

商斌雄 著

位微计标机及其应用

湖北科学技术出版社

TP36
1004



一位微计算机及其应用

商 斌 雄 编

湖 北 科 学 技 术 出 版 社

内 容 提 要

本书从应用和能设计专用控制系统的目的出发,系统地介绍了以称作工业控制单元ICU的一位微处理器为核心构成的一位微计算机的硬件、软件及其应用。着重分析了一位机专用控制系统的设计原则和有关问题,讨论了处理具体工业控制问题的各种方法和技巧,列举了应用实例,探讨了为保证一位机在工业现场可靠运行的抗干扰问题。在阐述上力求深入浅出,照顾了过去只熟悉硬结构、初次接触软件的部分读者的需要。

全书共分八章,可作为大专院校有关专业的教材,也可供具有数字电路基本知识的实际工作者自学和工作参考。

一位微计算机及其应用

商斌雄编

湖北科学技术出版社出版 新华书店湖北发行所发行

湖南华容县印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 8.5印张 195,000字

1985年8月第1版 1985年8月第1次印刷

印数: 1—7,400

统一书号: 15304·58 定价: 2.10元

前 言

称作工业控制单元ICU的一位微处理器是在8位微处理器之后，几乎与16位微处理器同时研制成功，并于1977年12月在美国市场上出现的新产品。以ICU为核心构成的一位微计算机具有结构简单、指令简明、编程容易、便于掌握、通用性和可扩展性好、高抗干扰、低价格、处理开关量优于八位机等一系列优点，特别适用于工业生产控制。国内从1978年起就开始注意这一发展动向，现不仅能生产供应组成一位机的各种芯片，而且在各个行业中获得了应用。

一位微机有和多位微机共性的方面，也有其自身的特点。在当前技术改造中推广应用一位机，既能立见功效，又能在与多位机连接将工业现场组成一个生产和管理的高度自动化的综合体系中发挥作用；而且，对一位机的应用，也有助于进一步掌握多位微机技术。因此，一位机正成为工业企业中广大工程技术人员乐于采用的机种之一，有关部门也因此召开了全国性的应用技术交流会议，一些院校还开设了这方面的课程。

本书在武汉工学院工业电气自动化专业七九级、八〇级两次使用的讲义的基础上修改而成。本书主要内容是从应用和设计专用系统的目的出发，兼顾了学校教学和广大工程技术人员，特别是初次接触计算机的读者自学和实际工作的需要。在编写本书过程中，得到了湖北科学技术出版社和武汉工学院周省三教授、任世铃副教授的大力支持和帮助，任世铃副

教授还仔细地审阅了全部书稿,提出了许多宝贵意见,给予了热情的指导;上海元件五厂王福奎工程师、第二汽车制造厂吴天真工程师对编写本书给予了热情帮助,提供了有关资料;武汉市江汉区科委彭济棠工程师、武汉胶管厂新产品研制室以及胡桂兰等同志也在多方面给予了协助,在此一并致谢。

编 者

1984年11月

目 录

第一章	概述.....	(1)
§ 1.1	引言.....	(1)
§ 1.2	一位微机的基本结构.....	(2)
§ 1.3	一位微机的工作过程.....	(9)
§ 1.4	一位微机的主要特点.....	(10)
§ 1.5	一位微机的作用.....	(11)
第二章	一位微处理器ICU.....	(18)
§ 2.1	一位微处理器 (ICU) 的结 构 性 能.....	(18)
§ 2.2	一位微处理器 (ICU) 的指令系统.....	(23)
§ 2.3	一位微处理器 (ICU) 的主要逻辑分析.....	(25)
第三章	一位微机的基本硬件系统.....	(45)
§ 3.1	基本硬件的结构框图.....	(45)
§ 3.2	硬件主要部分的作用和级连方法.....	(46)
§ 3.3	实验系统硬件分析.....	(62)
§ 3.4	输入、输出信号隔离电路.....	(71)
第四章	ICU指令分析.....	(81)
§ 4.1	ICU指令分类.....	(81)
§ 4.2	传送指令和逻辑运算指令.....	(82)
§ 4.3	输入、输出控制指令.....	(87)
§ 4.4	标志指令及其扩展.....	(93)
§ 4.5	指令流程的定时关系.....	(97)
§ 4.6	指令的执行过程.....	(101)
第五章	一位微机的程序编制.....	(105)
§ 5.1	程序的基本结构.....	(105)

§ 5.2	程序的转移、分支和子程序.....	(112)
§ 5.3	一位机的编程方法.....	(128)
§ 5.4	程序的写入、检查和修改.....	(139)
第六章	接口、I/O寻址和功能扩展.....	(155)
§ 6.1	I/O地址片选.....	(155)
§ 6.2	基本ICU系统扩展功能的基本思想.....	(164)
§ 6.3	计时计数.....	(166)
§ 6.4	简单的算术运算.....	(175)
§ 6.5	模/数(A/D)转换.....	(176)
第七章	一位机专用控制设备的设计.....	(181)
§ 7.1	设计一位微机专用设备的原则.....	(181)
§ 7.2	专用系统设计中的若干问题.....	(184)
§ 7.3	一位微机的抗干扰措施.....	(192)
第八章	一位微机应用实例.....	(224)
§ 8.1	一位微机在机械加工中的应用.....	(224)
§ 8.2	一位微机在汽车制造行业的应用举例.....	(239)
§ 8.3	一位微机在其它行业的应用举例.....	(251)
附 录		(263)
	电子工业部微型机情报网一位机应用技术交流	
	会议文件附件.....	(263)
	参考资料.....	(268)

第一章 概 述

§1.1 引 言

一位微型计算机是以称作工业控制单元ICU(Industrial Control Unit)的一位微处理器为核心构成的。

一位微处理器MC14500B是美国MOTOROLA公司继8位微处理器M6800之后研制出来的。它作为工业控制器使用时,主要用来完全开关量的逻辑运算和控制,即根据对开关点的通断情况进行逻辑判断,再反馈回去对输出点进行通断控制,从而实现对生产过程等的监视与控制。在一位微机中,一般均设有定时、计时、计数等功能单元,当相应时间或数值到达时,也构成开关信号送入一位机进行加工处理。此外,一位机还具有程序转移、分支程序、子程序、简单的算术运算和数值比较等功能。也可以作为复杂控制系统的初级数据处理单元。

一位微处理器的出现,为研制适应量大面广的工业控制装置提供了一种简单、可靠、价廉而又使用方便的优良器件。不仅传统的继电器工业控制装置、无触点逻辑控制系统、二极管矩阵式顺序控制器正在受到一位微计算机的挑战,而且在某些场合,用一位微处理器来代替4位、8位微处理器也将成为在可编程序工业控制领域的明显趋势。在国内,一些单位在1978年就开始注意一位微处理器的技术发展动向,并积极开展研制一位微处理器及其配套片子的工作,

有些单位如上海元件五厂于1980年用CMOS工艺研制成的5G14500系列产品，可与美国MC14500B系列产品兼容，并在市场上出售。在应用方面，许多单位已作了大量工作。在钢铁、冶金、机械制造、汽车制造、化工、轻工、纺织、食品、交通、煤炭、石油、军工、建材、仪器仪表以至电台、银行票证处理等各个行业、各个方面已得到应用，获得了较好的经济效益。而且，应用的范围日益扩大，从事一位机应用系统研制的单位和人员日益增多，其势方兴未艾。

本书从应用和便于设计专用控制设备的目标出发，较系统地讨论了一位微计算机的硬件、软件及其应用。考虑到过去只熟悉硬结构，初次接触软件的部分读者的需要，本书在叙述上力求由硬件到软件，软件结合硬件进行讨论。书中列举的一些应用实例（包括一些处理问题的方法），是许多单位实际经验的总结，对掌握一位微处理机的基本原理和实际工作都是有幫助的。虽然一位机的指令较少，结构比较简单，但它又具有多位微型计算机的基本特征，所以对一位微机的掌握，也有助于进一步掌握多位微型计算机。

§1·2 一位微机的基本结构

一位机也是一种微型计算机，但因处理数据是一位，所以从结构和工作特点来说，与一般我们习惯称之为微型计算机的八位（或其它多位）微机既有相同之处，也有其自身的特点。

一、微型计算机的基本概念

1、电子计算机的组成

电子计算机的原理结构框图如图 1—1 所示，它由五个部分组成。

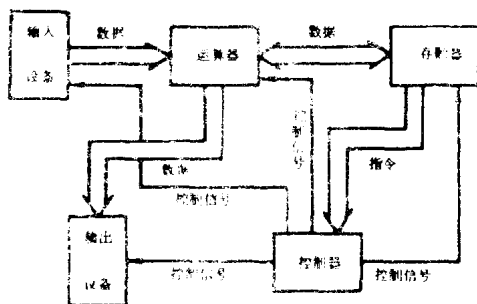


图1—1 电子计算机结构框图

（1）运算器

运算器是直接完成各种算术运算和逻辑运算的装置。算术运算就是加、减、乘、除等运算，逻辑运算就是按照逻辑代数规律进行的运算，如逻辑加（或）、逻辑乘（与）运算等。此外，运算器还有其它一些功能，如数码的传送、移位以及给出转移等。所有这些运算和动作称为操作。

运算器是由电子线路构成，通常包括加法器及若干个寄存器（兼有移位功能）。

（2）存储器

存储器是存放数据和程序的装置。不论是数据或指令，都是一些用二进制表示的代码。存储器的基本功能是能够把许多代码按需要存进去（写入）予以保存或取出来（读出）。

（3）输入设备

输入设备是向计算机送入数据、程序及各种符号信息的设备。

(4) 输出设备

输出设备的作用是把机器工作的中间结果或最后结果送往某些外部设备，如显示器、打印机等予以表示或进行记录，或者输往被控制的对象上去。

(5) 控制器

控制器是机器的指挥系统。它通过向机器的各个部分发出控制信号来指挥整台机器自动地、协调地进行工作。它是根据事先编好并输入到机器内的程序来进行工作（控制）的，计算机先做什么，后做什么，如何处理可能遇到的一切情况，都要由程序来决定。人们把事先考虑好的意图设计在程序中，而控制器则按程序指挥机器工作。计算机自动工作的过程，实质上就是自动执行程序的过程。

上述五个部分构成计算机的硬件结构。当然，也还有电源等一般部件。五个部分之间的联系如图 1—1 中的连线所示。

在计算机中，基本有两股信息在流动。一股是数据，即各种原始数据、中间结果、程序等；另一股是控制命令。所谓控制命令，即是人通过程序将各种命令（也以数据的形式）由存储器送入控制器，再由控制器经过译码后变换而成的各种控制信号。这些信号包括：由控制器控制输入装置的启动或停止，控制存储器的读或写，控制运算器按规定一步一步地进行各种运算处理，控制输出设备输出结果等信号。

当把计算机用于控制时，当然其输入输出还有各种现场信息和控制命令。

在图 1—1 的硬件中，人们往往把运算器、存储器和控制器合在一起称为计算机的主机；而把各种输入输出设备统称为计算机的外围设备（或外部设备——Peripheral）。在

主机部分，又往往把运算器和控制器合在一起称之为中央处理单元——CPU (Central Processing Unit)。

2、 微型计算机的组成

微型计算机是微电子技术，大规模集成电路 (LSI) 超大规模集成电路 (VLSI) 等工艺发展的结果。计算技术和微电子技术结合产生了微型计算机。微型计算机一经问世，发展异常迅速，短短十三年中，微型计算机就变换了四代，如表 1—1 所示。

表 1—1 微 型 计 算 机 发 展 年 表

代 别	初始年度	运算位数	微处理器件集成度
第 一 代	1971	4	>2,200
第 二 代	1973	8	>4,800
第 三 代	1978	16	>29,000
第 四 代	1983	32	>100,000

正是由于微电子技术的发展，使得有可能把运算器和控制器做在一块或几块大规模集成电路芯片上，形成一个整体，充当中央处理器 (CPU) 的功能。这种器件称为微处理器 (Microprocessor Unit)，简称 MPU (或 μ PU)。微处理器和用大规模集成电路做成的其它主要器件，包括存储器 and 输入/输出接口电路等结合，就构成了微处理机。整个微型计算机系统的组成如图 1—2 所示。

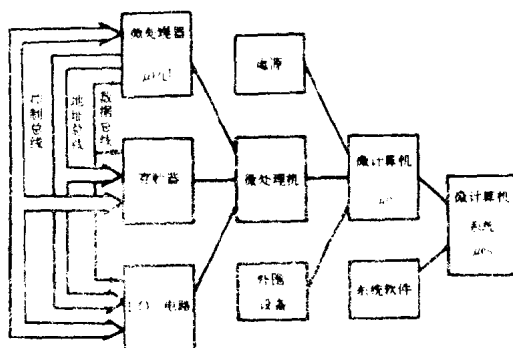


图 1—2 微型计算机系统的组成

3、指令、程序、指令系统和机器的工作过程

上面所讨论的计算机的组成，都只涉及到计算机的硬件。所谓硬件是指构成计算机实体的机械的、电的和磁的部件等。但是，光有这样的硬件，只具备了计算的可能，而计算的真正实现，还必须有软件的支持。

为了运行、管理和维护计算机所编制的各种程序的组合称为软件。所谓“程序”就是指令的有序集合。也就是为了让计算机按照人们所提的要求来完成一定功能时所必须赋予计算机的“操作步骤”。指挥机器进行每一具体的操作的命令就称为指令；而那些被操作处理的信息称为数据。一台机器所具有的指令全体，称为指令系统（Instruction Set）。每台机器都有其特定的指令系统。一个计算机能执行什么样的操作，能进行多少种操作，都是由设计计算机时所规定的指令系统决定的。人们在使用计算机时，必须把要解决的问题用一条条指令编成程序。用户为解决自己的问题所编的程序称为源程序（Source Program）。

指令通常分为操作码 (OPC——Operation Code) 和操作数 (Operand) 两大部分。操作码表示计算机执行什么操作；操作数表示参加操作的数本身或操作数所在的地址。用机器的汇编语言编写源程序时，操作码用助记符代替，操作数用数字或用一些符号——Symbol来表示。

计算机的工作过程是这样的，首先将编好的程序和数据一条条地输入到存储器中，然后程序中的指令自动地逐条输入到控制器中进行译码和执行。当指令执行时，就把所需的数据送到运算器中去运算，运算过程的中间结果又存于存储器或寄存器中，最终运算结果被送至输出部件。程序通常是顺序执行的，所以程序中的指令也是一条条顺序存放到店器的某个区域。计算机在执行时，要把这些指令一条条取出来加以执行，就必须有一个电路能追踪指令所在的地址，这就是程序计数器 PC (Program Counter)。在开始执行时，给 PC 赋予程序中第一条指令所在的地址，称为起始地址或首地址；然后每取出一条指令，PC 自动加 1，指向下一条指令的地址，从而保证指令的顺序执行。只有当程序中遇到转移指令、调用子程序指令或遇到中断时，PC 才转到所需的地方去。从上可见，在多位微处理器中还包含有一个程序计数器 PC。

二、一位微机的基本结构

最简单的一位微机的基本结构如图 1—3 所示。图中的 IR 即为 ICU 的输入寄存器，数据线是一位双向结构。将此图与计算机的基本结构图以及多位微型计算机框图进行比较，可以看出：

(1) 一位微机就是一个计算机。这里的 ICU 起着一般

电子计算机中的控制器和运算器的作用，实现微型计算机中的MPU（即中央处理器CPU）的功能，而整个系统可称为一位微型计算机（简称一位机）。

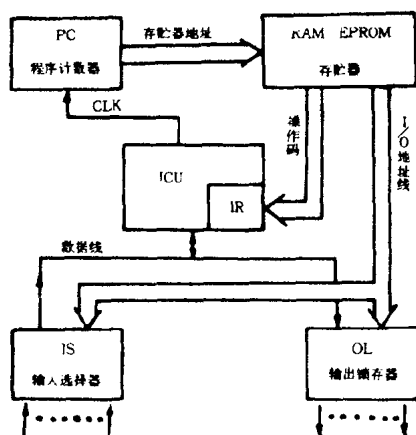


图 1-3 一位微机结构框图

（2）一位微机中的ICU虽与一般微型计算机中的MPU相当，但不象多位机的MPU那样在其中包含有程序计数器，而是独立设置了一个程序计数器PC。

（3）ICU接受存储器送来的4位操作码，完成运算和控制的功能。不过多位机中的CPU能完成算术和逻辑运算，而这里的ICU一般只能完成逻辑运算。

（4）从图1-2和图1-3中的连线来看，二者中的信息流是相同的，只有数据位数的差别。

（5）在后面将会看到，一位微机也是按照人们事先根据机器的指令系统编好的程序进行工作的。因而其工作方式和多位机的工作方式在本质上也是相同的。

综上所述，一位微机就是微型计算机的一种，只不过其

功能比多位微型机少些，其结构也与多位机存在差异。

§ 1 · 3 一位微机的工作过程

为了对一位微机系统有一个初步的整体概念，还有必要了解一下它的基本工作过程。

工作在循环控制处理方式的一位机系统的基本工作过程是，先按工艺要求选用ICU指令系统中规定的指令编好程序（每条指令中也是包含着操作码和操作数或其地址两部分），逐条输入到存贮器，经调试无误后接上现场信号，然后启动运行。于是ICU产生时钟脉冲CLK进入程序计数器PC进行加法计数，并不断访问存贮器寻址。存贮器按PC指示顺序，逐条将4位操作码送给ICU进行识别译码，将I/O地址码送往输入（或输出）部件选取（或发送）所需的数据，输入部件又将选取的数据送ICU进行运算处理。

由于系统的振荡脉冲是在不停地产生，程序计数在不断进行，当计数器达最大值后，计满清“0”再顺序计数。若存贮器内有500条指令，时钟频率为500KHZ，则每秒钟顺序对各程序采样1000次。也就是说，每条指令在1秒钟内被取出1000次，当外部输入条件（如行程开关的通断情况）满足某一条指令时，则该指令有效，于是对1位双向数据总线上的数据和ICU内部1位结果寄存器RR中的数据进行逻辑运算。运算的结果又通过数据总线送到输出锁存器以控制相应的负载动作。

在整个工作过程，程序计算器仍在不断地进行计数、寻址，从而形成循环采样—判断—控制的功能。对于某一条指令而言，可能要经多次循环采样，恰在某次采样到该条指令

时，外部输入条件满足，经过判断，才发出控制信号。因此，外部输入信号的频率不能太高，否则就无法进行控制。在工业控制场合，是完全能适应这种要求的。

§ 1·4 一位微机的主要特点

一、一位微处理器ICU的特点

(1) 因是属于大规模集成电路的较低的一档，因而集成度高，体积小，又比多位微处理器容易制造，成品率高，

(2) 价格便宜；

(3) 只有16条指令，编程、设计、使用简单直观，容易理解，容易掌握；

(4) 扩展容易，能适应各种复杂程度和规模的系统扩展需要；

(5) 采用CMOS工艺，功耗小，允许电压变动范围大（3~18V或5~15V），抗噪声容限大（达电源电压的±45%），内时钟频率范围宽（0~1MC），

(6) 功能齐全，应用范围广。从继电器回路的逻辑处理到中速的串行数据处理均可应用。

二、一位微机的主要特点

用一位微处理器为核心构成的一位微机，特别适用于开关量的运算和控制。可在各个工业部门用来实现单机自控、多机群控和生产自动线的集中控制。其主要特点为：

1、体积小，成本低。

由于采用1位微处理器ICU、可改写只读存储器EPROM