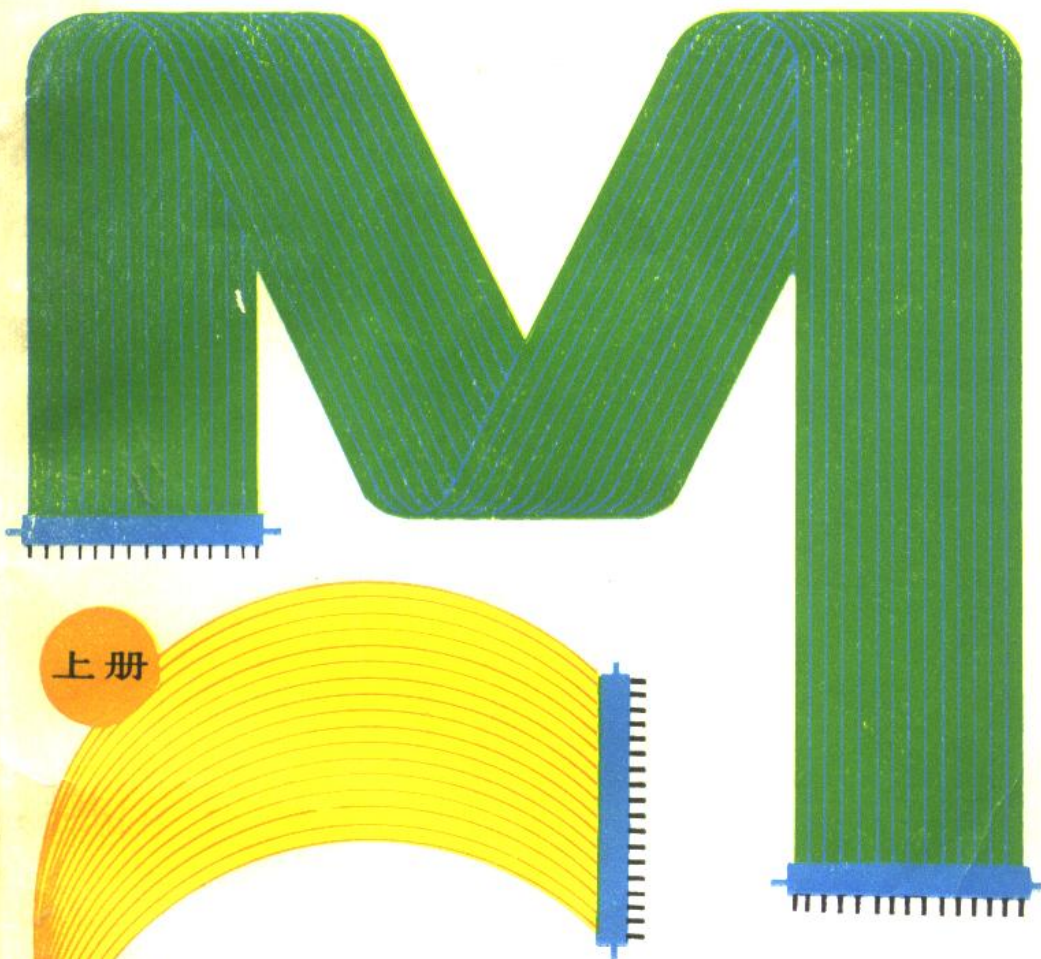




上册

微型计算机应用手册

〔日〕 榎

微型计算机应用手册

上 册

〔日〕 横井与次郎 著

凌 芝 译

王祥贵 校



机械工业出版社

JS455/69

《微型计算机应用手册》分上、下两册。本书为上 册，内容共分 7 章，以介绍硬件为主。书中对微型机的总体结构、程序结构、硬件和软件的基本指令系统、外围电路等作了简明、扼要的叙述；在说明 I/O 通道电路时对其使用的基本程序、预置起始程序进行了介绍；最后，不但阐明了接口电路，还对输入、输出的程序作了详尽的说明。

本手册虽以 Motorola 的 M6800 微型机系列芯片为例，论述了硬件结构及其工作原理，但内容极其丰富，对使用其他机型的同志也有参考价值。掌握本手册的硬件和软件知识后，就能全面解决应用微型机时所必需的技术。

本手册主要可供操作微型计算机的同志阅读，对已掌握其他专业而欲使用微型机的工程技术人员也有参考价值。

マイクロコンピュータ
活用マニュアル
(上)

横井与次郎 著

ラジオ技術社

1982

微型计算机应用手册

上册

横井与次郎 著

凌 译 王祥贵 校

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可出字第117号)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $11 \frac{1}{2}$ · 字数 299千字
1986年4月北京第一版·1986年4月北京第一次印刷
印数 00,001—17,200 · 定价2.90元

*

统一书号: 15033·6333

译 者 的 话

计算机科学技术是一门新兴的综合性技术学科,随着“信息爆炸”时代的到来,电子计算机已经广泛地深入到人类社会生产、社会活动的各个领域。

电子计算机的特点是具有记忆能力、程序操作、逻辑判断等固有功能。它已从一种单纯的快速计算工具发展成为既能高速运算又能高速处理数据和信息的高度自动化系统。

微型计算机更具有体积小、重量轻、功耗小、价格低等优点,因此目前它被广泛地应用于国防、工农业生产、人民生活等各个领域。

微型计算机又叫做“个人计算机”,它能为个人占有和使用。所以,对于使用者来说,既要具备一定的硬件知识,又要具备一定的软件知识,这样才能熟练地掌握微型计算机,使它为我们做更多的工作。《微型计算机应用手册》分上、下两部分。上册(1~7章)主要是以 Motorola 的 M6800 微型计算机系列芯片为例,介绍了微型计算机的硬件结构及其工作原理,内容具体、丰富。下册(8~14章)主要介绍了微型计算机系统的调试方法及调试中所应用的电路、软件及大量应用实例。这对如何正确使用微型计算机以解决实际问题极好的借鉴材料。

《微型计算机应用手册》于 1978 年 7 月出第 1 版,1979 年 8 月第 2 版第 1 次印刷,同年 12 月第 2 次印刷,1981 年 7 月第 3 版第 1 次印刷,同年 12 月第 2 次印刷,1982 年 5 月出第 5 版。本书是按第 5 版的版本译出的。

由于译者水平有限,书中难免存在缺点和错误。敬请读者批评指正。

作者的话

本书是微型计算机硬件和软件应用手册，它是无线电技术选集 113 《微型计算机技术基础手册》的继续。

上册包括第 1 章到第 7 章，主要介绍硬件；下册包括第 8 章到第 14 章，主要介绍软件。

微型计算机的特点是体积小、价格低，单位、家庭和个人都能购买，用作专用计算机。

但是，个人能购买微型计算机这一优点却会带来一个问题，就是如果硬件和软件全部由个人来支配，就不能有效地使用机器。

当我们买了微型计算机之后，并运用 BASIC 语言时，如果没有必备的硬件知识，则很难用好此微型机，因此，必须掌握硬件技术。

在小型和大型计算机等领域里，从事硬件的技术人员和从事软件的技术人员是完全分开的，即使在微型计算机领域里，由同一个人来支配软、硬件也许会被认为是不合理的。

然而，对微型计算机来说，这却是可以办到的。理由是：微型计算机不仅规模小，而且可以为个人所有。基于这一观点，本书上册介绍硬件部分，下册介绍软件部分，全面介绍了应用微型计算机所必需的技术。

在说明微型计算机时，必须限定机种，由于本书是《微型计算机技术基础手册》的应用篇，所以这里仅把 Motorola 公司生产的 M6800 微处理器作为主体进行介绍。

下面说明本书各章的主要内容。

第 1 章简要说明微型计算机的总体结构和程序结构的关系。

第 2 章说明 MC6800/6802 的结构和操作概况，这部分包括

MC6800/6802 的硬件和软件的基本指令系统等内容。

第 3 章说明检验 M6800 微型计算机时所必备的 CPU(MPU) 的外围电路。

第 4 章是主存储器电路的应用实例及其分析, 从而说明 1 k 位、4 k 位、静态 RAM 和 256、512、1 k、2 k 等字节 PROM 的应用。

第 5 章是关于 M6800 I/O 通道部件的说明, 还涉及 I/O 通道用的大规模集成电路——价格低、效率高的 TTL 和 CMOS 集成电路。

第 6 章说明使用第 5 章中所介绍的 I/O 通道部件时, M6800 用的 I/O 通道电路及其使用的基本程序例子。

I/O 程序是各种程序中和硬件关系最密切的一种, 没有硬件方面的知识是编写不出来的。不仅 M6800, 几乎所有微处理器的 I/O 通道用的大规模集成电路都是可编程序的, 在使用时必须预置程序, 所以关于预置起始程序的说明也是必要的。

第 7 章是第 6 章的进一步发展, 说明包含有 I/O 通道部件的外围设备及其接口电路和使用第 6 章基本程序进行输入、输出的服务程序。

下册中, 第 8 章说明作为微型计算机硬件和程序试验用的调试电路和调试程序。

第 9 章介绍 M6800 程序的读、写方法。关于 M6800 的机器语言指令系统已在第 2 章里说明, 本章仅介绍汇编程序的文法解说和程序举例, 同时, 作为高级语言的例子, 介绍了 BASIC 语言的文法和基本练习用的程序。

第 10 章介绍在微型计算机上使用 BASIC 语言的方法和举例, 说明微型计算机用的 BASIC 解释程序和使用 SWTPC 4 k 的 BASIC 程序的文法解释及程序书写方法, 也列举了通用子程序、图形打印程序等实例。

BASIC 语言和机器语言是不同的。微型计算机机种不同之处, 仅仅是解释程序不同而已, 它们的源程序几乎是通用的。所

以,如果采用 Tiny BASIC 以外的大于 4k 的 BASIC 解释程序,则即使是 M6800 以外的变更较大的微型计算机,也能使用这些源程序。

第 11 章介绍用 SWTPC 4k BASIC 语言来计算电子电路的方法和程序。在电子电路的计算中,如果只求数值,则使用可编程程序台式电子计算器比较方便,但是 BASIC 语言程序有通用性,能输出信息,是更方便的。

第 12 章是模拟电路的控制和程序,它说明用程序来控制模拟开关而使电路特性发生变化的电子电路,以及为了计算这些电路的常数而编制的 BASIC 程序。

第 13 章介绍脉冲电路的控制和程序。

第 14 章介绍 I/O 通道模拟器的功能和构成方法,使用电视 RAM,在 CRT 上构成 16 进制和 2 进制显示的 I/O 通道模拟器。此外,还说明了使用模拟器时程序调试用的 CPU 内部寄存器和存储器等的显示方法。

本书的出版得到了无线电技术公司铃木勇治主编和编辑部的帮助,在此致以衷心的感谢。

横井与次郎

1978年3月

目 录

译者的话

作者的话

第 1 章 微型计算机的总体结构和程序	1
1.1 什么是总体结构	1
1.2 总体结构不同所造成的程序差异	2
1.3 中断和总体结构	5
第 2 章 MC6800/6802 的结构和工作概况	6
2.1 MC6800 和大规模集成电路/中规模集成电路系列	6
2.2 MC6800L 的结构和特性	7
2.2.1 MC6800L 的结构	7
2.2.2 MC6800L 的输入、输出	11
2.2.3 MC6800L 的最大额定值和电学特性	13
2.3 MC6800L 的操作	15
2.3.1 时钟脉冲和 MC6800L 的操作	15
2.3.2 再启动操作	18
2.3.3 暂停操作	19
2.3.4 中断操作	20
2.3.5 三态控制 TSC 的操作	25
2.4 MC6802 的结构	27
2.5 MC6802 的输入、输出	29
2.6 由 MC6802 和 MC6846 组成廉价的微型计算机的结构	31
2.7 MC6800/6802 的指令系统	33
2.7.1 MC6800/6802 指令的种类	33
2.7.2 MC6800/6802 寻址方式的内容	36
2.7.3 MC6800/6802 的机器语言指令	42
第 3 章 MC6800/6802 CPU 的外围电路	54
3.1 MC6800 微型计算机的结构	54

X

3.2	MC6800的时钟发生器电路	55
3.3	再启动电路	58
3.4	暂停电路	59
3.5	地址缓冲器和地址锁存器	60
3.6	数据总线缓冲器和数据锁存器	64
3.7	地址和数据的显示电路	67
3.8	MC6800/6802的地址分配和地址译码器	73
3.9	1通道分区、 ϕ_2 同步式的DMA电路	79
3.10	MC6800和8080的地址/数据/控制总线的比较	86
3.11	可编程序的定时器组件 (PTM)MC6840的一般介绍	86
第4章	MC6800/6802的主存储器电路	88
4.1	由MC6810A (128字节的RAM)组成的512字节的RAM	88
4.2	由P2112A组成的512字节的RAM	89
4.3	由P2102A组成的1k字节的RAM	91
4.4	采用SEMI 4804A组成的有保护的1k字节RAM	93
4.5	M6800微型计算机用的通用4k字节RAM系统	95
4.6	使用C5101L不挥发的512字节CMOS RAM	101
4.7	使用IM6518A-1的不挥发被保护的1k字节RAM	109
4.8	由B1702A组成的512字节PROM	111
4.9	由 μ PD454D组成的512字节EEROM电路	115
4.10	由B2708组成的2k字节PROM电路	115
4.11	由 μ PD458D组成的2k字节EEROM电路	115
4.12	由B2716组成的4k字节PROM电路	118
第5章	M6800的I/O通道部件	122
5.1	M6800微型计算机中I/O通道用的通用集成电路	122
5.2	PIA MC6820L的结构和操作	127
5.2.1	MC6820L的结构	127
5.2.2	MC6820L的操作	133
5.3	ACIA MC6850L的结构和工作	140
5.3.1	MC6850L的结构	140
5.3.2	MC6850L的操作	144
5.4	8212的结构和操作	148
5.5	8255的结构和操作	151

5.5.1	8255的结构	151
5.5.2	8255的操作	154
5.6	LSI 发送/接收器 AY-3-1015 的结构和操作	161
5.6.1	AY-3-1015 的结构	161
5.6.2	AY-3-1015 的操作	167
第6章	M6800的 I/O 通道电路和 I/O 程序	171
6.1	在计算机处理中 I/O 处理的重要性	171
6.2	微型计算机的数据传送方式	172
6.3	单纯输入/输出方式的数据传送电路和程序	179
6.3.1	灯象控制程序	179
6.3.2	光隔离器数字开关的读出	182
6.3.3	用输出通道进行通道选择的程序	189
6.4	用标志等待方式的数据传送电路和程序	205
6.4.1	用 TTL 的标志等待方式的 I/O 电路和程序	205
6.4.2	使用 PIA MC6820 L 的标志等待方式的 I/O 电路和 程序	208
6.4.3	使用 8255 的标志等待方式的电路和程序	214
6.4.4	使用 ACIA MC6850 L 标志等待方式时的起止同步输入/ 输出电路和程序	218
6.5	用中断方式工作的 I/O 电路和程序	221
6.5.1	MC6800 的多重中断电路	221
6.5.2	优先中断控制器 MC6828 的功能和操作	224
6.5.3	TTL I/O 通道用于中断方式输入/输出的电路和程序	227
6.5.4	使用 PIA MC6820 L 的中断方式输入/输出的电路和 程序	232
6.5.5	使用 ACIA MC6850 L 于中断方式的起止式同步输入/ 输出电路和程序	242
6.6	外围电路的起止同步式接收/发送机	251
6.7	增设 I/O 通道的简易地址分配法	253
第7章	M6800的外围设备、接口电路和服务程序	256
7.1	键盘输出的编码方式	256
7.2	10进制编码器	257
7.3	16进制编码器	259

7.4 全键盘编码器	265
7.5 电传打字机的接口电路和服务程序	273
7.5.1 微型计算机和电传打字机的接口电路	273
7.5.2 电传打字机的接口电路, 和 ACIA 连接时的起始程序	276
7.5.3 ASCII 码	276
7.5.4 ASR-33 的打印穿孔程序	281
7.5.5 由 ASR-33 键盘输入的输入程序	286
7.5.6 ASR-33 的读带程序	289
7.5.7 ASCII 码和 16 进制码 (包括 BCD 码) 的相互转换	292
7.6 中速串行打印机的接口电路和输入/输出程序	296
7.7 中速纸带读入机的接口电路和输入程序	301
7.8 中速纸带穿孔机的接口电路和输出程序	311
7.9 卡片读入机的接口电路和输入程序	316
7.10 符合美国堪萨斯州标准的声音盒式磁带录音机接口电路和 输入/输出程序	323
7.10.1 堪萨斯州标准的内容	323
7.10.2 堪萨斯州标准声音盒式磁带录音机的接口电路	325
7.10.3 录音、放音程序	328
7.11 微型计算机和 CRT 显示器的输入/输出方式	339
7.12 奇偶检验和奇偶产生程序	350
参考文献	356

第1章 微型计算机的总体结构和程序

1.1 什么是总体结构

“总体结构”本来是建筑用语，是指建筑物或其结构。可是，Amdahl 在 IBM 工作期间把这一名词用在计算机领域里，他抽掉了计算机的物理结构，而定义为逻辑结构^①，从此，日益广泛地把这个词作为计算机逻辑结构的术语了。

后来，“总体结构”也用来表示包含物理结构内容(如存储器有集成电路存储器、磁芯存储器等)的计算机结构。

计算机基本的总体结构由存放程序和数据的存储器、从存储器读出程序的中央处理机 (CPU) 以及使计算机和外围电路交换信息的输入/输出部件 (I/O) 组成，其结构如图 1.1 所示。

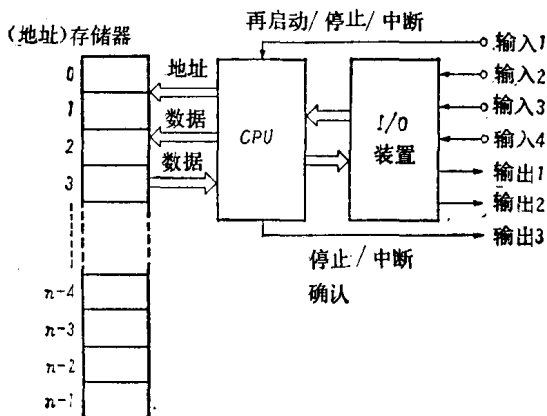


图1.1 计算机基本的总体结构

① G. M. Amdahl, Architecture of the IBM System/360, IBM J. R. & D., Vol. 8, No. 2, April 1964, pp. 87~101.

如果从实际的微型计算机的总体结构来看，中央处理机的基本要素是字长、内部结构、指令功能和中断机构等；存储器的基本要素是读/写、只读、挥发还是不挥发等；输入/输出部件的基本要素为是否可编程序、是并行输入/输出还是串行输入/输出等。

1.2 总体结构不同所造成的程序差异

使各个计算机动作的程序主要由中央处理机所具有的指令系统决定，但是指令系统只反映中央处理机的总体结构，它并不能完全决定程序的形式，因此，即使使用了具有相同指令系统的中央处理机，如果全机的总体结构不同，则所使用的程序还是不同的。

也就是说，在编程序的时候，有必要了解使用这种程序的计算机的结构。

微型计算机存储器的总体结构，其基本部件是读/写存储器和只读存储器。读/写存储器又可分为挥发性和不挥发性两种。

在小型计算机等的总体结构中，其程序是使用磁芯存储器和磁线存储器等不挥发的随机存取存储器（RAM），而在微型计算机中，仅在特殊情况下写入ROM，一般使用保护的

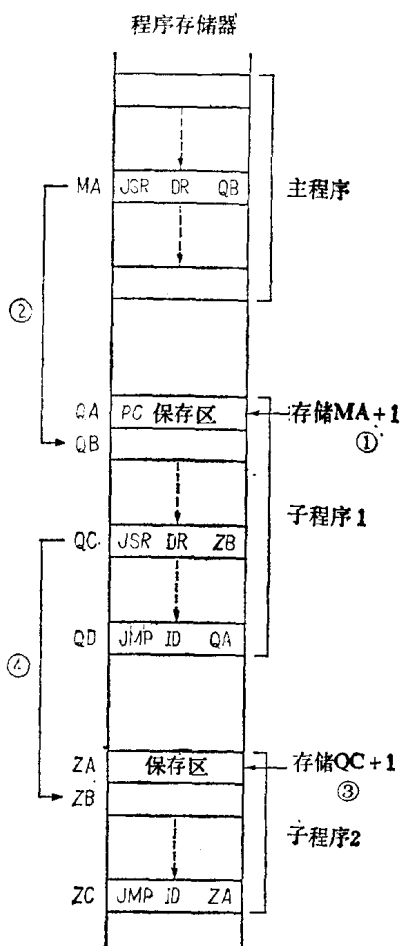


图1.2 程序存储器用不挥发随机存取存储器时的子程序转移方式

RAM, 它们的程序结构是很不一样的。

最大的差别是子程序转移方式, 如图 1.2 所示。当主程序中的地址 MA 向子程序 1 转移时, 子程序 1 的第一个地址 QA (作为程序计数器 PC 的保存区域) 是空着的, 实际的子程序是从 QA 的下一个地址 QB 开始的。

从主程序向子程序转移时, 在①中先由 JSR DR 指令的操作数地址 QB 减 1, 再在结果 QA 上存放 MA 的下一个地址 $MA + 1$, 然后由②直接转移到地址 QB。

当子程序 1 中的地址 QC 再向子程序 2 转移时, 同样是在子程序 2 的第一个地址 ZA 上存放 QC 的下一个地址 $QC + 1$, 然后再向 ZB 转移。

在子程序 2 的最后一个地址 ZC 上放入间接地址的转移指令 JMP ID, 如果该转移指令的操作数已存储在子程序 2 的第一个地址 ZA 中, 则转移指令一发出, 就向保存在 ZA 上的地址 $QC + 1$ 转移, 这就可以返回到子程序 1 中 QC 的下一个地址。

同样, 在子程序 1 的最后一个地址 QD 中, 用间接地址转移到存放在 QA 中的地址 $MA + 1$ 上, 然后返回到主程序 MA 的下一个地址中去。

使用这种方式时, 为了把返回地址存放到子程序区域的前面, 所以程序存储器必须采用不挥发性的 RAM。

然而, 微型计算机一般不能满足这一条件, 而是把 CPU 的内部寄存器或 RAM 的一部分用作堆栈, 亦即 CPU 内部寄存器的专用区。在 CPU 中有称作堆栈指示器的堆栈专用的指示寄存器, 用以指示正在工作的堆栈地址。

图 1.3 表示使用堆栈的子程序转移方式。

在早期的微处理器中堆栈是设在 CPU 内部的, 但是从第二代微处理器以后, 堆栈一般设在 CPU 外部 RAM 的适当部位。

RAM 中堆栈的区域是根据起始程序中压入堆栈指示器的地址来决定的。

在图 1.3 中 A0F 是堆栈的最大地址, 它由起始程序取入堆

栈指示器中。

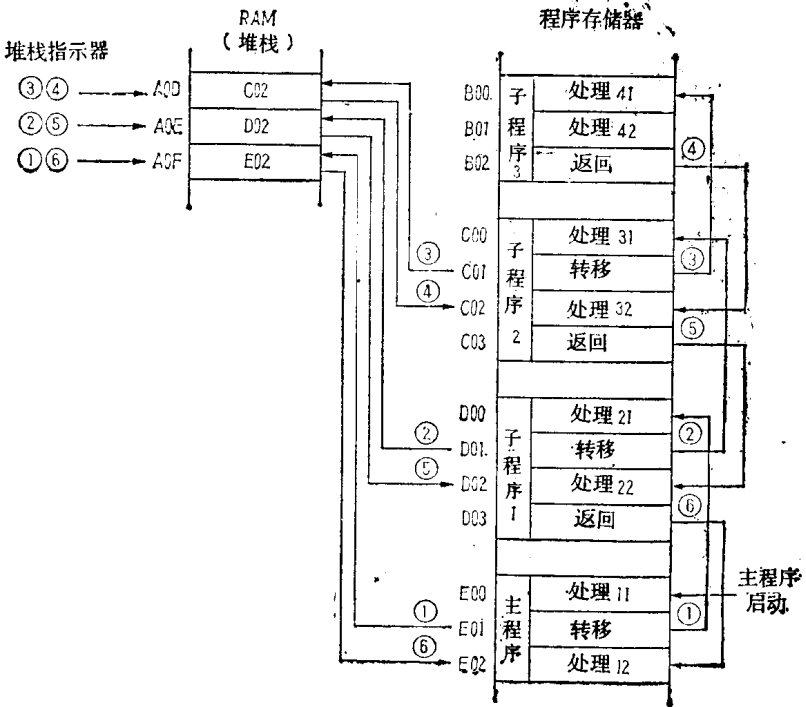


图1.3 使用堆栈的子程序转移方式

当主程序从 E 00 一启动，在 E 01 中就向子程序 1 转移，由 ①把 E 01 的下一个地址 E 02 存放在堆栈指示器所指示的地址 A0F 中，然后转移，同时，堆栈指示器减 1。

也有从一个子程序执行途中向另一个子程序转移的情况，这时也同样要先在堆栈中存放返回的地址，然后再转移。

如果一个子程序已进行完毕，并按子程序的最后指令应执行返回，则把堆栈中存放的返回地址打入程序计数器，然后堆栈指示器加 1。

这就是存储器的结构不同，程序形式也各异的原因。

微型计算机的程序存储器也可用 ROM，采用所谓的交换指令，没有堆栈指示器也能进行子程序转移，这时，必须把子程序

的开始地址由启动程序存入相当于堆栈的 RAM 区中, 因此, 增加子程序时, 必须增加启动程序。

然而, 在使用没有堆栈指示器的 CPU 时, 程序存储器必须是不挥发性的 RAM, 当程序存储器为 ROM 时, 必须使用具有堆栈指示器的 CPU。

这样一来, 某些总体结构不平衡的微型计算机, 必须用程序来补偿这一不平衡, 于是, 程序就变得非常繁杂。

程序进行中也存在着需要延迟的情况, 由于有硬件定时和没有硬件定时的结构不同, 延迟程序的形式也不相同。

1.3 中断和总体结构

在全部程序中, 中断处理程序和计算机硬件的关系特别密切, 总体结构很大程度上决定了程序结构。

在中断处理程序里, 只有用硬件进行多重中断的情况下才不必设查询程序; 但是在由硬件和程序共同实现多重中断时, 在进入各个中断处理前, 为了判断有哪个终端输入, 就有必要设终端设备定时查询程序。

在由硬件和程序共同实现多重中断时, 中断源的测试方法有多种, 如从输入通道用硬件输入标志测试, 用 DMA (直接数据通道) 测试特定 RAM 区域里存放的标志等。

微型计算机成本低廉, 不必设小型计算机那样的中断系统, 当工作量大时, 可增加微型计算机的台数。

第2章 MC6800/6802的结构和工作概况

2.1 MC6800和大规模集成电路/中规模集成电路系列

本章扼要说明第3章以后将要介绍的M6800微型计算机的硬件和软件，同时介绍M6800微处理机的MPU(CPU)——MC6800/6802的硬件和指令系统，以及大规模和中规模集成电路的系列产品。

M6800微处理机芯片的组成是以MPU MC6800和MC6802为中心，再加上RAM或ROM存储器、大规模集成电路、I/O通道、调制解调器、时钟发生器、中断控制和总线缓冲器等，如表2.1所列。

表2.1 M6800微处理机的芯片结构

型 号	功 能
MC6800L/P	MPU，微处理单元
MC6802L/P	MPU，微处理单元(内有时钟发生器、RAM)
MC6810AL/AP	RAM，128字×8位，静态
MC6820L/P	PIA，外围接口适配器
MC6828P	PIC，优先中断控制
MC6830L/P	ROM，1024字×8位，可屏蔽
MC6832L	ROM，2048字×8位，可屏蔽
MC6850L/P	ACIA，异步通信接口适配器
MC6852L	SSDA，同步串行数据适配器
MC6860L	LSM，数字调制解调器，0~600 bps
MC6862	数字调制器1200/2400 bps
MC6870	二相微处理器时钟
MC6871A	二相微处理器时钟
MC6871B	二相微处理器时钟