

科學圖書大庫

實驗電學與電子學

譯者 李清和

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

實驗電學與電子學

譯者 李清和

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會
監修人 徐銘信 發行人 石開朗

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十九年十月十六日初版

實驗電學與電子學

基本定價 2.80

譯者 李清和 逢甲大學自動控制研究所碩士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810 號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者

和印製有限公司 三重市三和路四段一五一號

電話 9221763
9446842

電話 9719739

原 序

實驗電學與電子學一書，為初學者之教材，特別是受過初步，電學與電子學訓練的同學。措詞簡明而內容豐富，以提供同學紮實的實作經驗。

因為本書着重於電與電子之實際問題，故純理論與數學方面減至最少，儘量避免冗長之原理敘述。同時，代之以“我能對它作些甚麼？”來作探討。是想對此課題作廣泛瞭解者之基本訓練書籍。

本書中之電路實例，皆取材自所有電機與電子設備及應用，例如：室內配線系統、馬達、家庭遊樂器系統，工業電子、通訊，以及汽車電子等。實驗之操作，可於引言中所述之電路板或任何插線板型設備來進行。

細心而紮實地研究書中之每一題材，將可使您具備電學與電子學理論與實際上的廣泛基礎。同時，您也可以享受一下我們偉大的技術與科學從業人員之一，發掘“為何”與“如何”之樂趣。

譯 序

本書為基礎性之實驗教材，用詞簡潔，內容豐富。舉凡電學與電子學上較基本而重要之現象及原理均有涉獵。

實驗 1 至 34 大都為有關於電學與電路學者，實驗 35 至 54 則為電子學之部份。如能適當選擇，本書可作為高工、五專及大學前半段之實驗教材。對於非電機、電子本科系之同學，只要具備一般電學與電子學之基本知識，亦可以當作實驗之參考。

書中除 54 個實驗外，於簡介部份提供了製作實驗用電路板之元件及方法，故器材上亦無需外購，可自己動手完成，以得經濟之便。

每個實驗最末均有結論，對該單元作一總結，以加深實驗之心得及印象，並驗證所得之結果。同時，各實驗次序之安排，分門別類，由淺入深，極方便初學者作有系統的自我訓練。

本書校譯期間蒙黃文瑞、黃顯川二位同學幫忙，全部稿件蒙蔡裕裕同學謄寫，在此一併致謝。書中誤譯疏漏之處更祈各位前輩不吝指正。

李 清 和 謹誌

68 年 12 月於台中

安全事項

安全問題應為做電學及電子學實驗最關切事項之一，那怕是最簡單之實驗亦不例外。本書中之實驗，所加於電路之電源皆很低（通常為 6 或 12 伏特），以避免電擊之危險。不過，能及早養成安全的實驗習慣，對您還是重要的，因為它能在日常用電上，對您有所幫助。

在實驗程序未提及時，應避免對電路作連接或多加裝備。假如您常有“把這導線連接到那一點，不曉得會如何？”的念頭，那麼您也許會造成嚴重的錯誤。

如果您了解電路之原理，就會知道“將此導線連至該點”會發生甚麼。換句話說，安全考慮之第一步，就是對您所操作的設備，作最大可能之研究，而不要只為好奇就在電子電路上隨意接線。請記住：

先研究—再動手

電視機之用電一般約在 2 至 4 安培間，而烤一片麵包則約為 8 安培。只要 1/1000 安培的電流，就能產生有感之電擊。而 1/100 安培（或 10 毫安）所造成之電擊可以使肌肉麻木以致無法放開所握之導體。甚者，1/10 安培（或 100 毫安）所形成之電擊，若時間超過一秒以上，即可能致命。當您靜想一下屋內保險絲之額定為 15 安培電流時，您會發現上述之電流是多麼小；換句話說，電擊早在保險絲燒斷之前就能致命了。

裝備中皆裝有安全設施，且這些安全設施之目的應能保持有效。雖然您已知道保險絲並無法讓您免受嚴重傷害。然而，它可以將電路斷開，以停止電流繼續損壞裝備。故當保險絲燒斷時，皆為了上述之理由。此時，您不應只更換保險絲或甚而將保險絲電路廢止。

電可引起火災，假如：一配線不良之房子常會引起火焰。故您應謹記電能引起火災之危險，並對如何處理此種危害有良好的認識。

實驗時，常需用到烙鐵和焊鎗，其熱度亦足以引起火源。當您作焊接時，尤其應注意不要吸入焊接或助焊劑所產生之煙。事實上，對形成之煙您可依下原則來處理：

“無論煙來自何處，皆不要吸入”

若電機裝備着了火，您必須小心勿將水潑入火中，亦不要使用泡沫式之滅火器。因為電可經由該二者導通而造成更嚴重之損壞。即使裝備不因此而受損，使用水或泡沫滅火器亦不是好辦法，因為它們本身亦可能損壞裝備。原先也許只是小地方燒壞，但由於您以水及泡沫滅火器來滅火，使加有電源之裝備變成全燬。

事前利用幾分鐘時間檢查一下您工作區域內之滅火器。其上面應有識別牌指出是否能用於電氣設備。常用於電氣方面之滅火劑為二氧化碳及化學劑。

如果您能遵照上述簡單之安全規則，則對於本書中之每一實驗，皆能輕易而安全地完成。

簡 介

動手實作常為最有效之學習方法。本書中之每個實驗皆設計能讓您“看得見發生甚麼”，以驗證一些電學與電子學上之原理及應用。做了本書之 54 個實驗後，您就能對電學與電子學之基本原理及許多主要之應用有廣泛之瞭解。由每一主題之“綫路網”，您可認讀其電路，同時了解有關領域內所使用之特殊技術語言。不過，最重要者為您將涉獵一連串之實驗，該些實驗對您的將來將開啓新的、有趣的職業與業餘上的機會。

實驗板

本書中之各實驗可藉一些元件及器材來完成，這些元件及器材很容易地可以在五金行、電機、電子元件零售商及工藝社中買到。也許您的家裡或工廠中就已有部份此類元件。

實驗皆在電子實驗者所稱之“插線板”上進行。於插線板上，我們可以暫時地裝組各種元件，於實驗後，再分解拆下重復使用。插線板有各種尺寸與形狀，有精巧地商用插線板，亦有簡單手工製的插線板。

較廉價之實驗板可用某些一般工具及器材製成。實驗中所需之各元件可分別用捆線格或不需焊接之連結器安裝於電路板上。於做實驗時，您只需按說明中所述將導線連接於指定之端點上即可。

元件板 / 所需之器材：

實驗 1 至 34 可於圖 1 所示之插線板上來完成。下列材料為元件板 1 所需用者：

燈線及插頭：6 呎長

變壓器：初級 115 伏特，次級 12.6 伏特，2 安培，具中間抽頭

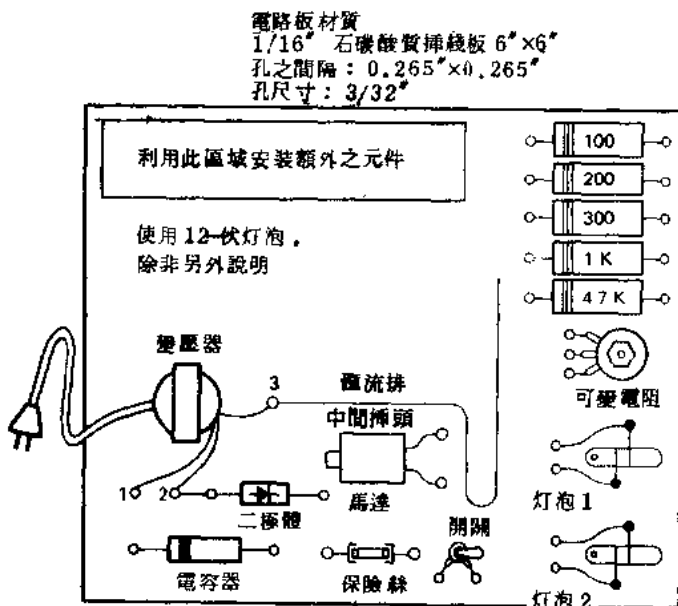


圖 1 實驗 1 至 34 使用之元件板 1。元件之確切位置並無限制，依照圖示之相關位置安裝即可。

二極體：矽質，2 安培，150 伏特。

電容器：25 微法拉，50 WVDC，電解質。

馬達：直流，永久磁鐵，小型，6 伏特起動。

燈泡插座：供 6 及 12 伏特手電筒型燈泡用之小螺旋型。

開關：單刀單擲（SPST），小撥動型。

保險絲座：小彈筒型，與 $1/4$ 安培筒型保險絲。

電阻（至少 2 瓦）：

100 歐姆

300 歐姆

1000 歐姆

4700 歐姆

可變電阻（變阻器）：0-1000 歐姆，25 瓦。

匯流排：1 呎長，外表絕緣被覆除去之 12 號或 10 號建築用線。

端子：與元件接觸之每一小圓孔，代表一端點。連接導線時，即將線與該些點接觸。見端子一節中之討論。

附加之元件

除了直接裝於元件板 1 之元件外，在實驗 1 至 34 內尚需有其他之器材。於每一實驗中，其試驗裝置部份將告訴您元件板與這些附加元件如何同時使用。這些元件（或器材）如下：

鋁箔

電池：6 伏特，具螺絲端子（二個）。

電容器：25 微法拉，200 WVDC，非電解質。

線圈及搖軸繼電器。

梳子：硬橡膠或塑膠製成。

羅盤。

銅線：20 號 AWG 具絕緣被覆。（約 6 呎長，視需要再剪成小段）

二極體：矽質，2 安培，150 伏特（此為除裝於元件板上再附加者）

燈泡：6 伏特及 12 伏特，供元件板上螺旋形插座用者。（每種三個）。

開關：單刀單擲，（SPST）（除裝於元件板上再附加者）。

伏特、歐姆、毫安表。

元件板 2 所需之器材：

實驗 35 至 54 可藉三個元件板之組合應用來完成。元件板 2 為電源供給，與元件板 3 及 4（圖 2）同時使用。下列之器材為元件板 2 所需要者：

A—變壓器：初級 115 伏特，次級 12.6 伏特，2 安培，中間抽頭，具 6 呎長電線及插頭。

B, C, D, E—二極體：矽質，2 安培，50PIV。（譯者按：50PIV 即反向峰值耐壓 50 伏特）。

F—電阻：100 歐姆，5 瓦，線繞型。

G，H—電容器：250 微法拉，50 WVDC，電解質。（譯者按：
：50WVDC 即直流工作電壓為 50 伏特）。

I—開關：單刀單擲，撥動型，2 安培。

J—匯流排：10 號或 12 號粗裸銅線，2 吋長。

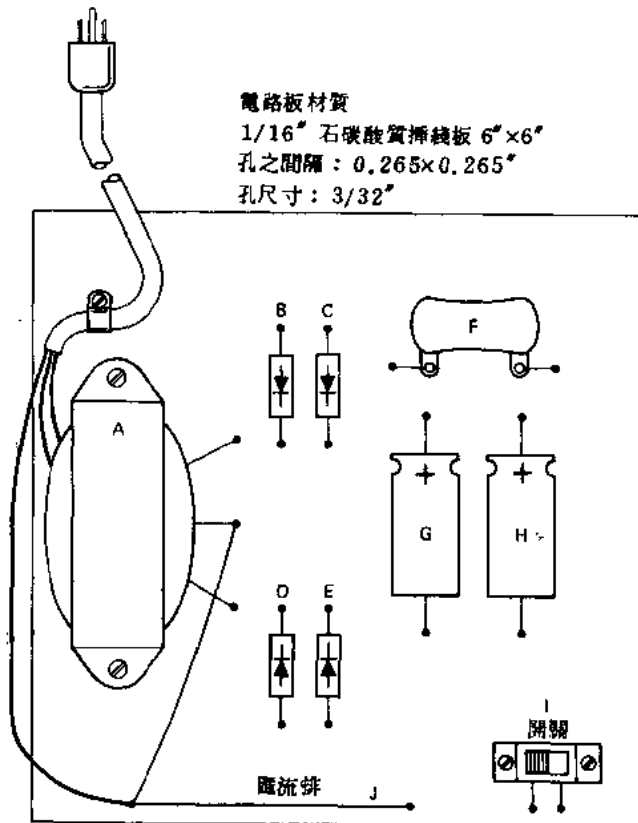


圖 2 元件板 2 為電源供給，將與元件板 3 及 4 同時使用，元件之確切位置並無限制，只需按圖示之相關位置安裝即可。

元件板 3 所需之器材：

此電路板包括了實驗 35 至 54 中所需之大部份電阻與電容。同時它亦具有供半導體（電晶體及積體電路）用的插座。（圖 3）

K—電阻：47 歐姆，1 瓦。

L—電阻：220 歐姆，1 瓦。

M—電阻：330 歐姆，1 瓦。

N—電阻：470 歐姆，1 瓦。

O, P—電阻：1000 歐姆（1 仟歐姆），1 瓦。

電路板材質

1/16" 石碳酸質插線板 6"×6"

孔之間隔：0.265"×0.265"

孔尺寸 3/32"

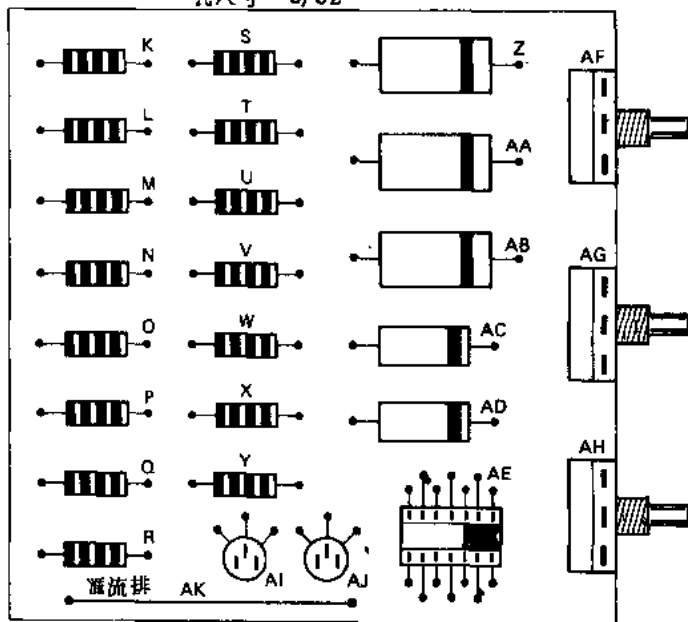


圖3 實驗 35 至 54 所用之元件板 3。元件之確切位置並無限制，只需按圖示之相關位置安裝即可。

Q, R—電阻：3300 歐姆（3.3 仟歐姆），1 瓦。

S—電阻：4700 歐姆（4.7 仟歐姆），1 瓦。

T, U, V, W, X, Y—電阻：10,000 歐姆（10 仟歐姆），1 瓦。

Z, AA, AB—電容器：0.1 微法拉，50 WVDC。

- AC - 電容器：0.05 微法拉，50 WVDC。
- AD - 電容器：0.01 微法拉，50 WVDC。
- AE - IC 插座：14 腳插座及 IC 插座印刷電路板。將 IC 腳焊於 PC 板上。連接 PC 板上插座腳之位置至元件板之端子。
- AF - 可變電阻（電位計）：0-1000 歐姆（1 仟歐姆）。
- AG - 可變電阻（電位計）：0-10000 歐姆（10 仟歐姆）。
- AH - 可變電阻（電位計）：0-50,000 歐姆（50 仟歐姆）。
- AI, AJ - 電晶體插座（供 TO-5 外形包裝者用）：若需要的話，可於插座端子與元件板端子間焊一小導線。

電路板材質

1/16" 石炭酸質插線板 6"×6"

孔之間隔：0.265" × 0.265"

孔尺寸：3/32"

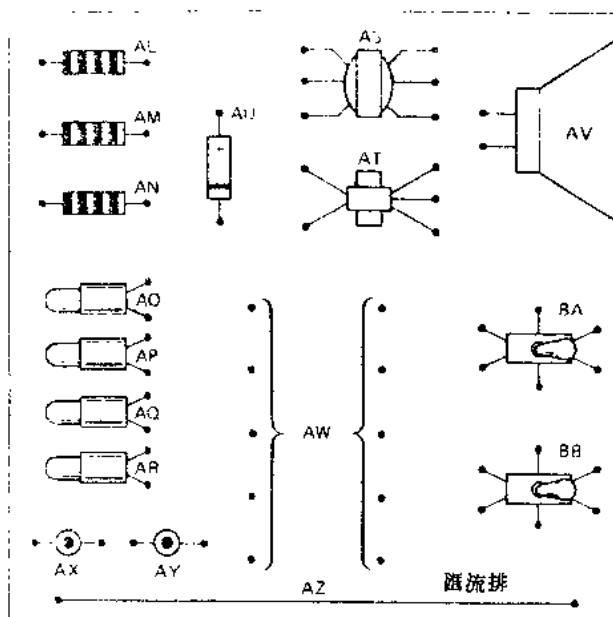


圖 4 實驗 35 至 54 所用之元件板 4。它包含了供安裝附加元件之端子。元件之位置並無硬性規定，只要按圖示之相關位置安裝即可。

AK — 匯流排：10 號或12 號粗裸銅線，2.5 吋長。

元件板 4 所需之器材：

此板包含了燈座，喇叭，開關及其他裝置。同時亦具一套端子以供其他臨時安裝之元件用。（圖 4）

AL, AM — 電阻器：47,000 歐姆（47 仟歐姆），1 瓦。

AN — 電阻：470,000 歐姆（470 仟歐姆），1 瓦。

AO, AP—燈座：螺旋形，供12.6 伏燈泡用者。

AQ, AR—燈座：螺旋形，供6.3 伏燈泡用者。

AS — 音頻輸出變壓器：0.4 瓦，200 歐姆初級阻抗，次級為3.2/8 歐姆中間插頭。

AT — 繼電器：6 伏特直流，單刀單擲（SPST）。

AU — 電容器：1000 微法拉，50 WVDC，電解質。

AV — 喇叭：三吋，永久磁鐵型。

AW — 供附加之元件用之端子：5 對，如圖示。

AX — 開關：按鈕式，正常閉合，單刀單擲。

AY — 開關：按鈕式，正常開啓，單刀單擲。

AZ — 匯流排：10 號或12號粗裸銅線，4 吋長。

BA — 開關：撥動式，雙刀雙擲（DPDT）。

BB — 開關：單刀，三位置。

所需之固態裝置：

除了四個元件板上之元件外，下述之裝置亦為實驗所需者：

555 定時器積體電路。

741 運算放大器 IC。

2N1303 電晶體（二個）。

2N2219 或GE18 電晶體（二個）。

2N2905A電晶體（二個）。

2N5296 或 D44C8 功率晶體。

2N4868 或 GZ-FET-1 N - 通道接合型場效電晶體（

JFET) 。

2N2646 單接合電晶體 (UJT) 。

C15F, (或規格相同者), 矽控整流子 (SCR) 。

光敏電阻, 硫化鎘 (CdS) 光電胞。

爲使元件板之使用範圍更具彈性及電路之裝組與拆卸能更迅速, 使用了數種類之端子。法里斯托克 (Fahnestock) 夾子可用以快速插入或移去元件導線及架空 (hook-up) 線。其缺點爲體積大且對細導線無法夾固。不過, 對於電阻或二極體等元件之導線連結, 它就很方便; 而且價格也不太貴。法里斯托克夾子可以用螺絲及螺帽固緊於插線板上, 圖 5 所示即爲一法里斯托克夾子。

最好的端子之一, 如本書所用之元件板中者, 爲無焊接彈簧式 (圖 5)。此種端子可以推入插線板之孔以固持住。若用久而鬆弛時, 可於其被部加點焊錫以提供一正支持力使其不致伸出孔外。元件導線及架空線可固持於端子之彈簧夾部份。導線之接入或移去只須用手指或鉗子按下彈簧即可。當彈簧放鬆時, 導線即可固持於端子孔中而形成良好之電接觸。

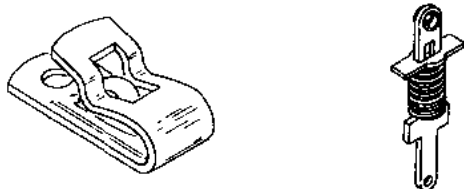


圖 5 元件導線及架空線可固持於端子之彈簧夾內。

更進一步之讀本

本書中之原理均為與實驗有關者，其多為簡介性質，而不對電學或電子學作深入探討。如果您有興趣得知更多有關電學及電子學之迷人領域，在此可推介您數本更進一步之讀物。

“基本電子學”：Bernard Grob 著（McGraw-Hill）出版。
為電學電子學基本課程之標準教材。

“電學—電子學之基礎”：Paul Zbar 及 Joseph Sloop 合著（亦由McGraw-Hill出版）。為一廣用之教科書—實驗室手冊。
是“電子工業協會”（Electronic Industries Association）推介之維護技術人員訓練課程。

“電子通訊” Robert Shrader 著（亦由McGraw-Hill出版）。對於欲通過“聯邦通訊委員會”（FCC）資格考試者，為一最好的教本。

目 錄

原 序	I
譯 序	II
安全事項	III
簡 介	V
實驗一 靜電之測量	1
實驗二 檢驗環繞於導線周圍之磁場	4
實驗三 利用感應產生磁鐵	6
實驗四 製作一個電源供應器	8
實驗五 電路之控制	11
實驗六 電壓存在之判定	15
實驗七 電壓之測試	20
實驗八 電壓與電流關係之驗證	22
實驗九 環繞於綫圈周圍磁場之驗證	27
實驗十 可變電阻器之應用	30
實驗十一 燈光亮度之控制	35
實驗十二 電路之接地	37
實驗十三 電池之構成	41
實驗十四 交流電和直流電之辨認	44
實驗十五 電阻值之決定	48
實驗十六 使用電壓表測量電壓	51
實驗十七 利用毫安計來測量電流	55
實驗十八 電壓定律之應用	60
實驗十九 串聯電路中電流之檢驗	63