

科學圖書大庫

小型電算機的認識與檢修

編著者 楊思鵬

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十六年八月十五日再版

小型電算機的認識與檢修

基本定價 1.00

編著者 楊思鳳 國立成功大學電機系工學士

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。

(63)局版臺業字第0116號

版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號

行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 15795號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尙有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧銓氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尙在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尙祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

前 言

電子計算機在這兩三年來是一項新興的工業，年青有活力，更有遠大的前程。然而對這一種新興的電子工業了解的人並不多。市面上也找不到適當的參考書。

目前一般大專電機，電子科系的畢業生在校期間大多拘泥於理論少與實際接觸，而且電子計算機的發展也在他們所讀的教科書之後，電子計算機對他們是新奇而陌生的。至於一般電機行的技術員，他們對收音機、電視機都有豐富的經驗，但是大多數仍茫然於更簡單的電子計算機，往後在電子計算機逐漸流行以後，必然有大批待修的電子計算機湧入電機行，因此學習電算機的原理及檢修是必要的。

筆者根據自身對於電子計算機一點粗淺的了解，大膽地嘗試拋磚引玉的工作。在檢修說明方面採用流程圖的方法，以使較無經驗的初學者，可以按圖索驥，很快地找出電算機的毛病。

對於積體電路內部的原理結構，由於目前本省並無製造工廠，也由於內部理論十分複雜，儘量避免提起。

在提及線路與結構時以目前最流行，往後也最有發展潛力的種類為主。其他由於電子計算機種類繁多無法一一介紹。讀者可本舉一反三原則，試圖參考了解。

本書適合於對於電晶體線路稍有了解的人士。

本書由於匆匆付印，疏漏之處在所難免，希先進學者不吝指正。

目 錄

前 言

第一章 緒 論 1

§ 1 概說 § 2 電算機系統及工作原理

第二章 一般電算機所使用電子零件說明 9

§ 1 概說 § 2 電阻 § 3 電容器 § 4 變壓器
§ 5 主動元件的材料 § 6 二極體 § 7 穩壓二極體
§ 8 發光二極體 § 9 電晶體 § 10 積體電路
§ 11 印刷電路板

第三章 電算機電路分析 32

§ 1 概說 § 2 直流變壓線路 § 3 整流線路
§ 4 反串電源電壓接線法 § 5 穩壓線路及回授線路
§ 6 驅動放大線路 § 7 序列方波產生線路
§ 8 低壓指示及高壓指示線路 § 9 自動清洗線路
§ 10 譯碼器 § 11 移位線路 § 12 遮隱線路
§ 13 按鍵矩陣 § 14 顯示板矩陣

第四章 機械結構 74

§ 1 概說 § 2 按鍵 § 3 插塞及插座 § 4 開關
§ 5 橡皮腳墊

第五章 電算機檢修 82

§ 1 概說 § 2 故障分類 § 3 顯示板完全不亮檢修流程
§ 4 全亮檢修流程 § 5 顯示失常檢修流程
§ 6 電源線路的檢修 § 7 積體電路故障判斷

VI

- § 8 功能測驗 § 9 顯示板測試 § 10 按鍵檢修
- § 11 序列方波產生線路檢修

第六章 電算機的基本性能與使用 94

- § 1 概說 § 2 電算機四則運算型式
- § 3 常見功能鍵

第一章 緒 論

§ 1 概 說

這個時代的人們跟數字結了不解之緣，從菜市場到實驗室，從小學生到大學教授，每一個人都必須熟悉數字。

在商業上、工業上，甚至於在生活起居上，冗長的數字常常使人手足失措。有些人天生就不喜歡數學，數字對他來說，真是頭疼極了。

許多場合中，有人使用算盤來代替心算或筆算確實可以收到迅速的效果。但是能熟練使用珠算的人究竟是少數；良好熟練的珠算人員可能要花數十年來培養。就繁忙緊張的工商時代來說，珠算是極不合乎經濟要求的。

電子計算機（Electronic Calculators 簡稱電算機）的出現，使人們可以在短短數十分鐘之內熟練地使用，迅速確實，還可以作許多心算、珠算或筆算所不能達成的工作。無疑的，電算機將在今後的社會中扮演一個重要而不可或缺的角色。

電腦的出現可說是二十世紀最偉大的震撼，它促成了包括登陸月球在內的許多困難的工程，也促使知識技術突飛猛進。但是電腦的使用須要特殊的訓練，電腦本身的價格也不是一般人所能問津的。於是它實用而價廉的親戚——電算機便應運而生了。

說起來，電算機的發展只不過是近七、八年來的事，一九六八年早期的電算機，價格昂貴，外型粗笨。到了一九七〇年由於半導體技術的進步，尤其是大型積體電路（Large Scale Integrate Circuit LSI）的出現，使電算機的發展更迅速更具體化了。據美國有關當局統計一九七三年約有七百五十萬部的電算機在美國人的辦公室裏。一九七四年可望有一千三百萬部計算機在美國人的使用中。估計此後每年將以 30% 的成長率上升。

在功能方面已由四則運算推展到程式計劃（Programable Calculators）由一般用的推展到專業使用型。將來可望像計算尺一樣各行各業有為自己特殊設計的電算機。

2 小型電算機的認識與檢修

計算機的導源，應歸功於數千年前中國人發明的算盤。人類在算盤徘徊了好久好久的一段時間以後進步到了齒輪式的計算機，跟著有了電動齒輪計算機。自從人們捨棄了傳統十進位觀念，又引入了半導體技術以後便有了今天的電算機雛型了。

現在各廠商所出品的電算機大多採用MOSFET(氧化金屬場效半導體)的積體電路，這種積體電路耗電省，成本低，要求工作條件也非常簡單。

除了積體電路方面的進步以外，顯示板方面的成功也是電算機發展的一大功臣。尤其是發光二極體(Light Emitting Diodes 簡稱LED)成功率也不斷提高，售價快速下降。一般顯示板的形式有以下數種。

(1)發光二極體(Light Emitting Diodes)是目前最廣泛的材料，有紅、黃、藍三種顏色，但通常都採用紅色發光二極體。

(2)螢光管(Fluorescent Tube)是一種綠色的燈管，由於色澤柔和，在市場上也佔相當比例。

(3)充氣管(Gas Discharged Tube)一種橘紅色的燈管，目前逐漸被淘汰。

(4)液態晶體(Liquid Crystal Display 簡稱LCD)是一種以電場控制液體成為透明體或反光體的裝置，目前雖較少使用，但由於省電，並對眼睛無刺激性，將來可望被廣泛採用。

(5)紙帶打字型(Printer)是將打字機構連在計算機內，大多在桌上型使用。

§2 電算機系統及工作原理

任何一部電算機都必須有以下幾個部分

(1)輸入部門，通常是按鍵(Key Board)

(2)數位與線段交鏈，線段交鏈在小功率時可以省下。

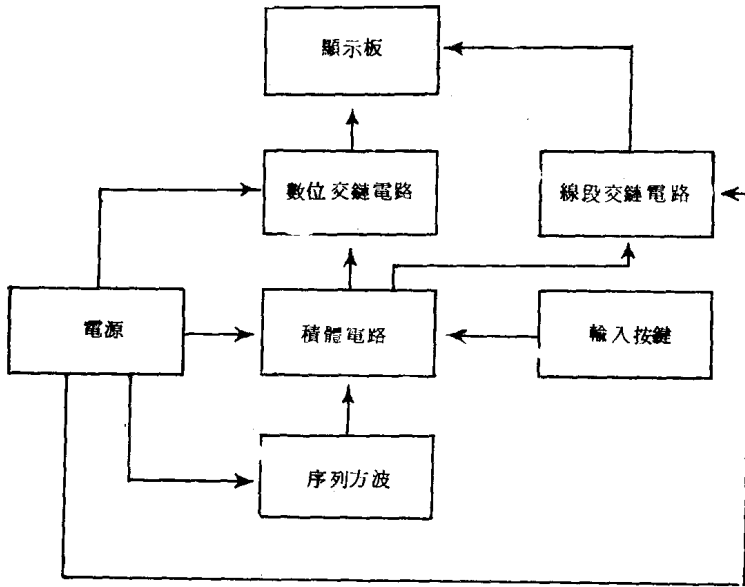
(3)電源線路(Power C. K. T.)

(4)序列方波產生線路(Clock Generator)，有些較進步的設計，將這部分放在積體電路內，只留下一支用以調整頻率的電阻。

(5)輸出部門，通常是指顯示板部分，有發光二極體、液態晶體、螢光管，或紙帶。

(6)積體電路，積體電路是計算機的控制中樞，大多數採用的是MOSFET的LSI。

這些部門相互之間的作用及工作流程可如下圖所顯示：

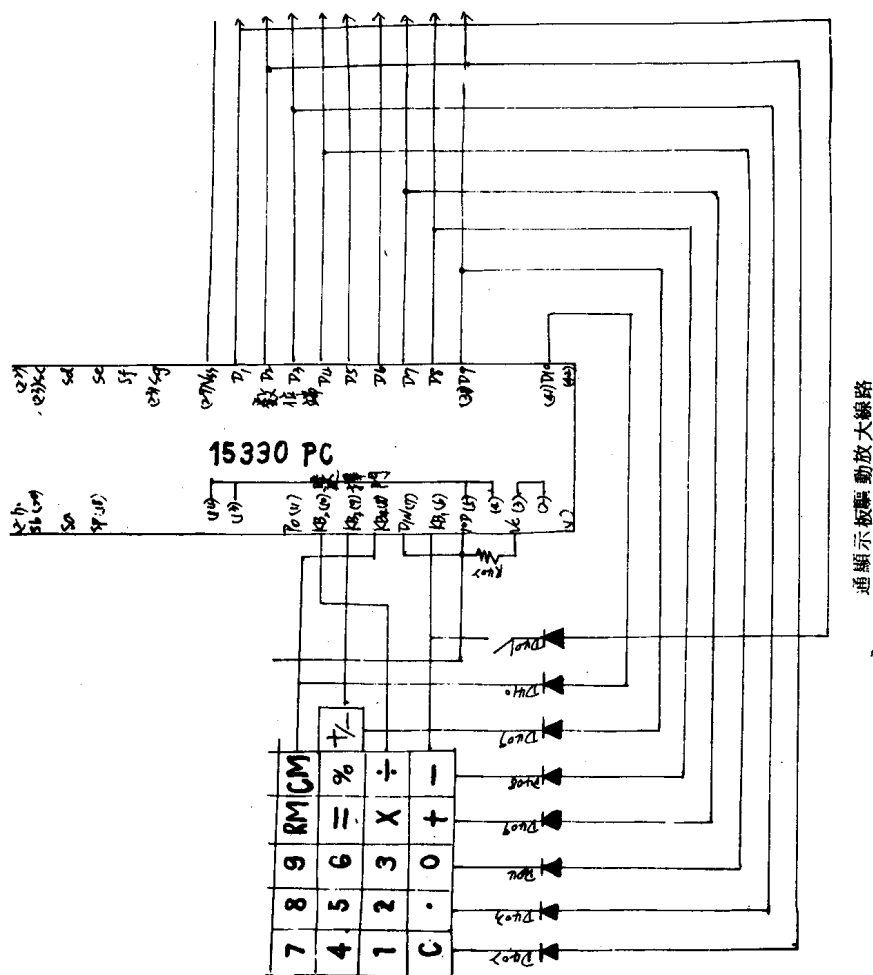


當適當的序列方波，與適當的電壓同時輸入積體電路內以後，每一個門子（Gate）便開始作啓閉的動作。依順序由第一位啓閉到最後一位。換言之，積體電路將把一個基本時段切成若干時段。每一個小時段將控制一個數位。究竟切成多少小時段要看電算機是多少位數。目前常用的九位數是切成十個時段，這個小時段將與基本時段的比稱為工作循環（Duty Cycle）積體電路的數位端（Digital Terminal）不斷地作啓閉動作，電能也在數位端“開”狀態時流入積體電路之內，在數位端“閉”時停止流入。於是形成了信號，這些信號一方面流入顯示板（Display）的交鏈線路形成了輸出。一方面通過按鍵矩陣（Key Board Matrix）流入積體電路的選擇門，形成了輸入信號。

當我們按下某一個按鍵時，信號便不斷地自數位端經過按鍵流入選擇門。而自數位端流出的信號每一端頭都有一時相差。

這些自數位端送出的信號在送入若干脈衝（Pulse）進入選擇門以後便形成一次有效的輸入。

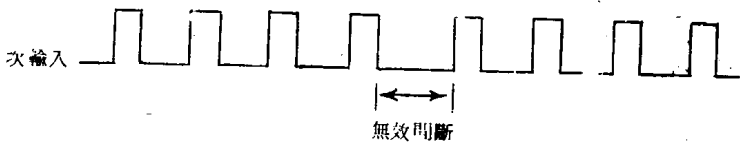
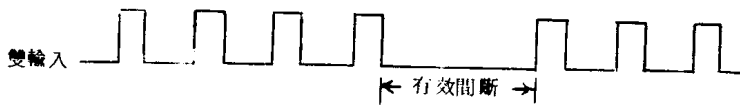
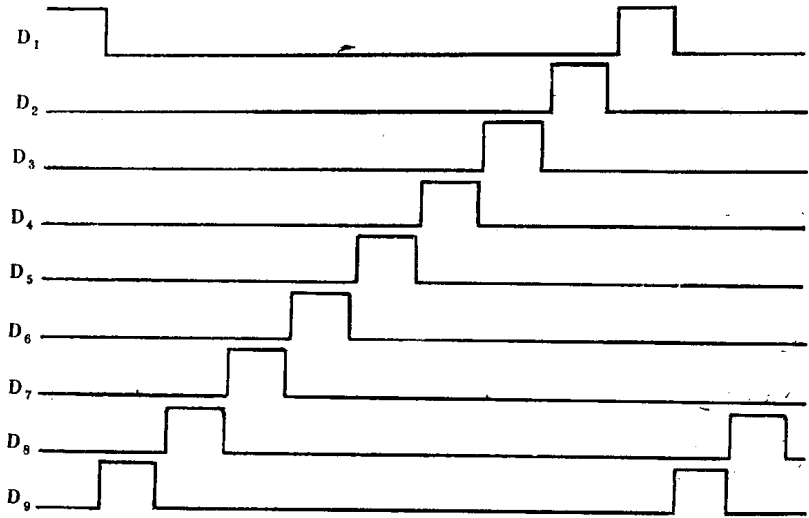
4 小型電算機的認識與檢修



在形成有效輸入以後，如果中斷了若干脈衝可能形成兩次有效輸入（Double input）

顯示板的每一個數位（Digit）都是由八個線段（Segment）組成的“日”字。

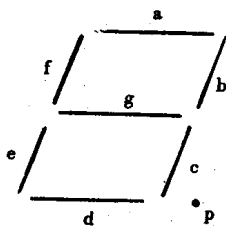
習慣上每一個線段都有一個名稱如圖所附，Sa，Sb，Sc，Sd，Se，



6 小型電算機的認識與檢修

Sf, Sg, Sp

某些線段通過電流發亮時，便表示出數字。如



Sp 是表示小數點的位置，依次 0 至 9 各數字線段如下：

	0.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sa	a		a	a		a	a	a	a	a
Sb	b	b		b	b			b	b	b
Sc	c	c		c	c	c	c	c	c	c
Sd	d		d	d		d	d		d	d
Se	e		e				e		e	
Sf	f				f	f	f		f	f
Sg			g	g	g	g	g		g	g
Sp	p									

在積體電路方面要顯示一個線段，必須同時在數位端及線段端有信號，

比如說，第三位有一數字“5”輸出必須有以下條件。

- (1)數位端 D_3 有信號。
- (2)線段端 Sa, Sc, Sd, Sf, Sg 等有信號。

在上述方塊圖上可以看到，積體電路要能正常工作必須有適當的電壓以及序列方波。有些積體電路必須有 V_{cc} 及 V_{ss} 兩組電壓，（例如德州精密儀器公司出品積體電路），有些只要 V_{cc} 一組就可以工作（例如卡特，Cartex，出品 CT - 5002）。有些序列方波完全要靠外加線路產生，如（德州精密儀器公司），有些線路在積體電路內部，只要調整一支電阻。（例如北美洛克威爾公司）

現舉幾個較有名的廠商序列方波及電壓狀態如後表。

第8頁表中各廠全名如下：

- (1)Normec : North American Rockwell 北美洛克威爾公司
- (2)TMS : Texas Instruments 德州精密儀器
- (3)AMI : American Microsystem Inc. 美國精密系統公司
- (4)CT : Cartex 卡特
- (5)LIT : Litronix 來忠
- (6)MOS : Mostex 莫斯特
- (7)NS : National Semiconductor 國際半導體

	V_{cc}	V_{DD}	I_{cc}	I_{DD}	頻率或決定 頻率電阻	備 註
北美希克威爾 Normec 15300	—	$-15^v \pm 5\%$	—	8 ^{ma}	43 ^k Ω	序列方法在 積體電路內
Normec 15350	—	$-15^v \pm 5\%$	—	8 ^{ma}	43 ^k Ω	"
Normec A4001	—	$-15^v \pm 5\%$	—	13 ^{ma}	56 ^k Ω	"
Normec A1241	—	$-15^v \pm 5\%$	—	8.3 ^{ma}	56 ^k Ω	"
德州精密儀器 Texas TMS 0105	$-13.2^v \sim$ -16.2^v	$-6.6^v \sim$ -8.1^v	10 ^{ma}	17 ^{ma}	100 $\sim$ 400KHz	序列方法在 積體電路外
TMS 0128	$-13.2^v \sim$ -16.2^v	$-6.6^v \sim$ -8.1^v	10 ^{ma}	17 ^{ma}	100 $\sim$ 400KHz	"
美國精密系統 公司 AMI 2144	$-8.5^v \sim$ -11.5^v	$-5.3^v \sim$ -6.9^v	1.6 ^{ma}	1.0 ^{ma}	33 $\sim$ 57KHz	"
卡特 CT-5002	—	$-5.5^v \sim$ -7.5^v	—	5 $\sim$ 10 ^{ma}	20 $\sim$ 50 KHz	"
來\忠 Litronix LIT-019	—	$-5.5^v \sim$ -7.5^v	—	5 $\sim$ 10 ^{ma}	20 $\sim$ 50KHz	"

第二章 一般電算機所使用電子零件說明

§1 概 說

一般電子計算機所使用的零件，除了積體電路以外，大部份都並不很複雜。大抵可以分爲主動元件（Active elements）及被動元件（Passive elements）兩種。主動元件指非綫性特性元件，包括：電晶體、二極體、穩壓二極體、發光二極體，及積體電路等。被動元件指有綫性特性的元件，包括電阻，電容及變壓器等。

本章所介紹的零件將偏重於近幾年來所常使用的電子零件，對於以往使用的零件儘量避免提及。所介紹的內容礙於篇幅只作簡單的說明，讀者覺得有必要時可以參考一些電子學或電路學方面的書籍。

§2 電 阻(Resistor)

物質分子對於電子移動的障礙力稱爲電阻。也就是物質分子在電場中電子不被移動的能力稱爲電阻。電阻的單位是“歐姆”，符號爲“ Ω ”，一般代表的英文字母是“R”。電阻實用單位除了歐姆以外，還有仟倍歐姆，符號是“ $K\Omega$ ”，或百萬倍歐姆，符號是“ $M\Omega$ ”。

電阻質的大小可以依歐姆式計算

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

表示。其中 ρ 是電阻係數，取決於物質的材料，溫度，濕度等。A是導體的橫截面積。L表示導體的長度。

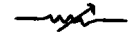
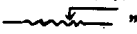
從式子中可以看出電阻的大小與電阻係數及長度成正比，而與導體截面積成反比。

電算機之中所使用的電阻種類依據用途有固定電阻及可變電阻兩種。在電算機內部的功用有降壓，分流，偏壓，隔離，限流，形成R—C對耦等。

(1) 電阻的種類

(A) 固定電阻，指電阻數值的大小不能任意變動的電阻。依構造的不同及材料的差異，可分為綫繞電阻，及碳粉電阻。綫繞電阻是將電阻綫繞在絕緣體上。有的外表赤裸，有的塗有絕緣漆或瓷釉；電阻的數值，功率，大多數用阿拉伯數字註明。這種電阻功率可較高，數值也準確，但體積較大，售價也昂貴，目前電子業已逐漸淘汰這種綫繞電阻了。碳阻器是利用炭粉，水泥，瓷器的混成物作為材料，適當地調整比例作成圓柱狀在兩端加裝導綫而成的。數值是用油漆塗上色碼註明。瓦特數（即功率）是跟體積成正比，通常最小的為 $\frac{1}{4}W$ ，也有設計為 $\frac{1}{2}W$ 或 $1W$ 以上的。目前碳阻器的製造技術不斷進步，不但精確度已可跟綫繞電阻比美，製造成本也下降，並可用自動化機器自動生產。有逐漸完全取代綫繞電阻的趨勢。

固定電阻在電路圖上的符號為  在符號適當的地方加註電阻數值。在電路圖上的功率——一律視為無窮大。除特殊註明處以外可用 $\frac{1}{4}W$ 的普通規格電阻。

(B) 可變電阻，電阻值可以隨意在某一範圍內任意調整的，稱為可變電阻。電路符號為“”或“”。跟固定電阻一樣也可以分為綫繞電阻或碳阻器可變電阻。兩接頭的通常稱為半可變電阻，三接頭的可變電阻或叫電位器。

電器用品中的旋鈕大多數就是一種可變電阻。可變電阻有綫性可變電阻與對數可變電阻兩種。綫性可變電阻的調整角度與電阻值成正比，在音響的調整或視覺感受的調整電器用品中，顧到人的神經感受力與物理量成對數關係，可變電阻值與調整角度成指數關係。使用對數可變電阻調整音量時將發現聲音的大小隨旋轉角度成正比。

可變電阻的作用通常在補正電路系統的精確度。

(2) 電阻器的色碼識別法

普通電阻器的阻值，可變電阻的變化範圍，或綫繞電阻器等，其阻值通常都用阿拉伯數字直接註明在電阻器上。

在體積較小或寫阿拉伯字不便的電阻，大多採用色碼標註法。色碼標註法是用十種不同的顏色漆成環帶表示電阻值

色碼標註所代表的數字對照表如下列