

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

問題解決教學策略對高職電機科學生「數位邏輯」
實習課程學習成效之影響

A Study on Learning Effectiveness of “ Digital
Logic ” Practical Course with Problem-Solving
Teaching Strategy on Vocational Senior High
School Level.

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2516-S-018-002

執行期間：民國 88 年 08 月 01 日至 89 年 07 月 31 日

計畫主持人：陳繁興

研究助理：廖秀香、張大鈞

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立彰化師範大學

中 華 民 國 八 十 九 年 七 月

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

國科會專題計畫成果報告

NSC Project Reports

計畫編號：NSC 89-2516-S-018-002-

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：陳繁興 國立彰化師範大學工業教育學系

一、中文摘要

本研究旨在探討問題解決教學策略對高職電機科學生「數位邏輯」實習課程學習成效之影響。本研究採不等組前測後測之準實驗設計。將研究對象分為控制組與實驗組兩組，實施為期六週共 36 小時的實驗教學，其中，控制組採傳統教學方式處理，實驗組除採用傳統教學方式之外，兼採問題解決教學策略進行實驗處理。藉由實驗結果瞭解傳統教學與問題解決教學策略對高職電機科學生之學習成就與問題解決態度之差異，並提出具體建議，以供「數位邏輯」實習課程教學之參考。

關鍵詞：數位邏輯、問題解決教學策略、問題解決態度

Abstract

The purpose of this study was to investigate the learning effectiveness of "Digital Logic" Practical course with problem-solving teaching strategy for vocational high school students in Division of Electrical Engineering. Quasi-experimental design was used for this study, and the instruments consisted of a pre-test and a post-test. The post-test included achievement tests, problem-solving attitude inventories and questionnaires. Two groups of students participated in this study for six weeks. The experimental group was taught through problem-solving teaching strategy, while the control group was taught through traditional teaching strategy.

The findings of the study revealed that

there was significant difference between two groups in achievement test, the experimental group better than the control group. The average time spent for the experimental group less as compared to the control group, also.

Keywords: Digital Logic, Problem-solving teaching strategy, Problem-solving attitude

二、緣由與目的

近十年來，美、澳、歐等國家調查發現，職場上所須的能力內涵由以往專業能力為首要條件逐漸轉變為團體合作、溝通、創造思考、解決問題、自我學習與使用科技等關鍵能力(key competencies; core skill; basic foundational skills)，成為先決條件[1]。

過去的教學型態與教學方法只注重個人或團體的解題結果與表現方式，著重可觀察行為以及環境、個人能力和情意方面等因素，逐漸轉移到學生的認知型態，即知覺、記憶、思考、判斷和問題解決能力[2,3]。因此，在解決問題的認知歷程與策略的應用，在教育上引起廣泛的討論與研究。學校教育的最主要任務是知識的傳遞與認知技能的教學，而認知技能之中最重要的一項無疑是問題解決能力[4]。教師在決定如何教之前若能先選擇一套有效的教學策略、瞭解學生的學習動機、問題解決態度及情意等因素，便有利於教學成功。心理學家認為問題解決是複雜且高度結構化的心智活動歷程，各個教育先進的國家競相努力培養的能力，在科技教育中更將

問題解決的能力視為最重要的核心能力[5]。面對變動的二十一世紀，學生必須具有解決問題的能力，才能在變動中應付裕如。

有許多的研究顯示解決問題的能力可以從教學的情境中予以發展，並且可由練習而加強[6]。近年來有關問題解決策略的教學研究，傾向於某特定學科領域。如數學、理化解題、閱讀理解、專家與生手、工業教育等方面的研究，使研究結果能實際應用於學科的教學中。提供一個結合技職教育內涵以整合其專業知識及技術能力的問題解決活動，為傳統技術為基礎的教學增加了另一方向。因此，問題解決教學策略在技職教育的認知與解題歷程是個值得探討的新領域。

問題解決過程需要思考產生問題解決的途徑，始能作有效之反應。因此，高層次思考能力有助於問題解決能力的發展。然而影響問題解決因素方面，除了能力之外，態度是很重要的關鍵因素[7]。問題解決態度係指個人面臨問題解決情境時，解題信心、問題解決趨避風格與個別掌控等三方向一致性之表現。

「數位邏輯」在高職電機電子群中均列為必修科目，主要因為「數位邏輯」在微電腦科技上扮演極為重要的角色，學生畢業後欲從事微電腦、電機控制以及相關之行業，必須具備「數位邏輯」之相關知識與技術能力。在「數位邏輯」課程的學習中，學生在推理與問題解決的活動中，由知識表徵(符號、意義)與學生本身的心智模式互動，才能建構屬於自己的數位邏輯概念。有鑑於此，藉以「數位邏輯」實習課程，實施問題解決教學策略，探討其對數位邏輯學習成效之影響。

基於上述的研究背景與動機，本研究透過高職電機科二年級「數位邏輯」實習課程，實施問題解決教學策略。探討問題解決教學策略對高職電機科二年級學生「數位邏輯」實習課程學習成效之影響。

具體而言，本研究之目的如下：

(一)探討傳統教學法與問題解決教學策略，對於高職電機科學生「數位邏輯」

實習課程學習成就之影響。

(二)比較問題解決教學策略與傳統教學策略對高職電機科學生問題解決態度差異。

(三)探討高職電機科學生在數位邏輯實習學習成就學科測驗表現上高分組與低分組學生對於問題解決態度之差異。

(四)瞭解學生對問題解決教學策略進行「數位邏輯」實習課程教學之看法。

(五)藉由研究結果與發現，提出具體的建議，以供「數位邏輯」實習課程教學之參考。

本研究之研究範圍與方法敘述如下：

(一)研究範圍

本研究旨在探討實施問題解決教學策略對於高職電機科學生「數位邏輯」實習課程學習成效的影響。

1. 研究對象：本研究以國立彰化師範大學附屬高級工業職業學校電機科二年級忠班學生為研究對象。
2. 實驗課程內容：本研究以民國七十五年教育部公布之電機科二年級「數位邏輯」實習課程之單元為主要範圍進行實驗。
3. 研究方法：本研究實驗組加入問題解決策略教學，兼採質的觀察；控制組則採用傳統教學來進行「數位邏輯」實習課程實驗研究。

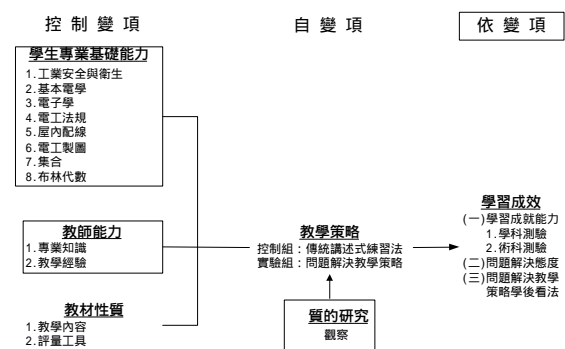


圖 1 研究架構圖

三、資料分析與結果

本研究使用之前測與後測筆試部份係依據雙向細目表編製測驗，編製過程中酌取專家意見，不同的單元教材依其上課時數與重要性，給予不同比重。編製完成後，

選取與實驗學校背景、學生性質程度相近的國立台中高級工業職業學校電機科二年級學生為預試對象。預試完畢即透過試題分析統計，將不佳的試題予以刪除。表 1 顯示為評量工具之信度。

表 1. 評量工具之信度

評量工具	KR-20 信度係數
前測	0.81
後測(筆試)	0.90

本研究經由統計軟體得分析資料得下列結果：

(一)不同教學策略分組之學生在「專業基礎能力」背景能力的前測平均分數無顯著差異。

依據表 2 結果顯示，實驗組與控制組學生接受「專業基礎能力」前測分數未達顯著差異；即實驗組與控制組兩組學生的程度相近。

表 2 專業基礎能力前測 t 考驗分析摘要表

組別	人數	平均數	標準差	t 值
傳統電路實驗教學	22	27.68	5.44	1.82
問題解決策略教學	24	25.04	4.26	

(二)不同教學策略，以「前測分數」為影響之共變項因素，對學習成就測驗之影響

1. 不同教學策略分組之學生，以「前測分數」為影響之共變項因素，在成就測驗學科測驗平均數有顯著差異；且問題解決教學法顯著優於傳統教學法。

2. 不同教學策略分組之學生，以「前測分數」為影響之共變項因素，在成就測驗術科測驗平均數達顯著差異；且問題解決教學法顯著優於傳統教學法。

3. 不同教學策略分組之學生，以「前測分數」為影響之共變項因素，在成就測驗學科與術科測驗(學科與術科比例為 3:7)平均數達到顯著差異；且問題解決教學法顯著優於傳統教學法。

綜合上述 1、2 及 3 項研究結果發現，不同教學策略在接受實驗教學後，以「前測分數」為影響之共變項因素，對學習成就測驗之影響，摘要如表 3 所示，由該表可知由於教學策略的不同，而導致學習成

就有顯著差異存在。

表 3 不同教學策略在學習成就之差異分析摘要表

學習成就	「數位邏輯」實習課程學習成就學科測驗	「數位邏輯」實習課程學習成就術科測驗	「數位邏輯」實習課程學習成就學習成就測驗(學科與術科)
差異考驗	實驗組>控制組*	實驗組>控制組*	實驗組>控制組*

*p<.05

(三)分派於傳統教學法與問題解決教學策略兩組之學生，對於學生問題解決態度之差異分析。

依據表 4 結果得知，不同教學策略學生問題解決態度未達顯著差異；換言之，兩組學生對於問題解決之解題信心、趨避風格及整體表現上並無顯著差異。

表 4 兩組學生在問題解決態度差異分析摘要表

問題解決態度	解題信心	趨避風格	個別掌控	整體態度
差異考驗	--	--	實驗組>控制組*	--

註：1.*p<.05

2.--未達顯著水準

(四)高職電機科學生表現於數位邏輯成就測驗高分組與低分組對問題解決態度之差異分析。

依據表 5 結果得知，不同教學策略學生問題解決態度達顯著差異。

表 5 「數位邏輯」實習學習成就學科測驗高分組與低分組學生在問題解決態度差異分析摘要表

問題解決態度	解題信心	趨避風格	個別掌控	整體態度
差異考驗	--	--	高分組>低分組**	高分組>低分組*

註：1.*p<.05, **p<.01

2.--未達顯著水準

(五)問題解決態度與學習成就測驗之相關分析。

1. 問題解決態度與學習成就學科測驗有顯著相關。

2. 問題解決態度與學習成就術科測驗有顯著相關。

3. 問題解決態度與學習成就(學科與術科)測驗達顯著相關。

綜合上述 1、2 及 3 項研究結果發現，問題解決態度與學習成就學科、術科測驗

之相關考驗，摘要如表 6 所示，由問題解決態度與學習成就測驗有顯著相關。

表 6 問題解決態度對學科後測之 Pearson 積差相關考驗摘要表

項目名稱	解題信心	趨避風格	個人掌控	整體態度
學習成就				
「數位邏輯」實習課程學習成就學科測驗	*	--	**	*
「數位邏輯」實習課程學習成就術科測驗	**	--	**	*
「數位邏輯」實習課程學習成就測驗	**	--	**	**

1.*表達.05 顯著相關，**表達.01 顯著相關

2.--表沒有顯著相關

(六)學生對問題解決教學策略之看法

由表 7 得知，學生在問題解決教學策略學後看法調查中，其表現於認知、技能及情意等三向度及整體表現的平均數分別為 \bar{x}_2 (認知)=4.27、 \bar{x}_2 (技能)=4.21、 \bar{x}_2 (情意)=3.97、 \bar{x}_2 (整體)=4.17。認知、技能向度及整體表現傾向於滿意與非常滿意之間，情意向度傾向於無意見與滿意之間。

表 7 實驗組學生在問題解決教學策略滿意程度中各向度的平均數及標準差

項目	人數 N	平均數 \bar{x}_1	標準差 SD	題數	平均數 \bar{x}_2	順序
認知	24	34.13	2.97	8	4.27	1
技能	24	37.88	2.94	9	4.21	2
情意	24	23.83	2.76	6	3.97	3
整體	24	95.83	6.86	23	4.17	

四、結果與討論

(一)研究發現

根據以上研究結果，本研究經過教學實驗後，得到以下幾個研究發現：

1. 由學生表現於高職電機科學生專業基礎能力(前測)量表中發現，電子學、電工法規與屋內配線的成績表現偏低，顯示學生此部份的專業基礎能力不足。
2. 一般學生對於電路動作不正確時，通常會使用較無系統的嘗試錯誤法解決問題，或是求助於同學及老師。實驗組的學生在學習過問題解決策略後大多會先行使用問題解決策略，獨立完成故障排除。

3. 參與研究學生對於「數位邏輯」電路設計的概念與認知技能薄弱，顯示高職電機科學生數位電路設計能力有待加強。
4. 在術科測驗中，實驗組學生於規定時間內各題完成的人數多於控制組學生，且實驗組完成時間明顯比控制組短。
5. 學生對問題解決的態度，實驗組與控制組並沒有顯著差異，但是學習成就學科測驗表現，高分組在問題解決態度上顯著優於低分組。
6. 讓學生自行說明所完成的電路，能幫助學生更了解電路，以及問題的發生原因與如何解決問題。
7. 實驗組學生對於問題解決策略的教學給予正向的評價，除了有系統的方法幫助學生解決「數位邏輯」電路的問題外，學生也希望能有活潑、輕鬆的互動式教學。

(二)結論與討論

本研究經過六週「數位邏輯」實習課程問題解決策略的實驗教學，歸納出以下之結論並討論之。

A.問題解決教學策略對於「數位邏輯」實習課程學習成就之影響

1. 實施問題解決教學策略，對於「數位邏輯」實習課程學習成就學科測驗能力之表現上顯著優於傳統實習課程教學方式。教學過程中實驗組以問題解決教學策略進行實驗處理，控制組則採一般傳統教學方式處理，經六週之教學實驗後，對全體樣本實施「數位邏輯」實習課程學習成就學科測驗，研究結果發現實驗組優於控制組。
2. 實施問題解決教學策略，對於「數位邏輯」學習成就術科測驗能力之表現上顯著優於傳統實習課程教學方式，且實驗組學生完成時間較控制組學生完成時間短。
3. 實施問題解決教學策略，對於「數位邏輯」學習成就能力之表現上顯著優於一般傳統實習課程教學方式。

由上述測驗結果顯示，實驗組學生經過問題解決策略的學習與一段時間練習之後，對於問題解決策略的運用更加熟稔，

能多元思考問題解決的路徑以達目的，可明顯增加學習成效。此一結論與國內外許多的研究有相類似的結論。例如：Dixon, Heppner, Petersen 和 Ronning 研究問題解決訓練對一般大學生問題解決態度的效果，將五十名自願參與研究的大學生分為實驗組與控制組進行實驗，結果發現接受訓練的實驗組在反應的品質和自覺的問題解決技巧上的確有所進步；但卻無法增加他們解決方法的個數[8]。國內研究者黃耀寬(民 88)研究發現問題解決教學策略對於高職電機科學生低壓工業配線課程學科與術科的學習有明顯的助益[9]；張仁家(民 88)研究發現，「問題解決教學策略」確實優於「傳統教學策略」，且能有效達成教學目標[10]。柯華葳(民 82)研究指出，透過問題解決模式的教學實驗後，學童對於環境教育的知識有明顯的增加，對於環境的事物的看法上，亦趨向多元化的思考層面[11]。

B.不同教學策略分組學生之問題解決態度沒有顯著差異

本研究經由問題解決態度量表實施高職電機科學生對問題解決態度之調查，研究發現實驗組與控制組學生對問題解決態度整體表現沒有達到顯著差異。在「解題信心」、「趨避風格」與「個人掌控」三個向度中，僅在「個人掌控」向度有達到顯著差異，其原因可能是態度的改變不是短時間就可造成的，端靠短短的六週教學實驗，實難有很大的成效。

C.「數位邏輯」實習課程學習成就學科測驗表現高分組與低分組學生之問題解決態度有顯著差異

學習成就學科測驗結果高分組與低分組學生，於問題解決態度量表表現在「個人掌控」向度與整體態度，高分組顯著優於低分組；在「解題信心」與「趨避風格」兩個向度沒有達到顯著差異，但是高分組表現較低分組表現為正向、積極。

綜合上述得知，問題解決態度的改變須有計畫、有系統的實施，方能收到預期的效果；高學習成就學生問題解決態度比低學習成就學生問題解決態度積極、正向。

Heppner, Baumgaudner, Larson 和 Petty(1988)對十九名男性、21 名女性大學生實施問題解決訓練，結果顯示實驗組的問題解決態度顯著提升[12]。而國內研究者王瑪麗(民 74)曾以問題解決的訓練過程，對國中女生進行實驗研究，結果證實問題解決的教學確實對學生問題解決能力、態度、適應能力均有顯著的效果[13]；國內研究者張仁家(民 88)發現實施問題解決教學策略對於問題解決態度中「解題信心」有顯著的提昇[10]。

D.問題解決教學策略可增進學生「數位邏輯」實習課程學習成效

對於問題解決教學策略的看法，經調查結果顯示，實驗組學生認為實施問題解決教學策略可增進其對「數位邏輯」實習課程認知、技能與情意等向度的能力，且大部份的學生認為問題解決策略是值得學習的策略。

Mayer(1991)研究顯示，在特定的情境中，教特定問題解決技巧，有顯著效果。因此，在適當的科目中，使用問題解決教學策略，的確可增進學生學習成效[14]。

E.問題解決教學策略值得學校推廣

問題解決策略能增進學生「數位邏輯」實習課程的學習成就與學習態度，學校可透過研習的方式，加強教師運用問題解決策略的能力，以提升教學成效。

五、建議及未來研究的方向

根據本研究目的與研究結論，針對「數位邏輯」實習課程研究時，提供下列幾點建議：

- (一)由本研究發現問題解決策略對學生於「數位邏輯」實習課程之學科知識與術科能力有顯著差異，且學生對問題解決策略的學後看法認為可增進學生認知、技能與情意等向度的能力，故問題解決教學策略值得在「數位邏輯」實習課程之教學上推廣。
- (二)問題解決策略是一項能增進學生學習成效的教學方式，由於問題解決策略的實施與傳統教學有不同之處，學生已習慣於傳統灌輸式的教學，因此，在教學

過程中要不斷提醒學生問題的解決策略，使學生能自然將其融入技能表現中。

(三)問題解決教學策略，是一種以問題為主，以思考為中心所建構的教學活動，教師將教學單元融合問題解決策略，以問題情境呈現教材，激發學生潛能、鼓勵學生思考問題解決的策略，對教學而言，有其必要性與重要性。且實施問題解決教學策略是不需花費任何成本，方便易於實施。因此，建議學校相關科目之教師在教學時多採用問題解決教學策略融入教學，以提升學生學習成效、增進問題解決之能力。

本實驗研究雖然計畫時力求完善，然而因客觀條件的限制，本研究仍有若干缺失有待檢討：

- (一)實驗對象只限於國立高級工業學校電機科學生，因時間、人力、學校排課及任課教師等因素限制，加上樣本少，因此在實驗結果的推論上尚有其限制。
- (二)由於實驗組與控制組兩組教學實驗時間相同，因此，未能觀察控制組狀況比較兩組學習過程。
- (三)本研究由於人力、經費與時間上的限制，未能涉及探討問題解決態度與能力之間的關係，未來建議發展「問題解決力量表」，評量問題解決能力，進一步瞭解問題解決態度與能力之間是否相關。

未來的進一步研究方向

- (一)本研究僅採單因子之研究設計，對於可能影響學生學習成效的重要因素如智力、性別、邏輯思考能力、空間能力及認知型態等，未能進一步探討，故建議後續研究可增加相關的變項，或採多因子的實驗設計，深入探討，以做為未來高職電機科相關課程教學的參考。
- (二)延長實驗教學時間，學生態度改變不是一朝一夕即可完成，因此未來研究問題解決態度時，應延長實驗教學的時間，以確定問題解決教學策略對學生問題解決態度是否有影響。
- (三)結合電路模擬軟體教學，電路模擬軟體

有助於學習者進行思考和問題解決 (Jonassen, 1996; Lunetta & Hofstein, 1991; Mandinach & Cline, 1994)，因此，在「數位邏輯」實習課程中加入電路模擬軟體協助教學是否能提升學生學習成效與問題解決的能力，值得進一步研究加以探討。

六、參考文獻

- [1] 教育部技術與職業教育司主編(民 88)。技職教育的回顧與前瞻。台北市：教育部技職司。
- [2] Travers, R. M. (1983). Essentials of learning, (5th ed.). New York: MacMillan.
- [3] Entwistle, N. J. (1910). New directions in educational Psychology: Learning and Teaching. London & Philadelphia: The Falmer Press.
- [4] Frederiksen, N. (1984). Implications of Cognitive theory for instruction in problem-solving. Review of Educational Research, 54, 363-407.
- [5] 鍾一先 (民 86) 問題解決教學策略應用於國民中學生活科技之實驗研究。台北：國立台灣師範大學工業教育研究所博士論文。
- [6] 郭有適 (民 83)。創造性的問題解決方法。臺北市：心理出版社有限公司。
- [7] Fazio, R.H., Powell, M.C., & Herr, P.M. (1983). Toward a process model of the attitude-behavior relation: Accessing ones attitude upon mere observation of the attitude object. Journal of Personality and Social Psychology, 44, 723-735.
- [8] Dixon, D.N., Heppner, P.P., Petersen, C.H., & Ronning, R.R. (1979). Problem-solving workshop training. Journal of Counseling Psychology, 26, 133-139.
- [9] 黃耀寬 (民 88)。問題解決教學策略對高職電機科學生低壓工業配線學習成效之研究。國立彰化師範大學碩士論文。
- [10] 張仁家 (民 88)。問題解決策略對高工學生低壓工業配線學習成效影響之影響。國立彰化師範大學碩士論文。
- [11] 柯華葳 (民 82)。問題解決教學模式之

建立 以國小環境教育為例。國立中正大學學報，4(1)。頁 1-32。

- [12]Heppner, P. P., Baumgaudner, A. H., Larson, L.M., & Petty, R.E. (1988). The utility of problem-solving training that emphasizes self-management principles. *Counseling Psychology Quarterly*, 1, 129-143.
- [13]王瑪麗(民 73)。 人際問題解決訓練對國中女生人際問題解決能力、態度與人際適應的影響。國立台灣師範大學輔導研究所碩士論文。
- [14]Mayer, R. E. (1991). Thinking, problem-solving, cognition. New York: W. H. Freeman & Company.