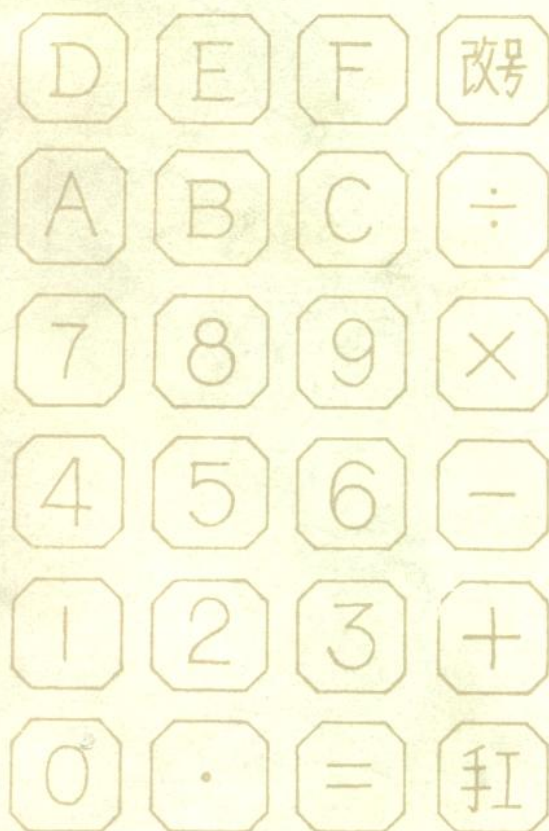




台式电子计算机

华东工程学院 南京有线电厂 编著



科学出版社

台式电子计算机

华东工程学院 编著
南京有线电厂

科学出版社

1980

内 容 简 介

本书以国产的具有一定代表性的 CTJ-1 和 TQ-12G 为例,较为详细地介绍台式电子计算机的功能、用法、组成和工作原理。

内容包括:台式电子计算机的分类、应用;键功能,步程序;十进制运算,小数点及阶码处理;加、减、乘、除和初等函数的求算;TTL 和 MOS 逻辑线路;电子数字计算机的基本结构;数码管和输出显示;台式机中的 ROM 程序。

本书可供台式电子计算机的设计、生产、使用和维修人员参考,也可供大专院校有关专业的师生参阅。

JS380/18

台 式 电 子 计 算 机

华东工程学院
南京有线电厂 编著

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1980 年 4 月第一次印刷 印张:22 3/4 插页:1

印数:0001—26,650 字数:531,000

统一书号:15031·266

本社书号:1664·15—8

定 价: 2.40 元

前 言

台式电子计算机携带方便、使用简单、计算迅速、结果精确。有的还能求解一些函数和不太复杂的方程,而且价格日益下降。因此,广泛适用于商业、银行、会计、统计、测绘、气象、科学研究和工程设计等部门。随着电子计算机的发展,它将会逐步取代算盘、计算尺、手摇和电动计算机,并完成其所不能完成的任务。

为了普及、推广和使用台式电子计算机,我们编写了这本书,希望它能对初次接触台式电子计算机的读者起到一个入门作用。然而,限于编写水平,内容和结构上可能有许多谬误不当之处。殷切希望读者批评指正。

本书是由华东工程学院和南京有线电厂联合组织编写的。由朱宗正、吴意生、孙一平同志执笔,徐加祁、冯伟星、夏忠信同志审阅。原稿曾经过南京有线电厂八车间等单位的有关人员审议和部分读者的讨论。

清华大学金兰同志、南京十四所屠庆祥同志、上海无线电十三厂俞时权同志对本书的内容、结构提出过宝贵意见;韶关无线电厂、安徽无线电厂、北京东城电子机械厂、中国科学院数学所等单位对本书的出版都曾给予过热忱的支持。特此致谢。

编 者

一九七八年六月

目 录

绪论	1
第一节 台式机的分类	1
第二节 台式机的构成和特点	8
第三节 台式机的进展	11

第一部分 CTJ-1 可程序型台式机

第一章 CTJ-1 机的使用	12
第一节 外观	12
第二节 数的形式	13
第三节 存贮单元及其编号	18
第四节 键盘	21
第五节 手工方式算题	30
第六节 程序方式算题	38
第二章 运算基础	49
第一节 二进制字符运算	49
第二节 十进制定点数的加减运算	53
第三节 十进制定点数的乘除运算	59
第四节 规格化浮点数的运算	64
第三章 逻辑线路	70
第一节 开关元件	70
第二节 逻辑变换和逻辑演算	75
第三节 组合线路	78
第四节 记忆元件	83
第五节 存贮线路	86
第四章 磁心存贮器	92
第一节 随机存贮器	92
第二节 只读存贮器	100
第三节 CTJ-1 机存贮器的总框图	103
第四节 存贮单元的编址和内容	104
第五章 运算器和控制器	112
第一节 机器结构框图	112
第二节 运算器	115
第三节 控制器	122
第六章 输出显示	140
第一节 晶体灯二进制数显示	140
第二节 数码管十进制数显示	141
第七章 信息输入	148
第一节 键和开关	148

第二节	信息的规定和变换	150
第三节	按键信息的译码	153
第四节	启动与停机	155
第五节	叩键启动阶段和错叩判断	159
第六节	X_{2J} 相和 X_J 相的任务	161
第七节	调机开关	168
第八节	纸带输入机构	169
第八章	工作流程和操作控制线路	172
第一节	机器指令系统	172
第二节	工作流程	177
第三节	操作时间表	183
第四节	操作控制线路的综合	206
第九章	ROM 程序系统	212
第一节	一些符号规定	212
第二节	程序设计技术	219
第三节	运算型子程序	228
第四节	处理型子程序	241
第五节	功能子程序的查找	256
第十章	电源	260
第一节	CTJ-1 机电源简介	260
第二节	开关型稳压电源	260
附录	CTJ-1 机 ROM 程序单	263

第二部分 TQ-12G 简易型台式机

第十一章	TQ-12 G 台式机的使用	295
第一节	按键功能简介	295
第二节	使用举例	297
第十二章	金属-氧化物-半导体集成电路	301
第一节	MOS 晶体管	301
第二节	反相器	302
第三节	与非门	303
第四节	记忆元件	304
第五节	译码器	307
第十三章	TQ-12 G 的主要逻辑部件	311
第一节	串行机中的数据流	311
第二节	工作寄存器	315
第三节	运算器	320
第四节	小数位数寄存器及小数点处理线路	322
第五节	启动线路	327
第六节	控制和特征线路	329
第十四章	微程序控制	334
第一节	微指令和微程序	334
第二节	按键功能的实施过程	344

绪 论

台式电子数字计算机简称台式机,它是一种结构小巧、使用方便、宜于普及的电子数字计算机。大的放在台面上操作;小的能随身携带使用;最小的可装入衣袋内,称袖珍式计算机。它们具备算盘、手摇或电动计算机、计算尺的各种职能;又有电子数字计算机的一般特性。故可用于会计、统计、数据处理;科研计算、工程设计;测试控制、终端处理等广泛的方面。作为通用电子数字计算机的辅助、作为普及的计算工具,它将在国民经济各个部门和广大的工厂、机关、学校中发挥积极作用。

第一节 台式机的分类

台式机与袖珍机,按功能的强弱分成以下各种类型。

一、 简 易 型

简易型台式机具有两数相加、相减、相乘、相除或多个数进行累加、累减等基本功能。用来代替算盘及手摇或电动计算机。

例如:“大连牌”袖珍机就是简易型机器。见照片1。



照片 1 大连牌袖珍机

这种机器操作很简单,若要计算

$$10987.05 \div 89 = ?$$

可以将电源开关打开,把小数点定位开关选在“2”上,然后逐个地按按键如下

C	1	0	9	8	7	.	0	5	÷	8	9	+=
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

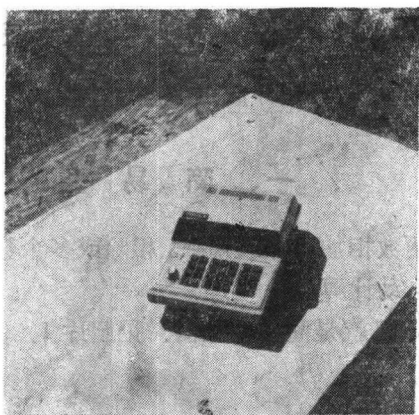
就自动在显示窗上显示出结果

上列每个小方框代表一个按键。其中 $\boxed{C}$ 表示总清键,清除机内的原有内容; $\boxed{+/-}$ 表示等号或加,这两种操作在简易机上常公用一个键。

二、一般型

一般型台式机的基本标志是比简易型多了“开方”的功能。有的多添了求“平方”、取“倒数”等功能;有的在内部增设几个存贮单元,供用户安排存放计算的中间结果或最后结果。

例如:“南华 $\sqrt{162}$ ”就是一般型的台式机,见照片2。

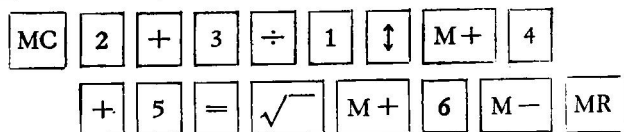


照片2 南华 $\sqrt{162}$ 台式机

若要计算

$$\frac{1}{2+3} + \sqrt{4+5} - 6 = ?$$

则在电源接通后,并置在浮点工作方式,再逐一掀按键如下



就自动在显示窗上显示出结果

-2.8000000000000000

上列按键中,

$\boxed{MC}$ 键用来清除M(存贮)单元的内容。

$\boxed{\uparrow\downarrow}$ 键是倒换键,可用来求倒数。

$\boxed{M+}$ 键是将一个数或求得的结果累加到M单元中去。

$\sqrt{\quad}$ 键是将一个数或求得的结果直接开平方。

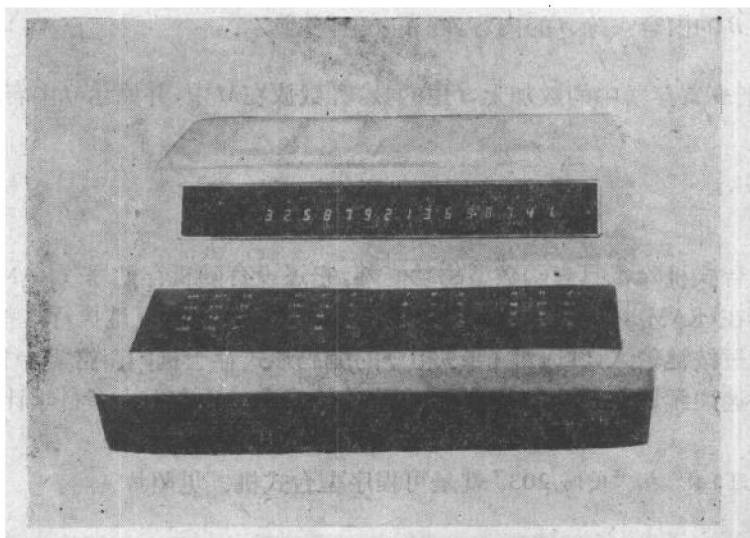
$M -$ 键是从 M 单元中累减去一个数或计算的结果。

MR 键是读出 M (存贮) 单元中的数, 并加以显示。

三、函数型

函数型台式机除了具备一般型的功能外, 还能通过按键直接求取一些基本的初等函数, 包括指数、对数、三角函数、弧度和角度之间的变换等。

例如: “红旗 703” 就是函数型的台式机。见照片 3。



照片 3 红旗 703 台式机

若要计算

$$10^{-2.01} + \lg \frac{1}{\sin 30^\circ}$$

的值至小数点后十位。则在接通电源、选定好小数点位置后, 依下列顺序掀压按键

$[-]$ 2 $\cdot$ 0 1 $\xrightarrow{BA}$ $10^{\wedge}$ $\xrightarrow{AM}$ C_B 3 0 $\xrightarrow{BA}$ H_D $\sin$
 C_B 1 $\div$ $\lg$ M_+

就自动在显示窗上显示出结果

0.3108023678

红旗 703 中,

$[-]$ 键清除 B 寄存器为 -0 , 使送入 B 寄存器的成负数。

$\xrightarrow{BA}$ 键将原来送入 B 中的数, 送往 A 寄存器。

10^A 键是取 A 中的数为自变量 x , 求算以 10 为底的指数函数, 结果存放在 A 中, 并显示 A 的内容。

$\overrightarrow{AM}$ 键将 A 的内容送往由用户选择的 M 寄存器, 并显示 M 的内容。

C_B 键清除 B 寄存器为 $+0$, 使送入 B 寄存器的是正数。

H_D 键把存放在 A 中的角度量转化成弧度。结果存放在 A 中, 并显示 A 的内容。

$\sin$ 键以 A 中内容为自变量求出 $\sin$ 函数, 放在 A 中, 并显示。

$\lg$ 键以 A 中内容为自变量求出 $\lg$ 函数, 放在 A 中, 并显示。

$\div$ 键以 B 的内容去除 A 的内容, 商在 A 中, 并显示。

$M+$ 键把 M 寄存器中的数加上 A 里的数, 和数放在 M 中, 并显示 M 内容。

四、可 程 序 型

可程序型台式机除了具有函数型的功能外, 它还有随机存储器 (RAM), 可以像通用计算机那样在 RAM 内先存入问题的计算程序, 而后可以重复地执行这些程序。但这些程序可以通过按键输入, 并以键 (步) 指令的编码形式存于机内。这类台式机常配有打印机, 以便快速连续地取得计算结果。它的功能较全, 适宜于小型科学计算和工程设计。

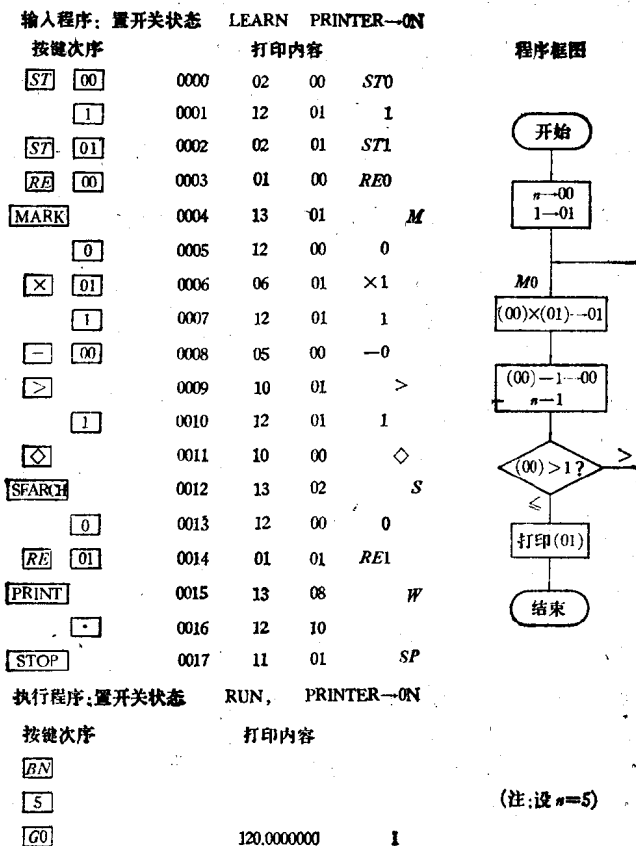
例如: “CTJ-1” 和 “长城 203” 就是可程序型台式机。见照片 4。



照片 4 长城 203 台式机

如果在“长城 203”上求 $n!$

并设 $n = 5$ 。则接通电源之后可按下列步骤操作。



当掀压最后一个 **GO** 键之后，自动打印出结果 120.0000000。

上列操作中

LEARN 表示程序输入状态；PRINT → ON 表示接通打印机电源，使输入程序后随即打印出输入的内容。

左侧两行中的方框代表按键。输入程序就依次掀压按键。掀压的次序是由左向右，自上而下。

ST 00 两键组成一条双(字)指令。其意义是：将结果寄存器的内容存入到内存贮器中的 00 号寄存器。这条指令的四位编码为 0200。掀压两键后，编码被存入在内存贮器的 0000 号地址内，并随即打印出这条指令的编码和符号表示——STO。

1 代表数字 1，编码为 1201。掀压此键后，编码被存入 0001 号地址内，并随即打印出编码和字符符号——1。

ST 01 也是一条双指令。意义是：将结果寄存器中的 1 存入到内存贮器的 01 号寄存器内。这条指令的编码为 0201。掀压按键后编码被存入在 0002 号地址内，并随即

打印出指令的编码和符号——ST 1.

RE **00** 双指令的意义是：把内存贮器 00 号寄存器的内容读到结果寄存器。这条指令的编码为 0100。掀压按键后编码被存入在 0003 号地址内，随即打印出指令的编码和符号——RE 0.

MARK 表示某段程序开始(段头)的标号。其编码为 1301，掀压按键后编码被存入在 0004 号地址内，随即印出编码和符号——M. **MARK** **0** 表示第 0 段程序的段头。

以下各键与打印内容的关系都是这样，只解释一下按键或指令的意义。

× **01**：表示结果寄存器的内容乘上 01 寄存器的内容，结果放在结果寄存器内。

- **00**：表示结果寄存器的内容减去 00 寄存器的内容，结果放在结果寄存器内。

> **1** **◇**：三键合成条件转移指令。若结果寄存器的内容大于 1，则往下执行；否则跳过两步执行。

SEARCH **0**：两键构成转向指令。转向执行以 **MARK** **0** 为段头的程序段。两键的编号存放在相邻的地址 0012 和 0013 内，占了两步的位置。

RE **01**：表示读出 01 寄存器的内容放到结果寄存器。

PRINT **.**：表示以浮点的格式打印出结果数据。

STOP：表示程序结束。

程序框图的画法与一般程序表示法相同。

开关状态 RUN 表示程序运行(执行)。

BN：表示程序运行开始。

5：表示开始时置结果寄存器的内容 $n = 5$ 。

GO：表示启动 0000 号地址的指令，其后就连续执行程序。

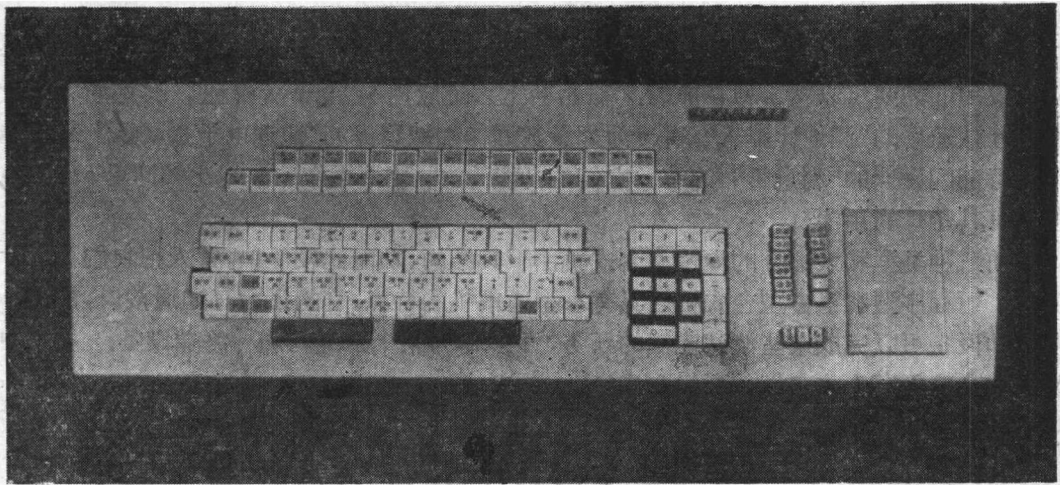
五、语 言 型

语言型台式机除具有可程序的功能外，对于数据、程序的输入和结果的输出，以更接近人们习惯的“语言”进行操作。用户可通过键盘或其他外部设备将数据、程序或问题以语言形式输入机器，机器能以语言、表格等形式给出结果。台式机中配备的一般是较初级的 BASIC 会话语言，但有的已采用较高级的“问题语言”。

例如：CTJ-3 台式机中就配有“BASIC”和专用的高级型“统计语言”。

BASIC 语言以国际通用的英语表示，故键盘上配有全套英文字母按键；专用语言根据

需要和使用方便,还可以添加若干特殊的按键。见照片 5。



照片 5 语言型台式机的键盘

如果利用 BASIC 会话语言求算圆面积

$$A = \pi r^2$$

并给定 π 的近似值 3.14 和圆半径 $r = 7$ 。则在完成接通电源及其他计算准备工作之后,可以输入程序并启动。

输入语言程序时掀压按键如下

```
10 PRINT "IF RADIUS IS 7, AREA OF CIRCLE IS"; 3.14*7↑2  
99 END
```

启动程序时掀压按键如下

RUN

启动后机器自动打印或显示出语言形式的结果为

IF RADIUS IS 7, AREA OF CIRCLE IS 153.86.

上列程序及启动操作中,每个数字、字母、标点、符号都代表一个特定的按键。其中 $\emptyset$ 代表英文字母 O, 区别于数字 0; * 代表乘号 $\times$, 区别于字母 x ; $\uparrow$ 代表指数, $7 \uparrow 2$ 就是 7^2 。

倘若把程序译成中文,则为

程序第 10 段 打印出“若半径为 7, 圆面积是”; 3.14×7^2

程序第 99 段 结束

启动键的意义是

运行

打印出的结果是

若半径为 7, 圆面积是 153.86

可见, BASIC 程序与输出结果如同用户与机器进行对话。语言的优点不仅是明瞭直观;而且程序可以十分近似地按公式或问题写出,不像手编程序那样曲折繁琐。

六、专 用 型

专用型台式机是解决某种专门性问题,或主要为某一方面使用的台式机。这类机器随着应用的需要可以有各种各样的。有柜台上大量应用的“电子计价称”;有地质勘探或测地分队适用的“测地计算机”;有专为大量数据作加减运算的“快速电子加减器”;有特地为银行部门设计的“利息机”,等等。它们的功能专一,使用操作一般地比较简单,但各种机器有其特殊的用法。

前三种类型和大部分的专用型台式机由于其结构、功能比较简单,有人把它们称为计算机。可程序型和语言型台式机已具有小型通用机的特点,有的还配有通道接口,添加一些辅助设备可以完成某些测试控制的任务,可以作为某个系统的一种终端设备。后两种类型的台式机有人称它们为高级台式机。

第二节 台式机的构成和特点

台式机具有通用电子数字计算机的基本构成部分。但其结构简单紧凑,使用直观方便。

一、台式机的组成部分

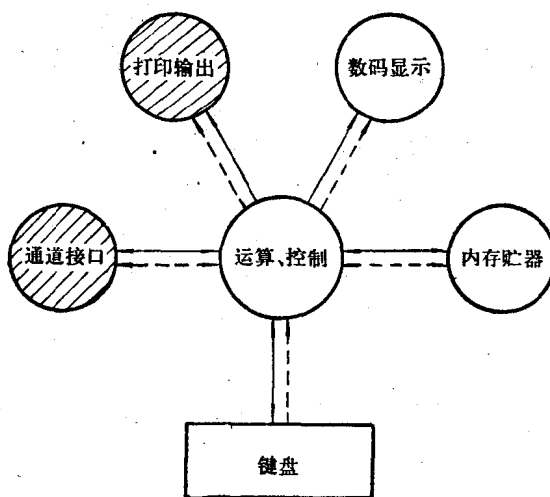


图 1 台式电子计算机框图

台式机的一般结构如图 1 所示,它具有键盘、运算、控制、内存、显示、打印、通道接口各部分。

键盘:是台式机的主要特点,参加运算的数据和运算控制的信息极大部分经由键盘上的开关、按键输入机器。

运算、控制装置：是完成计算的核心部分。运算器与控制器也可划分成两个部分，不过在结构紧凑的机器上两者难以划分。运算部分执行加减和逻辑操作，控制部分控制全机协调地执行按键或程序所指出的功能。运控部分与其他部分互相联系，图中的箭头虚线表示有代码传送关系；箭头实线表示有控制依赖关系。

内存贮器在简易型台式机中大多数没有；在一般型及函数型台式机中常有几个单元，用来代替线路寄存器或提供用户存放少量的数据；可程序型与语言型台式机中，则需成千个字符单元用来存放步指令及有关数据。

数码显示是台式机的基本输出手段，输入的数据或计算的结果利用显示管以十进制形式作输出显示。这也是异于通用机的一大特点。

打印输出，盒式磁带，通道接口等只在某些台式机中采用，图中以有阴影线的圆框表示。它们属于台式机的外围机构，与通用机中的外围设备作用相同。

二、台式机的基本工作过程

各种台式机有其具体的各式各样的工作过程，但是都有相同作用的几个基本环节，图2中给出这些基本环节的一个粗略的描述。

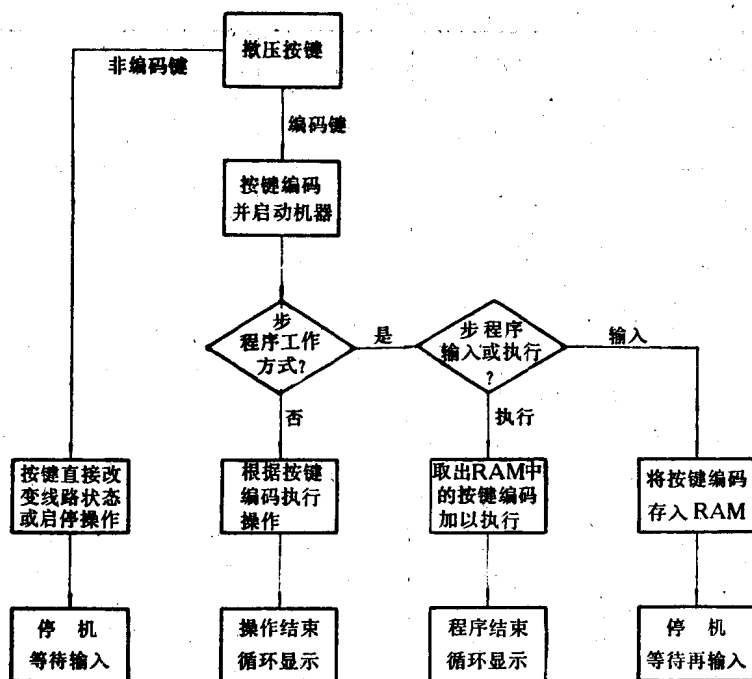


图2 台式机的基本工作流程

台式机中参加运算的数和运算操作的信息是通过按键输入机器的，不同的按键代表不同的操作或不同的数字。除了个别键外，大多数按键给以相应的数字编码。若按压某个非编码按键，则这一按键所发出的信号将直接控制机器的有关线路，改变它们的状态、启动工作、或停止操作；完成规定的任务之后就停机，等待按压别的按键进行新的输入或操作，

若掀压的是一个编码键,则这一按键的信号经过编码线路转成一组编码信号,同时发出启动机器工作的启动信号。若台式机不是处于程序工作的方式,则遇启动信号机器就根据编码的规定进行操作。操作结束后循环显示其操作结果。

若掀压编码键时处于步程序的输入方式,则按键的编号信息存入到机器的内存贮器 RAM 中。存入操作完成后等待按键的再输入。

若掀压编码键时处于步程序的执行方式,则根据按键编码的指定,从内存贮器 RAM 相应的地址中取出编码的步指令,加以执行。执行完一条步指令后再取出下面一条执行,直至执行完程序中的暂停或结束指令。程序暂停或结束时显示出有关的结果。

台式机键盘上还有一些状态开关,这些开关的状态一般在掀压按键之前加以装定。这些状态有非步程序工作状态(方式),步程序输入状态,步程序执行状态,以及小数点定位等等。

三、台式机的性能指标

台式电子计算机比之算盘、计算尺、手摇或电动计算机计算速度快、精度高、能自动解题、又没有噪音;比之通用电子计算机体积小、重量轻、操作方便、价格低廉。表 1 中列出几台台式机的主要性能指标,以供参考。

表 1

牌号	南华 121	DJS-1600	红旗 703-II	长城 203	CTJ-3	附: 国外产品 WANG 2200
类型	简易	一般	函数	可程序	语言	(BASIC) 语言
数值范围 (十进制)	十二位	十六位	十五位	10^{-77} — 10^{+77} , 尾数 12 位	10^{-64} — 10^{+64} 尾数十四位	精度可达十 三位数字
内存容量 (二进制位)	无	$4 \times 16 \times 4$	$8 \times 16 \times 4$	4096×4	8192×8 (可扩充)	4 K(可扩至 16 K) 字符
运控逻辑	微程序	常规	常规	微程序	常规	微程序
加减速速度		10 ms	约 10 ms (浮点)	≤ 0.46 ms (浮点加)	约 0.5 ms (浮点)	0.8 ms
标准器件	单片大规模 MOS	350 余只 晶体三极管	640 块 TTL 组件	中速小规模 TTL 组件	中速小规模 TTL 组件	中大规模集成电路
外部设备	无	无	无	21 行字轮式 打印机磁带 盒,通道接口	132 行点阵式打字机 磁带盒,通道接口,纸 带输入,穿孔输出,	CRT 显示输出,打印 机磁带盒,通道接口, 纸带输入,穿孔输出等
环境温度	0° — 40°C	0° — 40°C		0° — 40°C	0° — 40°C	10° — 32°C 20%— 90% 相对湿度
电源功耗	5 节 5 号 电池	交流 175 至 240 V 35 W	交流 220 V $\pm 10\%$ 45 W	交流 220 V $\pm 30\%$ 50 W	交流 220 V $\pm 10\%$	115 或 230 V AC $\pm$ 10% 50 或 60 Hz $\pm 1/2$ Cycle
重量	0.25 Kg	10 Kg	15 Kg	约 20 Kg	约 50 Kg	21.7 Kg
体积	150×85 $\times 30$ mm ³	340×420 $\times 155$ mm ³	330×410 $\times 145$ mm ³	530×430 $\times 230$ mm ³	710×680 $\times 360$ mm ³	520×502 $\times 342$ mm ³
投产年代	试制	73 年左右	74 年	74 年	74 年开始研制	73 年

第三节 台式机的进展

台式机是在算盘、手摇计算机和通用电子数字计算机的基础上发展起来的产物,它的进展极其迅速。

一、简短的历史

利用电子管制造的台式机国外在六十年代初开始问世,但体积大和稳定性差,不堪实用。

利用晶体管制成的台式机在六十年代中期出现,使台式机能推广应用。

双极型和 MOS 集成电路 (IC) 作为元件的台式机在 1967 年后有正式产品。由于元件体积的大量缩小和寿命的延长,突出了台式机的优点,受到广大用户欢迎。

进一步研制成功了大规模集成电路 (LSI), 1969 年之后有 LSI 为元件的台式机投产。到了七十年代就有许多台式机采用大规模集成电路了。而且已经有利用单片大规模集成电路完成运算操作的单片机出售。这使国际上能年产台式机和袖珍机达数百万台。

我国台式机的研制和生产于七十年代初直接跨入了晶体管化,并且接着使用 TTL 和 MOS 的集成电路。1975 年后,开始生产中规模集成电路的台式机,同时在研制大规模集成电路。

我国试制和生产的台式机各种类型都有,表 1 中所示的只是其中的几种牌号。几年来我国台式机的发展极快,至今大部分的省分都有台式机的研制或生产单位。

二、未来的展望

台式机的发展与元器件的革新紧密相关,随着大规模和超大规模集成电路的出现和工艺的改进,台式机的体积将更显著地缩小,可靠性将继续提高,故障率将愈来愈降低,生产量将大大增多,而且价格将大幅度下降。

此外,各种性能良好的新元件的研制成功,使台式机的工作速度也将有明显突破。

各种小巧、可靠的新型输入机构和输出机构的发展,以及大容量、高密度快速存贮器的出现,将赋予台式机以多方面的功能,使那些高级的台式机与小型通用机没有什么区别。

高级型台式机将结合微处理机的成就往多功能方向发展。属于计算器范畴的台式机将采取单片机或少数几片的结构向超小型化发展。

本书中较详细地介绍 CTJ-1 可程序型台式机是作为了解高级台式机的入门。较详细地介绍 TQ-12 G 简易型台式机则作为台式机向小型化和超小型化结构发展的初阶。