

73.876
YY.Q

电子应用技术丛书

3

微电脑趣谈

袁幼卿 吴宝坤 著



科学普及出版社

电子应用技术丛书 3

微 电 脑 趣 谈

袁 幼 卿 著
吴 宝 坤

科学普及出版社

内 容 提 要

一台拖拉机没有人驾驶，也没有人遥控，却能在田野里自动地耕地。它的奥妙在哪里？原来，人们在它的驾驶室里装了微型计算机系统——微电脑。微电脑按照人们事先安排的程序，有条不紊地控制拖拉机的各个部件协同动作，使它干起活来，与有人驾驶一个样。一位截瘫病人，坐在一把机动椅子上，不停地对一个小盒子在说些什么，每说一句，机动椅子就做一个动作，十分灵活。他是借助于微电脑，对机动椅子进行控制，使它运动自如。这些都是本书介绍的微电脑应用的例子。

全书不仅介绍了微电脑的各种广泛应用，而且阐明了它的原理。对于广大中学师生和具有中等文化水平的电子爱好者，这是一本有益的电子应用技术普及读物。

电子应用技术丛书 3

微 电 脑 趣 谈

袁幼卿 吴宝坤 著

责任编辑：纪 思

封面设计：陈德宝

插图：章振业

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

北京怀柔平义分印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2³/₄ 字数：59千字

1983年12月第1版 1983年12月第1次印刷

印数：1—10,500册 定价：0.30元

统一书号：13051·1320 本社书号：0499

电子应用技术丛书

前 言

电子科学技术是一门发展迅速、应用广泛的近代科学技术，而先进的电子技术又是现代化的重要标志。为了尽快普及电子科技知识，中国电子学会和出版部门聘请有关专家、学者组成编委会，组织编写三套各有特点的、较系统的普及丛书。本丛书是“电子应用技术丛书”，由科学普及出版社出版；其余两套是“无线电爱好者丛书”由人民邮电出版社出版，“电子学基础知识丛书”由科学出版社出版。

“电子应用技术丛书”以具有中等文化水平的干部、知识青年和电子技术爱好者为对象，着重介绍电子技术的应用，兼顾有关基础知识、发展史和展望未来，俾使读者对电子科技获得比较完整的概念和知识。

我们竭诚地期望广大读者和电子科技人员对这套丛书提出宝贵意见，对缺点或错误提出严正批评，使本丛书不断完善，从而更好地适应“四化”建设的需要。

目 录

引子.....	(1)
一、一代胜似一代.....	(5)
今昔对比 (6) 麻雀虽小, 五脏俱全 (8)	
二、0 与 1 的妙用.....	(10)
从扳手指计数谈起 (10) 运算简捷 (11)	
基本逻辑电路 (14)	
三、计算机的“语言”.....	(22)
“训练”和语言 (22) BASIC 语言简介 (25)	
四、揭开它的秘密.....	(32)
五、小硅片上的奇迹.....	(39)
大规模集成电路 (39) 从设计到制版 (41)	
超纯和超净 (42) 瓜熟蒂落 (45)	
六、从家庭厨房到外层空间.....	(49)
车水马龙, 秩序井然 (49) 装上计算机的汽车 (51)	
多功能电话 (53) 随心所欲, 听任安排 (54)	
教你学外语 (55) 照看病人 (57) 机器人 (58)	
展翅飞翔 (62) 在轰炸机上大显身手 (62)	
在战斗机上崭露头角 (64) 实现数字通信 (66)	
算得准, 才能打得中 (67) 分别制导, 各个击破 (70)	
可靠性要高, 重量要轻 (74) 体积小, 功用大 (76)	
结束语.....	(82)

引 子

春雨滋润过的原野，一片嫩绿。方圆几十里之内，全是草地和森林。清洁、恬静、空旷的环境，远远近近听不到一点马达声，也没有恶臭和粉尘。在这诗画般的自然环境的一角，有一块小小的试验地，一台拖拉机在地里缓缓爬行（图1），默默地耕耘着土地。它的后面一群燕子剪翅啁啾，穿插上下，忙碌地寻找着新翻土地上的昆虫。



图1 无人驾驶的拖拉机

这台拖拉机一定是采用了新燃料和新发动机系统，所以工作时声音很小，这并不奇怪。让我们再走近这台拖拉机仔细看看。喔，怎么它的驾驶座上没有人呢？环顾四周，也没有发现有什么人在对它实行遥控。它这样地运行自如，难道

是上帝给它安上了一个脑袋么？

是的，这台拖拉机的确有些奥妙。它没有人照料，却完全按人的意志工作。原来人们在它的驾驶室里装了一个微型计算机系统，事先把要干的农活排成程序，交给这台计算机。微型计算机通过信号转换装置和伺服机构来控制拖拉机各个部件的协同动作，使得它干起活来，与有人驾驶一个样。

让我们再来看看另外一件新东西。洁净宽绰的街道，各种车辆和行人井然有序，来往不绝。在车水马龙当中，却有一辆“椅子车”特别引人注目（图2）。



图 2 语音控制机动椅子

这是一把机动椅子，没有方向盘。一位截瘫病人坐在上面，不停地对着一个小盒子在说些什么。每说一句，机动椅子就照着做一个动作，时而向左转，时而向右转；时而快，时而慢，令行禁止，十分灵活。这位不能走路的病人，有了它就可以在大街上观光，到公园里去晒晒太阳，去河边看看钓鱼。

我们并不是在写一篇幻想小说，也不是在描写海市蜃楼。这种微电脑控制的拖拉机或机动椅，都已是在实验室中成功了现实。在本世纪的最后几年，在我们大家所熟悉的这个世界上，将会出现许多陌生的自动机具和一些陌生的“人”。它们是自动的，具备一定的“智力”；但它们的活动又都是受人支配的，是人给它们装上了一个微电脑，微电脑主宰着它们的一切。

电子计算机常被人们誉为电脑不是没有道理的，也不算过分。但是以前用电子管、晶体管做的计算机都很庞大，与人的大脑相比，不但体积大，记忆能力小，而且消耗的能源也十分惊人。但是三十多年来，电子计算机的发展突飞猛进，这一业绩使得它们的发明人也为之吃惊。第一批电子计算机的研制人曾经说过，只要有四台当时水平的计算机，就可以多多少少地满足全世界的计算要求。可是历史的发展却远远地超过了他们的预言。

微电脑，就是微型计算机的简称。实质上它们是筑在一片或几片小硅片上的大规模集成电路。在这些如衬衣扣子大小的小硅片上，奇迹般地集成了数以万计的微小晶体管。只有这样的小硅片，在体积、容量及功耗方面才稍稍有点儿象人类的大脑。

因为微电脑的体积小、能力强，又十分可靠，所以可以

到处使用它。现在，连促成世界上第一只微电脑早日降临人间的那些人们，也都怀着喜悦而惊奇的眼光，望着他们历尽艰辛后才使之呱呱落地的这位新生儿，不知道他们的宝贝将会干出一番什么样的事业来。

一、一代胜似一代

为了了解电脑的家谱，我们来到了美国的一家博物馆内。一大群人围在一台巨大的电子计算机周围，一位中年人正在介绍它的不平凡的身世。

“这是世界上最早制成的一台电子计算机，它的名字叫埃尼阿克，诞生于1946年，是计算机的第一代”（图3）。

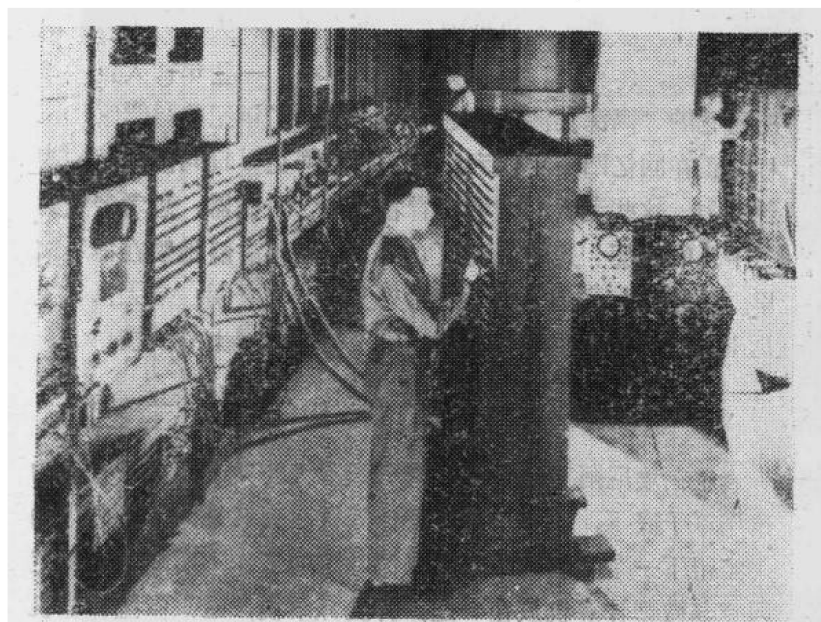


图 3 埃尼阿克

“埃尼阿克刚诞生的时候，由于电子器件水平不高，所以它体弱多病，性情暴躁，一天到晚要有好几名工程师围着

它转。可是当它高兴的时候，却能在一秒钟之内做完五千次加法。这在今天看来十分平凡，可是当时却使许多学者名流为之倾倒，因为他们大半辈子来一直为浩繁的计算问题而苦恼。搞科学研究离不开计算方程式，而当时最快的手摇计算机一秒钟也做不了几次加法运算。因此，埃尼阿克一诞生，就和这些科学家们结下了不解之缘。

“埃尼阿克体积为84.9立方米，重30吨，功耗为140千瓦，使用了18,000只真空管。”

人们一面听解说，一面仔细地观察着这位“老爷爷”的庞大躯体，成千上万只玻璃壳的真空管，一大卷一大卷的电缆、导线，各种各样的开关、按钮……。一些年青人正在琢磨着它的“高深莫测”的道理；一些上了年纪的科学家和工程师正在回忆四十年代末，为使埃尼阿克早日问世而做的艰苦努力。这些老人们亲切地看着这一台老机器，思考着它的不平凡的经历。是的，现在它老了，终年静静地躺在博物馆里。可是它却开创了科学技术史上的一代文明！今天世界上几十万台大大小小的计算机，都是这棵老根上的新枝！

今昔对比

就在埃尼阿克的一侧，有一张不大的桌子，桌子上的玻璃罩子底下，放着一只微型计算机。大概是为了给参观的人们留下一个鲜明的印象吧，博物馆的工作人员故意把埃尼阿克与微型计算机放在一起，并且介绍说，这只微型计算机的中央处理部件名叫F8（图4），它的能力与埃尼阿克相仿，但比埃尼阿克可靠一万倍。这真是不比不知道，一比吓一跳。为了让读者们也能了解它们的大致情况，我们特地把它们各自的性能列成一张比较表：

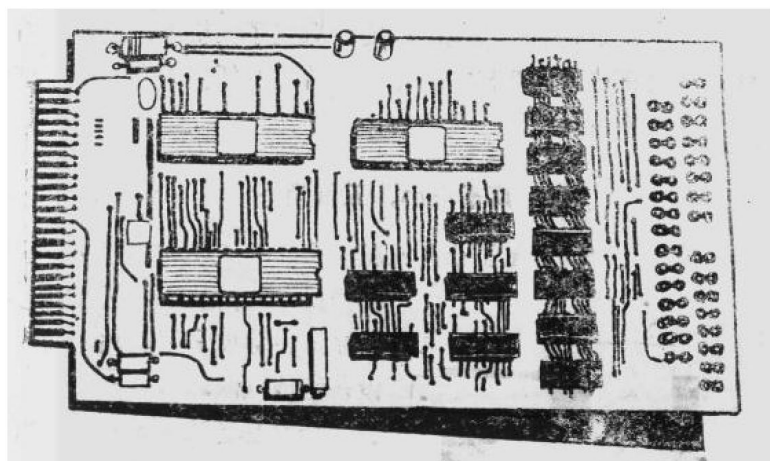


图 4 F8的插件板

埃尼阿克和F8性能比较表

项 目	参 数	埃 尼 阿 克	F8	说 明
1	体 积	84.9米 ³	0.0003米 ³	差三十万倍
2	功 耗	140千瓦	2.5瓦	差五万六千倍
3	只读存储器	16千位	16千位	相 等
4	随机存储器	1千位	8千位	大 八 倍
5	主 频	100千赫	2兆赫	大二十倍
6	管 子	18,000只真空管	20,000只晶体管	大致相等
7	电 阻	70,000只	无	用有源器件充当电阻
8	电 容	10,000只	2只	
9	继 电 器	7,500只	无	
10	加法时间	200微秒(12位)	150微秒(8位)	相 仿
11	平均稳定时间	数小时	数年	可靠一万倍
12	重 量	30吨	<0.5公斤	

F8是微型计算机的中央处理部件，人们称它为微处理器。微处理器就是一块大规模集成电路，它把大立柜式的计

算机中央处理部件微型化，用十分低廉的费用集成在一片小硅片上。小硅片以卓越的性能而取代了大机柜，这意味着什么？这意味着计算机的应用可以普及到任何需要它的地方，这意味着开始了计算机应用的新纪元。

麻雀虽小，五脏俱全

微型计算机麻雀虽小，五脏俱全，与大型和小型的电子计算机一样，也是由运算器、控制器、存储器以及输入输出设备组成（图5）。

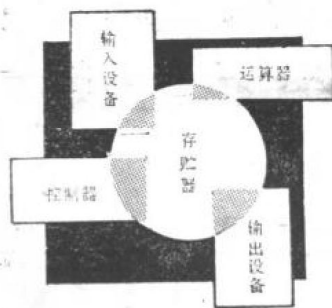


图 5 计算机的组成

什么是运算器呢？它相当于日常运算时的算盘，对从存储器送来的数据进行各种运算，并且把运算的结果送回存储器。

什么是存储器呢？它相当于日常计算时的纸和笔，能存

储大量的数据和程序。数据包括参加运算的原始数据、运算的中间结果和最后结果。程序就是用来自动控制机器每一步该做什么的一连串指令，这些指令都是按人们的意志事先编排好，存入存储器的。存储器由一个个单元组成，好象一座大厦有许许多多的房间一样，整齐地排列着并予以编号，每一个单元内放一个数据或一条指令。微型计算机中常常使用两种存储器，一种叫只读存储器，用以存储固定的程序，在使用过程中只能读取，不能再存入新的内容；另一种叫读写存储器，可以随时存取数据或新编的程序。微型计算机中常用的存储器容量有4K、8K和16K的，1K表示1024个单元，就

是说这些存储器分别具有4096个、8192个和16384个存储单元。每个存储单元由几个二进制位组成，是4位、8位还是16位的呢？随具体的机器而异。

运算器和存储器之间怎样默契配合工作呢？这要靠控制器。它的任务相当于一个计算员，指挥计算机按规定的程序准确运行。控制器靠它不断发出的控制信号，来达到控制计算机各部件的目的。

在大型计算机中，通常把运算器和控制器做在一起，称为中央处理器或中央处理部件。在微型计算机中，相应的中央处理部件就是微处理器。

计算机的最后一部分是输入输出部件。输入输出部件的任务就是把人们制定好了的程序和原始数据输入计算机，把计算后得到的最后结果输送出来。纸带机是输入设备，纸带上的穿孔信息通过光电管而变成二进制信息，通过计算机的输入部件送入计算机内存储器。打印机是输出设备，内存存储器里的待输出结果，通过输出部件送入打印机，打印输出给人们使用。

还有一种卡片机，既可以作输入设备，又可以作输出设备。最后，为了补充内存储器容量有限的不足，计算机系统都配有大容量的外存储器，它们是磁带机和磁盘机。

微型计算机系统典型的外部设备是英文打字机式的键盘和阴极射线管显示终端，通过它们而实现人机对话，使得人们随时可以干预计算机的工作，对情报信息进行编辑加工，对存储的结果加以修改。微型计算机系统中使用的外存储器是盒式磁带机和软磁盘机。

二、0 与 1 的 妙 用

从扳手指计数谈起

人类的祖先从树上爬下来，学会了直立行走，以后又慢慢地扳手指头计数。大概由于手指头是十个的缘故吧，所以十进制计数是最基本、使用最广泛的一种计数制。直到今天，孩子们遇到稍微难一点的加法，还要扳一扳手指头。扳手指头是孩子们“得心应手”的计算工具(图6)。



图 6 扳手指头计数

随着社会生产的发展,光用两只手计数就不够了,人们就用石头计数,结绳计数,发展到用筹码和算盘作为计算工具,当然都是十进制。十九世纪,有一位天才的欧洲人巴贝奇从当时刚刚实现了技术革命的纺织工业中得到启发,打算用编程程序的方法来设计自动计算的机器。这是一台十进制的计算机,用齿轮和杠杆的位置来表示0, 1, 2, …… 9十个数。可惜他生不逢时,留下一大堆复杂的图纸和几个小零件就与世长辞了。

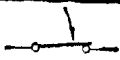
	1		0
通		断	
亮		暗	
有		无	
高		低	

图 7 用两个状态表示0和1

运 算 简 捷

人们在长期的实践中懂得,有十个状态的元件很难找,而有两个状态的元件却很好找:开关的通和断,电灯的亮和灭,脉冲的有和无,电位的高和低,都能代表两个状态(图7)。那么,可不可以用两个状态的元件来表示数呢?

我们在读一个十进制数时，总是读作几百、几十、几，实际上是每一位数乘上一个10的若干次方，然后把它们加起来。例如：

$$4932 = 2 \times 10^0 + 3 \times 10^1 + 9 \times 10^2 + 4 \times 10^3$$

而一个二进制数，从右到左也是每一个数字乘上2的若干次方。例如：

$$11010 = 0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^4 = 26$$

(二进制)

(十进制)

这样一来，26这个十进制数可以用二进制数11010来表示了。

用二进制来表示数，缺点是人们不习惯，长长的一串1和0，不好念，不好记，也不直观。但是它们的优点是可以利用两个状态的电子开关来做计算机了。尽管数字长，但这不要紧，对于电子开关来说只要咔嚓一下，多么大的数也能算出来，真是鬼斧神工！

二进制运算十分简便，加法包含的计算很少，只需考虑向下一位进一个二进制数就行了。乘法也很简捷，因为乘数中每一位不是1就是0，所以每个部分积要么等于被乘数，要么等于0。因此乘法规则可以简单地写为：乘数是1，则被乘数向左移一位，然后将产生的部分积相加(图8)。

减法可以用习惯的办法来做，包括从高位借位；但也可以用另一种更便于机械化运算的办法来做，把一个二进制数的所有各位都取反，即把所有的0变1，把1变0，然后对最后一位加1，就形成了一个所谓的补数。两数相减就可以这样做：先把减数变换成它的补数，然后再按规定做加法。最后讲除法，从原则上来说，除法运算就是从一个数中连续地减去另一个数，统计所减的次数就可得这两数之商。