與技能訓練的部分，同時也注重培養學生選擇適當的工具來解決問題或輔助自我學習，故研究者仍建議值得採用適當之模擬軟體(包括 TINA Pro 或數位麵包板)做為輔助技術教學的工具。

七、就技術能力分析而言

TINA Pro 的教學目標明確，製作步驟按步就班，故其技術內涵也相當明確，可以很確切地分析其技術能力歸類表，而得以客觀地評量學生的學習成效，所以 TINA Pro 值得建議做為數位技術能力分析的教学具使用。

貳、後續研究之建議

一、就實驗對象的取樣而言

本研究因客觀條件的限制，故實驗對象只限於台北市立內湖高工控制科二年級學生，樣本較小使得研究結果的推論有其限制，建議未來的研究可擴大實驗對象的取樣，包括學校數量的增加及各校樣本的增加，以驗證學後金字塔之成效。

二、就實驗的課程而言

本研究主要在探討學生使用電腦模擬軟體在數位電路技術教學的學習成效及學後保留度，其教學內容為數位電路技術，並以「電子電路實習」課程中之「數位邏輯」單元為例進行實驗教學。建議未來的研究可擴展至其它之電子電路課程，例如微處理機、介面電路等，甚至是電機類的冷凍及微電腦控制等，以擴大研究結果的應用範圍。

三、就實驗的評量技術而言

由於 TINA Pro 功能及操作介面的複雜度遠勝於數位麵包板，學生雖可藉由台北市立內湖高工線上數位教材進行學生的輔助學習，但每個學生對於不同的功能及相關先備知識(如英文、專業術語等)的差異，以及每個學生上網時間的多寡不同，相較於使用數位麵包板的學生沒有線上數位教材的輔助學習，如何發展更具有信度及效度方面的評量，及避免不同受試者相互之干擾以增加評量實驗效果的穩定性及準確性。

四、就學後保留度而言

本研究探討技術學後保留度，包括學後認知保留度及學後技能保留度。在學後技能保留度區分為操作準確度及操作速度兩部份，比較接受傳統學習的學生與接受不同電腦模擬軟體輔助學習的學生之學後技能保留度在學後間隔二、四、六週的變化情況，不易看出學後技能保留度之差別。若評量間隔時間的改變(例如延長或縮短評量間隔時間)，是否可以明顯觀察出其差異情形，以便對照前述文獻討論之遺忘曲線其相符的情形，建議未來的研究學後保留度可考慮進行長期多次的追蹤評量。

參考文獻

中文部份

- 王文科(2007)。教育研究法(十一版)。台北：五南圖書公司。
- 王克先(1996)。學習心理學。台北：桂冠圖書公司。
- 王保進(2006)。視窗版 SPSS 與行為科學研究(三版)。台北：心理出版社。
- 江文雄(2000)。職業類科教材教法。台北：師大書苑。
- 朱延平(1997)。CAI 的發展趨勢。CAI 課程軟體編製技術參考手冊。台北：教育部電子計算機中心。
- 朱則剛(1994)。建構主義知識論與情境認知的迷思—兼論其對認知心理學的意義。教學科技與媒體，13，3-14。
- 何榮桂(1997)。電腦輔助教學緒論。CAI 課程軟體編製技術參考手冊。台北：教育部電子計算機中心。
- 余民寧(2001)。教育測驗與評量—成就測驗與教學評量(二版)。台北：心理出版社。
- 李世忠(1992)。從電腦教學到超(串連)媒體。教育資料集刊，17，303-325。
- 李炎福(2005)。臺北市教育局 93-95 年度網路線上學習計劃內湖高工線上教材製作成果。http://media.nihs.tp.edu.tw/online_media/digital_material.htm#數位邏輯。
- 李忠勇(2001)。多媒體電腦輔助教學策略對高職資訊科學生「基礎電子實習」學習成效之研究。國立彰化師範大學工業教育學系碩士論文(未出版)。
- 李美誼(2005)。多媒體英語歌曲教學對提昇國小學童學習動機與學習成效之研究。國立屏東師範學院教育科技研究所碩士論文(未出版)。
- 李美瑜(1993)。情境學習環境與非情境學習環境對物理概念學習成效影響之研究。ICCE 1993 國際電腦輔助教學學生學術研討會論文集。國科會科教處、教育部電子計算機中心。
- 李咏吟(1998)。認知教學：理論與策略。台北：心理出版社。

- 李珀(2008)。學習理論。97/05/29 取自於URL：<http://www.fhjh.tp.edu.tw/mid00/workpieces00803.htm>
- 李素卿譯(Good, T.L.& Brophy J.) (2003)。當代教育心理學。台北：五南圖書公司。
- 李堅萍(2000)。Simpson, Harrow 與 Goldberger 心理動作領域教育目標分類之比較研究。國立台灣師範大學工業教育研究所博士論文(未出版)。
- 李進寶(1983a)。電腦輔助教學的現況與展望(上)。資訊與電腦，6，62-65。
- 李進寶(1983b)。電腦輔助教學的現況與展望(下)。資訊與電腦，6，52-56。
- 李雅慈 (2003)。關聯數位教材對不同性別與記憶類型的國小學童數學學習成就與學後保留之影響。國立臺中師範學院數學教育學系碩士論文(未出版)。
- 李榮乾譯(McCalla, T.R.)(1995)。數位邏輯與計算機設計。台北：東華書局。
- 李賢輝 (2008)。認知心理與圖像設計。多媒體與網頁。視覺素養學習網。97/05/26 取自於 URL：<http://vr.theatre.ntu.edu.tw/fineart/chap16/chap16-03.htm>
- 杜建勳 (2007)。資訊融入教學和電腦輔助概念構圖在社會領域學習之研究。靜宜大學資訊管理學系研究所碩士論文(未出版)。
- 佚名 (2008)。認知科學。維基百科。97/05/29 取自於 URL：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%AE%A4%E7%9F%A5%E7%A7%91%E5%AD%A6>——維琪百科。
- 吳明清(2007)。教育研究-基本觀念與方法之分析。台北：五南圖書。
- 吳幸宜譯(Margaret E. Gredler) (1994)。學習理論與教學應用。心理出版社。
- 吳權威、王溢緒(2000)。多媒體製作訓練教材-影像，影音處理與光碟燒錄。台北：松崗圖書。
- 林炎旦(2000)。職業類科教學方法。載於江文雄主編：職業類科教材教法。台北：師大書苑，223-303。
- 林清山譯(Mayer, R.E.) (1997)。教育理學(三版)。台北：遠流出版事業公司。
- 林清山(2003)。心理與教育統計學。台北：東華書局。
- 林進材(2006)。教學理論與方法(二版)。台北：五南圖書。
- 林智煌(2005)。傳統加媒體教學對國小不同年級學童踢毬學習成就之研究。國立

- 臺灣師範大學體育學系在職進修碩士班論文(未出版)。
- 邱群超(2001)。應用多媒體發展高職數位電路技能 CAI 軟體之研究。國立台北科技大學技術及職業教育研究所碩士論文(未出版)。
- 邱貴發(1996)。情境學習理念與電腦輔助學習－學習社群理念探討。台北市：師大書苑。
- 邱惠芬(2003)。多媒體介面對國小學童學習動機、學習成就及學習保留的影響。國立屏東師範學院教育科技研究所碩士論文(未出版)。
- 邱俊宏(2004)。多媒體電腦輔助教學對國小學童學習線對稱圖形成效之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文(未出版)。
- 周清壹(2004)。資訊融入自然生活科領域教學對國小學生學習動機與學習成就的影響。國立台南大學自然科學教育學系教學碩士論文(未出版)。
- 岳修平譯(Gagné, E.D.& Yekovich, C.W.& Yekovich, F.R.) (1998)。教學心理學。台北：遠流出版事業公司。
- 洪榮昭、劉明洲(1999)。電腦輔助教學之設計原理與應用(增訂一版)。台北：師大書苑。
- 計惠卿(1997)。漫談多媒體與超媒體 CAI。CAI 課程軟體編製技術參考手冊。台北：教育部電子計算機中心。
- 孫士雄(2001)。多媒體電腦輔助教學對問題解決能力、機械製圖學習成效與學後保留之研究。國立彰化師範大學工業教育學系碩士論文(未出版)。
- 孫碧霞(2004)。多媒體電腦輔助教學對國小學習障礙學生分數概念學習成效之研究。國立臺東大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 徐照麗(2003)。教學媒體-系統化設計，製作與應用(二版)。台北：五南圖書公司。
- 翁上錦(1996)。職業教育與訓練能力本位教材發展之研究-以工業電子為例。國立臺灣師範大學工業教育研究所博士論文(未出版)。
- 許繼德(2001)。網路輔助教學對不同認知風格的國小學童在英語學習動機與成就之影響。國立屏東師範學院教育科技研究所碩士論文(未出版)。

- 許書務(1985)。電腦輔助教學與傳統式教學其學後保留之比較：以 6502 微處理機課程為例。國立臺灣師大工業教育研究所碩士論文(未出版)。
- 郭生玉(1998)。心理與教育研究法(十五版)。台北：精華書局。
- 郭生玉(1999)。心理與教育測驗(十三版)。台北：精華書局。
- 黃天中、洪英正(1993)。心理學。臺北：桂冠。
- 陳永春 (2003)。概念構圖教學策略與不同性別對國小五年級學童在社會科學習成就與學後保留之探究。國立屏東師範學院教育科技研究所碩士論文(未出版)。
- 陳李綢、郭妙雪(1998)。教育心理學。台北：五南圖書公司。
- 陳明琪(2003)。多媒體網路教學與傳統教學對學習效果之比較-以商業類科為例。教學科技與媒體，63，49-64。
- 陳俊勝(2005)。數位設計原理與應用。台北：儒林圖書公司。
- 陳景堂(2006)。統計分析 SPSS for Windows 入門與應用(六版)。台北：儒林圖書公司。
- 莊崇成(2000)。TINA 與 EWB 在數位電路技術教學的實驗研究。國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文(未出版)。
- 莊謙本(1995)。電子電路電腦輔助教學評量模式探討。教學科技與媒體，22，3-9。
- 莊謙本(1996)。智慧型電腦輔助教學在數位通訊技術教學之實驗研究(國科會計畫編號 NSC 85-2511-S-003-047)。
- 莊謙本(1997a)。發展一個電子電路電腦輔助教學技能評量工具之研究(國科會計畫編號 NSC 86-2516-S-003-004)。
- 莊謙本(1997b)。數位電路技術電腦化適性測驗之研究。台北：師大書苑。
- 莊謙本(1998a)。電腦化適性測驗在電子電路模擬教學的成效分析研究(國科會計畫編號 NSC 87-2516-S-003-004)。
- 莊謙本(1998b)。技能評量的內在與外在因素。教學科技與媒體，42，38-42。
- 莊謙本(1998c)。電腦化技術教學。台北：教育部顧問室。
- 莊謙本(2003)。電子科技問題式學習系統之發展與教學成效分析。(國科會計畫編

- 號NSC91-2520-S-003-012)。
- 張文菁(2007)。TMCAl結合動機策略對國小社會學習動機、成就與保留之影響。慈濟大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 張文葉(2004)。傳統教學與媒體教學對學生學習成效影響之研究。大葉大學資訊管理學系碩士論文(未出版)。
- 張祖忻(2006)。教學設計-基本原理與方法。台北：五南圖書公司。
- 張春興，郭生玉(1973)。兒童語文習慣之複雜度與其聯對學習及學後保留關係之實驗研究。教育心理學報，6，1-13。
- 張春興(2000)。現代心理學。台北：東華書局。
- 張春興(2004)。心理學概要(重修版)。台北：東華書局。
- 張春興(2006)。張氏心理學辭典(重訂版)。台北：東華書局。
- 張春興，林清山(1998)。教育心理學(十二版)。台北：東華書局。
- 張霄亭(1996)。華語清境式多媒體教學課程研究與發展(I)(國科會計畫編號NSC 85-2413-H-003-014)。
- 張霄亭、朱則剛(2008)。教學媒體。台北：五南圖書公司。
- 湯清二(1998)、電腦多媒體學習系統。載於王千倬等著：電腦與教學。台北：正中書局，161-222。
- 國立教育資料館(2008)。視聽教育。97/05/29 取自於 URL :http://3d.nioerar.edu.tw/2d/av/lesson/lesson_0201.asp
- 曾尹姿(2005)。電腦媒體運用於國中幾何學習成效之研究-以三角形基本性質為例。慈濟大學教育研究所教學碩士論文(未出版)。
- 曾文章(2005)。媒體介入對國中游泳教學認知與技能表現之研究。國立臺灣師範大學體育學系在職進修碩士班論文(未出版)。
- 詹高樹(2008)。TINA PRO 電路設計及模擬講義。台北：台科大圖書公司。
- 葉明恭(1996)。電腦輔助教學系統在數位調變與解調變技術教學成效及學後保留之實驗研究。國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文(未出版)。

- 葉重新(2005)。心理學(三版)。台北：心理出版社。
- 楊順南(1996)。憂鬱理論的整合研究——認知取向。國立政治大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 鄭明韋(1999)。國立空中大學嘉義地區學生學習方式、學習參與程度與學習成效之研究。國立中正大學成人及繼續教育研究所碩士論文(未出版)。
- 鄭茂堅(2005)。電腦輔助教學對特教高職部學生學習成效研究(金錢與消費為例)。國立臺灣師範大學工業教育學系碩士論文(未出版)。
- 鄭晉昌(1993)。自「情境學習」的認知觀點探討電腦輔助中教材內容的設計—從幾個教學系統談起。教學科技與媒體雙月刊，12，3-14。
- 潘仁傑(1995)。三體互動式電腦輔助教學系統在類比通訊技術教學成效之實驗研究。國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文(未出版)。
- 蔡文亮(2007)。數位邏輯實習。台北：知行文化事業股份有限公司。
- 蔡錫濤(1995)。技能學習導向的電腦多媒體系統設計初探。教學科技與媒體，22，10-15。
- 鍾邦友(1994)。情境式電腦輔助數學學習軟體製作研究。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 鐘建坪(2005)。資訊科技融入自然科的教學。師友月刊。451，28-29。
- 劉明舜(2008)。數位邏輯電路(二版)。台北：旗立資訊股份有限公司。
- 劉冠佑(1996)。電腦輔助電路設計與數位電路實習(下)。台北：全華科技圖書公司。
- 盧正川、張益順(2007)。數位邏輯電路實習。台北：旗立資訊股份有限公司。
- 藍皓華(2004)。成人在網路學習中學習互動、合作學習風格、與後設認知對於網路學習滿意度關係之研究。國立高雄師範大學成人教育研究所碩士論文(未出版)。
- 顏欣加(2001)。傳統教學與媒體教學對龍舟知識及動作技能學習成就之影響。國立臺灣師範大學體育學系在職進修碩士班論文(未出版)。
- 顏晴榮(1997)。電腦輔助教學在工科技術實習應用之探討。技職雙月刊，39，55-60。

蕭柱惠(2008)。數位邏輯實習(三版)。台北：台科大圖書股份有限公司。

外文部份

- Aiken, L.R.(1997). *Psychological testing and assessment*.(9th ed.) Boston : Allyn and Bacon.
- Alessi, S.M. & Trollip, S.R.(1991). *Computer-based instruction : methods and development*(2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Aufshnaiter, S. V., & Welzel, M. (1997). *Learning processes in the field of electricity: Results of a cross age study*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (ERIC Document Reproduction Service No. ED 407226).
- Ausbel, D.P & Novak,J.D. (1978) .*Educational psychology : A cognitive view* (2nd ed.) .New York : Holt,Rinehart,and Winston.
- Bandura, A. (1969). *Principles of Behavior Modification*. New York : Holt, Rinehart & Winston.
- Bekerman, Zvi, Ed.; Burbules, Nicholas C., Ed.; Silberman-Keller, Diana, Ed.(2006). *Learning in Places: The Informal Education Reader*. Counterpoints, Studies in the Postmodern Theory of Education Volume 249. New York :Peter Lang.
- Berends, Inez E.; Van Lieshout, Ernest C. D. M.(2009). The Effect of Illustrations in Arithmetic Problem-Solving: Effects of Increased Cognitive Load (ERIC Document Reproduction Service No. EJ833380). *Learning and Instruction*, 19 (4), 345-353 Aug 2009. Retrived from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/> April. 21, 2009.
- Bloom,B.S., Engelhart,M.D., Furst, E.J., Hill,W.H., & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives-the classification of educational goals, handbook 1 : cognitive domain*. New York: David Mckay.
- Bodrova. E. & Leong, D.J. (1996) .*Tools of the mind*. New Jersey: Englewood Cliffs.

- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). *Situated cognition and the culture of learning*. *Educational Researcher*, 18(1), 32-41.
- Brown, Judith O.(2009). *Experiential Learning E-Portfolios: Promoting Connections between Academic and Workplace Learning Utilizing Information and Communication Technologies*. Paper presented at the American Educational Research Association (AERA) Meeting (Annual, San Diego, CA, Apr 13-17, 2009).
- Bruner, J.S.(1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: BelknapPress.
- Cavanagh, Sean (2009). "Depth" Matters in High School Science Studies. *Education Week*, 28(24),1, 16-17. Mar 2009.
- Chang, C.Y.(2002). The Impact of Different Forms of Multimedia CAI on Students' Science Achievement. *Innovations in Education & Teaching International*, 39(4), 280-288.
- Chuang,C.P. & Pan J.C.(1995). The effectiveness of microcomputer assistedelectronic laboratory instruction. *The international conference on skill formation,ICSF*.
- Chuang,C.P., Pan,J.C. & Yei,M.K.(1996). The experiment of microcomputerassisted instruction for electronic circuit laboratory training. *The fifth international conference on computer assisted instruction, ICCAI*.
- Chuang, C.P., Hsu, S.W., Yo C.S. (2005) *Implementing PBL in Computer Troubleshooting Instruction*, PBL in Context-Bridging Work and Education, Lahti, Finland. June 12-15, 2005.
- Christensen L.B. & Crawford,H.J.(1985). *Developing research skill : A laboratory manual*. Boston:Allyn and Bacon.
- Coleman-Martin, M.B., Heller, K.W., Cihak, D.F., & Irvine, K.L.(2005). *Using computerassisted instruction and the Nonverbal Reading Approach to teach word identification*, June, 80-90.

- Dale, E.(1946). *Audio-visual method in teaching*(3rd ed). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Dally, W.J. & Poulton,J .W.(1998). *Digital system engineering*. CambridgeUniversity Press.
- Debevec, K., Shih, M., & Kashyap, V.(2006). Learning strategies and performance in a technology integrated classroom. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 293-307.
- Desrochers, D.J.(1994). *Heathkit educational systems*. Benton Harbor.
- Ebbinghaus, H. (1985). *Memory: A contribution to experimental psychology*. New York: Dover Publications.
- Electronics Workbench Software engineers(1996). *Electronics Workbench user's manual*. Canada: Interactive Image Technologies Ltd..
- Elliot, E. S., & Deweck, C. S. (1988).Goals: An approach to motivation and achievement .*Journal of Personal-ity and Social Psychology*, 54(1), 5-12.
- Ertl, Mark A.(2007). *The Effects of Initial Touch Keyboarding Speed Achievement of Fifth Graders and Touch Keyboarding Skill Retention in Seventh Grade*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED499927). Retrived from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/Home.portal>. Apr. 10, 2009.
- Fairbrother, Jeffrey T.; Shea, John B (2005). The Effects of a Single Reminder Trial on Retention of a Motor Skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76(1), 49-59. Mar 2005.
- Fitzpatrick, Tess; Al-Qarni, Ibrahim; Meara, Paul (2008). Intensive Vocabulary Learning: A Case Study. *Language Learning Journal*, 36(2), 239-248. Dec 2008.
- Fletcher, S.(1991). *Designing competence-based training*. London:Kogan Page Limited.
- Franz, V. H.; Scharnowski, F.; Gegenfurtner, K. R. (2005). Illusion Effects on Grasping

Are Temporally Constant Not Dynamic. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(6), 1359-1378.

Gagné, R.M., Wager, W. & Rojas, A.(1981). Planning and authoring computer assisted instruction lessons. *Education Technology*, 21, 7-26.

Gagné, R.M.(1985). *The conductions of learning and theory of Instruction* (4th ed). New York: Holt,Rinehart & Winston.

Griffin, M. M., & Griffin, B. W. (1996). Situated cognition and cognitive style: Effects on students' learning as measured by conventional tests and performance assessments. *Journal of Experimental Education*. 64(4), 293-308.

Guthrie, J. W.(1982). *Encyclopedia of education researched by Harold E.Mitezal*. NY: Free Press.

Harrow, A.J.(1972). *A taxonomy of the psychomotor and the classification of educational objectives in the psychomotor domain*. New York : David Mckay.

Hilte, Maartje; Reitsma, Pieter (2008). *What Type of Computer-Assisted Exercise Supports Young Less Skilled Spellers in Resolving Problems in Open and Closed Syllable Words?* *Annals of Dyslexia*, 58 (2), 97-114. Dec 2008.

Hiltz, S.R.(1980). *The virtual classroom: learning without limits via computer network*. New Jersey : Ablex publishing Co.

Hollan, J.D., Hutchins, E.L. & Weitzman, L.M.(1989). *STEAMER: Aninteractive, inspectable, simulation-based training system.*, edited by Greg Kearsley, MA : Addison-Wesley, 112-134.

Howard Gardner. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York : Basic Books.

Karon, L. (1975). *An experimental study comparing computer-assisted instruction with the traditional lecture method in an introductory learning disabilities course give to medical student*. *Dissertation Abstracts International*,36,4226-A.

- Kerr, S., & Jermier, J. M.(1978). Subordinates for leadership: their meaning and measurement. *Organizational Behavior and Human Performance*, 22, 375-403.
- Kock, Ned; Aiken, Robert; Sandas, Cheryl. (2006). *Isolated Versus Integrated Case Studies: A Comparison in the Context of Teaching Complex and Domain-Specific IT Applications*. *Computers and Education*, 46(4), 446-457.
- Lab-Volt Software Engineers(1992). *The F.A.C.E.T. Authoring System User's Manual*. L.A. : Buck Engineering Inc.
- Lave, J & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation.*, Cambridge NJ: Cambridge University Press.
- Liao, Yuen-kuang Cliff, Chang, Huei-wen & Chen, Yu-wen (2008). *Effects of Computer Applications on Elementary School Students' Achievement: A Meta-Analysis of Students in Taiwan*. *Computers in the Schools*, 24(3-4), 43-64.
- Maloney, Edward J. (2007). What Web 2.0 Can Teach Us about Learning. *Chronicle of Higher Education*, 53(18), B26. Jan 2007.
- McCoog, Ian J.(2008). *21st Century Teaching and Learning* (ERIC Document Reproduction Service No. ED502607).
- McMillan, J.E.(1992). *Educational Research : fundamentals for the consumer*. New York : HarperCollins. ,176.
- Merrill, M.D., Schneider, E.W. & Fletcher, K.A.(1980). *TICCIT*. New Jersey : Educational Technology Publications.
- Miller, George A. (1994). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, v101 (2), 343-52.
- Morgan, Catherine; Richardson, William M. (1972). The Computer as a Classroom Tool. *Educational Technology: Teacher and Technology Supplement*, 12(10), 71-73.

- Nagel, Nancy G.(1996). *Learning through real-world problem solving: The power of integrating teaching*. Thousand Oaks, Calif. : Corwin Press.
- Namwar, Yousef & Rastgoo, Azam (2008). *Weblog as a Learning Tool in Higher Education*. Journal of Distance Education--TOJDE , 9(3), 176-185.
- Newell, A. & Simon, H. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Novak, J.D., & Gowin, D.B.(1984). *Learning how to learn*. New York : Cambridge University Press.
- Palincsar, A., & Brown, A. (1984). Reciprocal teaching of comprehension fostering and monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1(2), 117-175.
- Papert, S.(1980). *Mindstorms:Children,computer and power ideas*. NJ : Basic Book.
- Pavlov, I. P. (1927) . *Conditioned reflexes*. London: Oxford University Press.
- Piaget, Jean (1965). *The Child's Conception of Number*.
- Popham, W.J.(1993). *Educational research*. MA : Allyn and Bacon. ,229.
- Prentice, Mary (2009). Service-Learning's Impact on Developmental Reading/Writing and Student Life Skills Courses. *Community College Journal of Research and Practice*, 33(3-4), 270-282. Mar 2009.
- Pyle, Ransford C.; Dziuban, Charles D. (2001). *Technology: Servant or Master of the Online Teacher?* Library Trends, 50(1) , 130-44.
- Rahmlow, H.F., Fratini, R.C. & Ghesquire, J.R. (1980). *PLATO*. NJ : Educational Technology Publications.
- Randall O'Reilly and Yuko Munakata (2000). *Computational Explorations in Cognitive Neuroscience Understanding the Mind by Simulating the Brain*.
- Randy, L.B.(1988). *A comparison of gain scores and retention rates of four selected learning strategies*. (Doctoral dissertation, Brigham Young University, Provo, Utah).

- Resnick, L. (1988). Learning in school and out. *Educational Research*, 16(9), 13-20.
- Rubenstein, Rheta N., Ed.(2004). *Perspectives on the Teaching of Mathematics. Sixty-Sixth Yearbook [with Companion Guidebook]*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Ruscio, John (2008). A Probability-Based Measure of Effect Size: Robustness to Base Rates and Other Factors. *Psychological Methods*, 13(1), 19-30.
- Schwarz, Christina V.; Gunckel, Kristin L.; Smith, Ed L.; Covitt, Beth A.; Bae, Minjung; Enfield, Mark; Tsurusaki, Blakely K.(2008). *Helping Elementary Preservice Teachers Learn to Use Curriculum Materials for Effective Science Teaching*. *Science Education*, 92(2), 345-377.
- Sipple, C.J. & Sipple, R.J.(1980). *Computer dictionary*. (3rd ed.) Howard W.Sams Co.
- Skinner, B.F.(1968). *The technology of teaching*. New York : Appleton Century Crofts.
- Slivan, E. (1986). Motivation in social constructivist theory. *Educational Psychologist*. 21(3), 209-233.
- Stice, J.E.(1987a). Using Kolb's learning cycle to improve student learning. *Engineering education*, 77(5), 291-296.
- Stice, J.E.(1987b). Further Reflections:Useful Resources. *New directions for teaching and learning*, 30, 101-109.
- Stillings, N. A., Weisler, S. E., Chase, C. H., Feinstein, M. H., Garfield, J. L., & Rissland, E. L. (1995). *Cognitive science: An introduction*. London, England: Massachusetts Institute of Technology.
- Stokes, Patricia D.; Lai, Betty; Holtz, Danielle; Rigsbee, Elizabeth; Cherrick, Danielle (2008). Effects of Practice on Variability, Effects of Variability on Transfer. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34 (3), 640-659. Jun 2008.
- Sturgeon, C. Michael; Walker, Christin (2009). *Faculty on Facebook: Confirm or Deny?*

Paper presented at the Annual Instructional Technology Conference (14th, Murfreesboro, TN, Mar 29-31, 2009).

Suchman (1987). *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*. New York: Cambridge University Press.

Tabbers, H. K.; Martens, R. L.; van Merriënboer, J. J. G. (2004). Multimedia Instructions and Cognitive Load Theory: Effects of Modality and Cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 71-81.

Thorndike, E. L. & Woodworth R. S.(1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. *Psychological Review*, 8, 247-261.

TINA (2009). *TINA V8*. Retrived from <http://www.tina.com/English/tina/start.php>. Feb. 10, 2009.

TINA Software engineers(1994). *Toolkit for interactive network analysis user's manual*. USA : Designsoft Inc.

Tsai, S.Y.W., & Pohl, N.F.(1980). Computer-assisted instruction angemented with planned teacher/student contacts. *Journal of Experimental Education*, 49(2), 120-126.

Ulric, N. R. (1967). *Cognition and reality-principles and implications of cognitive psychology*. New York: W. H. Freeman & Company Press.

Underwood, B.J.(1957). *Psychological Research*. New York Appletion-Century-Grofts.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge: Harvard University Press.

Watson, J. B., (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychology Review*, 20, 158-177.

Weiner, B. (1982). The Emotional Consequences of Aausal Ascriptions. In M.S. Fiske (Eds.), *Affect and Congnition*. Hillsidale , NJ : Lawrence Erlbaum.

Wertsch, J. V. (1991). A social cultural approach to socially shared cognition. In L. B.

Resnick, J. M. Levine, & S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* .85-100. Washington D.C.: American Psychological Association.

Wittrock, M. C. (1978). The cognitive movement in instruction. *Educational Psychology*, 13, 15-29.

Young, M. F. (1993). Instruction design for learning. *Educational Technology research and Development*, 41(1), 43-58.

不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生之學前能力摘要

一、不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生在實驗教學前之學前能力成績

組別	編號	分數	組別	編號	分數	組別	編號	分數
傳統組	A1	60	TINA 組	B1	91	DB 組	C1	60
	A2	87		B2	40		C2	84
	A3	74		B3	60		C3	55
	A4	90		B4	60		C4	55
	A5	63		B5	96		C5	85
	A6	60		B6	70		C6	86
	A7	50		B7	52		C7	67
	A8	85		B8	60		C8	60
	A9	65		B9	40		C9	63
	A10	82		B10	60		C10	71
	A11	84		B11	93		C11	86
	A12	93		B12	60		C12	75
	A13	78		B13	60		C13	60
	A14	62		B14	60		C14	58
	A15	50		B15	60		C15	90
	A16	88		B16	60		C16	89
	A17	82		B17	60		C17	60
	A18	75		B18	76		C18	88
	A19	79		B19	40		C19	60
	A20	78		B20	60		C20	89
	A21	50		B21	86		C21	91
	A22	57		B22	60		C22	80
	A23	70		B23	60		C23	93
	A24	60		B24	78		C24	88
	A25	88		B25	71		C25	55
	A26	71		B26	40		C26	60
	A27	50		B27	60		C27	77
	A28	61		B28	60		C28	79
	A29	95		B29	60		C29	89
	A30	63		B30	79		C30	92
	A31	50		B31	80		C31	60
	A32	61		B32	60		C32	50
	A33	84		B33	40		C33	60
以下空白		B34		67	以下空白			
		B35		60				
		B36		60				
		B37		60				
		B38		60				

二、不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學前能力人數、平均數、標準差摘要表

組 別	人數	平均數	標準差
傳統組	33	63.3939	15.0705
TINA 組	38	71.6316	13.9098
DB 組	33	71.0606	14.1729
全 體	104	68.8365	14.7115

三、不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學前能力變異數同質性考驗摘要表

	Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
平均數	.413	2	101	.662

從上表觀察不同組別不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學前能力成績學生學前能力變異數同質性 $p=.662>.05$ 符合變異數同質性假設。

四、不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學前能力成績變異數分析摘要表

	離均差平方和	自由度	均方	F 值
組 間	1437.261	2	718.811	3.481*
組 內	20854.600	101	206.481	
全 體	22291.861	103		

* $P<.05$

由於不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學前能力成績有顯著差異存在，繼而進行事後比較分析。

五、不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學前能力成績變異數分析事後比較

(I) CLASS	(J) CLASS	平均差異(I-J)	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
					下界	上界
傳統組	TINA 組	-8.2376	3.4192	.059	-16.7326	-.2573
	DB 組	-7.6667	3.5375	.101	-16.4556	1.1223
TINA 組	傳統組	8.2376	3.4192	.059	.2573	16.7326
	DB 組	.5710	3.4192	.986	-7.9240	9.0659
DB 組	傳統組	7.6667	3.5375	.101	-1.1223	16.4556
	TINA 組	-.5710	3.4192	.986	-9.0659	7.9240

經 Scheffe 法事後比較不同組別(傳統組、TINA 組及 DB 組)學生學前能力成績並無差異。

教學實驗學後認知測試卷(初稿)

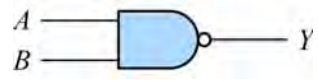
班級: _____ 學號: _____ 姓名: _____ 得分: _____

親愛的同學大家好：


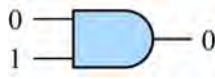

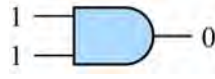
本試卷係針對「電子電路實習」課程中之「數位邏輯」單元教學進行相關之研究。內容係將同學對於本課程學後認知保留度及學習成效情形進行探討，**不列入學期正式成績考核(正式成績考核會另外命題及舉行)**，請同學依據自己實際能力放心作答，並對於不清楚及不會的題目勿進行猜題，以維持試卷真實之評量效果，謝謝您的合作。

選擇題：共 50 題，每題 2 分 (共 100 分，不倒扣)

- () 1. 在邏輯電路中有關致能控制端 E 與抑制控制端 I 之作用，下列何者各都可使信號通過 (A) $E=0, I=0$ (B) $E=0, I=1$ (C) $E=1, I=0$ (D) $E=1, I=1$

- () 2.  如左圖，則此邏輯閘為何種閘： (A) 及(AND)閘 (B) 或(OR)閘 (C) 反或(NOR)閘 (D) 反及(NAND)閘

- () 3. 三輸入或閘之布林代數式為何？ (A) $Y=ABC$ (B) $Y=A+B+C$ (C) $Y=A \cdot B \cdot C$ (D) $Y=A \oplus B \oplus C$

- () 4. 下列輸出中何者有誤？ (A)  (B)  (C)  (D) 

- () 5. $F(A, B) = A + \bar{A}B$ ，其真值表為何？

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

(A)

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

(B)

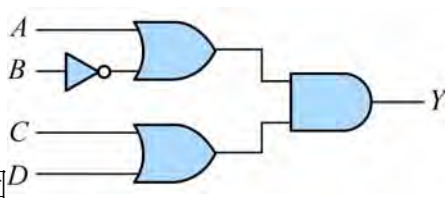
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(C)

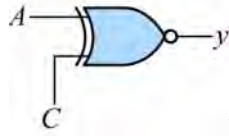
A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(D)

- () 6. 有關互斥或邏輯運算，下列何者為真 (A) $1 \oplus 1 = 1$ (B) $1 \oplus 0 = 0$ (C) $0 \oplus 0 = 0$ (D) $0 \oplus 1 = 0$

- () 7. 如右圖 ，Y = ? (A) $A + \bar{B} + C + D$ (B)

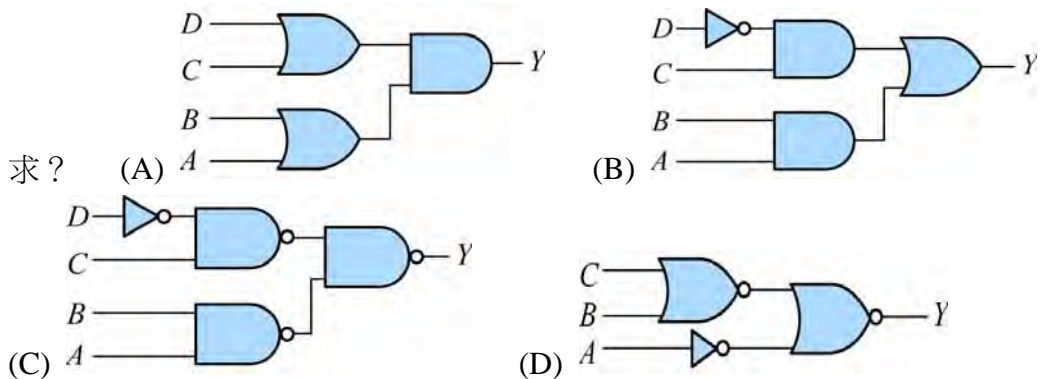
$A \cdot \bar{B} + C \cdot D$ (C) $(A + \bar{B}) \cdot (C + D)$ (D) $A + \bar{B} \cdot C + D$



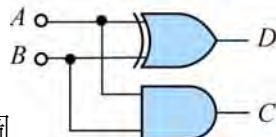
- () 8. 左圖之輸出，下列何者正確？ (A) $C=0$ 則 $y=1$ (B) $C=1$ 則 $y=0$ (C) $C=0$ 則 $y=A$ (D) $C=0$ 則 $y = \bar{A}$

- () 9. 在 NOT Gate 的 IC 包裝中，編號 7404 計有幾個 NOT Gate？ (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 6

- () 10. 有一電路，具 ABCD 四個輸入端，Y 為輸出端，其中 A 為最高位元，D 為最低位元；當之二進位值大於 9 時 $Y=1$ ，否則 $Y=0$ ，試問下列電路何者可以符合需求？

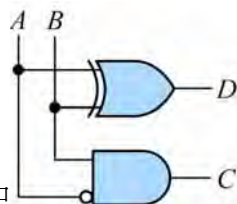


- () 11. 一二進制數 1011 與另一二進制數 0011 相加，其結果為：(A) 1100 (B) 1101 (C) 1110 (D) 1111



- () 12. 如右圖所示之電路，A、B 為輸入，C、D 為輸出，則此電路的功能是？ (A) 全加器 (B) 半加器 (C) 全減器 (D) 半減器

- () 13. 使用前瞻進位 (Look-ahead Carry) 加法電路，其目的為減少 (A) 進位的傳遞延遲時間 (B) 全加器的使用數量 (C) 暫存器的使用數量 (D) 加法電路的複雜度。



- () 14. 右圖中，A、B 為輸入，C、D 為輸出，則此電路的功能是： (A) 半減器 (B) 全減器 (C) 半加器 (D) 全加器

- () 15. 下列何者可以組成全加器？ (A) 兩只半加器和一只或閘 (B) 兩只半加器和一組及閘 (C) 一只半加器和一只互斥或閘 (D) 一只半加器和二只互斥或閘

- () 16. 有關補數減法電路下列敘述有者有誤？ (A) 1'S 補數減法器係藉反相器將減

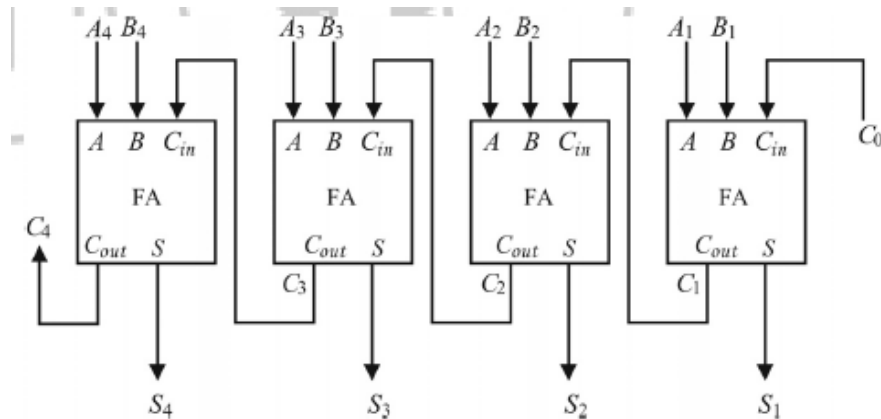
數直接反相轉成 1'S 補數再與被減數相加 (B) 2'S 補數減法器在取得 1 的補數與被減數相加後須將最後的進位值加入以取得正確結果，此又稱為端迴進位 (C) 2'S 補數減法器最後的進位值必須捨棄 (D) 1'S 補數減法器在加法運算後若有進位，則表其結果“差”為正值，否則為負值

() 17. 假如 X 、 Y 和 Z 是為全加器的輸入端，那麼進位輸出端的布林關係式為？ (A) $X+Y+Z$ (B) $XY+XZ+YZ$ (C) $X \cdot Y \cdot Z$ (D) $X \oplus Y \oplus Z$

() 18. 半加器的和等於： (A) $\overline{A}\overline{B}+AB$ (B) AB (C) $(A+\overline{B})(\overline{A}+B)$ (D) $(\overline{A}+\overline{B})(A+B)$

() 19. 並列式加/減法器電路中，除了使用全加器之外，尚需加入何種基本邏輯閘作加/減法控制？ (A) NOT Gate (B) NAND Gate (C) XNOR Gate (D) XOR Gate。

() 20. 下圖中的 FA 是 1 位元的全加法器，此電路的功能為何？ (A) 四位元的串加法器 (B) 四位元的暫存器 (C) 四位元的編碼器 (D) 四位元的並列加法器







() 21. 74LS138 是一顆幾對幾的解碼器？ (A) 二對八 (B) 三對八 (C) 二對四 (D) 一對四

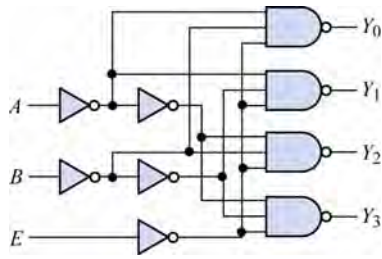
() 22. n 位元輸入的二進制解碼器中，其輸出線最多有幾條？ (A) 2^{n+1} (B) $2^n + 1$ (C) 2^n (D) $2^n - 1$

() 23. BCD 資料到 7 段共陽極 LED 顯示器解碼電路編號為 (A) 7484 (B) 7447 (C) 7448 (D) 7474

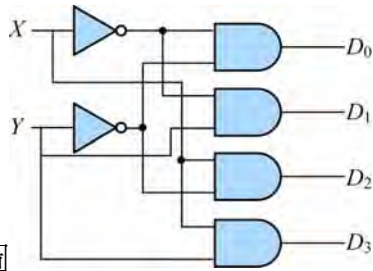
() 24. 某一解碼器的輸出端共有 64 種不同的組合則其輸入端應有幾個輸入線？ (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6

() 25. 就三線對八線之解碼器而言，假定致能控制端均已致能，則其資料輸入線中之輸入狀態有幾種組合？ (A) 11 (B) 3 (C) 8 (D) 24 種

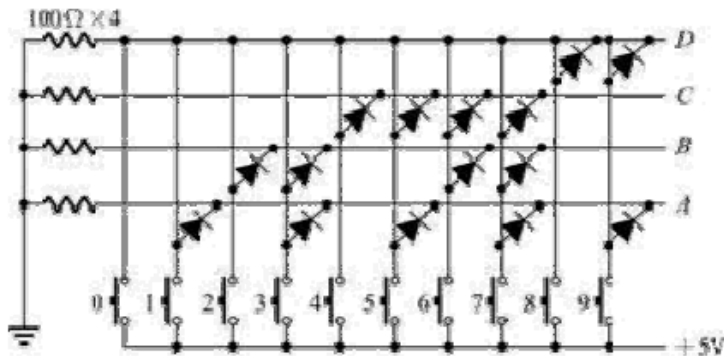
() 26. 在共陽極的七段顯示器中，共陽極接高電位，而 b, c, e, f, g 接上低電位，則將顯示下列何者？ (A)  (B)  (C)  (D) 



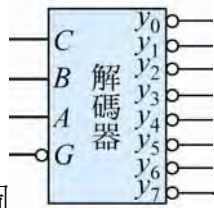
- () 27.如圖所示之電路，下列敘述何者錯誤？
- (A) 該電路為編碼器 (B) 若 $E = 1$ ，則所有的輸出 Y 均為 1 (C) 若 $E = 0, A = 1, B = 0$ ，則 $Y_2 = 0$ ，其餘 Y 為 1 (D) 若 $E = 0, A = 0, B = 1$ ，則 $Y_1 = 0$ ，其餘 Y 為 1



- () 28.右圖之組合邏輯可當作？ (A) 全加法器 (B) 多工器 (C) 解碼器 (D) 編碼器

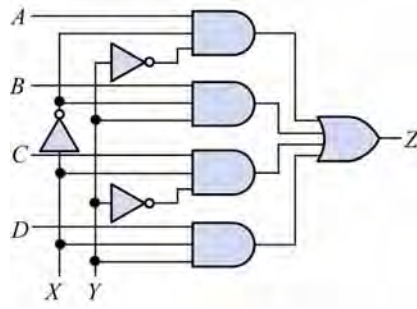


- () 29.若按下如圖所示編號“6”開關，則輸出端 DCBA 會顯示出何種 BCD 碼？ (A) 0110 (B) 0001 (C) 1000 (D) 1001

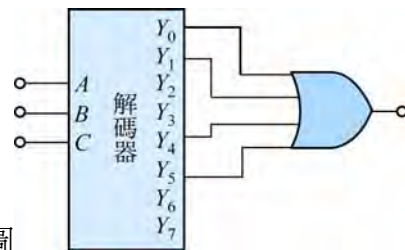


- () 30.圖電路中下列敘述何者錯誤？ (A) 輸入 CBA 中 C 為最高位元， A 為最低位元 (B) G 為致能控制端，當 $G = 0$ 時解碼器才能正常工作 (C) y 輸出為 0 動作，即 y_0 到 y_7 被激發者輸出 0 否則輸出 1 (D) y_0 到 y_7 無論如何皆有一個輸出 0，不可能全部輸出 1
- () 31.下列何者又稱為資料分配器？ (A) 解多工器 (B) 解碼器 (C) 多工器 (D) 編碼器
- () 32.對於多工器(Multiplexer)，有多個輸入端，而輸出端有？ (A) 1 個 (B) 2 個 (C) 3 個 (D) 與輸入端同樣多個

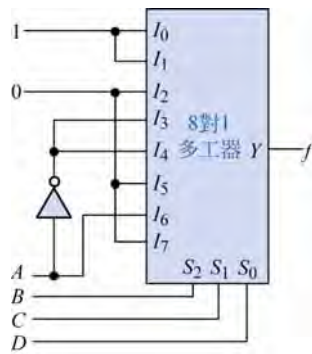
- () 33. 下列敘述何者不正確？ (A) 解多工器的輸出可以有 4 個 (B) 多工器的輸入可以有 8 個 (C) 解多工器的輸出可以有 8 個 (D) 多工器的輸出可以有 4 個
- () 34. 8 對 1 多工器須多條選擇線？ (A) 3 (B) 5 (C) 8 (D) 4
- () 35. 具致能控制的解碼器，可當下列何者使用？ (A) 解多工器 (B) 編碼器 (C) 比較器 (D) 多工器
- () 36. 下列何者又稱為資料選擇器？ (A) 解碼器 (B) 編碼器 (C) 解多工器 (D) 多工器



- () 37. 如圖 為一四位元多工器電路，X 與 Y 為選擇端，若 $X = 1$ 及 $Y = 0$ ，則 $Z =$ (A) A (B) B (C) C (D) D

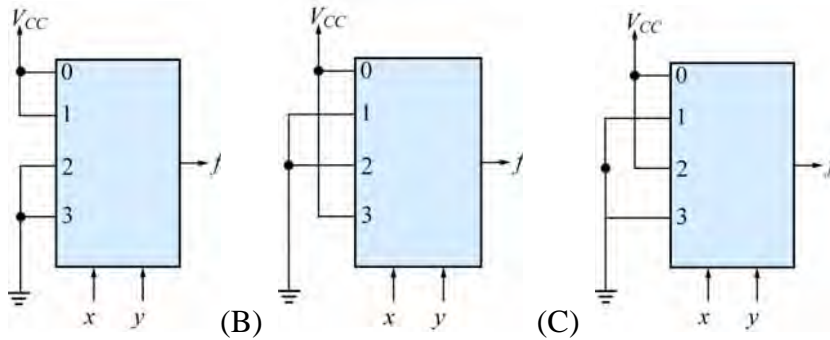


- () 38. 如右圖 所示若 A 為 MSB，C 為 LSB，則輸出 F 的最簡式為： (A) \bar{B} (B) C (C) B (D) \bar{A}

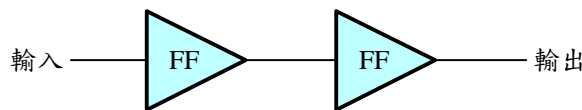


- () 39. 如圖所示 是以多工器執行組合邏輯電路功能之電路，此組合邏輯電路之輸出 $f(A, B, C, D)$ 為 (A) $\Sigma(0, 1, 3, 4, 10, 11, 12, 13)$ (B) $\Sigma(0, 1, 3, 4, 8, 9, 14)$ (C) $\Sigma(2, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13)$ (D) $\Sigma(2, 5, 6, 7, 8, 9, 14)$

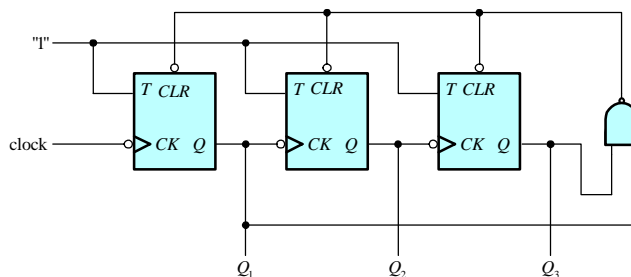
- () 40. 使用 4 : 1 的多工器來製作函數 $f(x, y) = \overline{xy} + xy$ ，其接線圖應為： (A)



- () 41.由 10 個正反器所組成的二進制計數器，其計數可由 0 到 (A)10 (B)100 (C)1000 (D)1023
- () 42.下列何者是同步計數器的優點？(A)計數值較大 (B)速度快 (C)易於設計 (D) 電路簡單
- () 43.若使用八模計數器，假設計數器從 0 開始計數，試問輸入 84 個時序脈波後，計數器之內容為何？(A)6 (B)4 (C)0 (D)3
- () 44.正反器是一種 (A)不穩態多諧振盪器 (B)相移振盪器 (C)單穩態多諧振盪器 (D) 雙穩態多諧振盪器
- () 45.將 JK 正反器兩輸入端 J 與 K 連接在一起，則相當於 (A)R-S 正反器 (B)反相器 (C)D 型正反器 (D)T 型正反器
- () 46.下列計數器何者是将全部正反器的 CLK 端接在一起同時觸發 (A)可預設非同步計數器 (B)同步計數器 (C)非同步計數器 (D)漣波計數器
- () 47.如圖所示，FF 代表雙穩態多諧振盪器，其觸發脈波頻率為 10KHz 時，則輸出脈波頻率為 (A)2.5KHz (B)5KHz (C)10KHz (D)20KHz

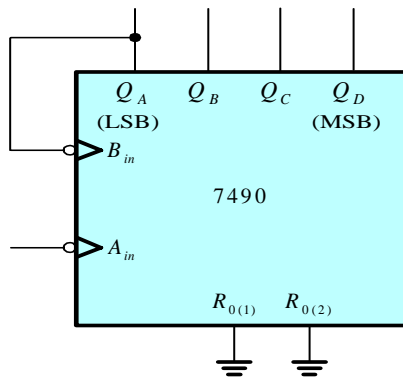


- () 48.如圖所示為何種形式之計數器 (N 模表 $\div N$)？(A)七模計數器 (B)六模計數器 (C)五模計數器 (D)四模計數器



- () 49.正反器若欲正確儲資料，則其資料輸入與時序信號的時間關係為何？(A)要選項 B與C同時滿足才行 (B)只要時序信號觸發後資料能再維持一段 t_h 時間即可 (C)要資料與時序信號同時輸入 (D)只要資料輸入先輸入並大於設定時間 t_h 即可

- () 50.若只用一顆 TTL7490 計數器，其內部結構如圖所示，下列敘述何者錯誤？ (A) 可做除 2 電路 (B)可做除 5 電路 (C)可做除 10 電路 (D)可做除 16 電路



教學實驗學後認知測試卷(初稿含解答與知識分類)

班級:_____ 學號:_____ 姓名:_____ 得分:_____


親愛的同學大家好：

本試卷係針對「電子電路實習」課程中之「數位邏輯」單元教學進行相關之研究。內容係將同學對於本課程學後認知保留度及學習成效情形進行探討，**不列入學期正式成績考核(正式成績考核會另外命題及舉行)**，請同學依據自己實際能力放心作答，並對於不清楚及不會的題目勿進行猜題，以維持試卷真實之評量效果，謝謝您的合作。




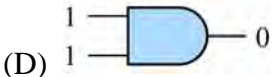
選擇題：共 50 題，每題 2 分 (共 100 分，不倒扣)

第一單元：邏輯閘

(C 知) 1. 在邏輯電路中有關致能控制端 E 與抑制控制端 I 之作用，下列何者各都可使信號通過 (A) $E=0, I=0$ (B) $E=0, I=1$ (C) $E=1, I=0$ (D) $E=1, I=1$

(D 知) 2.  如左圖，則此邏輯閘為何種閘： (A) 及(AND)閘 (B) 或(OR)閘 (C) 反或(NOR)閘 (D) 反及(NAND)閘

(B 知) 3. 三輸入或閘之布林代數式為何？ (A) $Y=ABC$ (B) $Y=A+B+C$ (C) $Y=A \cdot B \cdot C$ (D) $Y=A \oplus B \oplus C$

(D 知) 4. 下列輸出中何者有誤？ (A)  (B)  (C)  (D) 

(C 知) 5. $F(A, B) = A + \bar{A}B$ ，其真值表為何？

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

(A)

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

(B)

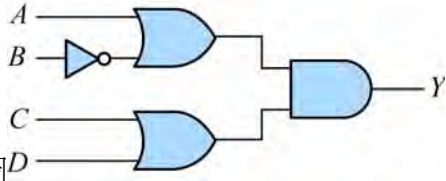
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(C)

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

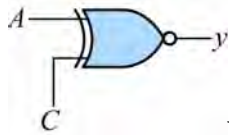
(D)

(C 知) 6. 有關互斥或邏輯運算，下列何者為真 (A) $1 \oplus 1 = 1$ (B) $1 \oplus 0 = 0$ (C) $0 \oplus 0 = 0$ (D) $0 \oplus 1 = 0$



(C 理) 7.如右圖， $Y = ?$ (A) $A + \bar{B} + C + D$ (B)

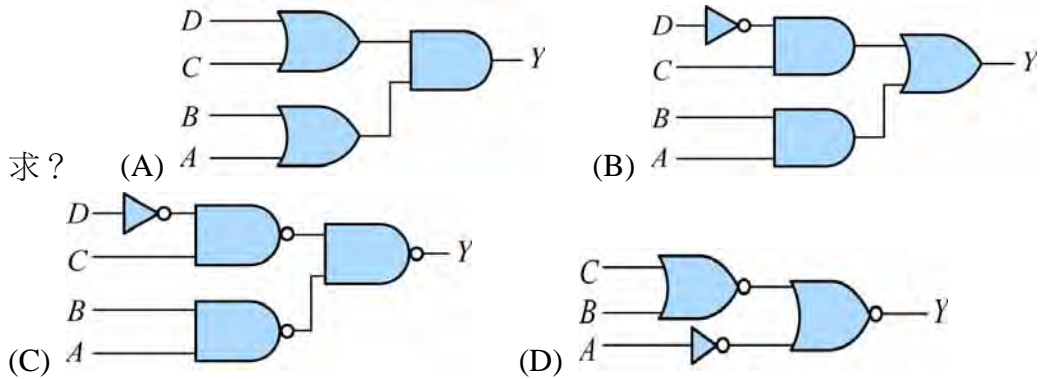
$A \cdot \bar{B} + C \cdot D$ (C) $(A + \bar{B}) \cdot (C + D)$ (D) $A + \bar{B} \cdot C + D$



(D 理) 8. 左圖之輸出，下列何者正確？ (A) $C=0$ 則 $y=1$ (B) $C=1$ 則 $y=0$ (C) $C=0$ 則 $y=A$ (D) $C=0$ 則 $y = \bar{A}$

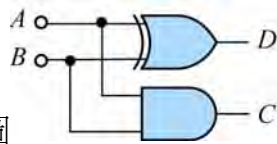
(D 應) 9.在 *NOT Gate* 的 IC 包裝中，編號 7404 計有幾個 *NOT Gate*？ (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 6

(D 應) 10.有一電路，具 *ABCD* 四個輸入端，*Y* 為輸出端，其中 *A* 為最高位元，*D* 為最低位元；當之二進位值大於 9 時 $Y=1$ ，否則 $Y=0$ ，試問下列電路何者可以符合需求？



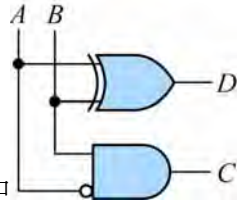
第二單元：加法器/減法器

(C 知) 11.一二進制數 1011 與另一二進制數 0011 相加，其結果為：(A) 1100 (B) 1101 (C) 1110 (D) 1111



(B 知) 12.如右圖所示之電路，*A*，*B* 為輸入，*C*，*D* 為輸出，則此電路的功能是？ (A) 全加器 (B) 半加器 (C) 全減器 (D) 半減器

(A 知) 13.使用前瞻進位 (Look-ahead Carry) 加法電路，其目的為減少 (A) 進位的傳遞延遲時間 (B) 全加器的使用數量 (C) 暫存器的使用數量 (D) 加法電路的複雜度。



(A 知) 14.右圖中 A 、 B 為輸入， C 、 D 為輸出，則此電路的功能是： (A)

半減器 (B) 全減器 (C) 半加器 (D) 全加器

(A 知) 15.下列何者可以組成全加器？ (A) 兩只半加器和一只或閘 (B) 兩只半加器和一組及閘 (C) 一只半加器和一只互斥或閘 (D) 一只半加器和二只互斥或閘

(A 知) 16.有關補數減法電路下列敘述有者有誤？ (A) 1'S 補數減法器係藉反相器將減數直接反相轉成 1'S 補數再與被減數相加 (B) 2'S 補數減法器在取得 1 的補數與被減數相加後須將最後的進位值加入以取得正確結果，此又稱為端迴進位 (C) 2'S 補數減法器最後的進位值必須捨棄 (D) 1'S 補數減法器在加法運算後若有進位，則表其結果“差”為正值，否則為負值

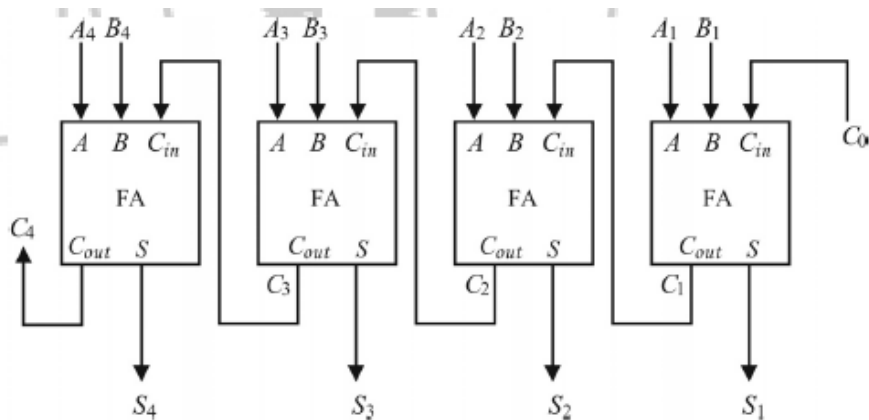
(B 理) 17.假如 X 、 Y 和 Z 是為全加器的輸入端，那麼進位輸出端的布林關係式為？ (A) $X+Y+Z$ (B) $XY+XZ+YZ$ (C) $X \cdot Y \cdot Z$ (D) $X \oplus Y \oplus Z$

(D 理) 18. 半加器的和等於： (A) $\overline{A}B+AB$ (B) AB (C) $(A+\overline{B})(\overline{A}+B)$ (D)

$$(\overline{A}+\overline{B})(A+B)$$

(C 應) 19. 並列式加/減法器電路中，除了使用全加器之外，尚需加入何種基本邏輯閘作加/減法控制？ (A) NOT Gate (B) NAND Gate (C) XNOR Gate (D) XOR Gate。

(D 應) 20. 下圖中的 FA 是 1 位元的全加法器，此電路的功能為何？ (A) 四位元的串加法器 (B) 四位元的暫存器 (C) 四位元的編碼器 (D) 四位元的並列加法器



第三單元：解碼器/編碼器

(B 知) 21. 74LS138 是一顆幾對幾的解碼器？ (A) 二對八 (B) 三對八 (C) 二對四 (D) 一對四





(C 知) 22. n 位元輸入的二進制解碼器中，其輸出線最多有幾條？ (A) 2^{n+1} (B)

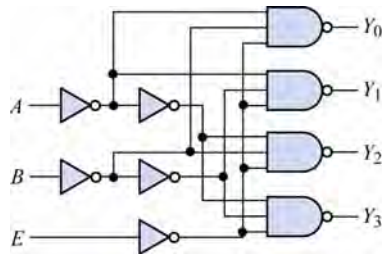
$2^n + 1$ (C) 2^n (D) $2^n - 1$

(B 知) 23. BCD 資料到 7 段共陽極 LED 顯示器解碼電路編號為 (A) 7484 (B) 7447 (C) 7448 (D) 7474

(D 知) 24. 某一解碼器的輸出端共有 64 種不同的組合則其輸入端應有幾個輸入線？ (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6

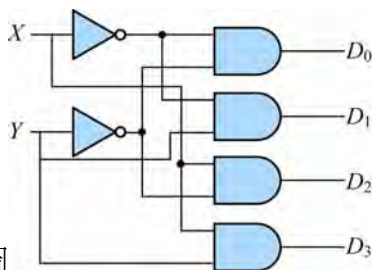
(C 知) 25. 就三線對八線之解碼器而言，假定致能控制端均已致能，則其資料輸入線中之輸入狀態有幾種組合？ (A) 11 (B) 3 (C) 8 (D) 24 種

(A 知) 26. 在共陽極的七段顯示器中，共陽極接高電位，而 b, c, e, f, g 接上低電位，則將顯示下列何者？ (A)  (B)  (C)  (D) 

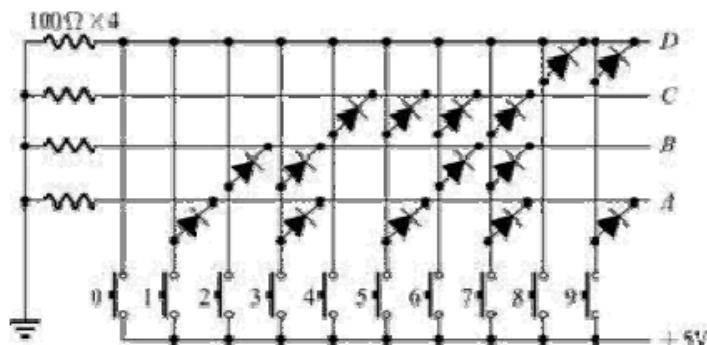


(A 理) 27. 如圖所示之電路，下列敘述何者錯誤？

(A) 該電路為編碼器 (B) 若 $E = 1$ ，則所有的輸出 Y 均為 1 (C) 若 $E = 0, A = 1, B = 0$ ，則 $Y_2 = 0$ ，其餘 Y 為 1 (D) 若 $E = 0, A = 0, B = 1$ ，則 $Y_1 = 0$ ，其餘 Y 為 1

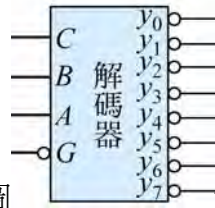


(C 理) 28. 右圖之組合邏輯可當作？ (A) 全加法器 (B) 多工器 (C) 解碼器 (D) 編碼器



(B 應) 29. 若按下如圖所示編號“6”

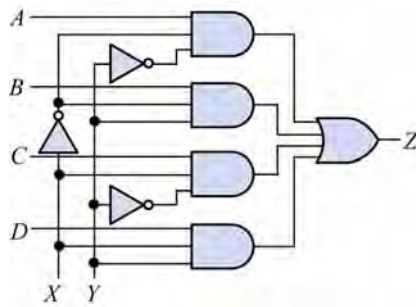
開關，則輸出端 DCBA 會顯示出何種 BCD 碼？ (A) 0110 (B) 0001 (C) 1000 (D) 1001



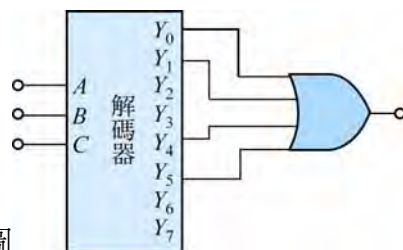
- (D 應) 30.圖 電路中下列敘述何者錯誤？ (A) 輸入 CBA 中 C 為最高位元, A 為最低位元 (B) G 為致能控制端, 當 $G=0$ 時解碼器才能正常工作 (C) y 輸出為 0 動作, 即 y_0 到 y_7 被激發者輸出 0 否則輸出 1 (D) y_0 到 y_7 無論如何皆有一個輸出 0, 不可能全部輸出 1

第四單元：多工器/解多工器

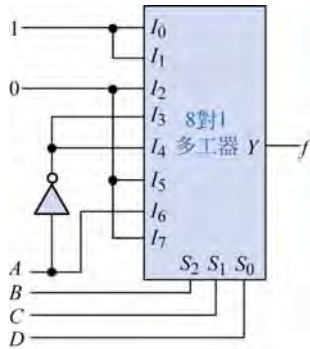
- (A 知) 31.下列何者又稱為資料分配器？ (A) 解多工器 (B) 解碼器 (C) 多工器 (D) 編碼器
- (A 知) 32.對於多工器(Multiplexer), 有多個輸入端, 而輸出端有？ (A) 1 個 (B) 2 個 (C) 3 個 (D) 與輸入端同樣多個
- (D 知) 33.下列敘述何者不正確？ (A) 解多工器的輸出可以有 4 個 (B) 多工器的輸入可以有 8 個 (C) 解多工器的輸出可以有 8 個 (D) 多工器的輸出可以有 4 個
- (A 知) 34. 8 對 1 多工器須多條選擇線？ (A) 3 (B) 5 (C) 8 (D) 4
- (A 知) 35.具致能控制的解碼器, 可當下列何者使用？ (A) 解多工器 (B) 編碼器 (C) 比較器 (D) 多工器
- (D 知) 36.下列何者又稱為資料選擇器？ (A) 解碼器 (B) 編碼器 (C) 解多工器 (D) 多工器



- (C 理) 37.如圖 為一四位元多工器電路, X 與 Y 為選擇端, 若 $X=1$ 及 $Y=0$, 則 $Z=(A) A$ (B) B (C) C (D) D

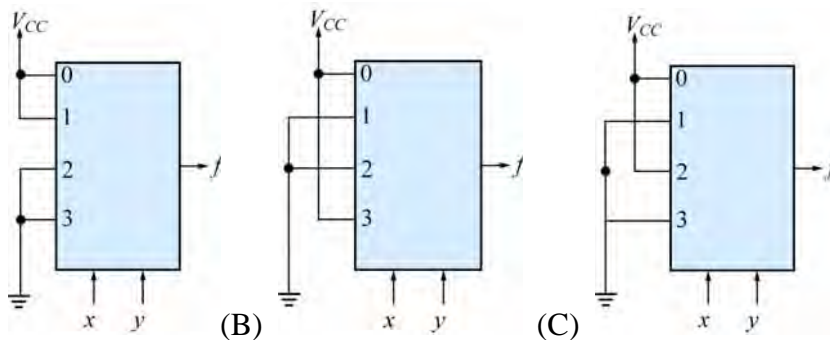


- (A 理) 38.如右圖 所示若 A 為 MSB, C 為 LSB, 則輸出 F 的最簡式為： (A) \bar{B} (B) C (C) B (D) \bar{A}



(B 應) 39.如圖所示，是以多工器執行組合邏輯電路功能之電路，此組合邏輯電路之輸出 $f(A, B, C, D)$ 為 (A) $\Sigma(0, 1, 3, 4, 10, 11, 12, 13)$ (B) $\Sigma(0, 1, 3, 4, 8, 9, 14)$ (C) $\Sigma(2, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13)$ (D) $\Sigma(2, 5, 6, 7, 8, 9, 14)$

(B 應) 40.使用 4 : 1 的多工器來製作函數 $f(x, y) = \overline{xy} + xy$ ，其接線圖應為： (A)



(D) 以上皆非

第五單元：同步/非同步計數器

(D 知) 41.由 10 個正反器所組成的二進制計數器，其計數可由 0 到 (A)10 (B)100 (C)1000 (D)1023

(B 知) 42.下列何者是同步計數器的優點？ (A)計數值較大 (B)速度快 (C)易於設計 (D)電路簡單

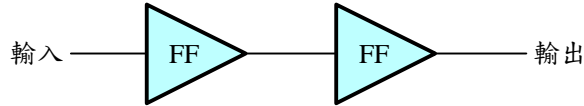
(B 知) 43.若使用八模計數器，假設計數器從 0 開始計數，試問輸入 84 個時序脈波後，計數器之內容為何？ (A)6 (B)4 (C)0 (D)3

(D 知) 44.正反器是一種 (A)不穩態多諧振盪器 (B)相移振盪器 (C)單穩態多諧振盪器 (D)雙穩態多諧振盪器

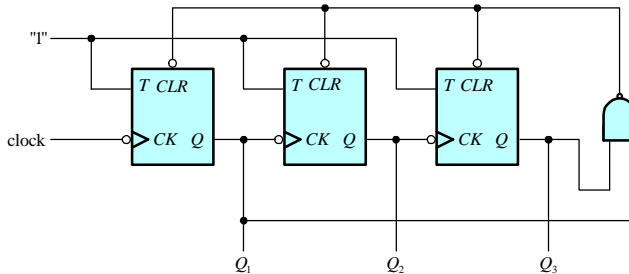
(D 知) 45.將 JK 正反器兩輸入端 J 與 K 連接在一起，則相當於 (A)R-S 正反器 (B)反相器 (C)D 型正反器 (D)T 型正反器

(B 知) 46.下列計數器何者是将全部正反器的 CLK 端接在一起同時觸發 (A)可預設非同步計數器 (B)同步計數器 (C)非同步計數器 (D)連波計數器

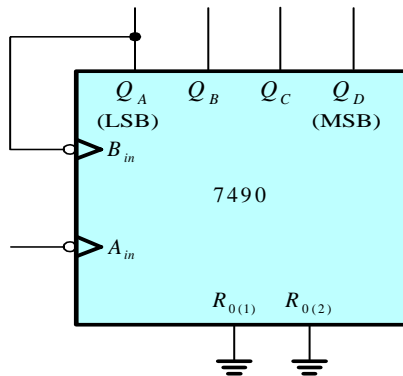
(A 理) 47.如圖所示，FF 代表雙穩態多諧振盪器，其觸發脈波頻率為 10KHz 時，則輸出脈波頻率為 (A)2.5KHz (B)5KHz (C)10KHz (D)20KHz



- (C 理) 48. 如圖所示為何種形式之計數器 (N 模表 $\div N$) ? (A) 七模計數器 (B) 六模計數器
(C) 五模計數器 (D) 四模計數器



- (A 應) 49. 正反器若欲正確儲資料，則其資料輸入與時序信號的時間關係為何？(A) 要選項 B 與 C 同時滿足才行 (B) 只要時序信號觸發後資料能再維持一段 t_h 時間即可 (C) 要資料與時序信號同時輸入 (D) 只要資料輸入先輸入並大於設定時間 t_s 即可
- (D 應) 50. 若只用一顆 TTL7490 計數器，其內部結構如圖所示，下列敘述何者錯誤？(A) 可做除 2 電路 (B) 可做除 5 電路 (C) 可做除 10 電路 (D) 可做除 16 電路



電腦模擬軟體輔助技術教學之學後保留度研究專家會議紀錄

電腦模擬軟體輔助技術教學之學後保留度研究

專家會議紀錄

時間：98.02.16 13:00pm

地點：控制科參考室

主持人：吳文全

紀錄：吳文全

出席：

高 景 邦
蕭 堯 彬
李 炎 福
林 崇 閔
劉 本 凱

蕭 振 忠

林 俊 雄

林 國 良
蕭 鈺 庭

討論題綱：

1. 對於電腦模擬軟體輔助技術教學之學後保留度研究之相關評量試題及問卷(學後認知評量、學後技能評量、學習滿意度)效度提出專家意見。
2. 其他相關建議

討論內容摘要：

吳文全：

感謝琮閔主任及同仁們能在教學研究會後撥冗參與弟主持此次針對本科二年級學生所進行之研究，希望各位專家能針對本研究之評量試題及問卷(學後認知評量、學後技能評量、學習滿意度)之效度，或其他綜合性的建議提供寶貴意見，以利本研究順利進行，並期望研究後結果能供本科或其相關類科教學之參考，現在就請各位提供寶貴意見，我在最後一併綜合回應。

李炎福：

TINA Pro 及數位麵包板是很適合電子電機類科進行數位教學輔助的電腦模擬軟體，對於吳老師此次研究之評量試題及問卷(學後認知評量、學後技能評量、學習滿意度)之效度，由於試題(包含學科及術科)都具有數位邏輯學習內容單元的代表，且學科內容經過雙向細目的分析，術科也都是上課教材內做過的電路，對於評量試題的效度給予肯定，並希望最後之研究結果能供本科以後教學之參考。

翁桂松：

對於吳老師此次研究之評量試題及問卷(學後認知評量、學後技能評量、學習滿意度)之效度，個人也持肯定的看法，不過在學習滿意度問卷部分題目有些文字用語易讓人感覺重複及混淆，例如第9題及第11題就有些感覺重複，可能還要再潤稿一下，才讓學生容易填答。

劉豐銘：

學後認知評量試題內容難易度內容經過雙向細目的分析，是非常好的做法，可供老師以後命題之參考。

林琮閔：

學後技能評量試題的題目有四題剛好符合數位邏輯的代表性單元，但要注意評分標準的一致性，如時間、配線或操作正確性等因素。

蕭振昌：

吳老師此次研究之評量試題內容都是數位邏輯內具有各單元代表性的題目，我想可以讓學生考完之後做統計分析，並考慮刪去部分鑑別度低的題目，畢竟學科考試50題有些多了點。

吳文全：

謝謝專家寶貴的意見，我會在會後針對專家提出的意見做思考及修正，並綜合歸納最後的結果再向各位專家報告，謝謝大家。

散會：13:50

教學實驗學後認知測試卷之項目分析

一、試題CR值、各題與總分的相關

題號	CR值	與總分的相關
1	.646	
2	3.425**	.300**
3	5.394**	.497**
4	2.521**	.414**
5	.747	
6	2.494**	.346**
7	1.648**	.325**
8	1.742**	.175
9	3.855	
10	1.420**	.226*
11	1.845**	.245*
12	4.730**	.488**
13	2.481	
14	3.533**	.392**
15	1.878	
16	1.104	
17	-.166	
18	.243	
19	1.951**	.110
20	.646	
21	3.475	
22	3.175	
23	3.063**	.386**
24	3.746**	.397**
25	3.475	
26	2.752**	.324**
27	2.525**	.288**
28	2.712**	.338**
29	.868	
30	3.624**	.408**
31	1.985**	.243*
32	6.069**	.487**

33	4.666	
34	3.203**	.428**
35	1.962	
36	3.860**	.401**
37	4.265**	.380**
38	3.108**	.330**
39	3.244**	.303**
40	2.712**	.228*
41	4.970**	.425**
42	4.799**	.425**
43	1.273	
44	3.533**	.384**
45	4.970**	.494**
46	2.282**	.308**
47	4.265**	.391**
48	3.624**	.347**
49	-.107	
50	4.059**	.380**

*p<.05 **p<.01

二、信度分析

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Alpha if Item Deleted
TEST02	30.9684	88.2437	.3476	.7981
TEST03	31.2421	84.2705	.5026	.7905
TEST04	30.7789	90.0676	.3515	.7996
TEST06	31.4105	87.0531	.3057	.7998
TEST07	30.8632	90.0981	.2638	.8013
TEST12	31.0316	85.9458	.4793	.7927
TEST14	31.2000	86.8426	.3545	.7974
TEST23	31.1789	87.1910	.3384	.7981
TEST24	31.0105	88.5850	.3026	.7997
TEST26	31.1158	88.1460	.2954	.8000

TEST27	32.3789	90.3230	.2108	.8030
TEST28	31.8947	87.5207	.2793	.8010
TEST30	31.9158	87.3971	.2885	.8006
TEST32	31.3263	85.7541	.3928	.7955
TEST34	31.2421	87.5046	.3046	.7997
TEST36	31.9579	86.5514	.3426	.7979
TEST37	31.4316	87.5458	.2759	.8012
TEST38	32.0632	88.2087	.2625	.8016
TEST39	32.1053	88.8824	.2298	.8030
TEST41	31.3684	85.7245	.3875	.7958
TEST42	31.7895	88.1254	.2381	.8032
TEST44	31.1158	86.5290	.4006	.7955
TEST45	31.2421	84.9514	.4603	.7925
TEST46	31.0737	88.2392	.3025	.7997
TEST47	31.4105	86.5424	.3348	.7983
TEST48	32.0211	88.2974	.2504	.8022
TEST50	31.8316	85.7586	.3730	.7965

Reliability Coefficients

N of Cases = 95.0

N of Items = 27

Alpha = .8047


教學實驗學後認知測試卷

班級: _____ 學號: _____ 姓名: _____ 得分: _____




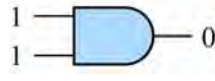
親愛的同學大家好：

本試卷係針對「電子電路實習」課程中之「數位邏輯」單元教學進行相關之研究。內容係將同學對於本課程學後認知保留度及學習成效情形進行探討，**不列入學期正式成績考核(正式成績考核會另外命題及舉行)**，請同學依據自己實際能力放心作答，並對於不清楚及不會的題目勿進行猜題，以維持試卷真實之評量效果，謝謝您的合作。

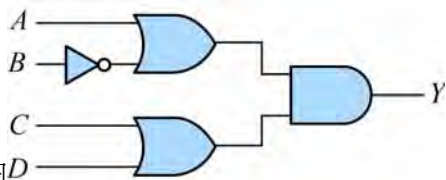
選擇題：共 25 題，每題 4 分 (共 100 分，不倒扣)

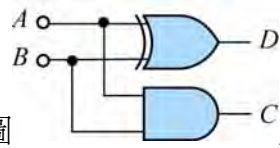
- () 1.  如左圖，則此邏輯閘為何種閘： (A) 及(AND)閘 (B) 或(OR)閘 (C) 反或(NOR)閘 (D) 反及(NAND)閘

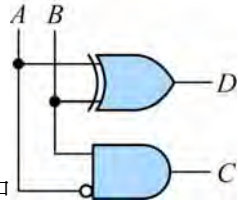
- () 2. 三輸入或閘之布林代數式為何？ (A) $Y = ABC$ (B) $Y = A+B+C$ (C) $Y = A \cdot B \cdot C$ (D) $Y = A \oplus B \oplus C$

- () 3. 下列輸出中何者有誤？ (A)  (B)  (C)  (D) 

- () 4. 有關互斥或邏輯運算，下列何者為真 (A) $1 \oplus 1 = 1$ (B) $1 \oplus 0 = 0$ (C) $0 \oplus 0 = 0$ (D) $0 \oplus 1 = 0$

- () 5. 如右圖  , $Y = ?$ (A) $A + \bar{B} + C + D$ (B) $A \cdot \bar{B} + C \cdot D$ (C) $(A + \bar{B}) \cdot (C + D)$ (D) $A + \bar{B} \cdot C + D$

- () 6. 如右圖  所示之電路， A, B 為輸入， C, D 為輸出，則此電路的功能是？ (A) 全加器 (B) 半加器 (C) 全減器 (D) 半減器

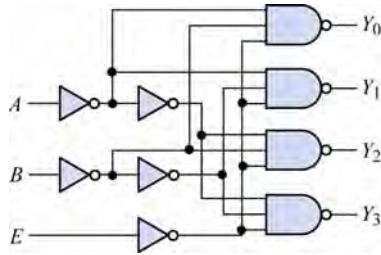


() 7. 右圖中 A 、 B 為輸入， C 、 D 為輸出，則此電路的功能是： (A) 半減器 (B) 全減器 (C) 半加器 (D) 全加器

() 8. BCD 資料到 7 段共陽極 LED 顯示器解碼電路編號為 (A) 7484 (B) 7447 (C) 7448 (D) 7474

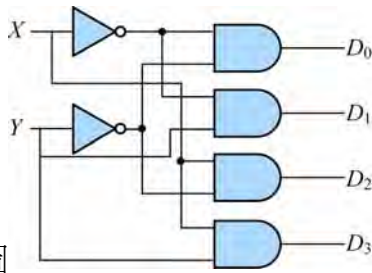
() 9. 某一解碼器的輸出端共有 64 種不同的組合則其輸入端應有幾個輸入線？ (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6

() 10. 在共陽極的七段顯示器中，共陽極接高電位，而 b 、 c 、 e 、 f 、 g 接上低電位，則將顯示下列何者？ (A) *H* (B) *5* (C) *9* (D) *6*

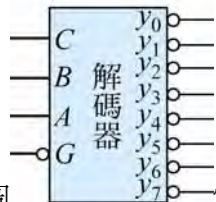


() 11. 如圖所示之電路，下列敘述何者錯誤？

(A) 該電路為編碼器 (B) 若 $E = 1$ ，則所有的輸出 Y 均為 1 (C) 若 $E = 0$ ， $A = 1$ ， $B = 0$ ，則 $Y_2 = 0$ ，其餘 Y 為 1 (D) 若 $E = 0$ ， $A = 0$ ， $B = 1$ ，則 $Y_1 = 0$ ，其餘 Y 為 1



() 12. 右圖之組合邏輯可當作？ (A) 全加法器 (B) 多工器 (C) 解碼器 (D) 編碼器

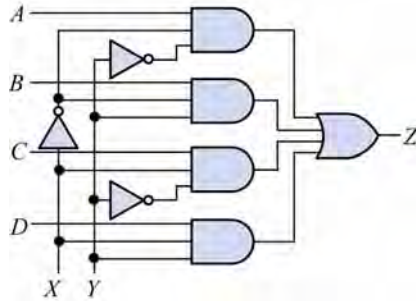


() 13. 圖電路中下列敘述何者錯誤？ (A) 輸入 CBA 中 C 為最高位元， A 為最低位元 (B) G 為致能控制端，當 $G = 0$ 時解碼器才能正常工作 (C) y 輸出為 0 動作，即 y_0 到 y_7 被激發者輸出 0 否則輸出 1 (D) y_0 到 y_7 無論如何皆有一個輸出 0，不可能全部輸出 1

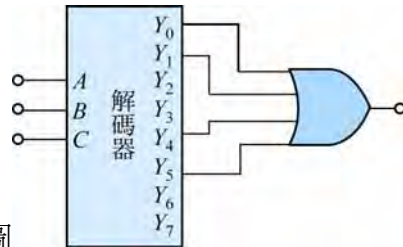
() 14. 對於多工器(Multiplexer)，有多個輸入端，而輸出端有？ (A) 1 個 (B) 2 個

(C) 3 個 (D) 與輸入端同樣多個

- () 15. 8 對 1 多工器須多條選擇線？ (A) 3 (B) 5 (C) 8 (D) 4
 () 16. 下列何者又稱為資料選擇器？ (A) 解碼器 (B) 編碼器 (C) 解多工器 (D) 多工器



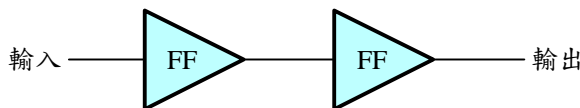
- () 17. 如圖 為一四位元多工器電路，X 與 Y 為選擇端，若 $X = 1$ 及 $Y = 0$ ，則 $Z =$ (A) A (B) B (C) C (D) D



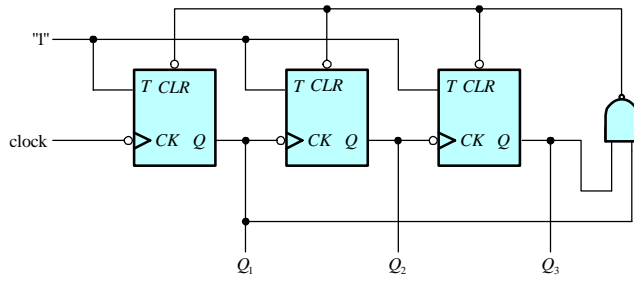
- () 18. 如右圖 所示若 A 為 MSB，C 為 LSB，則輸出 F 的最簡式為： (A) \bar{B} (B) C (C) B (D) \bar{A}

- () 19. 由 10 個正反器所組成的二進制計數器，其計數可由 0 到 (A) 10 (B) 100 (C) 1000 (D) 1023
 () 20. 正反器是一種 (A) 不穩態多諧振盪器 (B) 相移振盪器 (C) 單穩態多諧振盪器 (D) 雙穩態多諧振盪器
 () 21. 將 JK 正反器兩輸入端 J 與 K 連接在一起，則相當於 (A) R-S 正反器 (B) 反相器 (C) D 型正反器 (D) T 型正反器

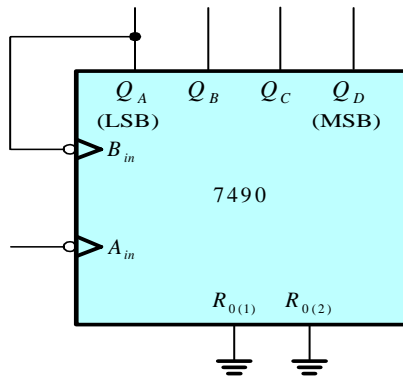
- () 22. 下列計數器何者是將全部正反器的 CLK 端接在一起同時觸發 (A) 可預設非同步計數器 (B) 同步計數器 (C) 非同步計數器 (D) 漣波計數器
 () 23. 如圖所示，FF 代表雙穩態多諧振盪器，其觸發脈波頻率為 10KHz 時，則輸出脈波頻率為 (A) 2.5KHz (B) 5KHz (C) 10KHz (D) 20KHz



- () 24. 如圖所示為何種形式之計數器 (N 模表 $\div N$)？ (A) 七模計數器 (B) 六模計數器 (C) 五模計數器 (D) 四模計數器



- () 25.若只用一顆 TTL7490 計數器，其內部結構如圖所示，下列敘述何者錯誤？ (A) 可做除 2 電路 (B) 可做除 5 電路 (C) 可做除 10 電路 (D) 可做除 16 電路



教學實驗學後認知測試卷(含解答及知識分類)


班級: _____ 學號: _____ 姓名: _____ 得分: _____

親愛的同學大家好：

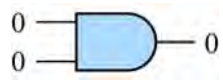



本試卷係針對「電子電路實習」課程中之「數位邏輯」單元教學進行相關之研究。內容係將同學對於本課程學後認知保留度及學習成效情形進行探討，不列入學期正式成績考核(正式成績考核會另外命題及舉行)，請同學依據自己實際能力放心作答，並對於不清楚及不會的題目勿進行猜題，以維持試卷真實之評量效果，謝謝您的合作。

選擇題：共 25 題，每題 4 分 (共 100 分，不倒扣)

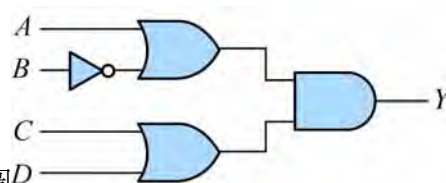
第一單元：邏輯閘

(D 知) 1.  如左圖，則此邏輯閘為何種閘： (A) 及(AND)閘 (B) 或(OR)閘 (C) 反或(NOR)閘 (D) 反及(NAND)閘

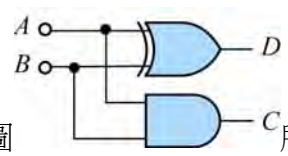
(B 知) 2. 三輸入或閘之布林代數式為何？ (A) $Y = ABC$ (B) $Y = A+B+C$ (C) $Y = A \cdot B \cdot C$ (D) $Y = A \oplus B \oplus C$

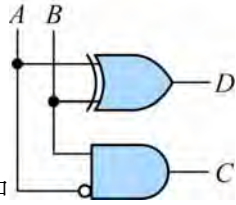
(D 知) 3. 下列輸出中何者有誤？ (A)  (B)  (C)  (D) 

(C 知) 4. 有關互斥或邏輯運算，下列何者為真 (A) $1 \oplus 1 = 1$ (B) $1 \oplus 0 = 0$ (C) $0 \oplus 0 = 0$ (D) $0 \oplus 1 = 0$

(C 理) 5. 如右圖 ， $Y = ?$ (A) $A + \bar{B} + C + D$ (B) $A \cdot \bar{B} + C \cdot D$ (C) $(A + \bar{B}) \cdot (C + D)$ (D) $A + \bar{B} \cdot C + D$

第二單元：加法器/減法器

(B 知) 6. 如右圖  所示之電路， A, B 為輸入， C, D 為輸出，則此電路的功能是？ (A) 全加器 (B) 半加器 (C) 全減器 (D) 半減器



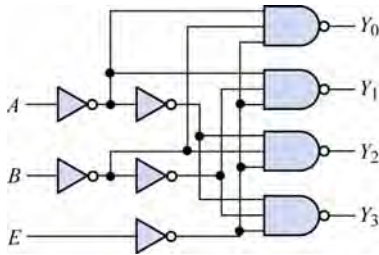
(A 知) 7.右圖中 A 、 B 為輸入， C 、 D 為輸出，則此電路的功能是： (A) 半減器 (B) 全減器 (C) 半加器 (D) 全加器

第三單元：解碼器/編碼器

(B 知) 8.BCD 資料到 7 段共陽極 LED 顯示器解碼電路編號為 (A)7484 (B)7447 (C)7448 (D)7474

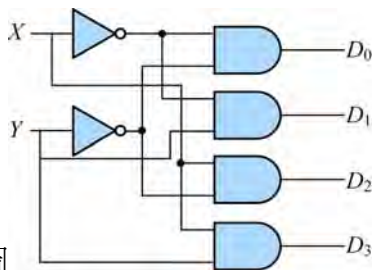
(D 知) 9.某一解碼器的輸出端共有 64 種不同的組合則其輸入端應有幾個輸入線？ (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6

(A 知) 10.在共陽極的七段顯示器中，共陽極接高電位，而 b 、 c 、 e 、 f 、 g 接上低電位，則將顯示下列何者？ (A) *H* (B) *5* (C) *9* (D) *6*

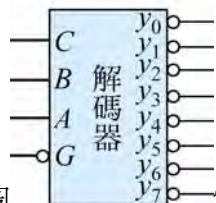


(A 理) 11.如圖所示之電路，下列敘述何者錯誤？

(A) 該電路為編碼器 (B) 若 $E = 1$ ，則所有的輸出 Y 均為 1 (C) 若 $E = 0$ ， $A = 1$ ， $B = 0$ ，則 $Y_2 = 0$ ，其餘 Y 為 1 (D) 若 $E = 0$ ， $A = 0$ ， $B = 1$ ，則 $Y_1 = 0$ ，其餘 Y 為 1



(C 理) 12.右圖之組合邏輯可當作？ (A) 全加法器 (B) 多工器 (C) 解碼器 (D) 編碼器

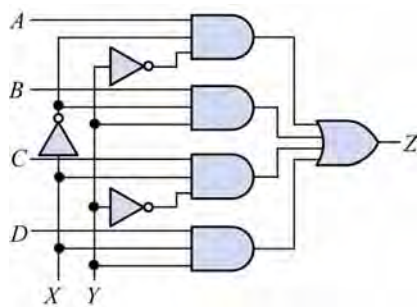


(D 應) 13. 圖電路中下列敘述何者錯誤？ (A) 輸入 CBA 中 C 為最高位元， A 為最低位元 (B) G 為致能控制端，當 $G = 0$ 時解碼器才能正常工作 (C) y 輸出為 0 動作，即 y_0 到 y_7 被激發者輸出 0 否則輸出 1 (D) y_0 到 y_7 無論如何

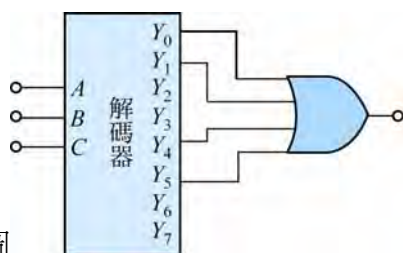
皆有一個輸出 0，不可能全部輸出 1

第四單元：多工器/解多工器

- (A 知) 14. 對於多工器(Multiplexer)，有多個輸入端，而輸出端有？ (A) 1 個 (B) 2 個
(C) 3 個 (D) 與輸入端同樣多個
- (A 知) 15. 8 對 1 多工器須多條選擇線？ (A) 3 (B) 5 (C) 8 (D) 4
- (D 知) 16. 下列何者又稱為資料選擇器？ (A) 解碼器 (B) 編碼器 (C) 解多工器
(D) 多工器



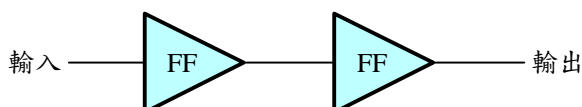
- (C 理) 17. 如圖 為一四位元多工器電路，X 與 Y 為選擇端，若 $X = 1$ 及 $Y = 0$ ，則 $Z =$ (A) A (B) B (C) C (D) D



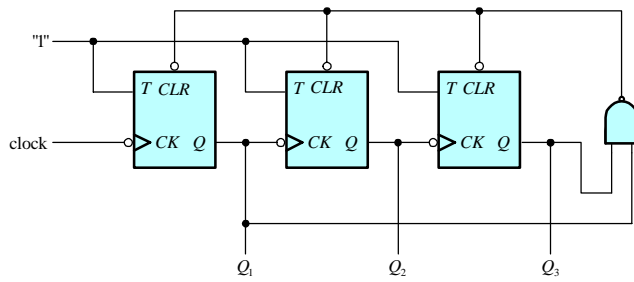
- (A 理) 18. 如右圖 所示若 A 為 MSB，C 為 LSB，則輸出 F 的最簡式為： (A) \bar{B} (B) C (C) B (D) \bar{A}

第五單元：同步/非同步計數器

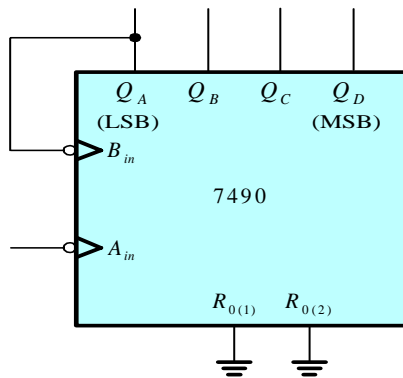
- (D 知) 19. 由 10 個正反器所組成的二進制計數器，其計數可由 0 到 (A) 10 (B) 100
(C) 1000 (D) 1023
- (D 知) 20. 正反器是一種 (A) 不穩態多諧振盪器 (B) 相移振盪器 (C) 單穩態多諧振盪器 (D) 雙穩態多諧振盪器
- (D 知) 21. 將 JK 正反器兩輸入端 J 與 K 連接在一起，則相當於 (A) R-S 正反器 (B) 反相器 (C) D 型正反器 (D) T 型正反器
- (B 知) 22. 下列計數器何者是將全部正反器的 CLK 端接在一起同時觸發 (A) 可預設非同步計數器 (B) 同步計數器 (C) 非同步計數器 (D) 漣波計數器
- (A 理) 23. 如圖所示，FF 代表雙穩態多諧振盪器，其觸發脈波頻率為 10KHz 時，則輸出脈波頻率為 (A) 2.5KHz (B) 5KHz (C) 10KHz (D) 20KHz



(C 理) 24. 如圖所示為何種形式之計數器 (N 模表 $\div N$) ? (A) 七模計數器 (B) 六模計數器
 (C) 五模計數器 (D) 四模計數器



(D 應) 25. 若只用一顆 TTL7490 計數器，其內部結構如圖所示，下列敘述何者錯誤？ (A) 可做除 2 電路 (B) 可做除 5 電路 (C) 可做除 10 電路 (D) 可做除 16 電路



教學實驗學後技能測試卷

班級:_____ 學號:_____ 姓名:_____ 總分:_____

完成時間: _____

親愛的同學大家好：

本試卷係針對「電子電路實習」課程中之「數位邏輯」單元教學進行相關之研究。內容係將同學對於本課程學後認知保留度及學習成效情形進行探討，**不列入學期正式成績考核(正式成績考核會另外命題及舉行)**，請同學依據自己實際能力放心作答，並對於不清楚及不會的題目勿進行猜題，以維持試卷真實之評量效果。同時測驗題目所須材料已經置放在同學的工作桌上，請同學依試題選擇適當材料進行操作，並可參照課本資料，謝謝您的合作。

實作題：共 4 題 (每題 25 分，合計 100 分)

一、計分說明：

技能項目評量分為：操作準確度與操作速度，操作準確度與操作速度的分數總合為該技能項目的得分，二者配分比例為：操作準確度的分數為該技能項目總分之 80%，操作速度的分數為該技能項目總分之 20%。詳細說明如下：

(一)操作準確度：

若操作完全準確，則可得該技能項目分數的 80%；若操作不準確，則該技能項目之操作準確度得分數為零分；若操作部分準確，則不準確部分每一缺點扣 2 分。

(二)操作速度：

測驗一開始，學生即著手連接測試電路，當學生完成連接測試電路的技能項目後，舉手示意教師進行評分，由教師記錄學生的完成時間並檢查操作之準確性。若準確則操作速度其得分計算如下：1.完成時間在 60 分鐘以內得分 20%； 2.完成時間在 60~90 分鐘以內得分 15%； 3.完成時間在 90~120 分鐘以上得分 10%； 4.完成時間在 120 分鐘以外得分 5%。

二、試題名稱：

(一)水位計電路

1.功能要求：A.B.C 分別為 1.1.1 輸出顯示” E” (empty)；A.B.C 分別為 0.1.1 輸出顯示” 1” (1st. level)；A.B.C 分別為 0.0.1 輸出顯示” 2” (2nd. level)；A.B.C 分別為 0.0.0 輸出顯示” F” (full)。

2.電路圖：

(圖檔無法轉檔請參考紙本)

(二) 加法器

1.功能要求：LED 輸出正確值填入真值表中，正確值如本題中之附表。

2.電路圖：如下圖。

(圖檔無法轉檔請參考紙本)

(三) 3 對 8 線解碼器

1. 功能要求：以 IC 74X139(兩個 2 對 4 解碼器)組成一個 3 對 8 線解碼器，LED 輸出正確值填入真值表中，正確值如本題中 IC 74X138 之附表。

2. 電路圖：如下圖。

(圖檔無法轉檔請參考紙本)

(四) 模-10 漣波計數器 (BCD 計數器)

1. 功能要求：

LED 輸出正確值填入真值表中，正確值如本題附表之時序圖所示。

2. 電路圖：如下圖。

(圖檔無法轉檔請參考紙本)

教學實驗學後技能測試卷之項目分析

一、試題CR值、各題與總分的相關

題號	CR值	與總分的相關
1	7.519*	.959**
2	9.262*	.976**
3	7.701**	.971**
4	7.221**	.941**

*p<.05 **p<.01

二、信度分析

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Alpha if Item Deleted
SKILL1	56.9514	64.6672	.9245	.9642
SKILL2	57.0903	66.8041	.9570	.9552
SKILL3	57.0486	67.6994	.9494	.9577
SKILL4	56.8056	65.4897	.8918	.9739

Reliability Coefficients

N of Cases = 36.0

N of Items = 4

Alpha = .9717

學習滿意度調查問卷

你對利用課程所使用的設備、儀器或模擬軟體(Tina Pro/數位麵包板)輔助「電子電路實習」之「數位邏輯」單元的學習過程中，對於以下問題你的意見如何？請依據你的感受程度，在下列題目右端適當處劃記「■」記號。非常謝謝你的合作。敬祝~ 學業進步！平安快樂！

非 同 無 不 非
常 意 意 同 常
同 意 見 意 不
意 意 意 意 同
意 意 意 意 意

1. 我對課程使用的設備、儀器或模擬軟體覺得很容易操作。
2. 我對課程使用的設備、儀器或模擬軟體設計覺得很理想。
3. 我對操作課程使用的設備、儀器或模擬軟體，我能與實作單元產生互動關係，使我更瞭解學習的內容。
4. 我對課程所使用的教材內容覺得很感興趣。
5. 我對課程所使用教材的內容份量覺得很適合我。
6. 我對課程所使用的教材學習起來覺得很容易。
7. 我對課程所使用的教材編排很通順，瀏覽時覺得沒什麼困難。
8. 我對課程所使用的教材呈現方式覺得很適合我。
9. 我對課程所使用的教材覺得可以從內容中瞭解學習的目標。
10. 我可以從所使用的教材中，找到適合的學習方法。
11. 藉由課程所使用的設備、儀器或模擬軟體的使用，可以幫助我達到學習目標。
12. 課程所使用的設備、儀器或模擬軟體能提供自我學習的方式。
13. 我覺得課程所使用的教材能配合我的學習能力。
14. 我覺得課程所使用的教材能配合我的學習習慣。
15. 這種教材本身可以促進我主動去學習。
16. 我可以依照我的能力自定自己的學習進度。
17. 課程所使用的設備、儀器或模擬軟體，不必等待別人的學習進度。
18. 課程所使用的設備、儀器或模擬軟體，可以讓我知道自己學得好不好。
19. 在學習的過程中，課程所使用的設備、儀器或模擬軟體可以提供我克服困難的方法。
20. 我對使用這種教材進行教學的建議：