

第三章 研究設計與實施

本章主要在說明本研究之架構、研究對象、實驗設計、研究工具、實施程序及資料處理方式，茲分別說明如下。

第一節 研究架構

本研究以發展「斜張橋工程設計單元」教材，採用準實驗的方式來進行研究，旨在探討工程設計取向教學策略應用在生活科技課程上，對學生學習成效的影響。

限於學校行政與研究時間等因素，無法運用隨機抽樣和分派的方式選取等組的學生，為了達成研究目地與配合現實情境的限制，本研究的教學實驗採取「準實驗設計」(quasi-experimental design) 中的不相等控制組設計，在研究者任教的台北市明湖國中選取九年級的四個班級為對象，隨機分派兩班為實驗組，另兩班為控制組；實驗組採用工程設計取向教學策略進行教學，控制組則採用問題解決取向教學策略；教學實驗共計七週，在教學前、後，對實驗對象實施測驗，比較其學習成效。如圖 3-1-1 所示：

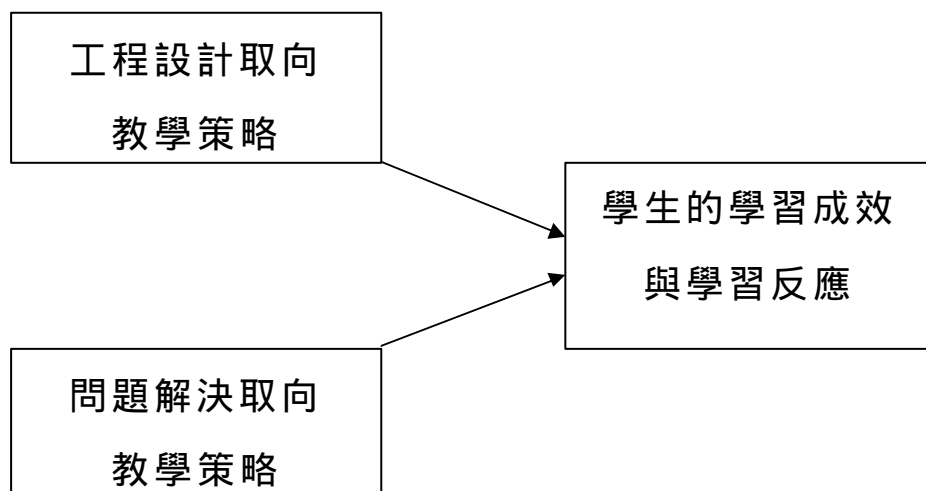


圖 3-1-1 實驗架構

第二節 研究假設

本研究基於文獻分析，提出本研究假設如下：

- 一、實施工程設計取向教學策略之實驗組學生，其學習成效與實施問題解決取向教學策略之控制組學生有差異。
 - (一) 實驗組學生斜張橋工程認知測驗分數優於控制組學生。
 - (二) 實驗組男、女學生在斜張橋工程認知測驗之分數沒有顯著差異。
- 二、實驗組學生對於採用工程設計取向教學策略有不同反應。
 - (一) 實驗組學生對於教師教學策略方面有正向反應。
 - (二) 實驗組學生對於課程安排方面有正向反應。
 - (三) 實驗組學生在個人感受方面有正向反應。

第三節 研究對象

本研究的研究對象，是以台北市明湖國民中學九年級學生為研究對象，利用立意方式選取四班學生，均為男女合班，兩班為實驗組分別是：905、909，共 72 人；另兩班為控制組，分別是 904、906，共 77 人。班級與人數的分配表如表 3-3-1。

表 3-3-1 研究對象

組別	班級	人數	各組總人數	合計
實驗組	905	36	72	149
	909	36		
控制組	904	39	77	
	906	38		

第四節 實驗設計

依據本實驗的研究架構，本實驗採用「不相等控制組設計」的準實驗研究，本實驗模式如表 3-4-1 所示。

表 3-4-1 不相等控制組實驗設計

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O1	X	O2
控制組	O3	C	O4

X：實施「工程設計取向教學策略」進行教學。

C：實施「問題解決取向教學策略」進行教學。

O1、O2：實驗組的前測與後測。

O3、O4：控制組的前測與後測。

一、自變項：

教學模式：實驗組接受「工程設計取向教學策略」教學，控制組接受「問題解決取向教學策略」教學。

二、依變項：

(一) 斜張橋工程認知測驗所得的分數。

(二) 學生學習評量表所得的分數。

三、控制變項：

(一) 年級：相同，均為國中九年級。

(二) 教材：兩組的教材內容均相同。

(三) 教學時間：兩組相同，均為隔週兩節課，共七週十四節課。

(四) 教師：兩組均由研究者擔任教學。

(五) 依變項之前測分數：以統計方法控制。

四、實驗效度：

(一) 內在效度：本教學實驗嘗試控制「成熟」與「測量的工具」等因素的影響，因為在實驗中有比較的控制組，前測與後測的資料可以提供檢查兩組「受試的流失」是否不同。？避免「統計回歸」，故不以極端分數學生作為研究對象。

(二) 外在效度：本實驗較不能控制「測驗的反作用或交互作用效果」，所以本研究結果不適用於沒有前後測的情境。

第五節 研究工具

本研究所使用的工具為「營建科技領域 - 斜張橋工程認知測驗」、「營建科技領域 - 斜張橋設計與製作之教材與教學活動」、「學生學習評量表」，茲分別描述如下：

壹、營建科技領域 - 斜張橋工程認知測驗

本測驗試卷是屬於非標準化測驗，教師自編成就測驗，研究者依據 ITEA 於西元 2000 年公佈的科技素養標準中的工程設計標準、美國麻塞諸塞州的科學、數學、科技/工程的課程標準及教學內容、紐約州國、高中科技教育之工程取向課程目標及教學內容，並參照國中學生心理發展狀況、國民中學九年一貫生活科技的能力指標編製而成，主要為紙筆測驗，用以進行實驗處理之前後測，以瞭解學生營建科技領域 - 斜張橋工程認知方面，是否會因為實驗處理不同而有差異，其編製過程如下：

一、根據課程目標蒐集相關文獻資料編製「營建科技--生活中常見的斜張橋結構設計與製作」單元教材，並建立本測驗的雙向細目表，同時請指導教授及資深生活科技教師進行內容審視，如表 3-5-1。

表 3-5-1 斜張橋工程認知測驗試題雙向細目表

教學目標 教材內容	知識	理解	應用	小計
橋梁的演進與種類	2	2	1	5
橋梁的結構	1	2	2	5
橋梁的力學	2	2	1	5
斜張橋的演進與種類	4	3	2	9
斜張橋的結構	2	3	2	7
斜張橋設計概念	2	3	4	9
小計	13	15	12	40

二、編製營建科技領域斜張橋工程認知測驗預試題目，參考營建科技之橋梁相關試題，與本研究「營建科技--生活中常見的斜張橋結構設計與製作」教材，並配合雙向細目表，編寫題目初稿，初稿完成後再請指導教授、生活科技教師及國立台灣師範大學工業科技教育系碩士班研究生，進行內容效度審視及修正用語，完成預試題目約 40 題。

三、為了瞭解題目的適切性，以做為選取正式試題的依據，本研究將針對上述步驟所完成的預試試題進行預試。研究者於九十四年六月二十二日進行預試，預試對象為台北市明湖國中 907 班共有 38 名同學。

四、試題分析：經回收有效的預試試卷後，進行試題分析，分析項目包含：

(一) 難度分析：難度分析的目的在於考驗試題的難易程度。試題難度計算係將受試樣本所得總分依高低次序排列，取全體受試樣本得分最高的 27% 定

為高分組，得分最低的 27% 為低分組，並取某試題高分組與低分組答對率的平均數，即為該題之難度。

(二) 鑑別度分析：鑑別度分析的目的在於確定區分能力高下的程度。以高分組與低分組答對該題比率之差，即為該題之鑑別度。

五、 試題確定：試題分析完後，一般而言，選擇試題鑑別度 .2 以上為選題標準（表 3-5-2），至於難度指數已接近 .50 的試題最為適宜，一般的測驗試題應以 .2 到 .8 的範圍為選擇標準（引自郭生玉，2001），由表 3-5-3 試題分析結果可看出，題號 12、15、18、23、27、34、35 鑑別度小於 .2，但低的鑑別度未必就是表示題目欠佳（郭生玉，2001）。因為預試的樣本並未完全接受過實驗教學，在對教材不瞭解狀況下易產生鑑別度不足的問題，但這些試題又能反應出學生對實驗教材的認知層面，因此在本研究將這些試題都予以保留，唯針對題意、用語及選項，再請專家針對這些試題提出修正後，完成 40 題之正式試題（如附錄一）。

表 3-5-2 試題鑑別度的評鑑標準

鑑別指數	試題評鑑
.4 以上	非常優良
.3-.39	良好，但有時需要修改
.2-.29	尚可，但需要修改
.19 以下	劣，需淘汰或修改

資料來源：引自郭生玉，2001

表 3-5-3 斜張橋工程認知測驗預試試題分析

題號	組別 預試人數：38	答對 人數	鑑別度	難度	題號	組別 預試人數：38	答對 人數	鑑別度	難度
1	高分組 (10)	9	0.5	0.65	21	高分組 (10)	8	0.6	0.5
	低分組 (10)	4				低分組 (10)	2		
2	高分組 (10)	8	0.4	0.6	22	高分組 (10)	4	0.3	0.25
	低分組 (10)	4				低分組 (10)	1		
3	高分組 (10)	7	0.2	0.6	* 23	高分組 (10)	1	0.1	0.05
	低分組 (10)	5				低分組 (10)	0		
4	高分組 (10)	5	0.4	0.3	24	高分組 (10)	9	0.7	0.55
	低分組 (10)	1				低分組 (10)	2		
5	高分組 (10)	5	0.3	0.35	25	高分組 (10)	6	0.3	0.45
	低分組 (10)	2				低分組 (10)	3		
6	高分組 (10)	10	0.5	0.75	26	高分組 (10)	8	0.6	0.5
	低分組 (10)	5				低分組 (10)	2		
7	高分組 (10)	9	0.7	0.55	* 27	高分組 (10)	2	0.1	0.15
	低分組 (10)	2				低分組 (10)	1		
8	高分組 (10)	10	0.6	0.7	28	高分組 (10)	3	0.2	0.2
	低分組 (10)	4				低分組 (10)	1		
9	高分組 (10)	8	0.4	0.6	29	高分組 (10)	8	0.5	0.55
	低分組 (10)	4				低分組 (10)	3		
10	高分組 (10)	10	0.5	0.75	30	高分組 (10)	8	0.2	0.7
	低分組 (10)	5				低分組 (10)	6		
11	高分組 (10)	5	0.2	0.4	31	高分組 (10)	7	0.4	0.5
	低分組 (10)	3				低分組 (10)	3		
* 12	高分組 (10)	5	0.1	0.45	32	高分組 (10)	3	0.3	0.15
	低分組 (10)	4				低分組 (10)	0		
13	高分組 (10)	7	0.3	0.55	33	高分組 (10)	9	0.6	0.6
	低分組 (10)	4				低分組 (10)	3		
14	高分組 (10)	4	0.3	0.25	* 34	高分組 (10)	8	0.1	0.75
	低分組 (10)	1				低分組 (10)	7		
* 15	高分組 (10)	3	0.1	0.25	* 35	高分組 (10)	4	-0.3	0.55
	低分組 (10)	2				低分組 (10)	7		
16	高分組 (10)	9	0.5	0.65	36	高分組 (10)	2	0.2	0.1
	低分組 (10)	4				低分組 (10)	0		
17	高分組 (10)	10	0.7	0.65	37	高分組 (10)	7	0.2	0.6
	低分組 (10)	3				低分組 (10)	5		
* 18	高分組 (10)	2	0.0	0.2	38	高分組 (10)	10	0.4	0.75
	低分組 (10)	2				低分組 (10)	5		
19	高分組 (10)	9	0.4	0.7	39	高分組 (10)	10	0.5	0.75
	低分組 (10)	5				低分組 (10)	5		
20	高分組 (10)	10	0.7	0.65	40	高分組 (10)	7	0.6	0.4
	低分組 (10)	3				低分組 (10)	1		

註：* 表鑑別度有問題之試題

貳、營建科技領域 - 斜張橋設計與製作之教材與教學活動

本研究所實施的課程乃是以「工程設計取向科技教育」為主要內容，並參考九年一貫生活科技及美國國、高中工程設計取向科技教育之教學活動，設計編製成「營建科技--生活中常見的斜張橋結構設計與製作」單元教材（如附錄二），並依工程設計步驟與問題解決步驟分別設計不同的學習歷程檔案。於教學過程中，實驗組使用工程設計的學習歷程檔案（如附錄三），控制組則使用問題解決的學習歷程檔案（如附錄四）。

參、學生學習評量表

本量表係採用方崇雄（1999）所設計之『學生學習評量表』主要是瞭解學生對研究者所建構之工程設計取向科技教育教學活動，在教學策略、課程安排與個人感受的反應等三方面（如附錄五）。本量表採 Likert 四點量表的形式呈現，每個分量表均為六題。試題以因素分析、項目分析、題目與分量表總分的相關來加以選題。信度則採 Cronbach a 與折半信度來加以考驗。

表 3-5-4 生活科技課程教學反應評量表信度考驗分析

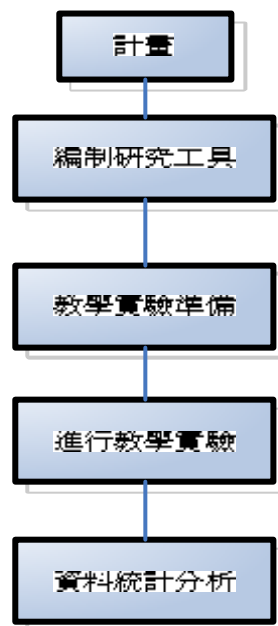
分量表名稱	Cronbach a	折半係數
教師教學策略方面	0.9185	0.8739
課程安排方面	0.8773	0.8013
個人感受方面	0.8632	0.7587

資料來源：方崇雄，1999，頁 53。

第六節 實施程序

本研究的教學實驗實施程序包括下列五個階段：計畫、編制研究工具、教學實驗準備、進行教學實驗及資料統計分析如圖 3-6-1 所示，同時各階段工作內容茲說明如下：

圖 3-6-1 教學實驗實施程序



壹、計畫階段：此階段又可分成下列幾個步驟：

一、文獻探討與資料統整

蒐集國、內外相關論文、期刊或其他相關資料，加以分析探討，藉以了解工程設計取向教學策略的相關理論與教學活動，並加以統整所蒐集到的資料，以作為編製實驗教材及教學活動之參考依據。

二、擬定研究計畫

針對研究問題與目的，參考研究方法與學校實際運作情形，擬定研究步驟與進度，以作為研究進行之依據。

貳、編製研究工具階段：此階段主要是發展教學實驗所需之工具

一、編製課程內容與實驗教材

根據所蒐集到工程設計取向教學策略相關資料與配合欲達成的教學目標，選定設計與製作斜張橋為內容的教學活動，並配合教學內容編製教材與安排教學進度。

二、發展斜張橋工程認知測驗

配合教學目標與教材內容，使用雙向細目表與參考生活科技認知測驗資料，編製前測與後測使用之斜張橋工程認知測驗試卷，作為施測之用。

三、工程設計取向之教學活動設計

將實驗教材與教學活動，配合工程設計教學之步驟，設計規劃教學活動流程與學習歷程檔案，以作為實驗組教學之依據。

參、教學實驗準備階段：此階段主要是教學實驗前應準備事項

一、試教與準備教學資源

教學實驗材料與認知測驗編製完畢後，準備教學時須使用的教學設備或其他資源，並於九十四年四月至六月對台北市明湖國中 907 班進行試教，並依據試教結果調整與修正教學實驗相關內容與教材。

二、選取實驗對象

為了讓教學實驗順利，先徵求學校同意後，由研究者所授課的班級為實驗班級。

三、 安排教學進度

參考試教流程，本研究於九十四學年度第一學期（民國九十四年九月）起，開始實施正式實驗教學，預計實驗教學所需時間為七週；本研究正式實驗教學不包含前測與後測，茲將本研究之實驗過程進度列述如表 3-6-1 與表 3-6-2 所示。

表 3-6-1 實驗組教學進度表

第一週	第一節 第二節	分組及橋梁介紹（演進、種類、結構等）。
第二週	第三節 第四節	斜張橋介紹（演進、種類、結構、設計概念與對社會與環境的影響）。
第三週	第五節 第六節	分析斜張橋相關問題、蒐集與分析斜張橋相關資料、提出多種斜張橋設計方案及選擇最佳斜張橋的設計方案。
第四週	第七節 第八節	最佳斜張橋設計方案的分析及繪製斜張橋的設計圖。
第五週	第九節 第十節	製作斜張橋原型（一）。
第六週	第十一節 第十二節	製作斜張橋原型（二）。
第七週	第十三節 第十四節	斜張橋相關測試、提出重新設計的斜張橋設計方案相關內容。

表 3-6-2 控制組教學進度表

第一週	第一節 第二節	分組及橋梁介紹（演進、種類、結構等）。
第二週	第三節 第四節	斜張橋介紹（演進、種類、結構、設計概念）。
第三週	第五節 第六節	界定問題、蒐集資料、發展備選方案。
第四週	第七節 第八節	選擇最佳方案。 執行選定方案。
第五週	第九節 第十節	製作斜張橋原型（一）。
第六週	第十一節 第十二節	製作斜張橋原型（二）。
第七週	第十三節 第十四節	評鑑斜張橋結果。

四、教學實驗階段

此階段主要是前測、教學實驗與後測，流程如表 3-6-3 所示。

表 3-6-3 教學實驗流程表

日期（94年）	實施項目	備註
9/5、9/6	前測	斜張橋工程認知測驗
9/12 至 11/22	教學實驗	實驗組採工程設計取向教學策略。 控制組採問題解決取向教學策略。
11/28、11/29	後測	斜張橋工程認知測驗、學生學習評量表。

（一）實施前測

九十四年九月五、六日，由研究者對實驗組與控制組班級實施前測，測驗項目為「斜張橋工程認知測驗」。

（二）依據教學進度實施教學實驗

以研究者所編之實驗教材與斜張橋教學活動，於九十四年九月十二日至十一月二十二日，進行為期七週的教

學。實驗組採「工程設計取向教學策略」進行教學，每班分成六組，在研究者的引導下，依據工程設計取向教學之程序進行學習，並將討論的內容填寫在學習歷程檔案（如附錄三）；控制組採「問題解決取向教學策略」進行教學，每班亦分成六組，研究者依據問題解決教學取向之步驟進行教學，並亦將討論的內容填寫在學習歷程檔案（如附錄四）。

（三）實施後測

九十四年十一月二十八、二十九日，由研究者對實驗組與控制組班級實施後測，測驗項目為「斜張橋工程認知測驗」。此外實驗組還需另外填寫「學生學習評量表」。

五、資料統計分析階段

此階段是將實驗組與控制組的前測與後測斜張橋工程認知測驗分數與學生學習評量表之結果等各項相關資料，利用統計套裝軟體（SPSS for Windows）加以整理分析。並依據實際結果，進行撰寫論文之依據。

第七節 資料分析

本研究以 SPSS for Windows 10.0 統計套裝軟體來進行資料分析。茲將所採用的統計方法分述如下：

一、平均數與標準差

用以瞭解營建科技領域斜張橋工程認知測驗的集中情形。

二、共變數分析

本研究所採用單因子共變數分析來減少可能的誤差，以斜張橋工程認知測驗之前測分數為共變項，後測分數為依變項，並分別以實驗組與控制組學生、實驗組男生與實驗組女生為自變項，藉以分析不同教學策略與性別是否會對斜張橋工程認知測驗分數有影響。