

科學圖書大庫

電能・電學和電子學

譯者 許志堅

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

電能・電學和電子學

譯者 許志堅

徐氏基金會出版

原 序

本書是專為初學者設計的，它的目的是加速學習的步調，並提供精確的電學知識及適當的操作經驗。

電學和電子學等專業知識的獲得，除了研讀其理論之外，還要測試電路、增強操作工具和測試儀器的技巧；同時還要細心觀察，如果改變電路中的元件值，其後果如何？

學習電學和電子學最佳的時間分配是三分之一於理論研讀；三分之一於實驗課程；另三分之一則用來製造一些有用的裝置。過程實驗 - 學習 - 製造的方式可以加深對理論的認識，並且可以使理論與實際相互配合映證。本書就是針對上述的學習法而設計編排，以期達到最經濟有效的目的。

目 錄

原 序

第一章 電的基本特性

電子、元素和原子·····	1
安全的電路·····	3
絕緣體、導體和半導體·····	3
電 阻·····	7
電壓和電流·····	9
歐姆定律·····	15
功 率·····	18
電阻器·····	19
串聯的電阻電路·····	29
並聯的電阻電路·····	31
串聯 - 並聯電阻電路·····	36
克希荷夫定律·····	43
複習題·····	47
習 題·····	48

第二章 磁

磁的特性·····	49
磁定理·····	51
電磁學·····	57

複習題.....	63
習題.....	63

第三章 測量電的儀器

電表的工作原理.....	65
電表特性.....	68
電表的讀數.....	69
電流計.....	70
伏特計.....	72
交流安培計.....	73
交流電伏特計.....	74
串聯歐姆計.....	74
並聯歐姆計.....	76
多用途電表.....	78
其他類型的電表.....	78
複習題.....	79
習題.....	80

第四章 電感

改變電感的三種方法.....	82
自感.....	85
電感 - 電阻的時間常數.....	86
交流電流.....	88
交流發電機.....	90
交流電波形.....	92
交流電的最大峯值.....	93
電感抗.....	96
變壓器.....	99
複習題.....	105
習題.....	105

第五章 電 容

電容器的作用	107
電容器的電容	108
電容的基本單位	111
電容單位的換算	111
電容器的種類	113
電解質電容器	119
新類型的電容器	122
電容器的誤差容許度	124
直流工作電壓 (W V D C)	124
電容器並聯	125
電容器串聯	125
電阻 - 電容時間常數	126
交流電路中的電容器	128
電容值與交流電頻率	130
串聯和並聯的電容抗	132
電容抗的歐姆定律	134
電容抗的作用	135
電壓落後電流	136
複習題	137
習 題	138

第六章 含有電感、電容和電阻的電路

阻 抗	139
電感、電容和電阻	141
相位角	142
電感、電容和電阻的串聯電路	143
並聯諧振	148
串聯諧振與並聯諧振比較	151

複習題.....	152
習題.....	153

第七章 利用電來照明

天然火焰的燈.....	154
沒有火焰的燈.....	158
電燈的種類.....	160
白熱燈的種類.....	162
螢光燈.....	166
水銀蒸汽燈.....	171
鈉氣燈.....	176
霓虹燈.....	176
電發光燈.....	177
家庭照明.....	178
光線控制.....	182
光的特性.....	182
測光量名詞.....	184
檢查你的照明度.....	185
複習題.....	187
習題.....	188

第八章 利用電來發熱

電弧產生的熱.....	190
電阻產生的熱.....	190
熱的傳輸方法.....	194
紅外線發熱.....	194
感應生熱.....	203
熱的消散.....	204
保險安全裝置和熱.....	206
複習題.....	209

習 題.....	209
----------	-----

第九章 利用電力產生動力

電池的歷史.....	210
乾電池的特性.....	211
鉛酸電池.....	217
直流發電機.....	220
交流發電機.....	222
交流發電機與直流發電機輸出比較.....	227
把交流電轉變成直流電.....	228
把直流電轉變成交流電.....	231
直流電動機.....	237
交流電動機.....	241
複習題.....	244
習 題.....	245

第十章 利用電來控制

利用開關控制.....	246
開關的類型.....	247
開關接點的種類.....	250
電磁繼電器.....	252
一般型式的繼電器.....	255
繼電器控制系統.....	259
交流電路.....	261
電流的電阻・電抗控制.....	269
交流電流控制.....	269
電流方向的控制.....	270
複習題.....	271
習 題.....	272

第十一章 電學在通訊方面的用途

電報機.....	273
電 話.....	278
現代的電話機.....	279
無線電.....	285
電 視.....	288
通信的重要性.....	292
複習題.....	296
習 題.....	296

第十二章 真空管和半導體

愛迪生效應.....	297
弗來明管.....	298
狄福瑞斯特三極管.....	298
熱離子放電.....	299
二極體如何工作.....	300
三極體.....	302
真空管的形狀和結構.....	305
真空管基座.....	309
多用途真空管.....	310
電晶體歷史.....	311
電晶體的優點.....	311
半導體.....	311
半導體二極體.....	318
電晶體.....	328
電晶體阻抗.....	330
幾種常見的電晶體式樣.....	331
基本的電晶體電路.....	332
其他型式的電晶體.....	333

接面生長.....	335
場效應電晶體.....	336
電晶體外殼.....	339
複習題.....	339

第十三章 實做例題

實例1 基本的教學機.....	340
實例2 金屬加記筆.....	344
實例3 轉速記.....	347
實例4 交流時序燈（電感器）.....	356
實例5 交流時序燈（電容器）.....	361
實例6 一個電晶體的收音機.....	369
實例7 閃光燈.....	373
實例8 白熱燈.....	383
實例9 直流時序燈.....	387
實例10 電報鍵和響碼器.....	397

第一章 電的基本特性

電是看不見的，但是我們可以由電所產生的特殊效應證明電是確實存在的。例如當電流流過物質時會產生熱，烤麵包機便是利用電流所產生的熱來烘烤麵包。當電流流過導電線圈時，導電線圈附近就會產生感應磁力，它能吸附鎳、鈷或鐵質的物體。電流流過液體，像蓄電池的充電步驟，能使液體發生化學變化。還有當電流流經人體時，人會有觸電的感覺。

因為電是看不見的，所以在討論電之前必須給它一個明確的定義：電是電子在導體內流動的結果。注意定義中電子、導體和流動是產生電的要素。必須是電子在導體中移動才能產生電。此外，如果我們要利用電來為我們工作，就必須要有完全的通路（稱為電路），讓電子由電源的一端流出再流回電源的另一端。

電子、元素和原子

任何看得見、感覺得出或呼吸的物質都是由元素（element）組成。元素中像銅、鋁、氧和鐵等都是我們所熟知的；而其他的元素像氫、氫等對我們則較為陌生。不同的元素相化合會產生其他的物質，像水、橡膠、玻璃和鋼鐵。構成元素的最小單位是原子（atom）。如果我們把碳原子放大，則我們可以發現原子的結構很類似太陽系。原子核就好比太陽一般，而所有的電子圍繞着原子核運轉就如同行星環繞着太陽一般。電子（electron）是構成原子的三小部分中的一部分，它帶有負電荷。

任何元素的一個原子，其中環繞在原子核四周帶負電的電子個數必等於原子核中帶正電質子（proton）的個數。此外，在原子核中還有

2 電能、電學和電子學

一種電中性的粒子，稱為中子（neutron）。而相異元素的原子中，中子、質子、電子的數目也不相同。但是核內質子的個數必等於核外電子的個數。

原子核對外層軌道電子的束縛力較內層軌道電子的束縛力小。所以最外層的電子容易脫離軌道成為“自由電子”（free electrons），如圖 1-1。

如果適當地控制物質中的自由電子，使它們都朝同一方向移動，則物體中就有電流（current）產生。

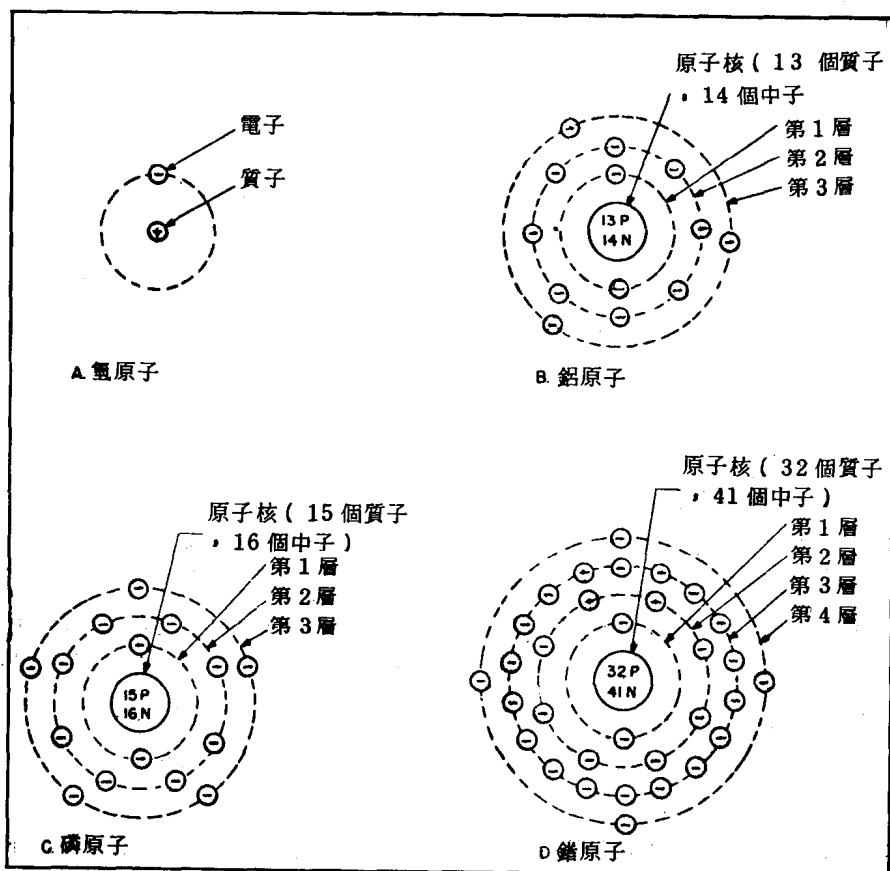


圖 1-1 原子結構圖。

完全的電路

導體中電子的移動必須有完全的電路。如圖 1-2，完全的電路包括一個電源、一個導體和一個耗電的裝置。電子流經耗電的裝置時會產生熱或對它作功。

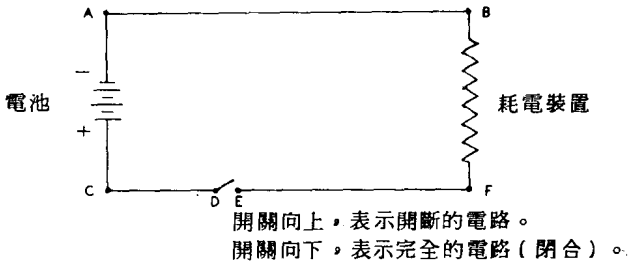


圖 1-2 簡單的全電路。

當我們連接一個電路時，必須遵守 3 個基本法則：

1. 把電源的一端連接到耗電裝置的一端。（A 點連到 B 點）
2. 把電源的另一端連接到控制器（開關）的一端。（C 點連到 D 點）
3. 把控制器的另一端連接到耗電裝置的另一端。（E 點連到 F 點）

這樣的接法就構成一個完全的電路，電子就可以由電源（電池）的一端，經由電路，再回到電源的另一端。

絕緣體、導體和半導體

大體而言，依物體中自由電子數目的多寡，我們可以把物體分成三類：導體（conductor）、半導體（semiconductor）和絕緣體（insulator）。

1. 導 體

有大量自由電子的物體稱為導體。所有的金屬都是導體，但它得導電的程度各不相同，有的很容易導電，有的較不容易導電。銀、銅、鋁

4 電能、電學和電子學

的外層軌道有許多自由電子，所以它們是良導體。雖然銀的導電性比銅要好，但是銀太貴，所以銅是用得最普遍的金屬導體。雖然鋁的導電性比銅差，但是鋁的重量比銅輕，所以在重量受限制的情況下，我們也用鋁當導體；同時鋁的價格比銅便宜，所以在價錢的前提下，我們也常用鋁當導體。圖 1-3 是導體、半導體和絕緣體的比較。

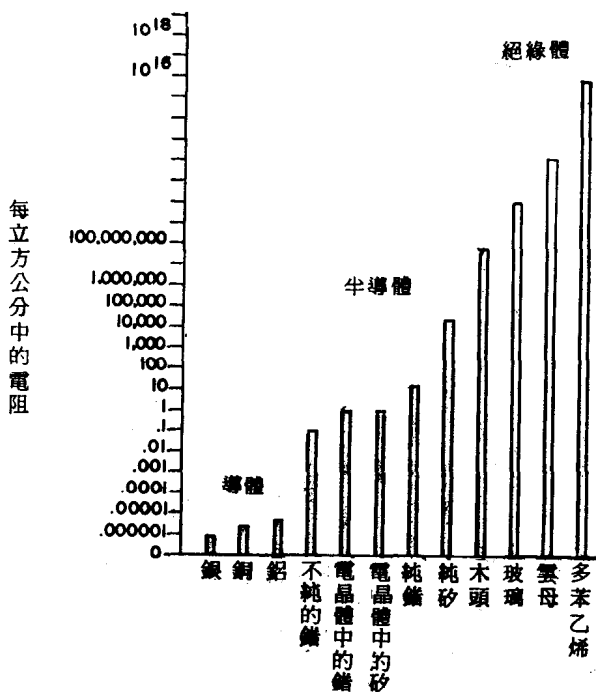


圖 1-3 導體、絕緣體和半導體的比較。

物質導電的能力也和它的大小有關。導體通常都做成管狀、棒狀、片狀或塊狀，但是最常用的却是線狀。而導線的粗細也分成好幾種，從細如毛髮到粗如手臂。細的導線用在精密的裝置，而粗的導線用在發電廠中以負擔巨大的電流。

2. 絕緣體

絕緣體是一種物質或是數種物質的組合，在它們的原子結構中，自由電子的數目非常非常的少，所以電子由某個原子到另一個原子需要很大的電力。雖然我們無法找到完全的絕緣體，但是某些物質的導電性非常非常的小，所以我們稱它們為絕緣體。乾燥的木頭、橡膠、雲母、玻璃和一些塑膠製品內的電阻相當大，幾近於完全絕緣體。通常導體的外層都裹一層橡皮、塑膠、琺瑯或棉布等絕緣體，使它們的導電性不受天氣的影響，同時避免短路或漏電的危險。

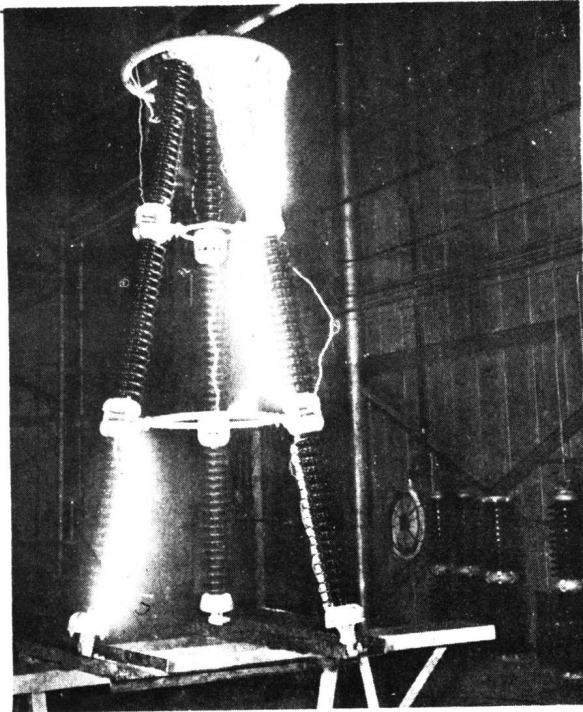


圖 1-4 高壓電使絕緣體內的電子移動。

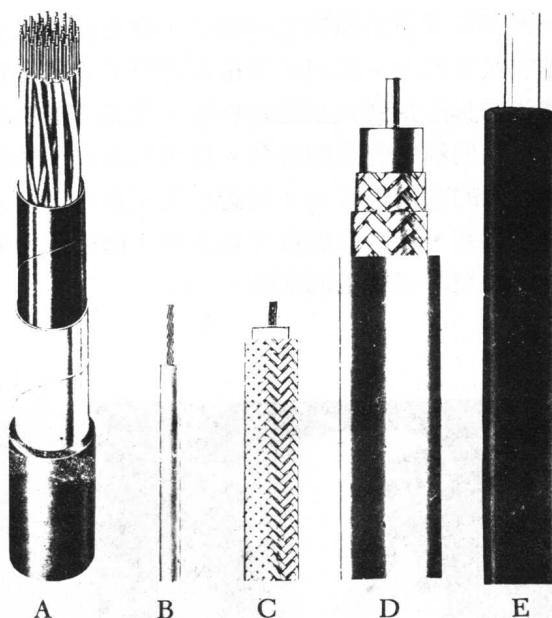


圖 1-5 導線的種類。(A) 實心線電報電纜；(B) 絞電纜；
(C) 絞線，包線電纜；(D) 同軸電纜；(E) 雙鉛電
纜。

3. 半導體

那些既非優良導體又非優良絕緣體的物質稱為半導體 (semiconductor)。雖然它們的原子結構中也有自由電子，但使這些自由電子移動所須的電力也頗為可觀。鍺 (germanium) 和矽 (silicon) 都屬於半導體。純粹的鍺和矽沒有多大的用途，但含有雜質的鍺和矽却具有導體的特性。如果適當地調節鍺和矽中的雜質，則它們可以做成電晶體 (transistor)。鍺和矽並不是唯一的半導體，但它們却是最常用的半導體，它們大都用在電晶體。參考圖 1-3 中對半導體與導體、絕緣體的比較。

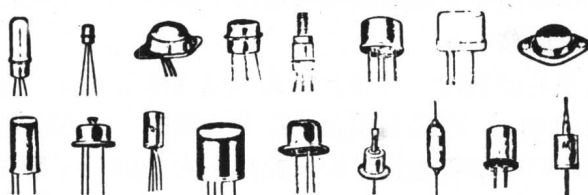


圖 1-6 不同大小與形狀的半導體。

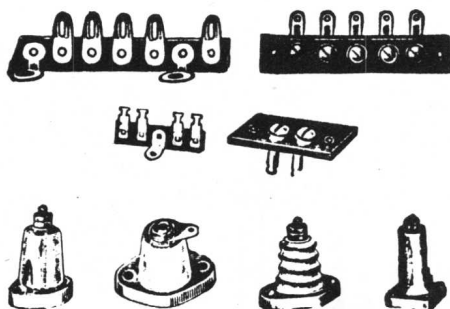


圖 1-7 電子設備中的絕緣體。

電 阻

沿着導體移動的自由電子會遭遇到一些阻力，我們稱為電阻（resistance）。電子移動時阻力的大小或電阻的大小是由原子核對軌道上自由電子束縛力的強度決定，使自由電子脫離軌道所須的力與電阻值成正比，而即使是最好的導體內也有電阻。

在電或電子的裝置中，電阻是很有用的元件。它能產生熱，能控制電子的流動，並且能夠分壓。

導體中的電阻值由以下四個因素決定：

1. 材料 某些導體材料的電阻較小，像銀、銅、鋁常被做成電線。圖 1-3 顯示了這些材料的電阻值，同時可以比較其他材料的電阻值。
2. 長度 導線中的電阻值和它的長度有直接的關係，導線愈長，電阻值愈大。