

第四章 研究結果與討論

本章旨在呈現本研究的發現，共分四節。本研究共收集台灣自民國 51 年來課程標準四次修改，及課本編修的部編版共六本，民國 95 年依據課程綱要修訂的審定版—南一初版社的國民中學自然與科技課本（簡稱南一版）、康軒初版社的國民中學自然與科技課本（簡稱康軒版）、翰林初版社的國民中學自然與科技課本（簡稱翰林版），等九個版本的文本來分析。

本研究的想法是，如果任何文本的意義是依文本及人的互動及解讀而決定，那麼不同的時代背景就會有不同的科學對話，因此研究，在不同的課程標準之下，圖片的使用有什麼變化？圖片和文字內容知識有何關係？圖片的意旨何在？圖片和讀者的關係為何？圖片和文字的配合情形如何？傳遞的訊息是否相符？故本章分四節討論，第一節為歷年教科書電學單元內容及圖片使用情形，第二節為歷年圖片和讀者的互動關係變化，第三節為歷年電學單元圖片的視覺語法分析，第四節為歷年電學單元的圖文配合情形：

第一節 歷年教科書電學單元內容及圖片使用情形

為了解自台灣民國 51 年有國民中學課程標準以來圖片的使用情形，統計各版本的圖片數量，圖片的統計以圖標為主，排除扉頁、重點整理的圖片、及單元標題中修飾性的圖片後，將圖片分為兩大部份統計：實驗活動、文本內文。

因民國 51 年理化教科書文本中實驗的內容不是介紹步驟，而是以原理的講解為主要目的，因此圖片還是輔助實驗內容的文本，有概念分析的意涵（如下圖 4-1-1），因此在本研究中，是將民國 51 年課本的實驗及其圖片列入文本知識內容中一起探討，未列入操做實驗的統計。



圖 4-1-1 民國 51 年理化課本的實驗具有陳述科學知識的意涵，而非實驗操作的程序

南一版的「討論教室」、康軒版的「探討活動」、翰林版的「活動與觀察」雖是屬於課室小活動，但也屬於動手操作的探索活動，故是將這些單元的圖片列入實驗活動統計。

統計結果如下表：

表 4-1-1：歷年電學單元圖片使用數量統計

版本	初中理化 51	國中物理 57	國中物理 60	國中理化 72	國中理化 80	國中理化 83	康軒	南一	翰林
實驗活動	(併入內文統計)	11	7	15	16	14	11	17	10
文本內文	27	25	24	30	31	55	45	56	64
圖片總數	27	36	31	45	47	69	56	73	72

從表 4-1-1 中圖片總數統計可以發現，自民國 51 年以來的教科書圖片的使用數量有增加的趨勢，數量主要增加的來源是文本內文的部份，然而從實驗活動的圖片使用數量來看，似乎是沒什麼規則，但因歷年實驗活動次數不一，故將於後面再討論。

教科書圖片數量增加也有可能是內文知識內容增加的影響，於是將各實驗活動及單元內容的使用圖片分別統計如下，表格中以灰色的網底表示當時版本所有的活動或內容，表格中的數字即為所使用圖片的數量，空白的部份則表示沒有此單元主題及圖片的使用。


(一) 歷年實驗活動用圖統計：

表 4-1-2：歷年實驗活動用圖統計表：

	國中物 理 57	國中物 理 61	國中理 化 72	國中理 化 80	國中理 化 83	康軒	南一	翰林
串、並聯	1	1			4			
電流測量-使用 燈泡	1	1						
電流測量-使用 安培計	1	1	3	4	3	4	5	2
電壓測量	1		3	5	3		5	2
電壓與電流	2	2	1	1	1	1	1	1
摩擦起電	1	1				2	3	1
感應起電	1	1						
驗電器	1		6	6				
導體上電的分 布	2							
二極體的電流 電壓			2					
電流的熱效應					1		3	2
短路					2	2		2
其他活動						2		
圖片總數	11	7	15	16	14	11	17	10

從表格中可以看到每個活動內容一定都會搭配到一張示範圖片，民國 57、61 年教科書每一實驗活動的使用圖片最多兩張，民國 72 年後的版本示範圖片是增加的，圖片為什麼會增加呢？什麼地方改變了？以下列出歷年電學實驗的基礎活動—電流的測量—的用圖來說明：

表 4-1-3：歷年「電流測量」實驗活動用圖：

版本	用圖	說明
國中物理 57		1、自然寫實模態 2、單張用圖，示範儀器架設藍圖
國中物理 60		
國中理化 72		1、介紹安培計及其符號 2、科學技術模態 3、配合步驟顯示儀器架設方式
國中理化 80		1、介紹安培計 2、自然寫實模態 3、搭配步驟流程示範儀器架設方式 4、最後一張以寫實模態搭配科學技術模態呈現
國中理化 83		1、以科學技術模態呈現 2、搭配實驗步驟流程顯示儀器架設相對位置
康軒		1、自然寫實模態呈現串聯、並聯連接方式 2、步驟流程以科學技術模態方式呈現

南一		<ol style="list-style-type: none"> 1、自然寫實模態搭配科學技術模態 2、真實儀器位置配合科學技術符號相對位置 3、搭配實驗步驟流程顯示儀器架設方式
翰林		<ol style="list-style-type: none"> 1、自然寫實模態搭配科學技術模態 2、真實儀器位置配合科學技術符號相對位置 3、搭配實驗步驟流程顯示儀器架設方式

除民國 72 年及民國 80 年的版本是在活動中介紹安培計的構造及使用方式，歷年實驗活動用圖主要呈現實驗儀器架設方式，民國 57 年及 61 年的實驗用圖多以器材架設的藍圖呈現，再讓讀者以此為基礎推敲下個步驟的儀器擺設位置，民國 72 年的實驗用圖會配合步驟流程，一一呈現儀器不同的擺設方式，呈現的方式有自然寫實模態（如民國 80 年），也有科學技術模態（民國 72 年及 83 年），更有自然寫實模態搭配科學技術模態兩種模態一起出現（康軒、南一、翰林等三個審定版），甚至南一版及翰林版的儀器擺設還配合簡單電路符號的表達方式，和符號的相對位置相同。民國 72 年後，因為有配合步驟流程呈現不同的儀器擺設圖片，雖然實驗活動減少，但圖片總數並沒有跟著減少。

(二) 文本單元內容用圖片統計：

教科書會因為所要敘述的內容不同，而有不同的圖片使用，其不同內容的使用圖片數量，統計如下表：

表 4-1-4：歷年文本用圖統計表

單元主題	初中理化 51	國中物理 57	國中物理 61	國中理化 72	國中理化 80	國中理化 83	康軒	南一	翰林
物體帶電	4	2	2	1	1	1	3	7	4
物體起電	4	2		2	2	1	3	3	1
庫倫 靜電力				2	1	1			2
導體、 絕緣體			2	1					1
雷電、 避雷針	2	1		1	2		2		
電場	2	2		3					
導體上電 的分布	6	7		1	1				
電容		3		1	1				
二極體				3	1	1	1		3
用電安全	1					3		1	3
電流	1		2	5	7	8	5	7	9
電阻	2	4	2			3	3	3	3
電位	2			6	8	3	4	7	10
電流電壓 關係				1	1	2	4	3	1
電路	2	4	10	3	4	15	8	6	14
電流熱效應	1		3			1		6	4
安培計			2		1	4	2	1	3
伏特計			1		1	3	2	1	1
其它 生活用品						6	6	7	3
電力輸送						3	2	4	
科學家									2
圖片總數	27	25	24	30	31	55	45	56	64

從表中我們可以看到沒有單元主題的內容，就不會有圖片的使用，就算有單元主題，也有可能沒有配合使用的圖片，在科學教科書上，圖片的使用主要還是居於輔助文字的角色。

在單元內容主題上，歷年各版本都會有的主題為：物體帶電、物體起電、導體及絕緣體、電流、電阻、電位、電流與電壓的關係、電路、電流熱效應、科學家等十個單元。其中又以物體起電、物體帶電、電流、電路、電阻、電位等六個主題，在歷年各版本的圖片使用率最高，足見這幾個主題的重要性及抽象性。

民國 51 年~民國 80 年的版本圖片使用上約略在 30 張左右，至民國 83 年後各版本其用圖數量都超過 45 張，主要原因是在其他生活用品及電力輸送、科學家等三個主題的使用圖片增加，其中其他生活用品及電力輸送兩個主題剛好是比較貼近生活實用性的教學目標。

從表中可見，電學單元的主題數量並未增加，使用圖片總數卻是有增加的趨勢，而且近代版本（民國 83 年後）幾乎每個主題都有圖片搭配，顯示圖片在文本上的使用地位越來越重要。

小結：

不論是在實驗活動或是文本知識內容部份的用圖數量都有增加的趨勢，實驗活動的用圖有介紹活動步驟程序性的功能，因此近代實驗活動的用圖多會以科學符號及真實情境的圖片並列，並以位置邏輯性的方式將真實情境的電器及線路排列的和科學技術表達的簡單電路符號一樣，並且在實驗流程方面也開始以圖解的方式呈現。

在文本知識內容方面，圖片仍然輔助文字部份為主，歷年來雖然文本知內容單元一直變化，單元知識內容份量減少，但圖片的總數量卻是增加的，足見圖片越來越受重視，民國 83 年後文本開始加入一些常見生活用品，使文本不僅是純粹理論科學，讓文本更貼近讀者的生活世界。

第二節 歷年圖片和讀者的互動關係變化

民國 80 年開始有彩色照片出現在理化課本中，民國 83 年開始在一些繪圖上加上色彩，開放審定版後黑白圖片就開始變得很稀有了。色彩的加入，可以增加感官的刺激，讓閱讀者在閱讀書本時賞心悅目，這是理化課本在民國 72 年課程標準頒布後的編修上一個最大的改變，也許是因為印刷技術進步，使編者可以在視覺的傳達上展現對讀者的體貼，也或許是潮流的改變，以學生為主的觀念抬頭，讓文本圖片的設計愈趨活潑。而在圖片和讀者之間的互動是否也是如此呢？

影像主要有兩種—客觀影像及主觀影像，一般科學圖片都是表現客觀態度的角度，歷年來在原理說明或解釋的圖片上，都是以事物正面的角度（圖 4-2-1）和閱讀者交流，這種角度就像閱讀者直接正面觀察的角度，是用來表現客觀的知識態度，如圖 4-2-2 這樣圖片就好像是說「這就是電流在通路及斷路中的差別，在通路中有電流移動，在斷路中則無」，告訴讀者「這就是它運作的方式。」，不論在那裏或是什麼時候，影像中的道理是不會改變的，就是閱讀者現在看到的樣子。

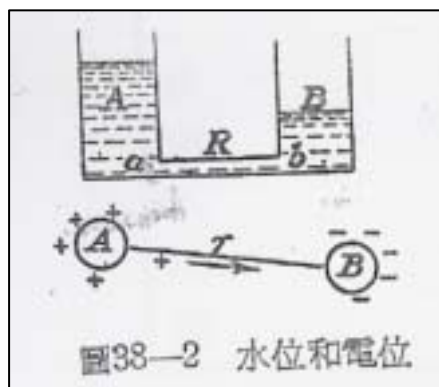


圖 4-2-1：以正面角度
表現「這就是我們看到的樣子」
（新標準初中理化）

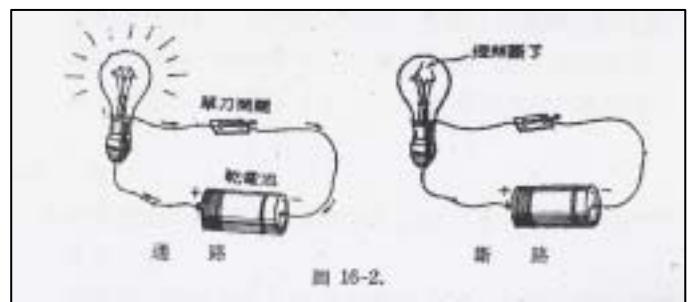


圖 4-2-2：圖片表現「電流在通路，
及斷路中的差別」
（65 年物理）

一直以來，科學文本中的科學圖片多採正面且平視的角度，以顯知識超然獨立且客觀的立場，但在資料收集的過程中，研究者也觀察到一些圖片在互動方式的改變，如民國 51 年的新標準初中理化（圖 4-2-3）的「棒因摩擦而帶電」圖，以讀者在正面觀察的角度「呈現」棒子被摩擦後會吸引小紙片的帶電現象，這樣的畫面讓讀者處在觀察的角度，採用近社會距離，彷彿這樣的動作就在讀者前面，演示事件給讀者看，而讀者就只是觀察，同樣是摩擦生電的動作，民國 92 年康軒版（圖 4-2-4）的圖片互動方式就不同了，圖片畫面的角度是由上往下拍攝，讓讀者在高角度有較大的權利，畫面中兩隻分別拿著吸管及衛生紙的手，就像是讀者看自己在動作一般的角度，使讀者和圖片有最大的涉入關係。

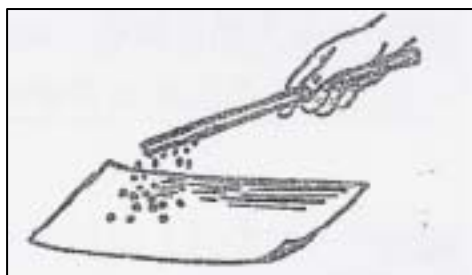


圖 4-2-3：圖片畫面讓讀者處於觀察的角度
（新標準初中理化）



圖 4-2-4：圖片畫面讓讀者處於操作的角度
（92 康軒）

主觀影像的觀點會依閱讀者的立場來選取，和客觀的原理解說圖不同，客觀的圖片影像不會和閱讀者有眼神的互動，在角度的使用上不是直接正面角度就是由上往下的角度，就像是觀看者在觀察實物時的角度位置。而主觀影像則多出現在教科書中自然真實的影像，互動觀點會影射閱讀者對再現參與者主觀態度的可能性。

民國 83 年開始的版本是科學圖片發展的轉捩點，除了彩色圖片大量出現，及圖 4-2-4 的自然真實圖片除了讓讀者在客觀的角度觀察，圖片和閱讀者間也開始有了「接觸」，在互動的模式中，「接觸」是讀者和圖片參與者眼神的接觸，在

以往科學文本中這是極為罕見的，像南一版（圖 4-2-5）的摩擦生電實驗在氣球上加入笑臉跟生氣的臉，雖然這樣的方式是「呈現」物體帶電時會產生的相吸或相斥的現象，圖片的被表現參與者和讀者間沒有眼神的互動，不像圖 4-2-6 中的人物和閱讀者的眼神有「接觸」，似乎和讀者四眼交集，可以使讀者和圖中的再現參與者產生感情的聯繫，然而無論圖片是眼神沒有直接接觸的「呈現」或是眼神有交集的「接觸」圖片，這樣的圖片可以讓學生在閱讀中產生了情感上的變化，就像 Glover 和 Bruning（1990）曾提及的：這樣以呈現為主的圖片可以讓學生直覺式的閱讀，藉由這些電器相關人、事增加對「電」這門知識的熟悉感。



圖 4-2-5：「呈現」摩擦生電的相吸相斥現象
（92 南一）



圖 4-2-6：圖中人物和讀者有眼神的「接觸」
（92 翰林）

當然圖片這樣的改變，和我國的課程標準變化有著及大的關係，以往我們的自然課程強調重視科學方法的運用、科學概念的學習以及科學態度的培養，但民國 83 年修編的課程標準更強調人與自然的和諧互動，因此以往的教科書圖片所呈現的圖片和讀者間的互動就不如民國 83 年後的圖片，如民國 57 年物理（圖 4-2-7）及民國 61 年物理（圖 4-2-8）的機器圖不是以水平的角度，而是分別以左傾及右傾的角度和讀者互動；民國 83 年（圖 4-2-9）及民國 92（圖 4-2-10）年南一版的儀器用圖就水平的正面角度和讀者互動，影像可以有水平正面的角度或傾斜角度的觀點。

這兩個角度主要差別在讀者和被表徵參與者間是分離還是參與的差異，水平角度代表了閱讀者和在被表徵參與者一起參與，好像說「這是我們平常在使用的

隨身聽、電鍋」，而傾斜的角度則好像說「那是科學家他們製作，可以用來起電的儀器」。

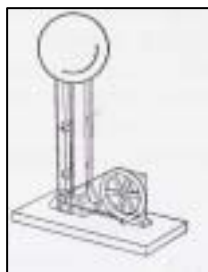


圖 4-2-7：凡達格拉夫起電機，
採左傾的角度和讀者互動
（民國 61 年物理）



圖 4-2-8：感應起電機，
採右傾的角度和讀者互動
（民國 65 年物理）



圖 4-2-9：隨身聽，以正面
角度和讀者互動
（83 年理化）



圖 4-2-10：電鍋，以正面
角度和讀者互動
（92 年南一版）

這種因為角度產生的「他們」和「我們」的差異，出現在民國 72 年課程標準頒布後，「應用於日常生活」的目標使教科書文本也開始出現家中常用到的日常生活電器，而不是只有出現在科學始上的那些實驗教材或儀器，尤其民國 83 年後不僅僅是保險絲、無熔絲開關這樣被關在配電盤中的電器，還出現上圖中生活隨處可見的隨身聽、電鍋、插座、變壓器…等，並且在圖片的互動角度上也顯得有最大的涉入，讓閱讀者對再現參與者產生一種息息相關的聯結態度。

第三節： 歷年電學單元圖片的視覺語法分析

本節主要以視覺語法結構中的敘述性結構及概念性結構來分析歷年「物體帶電原理」、「物體起電原理」、「電流」的視覺語法，以了解歷年這三主題的影像以什麼樣的方式來說，以及影像說明了什麼。

一、「物體帶電原理」圖片的視覺語法：

(一)、民國 51 年物理課本：

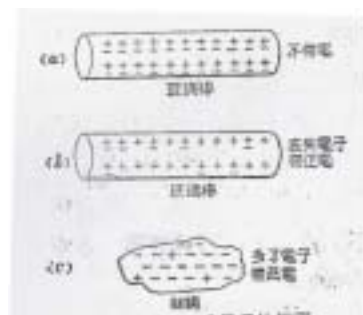


圖 4-3-1：民國 51 年物理課本—物體帶電圖

透過概念分析過程來看，民國 51 年這張物體帶電解釋的圖片有三種解讀的角度：

1、就物體形狀來說、

要表示玻璃棒和絲絹的感覺，以形體邏輯性的方式用圓柱狀代表玻璃棒，不規則圓形平面表示絲絹。

2、就屬性來分析：

(1)正負電荷數的比例：

(a)圖中的玻璃棒這一個載體中，其所有屬性為 22 個正電荷搭配 22 個負電荷，所以這一根玻璃棒不帶電；

(b)圖的玻璃棒有十四個負電荷不見了（或者說多了十四個正電荷），所以玻璃棒帶正電；

(c)圖的絲絹中，有十一個負電荷、三個正電荷所以絲絹為負電。

(2)電荷排列：

(a)、(b)兩個圖正電荷、負電荷的空間是成對搭配，當負電荷移去，空位不被佔走，而正電荷都固定不動，但(c)圖的正電荷、負電荷是交錯排列，正電荷的量比(a)、(b)兩圖少了很多，玻璃棒和絲絹是不同的材質，電荷的安排方式象徵著這是兩種不同材質的物體，但以不同的電荷排列方式來表示不同材質的方式是否合宜？這是值得商榷的。

(二)、民國 57 年國中物理課本：

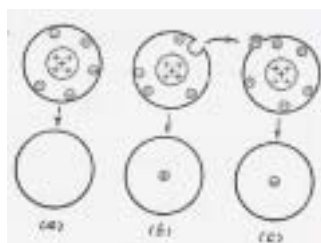
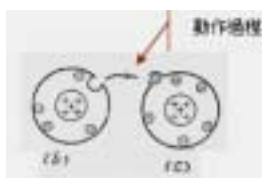


圖 4-3-2：民國 57 年國中物理--

物體帶電解釋


民國 57 年這張物體帶電的圖片以原子構造的角度探討物體帶電的關係：


- 1、圖中以圓形來表示原子的位置邏輯性關係概念，用內外兩圈表示原子結構有兩層，外層為負電，內層為正電荷。
- 2、圖中其中包含一個動作過程，傳達著(b)圖原子外圈有一個空位，意味著負電荷轉移到(c)圖原子中，因此(c)圖原子有一個凸出，利用箭頭表示電子由(b)的空位移到(c)圖原子的凸出上。





3、就屬性來說：

(a)原子有五個負電荷，五個正電荷，所以可以用○來表示

(b)原子有四個負電荷，五個正電荷，所以可以用  來表示

(c)原子有六個負電荷，五個正電荷，所以可以用  來表示

其中  圖裡的箭號（用紅色圈圈內），可以解釋為：“是”
就像在說當原子中外圍的負電荷數目等於原子核中正電荷的數目可以當作是
的  符號來表示。

4、就分類的層面分析：

(a)原子、(b)原子、(c)原子隱含著物質有三種電性的概念：不帶電、帶正電、帶負電。

(三)、民國 61 年國中物理課本：

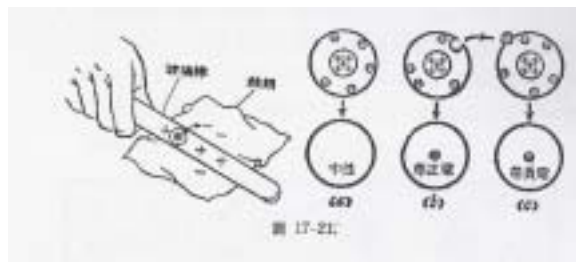


圖 4-3-3：民國 61 年物理—物體帶電解釋

民國 61 年的張物體帶電圖可視為兩個小圖，兩者間為弱框架，表示兩者之間的緊密聯繫關係，說明著因為玻璃棒和絲絹互相摩擦的動作，所以發生了右圖物體帶電的現象。其中右圖的(a)原子、(b)原子、(c)原子其視覺架構和國中物理(57)的圖片差異在原子內多了中文字，原子內的中文字敘述符號的屬性。

而左圖則為形體邏輯性關係，呈現了玻璃棒摩擦絲絹的動作，以“+”的符號代表玻璃棒帶正電的屬性，以“-”的符號代表絲絹帶負電的屬性，其中玻璃棒出現了一個動作過程：在玻璃棒上出現一個原子，用箭頭指向負電，其意思可視為原子的電子移到絲絹。

(四)、民國 72 年國中理化課本：

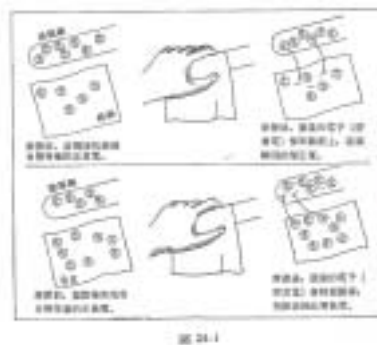
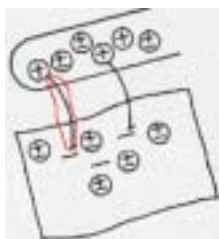


圖 4-3-4：民國 72 年物理一物體帶電解釋

民國 72 年這一張物體帶電解釋圖分成上、下兩個框架，隱含著兩個分類：一個是玻璃棒的電子移到絲絹，一個是毛皮的電子移到塑膠棒（雖然棒子和布の種類不同，這樣做或許是爲了讓學生了解電子不是只會從棒子移到布而已，還要看材質來判斷電子移動情況？！）。

將這兩個框架拆開來看，每一個框架又可分爲三個框架，但這三個爲弱框架，弱框架讓這三個畫面看起來的感覺是相關緊密的，並依時間分析過程將三個框架由左至右排出其因果關係：棒和布原本是中性——用手拿布摩擦棒子——電子轉移，布和棒子因而帶電。

在概念分析上，我們可以看到在玻璃棒(塑膠棒)和絲絹(毛皮)上有相同的電荷表現模式，以 \oplus 來表示電荷，說明玻璃棒(塑膠棒)和絲絹(毛皮)有相同的屬性：他們都是 \ominus 所組成的，再由交錯動作過程說明電子轉移的現象(如下圖)。

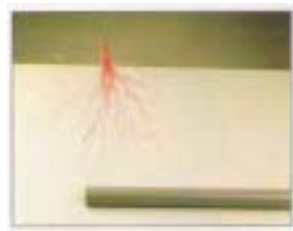


(五)、民國 83 年至今：

到了民國 83 年後的部編版版本及審定版對於物體帶電的解釋，是放在原子結構的單元中和原子及離子的概念一起解釋，於是在電學單元中就沒有出現解釋物質如何帶電的原理解說圖片，而是以帶電物體間所呈現的現象(如下圖)為主。利用兩物之間所產生的向量(小紙片有往梳子動的傾向代表相吸、細絲分離的塑膠絲和塑膠管在垂直角度有一段距離象徵著帶電的現象)，呈現物體帶電會有什麼狀況。



部編版 83 年 3 上



翰林版 95 年 九上

(六)、小結：

在新標準版的圖片中只有談到物質的「帶電屬性」——帶什麼電就是比較所攜帶之正電及負電數目多寡而定，在之後的幾個版本中開始強調負電「轉移」的動作過程。在民國 57 年國中物理的圖片中，還可以看到在微觀下帶電發生的過程——因為電子由「原子外層」的電子轉移到它個原子的這樣的轉移動作過程。

在民國 61 年國中物理及民國 72 年國中理化的版本中，多了一個用手拿布摩擦棒子的動作，利用弱框架連結兩個圖片間的視覺語法，說明電子轉移和摩擦的動作有關。

在民國 61 年國中物理的棒子中四個電荷中，有一顆以原子的形體邏輯敘述電子的轉移情況，可是到了民國 72 年國中理化的版本，棒子的電荷表示方式就一致的以 \oplus 來表示，再加上時間性的敘述過程，讓敘述更為完整：沒有摩擦前，兩者皆正負電荷相等而不帶電，摩擦後因為電子轉移，一個電子多了因此帶正電，一個電子少了因此帶負電。

二、歷屆物體感應起電圖片的視覺語法分析：

民國 60、65 年物理課本是在實驗活動中，藉由活動中的步驟，讓學生自己推演感應起電的狀況，雖然有示意圖的呈現，但並無文字解說的部份，在文本中配合感應起電的圖片是介紹儀器的原理，其他版本在談到物體起電時是以文本講解如何利用靜電感應來使導體起電的過程，雖無文字但從圖片的參與者在圖組間的變化，本研究仍將之進行解讀的動作。

既然文本是利用靜電感應講解造成物體帶電的過程，圖片的視覺語法就會牽涉到一個時間性分析過程的概念結構，因此歷年的「感應起電」圖片都是以時間性分析過程說明如何利用靜電感應或直接接觸的方式使物體帶電。

感應起電是最常用來說明如何使導體電荷移動而造成靜電的產生，當中也有幾個版本—民國 77 年理化課本、南一版、康軒版也有接觸起電的說明圖片，因為接觸起電和感應起電的視覺傳達方式相同，故在這裡以感應起電的圖片為主要的解讀對象。

(一)、民國 51 年物理課本：

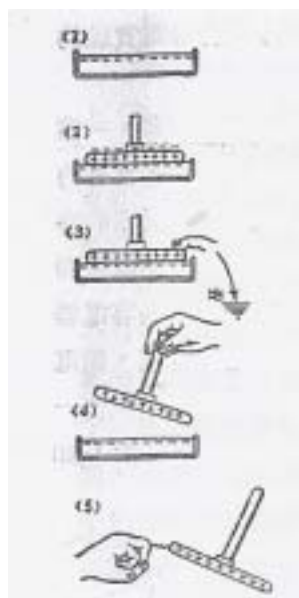




圖 4-3-5：民國 51 年物理--
感應起電

導體為主要被表徵的參與者，利用圖(1)~圖(5)導體上正、負電荷的變化說明如何利用帶負電的起電盤讓導體帶正電，導體上正、負電荷呈現分離在導體兩側，正電荷在導體中、負電荷在導體表面，可以解釋為「因為起電盤帶負電，造成導體中負電荷被排斥而移到導體的另一端。」，正電荷在導體中的相對位置都沒改變，因此也就不必顧慮讀者會將正電荷當作是可移動的物體。

圖(3)手和導體直接接觸，在圖中手部應是電子移動的環境成份，在手部下方有個箭頭指向地板代表電子動作的向量 ，電子這個動作參與者卻被隱含起來， 這一個符號本身是「接地」的符號，這樣的畫面似乎可被解讀成「手接觸導體，再去接觸地板」。

圖(5)中帶正電的導體和手部有一個互動過程，畫面是以閃電的符號呈現放電的情況(如下圖)，但動作者被隱含起來、也沒有箭號，只是象徵著物體已經起電，動作者是誰並不是重點。



(二)、民國 57、61 年物理課本：

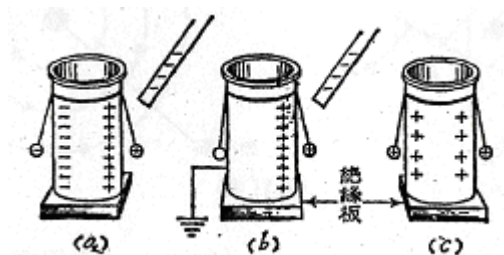


圖 4-3-6：民國 57、61 年物理--
感應起電

民國 57、61 的課本是於實驗活動中提及感應起電的過程，這樣的過程只是要學習如何動作讓一個物體如何導電，文本中僅僅僅由三個小句--觀察 10 的結果，顯示帶電體移近一金屬物體時，金屬物體會成為帶電體。這種現象稱為「感

應起電」)--介紹「感應起電」這樣的名詞。

在這三個框架中，右邊有一個帶負電的棒子，從這裡可以推演物體右側帶正電、左側為負電，從兩小球的彈起證明物體已帶電，透過接地（這裡以符號呈現，而不是手！）物體左側的電子不見了，所以左側沒有帶電（從左側小球垂下來證明），當棒子移走，正電均勻分布在罐子兩側，所以帶正電的小球又彈起來了。

這張圖也是看不到動作者，藉由物體上的屬性變化，得知電荷的分布。

（三）、民國 72 年理化課本：

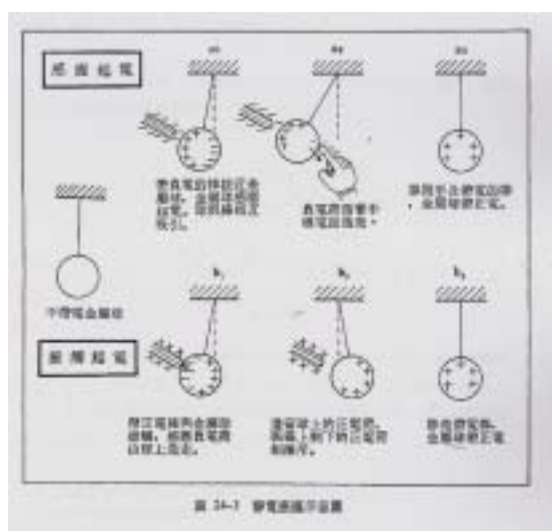


圖 4-3-7 民國 72 年物理--
感應起電

民國 72 年的物體起電圖標題是「靜電感應」示意圖，名為靜電感應但圖片內容談的是利用感應使物體起電的過程，圖片有牽涉到單層分類過程說明起電過程分為二種--「感應起電」及「接觸起電」，但從這兩個起電的過程中看不到靜電感應是屬於哪一個過程。

在感應起電的時間分析過程中，步驟 a2 說明當導體的電荷產生分離時手接觸導體讓電子從手部移到地球，從步驟 a2 到步驟 a3 中手和棒子的動作是有順序的，但圖中並沒有表現出來，讀者需要自行判斷是手先離開？還是兩者一起離開？

這張圖是以導體上電荷的分佈說明導體起電的過程，但是正、負電荷分離而

分佈在導體兩端，在步驟 a3 中導體的表面都是正電荷，原本正電荷分佈在導體左端後來是平均分散在導體表面，這樣的表達方式可以表達導體上電荷分佈在表面的情況。

這張圖除了表現電荷的分佈狀況，還可已見到影像製作者在兩帶電物體間庫侖靜電力表現的用心，步驟 a1 到步驟 a2 及步驟 b1 到步驟 b2 中導體擺動的角度有明顯的差異，步驟 a1 到步驟 a2 因物體的負電荷被手部引導到地球而帶電使兩帶電物體間的靜電力變大，步驟 b1 到步驟 b2 因物體接觸帶同性電造成排斥力，這張圖不止談感應起電過程，還表現導體上電荷的分佈以及說明兩帶電物體間的庫侖靜電力。

(四)、民國 80 年理化課本：

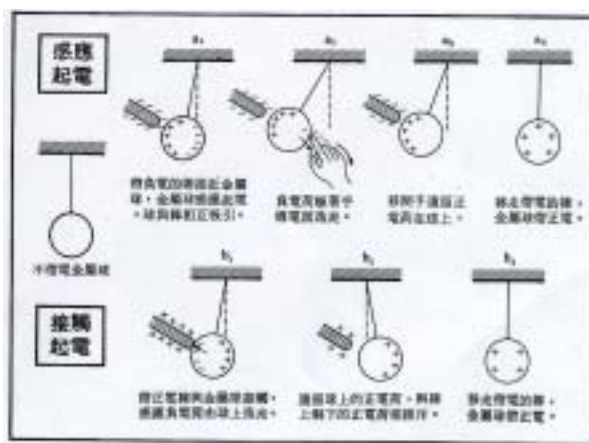


圖 4-3-8 民國 80 年物理--
感應起電

民國 80 年的「靜電感應示意圖」圖片比民國 72 年理化課本圖片多了步驟 a3 過程，讓感應起電的操作順序更詳細，解決了是手部先移開還是棒子先離開的問題。

(五)、民國 83 年理化課本：

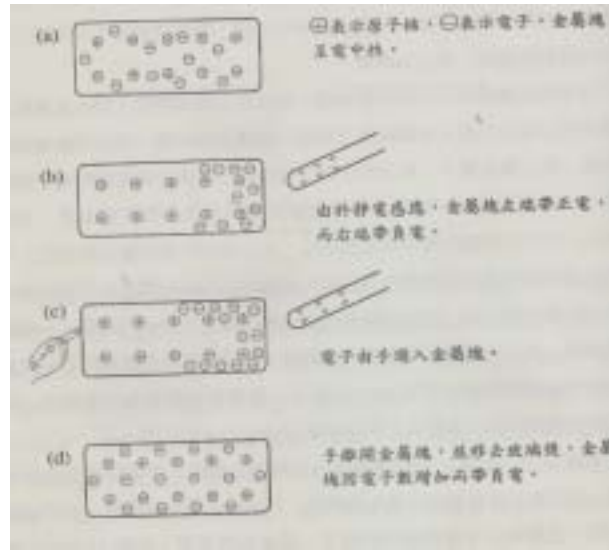


圖 4-3-9 民國 83 年物理--
感應起電

民國 83 年「金屬的靜電感應及感應起電」圖片捨棄了導體表面電荷分佈的概念，將重心擺在物體是由原子所組成的概念，圖中利用幾顆原子核及電子表徵金屬是由原子所組成的，利用不同的操作步驟中自由電子的移動狀況說明起電的方式，其解說的原理主軸在原子核不會移動，會移動的是自由電子。雖然圖片不強調導體表面帶電的狀況，但在步驟 d 中自由電子還是被細心的安排，電子在導體表面環繞，可以解決導體表面帶電的解釋。

步驟 c 到步驟 d 也有民國 72 年「靜電示意圖」一樣的問題，都缺少呈現是哪一個參與者先離開金屬導體的步驟。

(六)、南一版：

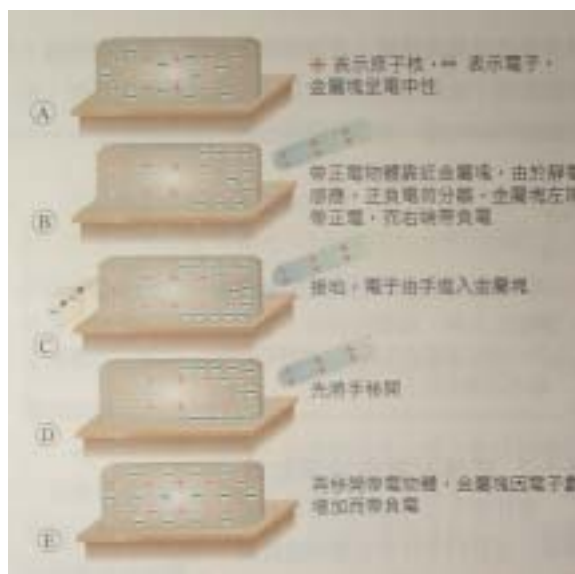


圖 4-3-10：南一版--感應起電

南一版本的「金屬感應」起電圖和民國 83 年「金屬的靜電感應及感應起電」的參與者一樣都是以原子核及自由電子為被表徵參與者。

圖中的步驟 B 在圖說方面加強「靜電感應」的解說，強調正負電荷分離的動作。步驟 C 的圖說有談到「接地」一詞，並且比民國 83 年的版本多了步驟 D 的過程說明在整個動作中手部是先移開的參與者。

(七)、康軒版：

(a)



(b)



(c)



圖 4-3-11：康軒版—(a)感應起電帶負電
 (b)感應起電帶正電
 (c)接觸起電

康軒版的起電圖有四幅，利用圖片詳細說明利用帶電體如何經過靜電感應及接觸的方式讓導體帶正電或帶負電。在民國 72 年及民國 80 年也都曾經有單層分類過程講解讓物體帶電的方式，而康軒版則是將如何利用感應起電及接觸起電讓導體帶正電或帶負電說明清楚，不用讓學生自行想像，這樣的方式雖說可符合靠

記憶學習理化的學生之需求，卻也缺少了讓讀者少了享受科學邏輯推理的樂趣。

圖中的被表徵參與者和民國 72 年的被表徵參與者一樣，是以物體表面的電荷分佈說明起電方式。圖說的部分和民國 72 年的說法不同，民國 72 年的圖說為「遺留球上的正電荷，與棒上剩下的正電荷相排斥」讓人產生正電荷會移動的聯想，而康軒版則簡單說明「移去接地，金屬球帶正電」。另外在康軒版的圖說中「接地」二字後為引號「：」說明「中和遠端的電荷」，和南一版「接地」兩字即為一個小句表示動作的概念不同，康軒版圖說中「接地」二字的意思顯然較南一版的圖說清楚。

(八)、翰林版：



圖 4-3-12：翰林版—感應起電

翰林版的「金屬靜電感應及感應起電」圖也是和民國 83 年及南一版一樣，以原子核及自由電子當作被表徵參與者，另外多了一隻拿帶負電的塑膠棒當動作者。

和民國 83 年及南一版相同，雖然都是從原子核和自由電子的相對位置說明起電動作，但也兼顧到導體表面導電的狀況。

和以往圖片不同，翰林版中先解說電荷的移動狀況，再說明這樣的情況稱為靜電感應，而且步驟 c 中也說明電子是經由手傳到地球，手部的和以往手有動作者的意味不同，翰林版圖片中手部的動作則是環境成分：當作電子流動的通道。

(九)、小結：

1、歷年的電學單元中的「物體起電」圖片皆以時間性分析過程來解說原理，透過正電荷和負電荷位置邏輯性的變化，和一些環境成份的出現順序，解釋如何讓物體起電的過程。

2、民國 51~民國 83 年前，主要以導體表面帶電的觀點解說物體起電的概念，但可能會造成正電荷也是可以移動的誤解，民國 83 年後則加強原子的概念避免掉正電荷也是可以移動的誤解。

3、透過圖的文字解說，加強閱讀者對圖的理解，若使用專有名詞，如「靜電感應」、「接地」若敘述不當，則閱讀者可能會產生另類解讀。

4、「接地」的動作在民國 51、57、61 年的版本中是以符號表示，之後的版本都是以手來代替符號呈現，顯示經手碰觸導體，導體中的電子移動到手或手的電子移動到導體，雖然南一版及康軒版都有提到「接地」，但對電子的動作都僅提到「從手進入」或「中和遠端電荷」，這樣的呈現容易將手解讀為動作者，而翰林版則說明電子由手流向地球，有交代手為電子移動的環境成分。

三、歷屆導線中「電流」流動的圖片視覺語法分析：

(一)、民國 51 年物理課本：

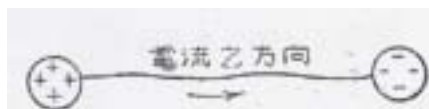


圖 4-3-13：民國 51 年--電流解釋

51 年這一張電流流動方向示意圖用圓圈（攜帶者）加「+」（屬性）代表是帶正電的導體、加「-」代表是帶負電的導體，用一條線（意指金屬線）連接兩物體，依形體邏輯性的概念分析架構呈現參與者彼此相連的方式，代表著它們是相連結的關係。

圖中有一個箭頭，箭頭上方說明這一個箭頭的屬性——這是電流的方向，電流由帶正電的導體移向帶負電的導體，可是我們看不到動作者（電流）本身，電流在這邊被隱含起來了，我們可以把電流解讀成是「+」或其他物質，或許因為電流本身定義的複雜性，所以影像製造者有意（或無意）留給觀看者想像的空間！

(二)、民國 57、61 年國中物理課本：

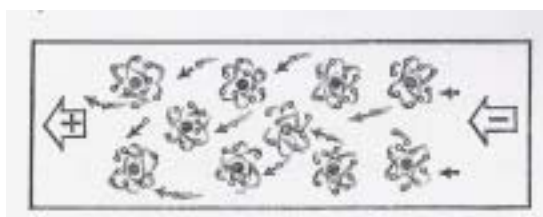



圖 4-3-14：民國 57、61 年--電流解釋

在這張圖片中，外圍的矩形所要傳達的意思是為「導線」，透過原子結構及其外電子（以白色圈圈表示）環繞的形體邏輯敘述方式，表示導線內的物質就是原子，在原子周圍的電子有幾道圓滑的曲線，這樣的幾何表現代表電子在原子核周圍的運動。

在導線內有三種箭號，各有其意義，在電子上的箭頭代表運動方向，也就是說電子受到撞擊後受力的方向，一方面也代表導線上的電子受力後可以離開原子，也就是「自由電子」，在圖中右方兩個黑色的箭頭意義可能代表的應該是電動勢（電位差）的方向，也就是能量傳遞的方向，或是說有電子（或不明物...）撞擊，最後一種箭頭在導線兩端（），這兩個箭頭至少傳達兩個意義，箭頭方向代表電子流方向，箭號內的+、-表示正負極的方向，它所要表達的是：電子流由負極流向正極；亦或是本來是電子流，通過一堆原子後變成電流？電子流（或電流）是導線中原子被電子撞擊後，其電子產生大量流動的結果？這樣的表達方式讓電流的產生有一種漸進式而不是全體移動的感覺。

(三)、民國 72 年國中理化課本：

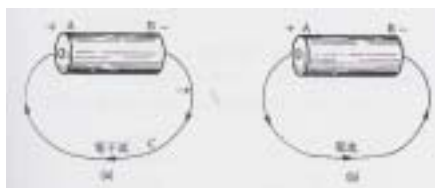


圖 4-3-15：民國 72 年--電流解釋

圖中兩個弱框架顯示兩者間的相關性，也有概念分類的層面：圖(a)有一個動作者 e^- ，表示電子流由電池負極經導線出發到正極，稱為「電子流」；圖(b)則表示是電流由電池正極經導線出發到負極，有趣的是這裡的動作者和箭頭合而為一，並沒有特別加入像 e^- 這樣的動作者，所以電流到底是為何物？存不存在呢？

(四)、民國 80 年國中理化：



圖 4-3-16：民國 80 年--電流解釋

這張關於金屬導體導電的圖片有三個框架，以 (a)、(b)、(c) 表示，以三種不同的方式表達在導線中導電的型態。以圓柱形表示導線，導線中間直線表示要觀察的截面，這個截面為 C，以此線將導線分割為兩個區域：A、B。

(a)圖中導線中有黑色圓圈的原子和白色圓圈表示負電荷（中間標有「-」），負電荷（白色圈圈）有一箭頭，表示是負電荷在動作，雖然運動方向不盡相同，但都指向圖(a)右方，而原子是沒有動作的，因為其上沒有箭頭。

(b)圖的 B 區標示為「+」，A 區標示為「-」，這裡的動作指向由 B 到 A，箭頭

上標示負電荷是參與者；(c)圖 A 區標示為「-」，B 區則無標示，動作指向由 A 到 B，作者為正電荷。在(a)圖中並無標示「+」、「-」，在 (b)、(c) 中有出現，只是 (c) 圖只有標示「-」區，其中的表示法並不一致。而且在圖 (a) 中 A 區正電有 8 個、負電有 6 個、B 區正電有 9 個、負電有 5 個，兩區都顯示為正區，所以這張圖本身就存在很大的問題，連教師在解讀上都出現問題更何況是學生呢？

(五)、民國 83 年國中理化：

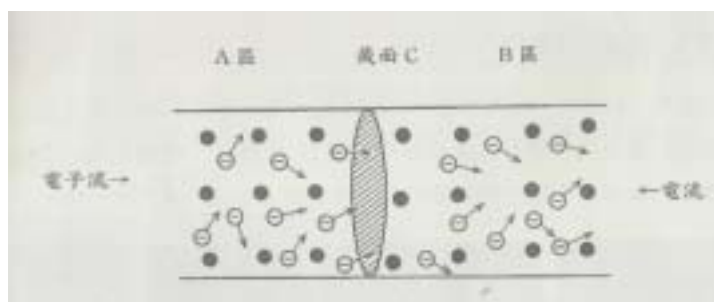


圖 4-3-17：民國 83 年--電流解釋

這張敘述電子流和電流的圖片，和國中理化(72)不同的是導線的兩端非封閉性，再加上斜線的填滿，這樣的表示方式凸顯了截面 C 的存在。A、B 兩區中表示正電荷的黑色圈圈排列的很整齊，製造電荷會動的感覺；代表負電荷的白色圈圈排列比較沒有秩序，在負電荷上有箭號代表負電荷在移動，但在負電荷上的箭號方向都一致的指向右方，在圖中右方標示「電流」的箭頭方向指向左方，圖中

左方標示「電子流」的箭頭方向指向右方，可解讀成電流由右至左方移動，電子流由左至右方移動。

(六)、南一版：



圖 4-3-18：南一版--電子流解釋

南一版是以位置邏輯性概念過程，交代電路中各個電器元件的相對位置關係，在導線中僅見電子的參與，導線中的電子以幾乎相等的距離之箭頭，表現其動作過程，表現導線中的電子是以間隔相等的距離一起移動，經由電池負極出來經過導線、燈泡、再流回電池正極，有週而復始的感覺。

(八)、康軒版：



圖 4-3-19：康軒版--電流解釋

康軒版是以位置邏輯性概念過程交代電路中各個電器元件的相對位置關係，在導線中以箭號本身代表電流的動作過程是由電池正極移動到電池負極，在利用內含性分析過程顯示電子在導線中的移動，顯示這樣的移動叫電子流，而電子流及電流的運動方向相反。

(九)、翰林版：



圖 4-3-20：翰林版--電流解釋

翰林版則是以民國 83 年的視覺影像當藍圖，也是以原子及電子的位置邏輯性概念過程，顯示原子核的不移動性，在電子上加入代表動作過程的箭頭，顯示在導線中移動的物質是電子，在導線兩邊以兩個不同方向的箭頭，顯示電流及電子流方向的不同。

(十)、小結：

在民國 51 年的新標準物理的版本中，其敘述電流的視覺語言非常很簡單，主要就是描述電流由正極「流」向負極。沒有特別強調物質流動的概念。

到了國中物理(57)進入到微觀，我們可以看到一堆粒子的存在，在這個時期，主要表現了導線內部「粒子」運動造成電的流動（或是電造成粒子流動！）。

而國中物理（72）開始文本開始區別電流和電子流兩個名詞的差異，此時電流和電子流的差異在正極、負極出發所造成的流向上的差別；進入國中理化（72 改編版）時，是就粒子相對運動的角度說明電流和電子流的差異，因此還多了兩個框架說明電子流動和電子流動造成電流相對在流動的現象；而國中理化（72 改編版）正電荷的數目和排列狀況並沒有特別設計，到了國中理化(83 改編版)時，正電荷的排列就很整齊，製造正電荷並無流動的觀念。

審定版中南一版不強調電流及電子流的差異，直接表現電子流在導線中等距移動的概念，而康軒版則是以內含性敘述過程突顯電子流的概念。

第四節

歷屆電學單元的圖文關係

一、圖文動、名詞比較：

圖和文之間的關係主要分成三種：文說圖也說、文說圖不說、文不說圖說。這三種關係當中，較容易造成閱讀上誤解的是第三種的情況：文不說圖說，若圖說的比較多，學生在閱讀圖片後於文字中找不到合理的說法，就容易以自己的想法作自我解釋，若圖的表徵剛好也有問題，另有概念焉然形成。Stylianidou、Ormerod、Ogborn（2002）在研究 12 歲學童解讀圖片的時發現學生用自己的理論透視體（theoretical lenses）來詮釋訊息，提出在使用符號/影像時需注意和文字的意義是否相符。

在系統功能語法中描述經驗事件的小句是由單詞所組成的，其中單詞部分的名詞代表實體、動詞代表過程，因此本文在研究文圖配合關係時，只統計客觀可觀察部份的參與者/名詞及動作過程/動詞。

本節主要分析歷屆版本「物體帶電」、「物體起電」、「電流」原理的圖和文配合的情形，文的部份由三位教師共同討論，將文本中的知識內容劃分出來（見附錄一），利用中央研究院的斷詞系統—CKIP 分出名詞及動詞，再將出現的名詞及動詞種類統計出來；圖片方面的動詞及名詞解讀，則根據 Stylianidou 等人及李美滿（2001）的研究顯示學生的閱讀習慣是先字再圖，因此分析主要依據以圖說內容為主，再加上由三位教師同討論圖中可閱讀出的名詞及動詞，若是沒有圖說的圖片，則其中的參與者或動作以較無爭議的詞來稱呼，如：「+」即稱正電荷、可導電的物體稱「導體」...等。

其分析如下：

(一) 物體帶電--圖文單詞比較：

表 4-4-1：物體帶電--圖文動、名詞種類


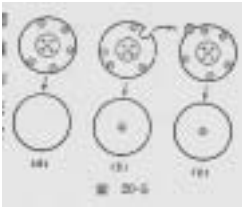


圖標	課本用圖	文本內容	圖片單詞
物體帶電解釋		1、名詞：玻璃棒、絲絹、電子、質子、電性、正電、負電、 2、動詞：含有、沒有、摩擦、移到、缺少、帶	1、名詞：玻璃棒、絲絹、電子、正電荷、中性、負電、正電 2、動詞：丟失、帶
帶電解釋		1、名詞：物質、電子、原子、外力、中性、核外、正電、陽離子、負電、 2、動詞：受到、脫離、移轉、失去、帶、成爲、獲得、陰離子	1、名詞：原子、質子、原子核、電子、電、正電荷、負電荷 2、動詞：轉移、帶、
摩擦起電		1、名詞：物質、摩擦面、原子、原子核、電子、一種、正電、負電 2、動詞：摩擦、接觸、使得、接近、掙脫、束縛、失去、變成、帶有、多、	1、名詞：手、玻璃棒、絲絹、原子、電子、正電、負電、正電荷、負電荷、電中性 2、動詞：拿、摩擦、轉移、帶
摩擦起電		1、名詞：毛皮、橡膠棒、棒上、電、正電、負電 2、動詞：摩擦、帶、相吸	1、名詞：玻璃棒、絲絹、手、毛布、塑膠棒、正電、負電、電子 2、動詞：摩擦、相等、轉移、拿

表 4-4-2：物體帶電--圖文動、名詞數量

名詞數				
版本	民國 51 年 理化	民國 57 年物 理	民國 61 年物 理	民國 72 年理 化
文字單詞	7	9	8	6
圖片單詞	8	7	10	8
動詞數				
版本	民國 51 年 理化	民國 57 年物 理	民國 61 年物 理	民國 72 年理 化
文字單詞	6	8	10	3
圖片單詞	2	2	4	4

民國 72 年理化課本對物體起電原理的文字敘述部份僅簡單談到物體互相摩擦會產生帶電現象—物體相吸的現象：「用絲絹摩擦玻璃棒，棒上所攜帶的電，我們命名為正電；另一種與它相吸引的電，稱做負電。毛皮摩擦橡膠棒，棒上所帶的電與正電相吸，故是負電。」；但在圖中傳達了摩擦的動作造成微量電子產生轉移，傳達電子轉移是造成物體帶電的因果關係。利用圖片來補文字說明不足的地方，文、圖的訴求重點不同，因此一張不能忽視不讀的解說圖片，這一張民國 72 年的物體帶電圖也是歷年來唯一一張可以獨立於文字，以圖片為知識主要來源的訊息。因此在名詞及動詞的數目上，文本中圖片所含的訊息量比文字部分多。

不僅是民國 72 年圖片的名詞數比圖片多，民國 61 年圖片可讀出的名詞也比文本多，有趣的是民國 61 年的圖片比民國 57 年的圖片多一個框架解說摩擦帶電的原理，但名詞方面的訊息有差異。

將民國 57 年及 61 年文字的部份不同的名詞來比較，去掉相同部分後民國 57 年的詞為：外力、核外、陽離子、陰離子；民國 61 年則為：摩擦面、原子核。因為民國 57 年文字部份著重在解釋原子結構的層層關係，強調外力介入只影響

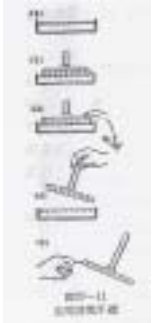
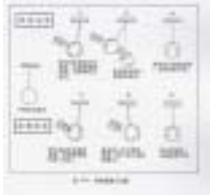
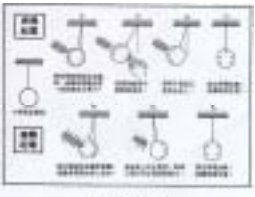
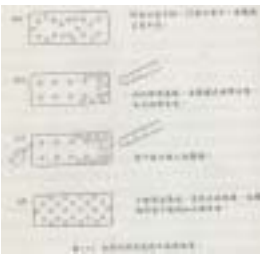
核外最外面的電子，因此形成陽離子及陰離子；而 61 年則著重在摩擦面之間的接觸，讓電子脫離原子核。

在名詞的使用方面，文本的文字都有清楚提到「電子」的移動，但以「+」的符號來說，圖片中參與者的身分就擁有比較多的意義，文本文字部分就有以下說法：正電荷、正電體、質子、原子核、陽離子…等，雖然這些都是帶正電的狀態，但質子就比原子核少了中子的概念，原子核又比陽離子少了核外電子的概念，而原子中的電子到底有多少可以脫離原子核的束縛，民國 57 年及 61 年的圖片就表達的很清楚，其中又以民國 57 年的物理課本的文字部份交代最詳細，但電學中「陽離子」的說法僅在此一版本出現，以後多用「原子核」的說法。

在動詞方面，圖片上的動詞需要依靠圖中參與者的向量或箭頭，或是靠圖片上的圖說來判斷，如民國 51 年新標準理化的帶電解釋圖沒有明顯的向量和箭頭，因此是依圖說中的文字來判斷。因此，在圖片上物體帶電的動詞主要和電荷的轉移有關，如：丟失、轉移…；或是和手部動作動作有關，如：摩擦、拿…等。而文本中對事件的描述有較多的鋪陳，因此動詞在動詞的使用上就比較多樣，比圖片的解說來得詳細。

(二) 物體感應起電一圖文單詞比較：

表 4-4-3：物體感應起電一圖文動、名詞種類

圖標	課本用圖	文本內容	圖片單詞
感應起電		<p>1、名詞：貓皮、硬橡膠、圓盤、負電、絕緣柄、金屬盤、上面、盤、下面、正電、手指、人體、地上、裝置、起電盤</p> <p>2、動詞：擦、製成、生、裝、有、放在、感應、用、觸、傳、離開、提起、分佈、消失</p>	<p>1、名詞：負電、起電盤、導體、正電荷、負電荷、手、地、正電、電</p> <p>2、動詞：帶、分離、負電、移到、拿起、觸、</p>
靜電感應示意圖		<p>1、名詞：同種、電、異種、性質、帶電體、導體、電荷、現象、靜電感應、正電、負電、方法、感應起電</p> <p>2、動詞：相斥、相吸、接近、靠近、感應、產生、推斥、稱、利用、致使、分離、帶</p>	<p>1、名詞：電中性、電、金屬球、負電、正電、手、棒子、正電荷、負電荷、負電</p> <p>2、動詞：帶、靠近、分離、吸引、移動、移開、分布、接觸、排斥</p>
靜電感應示意圖		<p>1、名詞：同種、電荷、異種、正電、物體、接近、金屬、導體、電子、帶電體、一端、電子數、負電、現象、靜電感應、現象、方法、感應起電</p> <p>2、動詞：相斥、相吸、帶、吸引、增加、減少、靠近、排斥、離開、叫、接觸、分離、稱</p>	<p>1、名詞：電中性、電、金屬球、負電、正電、手、棒子、正電荷、負電荷、負電</p> <p>2、動詞：帶、靠近、分離、吸引、移動、移開、分布、接觸、排斥</p>
靜電感應及感應起電		<p>1、名詞：玻璃棒、金屬塊、右端、手、左端、電子、玻璃棒、負電、靜電感應、金屬、方法、感應起電、塑膠尺、正電</p> <p>2、動詞：靠近、碰觸、經由、進入、離開、移開、攜帶、成爲、帶、利用、使、接近、流向</p>	<p>1、名詞：原子核、電子、金屬、中性、正電、棒子、負電、手、靜電感應、感應起電</p> <p>2、動詞：排列、分布、靠近、吸引、進入、增加、離開、移去、排斥</p>

<p>金屬的感應起電</p>		<p>1、名詞：金屬塊、絕緣體、正電、物體、靜電感應、正電荷、負電荷、手、電子、接地、方法、帶電物體、電子數、負電、感應起電、</p> <p>2、動詞：放至、帶、靠近、作用、分離、觸、移至、移開、增加、使、利用</p>	<p>1、名詞：金屬、桌子、原子核、電子、電中性、正電、棒子、正電荷、負電荷、負電、手、接地、</p> <p>2、動詞：排列、靠近、吸引、接觸、進入、增加、移開、分布、中和</p>
<p>感應起電帶負電</p>		<p>1、名詞：靜電感應、原理、導體、電、方法、感應起電、正電、玻璃棒、金屬球、左端、正電荷、負電荷、負電、右端、手、電子、地球、手指、接地、符號、淨電荷、負、同性電、表面</p> <p>2、動詞：利用、使、帶、稱為、靠近、造成、分離、觸、進入、中和、連接、稱為、移走、玻璃棒、排斥、分布</p>	<p>1、名詞：靜電感應、導體、正電、正電荷、負電荷、接地、負電、棒子、手、細線</p> <p>2、動詞：分離、靠近、接觸、中和、吸引、進入、移開、分布、吊</p>
<p>感應起電</p>		<p>1、名詞：絕緣架、電、電中性、金屬棒、正電荷、負電荷、塑膠棒、負電、右端、同性、電荷、數量、電子、正電、左端、物體、靜電力、內部、分佈、現象、靜電感應、手指、左端、手、地球、方法、感應起電、</p> <p>2、動詞：帶、分佈、靠近、相斥、導致、減少、累積、增加、受到、外加、作用、改變、觸、碰、經由、流向、離開、移開、利用、使、稱</p>	<p>1、名詞：金屬塊、絕緣架、正電荷、負電荷、棒子、電子、手、正電</p> <p>2、動詞：分布、排斥、靠近、接觸、拿、分離、移開、離開、減少</p>

表 4-4-4：物體感應起電—圖文動、名詞數量

名詞數							
版本	新標準 民國 51 年理化	民國 72 年理化	民國 80 年理化	民國 88 年理化	南一版	康軒版	翰林版
文本 單詞	15	12	18	14	15	24	28
圖片 單詞	9	10	10	10	12	10	8
動詞數							
版本	民國 51 年理化	民國 72 年理化	民國 80 年理化	民國 88 年理化	南一版	康軒版	翰林版
文本 單詞	14	12	13	13	11	16	21
圖片 單詞	6	9	9	9	9	9	9

歷屆「物體起電」的概念都是文字說的比圖片說得多，而且圖說方面不論是名詞部份或是動詞部份，歷屆圖片可讀的單詞差異不大，其差別主要在圖片中的文字。以南一版來說，其圖中的文字提到了從圖中讀不到的專有名詞：「靜電感應」、「感應起電」、「接地」…等，因此提高其圖中的名詞數量。

在動詞方面文字所包含的訊息也比圖片多，但是民國 51 年的動詞則有：擦、製成、裝有、放在…等物體外人體手部操作動作，對於物體內電荷間：吸引、排斥…等反而沒有提到。

其中康軒版及翰林版的名詞數分別多達 24、27 個，動詞也分別包含 16、21 個，可見這兩個版本對物體起電部分原理的著墨甚多，其文字敘述內容也和其他版本較為不同。

康軒版對「接地」的敘述：「凡透過導體與地球連接，均稱為接地」，是第一次出現在文本中，大部分的版本都僅是談到「電子就會經由手進入金屬塊（或是地球）」，雖然南一版有提到這樣的動作叫「接地」，但和康軒版比是比較狹義的定義。「接地」這一項知識內容，在國中理化文本中一直沒有清楚解說，民國 51

年、民國 57 年、民國 61 年都曾在圖中標示接地的科學符號，但都沒說明接地的功用。

翰林版則是對靜電感應的敘述和其他版本有較大的不同：「因物體受到外加靜電力的作用內部正、負電荷分佈改變的現象，稱為靜電感應。」，不像大多數版本僅提到：同性電相吸、異性電相斥，造成導體內部電荷分離。

「分佈改變」和「分離」所產生的概念是有所差異的，尤其是像民國 51 年、民國 72 年、民國 80 年及康軒版的圖片表徵方式是正、負電荷分布在導體兩邊，文本又剛好提到「分離」，若是剛好讀者對電荷的理解就是正電荷也是會移動的概念，則文和圖雖然說法相同，且其對讀者所造成的影響不可不注意。而民國 83 年及南一版則是以固定的不動的原子核和電子的位置變化說明感應起電經過，雖然仍是用「分離」二字，但圖可補文的不足，避免造成誤解。

至於在「正電荷」的描述上，感應起電的文字敘述中，都是以「正電荷」為主要參與者，用法比較一致，在圖片旁的說明文字中，有民國 83 年及南一版是採「原子核」的說詞，其餘版本包含以原子粒子型態為主要表徵方式的翰林版也是採用「正電荷」的說法。

(三)、電流—圖文單詞比較：

表 4-4-5：電流—動、名詞種類：

圖標	課本用圖	文本內容	圖片單詞
電流 方向		<p>1、名詞：導體、正電、負電、金屬線、帶電體、電力、水、水管、電、電流、方向、規定、金屬導體、正電體、負電體、電子</p> <p>2、動詞：有、帶、用、連接、流動、接通、</p>	<p>1、名詞：正電、負電、導體、導線、電流</p> <p>2、動詞：攜帶、連接、流向</p>
電流		<p>1、名詞：金屬、電子、原子、氣體、分子、電、導體、導電電子、自由電子、電流、物質、說、叫</p> <p>2、動詞：脫離、自由、活動、流動</p>	<p>1、名詞：導線、正極、負極、方向、電子、原子、原子核、</p> <p>2、動詞：移動、碰撞、環繞</p>
電流		<p>1、名詞：金屬、電子、原子、氣體、分子、電位差、電壓、電流、物質、導體、電、導電電子、自由電子</p> <p>2、動詞：脫離、在、活動、有、受、驅使、移動、構成、</p> <p>3、</p>	<p>1、名詞：導線、正極、負極、方向、電子、原子、原子核、</p> <p>2、動詞：移動、碰撞、環繞</p>
金屬 導體 體導 電		<p>1、名詞：金屬、導線、負電、電子、負極、正極、導體、負電荷、正電荷、效應、方向、電流、電子流、導電、現象</p> <p>2、動詞：帶、移動、接通、流向、流動、想成、產生、用、描述</p>	<p>1、名詞：電池、導線、正極、負極、電子流、電流、方向</p> <p>2、動詞：流動、連接</p>

金屬 導體 導電		<p>1、名詞：導線、截面、C、負電子、B、A、正電荷、導電、負電荷、效果、電流、現象</p> <p>2、動詞：趨向、流動、多於、等量、移到、方向</p>	<p>1、名詞：電子、負電、原子、正電、正極、負極、方向、導線、A、B、C</p> <p>2、動詞：移動、相反</p>
電流 與電 子流		<p>1、名詞：導線、截面、C、負電、電子、A 區、B 區、正電荷、效果、導電、現象、電子流、電流、方向、電池、正極、石墨棒、外部、負極、鋅殼</p> <p>2、動詞：帶、流動、等量、移到、談到、移動、代替、相反、經由、流向、</p>	<p>1、名詞：電子流、電流、導線、截面 C、A 區、B 區、電子、原子</p> <p>2、動詞：移動、通過</p>
電子 流		<p>1、名詞：金屬、導線、電子、電池、電位差、方向、負極、外導線、正極、電子流、電流、習慣、正電荷、科學家、電路、作用、電學、說法</p> <p>2、動詞：提供、流動、到、使用、指、相反、以為、經、產生、解釋</p>	<p>1、名詞：電池、導線、燈泡、電子、電子流、正極、負極</p> <p>2、動詞：進入、離開、</p>
電子 流		<p>1、名詞：金屬、導體、電子、自由電子、導線、電子流、電流、方向、正電荷、左、右</p> <p>2、動詞：自由、移動、形成、相反、流動、稱</p>	<p>1、名詞：電池、燈泡、導線、正極、負極、電子、電子流、電流</p> <p>2、動詞：移動、相反</p>
電流 方向		<p>1、名詞：導體、負電、電子、左、右、電子流、正電荷、效果、十九世紀、電流、正電、粒子、方向</p> <p>2、動詞：帶、移動、形成、等量、相同、發現、認為、流動、造成、定義、代替、相反</p>	<p>1、名詞：電子、電子流、電流、導線、原子</p> <p>2、動詞：移動、相反</p>

表 4-4-6：電流一動、名詞數量統計

名詞數									
版本	民國 51 年理化	民國 57 年物理	民國 61 年物理	民國 72 年理化	民國 80 年理化	民國 83 年理化	南一版	康軒版	翰林版
文本 單詞	16	13	13	15	12	21	18	11	13
圖片 單詞	5	7	7	7	11	8	7	8	5
動詞數									
版本	民國 51 年理化	民國 57 年物理	民國 61 年物理	民國 72 年理化	民國 80 年理化	民國 83 年理化	南一版	康軒版	翰林版
文本 單詞	6	4	8	9	6	10	10	6	12
圖片 單詞	3	3	3	2	2	2	2	2	2

「電流」流動的概念解說也是以文字說的比圖說的多。就圖片部分的名詞，主要有：正極、負極、電流、電子流、導線、方向，這幾個出現頻率高的名詞，其目的就是呈現電流流動的方向及主要參與者，文本方面大多都是從物質的角度，也就是以電荷流動的方向引出電流原理，而新初中標準理化則是以「力」的角度出發，說明電流是電力的流動再引入這樣作用造成電荷的流動。



雖然，圖片中都有電流和電子流的方向指示，似乎就像電流也像電子流存在一般，但文字部份先是提到電子的移動，因此圖片只不過是加強電流和電子流其方向上的差別，說明除了方向其他部分在電學上的效果是沒有差異的。

在動詞方面，文本文字部份的動詞主要就是用在敘述電荷的移動，民國 51 年以電力為出發點，民國 57 年及 61 年以自由電子脫離原子的束縛為出發點，民國 72 年強調正、負極電位差對電荷的影響，民國 83 年、88 年、康軒版、翰林版則強調電子移動對正電荷所產生的相對運動，南一版則純粹以電子流的角度出發，因此每個版本在所使用的動詞種類差異較大。

但在圖片中，動詞的用法不是移動、就是流動、或是通過，基本上都可以在文本文字中找到相對應的詞，顯示圖文配合的程度密切。但民國 57 年及 61 年的

電流圖片，會造成電流是因為電子「撞擊」原子後循序使原子中電子移動，產生電流是漸進式產生的概念，和文本的說法：「金屬裏的電子一部分容易脫離原子，而像氣體中的分子一樣，可以在原子間自由活動。」產生呼應的感覺，這可能容易造成另類解讀的地方。

二、圖文對電荷的詮釋：


研究圖文單詞的過程當中，發現圖文對負電荷的解釋及影像表徵方式較為一致，文中的負電荷指的就是電子，而圖的表示法通常為  或是 ，不然就是差別在色彩的有無（審定版本都有上色），去除色彩因素，其符號的表現只在於外框而已。


但對正電荷來說，文字及其影像表徵就有極大的差異，茲將文圖對正電荷的說法及表徵整理如下表：

表 4-4-7：文圖對正電荷的說法及表徵

版本	文字說法	圖片表徵及圖說
民國 51 年	質子、正電	 （正電）
民國 57 年	陽離子	  （正電）  （原子）
民國 61 年	原子核	
民國 77 年	正電荷	  （正電荷）
民國 80 年	正電荷	 （正電荷）  （沒有說明）
民國 83 年	正電荷	 （原子核）  （沒有說明）
南一版	正電荷	 （原子核）
康軒版	正電荷	 （原子核）  （正電荷）
翰林版	正電荷	 （正電荷）  （原子）

從上表中，我們可以輕易看到對正電荷的詮釋，圖文常出現不一致的現象，就文本文字部份，民國 77 年開始的版本都只採正電荷的用法，不像之前的版本在名詞的使用上比較分歧：有質子、陽離子、原子核等，雖然這三個名詞都等同是正電荷，但從原子立場看來卻不是如此，質子只是原子核的一小部份，而原子核又是陽離子缺少核外電子的中心粒子，這三個物質的空間概念及組成是不同的，也或許如此，在民國 77 年後的版本都以正電荷統而稱之。

在圖片中的使用情形如何呢？民國 51 年的版本在所有電學單元圖片中，其正電荷都是以  來表示，圖中只僅僅說明這是正電；民國 57 年及 61 年的圖形一致是用原子模型的概念，利用原子中電子的轉移說明正、負電荷的成因及代表符號，但圖片中並沒有圖標說明此為何物，因此名詞須以文本文字為主；民國 77 年、80 年、翰林版則以正電荷稱之；民國 83 年、南一版、康軒版則以原子核為再現參與者。

從表中看到，民國 57、61 年、翰林版都出現原子的型態，這是使用在說明導線中的電流，並非像其他版本，以電子為主要動作者或以箭頭解釋電流及電子流差異。民國 80 年及民國 83 年的圖片也有使用  來說明電流是電子流相對移動的概念，但是並沒有特別提及這個符號的意思。