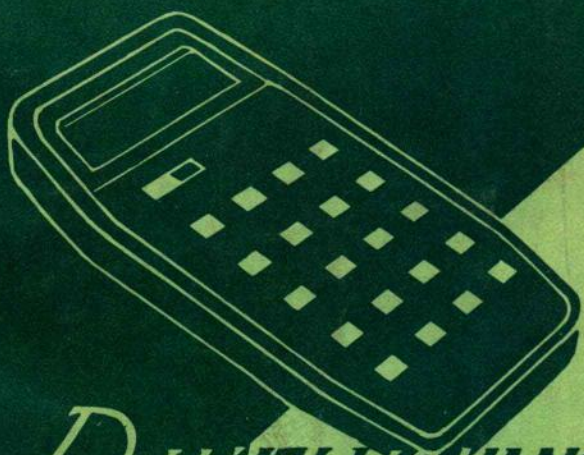


电子计算器

刘 远 图



DIANZI JISUANQI

河北人民出版社

电 子 计 算 器

刘 远 图

河 北 人 民 出 版 社

一 九 八 一 年 · 石 家 庄

前 言

随着电子技术的发展,我国许多科学研究人员、工程技术人员、经济工作人员和大学生在工作和学习中都在使用电子计算器。因此,我编写了《电子计算器》这本小册子。

目前世界上已经生产的电子计算器有数千种,而且还在不断增加。如果从中选择一两种类型讲解,一定会挂一漏万,使读者得不到要领。因此,本书按照电子计算器的逻辑性能分为三类,即算术逻辑、各种代数逻辑和逆波兰逻辑,分别介绍它们的性能和使用方法,并对它们的异同、优劣作了比较和分析,以便对于各种电子计算器的简单原理及使用方法有一般的了解。

本书最后还介绍了一种可编程序的电子计算器,即美国一九七八年生产的“HEWLETT—PACKARD 33E”。从中可以了解可编程序的电子计算器的工作原理和使用方法。这对于进一步了解大型电子数字计算机的工作原理,也提供了具体的直观模型。

编者

目 录

一、电子计算机和电子计算器·····	(1)
二、电子计算器的分类·····	(3)
三、电子计算器的主要部件·····	(6)
四、数据输入方法·····	(20)
五、电子计算器的逻辑·····	(28)
六、普通代数逻辑的计算器·····	(29)
七、算术逻辑的计算器·····	(47)
八、具有分级运算功能的代数逻辑计算器·····	(49)
九、有括号键的代数逻辑计算器·····	(68)
十、利用存储器的计算·····	(71)
十一、逆波兰逻辑计算器·····	(75)
十二、电子计算器各种逻辑的比较·····	(85)
十三、可编程序的计算器·····	(88)
十四、计算器主要性能的检查方法·····	(105)

一、电子计算机和电子计算器

电子计算机是二十世纪的重大发明之一，也是科学技术中一项最卓越的成就。

1946年，美国宾夕法尼亚大学制成了世界第一台电子数字计算机“ENIAC”。这台计算机占地1,800平方英尺，重量约30吨，单真空管就有18,000个之多。功率约500,000瓦。但是算术运算的速度，每秒只有5,000次左右。

经过三十多年的发展，电子计算机经历了“三代”的变化过程：第一代是电子管，第二代是晶体管，第三代是集成电路。目前正处于由第三代向第四代大规模集成电路过渡的时期。

小型计算机是1965年前后开始发展起来的。由于晶体管代替了真空管，计算机占地由几间房子缩小到只有一两个书柜那样大小。随着集成电路的问世，台式机（相当于旧式打字机大小）得到了迅速发展。近几年来，由于集成度迅速提高，使袖珍电子计算器得到了较快的发展。现在，不仅有厚仅5~6毫米、大小和手表差不多的能作算术运算的计算器，而且已经生产了许多种具有“ENIAC”同样功能、可以编程序、有外存储器的小型计算器。这种计算器，重量只有450克左右，而电源只需两节五号电池，便于携带和使用。例如，美国

HEWLETT—PACKARD Company 生产的 HP-67、HP-97 型计算器就是这种类型的计算器。

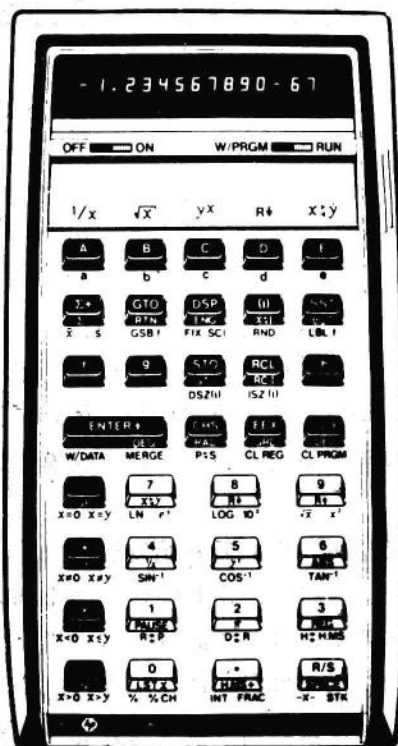


图1 HP-67 计算器

二、电子计算器的分类

在七十年代初生产的计算器，一般只能作加减乘除四种运算，主要是供商业和财务方面的人员使用。近几年来，由于集成电路的集成度迅速提高，成百种具有不同功能的电子计算器已经投入市场。从目前生产的计算器来看，按照运算的功能大致可以分为四类：

（一）简单计算器

这种计算器一般只能作加、减、乘、除和百分数等算术运算。最早生产的计算器，数字是用红色的发光二极管显示的。最近生产的简单计算器，除了进行算术四则运算以外，有的增加了平方(x^2)、倒数($1/x$)和常数计算，并附有可以随时存入和取出的存储器。有的还可以开平方($\sqrt{x}$)、加括号和显示 π 。数字是用绿色的数字管显示，一般为八位。

（二）科学计算器

这种计算器除了能作算术四则运算以外，也可以作三角函数、对数、指数等运算。高级的科学计算器还可以作双曲函数、阶乘数($x!$)、任意正数的任意实数次幂(y^x)、直角坐标和极坐标互化、统计常数（平均数、标准离差等）、三种分布函数（正态分布，波松分布，二项分布）以及复数运算等等。显示 8 位或 10 位数字。

这种计算器，可以利用 $\boxed{\text{EXP}}$ 键将参与运算的数用标准记数法（即科学记数法）表示出来。例如，123.45用标准记数法表示出来，就是 1.2345×10^2 ；0.00123用标准记数法表示出来，就是 1.23×10^{-3} 。这样一来，参与运算的数和结果，八位计算器最大可以到 9.99999×10^{99} ，最小可以到 9.99999×10^{-99} 。于是，计算器能够运算的数的范围扩大了许多倍。

日本生产的 Casio fx-39、fx-140，美国生产的 HEWLETT PACKARD HP45 和 Texas Instruments SR-51-II 等，都是科学计算器。

这种计算器当中，有的只具有三角函数、对数、指数等几种函数，有的却具有更多的函数功能。因此，按照计算器的功能，又可以分为简单科学计算器和高级科学计算器。

（三）专用计算器

目前，专用计算器最多的一种是供财会人员使用的计算器，可以作加、减、乘、除、百分和利息等运算，而且一般有一、两个存储器，可以直接读出财务方面常用的几种数据。这种计算器体积较大，一般是台式。国内已进口的 elka-51 和 53a（保加利亚产品）就是这种计算器。数字显示为 12—16 位。显示清晰，可以避免和减少误读。

此外还有可以兼作计时器、停表、闹表的计算器。如日本生产的 Sharp EL-8144，Casio ST-24。有的计算器可以记忆拉丁字母（用来查电话号码），如日本生产的 Canon Parmtronic LC Memo。

随着电子技术的发展，将来会生产更多类型的专用计算器，以适应不同的工作需要。如供医院测量血压、脉搏等数据的医用计算器，供电工测量和计算电阻、电压等数据的电工计算器。

(四) 可编程序的计算器

这种计算器可以“记忆”一定的计算程序。因此，需要重复进行的复杂计算，只需一次输入程序，而不必象前几种计算器那样，每次都要重新按一遍键钮。

用来存储程序的设备有内存储器 and 外存储器两种。内存储器在计算器里面。外存储器有三种：磁卡片（象小刀刀片那样大小），装在小盒子里的半导体存储器或盒式磁带。使用磁卡片类型的外存储器时，可以将它插入计算器内，由计算器里面的读写装置读出或写入。不使用时可以编号放入软件柜内。半导体存储器和盒式磁带，需要有一定的输入和输出的装置。

计算器用内存储器存储程序，是近年来计算器生产的一种新技术。日本生产的Casio fx-202P和美国生产的HP-33E等型号的可编程序计算器，都是利用内存储器存储程序。

按照存储程序的时间，可编程序的计算器又可以分为两种：一种能长期保存已输入的程序，即使计算器断电以后，程序仍然保存在计算器内。另一种不能长期保存程序，即计算器断电以后，程序即自行消去。例如，使用外存储器的Texas Instrument TI59和SR52，都具有长期保存程序的功能。而

HP—33E、HP—67、TI—58和SR—56则不能长期保存程序。

外存储可以取下来，下次使用时再接到计算器上，就能达到长期保存程序的目的。内存储器中输入程序以后，当计算器断电时怎么还能保存原有程序呢？这是因为，这种计算器里除了一组通用的电源以外，内存储器单有一组电源（超小型的氧化银电池）供电，可以工作一年左右。

三、电子计算器的主要部件

计算器最核心的部件是集成在大小不到一平方英寸的硅片上的电路。它的设计原理和大型计算机的电路原理相同。对于我们使用计算器来说，需要了解的是以下三个主要部件：显示器，电源，键盘。

（一）显示器

计算器的显示部分叫做显示器，通常在计算器的上部。用作计算器的显示元件主要有三种：

1. 红光数字管。

主要用于较早生产的计算器上，字形较小，所以在数字管上面有圆柱形透镜作放大用。

2. 绿光数字管。

绿光数字管是用三极管组装在一个玻璃管套内制成的。字形较大，一般无放大装置。近几年生产的计算器多用这种数字管。

上面两种数字管都是本身发光的显示元件，在暗处也能

看得清楚，但是在强光下不易读数。因此，一般都装在离面板较深的位置，以减少外界光线的影响。

3. 液晶

液晶显示器是近年来新发展的一种显示方法。它本身不发光，所以在暗处不能读数。液晶显示器一般都离面板很近，以便在较弱的光线下仍能读数。在强光和直射的太阳光下，液晶显示器都能清晰地读数。

前两种显示器耗电较多，而液晶显示器耗电很少。使用两节五号电池的计算器，如果使用前两种显示，整机工作电流大约60毫安左右，功率为0.2瓦。而液晶显示的计算器，工作电流大约只有0.07毫安（即70微安），功率约0.2毫瓦。两相比较，耗电量相差约1,000倍。

这三种显示器的工作年限都有一定。据某些报告估计，液晶显示一般可以工作五年左右。

计算器上显示的数字均采用七线段阵列的形式（如图2），利用其中一部分或者全部线段，便可组成从0到9十个数字以及负号“-”。

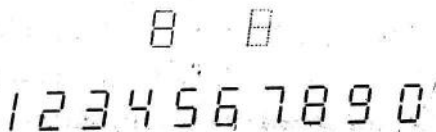


图2 七线段数字显示

（二）电源

计算器用的电源有四种：

1. 普通电池或蓄电瓶。
2. 可以充电的镍镉电池。
3. 电源变换器（兼作镍镉电池的充电器）。
4. 太阳能电池。

其中太阳能电池是最新的一种电源，价格昂贵，而且电流流量很小。目前只用于少数液晶数字显示的计算器。

计算器的电源设计，一般有如下几种组合：

- | | |
|--------------------|------|
| 1. 普通电池（一般为五号电池） | 一种电源 |
| 2. 普通电池和电源变换器 | 二种电源 |
| 3. 镍镉电池和电源变换器 | 二种电源 |
| 4. 普通电池、镍镉电池和电源变换器 | 三种电源 |
| 5. 太阳能电池（液晶显示） | 一种电源 |
| 6. 氧化银电池（液晶显示） | 一种电源 |

使用普通电池的计算器，一组电池只能工作 5—8 小时，很不经济。

第三种组合是比较省电和比较方便的办法。在室内有交流电的地方尽可能利用电源变换器。这时要安上镍镉电池，计算器工作时既可以对镍镉电池充电，又可以使电源变换器整流后的电压平稳。到室外使用时，就可以只用镍镉电池，而无需携带电源变换器和安装插座。镍镉电池需连续充电 6—8 小时，充电后可以工作 5—8 小时。

第四种组合的计算器，镍镉电池和普通电池可以互换，单独使用其中任何一种都可以工作。

太阳能电池和纽扣式氧化银电池的电流流量很小，所以只

能用于液晶显示的计算器。在一支蜡烛的光照下，太阳能电池产生的电流就可以够计算器工作。一组纽扣式电池，一般可以工作1000小时以上。纽扣式电池电压降低以后，必须换用同样型号的新电池。

从计算器的外形可以看出使用哪种电源：厚度为5—8毫米的薄型计算器，内部都安装了纽扣式氧化银电池（或锂电池）；厚度在18毫米以上的厚型计算器，一般都是使用普通电池（五号电池）或镍镉电池和电源变换器。

使用厚型计算器时，必须注意以下几点：

1. 检查电池的正负极和电池盒内的正负极符号“+”“—”是否一致。如果电池装反，极易损坏计算器。
2. 用于计算器的电源变换器的型号很多，一种计算器往往只能配用某一专用的电源变换器。即使同一个工厂或公司生产的不同型号的计算器，电源变换器也未必能互相换用。所以购买以前应当特别注意选择配套的电源变换器。

国外生产的电源变换器适用的电压和频率和我国交流电压（220伏）和频率（50赫）也不尽相同，应当按以上数据选用。有的电源变换器上有电压转换开关，使用前应当将开关对准当地交流电压数。

3. 当出现下面的情况时，必须换用新电池：

- （1）数字显示发生跳动和不稳定的现象；
- （2）计算结果明显错误；
- （3）出现连续几个5，如55555，而且按键时无反映；
- （4）几个或者全部小数点同时显示。

为了节约电池，最近生产的一些计算器内安装有定时自动断电装置。例如，杭州计算机厂装配的钻石牌超薄型液晶电子计算机LCD288，在7—9分钟不使用时，自动断电装置便会自动切断电源。有的计算器内安装有定时（约15秒钟）自动停止显示的装置。如果需要已停止显示的数据，按一个专用键就可以使数据重新显示出来。

4. 计算器的电源开关，有安在旁边的，也有安在面板上方左侧的。一般都是左右（或上下）推动定位开关。机壳上有“ON”和“OFF”两种标志。当开关置于“ON（通）”时，计算器内电源接通；当开关置于“OFF（断）”位置时，计算器内电源切断（如图3）。

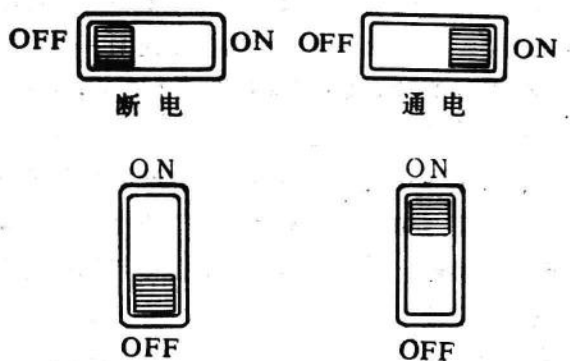


图 3

（三）键盘

由于计算器的功能不同，键盘上键钮（简称“键”）的

数目、标志方式、排列方法和每个键钮的功能数等等，在不同的计算器上是很不一样的。

一般说来，可以将计算器上的键钮分为五类：数据输入键，操作指令键，清除键，存储键，函数键。此外还有一些功能选择开关。

图 4 是 Casio fx-140 的键盘图。

1、数据输入键

数字键：

0	1	2	3	4
5	6	7	8	9

小数点键： $\cdot$

圆周率键： π

指数输入键：

$\boxed{\text{EXP}}$ 或 $\boxed{\text{EE}}$

分数键： $\boxed{\text{a}^{\text{b/c}}}$

符号变换键：

$\boxed{\pm}$ 或 $\boxed{\text{CHS}}$ 。改

变显示数的符号

（由负变正，或由

正变负）和输入负

数时使用，输入负

数时，应当先输入

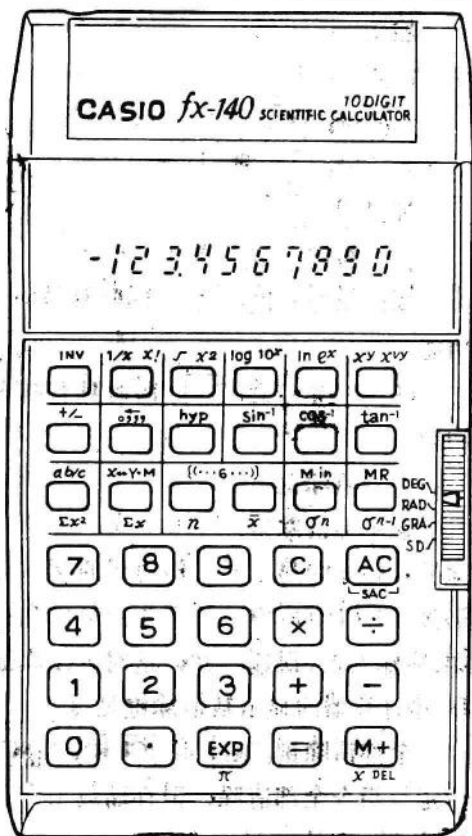


图 4 Casio fx-140

数字，后按符号变换键。

度分秒键： $\square^{\circ}/\prime/\prime$ 。输入360分度制（即旧度制）的角度值用。

2. 操作指令键

加法键： $\square+$

减法键： $\square-$

乘法键： $\square\times$

除法键： $\square\div$ 或 $\square\div$

等号键： $\square=$

百分数键： $\square\%$ （或 $\square\%\pm$ ）

加法和等号键： $\square\pm$ 。同时具有加法指令和显示答案两种功能。

减法和等号键： $\square\mp$ 。同时具有减法指令和显示答案两种功能。

3. 清除键

显示数清除键： $\square\text{CE}$ 或 $\square\text{CI}$ ， $\square\text{CD}$ ， $\square\text{C}$ ， $\square\text{CLX}$ ，清除最后输入的显示数。但以前的运算结果和最后的运算指令仍保存在计算器内。利用此键可以改正输入错误的数据。例如，应输入25，误输入26，这时可按此键，重新输入25。Casio fx 型计算器的显示数清除键是 $\square\text{C}$ 。

全部清除键： $\square\text{C}$ 或 $\square\text{CLR}$ ， $\square\text{AC}$ ， $\square\text{CA}$ 。将所有数据和运算指令全部清除，但存储数不变。Casio fx 型计算器的全部清除键是 $\square\text{AC}$ 。

但有的计算器上， $\square\text{CA}$ 键同时清除存储数。

存储清除键: $\boxed{\text{CM}}$ 或 $\boxed{\text{MC}}$

统计数据清除键: $\boxed{\text{SAC}}$ 。当选择开关位于“SD”时,用此键可以清除所有的统计数据。

4. 存储键

存储加键: $\boxed{\text{M}+}$ 或 $\boxed{\text{SUM}}$ 。按此键可以将显示数加到存储数上,并将所得结果存入存储器内,原存储数自行消失。

存储减键: $\boxed{\text{M}-}$ 。按此键可以将存储数减去显示数,并将所得结果存入存储器内,原存储数自行消失。

显示数存入键: $\boxed{\text{Min}}$ 或 $\boxed{\text{STO}}$, $\boxed{\text{X} \rightarrow \text{M}}$ 。将显示数存入存储器,并将存储器内原来的数据清除

存储数取出键: $\boxed{\text{MR}}$ 或 $\boxed{\text{RCL}}$ 。将存储数取到显示寄存器并在显示器上显示。但存储器内数据不变。

存储数清除键: $\boxed{\text{CM}}$ 或 $\boxed{\text{MC}}$ 。按此键可以清除存储数。有的计算器没有这种键钮,可以先用 $\boxed{\text{C}}$ 或 $\boxed{\text{CE}}$ 清除显示数,再按显示数存入键 $\boxed{\text{Min}}$,即可清除存储数。

存储数和显示数交换键: $\boxed{\text{M} \leftrightarrow \text{X}}$ 用它可以将显示数存入存储器,同时将存储数取到显示器。利用这个键钮可以将存储数取出后进行运算,也可以重新输入别的数(同时清除原存储数)进行计算。

5. 函数键

倒数键: $\boxed{1/x}$ 。可用来求显示数的倒数。例如,显示数是4,按此键即显示 $0.25 (= \frac{1}{4})$ 。

没有倒数键的计算器,求倒数的方法(设显示数是4)有如下几种: