

第三章 研究方法

本章說明研究的設計與研究流程、研究對象、研究工具、資料蒐集與資料分析方式等。全章共分為六節：第一節為「研究設計」；第二節為「研究對象」；第三節為「研究工具（I）－分析圖形」；第四節為「研究工具（II）－測驗工具與晤談內容」；第五節為「資料蒐集」；第六節為「資料分析」。以下分別對研究的進行提出說明：

第一節 研究設計

依據研究目的，本研究採用「調查研究設計」與「半結構式晤談」兩個研究方法。本研究的整個流程如圖 3-1-1 所示。

一、調查量化研究設計

「調查研究設計」旨在探討研究問題 1-1~1-2 探討國三學生，在「感應起電」讀圖理解測驗整體表現情形。研究問題 2-1~2-8 探討國三學生，在圖形表徵結構維度及圖形內各成份元素向度表現情形。此部份採用單因子共變數分析，即以自變項「性別」、「學習成就」，依變項為感應起電讀圖理解測驗「後測」得分，共變數為感應起電讀圖理解測驗「前測」得分。研究問題 2-5-1~2-5-2 探討「學習成就」與「性別」之間是否有交互作用。此部分採用二因子共變數分析，即以自變項為「學習成就」與「性別」，依變項為感應起電讀圖理解測驗「後測」得分，共變數為感應起電讀圖理解測驗「前測」得分。研究問題 3 探討國三學生讀圖歷程在其他方面表現情形為何？此部分採用人次頻率分析。

二、質性研究設計

研究問題 3 的部份以「一對一半結構式晤談」方式來探討。此部分旨在了解學生對圖形內模態與版面配置使用的觀感。

研究流程圖

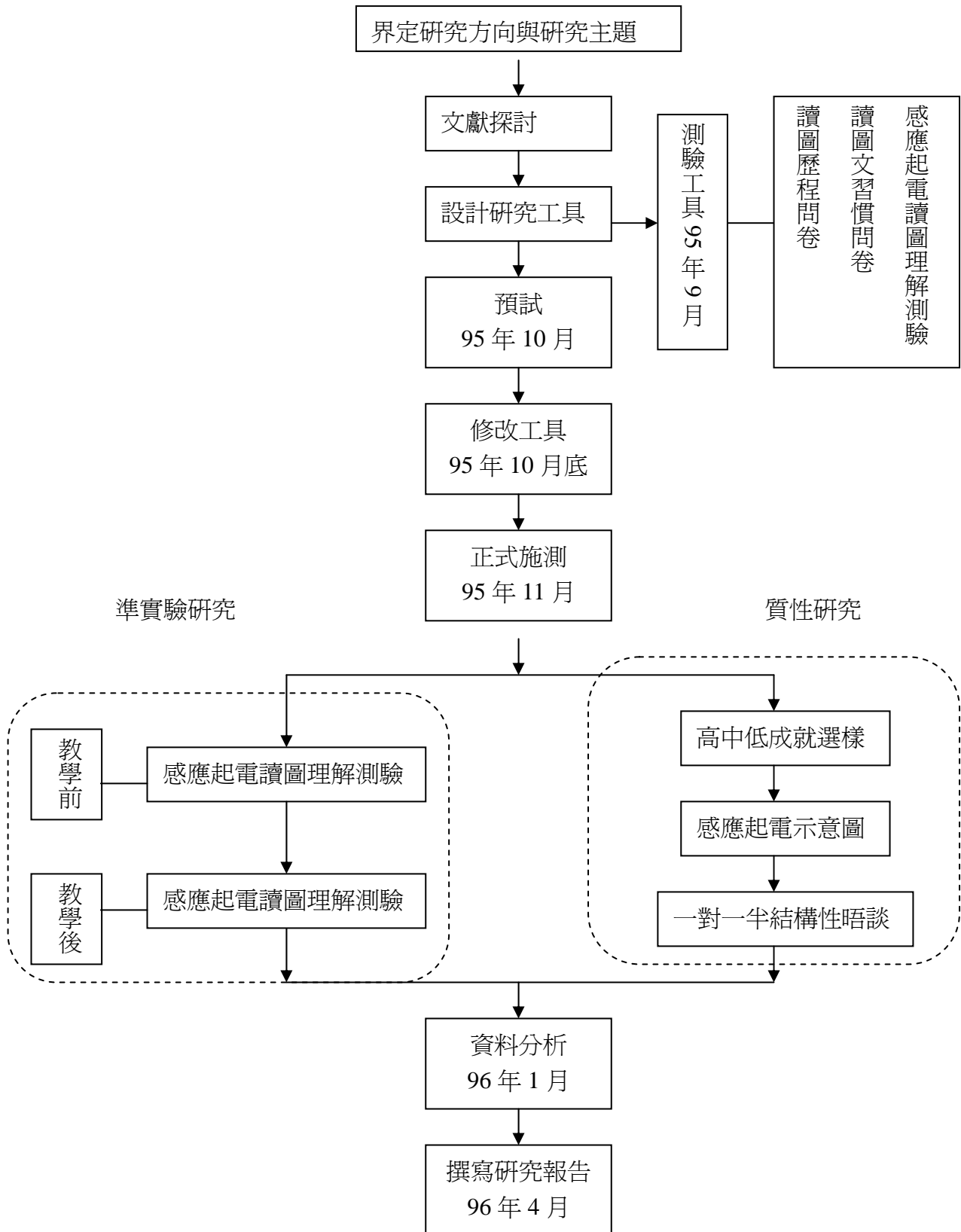


圖 3-1-1 研究流程圖

第二節 研究對象

本研究第一階段的施測對象是選用台北市立某國中三年級兩個常態編班的班級，共計 72 人。選擇國三階段的學生作為研究對象的理由為現行國中理化「感應起電」單元課程是安排在國三教學，且本研究須在學生尚未學習有關感應起電概念情形下進行。

本研究第二階段施測對象，是從第一階段的兩個班級中，選出高成就者（4 人）、中成就者（4 人）及低成就者（4 人）共計 12 人進行晤談。

第三節 研究工具（I）—圖形分析

一、分析理化教科書內文圖片類型總數

國中小學生所使用的教科書，除課文內文外，圖片也佔頗多篇幅，就理化科教科書而言，圖片數量有很多，圖片表徵類型亦不同，因此，試圖將國二和國三的教科書中有關於課本內容部分的圖片，針對三種版本作一初步的圖片總數統計，以了解在科學課本中以內容為主的圖片有哪些類型？如表 3-3-1 所示，此一分析是利用 Levin 的圖形功能性，分類國中自然與生活科技 3, 4, 5, 6 冊課本出現圖形比例，課本實驗、例題、活動圖片除外，只針對課本內容出現圖片做整理。

根據上述統計結果，可以得知，理化教科書中課文介紹圖片不在少數，其中以表徵類的圖形居多（59.06%），其次是解釋類的圖形（20.79%），再來是組織類的圖形（16.89%），不同圖片具有不同特性與功能。並從預試的過程中，學生對圖形的反映以及學生認知能力與圖形的表現方式，故本研究以探討「感應起電」單元中，國三學生讀圖理解情形為何？作為研究的主題。

表 3-3-1 利用 Levin 的圖形功能性分析理化教科書圖片的類型

書名	版本	表徵類	組織類	解釋類	轉化類	裝飾類	該冊圖片總數
		圖片數目 比例(%)	圖片數目 比例(%)	圖片數目 比例(%)	圖片數目 比例(%)	圖片數目 比例(%)	
自然與 生活科 技(三)	N 版	108 67.08%	22 13.67%	27 16.77%	0 0	4 2.48%	161
	K 版	83 54.25%	23 15.03%	43 28.11%	0 0	4 2.61%	153
	H 版	126 57.27%	58 26.36%	30 13.64%	0 0	6 2.73%	220
	平均	59.53%	18.35%	19.51%	0	2.61%	178
自然與 生活科 技(四)	N 版	86 67.19%	20 15.63%	18 14.06%	1 0.78%	3 2.34%	128
	K 版	75 63.56%	14 11.86%	28 23.73%	0 0	1 0.85%	118
	H 版	146 70.53%	39 18.84%	19 9.18%	0 0	3 1.45%	207
	平均	67.09%	15.44%	15.66%	0.26%	1.55%	151
自然與 生活科 技(五)	N 版	65 58.04%	16 14.29%	22 19.64%	0 0	9 8.04%	112
	K 版	91 45.46%	33 17.93%	55 29.89%	0 0	5 2.72%	184
	H 版	50 45.87%	21 19.27%	33 30.28%	1 0.92%	4 3.67%	109
	平均	49.79%	17.16%	26.60%	0.31%	4.81%	135
自然與 生活科 技(六)	N 版	80 68.38%	19 16.24%	16 13.68%	1 0.85%	1 0.85%	117
	K 版	69 59.48%	15 12.93%	32 27.59%	0 0	0 0	116
	H 版	95 51.63%	38 20.65%	42 22.83%	2 1.09%	7 3.80%	184
	平均	59.83%	16.61%	21.37%	0.65%	1.55%	139
總平均		59.06%	16.89%	20.79%	0.31%	2.63%	151

二、感應起電圖形分析

為探討不同性別及不同學習成就學生閱讀「感應起電」示意圖理解情形，故本研究試圖控制兩個班級的比較基準點，例：兩個班級授課之理化教師皆為同一人，兩個班第一、二次的國文段考成績平均值很接近。基於以上的考量，本研究選擇九年一貫康軒版的自然與生活科技課本中的感應起電單元作為研究主題。

本研究所選取的圖片為民國九十四年之九年一貫國中教材—康軒版 2 下教科書第 116 頁之「感應起電」示意圖，作為本研究比較之版本。對於本研究對象因課程的編排，本應於國二學習的概念將之挪至國三，因此學生於三年級時是未學過的情況。其整個版面縮圖如圖 3-3-1 所示。

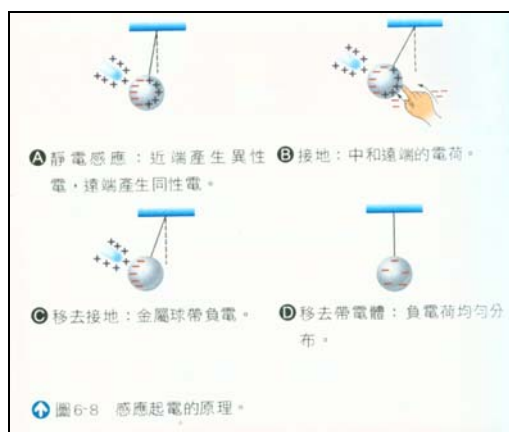


圖 3-3-1 感應起電的原理全版面縮圖

此張圖片整個版面為 A4 大小，大致可分為「圖」、「文字說明」，總共是由四個小區塊組成一張圖。圖形中包含許多成分元素、故將之分為表徵結構、模態、版面配置三方面，分別提出說明：

一、感應起電圖形的理論分析

(一) 整張圖（整體）—時間性分析過程

1. 表徵結構

Kress 與 van Leeuwen (1996) 根據系統功能語言發展出一套圖像的分析架構，以下在論述的過程皆以影像語法稱之。系統功能語言對圖的過程分析中，主要可分為敘述性和概念性結構。而一張圖片可能主要為敘述性或概念性結構，也有可能同時具有這兩種結構的某些特徵。從圖形表徵結構 (Representational structure) 來看這張「感應起電」圖形，主要是以透過逐漸揭露事件來表現感應起電過程，將之分析成連續的階段，並把這個階段看成事物來處理，其過程是以時間線來表現，這是屬於時間性分析過程的特色。此張圖片並非以對稱和樹狀結構或箭號圖式呈現。故此張圖主要是以概念性中的時間性分析過程為主，敘述性中的動作過程為輔的影像圖。

這張示意圖中，由四部分構成整體一張圖，其中的四個部份，分別由符號 ABCD 標示的四張具有順序的小圖所構成，較大的參與者，即「載體 (Carrier)」表現出這個「整體」(例如感應起電過程)；而許多其他參與者，即「屬性 (Attributes)」表現出「部分」(例如帶電體、金屬球、手等等)，所以感應起電整張圖具有「載體 (Carrier)」的功能，而帶正電的帶電體、帶電金屬球、帶電的手等等則具有「屬性」的功能，這些部分構成了這個整體。

本研究將感應起電讀圖理解測驗綜合參考 Halliday 提出的系統功能語法分析圖形的方式與 Kress 與 van Leeuwen 所著「解讀影像 (reading image)」一書中對圖片內各成分元素的分類，將感應起電讀圖理解測驗分為五個向度，分別為「動作者」、「目標」、「屬性」、「載體」和「過程」向度與兩個表徵結構，包括「敘述性結構」、「概念性結構」向度。其中「動作者」向度共有 5 題、「目標」向度共有 4 題、「屬性」向度共有 10 題、「載體」向度則有 4 題、「過程」向度共有 2 題與兩個表徵結構，「敘述性結構」向度有 11 題、「概念性結構」向度有 14 題。

2. 模態 (Modality)

評定模態的標準，是考量影像表徵和肉眼所見的對比關係。當影像表徵與肉眼所見差不多時，稱為高模態 (High modality)。若影像表徵與肉眼所見還要詳細或較不詳細，稱為低模態 (Low modality)。這張圖中因為不只沒有情境 (場景) 而且影像表徵與肉眼所見還要詳細，因此降低了感應起電示意圖的模態。從背景而言，透過「無背景化 (decontextualization)」的手法被表現在空白上，在描繪中少了視覺細節，可以簡化知識內容。另外，在圖形中正負電所使用的顏色，為了強調整個過程中在移動的是負電荷，作者將負電荷以鮮明的色彩表示它的重要性，以及重點所在，相對弱化正電荷而以黑色來標示。低模態在使用時若沒有設計得當，則讀者可能會有理解上的困難，甚至無法意會作者用心及圖形中任一個參與者所代表的意義。

3. 版面配置 (information value)

在感應起電示意圖中，版面主要可分成四個主要的弱框架，分別是左上方「圖 A」、右上方「圖 B」、左下方「圖 C」、右下方「圖 D」四個部分。就框架而言，由於整張圖為時間性分析過程，架框受過程影響，因此周圍選擇無框架，並以空白部分來劃分一系列感應起電過程，即形成較弱的框架版面配置。沒有框架則較能強調整體感應起電的過程。其中四張圖片本身的突顯性 (Salience) 是一樣的重要，分置於四周，因每張圖的大小各佔據四分之一的版面，且顏色突出，金屬球與帶電體皆用藍色、銀色突顯表示，內容的其餘部分是空白為背景。

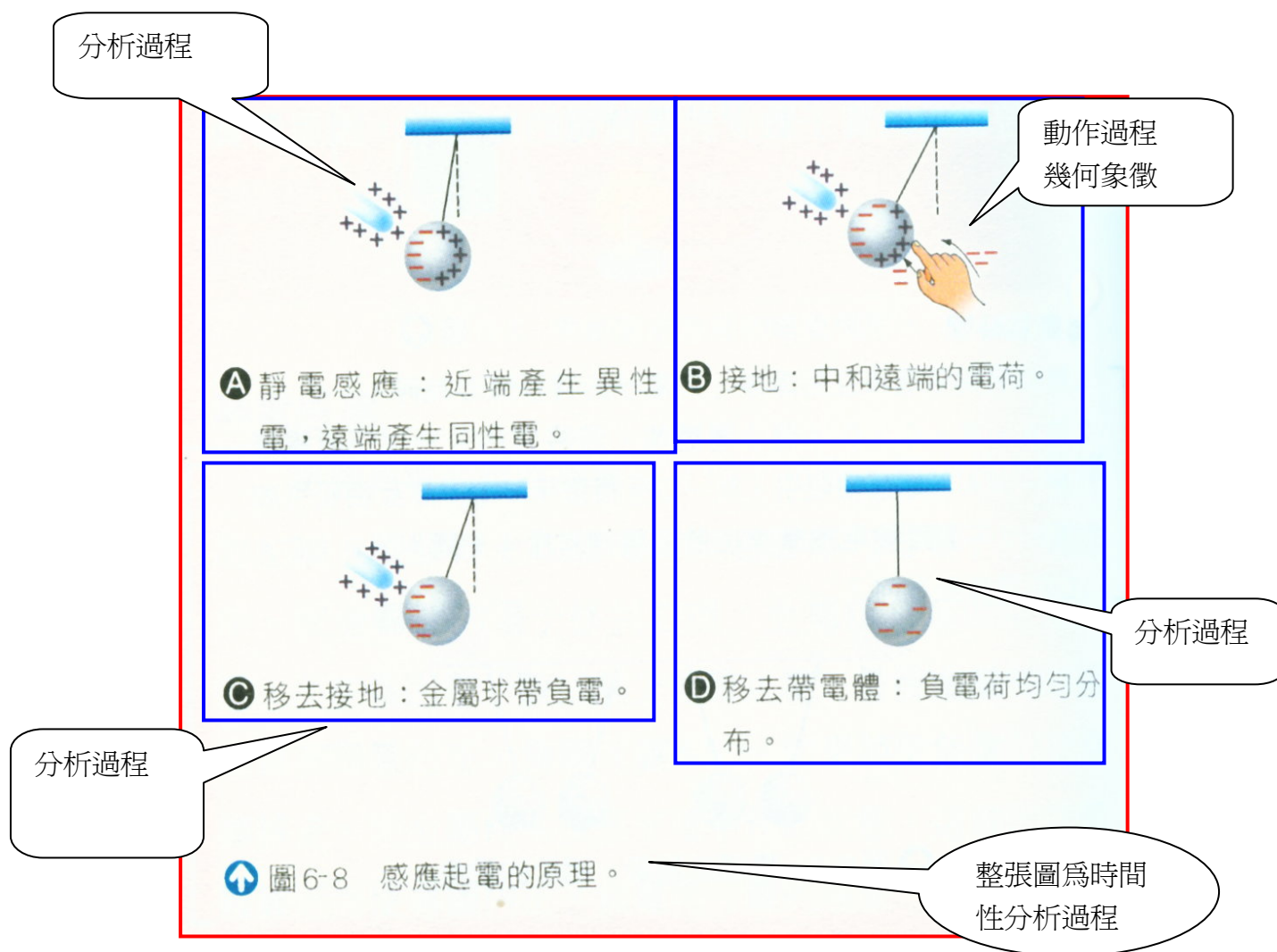


圖 3-3-2 感應起電的原理分析圖

(二) 圖 ABCD (部分)

1. 「圖 B」屬於動作過程：

圖 B 為動作過程，其中動作者為手周圍的負電荷，箭號方向代表過程說明負電荷移動的方向，目標則是箭號指向的參與者-金屬球。另外圖形中斜直線和虛線的夾角形成箭號，將讀者目光引向金屬球的位置，它代表金屬球受左方帶電體吸引而產生變化，且圖 B 的夾角特別大，使學生對此圖形產生迷思。圖形中正負電所使用的顏色，為了強調整個過程中在移動的是負電荷，作者將負電荷以鮮明的色彩表示它的重要性，此種方式屬象徵屬性的關係。

就模態而言，圖 B 中的表徵，唯手所表現出來較符合肉眼所見，屬於高情態表徵。但其中帶電體、金屬球、天花板等元素，作者似乎過於強調在帶電體及金屬球上的受光面與被光面，所以將帶電體與金屬球面向讀者的正中央以白色表徵成受光面，周圍逐漸加深顏色代表被光面，但事實上觀察不可能看到一部分白色，一部分暗色的帶電體與金屬球，故此處帶電體與金屬球表徵屬於低情態、高抽象度的表現。

就框架而言，圖 B 周圍選擇無框架，以空白部分形成較弱的框架版面配置為背景。其中圖 B 頁面上半部放的是一張圖片，圖片本身的突顯性較大，下半部放的是文字說明，在觀念上圖片扮演主導角色，是屬於理想部分，指的是過程的原貌，屬「實證性」；文字說明扮演次要角色，指以文字當媒介對這些過程認知的詮釋，屬於實際的資料，其重要性是作為輔助說明。

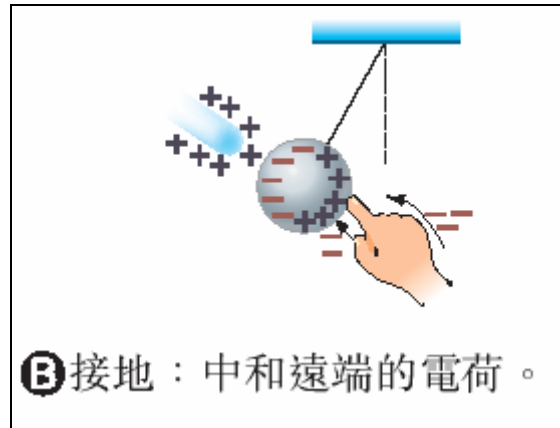


圖 3-3-3 接地：中和遠端的電荷：動作過程圖

2. 「圖 A、C、D」屬於分析過程：

針對圖 A、C、D 中，參與者的角色不是「動作者」與「目標」，而是「載體 (Carrier)」與「屬性 (Attributes)」。就圖 A 而言，參與者金屬球內因為左方帶電體靠近的影響，使金屬球內正電荷分布於球的右端，負電荷則分布於球之左端。比較圖 B 與圖 C 實線與虛線間的夾角變化，角度由小而大再變小，實線與虛線所形成的夾角代表箭號的指示方向。對於圖 C 金屬球內正電荷消失，附屬於金屬球上的正電荷屬性消失，此時金屬球是由負電荷屬性賦予意義。另外，移去帶電體後圖 D 這張圖是載體，構成這張圖中的帶負電的金屬球、實線、天花板等皆為其屬性。

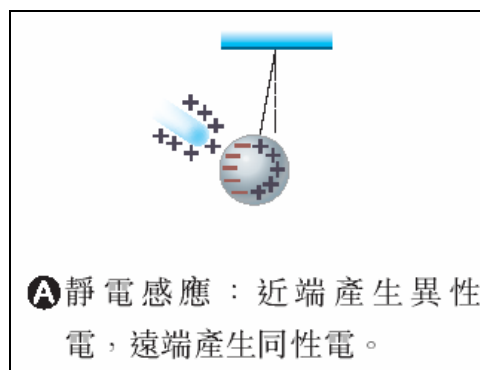


圖 3-3-4 靜電感應：分析過程圖

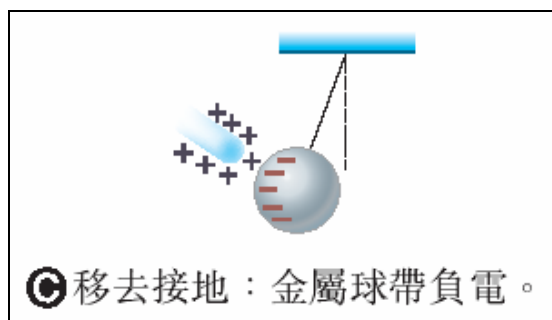


圖 3-3-5 移去接地：分析過程圖

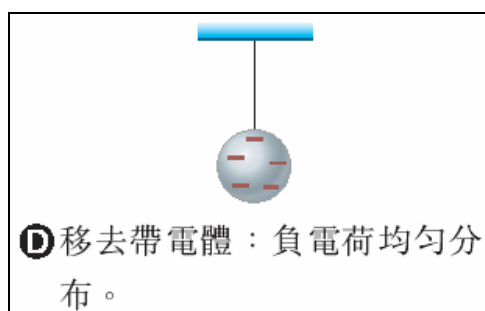


圖 3-3-6 移去帶電體：分析過程圖

第四節 研究工具（II）—測驗工具與晤談內容

本研究所需要的研究工具包括「感應起電讀圖理解測驗」、「圖形閱讀路徑問卷」、「讀圖文習慣問卷」和「半結構式晤談」等，分別說明如下：

一、感應起電讀圖理解測驗

（一）效度〈validity〉

1. 專家效度

本研究之感應起電讀圖理解測驗，內容經三位自然科教師和一位科學教育學者作專家效度，試題之雙向細目表與修改情形如表 3-4-1 和表 3-4-2 所示。此感

應起電讀圖理解測驗經國三學生 32 人預試後，內在一致性 0.64。經專家修改與預試後，題目維持原來 26 題。本測驗正式施測為 72 人，內在一致性為 0.77。(感應起電讀圖理解測驗可參見附錄三)

2. 內容效度

本研究感應起電讀圖理解測驗之雙向細目表，係依據 Kress 與 van Leeuwen, (1996) 對圖形的分類，將圖片分為元素成分分類及圖形表徵結構，在感應起電讀圖理解測驗中，動作性過程總題數共 11 題，其中成分元素包含動作者 5 題、過程 2 題、目標 4 題；分析性過程總題數共 14 題，其中成分元素包含屬性 10 題、載體 4 題，總共感應起電閱讀理解測驗共 25 題。

表 3-4-1 感應起電讀圖理解之雙向細目表

元素成分 表徵結構		動作者	目標	屬性	載體	過程	題數
敘述性結構	動作	5、25、	14、17、	0	0	0	11
	過程	11、19、 23、	18、20、				
	幾何 象徵	0	0	0	0	16、24	
概念性結構	分析 過程	0	0	2、3、4、 6、7、8、 12、13、 15、22	9、 10、 21、26	0	14
題數		5	4	10	4	2	25

表 3-4-2 綜合四位專家教師評閱結果，進行感應起電讀圖理解測驗修改情形

題號	修改情形	題號	修改情形	題號	修改情形
1	用詞修改	10	用詞修改	19	題幹修改
2	無	11	用詞修改	20	用詞修改
3	無	12	題幹修改	21	用詞修改
4	用詞修改	13	題幹修改	22	用詞修改
5	無	14	無	23	用詞修改
6	無	15	用詞修改	24	用詞修改
7	無	16	用詞修改	25	無
8	用詞修改	17	題幹修改	26	無
9	無	18	題幹修改		

3. 建構效度

本研究將資料經由因素分析得到之效度為建構效度 (construct validity)，是指各題目能夠測量到理論上的建構或特質的程度，建構效度就是根據變項之間的輯關係而形成的，並採用最大變異數轉軸法，萃取特徵值大於 1 的項目，由表 3-4-3 可得，Bartlett 球形檢定為 <0.001 ，小於顯著水準 0.05，KMO (Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy; KMO) 係數值為 0.673，顯示各變項因素有顯著的關係，且適合進行因素分析，具有一定的效度，由表中也可看出五項主要因素的負荷量皆很高，感應起電圖形理解測驗資料為足以代表本研究資料的主要因素。

表 3-4-3 各變項因素分析負荷量及 KMO 與 Bartlett 檢定表

	成份及負荷量值				
	因素 1	因素 2	因素 3	因素 4	因素 5
題 2 後	0.769	-0.753	-0.447	0.123	-0.088
題 3 後	0.869	-0.375	-0.247	0.213	-0.188
題 4 後	0.792	-0.039	0.120	0.112	-0.015
題 5 後	0.386	-0.070	-0.117	-0.450	0.739

題 6 後	0.678	-0.231	-0.035	0.068	0.236
題 7 後	0.711	0.123	0.146	-0.504	0.034
題 8 後	0.870	0.134	0.329	-0.109	0.223
題 9 後	0.273	0.114	0.889	0.239	-0.007
題 10 後	0.322	0.148	0.814	-0.186	0.023
題 11 後	0.179	0.125	-0.061	0.009	0.791
題 12 後	0.905	0.156	0.160	0.021	-0.294
題 13 後	0.679	-0.082	0.084	0.216	-0.198
題 14 後	0.082	0.882	-0.025	-0.040	-0.033
題 15 後	0.729	-0.317	0.267	0.045	0.222
題 16 後	0.163	-0.048	-0.141	0.844	0.173
題 17 後	0.107	0.745	0.131	-0.146	-0.288
題 18 後	0.101	0.638	-0.386	0.140	0.148
題 19 後	0.206	0.320	-0.083	0.119	0.871
題 20 後	0.155	0.795	-0.127	0.295	0.025
題 21 後	0.344	0.198	0.787	-0.361	0.013
題 22 後	0.992	0.246	-0.120	0.149	0.288
題 23 後	0.090	-0.007	-0.357	0.379	0.713
題 24 後	0.134	-0.032	0.029	0.891	0.076
題 25 後	0.074	-0.026	0.267	0.170	0.921
題 26 後	0.213	0.220	0.784	0.184	-0.212
KMO 係數值	0.673	Bartlett 檢定顯著性		<0.001	

由上表的因素負荷矩陣的結果，將之分類命名五個因素。

表 3-4-4 因素分類與題號之關係表

因素分類	題號	元素成分分類
因素 1	2、3、4、6、7、8、12、13、15、22	屬性
因素 2	14、17、18、20	目標
因素 3	9、10、21、26	載體
因素 4	16、24	過程
因素 5	5、11、19、23、25	動作者

(二) 信度 (Reliability)

1. 重測信度 (test-retest reliability)

分析結果顯示前測與後測的相關係數為 0.70，且 P 值 $.000 < .05$ ，由此可知前測與後測具有內部一致性。

表 3-4-5 前後測分數之相關係數表

	前測	後測
Pearson 相關		0.703
前測 顯著性 (雙尾)		*0.000
個數		72
Pearson 相關	0.703	
後測 顯著性 (雙尾)	*0.000	
個數	72	

* $P < .05$ 達相關顯著。

二、圖形閱讀路徑問卷

本研究以「感應起電」示意圖進行學生對於圖形參與者的分解。此問卷主要是以讀圖順序為主，學生將最先讀到的參與者至最後讀到參與者全部圈起來，利用實線將圖形中所有參與者依序連起來，共有五張圖形。其問卷時間為 10 分鐘。

三、讀圖文習慣問卷

本研究以學生使用理化課本的習慣來瞭解理化課本中的圖片對學生的重要性。此問卷主要有 13 題，問卷時間 10 分鐘。內容以「學生閱讀圖形順序的情形」、「學生對於使用圖片的頻率」、「學生對於標題的互動情形」、「學生閱讀圖片與文字互動情形」、「學生對於本身閱讀理解的自省情形」、「學生對於圖片出現的頻率」、「學生對於教師使用圖片的情形」、「學生對於理化圖片使用價值」、「學生對於不同科目圖片比較情形」等作為瞭解學生對理化課本使用的習慣標準。正式施

測人數為國三學生 72 人。

四、半結構式晤談

本研究針對每位學生晤談時間約 10 分鐘，主要將重心放在學生對於圖形內元素的拆解與理解情形和版面配置、模態表現的觀感。故本研究之訪談問題方向如下所示：

1. 請問你知道這是一張說明什麼概念的圖片嗎？你從哪裡得知？
2. 請問這張圖片中包含了哪些東西？
3. 請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？為什麼不懂？
4. 請問為什麼圖 C 中金屬球內正電不見了呢？
5. 請問你覺得這張圖裡的擺放順序恰不恰當？若不恰當，你認為要怎麼擺放才好？
6. 請問圖 B 中箭號代表什麼意思？你覺得箭號放在這裡的位置恰當嗎？若不恰當，應該放在哪裡呢？
7. 你認為這張圖裡每一樣東西和背景所搭配的顏色濃度恰不恰當？若不恰當，你認為要怎麼配才好？

第五節 資料收集

本研究收集的資料包括「準實驗量化研究」中的感應起電讀圖理解前測、感應起電讀圖理解後測、閱讀歷程問卷、讀圖文習慣問卷，和「質性研究」的訪談紀錄。收集過程如下：

一、準實驗量化研究

- (一) 研究者選擇任教班級中兩個國三班，進行感應起電讀圖理解前測，於學生

完成前測之後，將題本收回，同一時間發下 25、26 兩題測驗，讓學生完成。

(二) 於學生學習過感應起電概念後二週，進行感應起電讀圖理解後測，於學生完成後測之後，將題本收回，同一時間發下 25、26 兩題測驗，讓學生完成。

(三) 考量學生受測情形，故於感應起電讀圖理解測驗之後，在適切時間內進行閱讀歷程問卷，先說明閱讀歷程規則後，發予學生進行 10-15 分鐘時間施測。

(四) 於適切時間內，再發下學生讀圖文習慣問卷施測。

(五) 資料回收之後，將各項資料分別依受試者學校、班級、座號、性別與答案等資料鍵入 SPSS 檔案，以便進行統計分析。

(六) 資料鍵入後，首先進行逐份檢查動作，剔除只做前測或後測、填答亂寫等視為無效問卷。本研究總計施測人數為 72 人，而確認前測、後測、讀圖歷程問卷與讀圖文習慣問卷五份問卷後，同時有效的問卷共有 72 份。

二、質性研究

考慮受試者方便與上課時間關係，訪談時間於中午午休時間。本研究之訪談對象一共選取 12 位學生進行一對一半結構晤談，晤談受試者對圖形觀感的過程，利用錄音機全程紀錄。

第六節 資料分析

本研究收集的資料包括感應起電讀圖理解前測、感應起電讀圖理解後測、閱讀歷程問卷、讀圖文習慣問卷、一對一半結構訪談紀錄。「準實驗研究」部分，本研究將使用 SPSS10.0 For Windows 版之統計軟體，根據研究問題分別進行次

數分析、描述性統計分析、t 考驗、單因子共變數分析、二因子共變數分析…等統計分析；「質性研究」部分，將訪談內容轉錄為逐字稿，以方便進行分析，其資料分析詳細內容如下：

一、準實驗研究資料分析

（一）次數分析

1. 首先檢查輸入受試者學校、班級、性別、座號、測驗結果，是否有輸入錯誤或重複情形。
2. 統計整體受試者之感應起電讀圖理解測驗的總分、圖形成份元素分類中動作者向度、目標向度、屬性向度、載體向度、過程向度的得分（答對率）與人次分佈。
3. 統計整體受試者在感應起電讀圖理解測驗，關於圖形表徵結構中「敘述性結構」；與「概念性結構」的得分（答對率）與人次分佈。
4. 依受試者兩次段考成績之平均，以每組為總人數的三分之一為準，按照平均分數高低分為高學習成就、中學習成就、低學習成就三組。
5. 統計男、女性別與高、中、低學習成就者之感應起電讀圖理解測驗的總分、圖形成份元素分類中動作者向度、目標向度、屬性向度、載體向度、過程向度的得分（答對率）與人次分佈。
6. 統計男、女性別與高、中、低學習成就者之感應起電讀圖理解測驗，關於圖形表徵結構中「敘述性結構」；與「概念性結構」的得分（答對率）與人次分佈。
7. 統計高、中、低學習成就者之閱讀歷程問卷頻率人次分佈。
8. 統計高、中、低學習成就者與讀圖文習慣問卷關係與人次分佈。

（二）相關分析

以 Pearson 積差相關分析及 Scheffe 事後檢定表分析各個變項之間的相關性，變因包括學習成就、前測整體、後測整體與各向度總分等。

(三) t 考驗

以 t 考驗分析男、女性別與高、中、低學習成就者閱讀感應起電圖形前、後測是否有顯著差異，以檢驗性別整體與不同學習成就受試者閱讀理解影響情形。

(四) 單因子共變數分析

分別針對整體感應起電讀圖理解測驗；圖形成份元素分類中「動作者」向度、「目標」向度、「屬性」向度、「載體」向度、「過程」向度進行單因子共變數分析。即以「性別」之男女面向及「學習成就」之高、中、低面向為自變項，感應起電閱讀理解測驗之「後測總分」為依變項，「前測總分」為共變數，分析學習成就對學生讀圖理解的影響情形。

二、質性研究資料分析

將訪談內容轉錄成文字後，就訪談的問題類型進行轉錄內容的分類。並就不同高中低學習成就的學生進行訪談回應比較分析。