

EL—5100型

# 电子计算器教材

西安陆军学院训练部

一九八六年八月

## 出版说明

近年来，随着电子技术的不断发展，电子计算器在各行各业，各个领域的运用更加广泛、普及，为了适应我院炮兵队的教学需要，将我室研究的EL—5100计算器的成果，以及外单位的部分成果汇编成此书，供炮兵队教学使用。

由于我们的水平低能力有限，在编写过程中难免有错误之处，请看后提出宝贵意见。

训练部兵种教研室

# 目 录

题目一 计算器介绍	( 1 )
第一课 性能	( 1 )
一、基本性能	( 1 )
二、计算范围	( 1 )
三、使用特点	( 7 )
第二课 构造、用途及原理	( 7 )
一、大部构造	( 7 )
二、各大部构造的用途及原理	( 8 )
第三课 维护与保养	( 26 )
一、维护	( 26 )
二、使用注意事项	( 26 )
三、自检	( 27 )
四、电池的更换	( 27 )
第四课 语法和优先标准	( 29 )
一、语法	( 29 )
二、优先标准	( 30 )
题目二 计算器的使用	( 33 )
第一课 计算方式	( 33 )
一、标准计算	( 33 )
二、科学计算	( 33 )
第二课 统计计算方式	( 43 )
一、统计计算键	( 43 )

二、统计计算	(44)
三、数据修正	(46)
<b>第三课 程序计算方式</b>	(50)
一、意义	(50)
二、编制计算程序	(50)
三、输入程序	(53)
四、程序步的计算	(57)
五、按程序进行计算	(60)
<b>第四课 基本计算</b>	(60)
一、坐标正运算	(60)
二、坐标逆运算	(63)
三、三角边长计算	(67)
<b>题目三 连测战斗队形</b>	(72)
<b>第一课 极距法</b>	(72)
<b>第二课 前方交会法</b>	(76)
<b>第三课 两点后方方位交会法</b>	(81)
<b>第四课 三点后方交会法</b>	(86)
<b>第五课 导线法</b>	(92)
<b>第六课 整理成果</b>	(96)
<b>题目四 决定诸元与射击修正</b>	(103)
<b>第一课 目测法决定射击开始诸元</b>	(103)
一、基准射向法	(103)
二、方向角法	(110)
<b>第二课 简易法决定射击开始诸元</b>	(113)
<b>第三课 弹测法决定射击开始诸元</b>	(117)
<b>第四课 单观决定炸点修正量</b>	(121)

第五课	计算单独修正量	(127)
题目五	电子计算机基础知识	(135)
第一课	电子计算机概述	(135)
	一、计算机的发展史	(135)
	二、计算机的特点	(138)
第二课	计算机的用途、解题的方法和基本结构	(138)
	一、电子计算机的用途	(138)
	二、计算机解题的方法和基本结构	(140)
第三课	数值计算	(144)
	一、二进制	(144)
	二、补码	(146)
	三、二—十进制	(147)
	四、计算机为什么要用二进制	(150)
第四课	逻辑代数	(151)
	一、逻辑变量	(151)
	二、逻辑运算	(152)
第五课	基本逻辑电路	(155)
	一、与门	(155)
	二、或门	(155)
	三、非门	(156)
	四、复合门	(156)
附录		
	附录一、两点后方方位交会法计算公式推导	(158)
	附录二、考核参考标准	(161)

## 题目一 计算器介绍

本教材所选用的是日本夏普公司生产的EL-5100程控型通用电子计算器。它体积小，重量轻，功能较全，是袖珍电子计算器中比较好的一种。

### 第一课 性 能

#### 一、基本性能

(一) 计算精度：内部计算精度为尾数12位，指数2位；显示器显示尾数10位，指数2位。

(二) 运算逻辑：具有分级运算功能的代数逻辑。

(三) 运算功能：四则运算，三角和反三角、双曲和反双曲函数、幂函数和开方，对数函数和指数函数、倒数、阶乘、排列和组合、角度单位换算，坐标换算、存储和统计计算等。

(四) 计算能力：80步。

(五) 存储容量：5行共80步。

(六) 电源：4.5伏，直流。功耗0.0009瓦，使用碱性锰电池或氧化银电池。

(七) 环境温度： $0^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$

(八) 体积重量：体积 $175 \times 70 \times 9.3(\text{mm}^3)$ ；重120克

#### 二、计算范围

计算器都有自己的计算范围，超出了它的计算范围的计算，计算器则显示错误信号，得不出结果，因此，必须在它的计算允许的范围输入数据和进行计算。

本计算器的计算允许范围如下表:

功 能	允 许 范 围	备 注
算术四则运算	$\pm 1 \times 10^{-9.9} \sim \pm 9.999999999 \times 10^{9.9}$	
SINX DEG	$ X  < 1 \times 10^{1.0};  X  = 90(2n-1)$	
COSX RAD	$ X  < \frac{\pi}{180} \times 10^{1.0},  X  = \frac{\pi}{2}(2n-1)$	n 为整数
TANX GRAD	$ X  < \frac{10}{9} \times 10^{1.0},  X  = 100(2n-1)$	
$\frac{\text{SIN}^{-1}X}{\text{COS}^{-1}X}$	$-1 \leq X \leq 1$	
$\text{TAN}^{-1}X$	$ X  \leq 9.999999999 \times 10^{9.9}$	
$\text{LN}X \text{ LOG} X$	$1 \times 10^{-9.9} \leq X \leq 9.999999999 \times 10^{9.9}$	
eX	$-9.999999999 \times 10^{9.9} \leq X \leq 230.2585092$	
$10^X$	$-9.999999999 \times 10^{9.9} \leq X \leq 99.99999999$	

本计算机器的计算允许范围如下表:

功 能	允 许 范 围	备 注
$Y^X$	$-9.99999999 \times 10^{99} \leq X \text{LOG} Y \leq 99.99999999$	$Y \geq 0$
$X \sqrt{Y}$	$-9.99999999 \times 10^{99} \leq \frac{1}{X} \text{LOG} Y \leq 99.99999999$	$Y \geq 0$ $X \neq 0$
${}^3\sqrt{X}$	$X \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	
SIN <sup>H</sup> X COS <sup>H</sup> X TANH <sup>H</sup> X	$-227.9559242 \leq X \leq 230.2585092$	
SINH <sup>-1</sup> X	$ X  \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	
COSH <sup>-1</sup> X	$1 \leq X \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	
TANH <sup>-1</sup> X	$X \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	
$\sqrt{X}$	$0 \leq X \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	
$X^2$	$ X  \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	



本计算机器的计算允许范围如下表:

功 能	允 许 范 围	备 注
$X^{-1}$	$ X  \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	$X \neq 0$
$n!$	$0 \leq n \leq 69$	$n$ 为整数
$X \cdot Y \cdot X \cdot Y$	$0 \leq Y \leq X \leq 69$	$X, Y$ 均为整数
坐标 变换	$\rightarrow \text{POL}$	$r = \sqrt{x^2 + y^2}$ $\theta = \text{TAN}^{-1} \frac{y}{x}$
	$\rightarrow \text{REC}$	$x = r \cdot \text{COS} \theta$ $y = r \cdot \text{SIN} \theta$
$\rightarrow \text{DEG}$ $\rightarrow \text{D. MS}$	$r \leq 9999999999 \times 10^{99}$ $\theta$ 与 $\text{SIN} x, \text{COS} x$ 中的 $x$ 条件相同	
统 计	$x \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	
	$x \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $y \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $\sum x \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $\sum x^2 \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $\sum y \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $\sum y^2 \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $\sum xy \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $n \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	$n$ 为整数

本计算机器的计算允许范围如下表

功 能	允 许 范 围	备 注
$\bar{X}$	$n \neq 0$	
$S_x$	$n \neq 1$ $0 \leq \frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n-1} \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	$S_x = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$
$\delta_x$	$n \neq 0$ $0 \leq \frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n} \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n}}$
计 算	$n \neq 0$ $0 < (\sum x^2 - n\bar{x}^2)(\sum y^2 - n\bar{y}^2) \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $ \sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}  \leq 9.999999999 \times 10^{99}$ $ \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{(\sum x^2 - n\bar{x}^2)(\sum y^2 - n\bar{y}^2)}}  \leq 9.999999999 \times 10^{99}$	※

本计算机器的计算允许范围如下表:

功能	允许范围	备注
统计	$n \neq 0$ $0 < \sum x^2 - n \bar{x}^2 \leq 9.999999999 \times 10^{09}$	$b = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2}$
	$\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \leq 9.999999999 \times 10^{09}$	
	$\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \leq 9.999999999 \times 10^{09}$	
计算	<p>与b的条件相同, 并且</p> $a = \frac{\sum y - b \frac{\sum x}{n}}{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}$	$a = \frac{\sum y - b \frac{\sum x}{n}}{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}$
$\ast = \sqrt{(\sum x^2 - n \bar{x}^2)(\sum y^2 - n \bar{y}^2)}$		

注：以上的计算范围里，计算结果的绝对值小于  $1 \times 10^{-9}$  时显示器显示为零。

### 三、使用特点

(一) 可存储计算程序。能按预先存储的程序，自动进行计算，直到显示所需结果。当进行大量重复计算时，非常优越。

(二) 可再现输入。数据、计算式及程序输入计算器后，可利用再现键逐段显示，以检查输入是否正确。

(三) 可删改输入。计算器有可左、右移的光标，它与删除和插入键结合，可对个别错误的输入进行删改，而无需对全部数据、计算式、程序重新进行输入。

(四) 能长期保存输入的程序、程序输入计算器后，即使断开电源（不取出电池）仍能保留，可随时读取。

(五) 功耗低。采用液晶显示，耗电少，约相当于荧光数码管显示计算器的五分之一。使用银氧生物电池可工作 1000 小时。

由于该计算器功能较全，又有上述使用特点，所以它能满足迫击炮射击计算的要求，而且可以大大提高作业速度和精度，还可及时发现和纠正现地作业中的差错，避免野外作业的返工。

## 第二课 构造用途及原理

### 一、大部构造

该计算器是由运算器、控制器、存储器、键盘和数字显示屏五个部分组成（图 1-1）。运算器和控制器是计算器的核心，它采用大规模集成电路，每台计算器只有 1-3 个

## 芯片组成

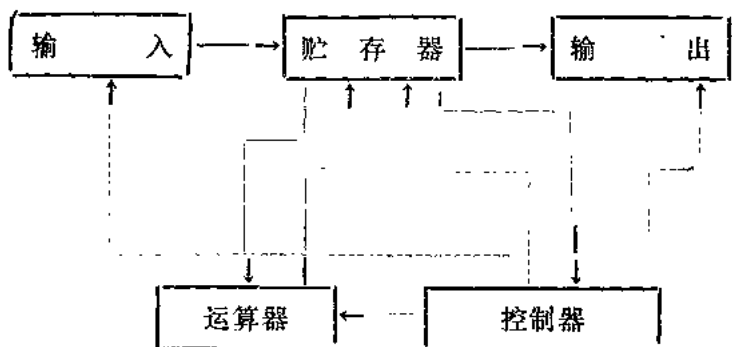


图 1-1

实线表示数码传送路径，虚线表示控制信号的路径

### 二、各大部构造的用途及原理

(一) 运算器主要用于算术运算和逻辑运算。运算器是由几个寄存器和一个加法器组成，见图(1-2 a)。寄存器是存放一串数字的仓库。这一串数字称为计算值或数值。数值按数位高低依次存贮在寄存器中，最低位存放在右端，最高位存放在左端。因此，在图(1-2 a)中x寄存器存放的数为4756，而在y寄存器中存放的数为1236，寄存器中均予先置入计算值，这些数值在计算间能按相同的速度右移或左移(控制器的作用)，将数一位一位地顺序送入加法器中。因此，加法器每次最多只要进行三个数相加，包括被加数、和上一次运算后的进位。在电子计算器中数加、减、乘除都是通过加法进行的，以加法运算的例子来说明运算器的原理。

在电子计算器中，加法运算是按位串行相加。图（1-2）所示为4位数相加的例子。相加由低位开始，图中x、y为寄存器，A为加法器。先将个位数送入加法器中，被加数为6，加数也为6。通过加法器进行 $6 + 6 = 12$ 运算，其中2

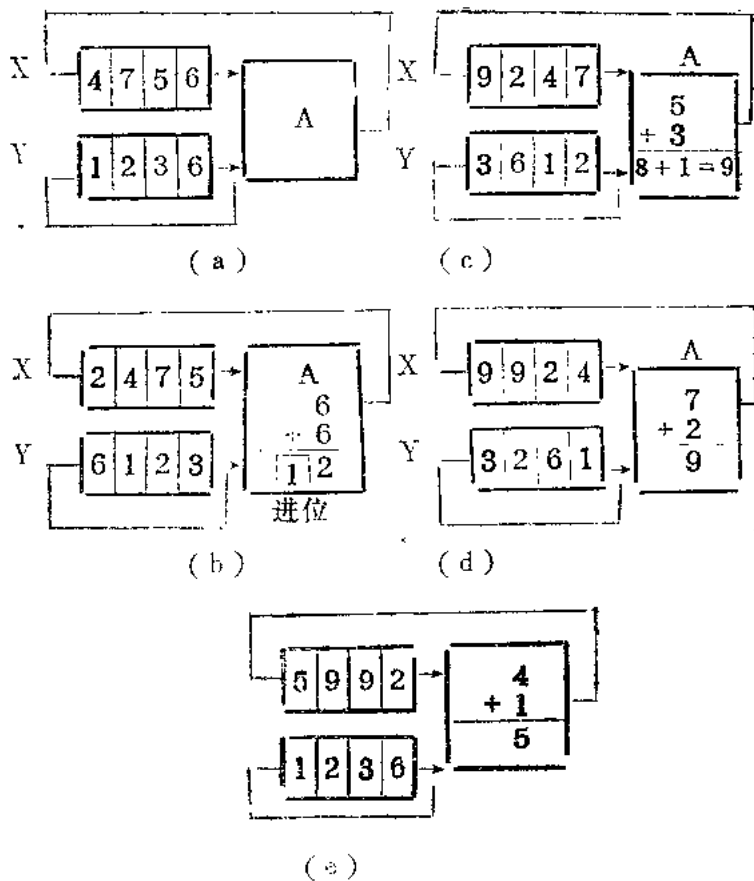


图 1-2

送回x寄存器的最高位，进位1留在加法器A中，待下次再加，如图（1~2b）所示。接着第二位（十位数）相加，这时被加数为5，加数为3，再要加上存留在A中的1，进行 $5 + 3 + 1 = 9$ 的运算，并将9送回x寄存器的最高位，如图（1~2c）所示。与此相同，继续进行第三位和第四位数相加，见图（1~2d及e）。当四位数都相加结束后，这时x寄存器中存放的是两数之和5992，y寄存器中仍为加数1236。数字显示器把x寄存器中的数显示出来，我们就能看到两数之和了。

实际上，在计算器中应用的是BCD码（二——十进制码），每一位十进制码是用4位二进制数来表示。这里仅为了说明加法运算原理，所以没有把BCD码运算时加6纠正等都罗列出来。（如需要者可见计机基础算知识）在计算器中加法运算要比这里复杂得多。

由于电子计算器中只有加法器，所以在进行减法时先将两数转换成补码形式，叫做“变补”，然后再将两数相加。

图（1-3）为减法运算的例子。x寄存器存被减数3451，y寄存器存减数1234图a为两数的原码。在运算前先将减数进行变补，如图b所示，-1234的补码为8766。接着将3451和8766两数逐位右移并相加，见图c~f。最后得12217。这是一个5位数，因寄存器只有4位，所以最高“1”溢出。在图f的x寄存器中得 $3451 - 1234 = 2217$ 。这里如用原码相减其结果与补码相加完全一样。

减法运算存在三种情况：

（a）“正数”减“正数”——减数取补码。

被减数 > 减数（有溢出），运算结果是两数之差。

被减数 < 减数 (无溢出), 运算结果需要再经变补 (计算机自行完成), 才是两数之差。

(b) “负数”减“正数”——两原码相加, 负号奇存到负号位。

(c) “负数”减“负数”——被减数取补码。

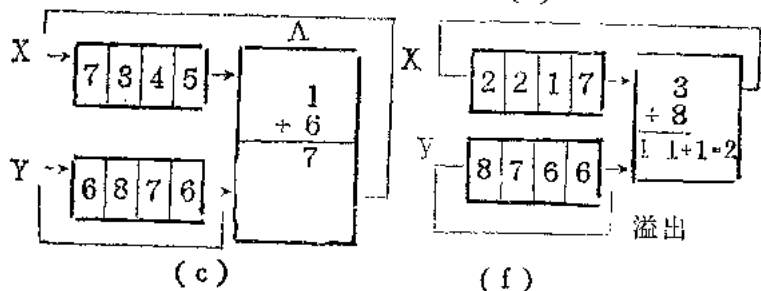
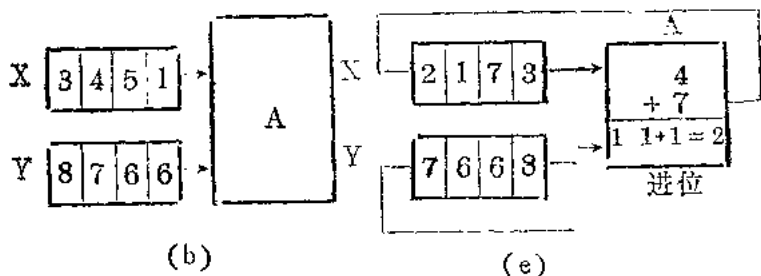
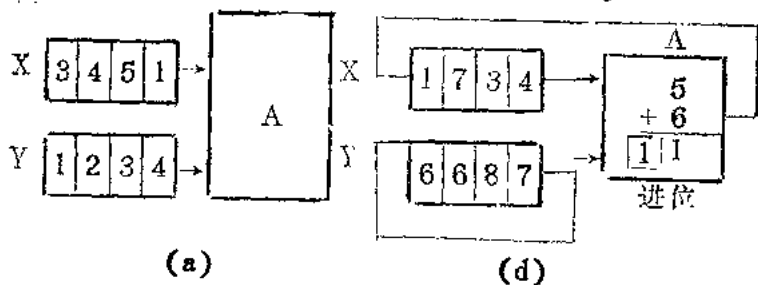


图 1-3



被减数 $>$ 减数（无溢出），运算结果需再求补，才是两数之差。

被减数 $<$ 减数（有溢出），运算结果是两数之差。

乘法和除法的运算原理也和加、减法类似。乘法运算可以用逐位向左移位并相加得到乘积；除法运算可以用逐位向右移位并相减得到商，这里不在推导。

（二）控制器主要用于发出各种指令信号，控制、协调各部分的动作。

例如，上述减法运算中，控制器就要发出下面一些命令：

- 1、判断“被减数”和减数的符号。
- 2、根据上面判断确定哪一个数要变补。
- 3、进行变补运算。
- 4、进行两数相加。

5、判断有否溢出，并根据被减数和减数符号，确定运算结果是否再要变补。

6、显示运算结果。

上述命令瞬间完成，无须干预。

（三）存贮器主要用于存放数据，中间结果。

（四）显示器主要用于显示运算结果，再现程序和计算过程。

液晶数字显示器是利用晶体分子排列和光学上的偏振原理。显示能力为24个（AER方式为22个）数字、字母或符号。当某个数字键或计算指令键被按下时，光标就立即将其显示出来，并以“……”行号显示出下一步的输入位置。各种输入均从左至右显示，当显示的数码或字母、符号超过24个（AER方式为22个）时，则前面的显示内容自动左移，