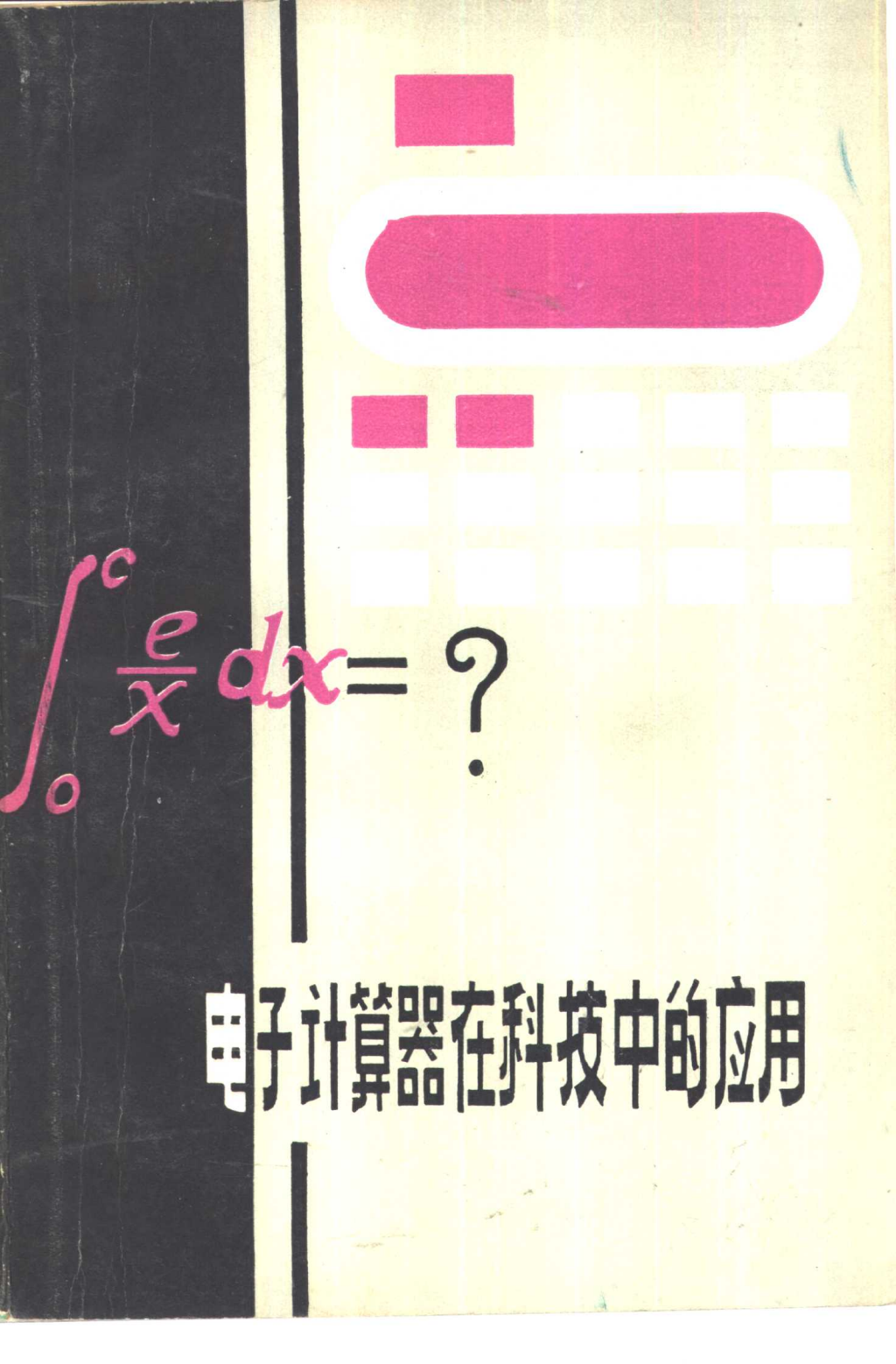



$$\int_0^c \frac{e}{x} dx = ?$$

电子计算器在科技中的应用

电子计算器在科技中的应用

陆富年 王林昆 李世强 编著
冯 竞 审校

云南人民出版社

责任编辑：李明兴

封面设计：罗存洁

电子计算器在科技中的应用

陆富年 王林昆 李世强 编著
冯 竞 审校

云南人民出版社出版
(昆明市书林街100号)

渡口新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

开本：787×10921/32 印张：13.375 字数：285,000

1983年8月第一版 1983年8月第一次印刷

印数：1—7,500

统一书号：13116.80

定价：1.40元

前 言

近年来，袖珍式电子计算器已在我国广泛应用，它不仅是广大科学技术工作者的计算工具，而且在商业、交通运输、计划统计部门及其他很多领域里，也被认为是必需的。计算器之所以深受人们欢迎，是由于这类新型的计算工具具有体积小适于携带，计算速度快、准确，多功能，使用方便等优点。据不完全统计，我国各部门使用的计算器已有数百万台以上，而且还在不断地迅速增加。

为了更好的发挥计算器的功用，我们特编写了此书，以供广大科技工作者、大中专院校师生以及计划、财经等方面人员参考使用。本书共有六章，分别讲述了函数型、简易型和可编程型三种计算器的功能、原理及计算方法。以介绍计算方法为主，内容尽量做到由浅入深、结合专题讲解，涉及到基础数学、微积分和特种函数的数值计算、富里叶级数与变换、物理、化学和概率统计等学科的计算时，书中例举了大量算例，以使各方面读者可以举一反三，得到较多的收益。

本书在编写过程中，曾经由云南省电机工程学会秘书长史豪华、云南省自动化协会副理事长潘城、云南省水电设计院工程师洪祖兰、云南工学院讲师张细泉、云南大学讲师田志良、云南电视大学教师侯启凤、昆明市机械局助理工程师陈系训等审阅了部分书稿，后者并参加了第五章的改写工作，在此特表示感谢。

目 录

前 言

第一章 计算器的构造及其基本原理	1
1-1 概述.....	1
1-2 结构组成及基本原理.....	3
1-3 按键的名称及其功能.....	8
1-4 基本运算举例.....	19
第二章 基础数学计算	34
2-1 平面三角学中的应用举例.....	35
2-2 代数方程的求解.....	43
2-3 行列式计算.....	61
2-4 矩阵代数.....	69
2-5 线性代数方程组的数值解.....	77
2-6 坐标变换.....	83
2-7 解析几何学中的某些应用.....	92
2-8 复数计算.....	99
第三章 数值计算	108
3-1 级数计算.....	108
3-2 某些特殊函数的计算.....	119
3-3 数值积分.....	147
3-4 线性常微分方程初值问题的数值解.....	161
3-5 富里叶变换.....	183
第四章 计算器在基础学科及生活中的应用	202

4-1	物理计算	202
4-2	化学计算	255
4-3	概率及统计计算	273
4-4	生活与解谜	306
第五章	简易型计算器的应用	331
5-1	简易型计算器的主要类型及其基本运用	331
5-2	简易型计算器的扩充运用	341
5-3	简易型计算器在计统、数学等方面的运用	350
5-4	简易型计算器在金融、商业、农业等方面的应用	365
第六章	可编程计算器及其展望	389
6-1	概述	389
6-2	可编程计算器的特性与运算	390
6-3	编程计算实例	409
6-4	展望	421

第一章 计算器的构造及其基本原理

袖珍式电子计算器的研制成功，使人们有了灵巧的计算工具，能够方便地处理日常生活和工作中遇到的各种数字计算问题，节约出更多的精力和时间，投入到创造性的劳动中去。

而熟练地掌握计算器，需对常用的计算器（尤其是函数型计算器）的构造原理、键盘情况、按键和具体使用方法等都应有所了解。本章拟就上述事项进行简单介绍。

1-1 概 述

大规模集成电路的研制成功并大量生产，使得体积小、重量轻、准确度高、速度快、工作可靠、耗电少、功能强、价格低廉、使用起来又简单方便的各种类型的袖珍式电子计算器得以大量涌现。自 1971 年美国加利福尼亚州英特尔公司的一位年轻工程师小霍夫（Marciane, Ered. Hoffir）研究试制成功，并于 1972 年大量投入市场以来，现已经很快发展到第三代产品（1973 年以前的产品为第一代，以英特尔公司的 HP35 为代表；1973 年—1976 年的产品为第二代，以英特尔公司的 8080 机为代表，它采用液晶显示、多功能、石英振子计时等；到 1976 年下半年以后的产品为第三代产品），向专门性、多功能性、可以任意编制程序的高档方向发展。

目前，市场上出售的袖珍式电子计算器种类繁多，产量剧

增,除常见各种电子计算器外,手表式、钢笔式等新颖别致的袖珍计算器也已大量出现,具有四则运算和函数运算功能的计算器也已普遍使用,配有应用程序和计算机语言的高级可编程计算器亦逐渐应用。

这些机器的共同特点是:(1)做成袖珍形以利携带。(2)用键盘的十进制数字键及运算功能键来输入数据和操作指令进行运算。(3)运算结果用数码管、液晶显示,或者采用打印输出,数字位数在十六位以下。(4)计算器内一般装有固定程序,如需变化程序则通过按键或用穿孔纸带、卡片变换程序。这比一般的电子计算机(即指能完成复杂运算的数字式电子计算机,可以一次令其完成一系列指令,就会自动地逐个按这些指令操作,直到把作业完成的大型高速电子计算机),则又有着一定的差别。再者,现有计算器功能不够完善,在输入及输出方式上还存在着差异,存贮容量也还过少,不能够完成相应的操作,所以都不能称为计算机。可是随着技术发展,超大规模集成电路的应用,计算器与计算机的差别正在不断缩小,两者将逐渐难以区分。

对于计算器,分类的方式很多。最常见的是按用途进行分类:

简易型 具有数字键、基本运算(“+”、“-”、“ $\times$ ”、“ $\div$ ”)、乘方与开方、百分比及独立存贮等功能,适合一般家庭及财贸、统计人员使用。

函数型 除简易型所具有的功能外,一般还具有对数、三角函数、双曲线函数、坐标变换、排列组合、样本误差、线性回归等多种功能。这种计算器适合科技人员及大、中专学生使用。

程序型 除函数型所具有的功能外,还具有可任意程序编

制的功能。这种计算器适合科研及工程技术人员使用。

钟表型 除具有简易型的功能外，尚可作手表使用。有的可作停表、测时器，有的可作闹钟、日历等使用。这种计算器适合体育运动、科研或工业过程使用。

打印型 计算的若干过程及其结果可以打印在纸带上供使用。这种计算器适合财贸部门、科研或工业过程的数据处理作存档分析之用。

其它专用型 例如与测量脉搏、血压等功能组合的医用计算器以及测量电流、电压、电阻的参数组合的电工计算器等。这类计算器适合于特定场所使用。

本书仅讲述前面三种，尤其以函数型计算器为重点，介绍它在科学分析与日常生活、工作中的应用。

1-2 结构组成及基本原理

(一) 结构组成

常用袖珍式电子计算器构成情况，如（图1-1）框图所示：

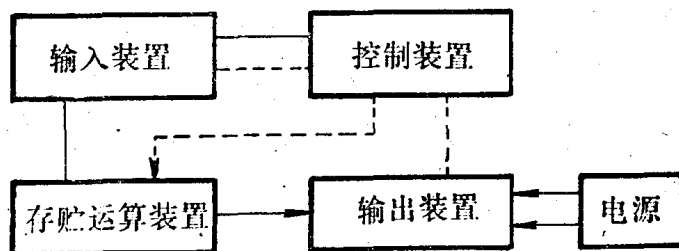


图1-1 袖珍计算器示意图

各个组成部件作用为：

输入装置 由键盘与编码器组成。键盘上安装了许多按键，供人们解题时输入信息。大多数袖珍机的按键使用接触式工作，即把按键逐个按下，使电路被相应开关接通，将数字与各种指令送进计算器。编码器则是将十进制信号变成二进制信号的装置。

输出装置 由译码器与显示电路组成。前者是将需要显示的寄存器内的二进制信号，变成十进制信号的装置。显示电路包含有荧光数码管或液晶显示屏及其驱动电路，用来显示寄存器内存贮的内容。为保护显示屏、常采用由防紫外线辐射的高透光率有机玻璃做显示窗；有闹钟功能的袖珍机，在面板上还有让电子蜂鸣器声音传出来的声孔。

存贮器 能将信号存贮的装置。在一般型及函数型计算器中常设有几个单元，用来代替线路寄存器或提供用户存放少量的数据。具有复杂功能的电子计算器，其存贮器的个数较多，存贮容量也较大，以适应复杂运算记忆的需要，能用来存放步指令及有关数据。

运算器 是处理控制器交来的大量二进制信息，并进行算术或逻辑运算的部件。

控制器 是指挥整个计算器正确运行的部件。它既能接受电键送来的信号并加以加工、翻译成存贮器和运算器使用的语言，又能从存贮器得到信号，经过解译送给运算器或显示器。它还指导运算器进行数学、逻辑运算，并将结果存贮及显示出来，以及调节全机各个部件之间的相互关系，使之有条不紊地工作。

电源 是使计算器得以工作供给能量的部件。它如同一般电子装置的电源，仅要求电压调整率小、内阻小、体积小、重量轻等指标，常采用干电池进行直流供电，或采用整流稳压电源

进行交流供电。

(二) 基本原理

计算器的运算也与人们进行笔算相似。

如做加法时：用存储器代替纸，能记忆运算时的数据。例如，用称为寄存器的存储装置存数，是存放被加数的寄存器称为“y寄存器”，存放加数的寄存器称为“x 寄存器”，它们可以是 8 位、10 位或 12 位，按计算器类型而定，并具有移位功能。

对于右例算式的计算，以 12 位寄存器来存放，如图 1-2 所示。

$$\begin{array}{r} 287 \\ + 475 \\ \hline \text{进位 (1)(1)} \\ 762 \end{array}$$

图 1-1 算式

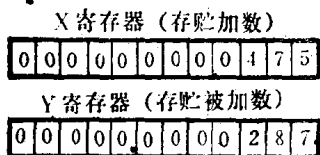


图 1-2 寄存器中数的存放

这时，“x、y 寄存器”的信号，每一位同时向右移动，如图 1-3 所示。寄存器的最低位，即加数 475 的“5”与被加数 287 的“7”，分别由寄存器送入加减运算器中。

它如同人们的头脑，在加法指令下，加减运算器通过电子线路来完成逐位的相加，结果逐位存放

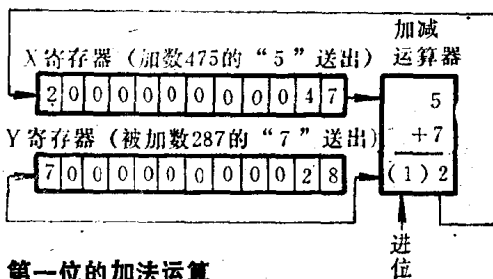


图 1-3 第一位的加法运算

入“x 寄存器”的最高位,此时“y 寄存器”的最低位,在逐次移位送入加减运算器的同时,也送入“y 寄存器”的最高位,依次如图 1-3、图 1-4、图 1-5、图 1-6、图 1-7 所示进行,在停止时,就得到 $287 + 475 = 762$ 的情形。

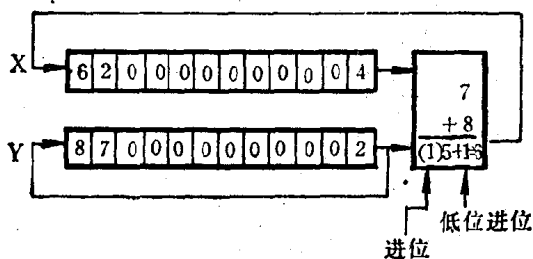


图 1-4

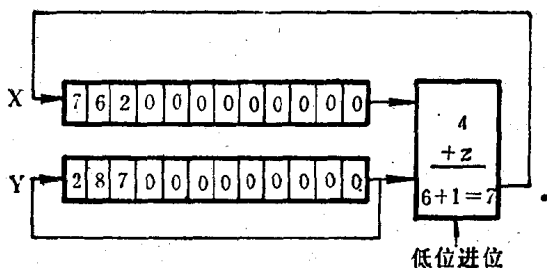


图 1-5

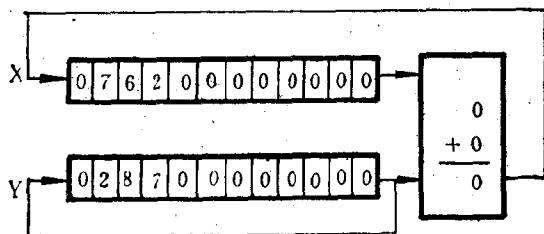


图 1-6

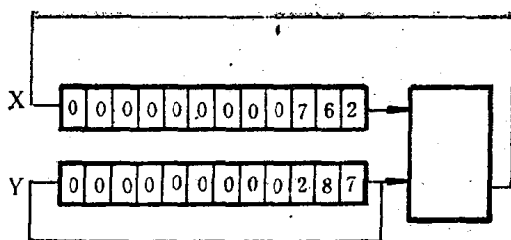


图 1-7

在做减法时，也同加法进行时的情况相似，只不过是“x 寄存器”存贮减数，“y 寄存器”存贮被减数，在减法指令下，寄存器的各位依次右移送入加减运算器进行减法运算，其差送入“x 寄存器”，减数送入“y 寄存器”。但在减数大于被减数时，例如下例所示， $33 - 58 = -25$ ，求得的答案为负值。用计算器进行计算时，得到的答案为 99999999975，正好为 -25 的补码，为了能仍按照人们的习惯，必须再进行一次数的转换工作，把 99999999975 变为原码 25，并给出“-”号。

在对含有小数点的两个数进行计算时，计算器同样必须对被加数（或被减数）和加数（或减数）的小数点位置是否一致进行判断。如果一致的话，就进行加法（或减法）运算，如果不一致，就应转向去做使两个数的小数点位置一致的工作，然后才进行加（或减）运算，通过电子线路来快速地预先实现这种逻辑判断。

根据上面所述，计算器进行计算时，计算步骤的顺序也是一个非常重要的问题，这是因为即便是计算机也不能如人的思维那样地灵活，计算机的操作过程是预先规定了的。执行加、减法的顺序图，即加、减法的操作流程，应如图 1-8 所示。计算器的控制装置，如同人们的大脑进行判断和发布命令一样，

根据操作流程图的规律，发出各种各样的指令，将存贮运算装置的记忆信息分成若干步骤（俗称程序）进行工作，同时也对输入和输出装置进行必要的控制。

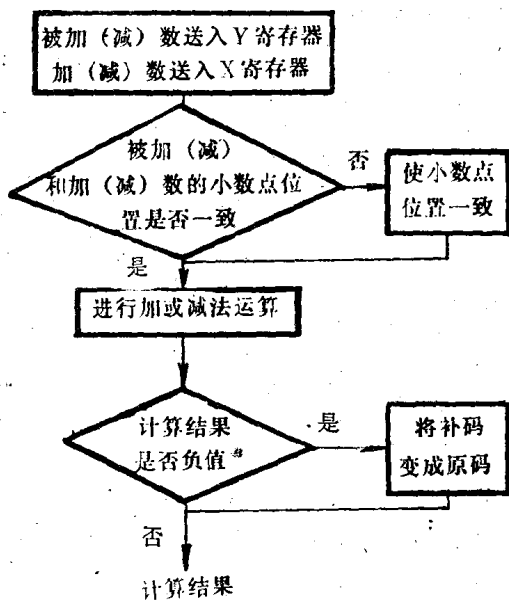


图1-8 加减法的操作程序图

1-3 按键的名称及其功能

袖珍计算器的键盘上，除电源开关外，还有各式各样的选择开关和按键，比较复杂的常常有几十个，最少的也有十多个，而且常常是一键兼有几种用途，因此为要正确而又顺利地使用计算器，首先要弄清各种开关和按键的名称和作用。现将常遇

到的计算器的各种开关和按键集中列表如下*:

表1-1常用键盘开关 按键符号

类 别	符 号
选 择 开 关	小数选 择开关 ┌ 2 ┐ F CUT 5/4 F CUT 5/4 ADD 7 6 4 3 2 1 0 
	功 能 选 择 开 关 ┌ PROGRAM ┐ MANUAL COMP WRITE  PROGRAM CARD MANUAL COMF READ RECORD CHECK  DEG RAD GRAD DEG RAD GRAD SD  COMP S.T LAP TIMER ALARM 
操 作 键	数字键 [1]~[9] [0] [.] [EXP] [+/ -] [π] [e^x] [00]
	指令键 [+] [-] [×] [÷] [=] [%] [△ %] [a^b/_c] [x:y] [GT] [()] [()] [()] [M+] [M-]

类 别		符 号
• 操 作 键	指 令 键	$[M\pm]$ $[M=]$ $[Min]$ $[MR]$ $[RM]$ $[MC]$ $[MRC]$ $[X\rightarrow M]$ $[X\rightarrow y]$ $[ENT]$ $[.]$ $[ANS]$ $[▶]$ $[±]$ $[0/∅]$ $[G*]$ $[C]$ $[AC]$ $[CL]$ $[CA]$
	函 数 键	$[0.99]$ $[0.999]$ $[0.9999]$ $[\sin]$ $[\cos]$ $[\tan]$ $[\text{hyp}]$ $[\text{arc}]$ $[y_x]$ $[x!]$ $[\sqrt{\quad}]$ $[x^2]$ $[\log]$ $[10^x]$ $[\ln]$ $[e^x]$ $[x^y]$ $[x^{\frac{1}{y}}]$ $[h]$ $[\bar{x}]$ $[b_n]$ $[b_{n-1}]$ $[\Sigma x]$ $[\Sigma x^2]$ $[P-R]$ $[R-P]$ $[npr]$ $[ncr]$ $[XD]$ $[frD]$ $[A\hat{x}]$ $[B\hat{y}]$ $[RAN]$
	指令 转换键	$[INV]$ $[F_1]$ $[F_2]$
	程序计算 专用 键	$[ENT]$ $[ANS]$ $[MAC]$ $[MJ]$ $[ST^*]$ $[SUB^*]$ $[:]$ $[I]$ $[IM]$ $[IF]$ $[K]$ $[GOTO]$ $[START]$ $[CHECK]$ $[C]$ $[AC]$

*但需注意：同一个符号的按键，由于厂商不同，计算器的按键也有差异。

(一) 选 择 开 关

工作状态选择开关也称状态选择器；操作者可以根据实际需要，选择不同的工作状态。通常可分为：

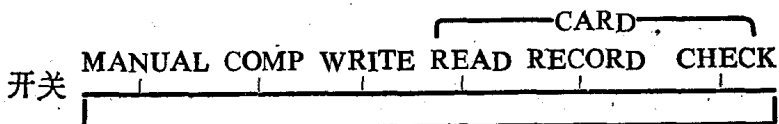
程序选择开关 只在可作程序计算的计算器上设置。一般

形式为

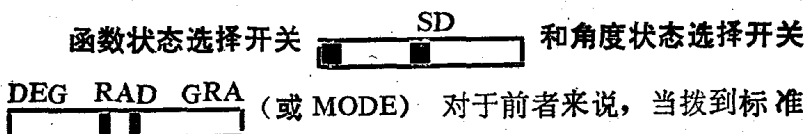
MANUAL (手动)	COM (计算)	PROGRAM WRITE (书写)
		

，当用作一般手动

运算时，拨向《MANUAL》(手动)位置；当进行程序书写时，拨向《WRITE》(书写)位置；当书写好程序准备用机内存贮的程序进行计算时，拨向《COMP》(计算)位置。对于还使用机外磁性数据卡(CARD)存贮程序的计算器，设置第二种程序选择



除作用相同的部分外，在使用数据卡时，若进行读出，则拨向《READ》(读出)；若要进行记录，则拨向《RECORD》(记录)；若要核对磁性卡信息，则拨向《CHECK》(核对)位置。



偏差(SD)位置时，则进行统计方面的计算，以求得校准偏差。后者是选择不同的量角制法进行计算的，当处在《DEG》(度)位置时，是采用每圆周 360° 的量角法；当处在《RAD》(弧度)位置时，是采用每圆周 2π 弧度的量角法；当处在《GRAD》(坡度)位置时，是采用每圆周 400° 的量角法。

小数点位置选择开关 即 TAB 开关，它能够根据操作者指定的要求，把计算结果的小数点固定在某一位置。假定一个数要求精确到小数点后五位，那么可以把这个开关拨到指向“5”的位置，于是小数点五位以后的各位数均被舍去；如果只要求整数部分而不计小数部分，只要把这个开关置于“0”的位置即可。

