

电子计算机的维修

54367888.

# 电子计算机的维修

10067788.  
庄钢铭 杨辛 编著

44521133.

33465788.

12345678.

11335679.

787  
036247

p323

ZGM/1

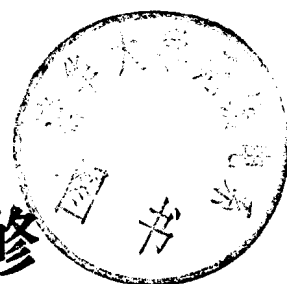
## DIAN ZI JI SUAN QI DE WEI XIU

电子工业出版社

出版社

66888888.

TP323  
26M/1



# 电子计算器的维修

庄钢铭 杨 辛 编著



0026594

~~026247.~~

电子工业出版社

1986

## 内 容 简 介

本书为作者长期从事计算器维修工作的总结。第一章扼要介绍修理人员必备的计算器工作原理知识。从第二章起，详细介绍计算器维修的基本方法、零部件维修以及各种类型计算器的维修。内容具体实用，资料丰富，为维修人员必备的工具书。

本书对电器维修人员、电子爱好者适用。

JS380/15

## 电 子 计 算 器 的 维 修

庄钢铭 杨 辛 编

责任编辑 徐一帆

\*

电子工业出版社出版（北京万寿路）

蓟县新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1986年8月第1版

开本：787×1092 1/16

1986年8月第1次印刷

印张：8.5

印数：0001-9 000

字数：196千字

统一书号：15290·428

定价：1.70元

# 目 录

<b>第一章 电子计算器的基本知识</b> .....	(1)
<b>第一节 计算器的组成</b> .....	(1)
一、计算器的构成部分.....	(1)
二、计算器的组成部件.....	(4)
<b>第二节 计算器的工作原理</b> .....	(7)
一、键盘控制器.....	(7)
二、逻辑控制器.....	(7)
三、数值存贮器.....	(8)
四、记忆存储器.....	(8)
五、运算器.....	(8)
六、显示信号发生器.....	(10)
七、输出显示器.....	(10)
八、电源.....	(13)
<b>第三节 计算器的分类</b> .....	(14)
一、按功能分类.....	(14)
二、按使用形式分类.....	(15)
三、按显示分类.....	(15)
四、按电源分类.....	(15)
<b>第四节 计算器的电路图</b> .....	(16)
一、八位发光二极管显示普通型计算器的电路图.....	(16)
二、八位荧光显示普通型计算器的电路图.....	(17)
三、八位液晶显示普通型计算器的电路图.....	(17)
四、八位液晶显示函数型计算器的电路图.....	(20)
五、十位液晶显示函数型计算器的电路图.....	(22)
六、十位液晶显示程序型计算器的电路图.....	(24)
七、八位液晶显示带时钟型计算器的电路图.....	(26)
八、八位液晶显示带收音机型计算器的电路图.....	(28)
九、八位液晶显示带入数有声型计算器的电路图.....	(30)
十、八位液晶显示带游戏型计算器的电路图.....	(32)
十一、八位液晶显示光能(太阳能)型计算器的电路图.....	(33)
十二、十二位荧光显示台式型计算器的电路图.....	(35)

<b>第二章 维修电子计算器的基本技术</b> .....	(38)
<b>第一节 计算器的保养维护</b> .....	(38)
一、环境条件.....	(38)
二、运算方式.....	(38)
三、按键的操作.....	(39)
四、配用电源.....	(39)
<b>第二节 计算器维修的工具和仪器</b> .....	(41)
一、工具及使用知识.....	(41)
二、仪器及其使用.....	(41)
<b>第三节 检查计算器故障的基本方法</b> .....	(42)
一、常规故障的检查法.....	(42)
二、用仪器检查故障.....	(42)
<b>第四节 维修计算器的基本技术</b> .....	(46)
一、维修的基本技术.....	(46)
二、维修的基本技巧.....	(47)
<b>第五节 用波形观察法维修计算器</b> .....	(53)
一、计算器显示电路的故障.....	(54)
二、计算器键盘电路的故障.....	(64)
三、计算器其他电路的故障.....	(66)
<b>第三章 计算器的故障分析及其维修</b> .....	(70)
<b>第一节 计算器故障的分析</b> .....	(70)
一、固定性的故障.....	(70)
二、偶然性的故障.....	(70)
三、变化性的故障.....	(70)
四、显示性的故障.....	(71)
五、功能性的故障.....	(73)
<b>第二节 计算器零部件故障及其维修</b> .....	(74)
一、LSI的维修与代换.....	(74)
二、显示器的维修与代换.....	(76)
三、变压器的维修与代换.....	(78)
四、元器件的维修与代换.....	(79)
五、导电胶(棒)的维修与代换.....	(81)
六、偏光镜的维修与代换.....	(82)
七、紧固件的维修与代换.....	(82)
八、弹簧极片及开关片的维修与代换.....	(83)
九、机壳的维修与代换.....	(83)
十、按键的维修与代换.....	(84)
十一、线路板的维修与代换.....	(84)

十二、其他零部件的维修与代换·····	(85)
<b>第四章 几种类型计算器的故障及维修方法·····</b>	<b>(87)</b>
<b>第一节 发光二极管显示型计算器·····</b>	<b>(87)</b>
一、无显示的故障及维修·····	(87)
二、显示乱跳及运算不正常的故障及维修·····	(88)
三、显示缺划的故障及维修·····	(89)
四、显示不均的故障及维修·····	(89)
五、其他故障及维修·····	(89)
<b>第二节 荧光显示型计算器·····</b>	<b>(89)</b>
一、无显示的故障及维修·····	(90)
二、显示过亮的故障及维修·····	(92)
三、开机后全部显示的故障及维修·····	(92)
四、显示暗淡的故障及维修·····	(92)
五、显示缺划的故障及维修·····	(93)
六、某键不工作的故障及维修·····	(93)
七、运算错误的故障及维修·····	(93)
八、其他故障及维修·····	(93)
<b>第三节 液晶显示型计算器·····</b>	<b>(93)</b>
一、无显示的故障及维修·····	(94)
二、显示闪动的故障及维修·····	(95)
三、显示缺划的故障及维修·····	(95)
四、运算错误的故障及维修·····	(97)
五、其他故障及维修·····	(98)
<b>第四节 液晶显示函数型计算器·····</b>	<b>(98)</b>
一、无显示的故障及维修·····	(99)
二、功能性的故障及维修·····	(99)
三、其他故障及维修·····	(100)
<b>第五节 液晶显示带入数有声型计算器·····</b>	<b>(100)</b>
一、无显示的故障及维修·····	(100)
二、显示闪动的故障及维修·····	(101)
三、运算错乱的故障及维修·····	(101)
四、耗电大的故障及维修·····	(101)
五、其他故障及维修·····	(101)
<b>第六节 液晶显示带时钟型计算器·····</b>	<b>(101)</b>
一、无显示的故障及维修·····	(102)
二、显示缺划的故障及维修·····	(104)
三、显示紊乱的故障及维修·····	(104)
四、时钟不闹或乱闹的故障及维修·····	(104)
五、走时不准的故障及维修·····	(105)

六、耗电大的故障及维修	(105)
七、其他故障及维修	(105)
<b>第七节 液晶显示游戏型计算器</b>	(106)
一、不显示的故障及维修	(106)
二、不入数的故障及维修	(106)
三、其他故障及维修	(106)
<b>第八节 太阳能液晶显示型计算器</b>	(107)
一、显示性的故障及维修	(107)
二、其他故障及维修	(107)
<b>第九节 台式计算器</b>	(108)
一、无显示故障及维修	(108)
二、显示异常的故障及维修	(108)
三、功能不正常的故障及维修	(110)
四、其他故障及维修	(110)

## **第五章 电子计算器维修后的检验及展望** (111)

<b>第一节 维修后计算器的质量要求</b>	(111)
<b>第二节 维修后计算器的性能检验</b>	(111)
<b>第三节 维修计算器的展望</b>	(112)
一、电子计算器的发展	(112)
二、维修电子计算器的展望	(112)

## **附 录**

1. 常用电子计算器的主要性能及参考价格表	(114)
2. 电子计算器常见键的名称、代号及功能表	(116)
3. 电子计算器常见显示符号的名称、代号及意义表	(119)
4. 常用电子计算器的集成电路和显示器型号表	(120)
5. 电子计算器各种显示器的性能对比表	(121)
6. 电子计算器国内主要生产厂(部分)一览表	(122)
7. 日本东芝电子计算器LSI性能参考表	(123)

# 第一章 电子计算器的基本知识

电子计算机的发明和发展是二十世纪科学技术的卓越成就之一。电子计算器与算盘、计算尺、机械计算机等计算工具相比，具有速度快、精度高、携带方便等优点，正在日益成为人们工作、学习、生活等不可缺少的计算工具。

随着我国四化建设的需要，它可为科学研究、工程设计、国防军需、商业财贸、文化教育、工矿企业科学管理、交通运输以及农林牧副渔等各行各业服务。它能够高效率地使我们完成各种各样的计算任务。

## 第一节 计算器的组成

### 一、计算器的构成部分

电子计算器由输入键盘、大规模集成电路、输出显示和电源四个部分组成（见图1-1-1）。其中大规模集成电路是核心部分，它又由存贮器、运算器、控制器等组成。

（一）输入键盘 它是由一组成套输入按键组成，用来进行输入计算数据和执行运算指令。输入键盘有两种制成形式：一种是使用工程塑料注塑成一个个的字粒按键（见图1-1-2a），另一种是使用橡胶注压成一整片的字粒按板（见图1-1-2b）。

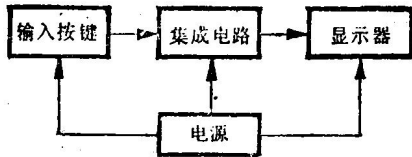


图1-1-1 计算器构成方框图

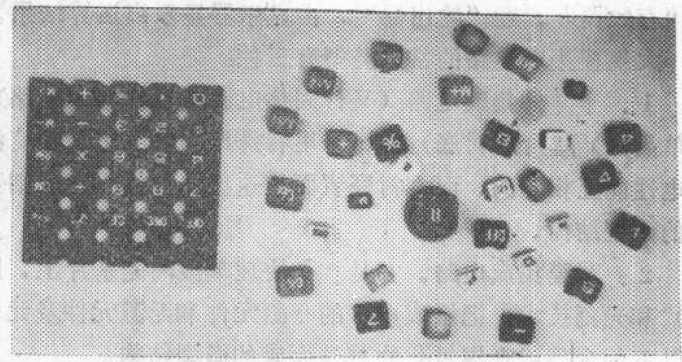


图1-1-2 字粒的按键与按板

这些按键或按板，由计算器外壳的字钮窗口垂直定位，并通过导电胶进行压接而成。当未按下按键时，导电胶与印刷电路板相互脱离，故电路不通（见图1-1-3a）；当按下按键时，导电胶与印刷电路板相互接触，故使电路接通（见图1-1-3b）。

键分一键一功能、一键多功能两种。电子计算器的功能，不在于键数多少，而在于多功能键数的多少。

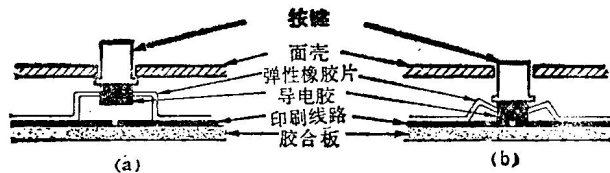


图1-1-3 导电胶与印制板的断与通



(二) **大规模集成电路** 它是电子计算器的核心,其内部组成部件有:输入器(是将十进制变为二进制的译码器);存储器(是存放指令和数据的部件);运算器(是执行算术和逻辑运算的部件);控制器(是保证指令执行和自动化工作的部件)及输出器(是将二进制变为十进制的译码器),见图1-1-4。

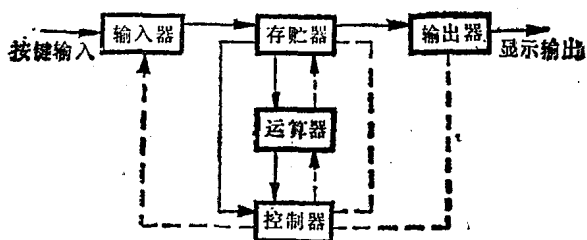


图1-1-4 集成电路的内部组成部件

图中,实线部分是指令信号的传送线,虚线部分是控制信号的传送线。其工作过程简述如下:当接通电源开关时,显示器显示“0”。接着按动要输入的数字按键即可产生电脉冲,将数字输进“输入器”,经译码后,再送入“存储器”。在存储器接到代码后,随即发出电脉冲,将所存数字送入“输出器”,并在显示器上显示出输入的数字。此后如按动功能按键(加、减、乘、除等),即可产生相应的电脉冲,将“存储器”内的数据推至“运算器”,并将运算符号的信息存入“控制器”。此时“控制器”发出脉冲信号馈入“输入器”,结束本组数码的输入。再输入第二次数字后,输入的数据在运算器内将进行运算,其结果再次进入“存储器”,经“输出器”,由显示器显示出运算结果。

大规模集成电路的常见类型有三种:

1. **半导体集成电路**(又称固体电路或单片集成电路)。它是在一块半导体材料(一般用单晶硅)基片(衬底)中,采用特殊结构和工艺做成有源元件和无源元件,并使这些元件的电性能互相隔离,而在衬底表面使这些元件按一定规则互相连接,以完成某种电子线路功能的微型结构。

2. **薄膜集成电路**。它是在一块玻璃或陶瓷基片上,用薄膜技术(真空淀积或化学淀积等)和光刻技术,把组成电路的有源元件和无源元件及元件间的连接线,全部由厚度在1微米以下的金属或金属氧化物重迭而成的微型结构。

3. **混合集成电路**。它是把半导体技术和薄膜技术相结合而制成的一种集成电路。

目前集成电路的发展极为迅速,新型式的更大规模集成电路不断出现,它将促使电子计算器更大的发展。其外型通常为扁平封装、四端引线(即引脚),它有28、36、44、52、60、84、116、156等引线形式。但也有一些电子计算器采用双列直插型封装、有28、32等引脚。

(三) **输出显示** 它是用来显示输入计算数据和输出运算结果的显示器。常见的类型有三种:

1. **发光二极管显示器**。它显示读数时,发出红色光。其优点是寿命长,并无须借外界光源发光来显示;缺点是显示字体小,使用时耗电大。

2. **荧光数码管显示器**。它显示读数时,发出绿色光。其优点是寿命长,也无须借外界光源发光而显示,并且数字显示清晰明亮,受外界温度影响极小;缺点是使用时耗电大。

3. **液晶数码管显示器**。所显示的读数,呈黑色。其优点是只要环境有透射光线或反射

光照射即可显示，并且耗电小，整机工作电流仅在几十微安（这比以上两种显示器要少用电几千倍），缺点是自身不能发光，故必须在外界光源的情况下，才能显示。并且受外界环境温度影响而显示（使用温度范围：0—40℃）。其次是显示速度均比前两种缓慢。

**(四) 电源** 电子计算器的电源通常为1.5伏、3伏、4.5伏、6伏、9伏等标称的额定电压，其中以3伏为最多。常用以下四种电源：

1. 干电池。由于它体积较大，所以不适用装置于卡片式和日记本式的计算器，只适用于手掌式和小台式的计算器。其材料多为锌锰电池或碱性锌锰电池，型号多为五号电池的R。笔型电池，底部为负极，顶部为正极。

2. 扣式电池(又称微型电池)。由于它体积既小又薄，可用于卡片式和日记本式的计算器，尤其适用于耗电量小的液晶显示的各种计算器。其材料多为锌银电池，锂锰电池及锌空电池，底部为正极，上顶部为负极。其规格性能及国内、外型号对照表如下(见表1)。

表1 扣式电池规格性能及国内外对照表

体用 系途	外形 尺寸 (毫米)	达立 Daily-max (中国)	EVE- READY (UCAR) (美国)	MAL- LORY (美国)	RAY- O-VAC (ESB) (美国)	VAR- TA (西德)	SEIKO (日本)	maxell (日本)	Standard		
									I E C (国际)	J I S (日本)	轻工部 (中国)
重 负 化 荷 银 电 池	11.6×5.4	SR44	357	10L14	RW42	541	SB-B9	SR44W	SR44	SR44(G13)	Y1154
	11.6×4.2	SR43W	386	10L124	RW44	548	SB-B8	SR43W	SR43	SR43(G12)	Y1142
	11.6×3.05	SR1130W	389	10L122	RW49	544	SB-BU	SR1130W	SR54	(G10)	Y1131
	7.9×3.6	SR41W	392	10L125	RW47	547	SB-B1	SR41W	SR41	SR41(G3)	Y736
	7.9×2.6	SR726W	396					SR726W	SR59		Y726
	11.6×5.4	SR44SW					SB-A9	SR44SW	SR44	SR44S (GS13)	Y1154N
	11.6×4.2	SR43SW	301	WS11	RW42	528	SB-A8	SR43SW	SR43	SR43S (GS12)	Y1142N
	11.6×3.05	SR1130SW	390		RW39	534	SB-AU	SR1130SW	SR54		Y1131N
	7.9×3.6	SR41SW	384	10L15	RW37	527	SB-A1	SR41SW	SR41	SR41S (GS3)	Y736N
	7.9×2.6	SR726SW	397				536	SB-AL	SR726SW	SR59	
碱 性 一 般 用 途 锌 锰 电 池	13.0×25.2	4SR44	544	PX28	RPX28	4028		4SR44 (4G13)	4SR44	4SR44 (4G13)	
	11.6×5.4	LR44	A76					LR44	LR44		
	11.6×3.05	LR1130	189					LR1130	LR54		
	7.9×3.6	LR41*						LR41	LR41		

3. 电流转换器(又称外接电源或交流转换器)。它是将220伏交流电变为1.5伏(或3、4.5、6、9伏等)直流电的小型转换电源，其外型图见图1-1-5，电源原理图见图1-1-6。它专供耗电量的各种电子计算器，即多配用于荧光显示或发光二极管显示的计算器。其一般的技术特性如下：

输入电压：220V±10%

输出电压：计算器电源电压(直流)± $\frac{5}{10}$ %

最大电流：150MA

功率消耗：<1.5W（最大负载）

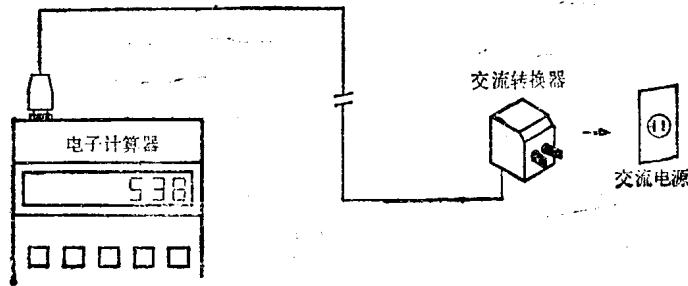


图1-1-5 外接电源外型图

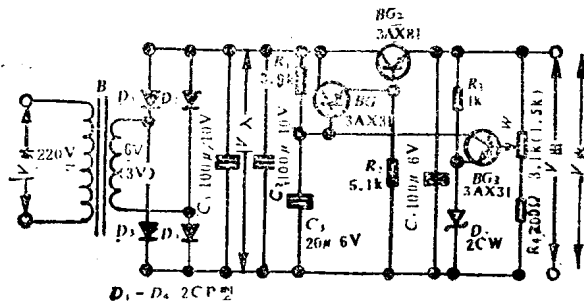


图1-1-6 外接电源原理图

从电学原理可知：稳压电原理是利用输出电压的变化量，反馈给调整管，经调整管的放大作用，再使输出电压的变化量减小或增大，以起到稳压的作用。其过程如下：例如，一种情况是当外界电网电压上升时，通过变压器B，使输入电压 $V_{入}$ 上升，输出电压 $V_{出}$ 也将上升， $BG_3$ 的 $V_{be}$ 下降（ $V_{be} = V_{D5} - V_{出}$ ，假定稳压管电压 $V_{D5}$ 不变），则 $BG_3$ 基极电流 $I_b$ 下降，由于 $BG_3$ 的放大作用， $V_{ce}$ 都上升，使复合调整管 $V_{ce} \uparrow$ ，则输出电 $V_{出}$ 下降，起到了稳压作用，即 $V_{外} \uparrow \rightarrow V_{入} \uparrow \rightarrow V_{出} \uparrow \rightarrow V_{be} \downarrow \rightarrow I_b \downarrow \rightarrow V_{ce} \uparrow \rightarrow V_{出} \downarrow$ 。又如，另一种情况是当负载电流 $I_{负}$ 增大时（如计算器从显示一位字增加到显示8位字时），输出电压 $V_{出}$ 会下降，同样可起稳压作用。即 $I_{负} \uparrow \rightarrow V_{出} \downarrow \rightarrow V_{be} \uparrow \rightarrow I_b \uparrow \rightarrow V_{ce} \downarrow \rightarrow V_{出} \uparrow$ 。同理可推知，当外界电压 $V_{外}$ 下降或负载电流 $I_{负}$ 下降的情况，则与上述稳压过程为相反的作用，即成稳压的效果。

4. 光能电源(又称太阳能电池)。随着太阳能技术的发展，它亦可作为电子计算器的电源。而且灯光也可以作为计算器的光能电源。其关键的材料结构为能接收转换“镜片”。

## 二、计算器的组成部件

以BL-802型的计算器为例（见图1-1-7）。

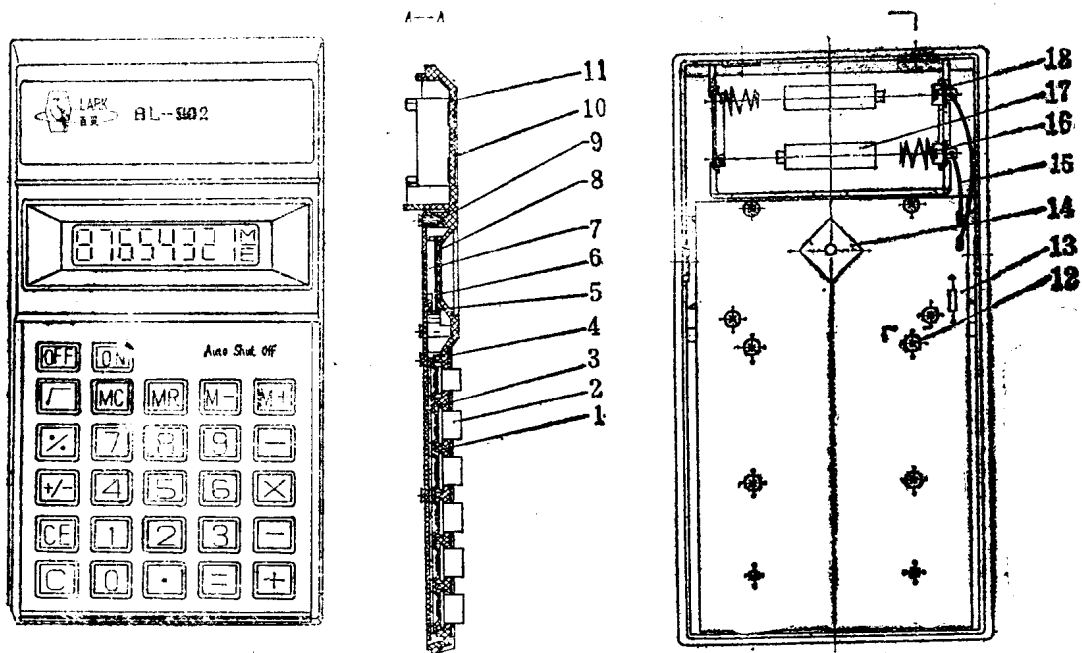


图1-1-7 计算器的组成部件

由图1-1-7可见，电子计算器主要的零部件有：1. 运算板（又称印刷电路板）；2. 键盘（又称字钮）；3. 导电胶片；4. 面板；5. 导电棒；6. 梯框（或塑料框）；7. 液晶数码管；8. 偏光镜；9. 螺钉；10. 标牌；11. 壳体；12. 橡胶垫片；13. 电阻器；14. 集成电路（又称IC）；15. 安装线；16. 锥弹簧；17. 电源；18. 极片。

（一）运算板（又称印刷线路板，见图1-1-8） 它是由覆铜层压板，经印制、腐蚀、电镀等工艺制成。其质量要求为：线路接触处电镀光泽明亮；线路板不平度使平板上的任何一角最大距离不超过1.5毫米；凹陷点的最大直径不超过铜箔线条宽度1/3；厚度为1毫米时，允许偏差为 $\pm 0.15$ 毫米。

（二）按键（又称键钮）和机壳 它们都是由工程塑料（ABS-300\*）加上色料，经压注而成。其质量要求：表面不允许有明显的飞边、缩水、夹层、气泡、黑点、条纹、斑纹、裂纹等。

（三）导电胶和导电棒 它们都是由天然橡胶与丁二烯的混合胶制成。其质量要求：几何形状应符合尺寸；弹性要强。

（四）面板 它是由铝合金板（型号为LF21-MO，规格为0.04毫米），经感光、腐蚀、阳极氧化、填（括）字及冲压等工艺制成。其质量要求：大号文字和粗线图形为17~25丝；小号文字和细线条图形为10~15丝；多划文字和密线条图形应以清晰为准；漆层厚度为7~12丝。

（五）标牌 它是由薄铝板（型号为L4，规格为0.04毫米），经感光、腐蚀、化学氧化、填（括）字及冲剪等工艺而制成的。其质量要点：文字和线条图形一般为6~10丝；漆层厚度为4~8丝。

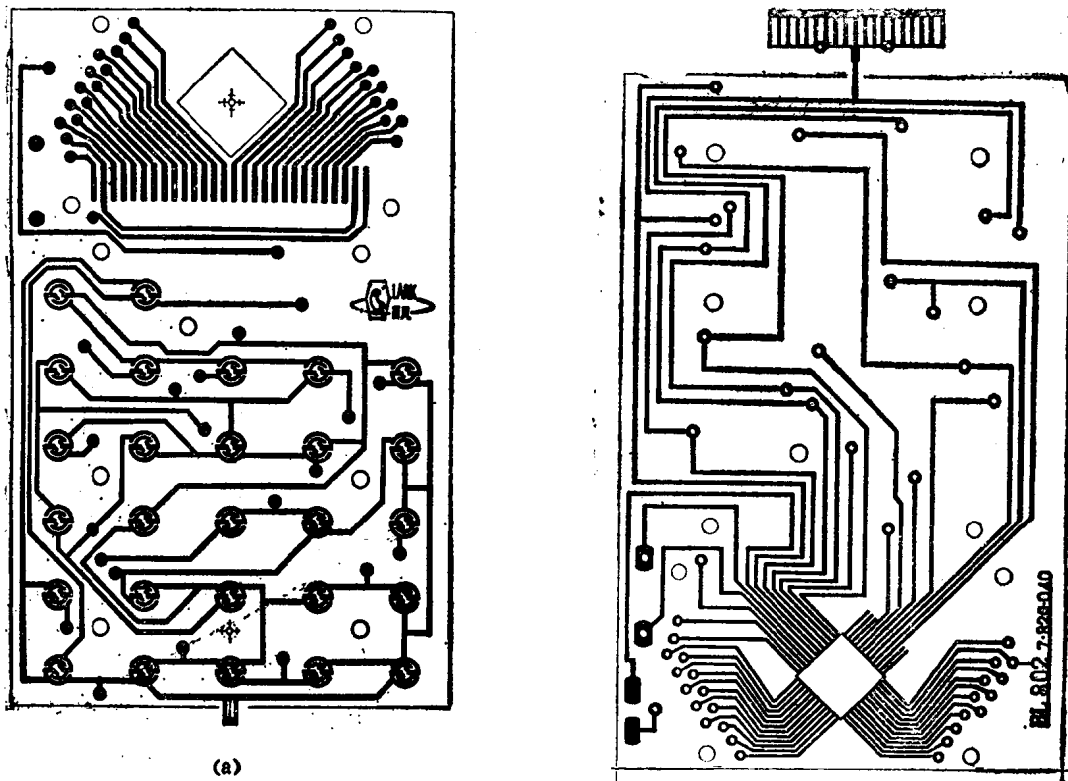


图1-1-8 印刷线路板a面和b面图 (a) (b)

(六) 梯框或塑框 它由一般薄铝板或塑料纸板，经冲剪表面装饰处理等工艺而制成。其质量要求：铝板或塑纸板的表面不能划伤、皱折及弯曲。

(七) 液晶显示器 (LCD) 它是在一个扁平型的长方玻璃盒内装满一种有机化合物。它在熔点温度范围内，虽然有象液体一样的流动性，但在光学上却显出象晶体一样性能。计算器上使用的显示器是电场效应型的，它是由氯化胆甾醇和胆甾醇的有机酸按一定比例混合而成，并在玻璃平板内壁上涂有透明电极笔划。液晶显示器的质量要求为：屏底反光明亮；无气泡及其他痕迹；玻璃不能有裂纹，显示器无漏液等。

(八) 偏光镜 它由专用聚酯薄膜，经迭加、裁剪等工艺制成。其质量要求：迭加裁剪的角度应符合所配液晶显示器，使显示清晰。

(九) 锥弹簧 它由炭素弹簧钢丝，经造形、电镀等工艺制成。其质量要求：锥形几何应对称，并且弹性适中。

(十) 极片 它由锡青铜带，经冲焊、电镀等工艺制成，其质量要求：注意防腐蚀和断折。

(十一) 阻容元件及安装线 元件应选用超小型的。安装线可用多股铜丝、塑料皮、细导线，并分红、黑两色。

## 第二节 计算器的工作原理

电子计算器是一种复杂而又精密的装置，它具有非凡的逻辑功能、惊人的运算速度以及轻巧的结构，不愧为现代化的小巧玲珑的计算工具。其工作电路可分为两个部分：一是MOSLSI集成电路，它是计算器的核心，它包括：编码器、控制器、存贮器（其中包括数字寄存器、地址寄存器、指令寄存器、标志寄存器等等）、运算器、发送指令系统、时钟发生器、扫描发生器及译码器等。二是除集成电路外的辅助电路，它是计算器的辅助部分，它包括：键盘、显示器、电源装置和显示缓冲器与时刻电路（有的计算器将该二项装设LSI内）等。其工作原理的方框图如图1-2-1。

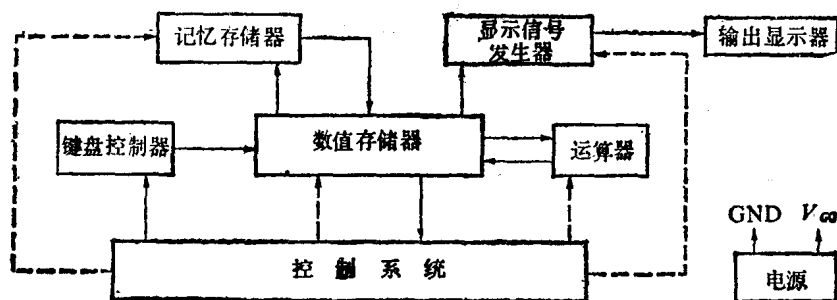


图1-2-1 计算器工作原理的方框图

图中：实线为工作信号的传输线路；虚线为控制信号的传输线路。

### 一、键盘控制器

键盘控制器是用来接收信号的。其输入单位和键盘的连接方法有两种型式：即矩阵型和公共线型，目前多采用矩阵型的键盘电路。它把操作者赋予计算器的每一个指令，传递给逻辑控制器和数值存贮器（其实这些指令是LSI中的控制单元内的编码器所产生的脉冲信号，操作者只不过在键盘上得以选择而已）。

### 二、逻辑控制器

逻辑控制器为计算器之总调度。若没有它，计算器的功能将发生紊乱，各部分将处于瘫痪。逻辑控制器内有许多电子振荡器和存储器，并产生各种脉冲信号向各部分发出有规则的指令信号。为了安排好这些指令，逻辑控制器还必须发出表示计算器内标准时钟脉冲和数字信号周期时间。即在逻辑控制器内安排了固定程序，当安排了已编好并能得到各计算的回答的次序后，只要改变这个程序的一部分就可以在程序容量的范围内进行任意的计算（这种改变要靠键盘与逻辑控制器内的输入部分配合来完成）。比如，计算器在进行加减运算时，要严格按照一定的程序，在一定的寄存器中进行规定的操作，这也要靠控制器来完成。具体来说，计算器要执行一个指令，如两数相加，就是执行“加法”指令，这时控制器规定了存放在计算器中哪两个数进行相加。计算器是串行运算的，即加法器每次只能相加一位数，存放

在两个寄存器（是存贮器中的寄存器）中的数一定要一位位地输入加法器，才能算出正确的结果。这就要求计算器必须有一个控制信号进行同步，这就是为什么控制器一定要给计算器提供一个标准时钟脉冲，使整个运算都能按标准时钟脉冲进行同步工作的原因。

在控制器里，还有一个只读存贮器，它存放有许多事先设计好的指令，每个指令都有自己的号码，每一条指令都有明确规定。比如，在减法运算中，减法指令就要发出下面一些信号：

- ①判断“被减数”和“减数”的符号；
  - ②确定哪一个数要变补（关于变补下文加法器原理再说明）；
  - 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”的符号，确定运算结果是否要变补（减法的最后程序）；
  - ⑥显示运算结果。
- 一般运算的过程都在10微秒内完成。

### 三、数值存贮器

存贮器由寄存器构成。一般的计算器备有三个寄存器，即所谓x、y、z寄存器。通常只有x寄存器的内容被显示。寄存器又是由触发器组合而成的。一个触发器只能记忆二进制的数（即0或1），因此n个触发器就能存储n位数。为了使数据能串行进入寄存器，那么前一个触发器的输出就必须与下一个触发器的输入相连接。

### 四、记忆存储器

记忆存储器也是由寄存器构成的，它用来暂时存储不参与计算的数，并且具有累计数的功能。比如，计算器的“Mt”键就是将存贮器中的数或经过运算而得出的数进入记忆存储器进行存储。

### 五、运算器

计算器必须具有从事算术运算的电路，也就是必须包含有进行加、减、乘、除的电路。其中基本的运算是加法和减法，加法器则是用来对存储在寄存器内的数字进行加、减的电路，即通过这个电路可进行加减。乘主要是重复的相加，除则是重复的相减。至于其他函数的计算基本上也是加减的反复。实质上，一个计算器的运算器，其核心只有加法器，实际的运算都是在加法器里进行的。

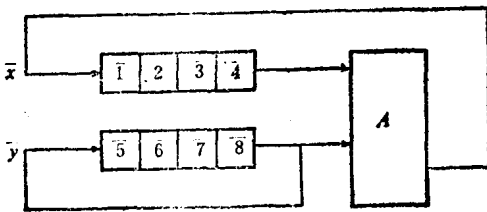


图1-2-2 逻辑方块图

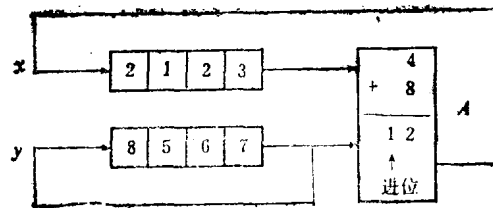


图1-2-3 4+8的运算

(一) 加法运算 电算器加法运算的原理，现用逻辑方块图（见图1-2-2）来叙述加法运算的逻辑过程。它是按位串行相加。

例如：1 2 3 4 + 5 6 7 8 相加。在图中， $x$ 、 $y$ 为寄存器， $A$ 为一个四位数的加法器，其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。在运算时，它按相同的速度右移，将数一位一位地顺序送入加法器中。首先将个位数送入加法器中，被

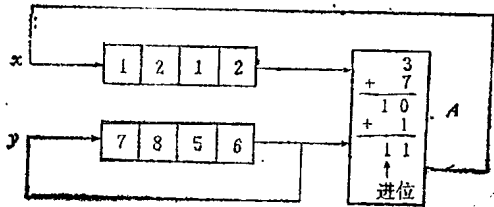


图1-2-4 第二位的运算

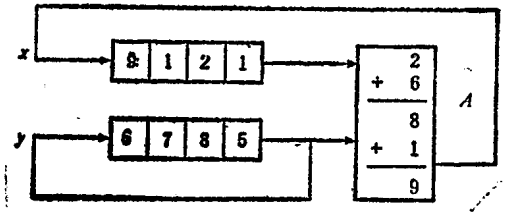


图1-2-5 第三位的运算

加数为4，加数为8，加法器接受“加法”指令后，进行 $4+8=12$ 的运算（见图1-2-3）。其中又被送回 $x$ 寄存器的最高位，进位数1留在加法器 $A$ 中，待下一次（十位数）相加时再加。接着是十位数相加，这时被加数为3，加数为7，另外还要加上个位数相加时存留在 $A$ 中的进位数1，即进行 $5+7+1=11$ 的运算（见图1-2-4）。并将1送回 $x$ 寄存器的最高位，进位数1仍存留在加法器 $A$ 中（注意：第一次留在 $A$ 中的1为十位数；而第二次留在 $A$ 中的1为百位数）。以此类推：进行第三位的相加（见图1-2-5）和第四位的相加（见图1-2-6）。当四位都相加结束后，这时 $x$ 寄存器中存放的是两数之和为6912，并由显示器显示出结果。而 $y$ 寄存器中仍为加数5678。

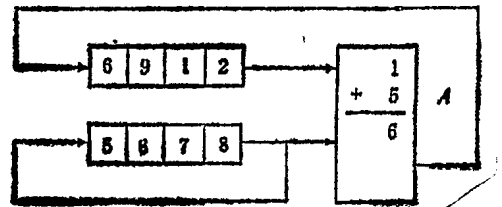


图1-2-6 第四位的运算

(二) 减法运算 电算器内只有加法器，所以要进行减法运算时，首先应将两数转变成补码形式，简称“变补”，然后再将两补码数相加，即以加法器来实现以加代减的运算。

在“变补”表示中，正数的补码为原码数，负数的补码为它的补码数。那什么叫补码呢？例如，时钟的时针处在12点的位置，这时按顺时针方向拨9小时与逆时针拨3小时的效果是一样的，即时针都处在9点的位置。如果把逆时针拨3小时记作-3，称为原码；把顺时针拨9小时记作9，则9就是-3的补码，也就是说时钟中，时针减3小时，可用加9小时来实现。同理，加上12小时等于不加。同样在四位数加法器中也存在类似情况，因为以上加法器进行十进制运算的寄存器只有四位，即在第四位以上的数都将自动消失，这在计算器中称为“溢出”。

例如： $x$ 寄存器中的四位数是4 5 6 7； $y$ 寄存器中的四位数是1 2 3 4。当 $x-y$ 时可变为：

$$x + (10000 - y)$$

我们称 $10000 - y$ 为 $-y$ 的补码（在四位寄存器中加10000等于不加，即类似于钟里的时针正拨一周，仍在原来的位置一样）。

如求： $4567 - 1234 = ?$



解：4567的补码数为4567，而-1234的补码数为10000 - 1234 = 8766，于是，有：  
 $4567 + 8766 = 13333$ 。

而13333中的万位数字1会自动消失，只剩下3333。

故上面的减法运算可变为加法运算。根据加法器的逻辑方块图进行相加的结果，答案为3333（见图1-2-7至1-2-10）。

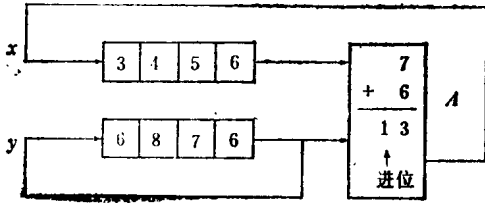


图1-2-7 7+6的运算

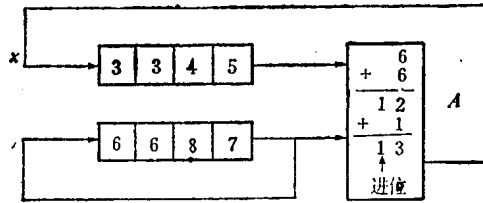


图1-2-8 6+6的运算

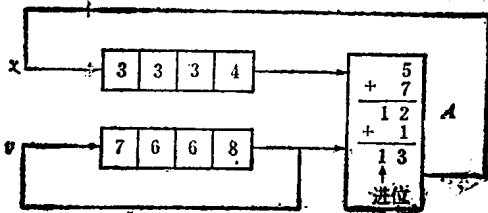


图1-2-9 5+7的运算

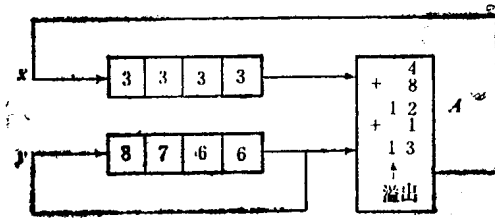


图1-2-10 4+8的运算

**（三）乘法的运算** 乘法只不过是加法的重复，即乘法运算就是利用逐位向左移位，并相加得到积数。

例如： $8 \times 4 = 32$ 为例说明乘法过程。首先将被乘数8送入加法器，那么加法器就自动做  $0 + 8 = 8$  的操作，与此同时从乘数里减去1，即  $4 - 1 = 3$  为新的乘数。依次类推，将被乘数8相加4次为32，乘数4相减4次为0，即运算结束。

**（四）除法运算** 除法只不过是减法的重复，即除法运算就是利用逐位向右补位并相减得到商数。

例如： $8 \div 4 = 2$ 为例说明除法过程。首先将被除数8在加法器中减去4，即作  $8 - 4 = 4$  的运算，得出新的被除数4，与此同时运算单元自动将被除数减除数的次数相加，以此类推，将被除数减除数为0时，其相减次数为2，即运算结束。

## 六、显示信号发生器

在寄存器中的数值信号是不能立刻附加在输出装置上的，因此需要先发出符合显示方式的信号，这由译码电路来完成，或者说由显示信号发生器来实现。

## 七、输出显示器

在电子计算器中，输出显示有三种：发光二极管显示器（LED），荧光数码管显示器，液晶显示器（LCD）。它们都以人们能看懂的十进制数字显示在x寄存器中，并正确地显示