

微型计算机浅说

王民培 编



西安交通大学出版社

微 型 计 算 机 浅 说

王 民 培 编

西安交通大学出版社

内 容 提 要

本书是有关微型计算机的一本通俗读物，是本社出版的计算机科普书籍的一种。全书共六章：第一章阐述计算机的特点和应用领域；第二、三章介绍计算机科学中的数制和码制；第四章介绍计算机中常用的逻辑电路及逻辑部件；第五章介绍一台完整的，最简单的微型计算机，使读者了解微型计算机的基本结构，各部分的功能，以及全机的工作原理和信息在机内的流通，从而建立计算机工作的整机概念；第六章从软件的角度介绍程序设计的基本方法和技能，指导读者编制各种典型的小程序。

本书是供初学计算机者的学习用书，凡对计算机有关知识感兴趣的读者，尤其是大中学校的学生，均可通过本书的学习达到入门的水平，为深入学习计算机的知识打下良好的基础。

微 型 计 算 机 浅 说

王 民 培 编

责任编辑 李道仁

西安交通大学出版社出版

(西安市咸宁路28号)

西安交通大学出版社印刷厂印装

陕西省新华书店发行 · 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/32 印张 6.375 字数 131 千字

1985年4月第一版 1985年8月第一次印刷

印数 1—5,000 册

统一书号 15340·030 定价 1.15 元

前 言

这本小册子是专为渴望了解和学习微型计算机的读者编写的。本书文字和叙述都力求浅显、易懂，能够帮助不懂微型计算机的人较快地入门。凡具有初中以上文化水平的人都能看懂，若同时还具备一些无线电类专业方面的常识，则读起来就更省力了。

本书共分六章。

第一章介绍计算机的发展简史、计算机的特点及其应用领域，说明推广、普及计算机的迫切性和必要性。

第二章介绍各种计数制，重点是计算机中所使用的二进制。读者应掌握二进制的表示方法，以及它和十进制之间的相互转换。这是任何学习计算机的人都应掌握的常识。

第三章介绍码制。其重点和难点是补码的概念，希望下功夫搞清补码的性质、求法及运算。

第四章介绍了计算机中常用的逻辑电路及逻辑部件，不要求初学者掌握具体的电子线路，但应掌握它们的表示符号和输入输出间的逻辑关系。尤其要掌握好门电路和 D 触发器。这一章看懂了，就为学习第五章，掌握微型计算机的结构和工作原理打好了基础。

第五章以一台最简单的微型计算机为例，介绍了微型计算机的基本结构和整机的工作原理。对于运算器、控制器、存贮器、输入/输出设备及接口电路这几大部分，读者要掌握它们的功能、基本结构和工作原理。融会贯通以后，才能

了解它们在工作中是如何配合默契，共同完成一个程序的。
本章偏重硬件方面的介绍。

第六章是在读者基本掌握了微型计算机硬件知识的基础上，着重软件方面的介绍。要求读者初步掌握程序设计的基本技能和技巧，能看懂和编出一些小的简单程序、分支程序、循环程序及子程序。从而在硬件和软件方面都打下一定的基础。

阅读本书时，不要企图通读一遍就能全部掌握。要多读几遍，重点和难点还要反复琢磨。有些题目要亲自动手做一做，程序要自己动手编一编。学习时要注意循序渐进，由表及里，由浅入深，由一般到具体，由静态到动态。

有志者事竟成。只要能认真学习，刻苦钻研，就能够使奇妙的计算机为我所用。

祝你成功!

作 者

1984.9.

目 录

第一章 推广、普及计算机势在必行

- 一、三十八年，更新四代……………(1)
- 二、是哪些特点使它如此诱人？……………(4)
- 三、应用广泛，妙不可言……………(6)

第二章 计算机和各种计数制

- 第一节 日常生活中所用的十进计数制和其
他计数制……………(10)
 - 一、十进计数制……………(10)
 - 二、其他计数制……………(12)
- 第二节 计算机内所使用的二进制……………(13)
 - 一、什么是二进制……………(14)
 - 二、计算机内为什么要采用二进制……………(16)
 - 三、怎样进行二进制数和十进制数之间的相互转换……………(21)

第三章 计算机中的码制

- 第一节 为什么要引入码制的概念……………(29)
- 第二节 真值、原码、反码及补码……………(30)
 - 一、真值……………(30)
 - 二、原码……………(30)
 - 三、反码……………(31)
 - 四、补码……………(31)

五、补码的性质·····	(34)
第三节 求补、变补及补码的运算·····	(36)
一、求补·····	(36)
二、变补·····	(36)
三、补码的运算·····	(37)

第四章 计算机中常用的逻辑电路及逻辑部件

第一节 有关“逻辑”的基本概念·····	(45)
一、逻辑·····	(45)
二、逻辑代数·····	(46)
三、逻辑变量·····	(46)
四、逻辑运算·····	(47)
第二节 基本的逻辑门电路·····	(47)
一、“与”运算及“与门”·····	(47)
二、“或”运算及“或门”·····	(50)
三、“非”运算及“非门”·····	(52)
四、与非门(NOT-AND gate)·····	(55)
五、或非门(NOR-gate)·····	(56)
六、与或非门·····	(57)
七、摩根公式·····	(58)
第三节 半加器与全加器·····	(59)
一、半加器·····	(59)
二、全加器·····	(62)
第四节 触发器·····	(65)
一、最基本的 $R-S$ 触发器·····	(66)
二、 D 触发器·····	(68)

第五章 一台最简单的微型计算机

第一节 基本结构	(71)
一、电子计算机的基本结构	(72)
二、电子计算机的指标	(77)
三、微型计算机独特的优点	(78)
四、微型计算机的总框图	(79)
第二节 微型计算机里的“大旅馆”—— 存贮器	(85)
一、编码、指令和程序	(85)
二、存贮器 <i>PROM</i>	(88)
第三节 微型计算机的“心脏”——运算器	(93)
一、运算器的基本结构	(94)
二、运算器的工作原理	(101)
第四节 微型计算机的“大脑和司令部” ——控制器	(105)
一、控制器的功能	(105)
二、指令的基本概念及指令系统	(106)
三、控制器的基本结构	(113)
四、控制器的工作原理	(137)
第五节 输入、输出设备及接口电路	(138)
一、输入设备的任务	(138)
二、输出设备的任务	(139)
三、接口电路	(139)
第六节 整机工作原理	(141)
一、上机步骤	(141)

二、启动后计算机的工作过程·····	(143)
--------------------	---------

第六章 程序设计的基本方法和技能

第一节 硬件方面的扩展与开发·····	(148)
一、状态测试和状态标志寄存器 F ·····	(151)
二、断点地址寄存器 RT 和程序计数器 PC ·····	(154)
三、输入、输出缓冲寄存器 I/O ·····	(159)
四、操作控制部件 CU ·····	(160)
第二节 软件方面的扩展·····	(161)
一、寻址方式的概念·····	(161)
二、扩展后的指令系统·····	(165)
第三节 程序设计初步·····	(177)
一、程序设计的基本概念·····	(177)
二、简单程序及框图表示·····	(180)
三、条件判断及分支程序·····	(182)
四、循环程序·····	(185)
五、子程序·····	(188)

第一章 推广、普及计算机势在必行

轰隆！一声巨响，我国向太平洋发射运载火箭胜利成功！

轰隆隆！又一声巨响，我国发射通讯卫星胜利成功！乌鲁木齐的人民从此能在电视机前观看当天中央台播出的节目。

万里长江波涛汹涌，葛洲坝水利工程胜利建成！多年的愿望实现了，从此“高峡出平湖”。

——在所有这些伟大的壮举中，在所有现代的科学技术成就中，哪一项能够离开计算机呢！

是的，当人类历史发展到了二十世纪八十年代，计算机的触角已经伸入到各行各业领域之中，有力地推动着社会生产力的发展和科学技术的进步。当今的世界，是三C (Computer——计算机、Control——控制、Communication——通讯)革命的时代，是第三次浪潮席卷全球的时代。不懂计算机、不应用计算机，就谈不上四个现代化，就可能被历史的列车远远抛在后面。因此，推广、普及计算机已经是迫在眉睫，势在必行！不仅成人要学，而且还要从娃娃抓起！

一、三十八年，更新四代

1946年，世界上第一台电子计算机“ENIAC”在美国诞

生。时至今日，也不过才三十八个春秋，然而计算机的发展却已经经历了四个阶段，平均不到十年就更新换代一次！近一、二年，许多经济发达的国家又在加紧研制第五代计算机了。

电子计算机第一代的盛行，大致指 1946 年~1957 年。这一代计算机主要采用电子管电路作为基本的逻辑电路，用磁鼓作存贮器，内存容量为 1~2k，运算速度只有 1 万次/秒左右。就拿电子计算机的头生子“ENIAC”来说吧，它共用了 18000 多个电子管，要消耗 100 千瓦的电力，用了 7500 个开关、继电器，占用 30 多米长的房间，总重量达 36 吨，内存容量为 1k~2k，运算速度为 5 千~1 万次/秒。显然，这个时期电子计算机的体积庞大、内存容量小、运算速度慢，可靠性也差。尽管有如此多的缺点，然而其意义却极为重大，其价值就在于开天辟地第一次，世界上有了计算机这个宝贝。从无到有，这可是一次质的飞跃呢。不仅如此，这个时期也奠定了计算机的基本结构，确立了计算机程序设计的概念。我们国家是在 1957 年研制出了自己的第一代电子计算机的。它的型号为 103，后来又有 104。也是电子管的，内存使用磁鼓，通过焊接线输入。可见我们的起步并不算晚。

1958 年~1964 年，电子计算机的发展进入了第二代。其特点是采用了分立元件，即用晶体管电路取代了电子管电路来作基本逻辑电路。这一来，就使计算机的体积大为缩小，速度大大提高，可达每秒钟运算几十万次；功耗也大大降低了。其存贮器也由磁芯取代了磁鼓。这一个时期确定了完整的输入、输出。有了纸带输入机、打印输出机等。我们

国家于 1964 年制造出了自己的第二代计算机，型号为 108、109，有的至今还在正常运行。在这一时期，工业控制机开始得到应用了。

1965 年~1973 年，电子计算机的孙子辈——第三代闯入了我们的生活。这个时期的特点是以中小规模的集成电路作基本逻辑部件取代了晶体管。同时磁芯存贮器的容量有了很大提高，还逐步发展了半导体存贮器。这样，电子计算机的体积又大大缩小，运算速度又一次提高，可以达到每秒钟几百万次了。功耗自然又降低了，还采用了一些先进技术，同时小型电子计算机出现并得到了应用。由于十年动乱，我国计算机事业的发展在这个阶段受到了影响。

1974 年~现在，为电子计算机发展的第四代。此时采用了中、大规模的集成电路取代以前的中、小规模的集成电路，使计算机的体积缩小，可靠性增强，速度又一次提高，可达每秒钟运算几千万次以至亿次。半导体存贮器有了进一步的发展。在这个时期，更可喜的是出现了物美价廉，十分活跃的微型计算机。近年来，我国的计算机事业蓬勃发展，欣欣向荣。今年，我国的巨型计算机“银河”研制成功并投入运行，这标志着我国计算机技术的发展进入了新的里程。

大约从 1982 年开始，世界上有些专家认为，电子计算机的发展已经进入了第五代。这个时期的基本逻辑部件均采用大规模及超大规模的集成电路。同时，计算机向智能化的方向发展；使新一代的计算机能够看、听、说和“思维”。

纵观电子计算机的发展简史，短短的三十八年里，其发展趋势是：体积由大到小；速度由慢到快；内存容量由小到

大；功耗由高到低；价格由昂贵到低廉；可靠性由差到好……总而言之，越来越好。计算机的发展前景不可估量，方兴未艾。

二、是哪些特点使它如此诱人？

电子计算机的发展如此迅猛，究竟是哪些特点引起了人们的瞩目，激起了人们浓厚的兴趣呢？

毫无疑问，这是由于计算机和其他计算工具（如算盘、计算尺、手摇计算机等）相比，具有十分突出的特点。

1. 运算速度特快：

一个聪明的、心算能力很强的人，一秒钟能进行几次运算呢？就拿做简单的四则运算来说吧，平均每秒钟也只能做一、两次，多者三、四次，很难达到十次。

一个经验丰富的，业务十分熟练的老会计，算盘打得呱呱叫。但如果让他从0开始，每次加1，一直加到算盘的第十档上有个“1”为止（也就是10亿），要用多长时间呢？——大约要几十年！天哪，这可真要算白了少年头！

而电子计算机，那运算速度可就快得不得了喽。每秒钟运算几十万、几百万、几千万次，甚至上亿次。要从0加到十亿，连一分钟都用不了。

正是由于电子计算机具有极高的运算速度，因此人们便可以利用它来解决一些时间性很强的问题。

例如：一枚洲际导弹从美国飞到苏联，大约只需10分钟。在这个飞行过程中，要及时掌握其各项参数，进行适时有效地控制，就必须而且只能采用电子计算机。

又如：有名的“四色定理”人类很早就知道了。即绘制地图时，将一国与其邻国区别开来，最少要用四种颜色。然而却没有一个人能够证明这个定理。直到有了电子计算机后，才在计算机上得以证明，完成这个证明竟然用了上千个计算机小时，相当于几代人才能完成的工作量！

2. 计算极为精确：

人们使用计算尺进行工程计算时，一般只能精确到三位，最多是四位有效数字。

如果使用算盘进行四则运算，也只能精确到几位，顶多十几位。

假设现在我们要求解 π^3 等于多少，并希望精确到小数点后面 15 位。这对于计算尺和算盘来说，几乎不能实现。手工计算固然可能，然而又是多么繁，多么费时。可是这个问题要让计算机来算，则变成了小事一桩，不到一分钟，结果就出来了。莫说精确到小数点后面 15 位，就是 50 位也不在话下。

计算机计算精确的这一特点，使许多天文、航天等工作受益不浅。

3. 自动化程度很高：

计算机从开始工作到送出结果，整个过程都是自动完成的，不要人们参与。这不仅节约了时间，还减轻了人们的劳动强度，提高了效率和完成任务的质量。

电子计算机为什么能够自动地工作呢？这是因为第一，它具有“记忆”能力。电脑能“记住”许多东西，比如记住原始数据、解题程序、运算产生的中间结果，以及最终结果等等。第二，它还具有逻辑判断和选择的能力。比如程序执

行到一个“三叉路口”，计算机能够判断出该走哪条路；又比如对于一组数据，计算机能够判断出它们谁大谁小，甚至可以把它从大到小依次排出次序来。这些本领可真不简单。也正因为这样，它才能自动地工作。

4. 通用性非常强：

电子计算机的通用性非常强，几乎各个领域、各行各业都可以用。不仅工业、农业、商业、交通、科学、技术……就连家务和娱乐也能用得上。

总之，正由于电子计算机具有上述这些重要特点，才使它发展得那么快，应用得那么广泛。

三、应用广泛 妙不可言

计算机的应用，真是广泛极了，大致可以归纳为如下几个方面：

1. 数值计算：

进行数值计算是计算机的天职，而各行各业又都有大量的计算工作。设计飞机要计算，建造水坝要计算，架设桥梁要计算，连每日必不可少的天气预报也要计算，更不要说导弹、卫星、火箭了。所有这些计算，不管简单还是复杂，计算机都能胜任。

2. 数据处理：

有些问题，其原始数据很多，要求时间性很强，但解决这些问题的计算公式却往往比较简单。这种对大量数据进行记录、整理，加工成人们所需要的形式的工作，就叫做数据处理。

最典型的例子是1982年我国进行的第三次全国人口普查。当时每一个中国人都填写了一张表格，里面包括了19

个参数（性别、年龄、民族、文化程度等等）。然而要把全国十亿多张表格进行整理、算出全国总人口数、男性多少、女性多少……工作量就太大了。尽管这里不需要多么高深的数学运算，无非是些简单的加、减、乘、除，但因为数据太多，用手算真不知要算到何年何月！幸亏调动了 29 台计算机一起处理普查的全部资料，再加上有关部门的努力工作，结果提前五个月完成十亿多人口、四百亿字符处理的繁重任务，向全国和全世界公布了我国的人口资料，为党和政府制定政策、编制计划提供了可靠的依据。

其他诸如计委统计国民经济完成情况，铁道部完成任务的统计月报表，以及各单位每个月工资的发放、文件汇编、图书检索、人员管理等等，都属于可用计算机来进行数据处理的问题。

3. 自动控制：

实现生产过程的自动控制，是多少世纪以来人类梦寐以求的事情。让工厂自动下料、自动加工、自动生产出合格的产品。这样一来，就可以节省人力，减轻劳动强度，提高劳动生产率，大大增加经济效益。

现在，各种类型的计算机已经用于自动控制，不但可以控制单机，还可以实现群控——一台计算机同时控制一大群生产机器（如车床、铣床等）。它也可以控制整条生产流水线。象化工、炼铁、轧钢等生产过程的连续控制，都可以用计算机来实现。

十年前，当我们听说西欧一个小国家，有个灯泡厂用计算机实行自动控制，全厂仅 5 个人，年产灯泡达 500 万只时，都惊讶而赞叹。如今，几个人的工厂，用计算机自动控制，

年产值达十几亿以至几十亿美元的也不算新鲜了。

另外，用计算机实行自动控制还可以应用在一些人员无法接近的工作部门。如放射性元素的提取与生产，原子反应堆的控制等等。从而避免了人体遭受辐射，损害健康。

4. 机辅设计：

人借助计算机来进行设计工作，就叫做计算机辅助设计，简称机辅设计。

人们在设计飞机、轮船、以至大规模集成电路时，往往要进行不少枯燥的、重复性的劳动，既费时又费力，生产周期很长。于是就开动脑筋，让计算机帮助做一些辅助设计工作，从而大大减少了重复性劳动，提高了效率。

目前计算机不仅能辅助设计飞机、轮船、汽车、机床等设备，更有趣的是它还能辅助人们设计新型的计算机呢！

5. 逻辑加工与人工智能：

这一类工作，就是要求计算机向着智能化的方向发展。例如图象识别、语音识别、自动翻译以至能够“听”、“说”、“想”的机器人。

我国邮电部曾经试行过邮政编码。写信的人在信封上写上对方的编码，邮局在分检信件时用计算机来识别这些码。这实际上就是运用计算机进行简单的图象、文字识别。前些日子报纸上报导美国警方用计算机识别指纹，从而抓获了一名潜逃十几年的罪犯，这也是图象识别。

用计算机实现自动翻译，已经开始研究。当然，这不是一件简单的事，因为语言实在是太复杂、太丰富多彩了。例如把英语单词“STUDY”翻译成汉语，就可能有“学习”、“研究”、“书房”等多种意思，究竟哪个最确切呢？这就