

國民中小學自然與生活科技創新教學 使用邏輯閘學習簡單電路與邏輯概念

張自立¹ 許善展^{1,2} 辛懷梓¹

¹ 國立臺北教育大學 自然科學教育學系

² 臺北市國語實驗小學

(投稿日期：民國 100 年 10 月 03 日，修訂日期：100 年 11 月 01 日，接受日期：100 年 11 月 14 日)

摘要：本研究旨在發展反向閘實驗教學，以加深、加廣國小或國中學生在電路方面的學習。研究者所設計出之電路教具模組包括反閘、反及閘、反或閘、電池、及蜂鳴器。目前此一實驗設計尚未列入國小或國中自然與生活科技教科書。因此，本實驗可作為國小或國中簡單電路教學，以及培養中學生學習反向閘相關邏輯概念之新型態教學資源。

關鍵詞：反閘、反及閘、反或閘

壹、前言

九年一貫課程綱要規定，自然與生活科技教材細目在國小三、四年級階段須涵蓋通路及簡單電路（利用電線、電池或金屬物連接成通路，使燈泡發光或馬達轉動）。因此，各個版本的教科書編寫者都依據此規定，設計了利用電線、電池、燈泡的學習活動，以使學生瞭解通路和斷路，認識電池或燈泡串聯、並聯的連接方式，以及這些不同連接方式對燈泡亮度的影響。另外，牛頓版和翰林版的教科書還增加了利用物體的導電性來製作簡易開關的內容。

學生對於通路及簡單電路，具有相當多的迷思概念。國內外有很多學者針對這些迷思概念進行過探究（全中平，1996；李賢哲、張蘭友，2001；邱美虹、林靜雯，2002；楊文金，1993；Cohen, Eylon, & Ganiel, 1983；Fredette & Lockhead, 1980；Osborne, 1983；Shipstone, 1984）；此外，亦有很多學者針對可有效改變學生電路相關迷思概念的教學策略進行過探究（邱美虹、林靜雯，2002；陳義勳，1995、2004；楊明獻，2010；Magnusson, Templin, & Boyle, 1997；Shepardson & Moje, 1994）。

本研究之目的既非探究學生在電路上所具

有的迷思概念，亦非探究學生在不同教學策略下的學習成效，而是在介紹一套新的、尚未出現於教科書中之嶄新實驗設計。此實驗設計為一利用開關的不同連接方式所發展出來的反向開教學模組。國中小教師可藉由引進此一模組，加廣學生對電路元件串接與並接的學習；此外，中學教師若有需要引導學生學習基本的邏輯概念，亦可使用本模組，作為輔助教具。

貳、反向開模組製作

一、電池（或燈泡）的並聯電路與反向開模組電路之比較

在牛頓版國小四年級上學期自然與生活科技課程「第四章：燈泡亮了」中，出現二個電池並聯及二個燈泡並聯之電路，其電池與燈泡之接法如圖 1 及圖 2 所示（自然與生活科技第三冊，2010）。

本研究所設計之反向開模組電路元件包括電池、蜂鳴器、及 I/O 開關，其中 I/O 開關具有三種不同的組合方式，構成反向開模組；這三種組合方式分別稱為「反開」、「反及開」與「反或開」。反向開模組與電池之並接組合方式，示如圖 3。

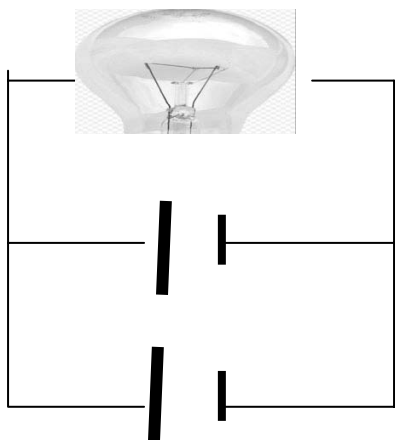


圖 1：電池並聯電路

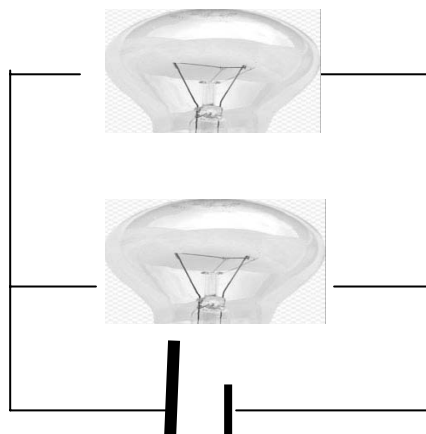


圖 2：燈泡並聯電路

二、反向開模組之三種電路組合：反開電路、反及開電路、反或開電路

（一）反開電路：

I/O 開關模組僅包含單一 I/O 開關，所構成之反開電路示如圖 4。

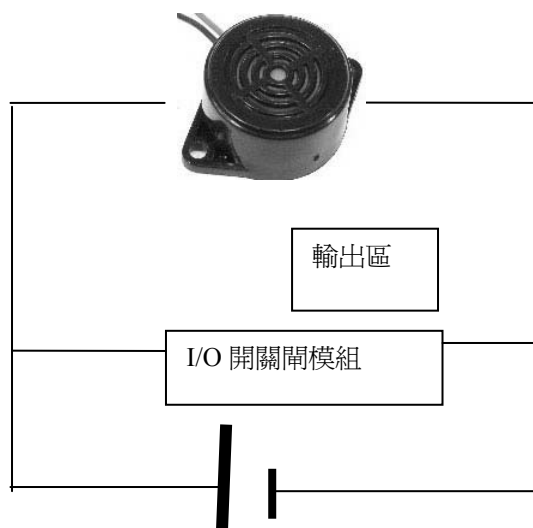


圖 3：反向開模組與電池之並接組合方式

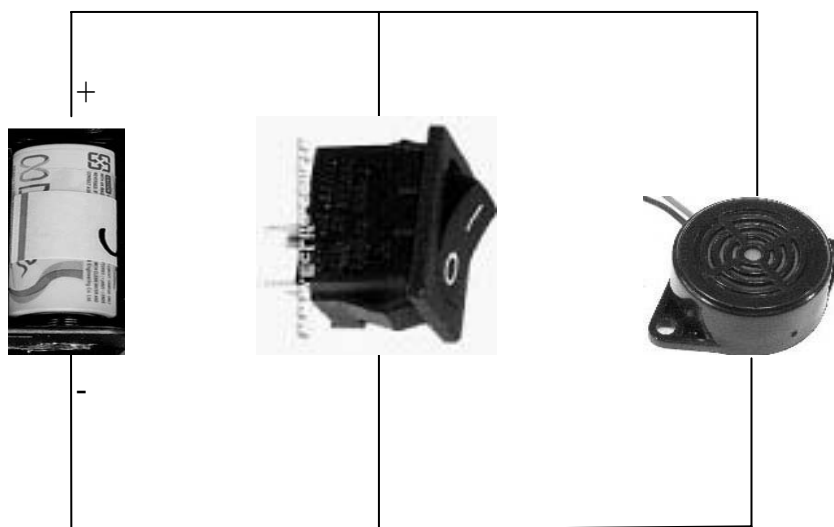


圖 4：反開電路

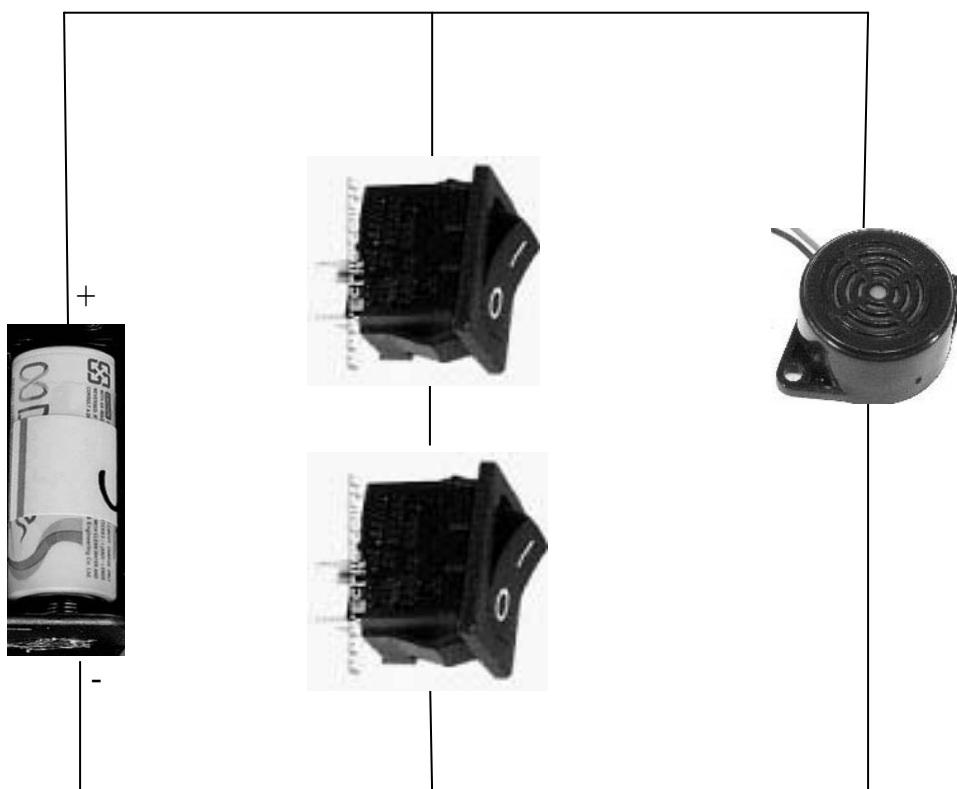


圖 5：反及開電路組合

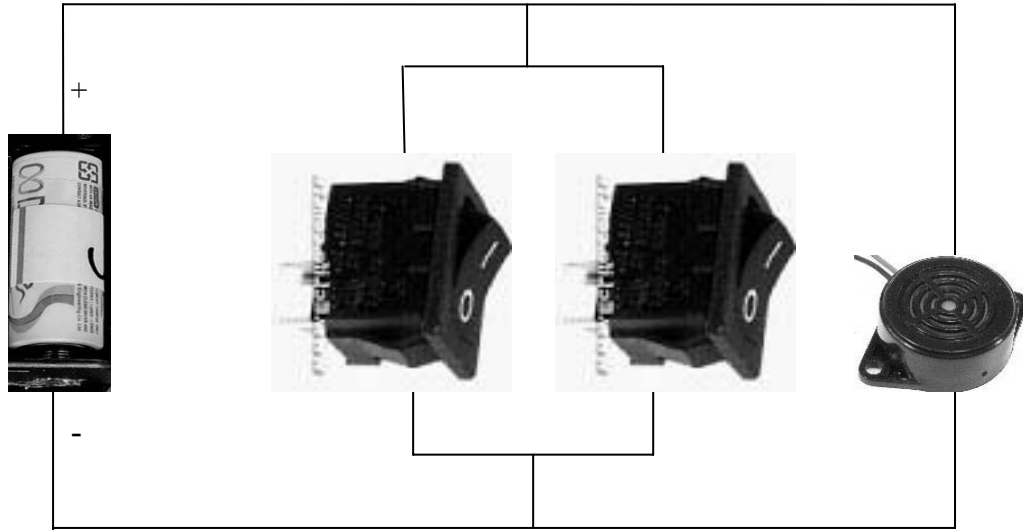


圖 6: 反或閘電路組合

(二) 反及閘電路：

I/O 開關閘模組包含二個 I/O 開關閘，其組合方式為將一個 I/O 開關閘之 O 鈕連接另一 I/O 開關閘之 I 鈕，形成二個 I/O 開關閘串接，所構成之反及閘電路示如圖 5。

(三) 反或閘電路：

I/O 開關閘模組包含二個 I/O 開關閘，其組合方式為將一個 I/O 開關閘之 I 鈕及 O 鈕分別與另一 I/O 開關閘之 I 鈕及 O 鈕連接，形成二個 I/O 開關閘並接，所構成之反或閘電路示如圖 6。

參、反向閘模組操作

一、反閘操作

(一) 反閘電路說明 (如圖 7)：

若 A 閘打開 (形成斷路)，則電流自電池正極流經輸出區，使輸出區呈 ON 狀態，再經導線流回電池的負極。若 A 閘閉合 (形成通路)，則電流主要流經 A 閘回到電池的負極，而使輸出區呈現 OFF 狀態。

表 1：反閘真值表

輸入(A)	輸出(Q)
0	1
1	0

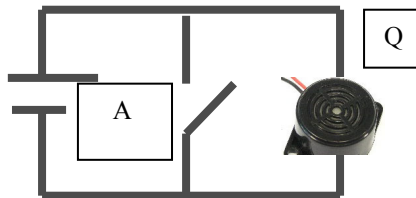


圖 7：反閘電路圖

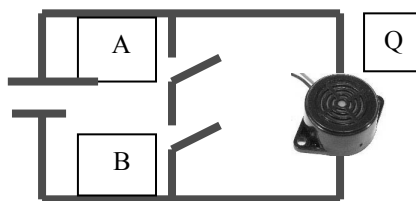


圖 8：反及閘電路圖

(二) 反及閘電路真值表 (如表 1) 之說明：

1. 輸入 A 閘 0，代表 A 閘按 O 鈕，造成輸出區 ON。
2. 輸入 A 閘 1，代表 A 閘按 I 鈕，造成輸出區 OFF。

二、反及閘操作**(一) 反及閘電路說明 (如圖 8)：**

1. 若 A 閘與 B 閘都打開 (形成斷路) 或 A 閘、B 閘任一閘打開 (亦形成斷路)，則電流自電池正極流出，經過輸出區 (呈 ON 狀態)，再經導線流回電池的負極。
2. 若 A 閘及 B 閘皆閉合 (形成通路)，則電流自電池正極主要流經 A 閘及 B 閘，再經導線流回電池的負極，使輸出區呈現 OFF 狀態。

(二) 反及閘電路真值表 (如表 2) 之說明：

1. 輸入 A 閘 0 及 B 閘 0，代表 A 閘按 O 鈕及 B 閘按 O 鈕，造成輸出區 ON。
2. 輸入 A 閘 0 及 B 閘 1，代表 A 閘按 O 鈕及 B 閘按 I 鈕，造成輸出區 ON。

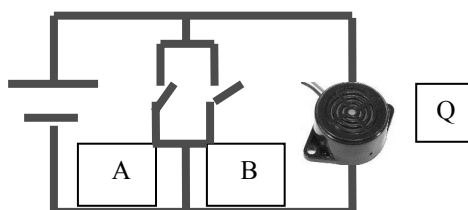


圖 9：反或閘電路圖

表 2：反及閘真值表

輸入		輸出 Q
A	B	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3. 輸入 A 閘 1 及 B 閘 0，代表 A 閘按 I 鈕及 B 閘按 O 鈕，造成輸出區 ON。
4. 輸入 A 閘 1 及 B 閘 1，代表 A 閘按 I 鈕及 B 閘按 I 鈕，造成輸出區 OFF。

三、反或閘操作**(一) 反或閘電路說明 (如圖 9)：**

1. 若 A 閘或 B 閘任一閘閉合 (形成通路) 或 A 閘與 B 閘都閉合 (亦形成通路)，則電流自電池的正極主要流過反或閘，再經導線流回電池的負極，而使得輸出區呈 OFF 狀態。

表 3：反或閘真值表

輸入		輸出 Q
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

- 若 A 閘及 B 閘都打開（形成斷路），則自電池正極流出的電流，經過輸出區，使其成 ON 狀態，再經導線流回電池的負極。

（二）反或閘電路真值表（如表 3）之說明：

- 輸入 A 閘 0 及 B 閘 0，代表 A 閘按 O 鈕及 B 閘按 O 鈕，造成輸出區 ON。
- 輸入 A 閘 0 及 B 閘 1，代表 A 閘按 O 鈕及 B 閘按 I 鈕，造成輸出區 OFF。
- 輸入 A 閘 1 及 B 閘 0，代表 A 閘按 I 鈕及 B 閘按 O 鈕，造成輸出區 OFF。
- 輸入 A 閘 1 及 B 閘 1，代表 A 閘按 I 鈕及 B 閘按 I 鈕，造成輸出區 OFF。

肆、實驗分析

一、實驗儀器

本研究所使用儀器包含電池、蜂鳴器、反向閘模組、及數條鱷魚夾連線等。

二、操作反向閘 I/O 開關及蜂鳴器之實驗結果

茲將按壓反向閘模組（反閘、反及閘、反或閘）I 鈕或 O 鈕，測量輸出區（蜂鳴器）是否發出響聲之結果整理如下：

（一）反向閘為通路而輸出區為斷路之實驗操作：反閘按 I 鈕（反及閘按二個 I 鈕、反或閘按任一個 I 鈕或二個 I 鈕都按），蜂鳴器不響。

（二）反向閘為斷路而輸出區為通路之實驗操作：反閘按 O 鈕（反及閘按任一個 O 鈕或二個 O 鈕都按、反或閘按二個 O 鈕），蜂鳴器發出響聲。

伍、結論與建議

一、結論

本研究所設計之反向閘模組，其操作會造成輸出區（蜂鳴器）發出響聲之情形為：

- （一）反閘：**開關按 O。
- （二）反及閘：**二個開關串接且任一開關按 O，或二個開關全按 O。
- （三）反或閘：**二個開關並接且皆按 O。

以上情形因皆造成反向閘斷路，故電流全流向輸出區（蜂鳴器），使其發出響聲。

二、建議

- 反向閘模組之電路可固定在木板，塑膠板或壓克力板上，學生連接電路時僅用鱷魚夾接上即可，如此一目了然，操作便利，且構造較牢固，可長久使用。
- 本研究所發展之反向閘模組，操作簡單，原理易懂，可引入國小或國中自然與生活科技有關電池或燈泡之串聯與並聯的教學中，以豐富學生對電路元件串接與並接的學習。
- 電路實驗時，可以使用 LED 或風扇馬達代替蜂鳴器。

參考文獻

- 自然與生活科技第三冊(2010)。第四單元：燈泡亮了（58-74頁）。臺北市：牛頓出版社。
- 全中平(1996)。以教材發展形成性評量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。
- 李賢哲、張蘭友(2001)。國小學童「電池」概念之探究—理論與實證。科學教育學

- 刊, 9(3), 253-280。
4. 邱美虹、林靜雯(2002)。以多重類比探究兒童電流心智模式之改變。科學教育學刊, 10(2), 109-134。
 5. 陳義勳(1995)。電學電腦軟體在國小自然科學習成就之評估。臺北市立師範學院學報, 26, 55-90。
 6. 陳義勳(2004)。國小五年級學童電學概念改變之研究。科學教育研究與發展季刊, 專刊, 13-39。
 7. 楊文金(1993)。多重現實與電學概念理解研究。科學教育學刊, 1(2), 135-160。
 8. 楊明獻(2010)。改進國中理化課程教學—以「電壓與電流」單元為例。科學教育月刊, 328, 29-44。
 9. Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51(5), 407-412.
 10. Fredette, N., & Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 18, 194-198.
 11. Magnusson, S. J., Templin, M., & Boyle, R. A. (1997). Dynamic science assessment: A new approach for investigating conceptual change. *The Journal of the Learning Science*, 6(1), 91-142.
 12. Osborne, R. J. (1983). Toward modifying of children's ideas about electric current. *Journal of Research in Science and Technological Education*, 1(1), 73-82.
 13. Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185-198.
 14. Shepardson, D. P., & Moje, D. B. (1994).

The nature of fourth graders' understandings of electric circuits. *Science Education*, 78(5), 489-514.

Innovative Teaching in the Learning Area of Science and Technology of Elementary and Junior High School Curriculum - Learning of Both Simple Electrical Circuits and Basic Concepts of Logic through the Use of Logic Gates

Tzyh-Lee Chang¹, San-Chan Hsu^{1,2}, Huai-Tzu Hsin¹

¹National Taipei University of Education

²Taipei Mandarin Experimental Elementary School

Abstract

The purpose of this study was to develop a logic gates experimental module for enlarging and deepening the learning of electrical circuits for elementary and junior high school students. The module includes a NOT gate, a NAND gate, a NOR gate, a battery, and a buzzer. So far, this experimental design has not yet been included in elementary and junior high school science and technology textbooks. Therefore, the logic gates can serve as new teaching aids for teaching simple electric circuits and basic concepts of logic in elementary and junior high school curriculum.

Key words: NOT gate, NAND gate, NOR gate