

[日] 藤井克彦 桑原道義 编

小型 微型 电子计算机入门

科学技术文献出版社

小型微型电子计算机入门

〔日〕藤井克彦 桑原道義 编
陈通宝 李国华 译
刘德贵 校

科学出版社

1982

内 容 提 要

本书是日本自动化控制协会为了普及电子计算机教育而编写的有关小型、微型计算机的基础知识。它以设想的 HELP 计算机为对象,对小型、微型计算机的基础知识,包括硬件构成、外部设备、程序设计、输入输出软件结构、接口设计和应用等问题进行了深入浅出的介绍,是一本较好的普及教材。由于它不局限于某个特定的机型,所以内容具有普遍性和通用性。

本书主要对象是广大的计算机使用人员和初学者,包括从事自动化工作和计算机元器件生产的工作者,也可以作为中等专业学校和高等学校非计算机专业的教学参考书。在此基础上再学某一特定计算机的使用就更为容易。

小型微型电子计算机入门

〔日〕藤井克彦 等编

陈通宝 等译

科学技术文献出版社出版

北京印刷三厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张: 8.25 字数: 214 千字

1984年2月北京第一版第一次印刷

图 51-22, 400册

科技新书目: 64-26

统一书号: 15176-596 定价: 1.20 元

译者序

电子计算机的迅速发展改变了生产和社会的面貌。近几年来我国小型、微型计算机的应用越来越普遍，开始深入到国民经济和社会生活的各个领域，因此广泛进行电子计算机的普及教育势在必行。

本书是日本自动化协会小型计算机研究分会为普及小型、微型计算机教育而编写的入门知识。它不是以特定机型为对象，而是虚构了一个具有普遍性和通用性的 HELP 计算机。这是与一般的计算机教科书不同的地方，更适合于作为一般性计算机普及教材和自学使用。

在翻译过程中，对原文中的错误之处，凡已发现的，均已改正。但由于水平有限和时间仓促，译文的缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正。

本书的出版得到中国科技文献翻译公司和科技文献出版社同志的多方帮助，在此谨致谢意。

译者 1983年1月

序 言

生活在电子计算机技术惊人发展的时代，不管人们兴趣如何，都必须考虑使用电子计算机问题。

特别是小型机和微型机的问世，电子计算机已不是属于某些专家的机器了，它成了只要具备有关知识谁都能够使用的工具。由此可见，电子计算机的发展已经达到非常容易使用的程度。在价格方面，计算机被认为是高价商品的时代已经过去，而尚待解决的是操作如何更加简便。也许是由于在价格方面已达到任何人都可以购买的程度，才逐渐暴露出计算机的使用难度。

日本自动控制协会从上述观点出发，认为当前必须彻底进行电子计算机教育。于是，在1974—1976年成立了“小型计算机研究分会”，着重致力于小型机知识的普及和问题的讲解。特别是在1977年到1979年间，研究对象扩大到微型机，通过一月一次的研究例会，交流在微型机时代所必须的知识。

本书归纳了上述研究分会对使用新的计算机（特别是小型机、微型机）所需要最低限度知识的讨论结果。

实际上，小型机、微型机入门的书在日本市场上已有很多。但是，多数是以某种特定机型为对象，是某一机种的专用说明书，也可看成是软件手册。为弥补这一缺点，编者经过多次商议、反复讨论认为，设想出一个最一般性的机种，力图从与它有关的硬件、软件两方面进行讲解，以此作为入门书最为合适。

因此，书中虚构了名为 HELP 的计算机，可以把它看成是具有一般性能的计算机，本书就是以此为基础展开的。HELP 虽是虚构的计算机，但它是具备当今所有的小型机和微型机共同性质的计算机。为了使本书的知识，在硬件、软件两方面都能运用到

实际的计算机上，我们对有关问题作了充分的考虑。

本书总结了多次讲课的经验，由下述各位先生分别执笔。

第1章 藤井克彦（大阪大学教授）

第2章 寺田浩诏（大阪大学教授）

浅田勝彦（大阪大学讲师）

第3章 前川禎男（神户大学教授）

第4章 池田雅夫（神户大学教授）

英保 茂（京都大学教授）

森田龙弥（大阪大学教授）

第5章 上林弥彦（京都大学副教授）

第6章 高桥 豊（神户大学）

南 茂夫（大阪大学副教授）

第7章 寺田浩诏（大阪大学教授）

电子计算机越是普及，软件开发技术也就越发成为重要的问题。微型机的实际情况是只供给硬件，软件则必须自己编制。本书如能对想要使用新计算机的人们起到某种作用的话，笔者将感到无尚荣幸。

1979年11月

编者 藤井克彦
桑原道义

目 录

第 1 章 小型、微型电子计算机时代	(1)
第 2 章 硬件基础	(7)
2.1 计算机功能的组成	(7)
2.2 计算机的结构和体系结构	(15)
2.3 机器字指令及其功能	(28)
2.4 面板和引导功能	(33)
第 3 章 小型、微型计算机的外部设备	(40)
3.1 小型、微型计算机的外部设备和输入输出设备	(40)
3.2 纸带输入机(PTR)	(42)
3.3 纸带穿孔机(PTP)	(45)
3.4 输入输出电传打字机	(49)
3.5 盒式磁带装置	(53)
3.6 软盘装置	(57)
第 4 章 汇编语言程序设计	(61)
4.1 汇编语言	(61)
4.2 问题的设定和解决的方法	(72)
4.3 运算程序	(74)
4.4 输入程序	(94)
4.5 输出程序	(100)
4.6 程序的最后加工	(115)
4.7 程序的翻译和执行	(120)
第 5 章 输入输出软件的结构	(127)
5.1 程序控制输入输出	(127)
5.2 中断的分析和处理	(137)
5.3 输入输出程序的原理	(144)

第 6 章 输入输出接口的设计	(153)
6.1 用于输入输出接口的逻辑电路	(153)
6.2 标准输入输出设备的接口	(181)
6.3 模拟输入输出设备的接口	(199)
第 7 章 小型、微型计算机的应用指导	(227)
7.1 程序控制方式的适用范围	(227)
7.2 程序控制方式的选择和开发	(230)
7.3 微处理机的系统开发支援	(234)
附录 I 指令代码一览表	(239)
附录 II ASC II 代码举例	(245)
参考文献	(246)
汉、日译名对照表	(247)

第 1 章 小型、微型电子计算机时代

电子计算机的问世，虽然只经历了四分之一世纪，可是它给人们的日常生活所带来的变化是不可估量的。而这种变化的速度是随着时间的推移而增大的，因此也是没有尽头的。电子计算机在几年以前，曾被认为虽然是一种具有很了不起的信息处理能力的机器，但是价格昂贵，与一般家庭生活没有什么关系。然而今天，在我们生活当中出现了一种叫做微型计算机的体积小、能力大的元件。

表 1.1 对由于半导体技术的发展而产生的几种典型的计算机的发展过程进行了比较。表中所列举的计算机 IBM7090、PDP8、Intel 8080 等，都曾被认为是当时走在时代最前面的先锋机种。其中 IBM 7090 计算机，是当时 IBM 公司在认为不会有比这种计算机更早问世的思想指导下生产出来的自信产品。PDP 8 型计算机，是当时所谓超小型电子计算机的先驱，以销路最好而闻名，是 DEC 公司的产品。

Intel 8080 作为微处理机，在微型机时代起了开拓者的作用，而且现在还在不断地进步。

如果将上述三种机器加以比较的话，就可以发现，它们在计算速度和存贮容量方面多少有些差别，但很难找出有什么根本的优劣。但是如表的右边所示的那样，电子计算机的体积在十五年后大约变成原来的 $1/1000$ — $1/10000$ ，在价格方面也只有原来的 $1/100$ — $1/1000$ 。

表 1.1 中所列举的数字，实际上可以说是载入在科学史上的惊异数字。必须认识到，用“微型计算机冲击”这样的话来表达今天的变革是决不可避免的事实。应当看到，计算机是高价商品

表1.1

年 代	代表例子	动作周期	最高地址	占 有 空 间
1958年前后	IBM7090	约 $2\mu\text{sec}$	32Kw(36位/w)	100m ³
1963	PDP 8	约 $2\mu\text{sec}$	4Kw(12位/w)	0.1m ³
1971	Intel MCS-4			
1973	8080 A	约 $2\mu\text{sec}$	65Kw(8位/w)	0.1l
⋮	⋮		⋮	⋮

价格：一种比另一种要便宜2—3个数量级。

这样的神话已经完全消失了。还应该注意， “计算机由一部分专家去摆弄吧”这也是过去的说法了。现在无论什么人都可以轻而易举地得到微处理机了。我想，大概你已经注意到了，这种小型、便宜的芯片，实际上具有令人吃惊的能力。因此，应该积极地考虑如何熟练地使用这一高性能器件的问题。

“小型和微型计算机究竟应用在哪些领域呢？”

我认为，现在已经不成问题了。只要你环顾一下我们的周围就可以一目了然了。比如说电视，由于使用了微型计算机，只要用手动一下开关或按键，就可以自由地、正确地选台。而且如果装上晶体计时器的话，就可以预约一周的节目。再有做饭用的电子炊具、洗衣机等，只要设置好刻度盘就可以完成全部工作。

另外，汽车上为了控制排出的废气以节省燃料，也使用了微型计算机。至于恰好可以装在口袋里的薄型计算器，几年以前是一种什么样的状况呢？我想，经历过利用手摇计算机整天进行计算工作的读者的数目是不少的。十几年来，经过台式电动计算器、继电器计算器、参数元件计算器等的变化，发展到这样的袖珍式计算器并没有用很长的时间。

“总之，小型、微型计算机不论在什么地方都可以使用。”这就是刚才的问题的答案。可是这太笼统了，恐怕不能算是答案

吧。所以总觉得不太合适，放心不下。因此，表 1.2 列举了各行各业都在应用电子计算机的实例。但必须认识到，这个表所列举的只不过是实际应用中极小的一部分。实际上，计算机正在更广泛的范围内应用，起着不可估量的作用，而且应用方式也是不好预测的。

“小型、微型计算机，是否谁都能制造，谁都能熟练地使用呢？”

对于这个问题，我只好说“很遗憾，现在还做不到”。如表 1.1 所示，计算机的价格在急剧下降，这主要是因为硬件技术的不断革新而造成的，并且这种倾向还将延续一定的时间。可是，给我们提供微处理机的制造商，对于硬件不管要多少都可以提供，而关于软件却总是说“请自己编吧”。当然，白送给我们一个价值数千日元的芯片和软件就更不可能了。然而现在软件的编制、生产性非常不好，是一种很费时间的作业。因此，如果依靠别人生产软件的话，那就得负担那个人的人力费。这样就必须考虑到，人力费用一旦上涨就不会下降的话，那么软件的开发费用与硬件相反，今后会有上升的趋势。

因此，可以考虑采用各种方法进行软件的开发，即：

(1) 在读者具有硬件知识的基础上，试验编制软件，设计带有一部分软件的硬件，这种方法是向芯片制造商订货的方法。这种方法对微型计算机的制造是最有效的，而且也适用于大量制造具有特定功能的系统。

(2) 集合市场上出售的通用性硬件构成系统，而软件自编的方法。这种方法适合于将微型计算机用于多种目的的情况，以及在测量装置中进行控制的情况等，也就是用一台微型计算机可以适合于多种用途的情况。

(3) 买进微型计算机的单板机系列，在其随带的软件上，加上适合于自己所需的软件而进行使用的方法。在这种情况下，要想做到有效使用，还需要有硬件知识。

表1.2

计算机的应用范围

应 用 范 围	内 容
工厂的生产线	数控工作机床、工业用机器人、自动制图、三维坐标测定、起重机控制、产品检测的自动化、自动焊接、布线检查、生产管理、生产线控制、照相排版自动化、新闻编辑等
土木建筑	工程管理、工程计算、地震波分析、水库自动控制、桥架计算、热计算、结构计算、材料力学计算、累积计算、砂土运用计算、空调计算、道路设计、土木计算、测量计算、各种试验的自动化等
过程控制	直接数字控制、分析仪数据处理、生产管理、过程顺序控制、批量控制、炉温控制、荷载量控制、配合成套设备控制、轧钢机控制、管道自动控制、间接计算机控制等
自动仓库系统	装卸控制、在庫管理、传送带控制、捆包自动化装置、入出库计算、无人搬运系统等
公害管制系统	汽车排气自动分析装置、分析测量自动化、数据记录、遥测装置、放射性测量、大气污染监测装置、预防犯罪、河水港湾管理、水质管理、水位监视等
楼房管理系统	用户的统计、锅炉冷冻机最佳控制、停车场管理、自动检测系统、自动空调控制、火灾自动检测、室内机器故障的诊断管理等
交通管理自动化系统	交通里程调节控制、交通量控制、航空管理控制、燃料管理、船舶的自动操纵、船舶的位置测定、汽车运行表示、列车自动运行控制、车站工作的自动化、弹道计算、风洞试验、轨道试验等
广播自动化系统	图像处理、显示装置、网络计算、线路控制、广播节目控制、发射机监视、图像输入装置、电视电话图像控制等
各种检查测定系统	数据记录装置、座标测定器、集成电路测试仪、放射性测量、多重波高分析、结晶分析、分子结构分析仪、交流电路网计算、中性预分析装置、材料力学计算、色谱法分析气体、金属自动分析、质量分析、超声波探伤仪、半导体测试仪、试验室自动化等

续表1.2

应 用 范 围	内 容
数据通信系统	通信信息管理、数据的收集和发送、分时系统、数据网编辑记录、数据集中传送控制、缓冲型格式调节、自动拨号问答装置、声音问答装置等
医疗自动化系统	心电图分析、心音计、脑电波分析、患者监视装置、放射性同位素装置、X光照片分析、电子计算机层析X射线照相、临床分析、健康诊断系统、急救医疗系统、外来会计、自动体检分析装置等
业务、合同系统	计账计算机群的管理、卖出商品管理、在库管理、工资的计算、票据发行、外汇电文的处理、新闻情报收集、劳务管理、预约座位、发行月票等
商业、金融、服务	数据交换、统计计算、保险审查业务、外汇计算、资金计算、股票订购、约定业务、信息交换、存款计算、财务管理、票据代款、比率计算等
教育训练系统	计算机辅助教育系统、团体学习系统、统计业务、图书业务、教育系统、成绩管理、飞行训练指导、工厂设备训练指导、技术计算、数据分析等

(4) 依靠OEM(系统制造商)来生产自己所需要的微型计算机系统的方法。这种情况,支付软件价格是理所当然的。因此,价格就变得比较高了。

我认为上述四种方法都是可以考虑的。

如上所述,要想很熟练的使用小型和微型电子计算机,就必须掌握硬件及软件知识,才有可能构成自己需要的系统。本书想给予初次使用小型及微型计算机的人们以最起码的知识,为此目的编写了第2章以后的内容。而且本书为了避免偏重叙述特定的机种,而重新设想了一个一般性的计算机,命名为HELP,以硬件、软件两方面为对象进行了说明,而且也有一定篇幅考虑了对实际计算机的转用问题。

第2章从电子计算机的基本结构写起,对工作原理、数据的

传送结构等组成计算机系统的所需硬件作了叙述。第3章叙述了计算机外部设备的构造及其工作原理。第4章用作为程序设计基础的汇编语言指令的描述方法，以及基本的程序设计技巧，按照容易理解的顺序比较详细地加以说明。第5章叙述了输入输出装置的控制，以及输入输出装置和计算机本身的数据传送所需要的软件。第6章叙述连接输入输出装置和主机的接口的设计方法，详细地说明了必须自己制作的各种容易发生许多问题的接口。第7章着重叙述了在考虑无限广泛的在各领域应用的同时，应考虑的几个基本注意事项，并且对本书做了归纳。

第2章 硬件基础

存贮程序方式的处理装置（以下简称计算机）通常分为主存贮器部件(MEM)，输入输出部件(I/O)，寄存器、运算和逻辑部件(RALU)以及控制部件(CONT)等四个功能部分。

这里采用假想的计算机 HELP，目的是尽可能地说明硬件结构的一般性原理，并从用户观点出发重点说明非常重要的输入输出总线结构，有关其他部分，只作最低限度的必要说明。

2.1 计算机功能的组成

如上所述，计算机由图 2.1 所示的 4 个功能块组成。以下各节将对各部分的功能进行比较详细的说明，同时也对各部分功能的关系进行说明。

〔1〕小型计算机的功能构成

存贮程序方式的处理装置（以下简称计算机）在功能上可以分为如图所示的主存贮器(MEM)，输入输出部件(I/O)，寄存器、运算和逻辑部件(RALU)以及控制这些部分的控制部件(CONT)等功能部件。这些功能块之间一般通过称作总线(BUS)的数据传送机构连结起来，进行相互间的数据发送和接收。

主存贮器存贮要处理的数据及其处理过程（即由机器字指令系列描述的程序）原则上它们没有区别，这也是把图 2.1 形式的机器称作存贮程序方式(或内含程序)的理由。主存贮器存放的程序在控制部件的控制下，其原则是每一条指令由控制部件逐个取出进行翻译，然后控制部件按照每条指令的含义顺序起动 RALU 部件进行运算或功能块间必要的数据传送等基本处理操作（基元操作），并控制指令的执行。例如，取出的指令如果是表示计算

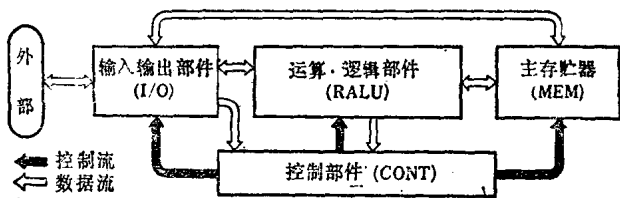


图2.1 诺依曼型计算机构成的概念图

机内部和外部（外界）数据交换，那么控制部件通过 I/O 功能部件顺序产生所需要的基本数据传送操作。

这时，I/O 部件就要相互变换外部的各种物理条件和计算机内部的条件，同时完成数据交换顺序的功能配合。

为了按照每条指令执行结果，如运算结果等的条件来改变程序的执行顺序，需要由 RALU 对控制部件指令执行产生的（内部）状态或状态的变化进行表示，并且如下所述，控制部件为了实现这部分功能，由于也利用了 RALU 功能，所以 RALU 和控制部件的相互关系极为密切。并且从程序处理能力观点来看，各个运算处理指令的能力不一定是 RALU 的固有能（元），而是由逐次执行和控制部件相结合的基元所实现的综合动作决定的。因此，RALU 和控制部件一起决定了计算机的基本程序处理能力，两者合并称之为中央处理装置（CPU）。

如上所述，存贮程序方式机器的最大特点是指令系列的处理顺序（程序）被存放在主存储器中。中央处理装置不过是逐一取出这些指令，进行译码，然后执行，并反复进行着这些操作。控制装置可以控制所有的这些动作。然而从（机器字）指令的处理过程来看，其动作可以分成指令的取出和译码阶段以及指令执行阶段。前者总称为取指令阶段。这两个阶段不论哪一个都是通过基本处理操作（基元操作）逐次执行来实现的，所以控制装置的功能归根到底可以说是基本操作逐一发生的功能。

〔2〕主存贮器及其功能

主存贮器的结构，不仅对计算机的结构和控制方法起主要影响，而且它的性能成为确定计算机的处理能力特别是处理速度的主要因素，所以首先叙述主存贮器功能的典型结构和它的性能表示。

主存贮器一般采用二值存贮元件组成，其最小存贮单位和二值代码相对应，称之为“位”，但一般按称作“字”（各计算机中固有的某一任意单位）的较大的单位来划分。一个字一般由8位（常称字节）整数倍的位数构成，并分别给定地址。HELP 计算机为16位/字，容量64K字($K=1024=2^{10}$)，因此地址是按16位为一单位给出的字。应该存贮信息的存入(写入，W)和取出(读出，R)也是按字为单位进行。一般存贮器可以看作是这样的一种装置，也就是说，如果将地址(16位)、要写入的信息(16位)和写入命令(W命令)交给存贮器，那么该信息即被写入到所指定的地址，其次在同一地址中内容不同的信息写入之前将一直保持这个内容，而且如果给出地址和读出命令(R命令)时，存贮的内容将被输出，但不会改变该存贮单元内容。这种形式的存贮器没有准确的表现形式，往往称为随机存贮器(RAM)。此外还有用于存放无须改变的程序等的专用读出存贮器(ROM，只读存贮器)。向ROM写入内容，有的是在制造时就被固定了内容的(掩膜ROM)，有的是在使用时用专门写入装置进行写入内容的(可编程序ROM或PROM)，后者是可以擦去并再写入内容的存贮器。对具有RAM和ROM的中间功能的存贮器，读取可按照通常的RAM或ROM那样的方法进行。其中电写入的那种需要进行特殊操作的称为可改写只读存贮器(RMM, Read Mostly Memory)。一般ROM和RMM断电时也不会消失存贮内容，而把这种性质称作非易失性。在RAM中象磁芯存贮器这种RAM是非易失性的存贮器，而半导体元件的RAM多为易失性存贮器。