

第五章 研究發現與討論

本章主旨在對於教學實驗所得知結果加以分析討論，藉以了解工程設計取向教學策略的學習成效。

第一節 工程設計取向教學對學生學習成效之分析

本節主要呈現的是實驗組與控制組學生對斜張橋工程認知測驗的比較，與實驗組不同性別對斜張橋工程認知測驗之比較結果。

壹、實驗組與控制組對張橋工程認知測驗的比較

本段目的為驗證研究假設一：實施「工程設計取向教學策略」之實驗組學生，其學習成效優於實施「問題解決取向教學策略」之控制組學生。以斜張橋工程認知測驗的前測分數為共變項，後測分數為依變項，進行共變數分析，並以 $\alpha = .05$ 為顯著水準進行考驗，本研究之實驗組與控制組在認知測驗方面之平均數與標準差如表 5-1-1 所示，故本研究之實驗組與控制組的後測斜張橋工程認知測驗成績均高於前測成績，而且實驗組與控制組的前測平均數差距不大，但實驗組的後測平均數明顯高於控制組的後測平均數。

表 5-1-1 斜張橋工程認知測驗前、後測成績之平均數與標準差

	實驗組 (n = 72)		控制組 (n = 77)	
	M	SD	M	SD
前測	45.08333	12.32369	44.34416	11.96159
後測	67.60417	15.90138	62.72727	13.87082

一、同質性檢定

由表 5-1-2 發現，組內回歸係數同質性檢定，自變項與共變項的交互作用下（前測 * 組別）的 $F = 1.610$ ， $P(0.207) > .05$ ，因此滿足組內迴歸係數同質性檢定的假設，亦即實驗組與控制組學生，在教學實驗前對斜張橋工程認知部分並無差異存在，故可以繼續進行共變數分析。

表 5-1-2 斜張橋工程認知測驗組內回歸係數同質性檢定摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
前測 * 組別	229.872	1	229.872	1.610	0.207
誤差	20707.873	145	142.813		
全體	665056.250	149			

* $p < .05$

二、共變數分析

由表 5-1-3 共變數分析結果發現， $F = 4.852$ ， $P(0.029) < .05$ ，顯示實驗組與控制組在實驗教學後，對斜張橋工程認知有顯著差異存在。

表 5-1-3 斜張橋工程認知測驗共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
共變項（前測）	12082.496	1	12082.496	84.252	0.000
組間（組別）	695.865	1	695.865	4.852	0.029
組內（誤差）	20937.745	146	143.409		
全體	665056.250	149			

* $p < .05$

由以上分析結果發現，實驗組在經過教學實驗後，其斜張橋工程認知測驗分數明顯高於控制組。因此研究假設一：實施「工程設計取向教學策略」之實驗組學生，其學習成效優於實施「問題解決取向教學策略」之控制組學生。獲得驗證。

貳、實驗組不同性別對斜張橋工程認知測驗之比較

本段目的為驗證研究假設二：實施「工程設計取向教學策略」之實驗組不同性別學生，學習成效沒有顯著差異。以實驗組斜張橋工程認知測驗的前測分數為共變項，後測分數為依變項，進行共變數分析，並以 $\alpha = .05$ 為顯著水準進行考驗，本研究之實驗組男女學生在工程認知測驗方面之平均數與標準差如表 5-1-4 所示，故實驗組女生的前後測平均數高於實驗組男生。

表 5-1-4 實驗組男女斜張橋工程認知測驗前、後測之平均數與標準差

	實驗組男生 (n = 35)		實驗組女生 (n = 36)	
	M	SD	M	SD
前測	43	12.03863	47.04167	12.26409
後測	65.0714	16.16307	69.72222	15.38598

一、同質性檢定

由表 5-1-5 組內回歸係數同質性檢定，自變項與共變項的交互作用下(前測 * 性別)的 $F = 0.232$, $P(0.631) > .05$ ，因此滿足組內迴歸係數同質性檢定的假設，亦即實驗組的男

女學生，在教學實驗前對斜張橋工程認知部分並無差異存在，故可以繼續進行共變數分析。

表 5-1-5 實驗組男女斜張橋工程認知測驗組內
回歸係數同質性檢定摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
前測 * 性別	35.448	1	35.448	0.232	0.631
誤差	10369.981	68	152.500		
全體	347268.750	72			

* $p < .05$

二、共變數分析

由表 5-1-6 共變數分析結果發現， $F = 0.272$ ， $P(0.604) > .05$ ，顯示實驗組男女學生對斜張橋工程認知並無顯著差異。

表 5-1-6 實驗組男女斜張橋工程認知測驗共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
共變項 (前測)	7363.142	1	7363.142	48.826	0.000
組間 (性別)	41.037	1	41.037	0.272	0.604
組內 (誤差)	10405.429	69	150.803		
全體	347268.750	72			

* $p < .05$

由以上分析結果發現，實驗組男、女學生在經過教學實驗後，對斜張橋工程認知測驗並無顯著差異存在。因此研究假設二：實施「工程設計取向教學策略」之實驗組不同性別學生，學習成效沒有顯著差異。獲得驗證。

第二節 實驗組學生對工程設計取向教學策略之反應情形

本節主要在呈現實驗組學生對於工程設計取向教學策略之實驗教學的學習反應情形，目的為驗證研究假設三：實驗組學生對於採用工程設計取向教學策略有不同反應，結果如下：

壹、實驗組學生學習反應量表反應情形

本研究採用方崇雄（1999）所設計之『學生學習評量表』為研究工具，共分教師教學策略、課程安排及個人感受三方面，每部份有六題，為四等第量表，中間值為 2.5，各題平均分數高於 2.5 分者，表示有正向反應。茲將結果說明如下：

一、教師教學策略方面

由表 5-2-1 顯示，實驗組學生在實驗教學後，對於教師教學策略方面的各題平均數均大於 2.5，總平均也達 3.065，因此實驗組學生對於教師教學策略，有正向的反應。表示大多數學生認為：

- （一）老師所使用的工程設計取向教學策略很好。
- （二）老師所使用的工程設計取向教學策略能引起我學習的興趣。
- （三）老師所使用的工程設計取向教學策略能激發我更多的想法。
- （四）老師所使用的工程設計取向教學策略使我的能力提高很多。
- （五）老師所使用的工程設計取向教學策略有助於其

他科目的學習。

(六) 希望以後老師能繼續使用這種教學策略。

表 5-2-1 學生學習評量表教師教學策略方面平均數及標準差

題目內容	人數	平均數	標準差
1. 我認為老師使用的工程設計取向教學策略很好。	72	3.111	0.591
2. 我認為這種教學策略能引起我學習的興趣。	72	3.056	0.762
3. 我認為這種教學策略能激發我更多的想法。	72	3.153	0.776
4. 我覺得這種教學策略使我的能力提高很多。	72	3.111	0.792
5. 我覺得這種教學策略有助於其他科目的學習。	72	2.795	0.858
6. 我希望以後老師能繼續使用這種教學策略。	72	3.167	0.687
平均	72	3.065	0.743

二、課程安排方面

由表 5-2-2 顯示，實驗組學生在實驗教學後，對於課程安排方面的各題平均數均大於 2.5，總平均也達 2.917，因此實驗組學生對於課程安排，有正向的反應。表示大多數學生認為：

- (一) 課程的安排能引起我的學習興趣。
- (二) 這項課程對我們的幫助很大。
- (三) 班上同學都認為課程安排的很不錯。
- (四) 班上同學都很願意學習這項課程。
- (五) 在上課時，經常有機會發表自己的意見。
- (六) 希望以後能繼續參加這項課程。

表 5-2-2 學生學習評量表課程安排方面平均數及標準差

題目內容	人數	平均數	標準差
1.我覺得課程的安排能引起我的學習興趣。	72	2.903	0.710
2.我認為這項課程對我們的幫助很大。	72	2.875	0.686
3.班上同學都認為課程安排的很不錯。	72	2.889	0.774
4.班上同學都很願意學習這項課程。	72	2.861	0.693
5.我在上課時,經常有機會發表自己的意見。	72	2.819	0.903
6.我希望以後能繼續參加這項課程。	72	3.125	0.706
平均	72	2.917	0.745

三、個人感受方面

由表 5-2-3 顯示，實驗組學生在實驗教學後，對於個人感受方面的各題平均數均大於 2.5，總平均也達 3.095，因此實驗組學生對於個人感受方面，有正向的反應。表示大多數學生認為：

- (一) 學習過程中，班上的氣氛很好。
- (二) 我喜歡這類的學習活動。
- (三) 我覺得在活動中有被接納和受尊重的感覺。
- (四) 我認為在課程活動中，我有相當大的貢獻。
- (五) 當問題獲得解決時，我覺得有很大的成就感。
- (六) 我覺得這項課程相當成功。

表 5-2-3 學生學習評量表個人感受方面平均數、標準差

題目內容	人數	平均數	標準差
1.我認為在學習過程中，班上的氣氛很好。	72	3.028	0.745
2.我喜歡這類的學習活動。	72	3.042	0.716
3.我覺得在活動中有被接納和受尊重的感覺。	72	3.181	0.713
4.我認為在課程活動中，我有相當大的貢獻。	72	3.042	0.696
5.當問題獲得解決時，我覺得有很大的成就感。	72	3.320	0.684
6.我覺得這項課程相當成功。	72	2.958	0.676
平均	72	3.095	0.705

貳、學習反應量表中開放性問題之分析

研究者為了瞭解實驗組學生在教學實驗結束後，對課程學習的感想與建議，另設計一題開放性問題，問題為：上過「斜張橋設計與製作後，你對老師所實施的工程設計取向教學策略有何感想與建議」。藉由了解學生的想法，作為未來實施教學之參考，茲將實驗組學生的感想與建議整理分析如下：

一、學生的感想：

- (一) 藉由分組自行設計與製作，可以激發出許多不同的創意。
- (二) 與同學討論學習單內容時，可學習如何表達自己的想法。
- (三) 以分組討論方式進行教學，可增進同學間互動的機會，同時上課氣氛融洽，覺得很好玩。
- (四) 因為對斜張橋不太熟悉，因此除了老師設計的教材外，還需蒐集相關資料及模型，如此可提升尋

找資料的能力。

- (五) 老師所播放的教學媒體，令人印象深刻，可以引發學習的興趣。
- (六) 斜張橋設計時，需具備比例計算能力、力學等概念，如此便可運用其他領域所學的知識，進而達到學以致用。
- (七) 老師設計的教材內容豐富，可藉由了解橋梁的發展、種類、結構等工程的知識。
- (八) 教師所使用的教學方法很好，除了知道橋梁結構等工程知識外，還可以知道橋梁與社會文化的關係。
- (九) 教學活動生動有趣，藉由斜張橋製作可以學習正確操作機具。
- (十) 經由橋梁成品測試及修正，可以更加了解橋梁的工程知識。
- (十一) 上完這次課程，雖然跟生活科技課本內容不同，但最大收穫是對工程不會感到那麼陌生。

二、學生的建議：

- (一) 建議斜張橋成品之總長可以較短，如此所需的材料經費便節省許多。
- (二) 日常對斜張橋認識並不深入，導致製作時間較長，因此建議延長製作時間。
- (三) 採分組方式進行，容易使某些組員較不負責，讓整組的進度落後，因此建議下次可採個人的教學活動。

- (四) 因為分組討論，容易使教室秩序有時較紊亂，建議教師多注意上課秩序。
- (五) 建議生科教室可放置幾台可上網查詢的電腦，方便蒐集相關資料之用。
- (六) 建議增加教學設備，使每組有足夠的機具設備使用。
- (七) 不知使用何種木材較適宜，同時該到哪裡購買，因此建議教師可幫學生訂購所需之材料。

歸納上述，從實驗組學生的學習反應量表中，發覺學生普遍對工程設計取向教學略持正向的反應，並認為可增加對日常生活常見的工程問題之認識、運用其他領域所學之知識及激發許多設計創意等，同時藉由分組討論方式可以主動學習如何與人溝通協調、分工合作及蒐集相關工程資料等，進而培養對工程的興趣。

第三節綜合討論

本節主要針對前兩節之分析資料，與第二章之文獻探討做對照比較，以進行綜合討論。

壹、工程設計取向教學策略對學習成效之影響

從本研究之實驗結果發現，實施工程設計取向教學策略與問題解決取向教學策略之學習成效有差異存在。Kemp 與 Schwallier 曾於 1988 年提出科技教育的教學策略可以在教學途徑與傳授系統相互交織下，至少有 24 種不同的組合，其中教學途徑可分成概念學習途徑、科技整合途徑、社會文化途徑、問題解決途徑、科技系統整合途徑及工業詮釋途徑；傳授系統可分成正規教學與示範、團體互動、發現、研究和實驗及遊戲與模擬。

教學策略的決定，常必須根據課程的教學目標與教材內容的特性考量（廖俐華，2000），科技之定義為「人類採取行動的創新」，而工程則是「人類轉化構想為真實的努力」，兩者之間有很多交集，主要差別在工程較理論化、解析性和較倚重數、理原理（李隆盛，1998）並需考量與社會、環境等關係，同時 Gomez 也曾於 2001 年提出工程設計時需注意下列事項：

- 一、功能。
- 二、品質。
- 三、安全。
- 四、人體工學。
- 五、外觀。

六、 環境考量。

七、 經濟。

是故發現科技與工程之定義並不完全相同，因此教材內容也須有所分別，因此教師如要透過國中科技教育課程來培養工程設計之概念，較適宜採用工程設計取向教學策略。Tylor (1950)、Hunter (1981) 及 Roberts (1982) 等課程專家相信：當教學策略計畫和學生表現成果一致時，學習成就將逐漸增加。換言之，運用良好的教學策略有利於教學成效和學習成就的提升 (沈翠蓮，2001)。

貳、 工程設計取向教學策略對不同性別學生之影響

由本研究分析結果發現，實驗組男、女學生經過工程設計取向教學策略實驗教學後，其斜張橋工程認知測驗分數，並無顯著差異。國內國中階段的科技教育，於民國 82 年之前實施的工藝教育，乃是採男生上工藝課，女生上家政課模式，導致女生很少有接觸工藝的機會；為了配合社會型態的變遷，教育部於民國 82 年，將課程名稱從原來的「工藝」改為「生活科技」課程，如此一來，不只是名稱的改變，整個課程內涵與目標也隨之不同 (李隆盛，2004)，並修改成國中階段男、女學生皆須學習生活科技課程；為了提升學生的能力與全世界接軌，教育部更從民國 86 年開始規劃至民國 93 年正式實施的九年一貫課程中，將科技教育課程規劃為自然與生活科技學習領域，仍維持男、女學生必修狀態。

因此王景祥 (2000) 發現男、女學生在問題解決教學策略上，性別差異並不顯著；鄭竣玄 (2003) 發現男、女學生

在 STS 教學模式下，性別差異並不顯著；林平勺（2003）發現生活科技網路輔助教學策略對男、女學生並無顯著差異；高長志（2004）發現男、女學生皆適合透過 MST 教學模式來學習科技教育。

從以上眾家學者說法，整理得知國中階段男、女學生從民國 82 年開始皆需學習生活科技課程，不因性別考量而有所差異，進而達到全面培養科技素養之目的，使得科技教育課程如運用多元及創新的教學策略或模式，也不因性別而導致學習成就的差異。因此本研究藉由科技教育課程並實施工程設計取向教學策略來進行教學之成果，均符合上述研究，也就是指工程設計取向教學策略適合不同性別學生的學習。

參、學生對工程設計取向教學策略之反應

從實驗組學生的學習反應量表中，發覺學生對工程設計取向教學策略普遍持有正向的反應。教學策略的種類繁多，因此對於教師實際教學而言，「教學內容」是決定教學策略時的重要考量因素之一，教師必須找出一個有效率，而且能夠完整包涵教學內容的教學策略（Kemp & Schwallier 1988）。科技教育教學策略組織的方式或邏輯全在於老師的安排與教學情境的適用性，老師將會依照學生的特質、教學的目標、及現有的可用設備等條件計畫教學時可運用的教學策略（李隆盛，1995）。

陳雯？（2000）發現國中生對生活科技課採用方案教學法的反應頗佳；王景祥（2000）發覺國中生對生活科技課採用問題解決教學策略之反應不錯；林平勺（2003）實驗教學

後，得到國中生對生活科技課採用網路輔助教學模式傾向正向反應；鄭竣玄（2003）發覺高中生對生活科技課程採用 STS 教學模式之反應也不錯。

？上所述，因為科技教育內容廣泛、以行動為基礎的教育課程（張玉山，1992），所以並沒有單一教學策略可以適用於所有科技教育課程，常需視教學內容不同而有所改變，如此學生才會有較正向之反應。因此本研究藉由科技教育課程並實施工程設計取向教學策略來進行教學之成果，均符合上述研究，也就是指生活科技課中如有工程傾向的教學內容時，可考慮選擇工程設計取向教學策略。