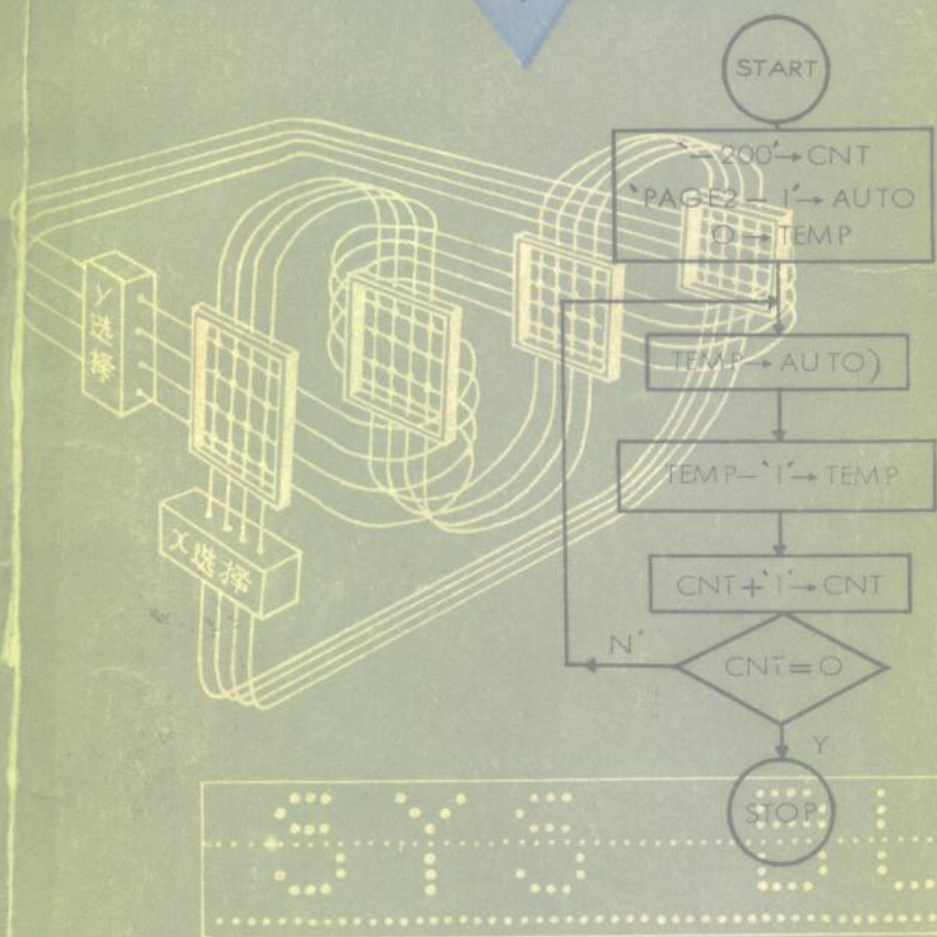


小型电子计算机

— 基本原理与程序初步

XIAOXING DIANZI JISUANJI

— Jiben Yuanli yu Chengxu Chubu



文 瑜 朱其亮 编 著 • 人民邮电出版社

小型电子计算机

—基本原理与程序初步

文 瑜 朱其亮 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

这是一本电子计算机方面的入门书，在内容编排上以硬件为基础，并用相当的篇幅介绍了软件的初步知识，侧重在整体概念的叙述。全书内容共九章，1~3章为预备知识，4~6章为计算机硬件，7~9章为软件初步知识。本书采取软（件）硬（件）结合的写法。除了介绍必要的基本知识外，在介绍硬设备时尽可能地帮助读者建立明晰的整机工作概念。在软设备方面主要向读者介绍了程序基础，汇编语言与会话语言。在叙述中用了大量程序实例来帮助理解各种语句的用法。为便于阅读和自学，力求讲清基本概念和应用知识，避免涉及高等数学。并在各章中附有数目不等的练习题，供读者思考，加深对书中问题的理解，习题答案列于书末附录三。

本书可供具有电工学及电子技术基本知识和高中以上数学水平的读者阅读。

小 型 电 子 计 算 机

—基本原理与程序初步

文 瑜 朱其亮 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津市第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1979年11月 第 一 版

印张：18¹²/₃₂ 页数：294 1979年11月天津第一次印刷

字数：421 千字 印数：1—71,000 册

统一书号：15045·总2330-有5133

定价：1.70 元

前 言

新时期的总任务对我国科学技术的迅猛发展起着强大的推动作用。在现代生产体系高度自动化的进程中占有重要地位的电子数字计算机，受到党和国家各级领导的重视，一个群众性的学习和掌握计算机技术的高潮正在蓬勃兴起。这样就出现了对各种计算机文献资料的巨大需求，本书就是在这种背景下写成的。作为一本计算机的入门书籍，我们希望它对于具有电工学与电子技术基本知识和高中以上数学水平、愿意了解但尚未接触到电子数字计算机的读者能够起到导引的作用。

电子数字计算机的组成基本上可以分为硬设备（电子的和机械的设备）和软设备（配备的程序）两大部分。按一般专业书的写法，把硬设备和软设备分开，看来是不大相宜的。因为组成计算机的这两个部分相辅相成，缺少哪一部分都会妨碍对计算机工作情况的全面了解，而全面了解正好是一个初学者所迫切要求的。因为，在内容的安排上是以硬设备为基础，又用相当的篇幅介绍软设备（软件）的初步知识。为了使读者能够了解全貌，在怎样写的问题上自然应当把侧重点放在整体概念方面。电子计算机从巨型到微型，形成了大大小小的谱系，结构情况又是千差万别，如果平铺直叙面面俱到，势必使读者眼花缭乱却又不着边际。根据一般读者的特点，采取解剖麻雀的写法或许更合适一些；这样，软设备与硬设备的结合问题也较易解决。为此选择了一种结构比较简单的小型电子计算机当作解剖的对象，取材尽量避免烦琐，力求通俗易懂。小型计算机

比大中型机更容易普及，更带有群众性，在大力推广使用计算机技术的形势下，介绍小型计算机也是具有现实意义的。

本书共分九章，组成三个部分。第一部分是预备知识，包括前三章。第一章的一般介绍是为了给读者一个总的印象，使读者了解小型计算机大致上是怎样构成和怎样工作的，有哪些特点和应用的场合。这个总的印象有助于加强以后阅读时的目的性，对分别了解各组成部分的原理将有好处。这一章对于那些只要求了解计算机大致情况的读者也可能是有一些帮助的。第二章介绍了计算机所用的数制、基本的运算、机器数的特点、机器数的表示方法和信息编码等问题。数字计算机所处理的对象就是数字，它能对数字信息进行收集、变换、存贮、加工和转发，所以要在这一章介绍有关数的基本知识，作为准备。模和补数是本章的一个重点，有关的概念对于初学的读者可能是陌生的，希望予以注意。现在生产电子数字计算机几乎没有不用集成电路的了，在第三章中安排了集成化逻辑门的内容，说明几种常用逻辑门的原理。在此基础上又有限度地根据需要介绍了几种组合逻辑网络以及由触发器构成的寄存器等。这一章主要是为有晶体管知识但不了解集成化逻辑门及逻辑网络的读者写的，如果读者对本章内容早已熟悉，当然可以跳过去。

第二部分是计算机硬设备的描述和分析，包括第四、第五和第六章。第四章谈的是存储器和运算器。现用的磁心存储器是一种连线很多、内部组织相当复杂的设备。为了比较容易建立按地址存取的概念，在本章中先用简化的小容量存储器说明基本原理；然后才用框图说明实际存储器的结构。数字计算机的一个重要特点就是程序存储，计算机在工作时总是不断地访问存储器。所以先搞清楚存储器的基本原理，是很必要的。小

型计算机的运算器在结构上相当简单，它除了运算之外又兼作通道使用。所以它又是机内机外有关部件间进行联系的枢纽。这一章主要是从运算的角度说明运算器的结构和功能，通道的作用以后会逐步说清楚。

第五章讲控制器。在计算机中控制器是根据指令的要求对整机进行控制的，所以首先介绍小型计算机的基本指令系统，对其中各种指令的功能以及编址（寻址）方式都作了解释。无论是从硬设备的角度考虑指令的执行问题，或者是在程序设计中各种指令，对指令功能的了解都是十分重要的，应当从本章开始逐渐熟悉各种指令。在这一章的后面分析了构成控制器的主要部件，如果读者对第三章的内容有充分的了解，可以说这些部件的工作情况掌握起来并不困难。其中节拍（脉冲）分配器的启停控制同操作面板上的按键有关，为了照顾全面对按键的情况作了一般的叙述，读者若感到乏味，可以跳过，这并不影响阅读的连贯性。

整机的工作情况安排在第六章，最先讨论的问题是整体结构和节拍安排。由于前面两章已经就小型计算机的主要组成部份分头作了介绍，在这里引进整机的总框图，可能不致于引起突然而来的感觉。总框图中的大多数部件是早已熟悉了，不熟悉的部分将在这一章中加以说明。所以这里的总框图有承上启下的作用，在节拍安排方面也同样采取承上启下的办法，这样就有充分的条件进入整机工作的讨论。在讨论整机工作的时候，基本指令系统中各种指令的执行情况是一个重点。这里用流程图来表示指令的执行情况。所用的流程图具有清晰明确的优点，对于不要求细节的读者较为合适。如果读者要进一步了解指令执行的详情，不妨联系第五章的微操作控制线路和有关部件自行钻研，在关于流程图的叙述中也为此提供了一定条

件。整机工作中的另一个重要问题是外部设备与计算机的联系。在说明这种联系的过程中特别着重接口线路，并且强调总的连接关系，以便树立内外联系的整体概念。为避免烦琐又因限于篇幅，对低速外部设备的描述一概从略，只要读者有机会接触实物，理解起来就比单凭文字上的描述容易多了。为了增强整机性能而设置的中断系统和插入系统也在这一章介绍。中断的概念是重要的，被介绍的小型计算机的中断是依靠软、硬结合的办法来实现的，所以对中断时程序上的处置问题应给以注意。有关中断处理程序的问题在第七章还有进一步的说明。在插入系统部分，概括地介绍了磁盘及磁鼓存储器的情况，这就有助于对整个插入系统的了解。本章的最后谈到了运算器、控制器以及内存储器的扩展问题，叙述比较简略，可以作为参考。

第三部分包括最后三章，谈的是软件的初步知识。这部分的内容可以概括为一个基础、两种语言，即程序基础以及汇编语言与会话语言。

程序设计的基础方法是第七章的主题。在这一章，从最简单的程序开始，依次讨论分支、循环、子程序、输入输出、中断处理以及浮点运算等编程序的基本方法，在软件学习中，取得良好效果的一个主要经验就是多看多练。所以在本章讨论每一种基本方法时，都列举了若干程序实例，使印象得到加强；同时又安排了一定份量的练习并附以解答，以帮助读者掌握最基本的程序设计技巧。本章的最后部份是表处理，包括表的登记、查找、插入和删除。表处理在计算机的系统程序中以及在数据处理等方面有广泛的应用，所以将它作为基础方法加以介绍，是有必要的。

第八章是汇编语言。每一种计算机有其特定的指令系统，

由此形成特定的机器语言。用机器语言编成的程序，计算机能接受下来直接执行，但程序工作者使用机器语言极为不便。汇编语言接近于机器语言，具有类似机器语言的灵活性，在使用上比机器语言方便，所以国内外的小型计算机都配有汇编语言的翻译程序，把它作为必需的基础语言。本章介绍的是一种比较先进的分页结构的汇编语言，着重于伪指令、宏指令和语法的检查等基本方面，也谈到编辑程序的使用方法。尽管汇编语言是随计算机而异，本章提出的基本概念却是小型计算机的汇编语言所共有的，可以说本章的内容对于学习其它机器的汇编语言也是有帮助的。估计到一部分读者有上机操作的条件，本章在最后部分为此而介绍了编制程序的操作过程；如果一时没有操作的机会，不妨暂时放过有关内容。

第九章讲述了目前国内外小型计算机上广泛使用的一种会话语言—BASIC。BASIC 主要用于科学计算，它的语法规则简明易懂，初学者经过短时间的学习，就能够掌握它的使用方法。但是单纯的语法介绍总不免失之枯燥，本章在叙述方式上是用大量的程序实例来说明各种语句的用法，这些经过上机调试的程序实例可能有助于加深对语法的理解。本章最后一节列举了应用BASIC 语言的若干方面，诸如科学计算、图形绘制、博弈和筹划调度等，借以说明 BASIC 语言有着广阔的使用范围。在安排本章程序实例时，特意避开了涉及到高等数学的问题，为的是便于阅读。

最后两章只谈到两种语言的使用方法，没有论及有关语言翻译程序的内部结构。更进一步说，对于计算机硬设备和软设备中许多较为深入的问题本书也都没有接触到。基于前述的任务，本书所能起的作用仅仅是入门的导引而已。我们相信，只要读者了解计算机的基本原理，又有了程序设计的初步知识，

在继续前进的道路上是必然会不断取得成果的。由于编写水平有限，书中的缺点和错误在所难免，切望读者提出宝贵意见。最后借此机会向曾对本书的编写给以支持和帮助的同志们，特别是北京市地质地形勘测处电算组的全体同志表示衷心的感谢！

作者

目 录

前言

第一章 概 述

1-1 小型计算机的构成和基本工作原理	2
1 小型计算机的构成和各部分的作用	2
2 小型计算机的基本工作原理	4
1-2 软设备简介	9
1 机器语言程序	9
2 汇编语言程序	12
3 高级语言程序	13
4 系统程序概况	15
1-3 小型计算机的特点和应用	18
1 小型计算机的特点	18
2 小型计算机的应用	20

第二章 数的表示与信息编码

2-1 数和数制	27
1 十进制	27
2 二进制	29
3 八进制和十六进制	30
2-2 不同数制间的换算	32
1 二翻十	32
2 整数的十翻二	33
3 小数的十翻二	34
4 二翻八与八翻二	35

2-3	二进制的算术运算	37
1	加减法	37
2	乘除法	38
2-4	机器数的特点	39
2-5	模和补数	45
1	模数系统	45
2	求补——表示负值的方法	47
3	($N-1$) 上的补数	49
4	带符号数的补数	50
5	机器数的表示方法	52
2-6	信息的编码	58
1	十进数的二进制编码	58
2	符号信息的编码	59

第三章 逻辑网络

3-1	基本逻辑运算	63
1	逻辑乘 (“与” 运算)	64
2	逻辑加 (“或” 运算)	66
3	逻辑非 (“非” 运算)	68
4	“与非” 和 “或非” 运算	69
3-2	TTL 门	73
1	TTL 门的工作情况	73
2	集电极开路的 TTL 门	76
3	“与或非” 门	78
4	“异或” 门	79
3-3	组合逻辑网络	81
1	译码器	82
2	全加器	84
3	送数门	86

3-4	触发器	89
1	基本触发器	90
2	钟控触发器	93
3	D触发器	94
3-5	寄存器和计数器	99
1	简单的代码寄存器	100
2	有移位门的寄存器	101
3	循环计数器	103

第四章 小型计算机的存储器和运算器

4-1	磁心存储器的原理	105
1	磁心存储信息的原理	106
2	磁心存储器的组织	112
4-2	三度三线存储器	119
1	三度三线存取法	119
2	存储器的结构	121
3	译码驱动	123
4	读出寄存器与禁止电流源	124
5	时序脉冲	126
4-3	运算器	130
1	构成运算器的基本考虑	130
2	运算器的结构	133
3	加法运算	137
4	逻辑乘	141
5	累加器操作	143
6	减法运算的实现	145

第五章 指令系统与控制

5-1	小型计算机的指令系统	149
-----	------------------	-----

1	有地址码的指令（访内指令）组	149
2	编址（寻址）方式	155
3	累加器操作指令组（第一组微指令）	159
4	“跳步”和“判跳”指令组（第二组微指令）	161
5	输入输出传送指令组	166
5-2	控制器中的指令部件	168
1	指令计数器	168
2	指令寄存器	169
3	操作码译码器	171
5-3	节拍（脉冲）分配器	172
1	移存器型的节拍（脉冲）分配器	173
2	启停控制	175
5-4	状态寄存器	179
5-5	微操作控制线路	182
1	源点控制	183
2	终点控制	185
3	途径上的控制	186
4	跳步控制	188

第六章 整机工作

6-1	整体结构与节拍安排	191
1	小型计算机的整体结构	192
2	节拍的安排	198
6-2	访内指令和微指令执行情况	204
1	取指令周期的流程	204
2	间址（延迟）周期的流程	208
3	执行周期的流程	210
6-3	输入输出传送指令的执行情况	215
1	慢周期发生器	216

2	光电输入指令的执行情况	221
3	穿孔输出指令的执行情况	225
4	电传机输入输出指令的执行情况	229
6-4	中断系统	233
1	中断的响应	234
2	中断的处理	236
6-5	插入系统	239
1	磁鼓和磁盘存储器的基本原理	239
2	单周插入	243
3	三周插入	249
6-6	运算器和控制器的扩展	252
1	运算器的扩展	252
2	扩展运算指令	256
3	控制器的扩展	260
6-7	内存的扩展	263
1	内存扩展的方法	263
2	内扩指令	266
3	内扩指令的应用例子	269

第七章 程序基础方法

7-1	源程序及汇编语言的初步认识	272
1	编制程序的两种方式	273
2	汇编语言的几条基本规定	277
7-2	简单程序及框图表示	279
7-3	判断及分支	283
7-4	循环	292
1	循环程序的结构	293
2	控制循环的方法	296
3	循环程序示例	299

7-5	子程序	305
1	转子返回及信息传递	305
2	带参数调用子程序及返回处理	310
3	堆栈及子程序的递归调用	313
7-6	输入输出及中断处理	320
1	低速外部设备的输入输出程序	321
2	中断处理	326
7-7	浮点运算	332
1	规格化浮点二进数	333
2	模拟寄存器及软指令形式	335
3	浮点加的解释执行	337
4	浮点输入输出及函数	345
5	一个简单的例子	346
7-8	表处理	348
1	登记项	348
2	顺序查表法	350
3	对分查找法	351
4	直接取表法	355
5	散列法的基本概念与散列函数的构成	356
6	散列冲突的解决办法	360
7	表的插入与删除	367

第八章 汇编语言

8-1	源程序和目的程序的分页结构	374
1	单页程序的结构	375
2	多页程序的结构	379
8-2	伪指令	388
8-3	宏指令	398
1	宏指令的概念	398

2	带参数的宏指令	400
8-4	语法检查	403
1	符号未定义	403
2	非法定义	404
3	重复定义	405
4	非法间接访内	406
5	非法字符	407
6	页溢出	408
8-5	纸带格式及编辑程序的使用	408
1	源带的格式及穿制方式	409
2	几种常用的编辑命令	410
3	目的带的格式	418
8-6	编制程序的操作过程	422
1	引导程序和装配程序的输入	423
2	编辑程序和汇编程序的操作	425

第九章 交互式会话语言BASIC

9-1	BASIC语言的基本词法	430
1	数和变量	430
2	函数	431
3	表达式	432
9-2	BASIC语言的基本语法	435
1	算术赋值语句	435
2	输出语句	436
3	键盘输入语句	440
4	读语句及数据语句	441
5	暂停语句、结束语句和注释语句	443
6	源程序的简单例子	443
7	转向语句	445

8	条件语句	448
9	数组说明语句	455
10	定义函数语句	457
11	循环语句	461
12	子程序语句	476
9-3	键盘命令及操作	487
1	程序的输入	487
2	键盘命令	488
3	键盘运算	489
4	键盘操作的例子	490
9-4	BASIC语言的若干应用	491
1	用迭代法求解线性代数方程组	492
2	用电传机绘制立体图形	500
3	简单的博弈问题	504
4	最短行程问题	509
5	迷宫问题	520
附录一	供参考的程序	527
1	中断处理程序	527
2	二进制装配程序	531
附录二	英文缩写词	534
附录三	练习题的解答	541
参考资料		571