

微处理器技术及应用

—关于微计算机的原理、程序设计及应用—

(RPB82
电子技术丛书)

[联邦德国]黑思德·皮克 著

钟厚琼 冯怀涵 译

沈执良 审校

科学普及出版社

内 容 提 要

本书介绍了微处理器 8080-8088 的技术使用和改进, 并对该微处理器作为中央单元组成的 8048-8748 微计算机原理、操作技术、接口技术进行了详细介绍。

本书介绍的内容是当前国际市场上最新商品的微计算机的各种技术和使用方法。该书技术内容先进, 简易实用, 是计算机专业的老师、学员的必读手册, 又是当前计算机软件设计和操作人员的主要参考书籍。

微处理器技术及应用

——关于微计算机的原理、程序设计及应用——

(RPB82)
电子技术丛书

[联邦德国] 黑思德·皮克 著

钟厚琼 冯怀涵 译

沈执良 审校

责任编辑: 方佩刚

封面设计: 王序德

*

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 各地新华书店经售

国防科工委印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 5.875 字数: 128千字

1988 年 4 月第 1 版 1988 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1—4200 册 定价: 1.25 元

统一书号: 15051·1225 本社书号: 1440

ISBN 7-110-00497-X/TP·10

前 言

什么是微处理器？微处理器是继发明晶体管和平面工艺之后在电子领域中的一大重要发明。

由于通用大规模集成标准电路的迫切需要，导致研制了微处理器。在半导体工业中，要把成千上万个晶体管集成在一个微小的硅晶体上，这种高度集成化的电路只能借助于专业化装配，但使用太小的块件电路妨碍了其合理化布置和成本的降低。因此，按标准规格制成的高度集成化的电路就有了广泛的用途。其成品就是微处理器，它对输入信号起作用并产生由指令顺序决定的输出信号。它的特性不同于许多晶体管——晶体管逻辑电路（TTL）功能块中的固定布线逻辑网络的特性，只有通过程序的变化，它的逻辑特性才能快速地适应新的需要，这在逻辑功能块的固定布线网络中却是无法达到的。如果现在把程序存储在固定值存储器中，那就通过交换这一个功能块改变其逻辑功能。可以把微处理器同有关的存储器、以及输入和输出功能块一起构成一个系统。为了更好地理解，在第4章讨论微处理器本身之前，首先在第3章中讨论了两个微计算机系统（采用微处理器的系统）。

微处理器系统最主要的优点是成本低、结构组件少、可靠性高，具有不寻常的多用途性。

此外，本书还讨论了目前在市场上出售的各种型号的机

器。因为电子技术人员不熟悉微计算机技术的许多专业术语，本书的最后部分还给出了带注解的词汇表，供查阅。

第六次再版前言

自第一次版本出版以来，至今已8年了。单片微计算机的效率已超过第二代微处理器。市场上已有32位微处理器出售。装有32位微处理器的计算机远远超过了最早的大型计算机设备的计算效率。该微处理器和组成的微计算机以最佳的性能经受了实际考验，并取得了最佳效果。

黑思德·皮克

目 录

1. 引言	1
2. 电子数据处理(EDV) 原理	3
3. 微计算机系统的各组成部分	10
3.1 微计算机内部的信号流程	11
3.2 采用微处理器 8080/8085 的微计算机	19
3.3 单片微计算机	39
3.3.1 微计算机 8048/8748	40
3.3.2 微计算机 8051/8751	59
4. 微处理器	72
4.1 微处理器 8080	72
4.2 微处理器 8085	79
4.3 评价微处理器和微计算机的选择标准	84
4.3.1 工艺	85
4.3.1.1 P 通道 MOS 工艺	85
4.3.1.2 N 通道工艺	87
4.3.1.3 C—MOS 技术	87
4.3.1.4 TTL 技术	88
4.3.1.5 ECL 技术	88
4.3.1.6 PL 技术	88
4.3.2 字长	88
4.3.2.1 4 位并行处理	88
4.3.2.2 8 位并行处理	89
4.3.2.3 12 位并行处理	89

4.3.2.4	16位并行处理	89
4.3.2.5	扩展字长的可能性	89
4.3.3	评价微处理器的其它标准	90
5.	程序设计	115
5.1	面向问题的程序设计语言	115
5.2	汇编(程序设计)语言	116
5.3	可编程只读存储器(PROM)和只读存储器 (ROM)的程序设计	117
5.4	随机存取存储器(RAM)的存入	118
5.5	微处理器的指令表	118
5.6	微程序设计	133
5.7	需要的程序设计时间的估计	133
6.	如何用微计算机系统取代固定布线的逻辑电路	135
6.1	微计算机系统的输入端	135
6.2	微计算机系统的输出端	135
6.3	微计算机系统承担什么任务	136
7.	应用范围	137
8.	结束语	140
9.	专业术语词汇(带注解的词汇表)	142

1. 引 言

几年来,“微处理器”的术语已在专业文献中出现,微处理器是微计算机的一部分。为了使功能作用单元完备,还需要有存储器和输入/输出单元。围绕核心部分,即“可编微程序的中央处理单元”——缩写成MP或微处理器——集中编列了其它一些开关电路。虽然出现了“Microprogrammable”,德文为“Mikroprogrammierbar”这个“可编微程序”的词,但在实际上却只是一些微处理器(MP),不是所有的MP都用微程序控制。最近已把微处理器定义为一个微计算机系统的中央处理单元。

第一代采用P通道技术的微处理器的容量只有4位,第二代产品已有8位,并能处理二进制的和字母数字数据,在采用扩充的二——十进制交换码(EBCDI)或美国信息交换标准代码(ASCII)工作的人工智能终端中应用。

与第一代产品比较,第二代产品采用了N通道MOS工艺,因此主要优点是数据流比较快。第三代产品由于有较大的数据区域和人工智能指令库,在数据处理速度方面取得了较大的进步。第三代产品大多只用5伏的电源电压工作。

微处理器只能由大规模集成电路信息系统(LSI-IS)组成,但也有由单个处理器元件(芯片)构成的微处理器。这种微处理器大都采用双极型工艺结构,因此实际使用上比采

用 MOS 工艺的微处理器速度快。

微计算机目前是由微处理器、存储器以及输入/输出单元而组成的。各种不同的程序可通过交换只读存储器 PROM (可编程序只读存储器) 来实现。与通路并行的固定布线逻辑电路相反, 微处理器中的计算是串行的, 因此, 它需要较长的执行时间。

如果把微处理器、存储器和输入/输出电路集成在一个半导体晶体(晶片)上, 并装入机壳中, 那么我们就不再称它为微处理器, 而称它为单片微计算机。这种单片微计算机最近在市场上以各种不同的型号出售。如果不需要较快的处理速度, 而只要求一定的灵活性时, 便可大量地用它来代替标准的逻辑电路。对需要的数量来说, 如果不值得研制特殊的高集成电路, 使用单片微计算机代替是最价廉物美的。在微计算机中能通过变化程序使不变的“硬件”适应各种不同的应用。对于样机系列或在需用量很小的情况下, 也有通过内装 PROM (可编程序只读存储器) 逐件单独进行程序设计的单片微计算机。

因此, 为了更好地介绍微处理器技术, 下一章首先讨论电子数据处理 (EDV) 的基本结构。

2. 电子数据处理(EDV)原理

电子数据处理 (EDV) 设备由中央处理单元和外围设备组成 (图2.1)。运算器、控制器、工作存储器和不同的寄存器集中在中央处理单元, 具有执行程序、翻译程序、转换程序、校验辅助程序和应用程序的程序库均属于外围设备。新写入一条程序时, 穿孔机中的穿孔卡就被穿孔, 通过卡片阅读器读入源程序。操作打字机用来操作中央处理单元。而同远距离终端的通信通过调制解调器来实现。打印机或显示器用于输出。

计算机最重要的组成部分就是中央处理单元, 其作用就是监控计算机的动作。计算机做什么工作由程序决定, 在程序的控制下, 计算机能够任意工作。在程序中又区分为监视各个系统元件共同运转的系统程序 (操作系统) 和应用程序或工作程序, 在它们的控制下, 计算机能够完成用户要求完成的工作。

工作程序只不过是指令的一个相应顺序。

因为计算机既不单独同中央处理单元也不单独同程序形成功能能力, 而只能同这两者一起才能形成功能作用, 所以在计算机中我们讨论了所谓的“硬件”和“软件”两部分。我们把计算机及其连接设备的所有涉及物理的部分称为“硬件”。把带有关注解和数据的程序称为“软件”。

一台计算机能够执行任意多的不同的程序，因此能够完成各种不同的任务。这完全取决于程序的变化，但首先依赖于“硬件”。

处理器是电子数据处理设备(EDV设备)的中央处理单元的一部分，它包括运算器和控制器。运算操作在运算器中完成。除了算术运算以外，“布尔”逻辑连接、置换、比较和舍位等也都属运算操作。

运算器通常包括以下3种寄存器(而在许多设备中程序员不容易了解它)：

1. 作中央寄存器的累加器；
2. 乘法器——商数寄存器；
3. 被乘数寄存器。

控制器是中央处理单元最重要的独立部分之一，其作用是：

1. 顺序控制，按照顺序从工作存储器中读出程序的指令；
2. 判定指令；
3. 修改指令，有变址寄存器情况下的地址变化，完成地址替换；
4. 产生在运算器、工作存储器或输入/输出设备中启动执行指令的信号；
5. 处理条件指令中的条件；
6. 安全保护，只要控制器还没有完成已有的任务，任何部分也就不会再得到任务。

控制器中最重要的寄存器是指令计数器、指令寄存器、变址寄存器，在一定情况下还有变址算术、地址寄存器和操

作寄存器。尽管控制器在其结构方面有许多变化，但它原则上按以下方式工作：

从工作存储器中读出的指令暂寄在指令寄存器中备用，并总是分成地址部分、操作码部分和附加部分。操作码部分存入操作寄存器中，并在那里操纵运算控制器。在地址部分变址时，必要时在控制器的加法器中，与上述变址寄存器的内容相加或完成需要的置换都取决于附加部分。这种地址计算的结果又被读入地址寄存器中，由它来选择希望的存储位置。只要一执行指令，指令计数器的内容就增加1，然后再进入地址寄存器中，由此开始下一条指令的读出。

在第二代和第三代数据处理设备中，该运算器和控制器组成的处理器，专门为满足有关电子数据处理设备(EDV)的要求而作了相应的研究和布线。在第二代产品中采用了晶体管，第三代产品中采用了集成电路，大部分仍在“小规模或中等规模的集成电路”范围内。

进一步研制的目的也是要把微处理器应用在数据处理设备中。对此，我们应用了由快速双极性技术处理器元件构成的设计结构。现今另一种趋势，即所谓的多路处理器系统中的数据处理设备，它已完全由标准的微处理器所构成。

目前已有许多应用情况不需要大型设备，只需要当作自动测试机或在作业线上当作过程控制器用的小型计算机。这样的装置一般具有如下特征（见图2.2）。

通过输入存储器实现输入，中央处理单元也包括运算器、控制器、工作存储器和寄存器。用于规定程序的指令必须提供给中央处理单元，通过输出存储器实现输出。

因为，一方面随着往大规模集成电路(LSI)过渡和目前

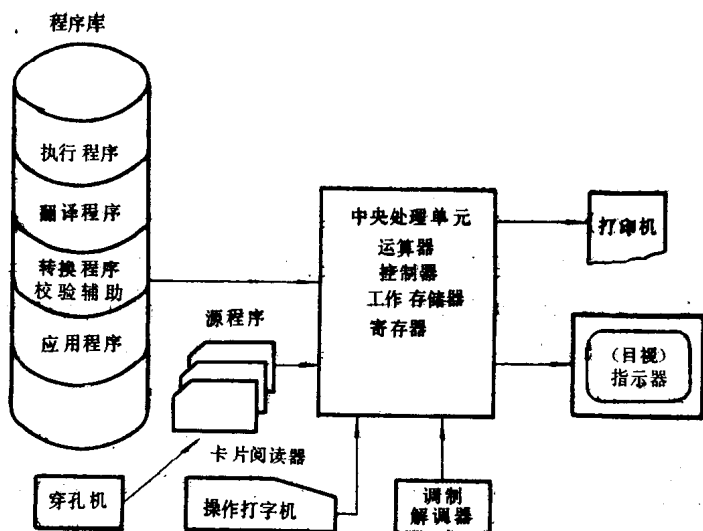


图 2.1 电子数据处理 (EDV) 设备的组成

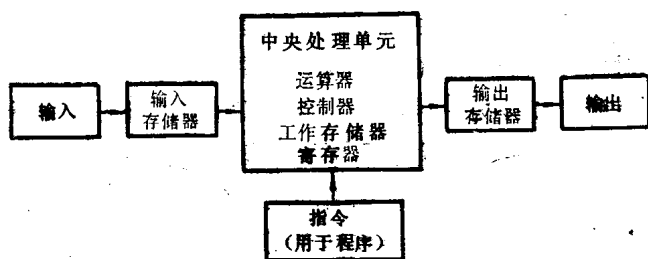


图 2.2 小型计算机的组成

实际上已逐步往超大规模集成电路 (VLSI) 过渡, 有关的功能已能集成在单片半导体晶体上。另一方面, 其应用范围已从数据处理设备“缩小”到袖珍计算机, 所以可以这样认

为，对任何特殊应用情况，制作为用户服务的特殊半导体电路还是很需要的。

众所周知，制造为用户服务的特殊集成电路，需要耗费一定的时间。尽管采用计算机辅助设计（CAD）而进一步自动化，但所耗费的时间却不会降低到需要的程度。为每一个任务研制专门的集成电路也是不经济的。

因此，几年来人们一直采用另一种办法来解决这个问题：在微处理器中采用一种小型运算器和控制器，其内容运行受外部可程序的固定值存储器的影响。目前，用户可通过固定值存储器灵巧的程序设计，为每种特殊任务自动汇编其合适的逻辑网络。

按图 2.3 (左)，举 4 个输入变量的布尔逻辑连接为例。变量 E_1 和 E_2 通过“与”门连接，变量 E_3 和 E_4 通过“或”门连接。这两种逻辑连接的结果接到“异”门选通电路上。

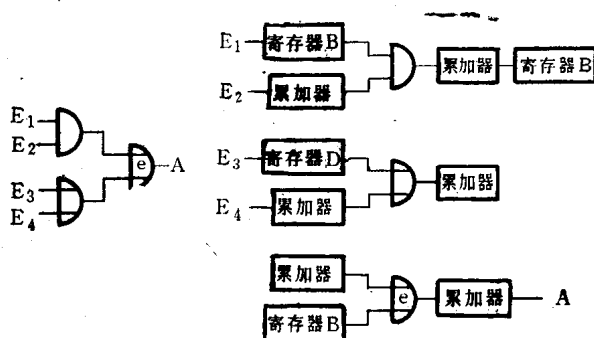


图 2.3 逻辑连接举例，左边是固定布线逻辑，右边是微计算机的流程

固定布线的逻辑电路完成这种并行连接，而微计算机必须串行完成运算，因此，总是存储中间值。简单描述，具有以下特征：

ANF: IN E_1 , 输入端 1 (E_1) 读入，数据闲置在累加器中

MOV B,A ; 累加器中的数据移位到寄存器 B 中

IN E_2 , 获得地址 2 的输入端 E_2 的数据存入累加器

ANA B ; 寄存器 B 的内容同累加器内容的“与”逻辑，结果闲置在累加器中

MOV B,A ; 结果移到寄存器 B 中，并存储在那里。结果同样能够在随机存取存储器中占有存储位置

IN E_3 , 输入端 3 (E_3) 读入，数据闲置在累加器中

图2.3 右图 (上面的第一个图)。

MOV D,A ; 累加器中的内容移到寄存器 D 中

IN E_4 , 输入端 4 (E_4) 的数据存入累加器

ORA D ; 寄存器 D 的内容同累加器内容的“或”操作，结果闲置在累加器中

图2.3 右图 (中间)。

XRA B ; 累加器的内容 (第二次操作的结果) 同寄存器 B 的内容 (第一次操作的结果) 的“异”门操作。

结果闲置在累加器中

OUT A₀ , 累加器的内容在输出端上输出

JMP ANF; 因为输入变量可能发生变化, 所以逻辑运算能够周期性地重复

END 终于

图2.3 右图 (下)

“ANF”: 表示符号地址, 程序的始端。程序结束需要转换指令时, 我们将再一次使用这个符号地址。

“IN” “E₁——MOV B, A——IN E₁——”等单词都是程序汇编语言中的各个指令。

在分号之后有解释文字, 它不用翻译程序 (汇编程序) 翻译。单词“END”总是放置在程序的尾端, 这个词向汇编程序表示, 它应翻译的程序结束了。

我们可以看出, 串行完成这个简单的逻辑运算需要12步。第一个数字总是只读存储器 (ROM) 或可编程序的只读存储器 (PROM) 的地址, 两种存储器均以二进制方式存入指令。使用微处理器 8080 的情况下 (对 8080, 这里将记忆技术的简略符号选作典例), 输入/输出的地址编号与 ROM 程序存储器的地址编号相同。

当然, 在实践中对这样简单的例子使用微计算机是不经济的, 我们仍将用标准逻辑功能块制作较小型的逻辑电路。但微计算机不仅能够完成布尔逻辑运算, 而且也能够完成加法、减法和许多其它的运算。按完成的运算量来看, 几年前需要30…90个中规模集成电路逻辑功能块才能完成的任务, 现在已过渡到使用经济的微计算机就够了。这种经济性还会逐年转移到进一步有利于微计算机方面来。

3. 微计算机系统的各组成部分

图 3.01 示出了一个采用微处理器的微计算机系统简图。至少需用一台读写存储器 (RAM) 作存储器。在这种情况下, 每次切断电源之后必须将程序重新读入。除了 RAM 以外, 通常还为程序备有一台只读存储器 (ROM)。若最后的程序还没有确定的话, 则可先设置一台 RAM, 以便在程序检验通过之后, 再向半导体厂家订制合适的 ROM。此外, 在可编程序的只读存储器 (PROM) 形式中还备有一个元件, 用户使用这个元件自己能够将程序写入到存储器中去。

PROM 有两种结构。一种是通过内部的电流脉冲使焊接区熔化, 或击穿一个二极管来使存储器编程序, 此后就不再重新编程序了。第二种是有一个浮动“门”(浮栅), 门上印有电荷, 按照半导体厂家规定, 此电荷能保存几十年之久。用紫外线照射, 可将信息再次擦除, 并把新程序写入到存储器中去。

除了微处理器与存储器之外, 装备微计算机还需要一个逻辑“接口”。该逻辑“接口”是为进出于输入与输出单元的数据流服务的。这些外围组件必须与处理机的型号相匹配。

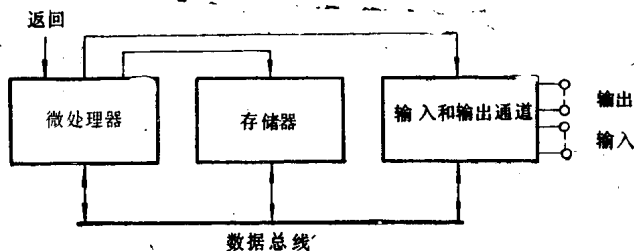


图 3.01 采用微处理器的微计算机系统简易图

3.1 微计算机内部的信号流程

微计算机与所有的计算机一样，基本上都用以韦·诺伊曼命名的周期工作，周期的次序如下：

1. 取出指令；
2. 指令译码；
3. 取出操作数；
4. 执行指令，以及存储或输出结果；
5. 增加指令计数器。

在一个程序中，有下列操作状态和信号流程出现在微计算机的组件之间：

1a. 指令调用（用3.11）。微处理器通过地址总线将存储单元的地址送到(P)ROM。(P)ROM将编好码的指令通过数据总线，送到微处理器。

1b. 固定数据调用（图3.1.1）。微处理器通过地址总线，将存储单元的地址送到(P)ROM。(P)ROM将数据通过数据总线，送到微处理器。