

---

# 改進國中理化課程教學

## —以「電壓與電流」單元為例

楊明獻

苗栗縣立大湖國民中學

### 壹、前言

現今的教育環境不斷地再改變，從升學制度、課程內容、甚至教師的教學方式都必須因應時代的進步而有所調整，教師已經不能再以傳統的教學方式教育新一代的學子，一個因應多元社會的專業教師，應是能靈活轉換教學策略並對學習者的學習條件掌握得宜者。今日的教師應致力於營造適合學習的環境與方式，使學習者能有興趣的主動參與學習過程，並進而解決課程問題。研究者在傳統的教學之中，常會感受到學生是被動的接受教師所傳遞的知識，學生對學習的意願不高，師生之間的互動不足，學生只知背誦課本內容，缺乏思考的能力，以致使班上有越來越多學習成就低落的學生，若要改變這樣的教學現況，就必須從教師的教學方式的創新與課程的改進著手。本研究的目的是在於以國三理化課程中的「電壓與電流」單元為例，透過課程設計的改進及教學方式的改變(合作學習實驗教學法)，使學生的學習成效有所提昇。

### 貳、文獻探討

#### 一、現階段教材中電學概念

國中教材大多數的版本，將電學的概念安排在三年級，以水壓與水流的類比方式，來引導電壓與電流的概念，並以簡單的電路實驗來觀察燈泡的明亮、安培計與伏特計的讀數、電池的串並聯三者之關係，釐清容易混淆的電壓、電流、電能三者的關係。因此學生對於電路相關概念的學習，不論在課程面或是生活面，都顯示出重要性。國內外科學教育的相關研究顯示，物理中的電學部份很重要，但也較難教和難學(葉俊豪，1994)；另一方面也顯示化學領域電化學這一部份，屬於較無法直接觀察的抽象概念，也是學生感覺較難學習的概念之一(廖怡雯，1999)。

#### 二、課本的電學概念分析

電流和電路的概念是電學概念中一個重要的概念，國內在各階段的教學目標或綱要都早已列入教學課程中，南一版、國編版的「電路」單元和康軒版的「電池、燈泡和電路」單元中都介紹構成電路的電池、電線、燈泡等的基本元件；連接不同形式的串聯、並聯電路，亦可以形成通路，且同時利用不同數量的燈泡的連接方式，及觀察燈泡的明暗，以了解電路中的串、

並聯及相關的電路概念。在此三種版本教科書，都只強調了電路的概念教學。

### 三、學生電學概念迷思

許多研究(陳啓明, 1992; 林靜雯, 2000; 黃朝琴, 2002)均指出, 學生對於電流與電壓之間的區分感到困難, 學生認為電壓與電流具有相同的性質, 他們無法區分電壓與電流之間的差異。他們認為電壓與電流是相似的, 這主要是基於電壓總是正比於電流的相關聯想所導致。

事實上學生通常對於「電」、「電流」、「電壓」、「電能」等概念之間的區別與關連相當地困惑。對於「電」這個名詞而言, 它是一個相當含糊的字, 甚至於教科書或教師平時的教學都會忽略這些概念間的區別, 亦有許多研究指出, 由於學生對於電學相關術語的誤解, 導致他們會擁有許多迷思概念。

### 四、電學迷思概念的改變

學生的迷思概念不容易的改變, 學生所持的自我概念會影響到學生對於電學概念的學習。因此, 在電流的教學操作之前讓學生先憑其舊經驗預測結果, 學生往往會發現其舊經驗與實驗結果不相同, 此項衝突促使學生有強烈的學習動機, 而終能達到很好的學習效果。此外, 學生遇到新概念時, 必須與原有的概念產生相連接時, 才會產生概念的改變。

電學概念具有高度的抽象性及「物質」、「能量」之間難以釐清的身份(林靜

雯, 2000), 全中平(1996)認為在教學中應把「電流」與「通路」的概念同時且完整的介紹給學生, 如此可促進學生對於電學概念完整的理解; 電學教學之初應包含電流、電壓與電阻三方面的學習。為了解決此概念教學的問題, 許多研究者莫不尋找許多種不同的教學策略, 來促進學生學習的理解。並致力於探討在電學概念改變的教學過程中, 如何啟動兒童本身的認知概念, 結合新的概念學習, 尋找出教師容易教、學生容易學的教學策略, 以促使學生的概念改變。

### 參、研究方法

本研究方法採用行動研究法, 目的在於探討理化課程的改進設計, 及教學方式的改變, 對理化教學中學生學習成效的影響, 並透過行動研究的模式來改進教學。研究者將行動研究法應用於一國二升國三的攜手計畫暑期班的學生, 並對於國中二年級的理化教材中「電壓與電流」單元加以設計, 以達到教學的目標。研究者根據行動研究的「計畫→行動→觀察→反省→修正」等五大步驟不斷地循環, 以改進教材設計及教學方法, 並以國三攜手計畫班學生為研究對象, 發展合作學習實驗教學應用於理化「電壓與電流」單元之教學模組, 並以學生訪談、課室觀察、學習單分析、問卷調查等方式, 探討學生在參與課程後, 對「電壓與電流」單元的學習成效是否有所差異, 以作為下一步修正行動的參考, 本研究所收集的資料包括: 上課實

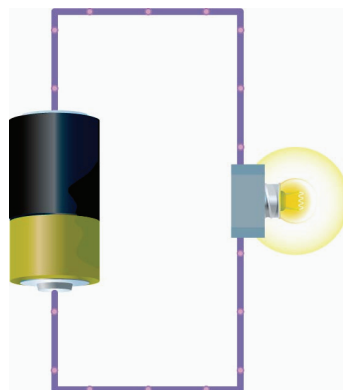
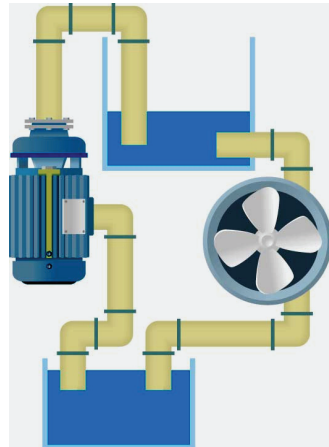
況記錄、學生訪談記錄、教師上課心得記錄、學生學習單及工作單、學生問卷等，在收集資料的同時，並運用三角校正法校正事例的確實性(黃瑞琴，1997)，最後將這些資料加以編碼，並進行歸納分析及解釋資料所呈現的意義，以協助研究者修正教學策略。

#### 肆、理化教材的類比學習

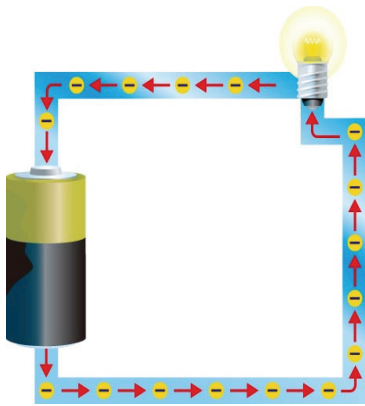
筆者認為提昇學生對於理化科的學習成效，必須先從教材內容本身的改進設計著手。因九年一貫實施之故，教科書的市場開放，教科書出版社間的競爭激烈，教科書的選擇性雖然增加，但各版本著墨的內容不一，也增加老師選書的難度。理化教科書最大問題在於對科學原理或現象的說明太過簡略，通常一個章節只用 2~3 頁就帶過，重要的觀念或公式通常用一段文字描述，加上學生本身的先備知識薄弱，顯然這些內容很難引起學生的共鳴，筆者認為應將教材內容做出修正改進，或將片段的知識做有效的連結，研究者以「電壓與電流」單元一例進行教學，說明如下：

在課本中，「電壓」原理描述如下：「讓我們藉水流的現象，說明電路中電子流動的情形，要使電子在導線中流動，必須在導線兩點間由電池提供一電位差，電子才能流動，並使電器（如燈泡）發生作用）。這情形就如同將水由低水位水箱移至高水位水箱，必須靠幫浦提供能量，使水具有水位差，水才能向下流動，並使渦輪發生轉動(圖一)」。(南一版)

課本對「電流」原理描述如下：「金屬導線中電子因為電池提供電位差而流動，方向是從電池負極經外導線到正極，這樣的流動稱之為電子流(圖二)，不同於一般習慣上使用的電流一詞。所謂電流是指正電荷的流動，和電子流正好相反，因為當初科學家以為是正電荷由電池正極經外導線至負極的流動。雖然電流和電子流的方向不同，但對於電路所產生的作用，兩者都能加以解釋。」(南一版)



圖一、幫浦提供水位差如同電池提供電位差



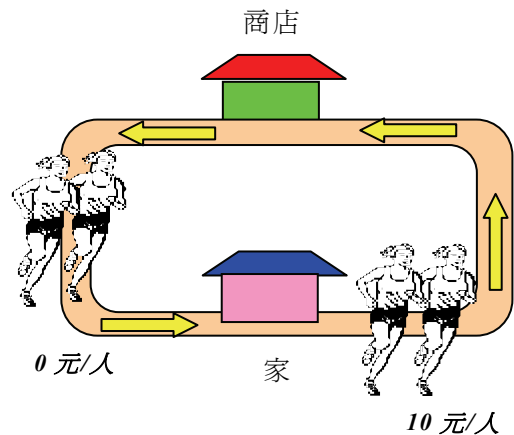
圖二、電子在導線移動

學生閱讀以上的文字敘述及課本的圖片(圖一、圖二)後，所了解的內容極為有限，程度較佳的學生或許只能夠把以上的文字硬背起來，至於能不能了解以上文字的科學涵義，又另當別論；程度差的學生的狀況就更糟糕了，連翻開書本的意願都沒有，這樣的現象，不能全然歸罪於學生不知上進，教師有責任把教材的內容轉換成「學生的語言」，或以「類比」的方式將科學的原理轉換成與學生生活相關性較高的現象。茲舉上述「電壓」與「電流」原理為例：

筆者將「電流(或電荷)」當成「人」，代表電荷是原本就存在電路中的，並不會消失(或損耗)；將「電壓」當成「錢」，代表驅動力(錢)可以隨著電荷在電路中流動而消耗；電荷因有電壓而流動，形成電流，就如同人因有錢而能生活移動；將「電源」當成「家」，代表每個人從家庭中獲得驅動力(電壓)(錢)；將「電燈(電阻)」當成「商店」，代表每個人願意花費或消耗錢的地

方，電路的形成就如同每個人從家中(電源)帶錢(電壓)出發去消費，每個人經過電路上的商店(燈泡)時，每個人便會把錢(電壓)在商店花完，離開商店時已所剩無幾，電荷(電流)便會從商店再返回家中(電源)補充一錢(電壓)，然後再繼續外出消費，週而復始，直到「錢(電壓)」耗完為止(如圖三)。學生經過這樣的類比思考，不須背誦就能了解電壓與電流的原理，更能建立學生的觀念，以了解形成電流的原因與電壓有很大關聯性。

例：

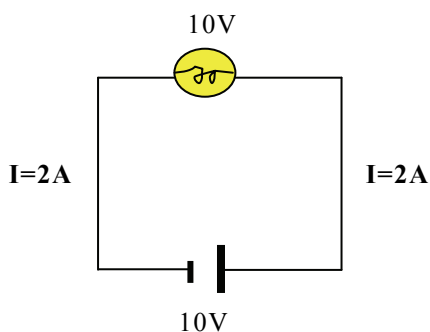


圖三、電路類比示意圖

類比法：

- (1) 電流(荷) → 人：代表電荷不會消耗
- (2) 電壓 → 錢(元)：代表驅動力可以消耗
- (3) 電燈(電阻) → 商店：代表花錢的地方
- (4) 電源 → 家：代表獲得驅動力(錢)的地方

把它換成「電路圖」來看：



圖四、將類比圖轉換成電路圖

解說：

每次 2 人(2A)外出消費，每個人從電源帶錢(10V)出發，每個人經過電路上的商店(燈泡)時，每個人便幾乎把錢(10V)在商店花完，離開商店時已所剩無幾(0V)，電荷或電流(2A)便會從商店再返回家中(電源)補充驅動力一錢(10V)，然後再繼續外出消費，週而復始。

筆者將上述的教材內容改進並進行試教後發現，學生對於「電壓與電流」的類比例子印象深刻，超過半數以上的學生表示能夠了解電壓與電流的意涵，再經過些許修正後再次進行教學，學生皆能正確地回答各類電壓與電流的題目，大部份學生皆認為從此不需要強記「電壓」、「電流」的意義，就能夠清楚地應付任何題目。經筆者訪談的學生認為死背課本的文字敘述，雖然一時可記起來，但久而久之便會忘記，如果能夠以理解的方式記憶，可以

記得比較清楚。

以上例子，僅為筆者在教學過程中，發現理化教材內容設計可以更貼進學生的思考邏輯的案例，筆者認為現今國中的理化教材內容設計，仍有許多可以被改善的空間，值得在教育現場的教師集思廣益，設計出符合學生需求的理化教材。

## 伍、「合作學習實驗教學」應用於理化教學

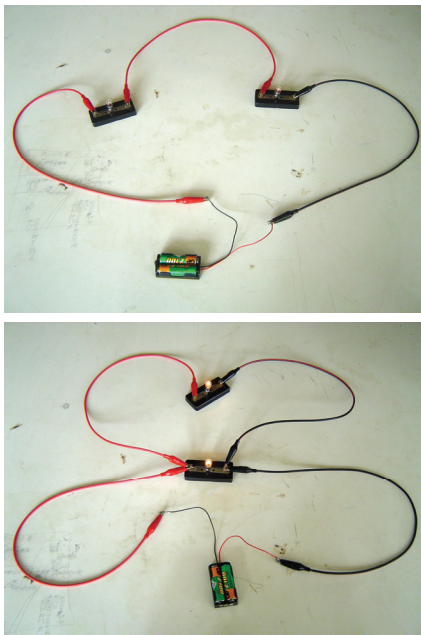
從各研究顯示，合作學習有助於提升學生的學習成效，故研究者先將三年級攜手計畫(低學習成就)班 12 位同學進行分組，選定「電壓與電流」單元進行教學，試圖了解該單元是否適合以合作學習實驗教學的方法進行教學改進。在進行教學之前，研究者先檢視理化課本的「電壓與電流」單元是否適合直接教學，結果發現該單元僅以少部份的文字敘述，及以一個實驗單元帶過所有的概念，倘若教師再忽略不做實驗，學生光看課本恐怕會一無所獲，故研究者認為應先著手重新設計該單元，再以分組學習的方式進行教學。故研究者將「電壓與電流」單元分為三階段進行。

### 一、第一階段：「串聯與並聯電路」的實驗

此階段主要讓學生粗略了解電路的組成，先以「串聯與並聯電路」的實驗，讓學生先具備電路的基本概念，並了解串聯與並聯電路的差別。此階段實驗是讓學生

利用現有的材料，自行組合出串聯與並聯，其流程設計如下：

- (一) 先將學生進行異質性分組，分成 6 組，每組 2 人(人數少，每個人都務必要學會)。
- (二) 每組發電池盒 1 個、電池 2 個、鱷魚夾線 8 條、燈泡、燈泡座 2 個、A4 紙一張。
- (三) 請學生二人合作連接出燈泡串聯與並聯的電路模式(燈泡一定要亮才算完成)，並將電路圖畫在工作單(A4 紙)上。
- (四) 教師請學生從串聯與並聯的電路中，各取下一顆燈泡，並觀察電路呈現的結果，請學生互相討論並寫下結論，等各小組完成後，教師會從各組中抽一名學生，描述該組觀察到甚麼現象(圖五)。



圖五、「串聯電路與並聯電路」的實驗裝置圖

- (五) 等學生都能了解串聯與並聯的電路基本概念之後，再進行下一階段的「電壓測量實驗」實驗。

## 二、第二階段：「電壓測量」的實驗

此階段的「電壓測量實驗」乃改編自課本的實驗單元，由於課本中的電壓測量實驗過於簡單，常會發生的問題包括：(一)無法觀察比較燈泡串聯與並聯時電壓的差異，(二)無法同時比較電池數目對電壓的影響，(三)無法比較燈泡數與電池數同時改變時，電壓的差異，(四)學生無法學會預測任一組電路上任一元件上的電壓。故研究者參考相關書籍加以改良，提出第二階段的改良實驗，以作為本研究的合作學習教學之用，實驗流程設計如下：

- (一) 先將學生進行異質性分組，分成 6 組，每組 2 人。
- (二) 每組發電池盒 1 個、電池 2 個、鱷魚夾線 16 條、燈泡、燈泡座 2 個、電壓計 1 台及學習單一張。
- (三) 首先，先教導學生使用電壓計，電壓計的使用原則包括：  
a. 電壓計與電路並聯。  
b. 電壓計正極接電源正極，電壓計負極接電源負極、指針順向轉。  
c. 由大範圍電壓測至小範圍電壓。
- (四) 請學生利用先前學會的電路知識。先組出由 1 個燈泡、1 個電池組成的電路，並使用電壓計以並聯的方式測量出「燈泡」及「電池」的電壓，並與同學討論二者電壓是否相同？為甚

麼？

(五) 再由同學組出由 1 個燈泡、2 個電池組成的電路，並使用電壓計以並聯的方式測量出「燈泡」及「電池」的電壓，並與同學討論二者電壓是否相同？再與步驟(四)中的電壓值比較是否倍增？原因為何？

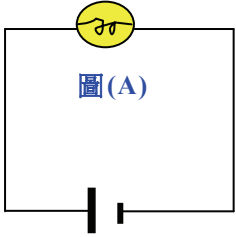
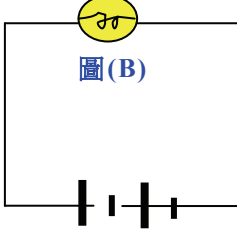
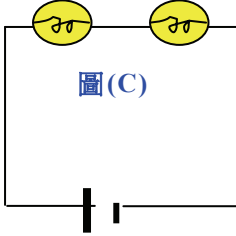
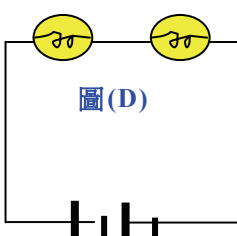
(六) 同上法，請同學組出由 2 個燈泡、1 個電池組成的「串聯電路」，並使用電壓計以並聯的方式測量出「燈泡 1」、「燈泡 2」及「電池」的電壓，並與同學討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」電壓之間的關係。

(七) 同理，請同學組出由 2 個燈泡、2 個電池組成的「串聯電路」，並量測與討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」電壓之間的關係，以及討論與步驟(六)中的電壓值比較是否倍增？。(圖六)

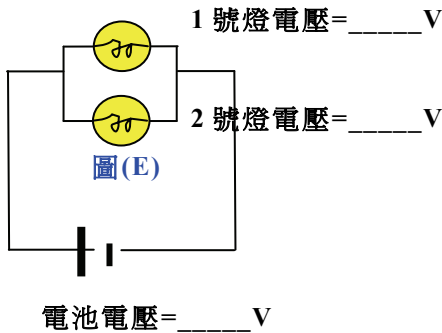
(八) 依(六)~(七)步驟組成「並聯電路」，並比較之。(圖七)

(九) 請學生互相討論並完成工作單上的內容，等各小組完成後，教師會從各組中抽一名學生，描述該組觀察到甚麼現象(燈泡串聯與並聯電路，何種組法燈泡較亮，與測量到的電壓有關嗎？)。

表一、電壓實驗學習單

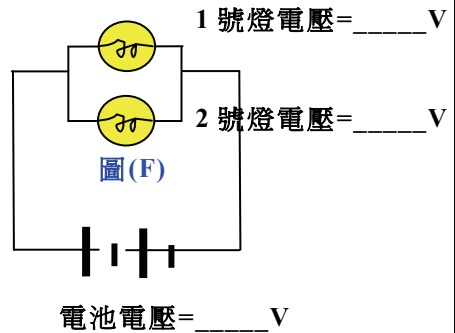
<p>一般接法(1 個電池)：測量電壓要 <b>並聯</b></p> <p>1 號燈電壓=_____V</p>  <p>圖(A)</p> <p>電池電壓=_____V</p>	<p>一般接法(2 個電池)：</p> <p>1 號燈電壓=_____V</p>  <p>圖(B)</p> <p>電池電壓=_____V</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p>
<p>燈泡的串聯(1 個電池)：</p> <p>1 號燈電壓=___V 2 號燈電壓=___V</p>  <p>圖(C)</p> <p>電池電壓=_____V</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p>	<p>燈泡的串聯(2 個電池)：</p> <p>1 號燈電壓=___V 2 號燈電壓=___V</p>  <p>圖(D)</p> <p>電池電壓=_____V</p> <p>探討：與(圖 C)燈泡比較亮度。</p>

燈泡的並聯(1 個電池)：

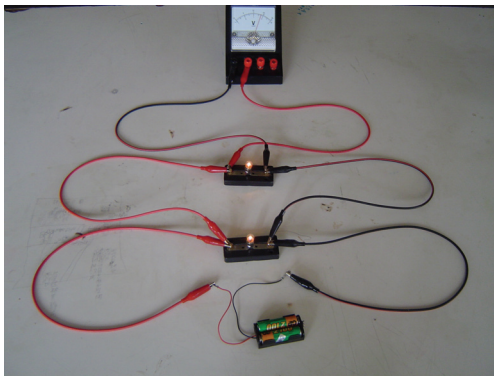


探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。

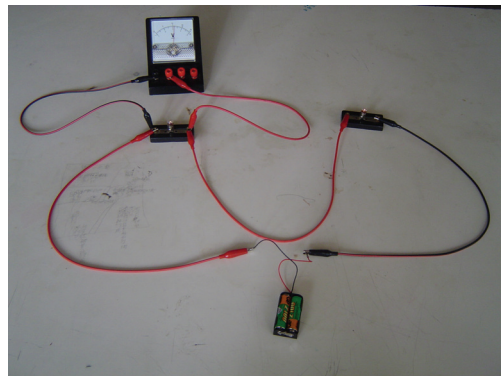
燈泡的並聯(2 個電池)：



探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。



圖六、並聯電壓測量



圖七、串聯電壓測量

### 三、第三階段：「電流測量」的實驗

此階段的「電流測量實驗」亦為改編自課本的實驗單元，與第二階段的「電壓測量實驗」類似，是為了解決當燈泡數與電池數同時改變時，學生無法比較電流所產生的差異，而進行改編的實驗單元，研究者提出第三階段的改良實驗，其實驗流程設計如下：

- (一) 先將學生進行異質性分組，分成 6 組，每組 2 人。
- (二) 每組發電池盒 1 個、電池 2 個、鱷魚夾線 16 條、燈泡座 2 個(含燈泡)、電流計 1 台及學習單一張。
- (三) 首先先教導學生使用電流計，電流計

的使用原則包括：a.電流計與電路串聯。b.電流計正極接電源正極，電流計負極接電源負極、指針順向轉。c.由電流測至小範圍電流。

- (四) 請學生利用先前學會的電路知識。先組出由 1 個燈泡、1 個電池組成的電路，並使用電流計以串聯的方式測量出流經「燈泡」及「電池」的電流，並與同學討論二者電流是否相同？為甚麼？
- (五) 再由同學組出由 1 個燈泡、2 個電池組成的電路，並使用電流計以串聯的方式測量出流經「燈泡」及「電池」的電流，並與同學討論二者電流是否



相同？再與步驟(四)中的「燈泡」及「電池」電流值比較是否倍增？原因為何？

(六)同上法，請同學組出由 2 個燈泡、1 個電池組成的「串聯電路」，並使用電流計以串聯的方式測量出「燈泡 1」、「燈泡 2」及「電池」的電流，並與同學討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」電流之間的關係。

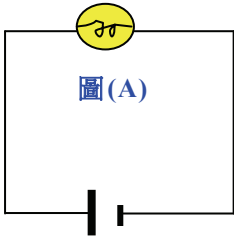
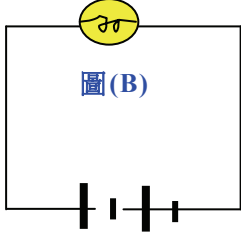
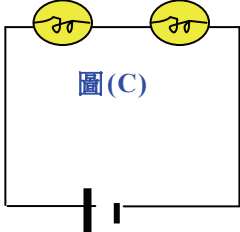
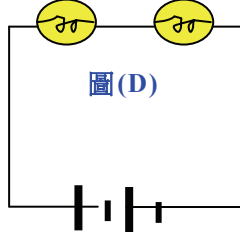
(七)同理，請同學組出由 2 個燈泡、2 個電池組成的「串聯電路」，並量測與討論「燈泡 1」、「燈泡 2」、「電池」

電流之間的關係，以及討論與步驟(六)中的電流值比較是否倍增？。(圖八)

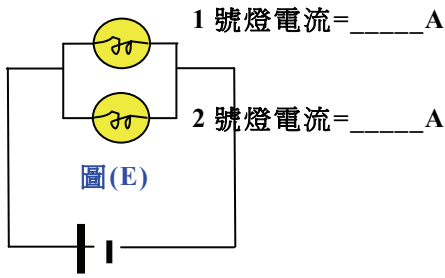
(八)依(六)~(七)步驟組成「並聯電路」，並比較之。(圖九)

(九)請學生互相討論並完成工作單上的內容，等各小組完成後，教師會從各組中抽一名學生，描述該組觀察到甚麼現象(1.燈泡串聯與並聯電路，何種組法燈泡較亮，何種組法的總電流較大，與量測到的電流有關嗎？2.單顆燈泡、串聯燈泡、並聯燈泡的每個燈泡分電流何者較大？)。

表二、電流實驗學習單

<p>一般接法(1 個電池)：測量電流要<u>串聯</u></p> <p>1 號燈電流=_____A</p>  <p>圖(A)</p> <p>電池電流=_____A</p>	<p>一般接法(2 個電池)：</p> <p>1 號燈電流=_____A</p>  <p>圖(B)</p> <p>電池電流=_____A</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p>
<p>燈泡的串聯(1 個電池)：</p> <p>1 號燈電流=___A 2 號燈電流=___A</p>  <p>圖(C)</p> <p>電池電流(總電流)=_____A</p> <p>探討：與(圖 A)燈泡比較亮度。</p>	<p>燈泡的串聯(2 個電池)：</p> <p>1 號燈電流=___A 2 號燈電流=___A</p>  <p>圖(D)</p> <p>電池電流(總電流)=_____A</p> <p>探討：與(圖 C)燈泡比較亮度。</p>

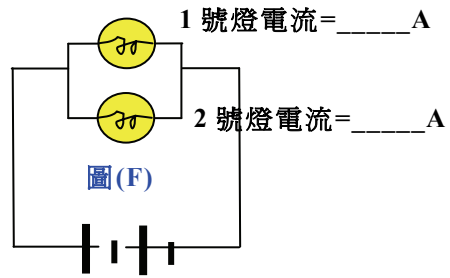
燈泡的並聯(1 個電池)：



電池電流(總電流)=\_\_\_\_\_A

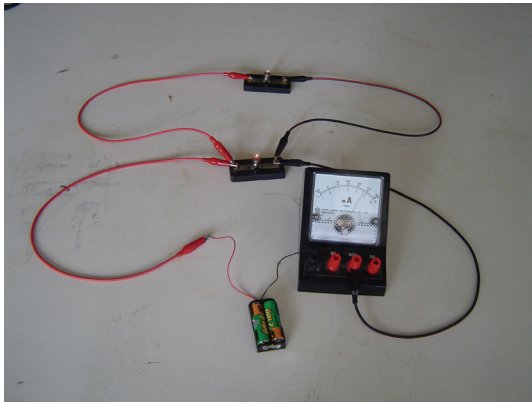
探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。

燈泡的並聯(2 個電池)：

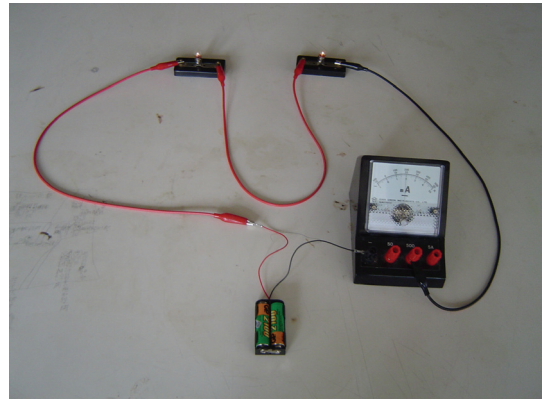


電池電流(總電流)=\_\_\_\_\_A

探討：與(圖 B)燈泡比較亮度。



圖八、並聯電流測量



圖九、串聯電流測量

#### 四、「合作學習實驗教學」之結果探討

從三個階段的「電壓與電流」實驗的教學研究結果顯示，學生對原本教科書上的「電壓與電流」單元有以下的學習困難：

- (一) 看不懂該單元的文字敘述及原理。
- (二) 不知道作此實驗的目的，與實驗要表達的內涵為何。
- (三) 不知如何回答課本單元中的相關問題。
- (四) 不懂「電壓」與「電流」的差異性為何。
- (五) 無法將「電壓」與「電流」概念套用

在題目上。

- (六) 不熟悉電壓計與電流計的操作方法。

研究者針對三個階段「電壓與電流」的實驗教學問題提出以下的解決策略：

- (一) 在上課前先進行「前測」，因為這些三年級攜手計畫的同學都已在二年級時上過電學的單元，只是成效不彰。
- (二) 再使用類比式教學，於實驗前先將「電壓」、「電流」、「電路」的相關概念以類比法(如前一節所述)詳細闡述一遍，讓學生先建立粗略的電學概念。

- (三) 重新設計實驗學習單，將實驗學習單的內容簡化，將不必要的文字去除，僅以圖像(電路圖)要求學生量測相關電壓與電流，並設定不同的電路條件(如：單顆燈泡、2個燈泡串聯、2個燈泡並聯、電池數)，讓學生比較不同條件下，電壓及電流的差異，並透過同學間討論讓學生從學習單中找出「規則」，有利於學生自行建立完整的電學概念，讓學生更易於觀察及歸納結果。
- (四) 對於程度較差的學生，研究者要求同組的二位同學務必互相協助進行實驗，每一位同學都要親自動手操作，本實驗分三階段「電路」、「電壓」、「電流」逐一建立學生的系統概念，不會急就章讓學生一次懂所有的原理。每一階段實驗教師於各組完成後，最後進行實作考試，由老師出題，請各組的每一位同學示範一次實驗的過程讓教師評斷是否完成學習，若成效最差的組別將重新進行一次學習，成效最好的組別將予以獎勵，務求每位同學都能確實學會。
- (五) 經各組進行實驗的結果顯示，絕大多數的同學都能夠互相協助進行學習，部份組別亦能提出不同的觀點與教師討論，教師對於學習成效較佳的組別，給予更多的問題讓學生能深入思考，並要求同學上網找尋資料再與同學討論。教師對於學習成效較差的組別，則給予個別的指導，以了解學生的困難點，並針對學生做概念的澄清。
- (六) 當所有實驗完成後，教師再進行綜合性講述，將實驗中所看到的現象做一次歸納，並整理出實驗結果。最後在請學生進行「後測」，以了解學生經過這次的教學是否已掌握電學的概念。
- 經過三階段的實驗學習之後，研究者發現學生對該章節的概念建構已具備一定的雛型。在學習成效較佳的學生方面，大多已掌握 90%的學習內涵及進度，並能夠提供其它學生一定程度的諮詢協助；對於中等程度的學生，經過此次的教學已能學習到半數以上的課程內容，再加上小組組員間的討論與合作學習，經研究者訪談結果得知，大部份中等程度的學生都能了解小組間討論的內容，並能參與討論，著實大幅提昇學生的學習內涵，至於學習成效較差的學生方面，經過此次的教學並無法確實得知該學生是否能跟上教師的進度，學習成效也停留在一知半解，但值得鼓勵的是該群學生已從對課業漠不關己的學習態度，轉換成願意配合小組學習。這與攜手計畫的人數少、每個人程度差不多、競爭壓力較弱，能夠安心學習有關。研究者在實驗中多次詢問該群學生的學習進度，發現這些程度差的學生能從小組合作學習的過程中，多少學習到一些基本知識，這對低學習成就的學生算是向前邁進了一步。

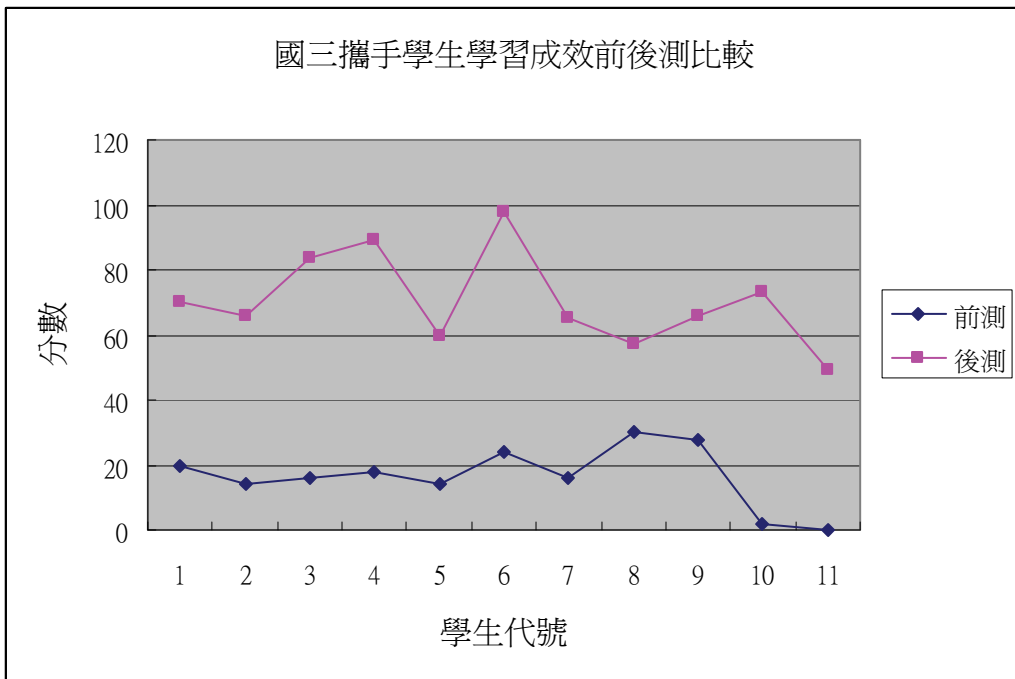
### 陸、學習前測與後測結果討論

在本研究開始之前，爲了檢視這群國三攜手計畫學生的起始能力爲何，以「電壓與電流」單元，設計了一份基本概念的評量試題，進行學生的前測，共發出 12 份試題，回收 11 份。在教學告一段落後，研究者爲了解學生進行實驗教學後的學習

成效，以相同的單元，另外設計了一份評量試題，以進行學生的後測，共發出 12 份試題，回收 11 份，後測評量試題題目卷如附錄，雖然施測樣本不是足夠充份(教育部規定攜手計畫一班人數不得超過 12 人)，其前後測成績結果(表三)及前後測成效基本分析如下：

表三、學生「電壓與電流」單元學習前後測評量成績表

	理化科學習前後測評量成績		
	前測	後測	前後測差值
平均分數	16.5	70.6	+54.1



圖十、學生「電壓與電流」單元學習前後測成績

從數據顯示(表三、圖十)，前測平均分數為 16.5 分，後測平均分數為 70.6 分，平均分數差亦達 54.1 分。由此可知，學生在研究者實施教學之前，雖然學生已學過電學的概念，但是成效不彰，前測的結果證明，學生在班上並沒有學得很好，多為低分群，甚至很多學生連基本的電路都不認識，經過實驗學習後，學生有明顯的進步，儘管仍有不及格的學生，但對電壓與電流的基本概念已具完整的雛型，假以時日多加練習，應可達到及格的水平。

若從學習成效評量後測各類題的答對率進行分析(如表四)，結果顯示學生對於「電路圖」類題的平均答對率約 96%，「串並聯測量與單位」類題的平均答對率約 76%，「電壓與電流計算」類題的平均答對率約 68%，「電阻計算」類題的平均答對率約 18%，以「電路圖」類題的答對率最高，「電阻計算」類題的答對率最低。從學生的後測評量卷中分析，絕大多數的學生對於畫出「電路圖」等問題已可 100% 答對，由此可知學生已具備基本的電路常識，再者，多數的學生亦能答對有關「串聯、並聯測量與電壓、電流單位」等問題，足以看出實驗教學發揮功效，使學生能從做實驗中學會各種儀器的使用、電壓及電流的

量測等，但少數學生仍有把單位及儀器名稱混淆的問題存在，增加實驗的練習應可消除此種問題。此外，整份後測評量中分數最重的部份—「電壓與電流計算」類題，也是學生答對與答錯最兩極化的部份，除少數思路清晰的學生可以在這部份拿到滿分外，大多數的學生僅能拿到六成的分數，原因在於僅在短時間內(3~4 節課)要學生完全理解電壓與電流的關係，並非易事，加上這群學生本來就屬於班上低學習成就的學生，能在一次的課程之中學會五成的計算問題，已屬難得，倘若在多加練習，相信應可提昇答對率至七成左右。最後一部份為「電阻計算」類題，答對率相當低，其原因在於電阻的計算並非此次合作學習實驗教學課程的重點，雖然在課堂上有提過，但著墨不多，出題的目的只是為了測驗學生在學會電壓與電流單元後，是否有延伸學習的能力(能否舉一反三)。事實證明學生理解的能力仍然有限，再加上涉及單位轉換，能答對此部份類題的學生可以說是鳳毛麟角，但卻也給研究者再設計「電阻」單元教案的動機，整體而言，學生在後測評量的表現仍比研究者預期來得好，值得鼓勵。

表四、學生學習成效評量後測各類題答對率

編號	姓名	理化科學習前後測評量成績			
		電路圖(16%)	串並聯測量與單位(28%)	電壓與電流計算(50%)	電阻計算(4%)
平均答對率		96%	76%	68%	18%

由前測及後測比較的結果顯示，合作學習實驗教學應用於國中理化「電壓與電流」單元對學生學習成效有良好的效果，由此可知改變課程的設計(以類比法教學)與改變教學方式(合作學習實驗教學)，頗能引起學生的學習興趣，學生也樂於參與合作學習，原因在於攜手計畫的學生人數少，老師有能力照顧好每一位學生，即使這一班學生來源大多為低學習成就學生，透過課程的特別設計、學生每個人都親自參與實驗、加上不斷地重覆練習，使得學生對課堂的參與感增加，相對於傳統教學，學生自然感到學習成效提昇。

研究者發現，絕大多數的學生都認為「合作學習」及「實驗教學」可以增加學習的興趣，進而提升學習的成效。正如前面所述，學習需要有同儕的「幫助」，更需要有同儕的「壓力」，實驗教學恰巧可以提供這樣的場所與機會，大部份攜手計畫的學生可以透過實驗小組內與小組之間的討論，大幅提昇學生的學習成效，至於攜手計畫中低學習成就的學生方面，雖然學習成效未見大幅提昇，但已可以達到接近及格的邊緣，學習態度已從事不關己轉換成願意配合小組學習，久而久之也能略有進步，這與小組間的競爭壓力與教師關照程度提高有關，故從學生訪談中可以印證大多數學生持正面態度，僅極少數抱持反面態度。

從個別訪談結果得知，學生們認為理化各個教學單元都能像「電壓與電流」單元充滿動手作的學習樂趣，學生有時間慢

慢地將知識學得扎實，相信每個學生都能夠學得很好，學校也不會有低學習成就的學生。研究者認為很多學生之所以害怕理化，原因在於艱澀的理論用詞、複雜的計算、難以觀察的科學現象…等，這些因素都可以透過課程的設計與教學方式的改變，使高深的科學與學生的距離逐漸拉近。

## 柒、結論與建議

據研究的結果顯示，欲提升國中理化科「電壓與電流」單元的學習成效，可以先從教師教學方式的創新(合作學習實驗教學法)，與理化課程的改進(類比教學法)著手。先著手進行內容分析，以「電壓與電流」單元為例，將現有的教科書中對「電壓與電流」的闡述方式，加以研究改進，研究者再進行合作學習實驗教學。研究結果發現：

一、在課程教材的改進方面：教科書內容過於精簡省略，文字敘述複雜，不利於學生閱讀及學習，研究者使用類比法及圖形說明等方式，介紹「電壓與電流」，使學生用「擬人化」的方式看「電壓」與「電流」之間的關係，學生不用死背定則，也能自行計算各類電學題目的電壓值與電流值。經試教結果，學生反應良好。由此可知，教師在教學現場配合學生程度，進行課程內容的改良是有其必要性，若課程單元經由教師的重新編寫安排，便可貼近學生的學習需求，提昇學習成效。

- 二、在教學方式的改進方面：大部份的學生都能因教學方式的改變，而學習成效變得較佳，學習態度亦趨於積極正向。在學習行為上，一般的學生願意協助低學習成就的學生進行學習，使這些學生的學習行為能融入小組的討論與運作之中，若經長時間的實行，相信低學習成就的學生應有長足進步的空間。
- 三、在進行研究的過程中，不論是類比教學或合作學習實驗教學，課程進行的時間較一般傳統教學時間還長，對教師所形成的課程進度壓力是相當嚴重的問題。在正常的教學時間內，教師欲使用創新的教學方法來進行教學，恐怕為教學進度所不容而只是徒增困擾，研究者建議可將此教學設計可應用於補救教學或攜手計畫，如此才有可能配合教學進度，亦可達到提昇教學品質的目的。
- 四、研究者建議教師必須捨棄舊有的教學模式，並且不斷地自我進修與提升教學專業能力，進而著手改進課程單元，並將改進的課程單元落實於教學現場，同時，教師也應嘗試使用多元

的教學方法，如：合作學習等，應用於不同的理化教學單元上，以增進學生的學習意願與成效。

### 捌、參考文獻

- 全中平（1996）。以教材發展形成性評量的觀點探討國民小學二年級學童學習自然科有關簡單電路之通路及電流概念。**國教學報**，**8**，165-172。
- 林靜雯（2000）。由概念改變及心智模式初探多重類比對國小四年級學生電學概念學習之影響。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 陳啓明、陳瓊森（1992）。探究高一學生對直流電路的迷思概念。**彰師科學教育**（**3**），22-72。
- 黃朝琴（2002）。國小中年級兒童電學想法類型與概念改變之研究。國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文。
- 黃瑞琴(1997)。質的教育研究方法。台北：心理出版社。
- 葉俊豪（1994）。利用定性與定量測驗來探究高二學生對直流電路的知識結構。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 葉俊豪、陳瓊森（1995）。利用定性與定量測驗來探究高二學生對直流電路的知識結構。**科學教育**，**6**，156-178。
- 廖怡雯(1999)。改進學生對電化學瞭解之研究。國立高雄師範大學化學研究所碩士論文。

### 附錄：攜手計畫 學生理化科後測評量 單元：電壓與電流

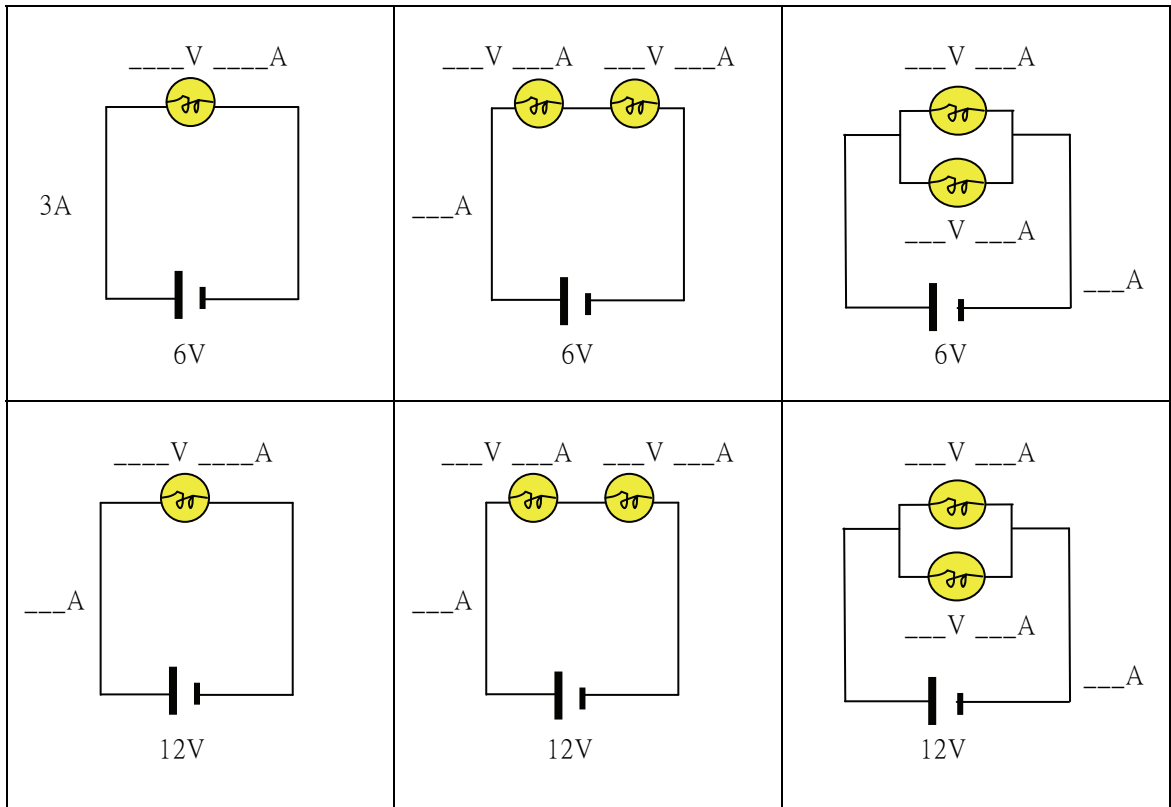
- 一、假設有三個燈炮、一個電池，請畫出燈泡串聯及並聯的電路圖。

燈泡並聯	燈泡串聯
------	------

二、請填寫下列表格：

1. 量測電流應使用何種儀器？\_\_\_\_\_；此儀器應與電路呈\_\_\_\_聯，電流的單位為\_\_\_\_\_。
2. 量測電壓應使用何種儀器？\_\_\_\_\_；此儀器應與電路呈\_\_\_\_聯，電壓的單位為\_\_\_\_\_。
3. 電子流是\_\_\_\_電荷由\_\_\_\_極流向\_\_\_\_極；電流是\_\_\_\_電荷由\_\_\_\_極流向\_\_\_\_極。

三、題目：假設每個燈炮皆相同，請填寫下列答案：



4. ( )量電流的使用方法何者錯誤？

- (A) 使用前，必須先歸零
  - (B) 與待測物並聯
  - (C) 儀器的正極和電池的正極連接，負極和電池的負極連接
  - (D) 選用測量的範圍時，應由大而小漸漸改變測量範圍。
5. 某電阻已用儀器量出電壓及電流(見下圖)，請求出電阻\_\_\_\_\_歐姆。

公式： $R=V/I$

