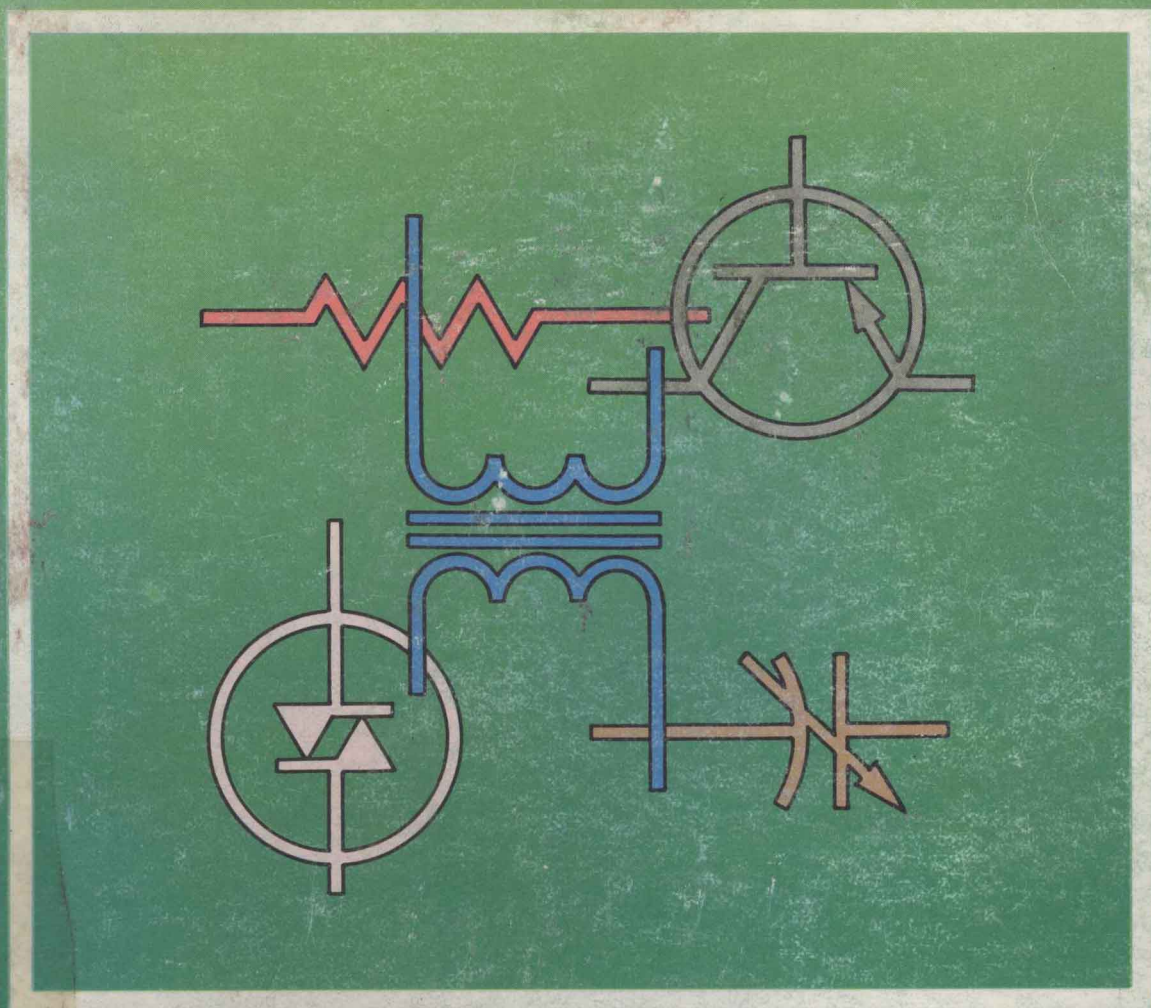


國民中學

電子工

上 冊



國立編譯館主編

中華民國七十七年八月 正式本初版

中華民國七十八年八月 再 版

國民中學
選修科目 **電子工教科書** 上冊

定價：（由教育部核定後公告）

主 編 者 國 立 編 譯 館

編 審 者 國 立 編 譯 館 國 民 中 學
電 子 工 教 科 用 書 編 審 委 員 會

主任委員 王 師

委 員 李海水 林力宏 林富雄 許振聲

陳兆銘 楊維楨 趙天儀 劉學明

嚴文方

編輯小組 王 師 李海水

總 訂 正 王 師

封面設計 王鍾齡

插圖繪製 莊紋岳

出 版 者 國 立 編 譯 館

地 址：臺北市古亭區 10770 舟山路二四七號

電 話：三六二六一七一

印 行 者 九 十 一 家 書 局（名稱詳見背面）

經 銷 者 臺 灣 書 店

辦公地址：臺北市城中區 10023 忠孝東路一段一七二號

電 話：三九二二八六一・三九二二八六七

門 市：臺北市城中區 10023 忠孝東路一段一七二號

電 話：三 九 二 八 八 四 三

郵撥帳號：○ ○ ○ 七 八 二 一 五

印 刷 者 內 文：長 森 彩 色 印 刷 公 司
封 面：

編 輯 要 旨

- 一、本書係遵照民國七十二年七月教育部公布之國民中學選修科目工業組電子工課程標準而編輯。
- 二、本書內容以實作為主，以相關知識為輔，務使學生在實作中增進了解，引起興趣。
- 三、本書分為上下兩冊，內容取材是基於：（一）切合實用；（二）顧及安全；（三）器材價廉且易購置；（四）與日常生活發生密切關係；（五）初學者容易製作及調整等原則。
- 四、對於不斷推陳出新的電子元件和技術，本書亦盡可能加以蒐集，期使學者對於日新月異的電子材料有更深一層的認識。
- 五、本書上冊分十五章，下冊分十四章，配合講解、示範、實作、研討、參觀等活動，內容足敷第三學年每週四至六小時教學之用。
- 六、圖表說明，力求清晰完整；詞句表達，力求淺顯易懂；方法介紹，力求詳細明確。
- 七、每章之後，編有習題，俾使學生加深學習心得與效果。
- 八、本書所選電路均經過實驗，能得到預期效果。
- 九、各章講授順序，任課教師可視實際情形，酌量調整。
- 十、本書如有疏漏之處，請各校教師隨時提供意見，俾作修訂時之參考。

國民中學 電子工 上冊

目 次

第一章 電子科技的演進、現況與展望

1-1	概說	1
1-2	電子科技的發展簡史	1
1-3	近代的電子科技	2
1-4	電子科技對日常生活的貢獻	3
1-5	我國電子工業的現況與展望	5
	習 題	6

第二章 電子工的安全規則

2-1	各種電線介紹	7
2-2	電線的安全容量	7
2-3	用電安全注意事項	8
	習 題	11

第三章 認識電子零件

3-1	概說	12
3-2	電阻器	12
3-3	電容器	16
3-4	電感器	21
3-5	開關	22
3-6	二極體	24

3-7	電晶體	25
3-8	變壓器	27
3-9	喇叭（揚聲器）	30
3-10	微音器（麥克風）	32
	習題	33

第四章 認識與繪製電子電路圖

4-1	電子電路圖各種符號說明	35
4-2	簡單電路圖的繪製	35
	習題	38

第五章 銲接

5-1	概說	40
5-2	工具	40
5-3	銲接的方法及注意事項	41
5-4	實作範例	42
5-5	電路板的裝置	43
	習題	45

第六章 歐姆定律

6-1	電流	46
6-2	電壓	46
6-3	電阻	47
6-4	歐姆定律	48
6-5	電阻的串聯	48
6-6	電阻的並聯	49
6-7	串聯電路的安裝及計算	50

習 題	51
-----	----

第七章 三用電表

7-1 概說	52
7-2 面板控制器的介紹	52
7-3 零電流調整器	53
7-4 用途切換開關	54
7-5 測試插孔的使用	54
7-6 更換電池	54
7-7 刻度表	54
7-8 電阻的測量	55
7-9 交流電壓的測量	56
7-10 直流電壓的測量	58
7-11 直流電流的測量	59
習 題	61

第八章 半導體元件

8-1 半導體材料簡介	63
8-2 二極體特性	63
8-3 利用三用電表測量二極體	64
8-4 電晶體特性	66
8-5 利用三用電表測量電晶體的方法	67
習 題	69

第九章 整流器

9-1 概說	70
9-2 整流器的安裝	71

習 題	73
-----	----

第十章 電壓調整器

10-1 概說	74
10-2 原理簡介	74
10-3 電路安裝	74
習 題	76

第十一章 電子閃光器

11-1 概說	77
11-2 原理簡介	77
11-3 電路安裝	78
習 題	79

第十二章 調 光 器

12-1 概說	80
12-2 手調式調光器電路的安裝	80
12-3 自動調光器的安裝	83
習 題	86

第十三章 聲頻放大器(一)

13-1 概說	87
13-2 原理簡介	87
13-3 電路安裝	88
習 題	89

第十四章 聲頻放大器(二)

14-1	概說.....	90
14-2	原理簡介.....	90
14-3	電路安裝.....	91
	習 題.....	92

第十五章 對講機

15-1	概說.....	94
15-2	原理簡介.....	94
15-3	電路安裝.....	95
	習 題.....	96
	附錄一.....	97
	附錄二.....	101

第一章 電子科技的演進、 現況與展望

1-1 概 說

電子科技對人類的生活、工業、通訊，以及太空探測等方面，均扮演著極重要的角色。

近年來世界各國均積極發展科技，電子科技的發展尤其迅速。

我國目前的電子工業，正由勞力密集階段，進入到資本密集與技術密集的階段。有志青年宜以手腦並用的學習方法來充實電子技術與知識，以對自己開創前途，對國家貢獻力量。

1-2 電子科技的發展簡史

電子科技的開端，要歸功於許多早期的科學家，如庫侖 (Coulomb)、安培 (Ampere)、歐姆 (Ohm)、高士 (Gauss)、法拉第 (Faraday)、亨利 (Henry)，以及馬克斯威爾 (Maxwell) 等人。

馬克斯威爾於 1865 年發表電磁理論的方程式，且預言電磁波能在空中傳播。之後，赫芝 (Hertz) 創製出能幅射電磁波能量的振盪器。馬可尼 (Marconi) 則首先利用電磁波來作無線電報的傳送，這些重要發明，使人類互通訊息的時間大為縮短。

洛仁子 (Lorentz) 於 1895 年曾假設帶電現象是由最小的粒子所形成，這最小的粒子稱為電子 (Electron)。兩年之後，湯卜生 (Thompson) 以實驗證明了電子的存在。

夫來明 (Fleming) 於 1904 年發明二極管。狄佛斯特 (De Forest) 於 1906 年發明三極管。二極管具有整流及檢波的作用，三極管能使微弱的電

子訊號得以放大。這是兩項重大的發明，由於這兩項發明而開啟了電子時代的來臨。之後，電子科技的進步越加快速，例如首座地面電臺在 1920 年成立，調頻 (FM) 廣播在 1930 年代推出，黑白電視在 1940 年問世，十年之後彩色電視發展成功。在太空競爭激烈的 1960 年代，電子科技對通訊、控制、測量、計算等方面，更是占據了舉足輕重的地位。

1-3 近代的電子科技

1948 年 7 月 1 日，貝爾電話實驗室宣布電晶體 (Transistor) 的發明，描述它是一個小的裝置，具有真空管的所有功能，可用於無線電、電話及所有的電子設備。它與真空管比較，體積更小，消耗能量更少，而且壽命更長。這項偉大的發明是由巴瑞頓 (Brattain)、巴丁 (Bardeen) 及肖克力 (Schockley) 所完成，他們於 1956 年獲得諾貝爾獎。

在 1960 年代，電晶體製造技術更向前邁進，產生了積體電路 (Integrated Circuit, 簡稱 IC)。它是由化學程序在一個晶片上形成千百個電晶體，成為一個功能複雜的電路元件，在本世紀初需要半張桌子體積的接收機，在今天已經縮小到只有一個耳機的大小，這種進步完全是靠著半導體科技的不斷改進與創新所獲致的。

在半導體方面，另一項重要的發明為金屬氧化場效電晶體 (MOS-FET)，簡稱場效電晶體。1960 年首顆場效電晶體問世，在經過五年的改進後，這類電晶體才得以大量生產。利用這種電晶體可以製造出非常密集的積體電路，在 1960 年每個晶片上可以容納一百個場效電晶體，1966 年可達一千個，1969 年達到一萬個。到了 1975 年每一晶片上可容納一萬個以上的場效電晶體，這一類型的積體電路，通稱為超大型積體電路。所謂超大型是就晶片上元件的密集程度而言，若就面積而言，則可稱得上是超小型哩！

電子計算機 (Electronic Computer) 俗稱電腦，其發展與半導體的

發展息息相關，首座計算機在 1930 年被發明出來，它的長度達 17 公尺，高度達 3 公尺，而且是採用電機機械方式來作運算，這種尺寸在今天看來實在是笨重無比！真正的電子計算機則在動用了 1800 個真空管後，於 1946 年建造成功，它需要一個 10 公尺乘 13 公尺的場地才能容納得下。隨著半導體技術的進步，計算機的速度愈來愈快，容量愈來愈大，而體積卻愈來愈小，價格愈來愈低。在今天，一具微電腦（Microcomputer）的晶片所占的面積小於一平方公分，而整套設備通常只要一張桌面即可擺設，跟前面的老式計算機相較之下，真有天壤之別。

在控制方面，絕大部分工業用的控制系統都已經電晶體化了。在需要高電壓、大電流的場合，需要採用單獨的電晶體。在低功率的場合，積體電路則已經被廣泛使用，並且大大地簡化了系統設計上的困難。

半導體技術對測量儀表方面也帶來重大的改革，目前許多儀表均能跟電腦交談，執行電腦所下的指令，同時把測量的資料送回電腦作進一步的分析、處理或存檔。數字控制機具（Numerical Controlled Machine）更是結合了微電腦、控制電路與工作機具，能夠執行精細及高負荷量的生產工作，妥善利用數字控制機具可使生產效率及產品品質大為提高。

在通訊方面，由於電晶體發明以後也是進步神速，在 1970 年數據通訊僅占有一小部分比例，到了 1980 年，數位通訊與語音通訊幾乎已是等量齊觀，電話系統在今日已能提供自動查號、資訊查詢、記憶電話等等方便的服務，而通訊衛星更使通訊的容量增大、品質提高、花費降低、時間節省。

1-4 電子科技對日常生活的貢獻

愈來愈多的電子產品進入到每個人的生活領域，每個人身邊常常用到電子手錶、電子計算器、收音機、錄音機等等，它們隨時能提供莫大的方便。再如客人登門拜訪時所用的對講機、音樂電鈴，家庭裏擔任防盜任務

的電子防盜器，預防火警的火警警報器，提供娛樂所需的電視機、錄放影機、立體聲電唱機，廚房裏烤箱所用的電子溫度控制器，調節室內溫溼度的空氣調節器等，對人類的生活提供了方便、安全與舒適。而近年來廣為風行的家用電腦或個人電腦則加強了個人對資訊分析、處理及運用的能力，並且在休閒時間也具有「電子遊樂器」的功能。近年來在建築方面有所謂「智慧房屋」的構想，靠著電腦的幫忙，智慧房屋能處理大量的日常生活瑣事，如門窗是否關妥，瓦斯爐是否上緊，防火、防盜的控制，電視機會自動打開並選臺，以接收喜好的電視節目，室溫自動調節，定時自動洗衣、煮飯，檢查開關是否漏電，燈火管制，自動叫人起床，甚至於連庭院裏的草地是否要澆水了，一天澆幾次，每次多少時間、多少分量……等等，都在建築房舍時把「智慧房屋」的電子設備架設在裏面，如此一來，日常生活瑣事就全靠電腦去效勞了。

電腦應用在辦公室裏可以節省文書傳遞的流程，增進文書處理的效率，當與資料庫連接時，使用者可以很快獲得有關的資料，迅速處理文書作業，而不必到處翻找。當此一系統與記憶庫連接時，使用者可以很快地建檔儲存資料，而節省很多抄寫表格的時間及存放檔案的空間。當很多辦公室裏都能像前面所提的「自動化」起來，則下一步可以把辦公室「連線」起來，讓辦公室與辦公室間的資料能相互流通（注意，這裏所指的資料，是指任何形態的符號、文字、圖表）。例如「郵局儲金連線作業」、「銀行連線作業」，這樣作業產生的效率極高，而且不易發生錯誤。

電子設備也在逐步地加入汽車工業，這些設備可以控制點火系統，調節汽油用量，自動監視車速，車內溫度調節，以及提供任何車況不良的情報。甚至在不久的將來，你可以作到將沿途及種種目的地的資料輸入電腦後，讓它自動帶你到達目的地。

以上種種，都是電子技術所帶給我們生活上的各種方便，而這種趨勢是有增無減。因此，重視電子技術，培養實作能力，實在是刻不容緩的事

情，有志青年應該及時努力。

1-5 我國電子工業的現況和展望

我國在經濟上爲一「出口導向」的國家，在電子工業上亦是如此。民國 60 年以前，我國並無所謂的「電子工業」，當時因爲電子工業剛在萌芽階段，出口產品少，因此列入「電工器材工業」之內。

近十多年來，電子工業發展迅速，在產業結構上愈形重要。

我國資訊工業政策源自民國 68年行政院院會通過之「科學技術發展方案」，而於「中華民國臺灣經濟建設十年計畫」（民國 69年至民國 78年）中，首次認定資訊工業爲國家未來發展之策略性工業。政府並於民國 72年提出「資訊工業部門發展十年計畫」，以期推廣電腦之有效運用，開拓國內市場，扶植資訊技術發展及厚植資訊工業基礎。

近年來，資訊工業的快速發展賺入大量外匯，民國 72年出口總值達三億五千萬美元，較民國 71年成長 452%，民國 73年更突破十億美元，並且在政府機構電腦化，對數據通訊等方面之推動，皆有相當可觀之進展。

民國 74年，政府更明訂八大重點科技，作爲長期性的基礎及應用研究，此八大重點科技如下：

1. 能源
2. 材料
3. 資訊與電腦
4. 生產自動化
5. 雷射光電
6. 生物科技
7. 肝炎防治
8. 食品科技

電子科技對以上八大重點科技之 3、4、5 項，有著直接的關聯。

爲了促成我國工業升級及科技發展，民國 75 年，行政院院會通過經濟部所提「製造超大型積體電路計畫」。民國 73 年電子工業的生產毛額已成爲國內第四大工業，預估到西元 2000 年時，電子工業的生產毛額將占整個製造業的百分之十八・三，成爲我國第一大工業，超大型積體電路的投入，對提升產業水準及厚植國內電子工業，將有莫大的幫助。

習 題

1. 何人發明二極體？
2. 何人發明了電報？這種發明有何好處？
3. 略述電晶體優於真空管之處。
4. 電晶體發明以後爲什麼會加快電子工業的進步？
5. 何謂超大型積體電路？它可以用在那些方面？
6. 列舉你自己家裏的電子產品，並簡要說明它們的功能。
7. 試述辦公室自動化的好處。
8. 「智慧房屋」能夠在日常生活上提供那些服務？
9. 電子工業的應用範圍，涉及那些方面？
10. 何謂「八大重點科技」？
11. 簡述我國電子工業的發展史。

第二章 電子工的安全規則

2-1 各種電線介紹

各種電子產品都是由許許多多的電子零件組合而成的。爲了連接這些電子零件，達成某一電路功能，就必須使用電線當作電子零件之間的橋樑。

電線通常分爲兩大部分：中心部分是由良導體所構成，經常使用的材料爲銅、鋁，在導電特性需要加強的地方亦使用金或銀。在外圍部分通常採用絕緣材料，例如聚合塑膠類 (PE, PVC 等等)、橡皮、漆或者紗線。採用絕緣材料的目的，在避免通電時接觸到人體或其他物品，造成傷害。

電線分類的方法有很多種，依絕緣表皮分類，通常可分爲 PE 線、PVC 線、漆包線、紗包線、特弗龍線等等。若依電線的外觀來分類，又可分爲單心線、多股線、同軸線、多層同軸線、平行線等等。圖 2-1 爲各種不同外觀的電線。



(a) 單心線 (b) 多股線 (c) 同軸線 (d) 多層同軸線 (e) 平行線

圖 2-1 各種不同外觀的電線

2-2 電線的安全容量

每一條電線都有它容納電流的最大範圍，通常電線截面積越大的，所

能容納的電流也越大；反之，則越小。

電線導通的電流若超過它的載流量，則電線溫度會逐漸升高，長時間使用時，升高的溫度可能超過絕緣表皮或者連接電線開關的燃點，而引起燃燒，如果超過的電流量甚大時，則會瞬間燒燬電線或電器用品；如果操作電器的人員在電器附近，將造成人員肢體上的傷害。因此，連接電線時，應該特別注意電線的安全載流量。

電線的編號係依其截面積的大小而定，不同號碼的電線在物理特性上亦不相同。至於電線編號、截面積、單位長度重量、單位長度電阻、斷裂力、工作電流與燒熔電流之間的關係請見附錄一。

2-3 用電安全注意事項

一、漏電和短路

凡用電的器具，它的內部電路元件，除須彼此絕緣外，電路元件和器具外殼之間，亦應保持良好的絕緣才行。惟有如此，方可確保使用人員的安全，和維持電源電路的正常供電。但絕緣材料的絕緣性質是會漸次衰退的，而且它的絕緣性質，亦可能因使用操作不慎而受到破壞。絕緣性能欠佳的電器，一經通電使用，必引起漏電現象。所謂漏電，是指電流不流過正常電路而漏經絕緣材料，產生額外的能量損失和不正常的器具發熱，甚至使人受到觸電的危險。輕微的漏電現象，若任其存在而不予檢修，則這種現象是會日漸惡化的，最後終必造成嚴重的災害。因此，一旦發現器具有了漏電現象，便應即時送請技術人員檢修。

電器用具內部絕緣受損愈嚴重，則它的漏電現象亦必愈顯著。當絕緣材料的絕緣性質完全被破壞後，這器具本身乃發生短路現象。短路現象是很危險的，應該盡量設法避免和防止。所謂短路，乃等於將有電壓的電源電路，直接用電阻很小的導線聯接起來。這種情形，根據歐姆定律，電源電路所產生的電流必會極大。如此巨大的電流，不但會燒燬電器，且使輸

配電路無法承擔，而且屋內配電線亦必因發熱過甚，而引起火災等嚴重災害。

漏電和短路現象，當然亦可能存在於屋內配電線路中。防止短路現象的有效辦法，是在適當的線路上，加裝一定容量的保險絲。

二、電器線路的安全

家庭電器線路的安全事項，最主要的是注意保持良好的絕緣，並且不使它超過安全載流量。

電線若是用得太細，使它超過了安全載流量，必將發熱過甚，促使電線外層絕緣材料的早日老化。此外，也將增加線路損失，引起不必要的浪費。反之，若電線用得過粗，就安全的觀點來說，這當然是最好的事。但是電線太粗，費用增加，不合經濟原則。選用適當粗細的電線，將是最經濟實惠的。

其他家庭電器線路的重要配件，尚有插座、插頭及開關等，這些配件的安全載流量和它們的額定耐壓值，通常皆有明顯的標記。所以只要參照「注意事項」使用，就沒有多大的問題。

最後，為要確保電器線路的用電安全，在線路的適當地方，加裝適當的保險絲，是有絕對必要的。

三、電對人體的影響

我們人體對電流均有阻力，這種阻力的大小，是隨人體的潮溼、乾燥程度而有很大的差異。通常在身體乾燥時的電阻甚大，而在身體潮溼時則電阻大為減小，一般約降低到乾燥時的 $1/20$ 。因此，假如觸電，在潮溼時所受到的傷害程度，遠比乾燥時嚴重。所以，凡在雷雨時，我們最好是停留在室內，或盡量避免全身淋溼，否則危險性極大。平常在家庭裏也應避免用溼手去接觸正在用電的電器，即須保持人體與地面間的良好絕緣，如穿著乾燥的膠底鞋，或站在乾燥的木板上。

為了確保生命安全，避免雷擊的有效辦法，可參照下列事項來實行：