

微型机工业控制技术

王学慧 田成方 编著 原子能出版社



微型机工业控制技术

王学慧 田成方 编著

原子能出版社

内容简介

本书较全面地介绍了微型机工业控制系统的基础知识，硬、软件组成及其工作原理，其中集有 8 位和 16 位微处理机的应用技术，并且阐述了微型机工业控制技术中的基本知识、基本理论和应用技术，以及微型机工业控制系统的设计方法。书中有较多实例分析，供读者学习和参考。

本书可作为大专院校自动控制、计算机应用以及其他有关专业师生的参考书，也可作为科研或生产单位的工程技术工作者、技术工人和其他有关人员的自学教材，此外还可作为微型机及单板机工业控制技术训练班的试用教材。

微型机工业控制技术

王学慧 编著
田成方

原子能出版社出版
(北京 2108 信箱)

通县长城印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印张 21.625·字数 496 千字

1987 年 4 月北京第一版·1987 年 4 月北京第一次印刷

印数 1—4300·统一书号：15175·795

定价：4.25 元

目 录

前言	(1)
----	-------

第一章 绪 论

第一节 微型机控制技术发展过程	(2)
第二节 微型机工业控制系统的结构	(4)
第三节 程序系统——软件	(4)

第二章 微型计算机的数制与编码

第一节 数的进位制	(6)
1-1 十进制	(6)
1-2 二进制	(6)
1-3 二-十进制转换	(6)
1-4 十-二进制转换	(7)
1-5 二-八进制的相互转换	(7)
第二节 数的表示方法	(8)
2-1 电子计算机中数的表示法	(8)
2-2 数的原码、反码、补码和运算规则	(8)
2-3 八进制和十六进制数的表示法	(10)
第三节 微型计算机中的编码	(11)
3-1 二-十进制码(BCD 码)	(11)
3-2 奇偶校验编码	(12)
3-3 字符和符号的编码	(12)

第三章 微型机控制系统常用的逻辑电路

第一节 常用的逻辑集成门电路	(14)
1-1 TTL 集成门电路	(14)
1-2 MOS 和 CMOS 逻辑集成门电路	(15)
第二节 常用的逻辑门电路	(17)
2-1 正逻辑和负逻辑及常用的逻辑门符号	(17)
2-2 异或门和三态开关电路	(18)
第三节 微型计算机的逻辑部件	(21)
3-1 代码寄存器	(21)
3-2 三态缓冲寄存器	(22)
3-3 移位寄存器	(23)
3-4 译码器	(23)
3-5 二进制加法运算器	(24)

3-6 双向数据流的传输电路	(26)
3-7 多路器	(27)
3-8 同步器	(29)
第四节 逻辑信号的传输总线	(30)
4-1 总线结构	(30)
4-2 单总线与多总线	(31)

第四章 存 贮 器

第一节 只读存储器	(32)
1-1 线选法编址的只读存储器	(32)
1-2 重合选择法编址的只读存储器	(33)
1-3 三状态只读存储器	(34)
第二节 重编程只读存储器	(35)
2-1 EPROM 的特性	(35)
2-2 EPROM 2708	(35)
2-3 EPROM2708 写入原理	(36)
第三节 随机存取存储器	(37)
3-1 静态 RAM	(37)
3-2 静态 RAM 的产品实例	(38)
3-3 动态 RAM	(38)
3-4 三态门存储器地址译码器和双向缓冲寄存器	(40)

第五章 微型计算机中央处理器

第一节 CPU 常用寄存器、运算器及累加器	(41)
第二节 堆栈和堆栈指示器	(43)
2-1 堆栈及其工作方式	(43)
2-2 堆栈及管理指示器 (SP) 工作原理	(46)
第三节 控制部件和存贮管理部件	(47)
3-1 控制部分及存贮管理部分的功能	(47)
3-2 控制部分及存贮管理部分的基本结构	(48)
第四节 CPU 定时部分	(49)
4-1 CPU 定时部分的主要任务	(49)
4-2 CPU 定时器电路和工作原理	(50)
第五节 操作码译码器与操作控制部件	(51)
5-1 操作码译码器工作原理	(51)
5-2 组合逻辑型的操作控制部件工作原理	(52)
5-3 微程序型操作控制部件	(54)

第六章 微型计算机的指令系统

第一节 指令的分类和功能	(58)
1-1 取数 (LD)、交换 (EX)、传送 (MOVE) 和搜索 (CP) 指令	(58)

1-2 算数和逻辑运算指令	(58)
1-3 循环和移位 (ROTATE) 指令	(58)
1-4 清除 (RESET)、置位复位 (SET) 和测试 (BIT) 等位操作指令	(59)
1-5 转移 (JUMP)、跳越 (SKIP)、调用 (CALL) 和返回 (RET) 指令	(59)
1-6 输入/输出指令 (I/O 指令)	(60)
1-7 CPU 控制指令	(60)
第二节 指令的结构与编码	(60)
2-1 微型机中指令字的结构	(60)
2-2 指令的编码	(60)
第三节 微型计算机的寻址方式	(61)
3-1 指令格式	(61)
3-2 寻址方式	(62)

第七章 输入/输出接口和外部设备

第一节 输入/输出接口	(66)
1-1 入/出接口的功能	(66)
1-2 程序数据传送	(66)
1-3 直接存贮器存取 (DMA 传送)	(69)
1-4 有关可编程序接口问题	(70)
第二节 中断系统及程序中中断传送	(71)
2-1 中断开放-封锁	(71)
2-2 中断处理	(72)
2-3 不可屏蔽中断 ($\overline{\text{NMI}}$)	(73)
2-4 可屏蔽中断 ($\overline{\text{INT}}$)	(73)
2-5 中断优先权	(75)
2-6 中断嵌套	(76)
2-7 程序中中断传送	(77)
第三节 外部设备	(79)
3-1 键盘	(79)
3-2 电传打字机	(81)
3-3 纸带输入机和穿孔机	(81)
3-4 盒式磁带机	(82)
3-5 软磁盘	(84)
3-6 行式输出印字机	(85)

第八章 微型计算机的显示系统

第一节 微型计算机 CRT 显示系统的结构	(88)
1-1 CRT 显示器总体结构和各部件的功能	(88)
1-2 CRT 显示系统的工作过程简介	(89)
第二节 显示管和偏转部件工作原理	(90)
2-1 静电聚焦电磁偏转式显示管结构和工作原理	(90)

2-2 偏转部件工作原理	(91)
第三节 Z-轴部件工作原理	(92)
第四节 字符产生器工作原理	(94)
4-1 字符图形产生器的基本结构和工作原理	(95)
4-2 笔划书写式和光栅式字符产生器	(96)
第五节 光栅式字符产生器工作原理	(96)
5-1 定点光栅式字符产生器	(96)
5-2 视频光栅式字符产生器	(98)
第六节 线产生器工作原理	(99)
6-1 双数-模转换数字式线产生器	(100)
6-2 模拟式线产生器	(101)
第七节 显示处理部件工作原理	(102)
7-1 接口逻辑和数据的传送	(103)
7-2 数据存贮器和译码器	(104)

第九章 Z-80 系列微型计算机

第一节 Z-80CPU	(105)
1-1 Z-80CPU 的结构	(105)
1-2 Z-80CPU 指令系统简介	(108)
1-3 Z-80CPU 定时系统	(115)
第二节 Z-80 并行入/出电路 (Z-80PIO)	(122)
2-1 Z-80PIO 的结构和主要特性	(122)
2-2 Z-80PIO 正常投入工作	(125)
第三节 Z-80 计数器定时器电路 (Z-80CTC)	(129)
3-1 Z-80CTC 的结构和功能	(129)
3-2 Z-80CTC 引脚及其功能介绍	(131)
3-3 Z-80CTC 工作过程	(133)
第四节 Z-80 直接存贮器存取 (Z-80DMA)	(136)
4-1 Z-80DMA 的结构和功能	(136)
4-2 Z-80DMA 的操作简介	(138)
4-3 Z-80DMA 编程和操作	(139)
4-4 Z-80DMA 程序设计举例	(143)
第五节 用 Z-80 系列集成片构成微型机系统	(144)
5-1 构成 Z-80 最小系统	(144)
5-2 构成一个过程控制系统	(146)

第十章 实例分析——TRS-80 微型机

第一节 TRS-80 微型计算机的结构和功能	(148)
1-1 主机的结构和功能	(148)
1-2 键盘显示系统、I/O 接口及电源的结构和功能	(149)
第二节 CPU 与存贮器工作原理	(150)

2-1 CPU 工作原理	(150)
2-2 地址译码器的工作原理	(154)
2-3 系统 RAM 工作原理	(156)
第三节 TRS-80 机显示系统工作原理	(157)
3-1 显示 RAM 地址产生电路	(157)
3-2 显示信号产生电路	(163)
第四节 输入/输出接口	(171)
4-1 接口编址和译码电路	(171)
4-2 盒式磁带机马达控制电路	(172)
4-3 盒式磁带机的音频输入/输出电路	(172)
第五节 电源供给	(174)

第十一章 16 位微处理机及其系统

第一节 概述	(176)
1-1 硬件发展概况	(176)
1-2 软件发展概况	(177)
1-3 16 位微型机系统概况	(177)
第二节 微处理机 Z8000	(179)
2-1 Z8000 的结构和功能	(179)
2-2 Z8000 多寄存器结构	(184)
2-3 Z8000 的数据处理格式和寻址方式	(186)
2-4 Z8000 的指令设置和指令格式	(186)
第三节 Z8000 的中断和陷阱系统	(188)
3-1 中断和陷阱的结构	(188)
3-2 中断和陷阱的处理过程	(188)
第四节 Z8000 微处理机的存贮管理	(191)
4-1 存贮器管理单元 Z-MMU 的结构和功能	(191)
4-2 段寻址的作用	(193)
4-3 保护装置	(193)
第五节 Z8036Z-CIO 可编程序接口	(194)
5-1 概述	(194)
5-2 Z8036Z-CIO 的基本功能	(195)
5-3 实例分析*	(200)
第六节 Z8090Z-UPC 外设控制器	(204)
6-1 概述	(204)
6-2 Z8090Z-UPC 的功能及其程控原理	(204)
6-3 Z8090Z-UPC 的应用实例*	(211)
第七节 微处理机 MC68000	(212)
7-1 MC68000 的结构和功能	(212)
7-2 MC68000 引脚及其功能介绍	(214)
第八节 MC68000 的寻址和指令系统简介	(216)

6-1 MC68000 的寻址方式	(216)
6-2 MC68000 的数据传送特点	(217)
6-3 MC68000 的指令系统	(218)

第十二章 微型机工业控制系统概述

第一节 微型机控制系统的发展过程	(221)
第二节 微型机工业控制系统的特点、组成及其类型	(221)
2-1 微型机工业控制系统的主要特点	(221)
2-2 微型机工业控制系统的组成	(222)
2-3 微型机工业控制系统的类型	(223)

第十三章 微型机工业控制系统的外围设备

第一节 概 述	(228)
1-1 输入过程通道	(228)
1-2 输出过程通道	(229)
第二节 模拟量输入通道信号的处理	(230)
2-1 标度变换	(230)
2-2 多路切换采样器	(230)
第三节 采样保持和数据放大	(232)
3-1 采样保持	(232)
3-2 数据放大	(233)
第四节 模-数转换器和数-模转换器	(236)
4-1 模-数转换器 (A/D 转换)	(236)
4-2 模-数转换 (A/D 转换) 的整量化误差、数-模转换 (D/A 转换) 和孔径时间	(239)
第五节 模拟量输出通道	(242)
5-1 作用和结构	(242)
5-2 模拟量的存贮和输出	(243)
第六节 过程通道的干扰及其抑制	(244)
6-1 常态干扰的抑制	(244)
6-2 共态干扰的抑制	(246)
6-3 数字滤波	(247)

第十四章 微型机控制系统

第一节 微型机直接数字控制 (DDC) 系统	(248)
1-1 DDC 系统的组成特点	(248)
1-2 微型机 DDC 系统的控制规律	(250)
1-3 实例——双机自动切换的闭环控制系统*	(258)
第二节 微型机集-散控制系统	(265)
2-1 集-散系统的发展过程	(265)
2-2 集-散控制系统的现状和特点	(265)
2-3 实例——Unitrol Σ 系列集-散系统	(267)

第三节 分级分布式微型机实时控制系统	(270)
3-1 系统的发展过程和主要特点	(271)
3-2 系统的基本结构及实时控制原则	(271)
3-3 实例1——星式结构并行通讯分布式微型机控制系统简介	(272)
3-4 实例2——树式结构串行通讯分布式微型机控制系统简介	(273)
第四节 微型机控制系统中的数学模型问题	(275)
4-1 数学模型的分类及模型识别问题	(275)
4-2 微型机控制系统模型识别的一般方法	(277)
4-3 自适应与自学习识别	(281)
第五节 测定过程特性和整定调节器参数	(283)
5-1 阶跃响应法测定生产过程的特性	(283)
5-2 调节器参数的整定	(285)

第十五章 微型机工业控制程序设计方法

第一节 程序设计基础	(288)
1-1 程序设计中的语言	(288)
1-2 微型机的操作系统	(289)
1-3 程序设计步骤	(293)
第二节 应用程序开发方法及开发系统简介	(295)
2-1 应用程序的开发方法	(296)
2-2 MC的开发系统及其应用简介	(296)

第十六章 微型机在工业控制中的应用

第一节 微型机在生产过程自动控制系统中的应用	(300)
1-1 系统工作原理	(301)
1-2 过程监控原理	(303)
1-3 可编程序 I/O 接口 8255	(305)
第二节 微型机在电气传动系统中的应用	(306)
2-1 MC 在电机直流调速系统中的应用	(306)
2-2 MC 在感应电动机控制中的应用	(307)
2-3 由 MC 控制的电流源逆变器供电的同步电机传动	(308)
第三节 MC 对三相六波头循环变流器的直接数控	(309)
3-1 概述	(309)
3-2 循环变流器可控硅控制极的控制方式	(310)
3-3 MC 的基本控制系统	(311)
第四节 MP 在电源系统中的应用	(312)
第五节 MP 和 MC 在自动化管理系统中的应用	(313)
5-1 主-从微型机的硬件技术装备	(314)
5-2 软件技术装置	(314)
5-3 系统的功能	(314)
5-4 系统的三种工作方式	(315)

5-5 系统的应用软件.....	(315)
第六节 MC在控制核电站再热蒸汽温度中的应用.....	(316)
6-1 概况及控制对象的分析.....	(316)
6-2 RTC 调节器系统的结构.....	(318)
6-3 中间再热温度调节装置 (RTC) 的输入和输出.....	(319)
6-4 系统的工作过程.....	(319)
第七节 分布式主从多微计算机控制系统.....	(321)
7-1 概述.....	(321)
7-2 系统的结构特点.....	(322)
7-3 系统的软件结构.....	(324)
7-4 系统的诊断及故障处理.....	(325)
主要参考资料.....	(327)

注：带*号者系中国科学院科学基金资助课题部分内容

前 言

微型机及微处理机是当前世界科学技术最重要的成果之一，它已渗透到国民经济和社会生活中各个领域，其中在工业企业自动化方面的应用，已成为迫在眉睫的客观需要。因而，学习和掌握微型机工业控制及管理系统的基础知识、基本理论和应用技术，已成为广大读者的迫切要求。为此我们特编写了《微型机工业控制技术》一书，以供读者学习和在工作中参考。

全书共分十六章。第一章是对微型机工业控制系统的概述；第二章到第九章是讲述微型机工业控制技术中所需要的基础知识；第十和十一章是实例分析，使读者对8位和16位微处理机系统的结构、工作原理以及在工业控制方面的应用有一个初步的较完整的了解；第十二章到第十六章系统地阐述了微型机工业控制系统的结构、工作原理和使用特点，以及控制系统设计的基本方法，并给出实例分析，以供读者学习和参考。本书是作者在中南矿冶学院自动化系讲授“微型机系统及应用”和“微型机工业控制技术”课程的讲稿基础上，并经过多次修改和补充完善而成的。在编写时，作者力求使书中内容尽可能适应一般科技人员和具有数字电路与计算机基础知识的读者自学，同时从认识规律出发，做到深入浅出，循序渐进。

本书初稿完成后，曾由中南矿冶学院自动化系主任刘尚威教授和全国Z-80微型计算机用户协会会长北京工业大学教授杨希武审阅，陈进贵同志为编辑出版本书付出了辛勤劳动，他们都以严谨的工作作风，为初稿的修改提供了宝贵的意见。在编写本书过程中，还曾得到院、系领导和计算中心站同志们的支持和帮助，在此一并致谢。

由于作者水平有限，经验不多，书中缺点和错误一定不少，热忱欢迎读者批评和指正。

王学慧 田成方

一九八三年十二月

第一章 绪 论

电子计算机正继续朝向两极发展。一方面向着大型、巨型高速度计算机发展,以适应军事和尖端科学的需要;另一方面向着价格低廉的小型、微型多功能计算机发展,以开拓广泛应用的领域。七十年代初,大规模集成电路的发展非常迅速。半导体微电子学的新成就,使电子工业发生了巨大的变化。每块集成片所含元件数已从数千增加到数万,数十万。现在人们不但能制造 128 K 和 256 K 动态随机存取存储器,而且已研制出 64 K 静态随机存取存储器以及单片的 16 位和 32 位微处理机的中央处理器 (CPU)。这种高度集成化产品的出现,使廿年前要几个大型机柜组成的电子计算机主机部分,被集成到小小的一块硅片上,组成了一种功能相当于一个整机的半导体器件。从 1971 年以来的这短短十几年中,微型计算机经过三代更新,现已开始进入第四代。

第一节 微型机控制技术发展过程

微型机工业控制系统指的是用于控制工业生产过程的微型计算机系统。它由微型计算机、输入/输出接口部件、外部设备、外围设备和软件系统等组成。七十年代初,微型计算机开始被应用到工业自动化和科学测试自动化的各领域中。目前,它已逐步成为实现综合自动化和生产过程最佳控制的有力工具。

自从 1971 年第一台微处理机和微型计算机问世以来,微型计算机技术发展十分迅速,到 1976 年全世界已有 200 万台微型计算机投入使用,1977 年增加到 800 万台,到 1980 年据不完全统计已有 2000 万台,预计到 1990 年后,微型计算机将成为国民经济、文化、教育、科研、生产、家庭生活等各领域不可缺少的常规设备。

在谈到微型计算机发展过程时,必不可免地要涉及“微型计算机”、“微处理机”、“微型计算机系统”等专用词。人们常容易把三者混淆起来,因此有必要先了解一下它们之间的关系和区别。

微处理机(简称 MP——Microprocessor)是指由一片或多片大规模集成电路组成的具有中央处理器(CPU,它由运算器、控制器、时钟脉冲发生器和系统控制器所组成)功能的微设备。

微型计算机(简称 MC——Microcomputer)是指以微处理机为基础,配以随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),输入/输出(I/O)接口电路以及其他相应的配套装置所组成的计算机。

微型计算机系统(简称 MCS——Microcomputer System)是指以微型计算机为基础,配以相应的微型外部设备,其中包括微型纸带输入机、微型打印机、CRT 显示器、磁盘机、磁带机以及系统供电设备等组成的硬设备,和系统软件所组成的软设备的总称。

1971 年的第一台微处理机(4004 型)是 4 位并行运算的单片微处理机。以 4004 为基础配以 RAM、ROM、I/O 接口等就构成了 MCS-4 微型计算机。

1972年出现了8位并行的微处理机8008。以8008为基础配以RAM、ROM、I/O接口等就构成MCS-8微型计算机。

以上两种机型都是以PMOS工艺为基础制成的，属于第一代微型计算机。

1973年制成了8位并行功能较强的8080微处理机，以及与其相应的MCS-8微型计算机。它们主要是采用NMOS工艺制成的，开创了第二代微型计算机。

1977年进一步研制出Z-80系列微处理机。它除了包括8080微处理机的全部处理功能外，还增添了80条指令。8080系统的许多外部电路都转移到Z-80 CPU片子上。至此微型计算机进入了第三代。

1978年出现了8086微处理机和相应的MCS-86微型计算机。它比8080的运算速度快7—12倍，全部采用HMOS工艺制成，片内晶体管数多达29000个。与此同时，出现了Z-8000系列微型计算机，其功能更强，大致相当于小型计算机PDP-11/45。1979年研制出MC 68000微型计算机，它有23根单向、三态、能直接寻址8M字节的地址线；16位双向、三态的数据总线；系统的运算能力最大为每秒200万次。于是微型计算机进入了第四代。

到目前为止，世界各国已经公布的微型计算机已有几百种之多，有的功能已赶上小型计算机或略有超过。人们已开始利用微型计算机组成大型计算机系统，这种系统被称为“超小方块”组成的计算机系统，可用来求解上亿次的大型计算机才能适应的大量科学计算课题。人们普遍认为，微型机的出现和发展是计算机行业中的一场革命。

总之，微型计算机集中了半导体技术的最新成就，所以它具有以下的特点：

1. 电路的高度集成化，整机的小型化和微型化；
2. 成本低廉，价格便宜，功率消耗小，功能多样，便于投资和扩充；
3. 使用方便，维护容易，可靠性高，运行稳定，适应性广泛。

此外，新型的微型计算机还带有这样的功能：可由用户来实现“微程序”设计，也就是用户自行填写微程序只读存储器（PROM或EPROM）的内容。因此可以重新规定某些机器的微操作，微指令或微程序，以适应用户的特殊要求。这种经过“修改”的计算机通常能高效地为用户服务。

1981年10月研制成了高速16位微处理机TMS 99000系列。它增加了虚拟存贮，浮点指令，宏存贮功能，其运算速度比现有的其他16位微型机快1—2倍。该机有85种基本指令，256K字节的存贮地址空间，16级优先中断，并有DMA接口和附加处理机、协议处理机接口，可以组成多机系统。

微型计算机技术的迅速发展，为实现工业生产过程自动化创造了更为良好的条件。

从1973年以来，在国内、外化工生产中，先后试用微型计算机进行数据处理和自动测量，组成了微型计算机巡回检测系统，大大地减少了设备投资。1974—1975年，在石油、化工和冶金等工业生产部门，利用微型机构成直接数字控制（简称DDC控制）系统或开环和闭环控制系统，实现了微型机在线过程控制。1976年以来，在美、日等工业发达的国家中，先后在许多工业生产过程中采用了多微型计算机系统的SCC或SPC（监督控制）控制和过程最优控制。与此同时出现了微型机集中分散型综合控制系统（简称集-散系统）。集-散系统具有控制功能分散，显示、操作功能集中等优点。它把计算机控制、模拟仪表控制、顺序控制三者结合起来，并向复杂的分级控制和网络控制方向发展，便于实现最佳化控制及科学管理。微型计算机的价格低廉，集-散系统具有可扩性、多样性、多功能性，

适用于大、中、小企业，可以减少初期投资，利于向高度自动化过渡。

第二节 微型机工业控制系统的结构

图1-1是微型机工业控制系统结构的方框图。它是由中央处理器、存储器、接口电路、外部设备和外围设备五大部分组成。

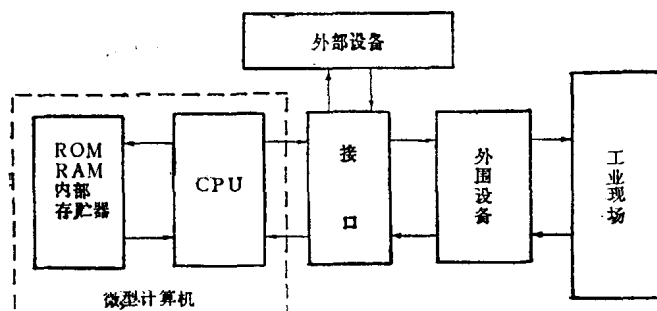


图 1-1 微型机工业控制系统结构框图

微型机工业控制系统经外围设备同工业现场联系。生产过程中的工况参数（压力、温度、流量……等各种参数）经过传感器后变成统一电量单位的模拟信号。再经外围设备中的模-数转换电路，将这个模拟信号量转换成相应的数字量，也就是将工况参数变成微型机能够接受的数字代码，再由外部设备接口电路送往微型计算机。然后微型机按照预先建立的数学模型，自动地运算、分析作出判断，并发出相应的“控制”命令，给出“校正”代码。再经接口电路和外部设备，将这些“控制”命令和“校正”代码送往外围设备，去控制调节执行部件，以达到最佳控制工业现场生产的目的。同时，微型机还可以通过外部设备来显示、输出、打印生产数据和各种生产报表，以提供生产管理资料。当生产现场的工况参数发生异常（越限）时，微型机能及时检出，并通过外部设备发出越限报警预告，使生产者及时了解情况，排除故障，以保证安全生产和产品质量。

微型机的核心部分是中央处理器（CPU）。它由算术/逻辑运算器（ALU）、累加寄存器（ACC）、CPU 通用寄存器、存储器地址寄存器（MAR）、存储器数据寄存器（MDR）以及控制部件等部分组成。程序的执行是在中央处理器中完成的。

微型机的内存贮器也是用大规模集成电路构成的，目前水平已超过每片 32 K 位。大量工业生产的是每片 8 K 位、16 K 位。通常微型计算机的内存贮器为 32 K—64 K 字节。每个字节为 8 位。

微型机的内存贮器分为：动态随机存取存储器（动态 RAM），静态随机存取存储器（静态 RAM）和只读存储器（ROM）三种。只读存储器只能读出不能写入。它用于存放固定程序，这是在制造时就确定下来的，一般是不可变动的。动态 RAM 中所存放的代码内容，需要由再生电路定时给予再生，否则不能维持工作。而静态 RAM 则不需要再生电路。

第三节 程序系统——软件

微型计算机工业控制系统的操作顺序是由一个程序或编码系列来控制的。程序由一系

列的指令和数据所组成。每条指令和数据都采用二进制编码形式，以一个或几个字节的格式存放在存储器中。这样的数字编码叫做机器语言指令码（简称指令）。指令由操作码和操作数组成。实际上，微型机进行计算、自动控制或做其他操作时，需要由这种机器语言指令码组成的程序来控制。这就是所谓的机器语言程序。

用机器语言来编写程序，既费时间，又容易出错。所以人们用记忆符号，也叫“汇编语言”代替每个机器语言指令代码。例如在某微型机系统中，指令“LDA, 5”表示“将存储器5号单元的内容送到累加寄存器A中去”的机器指令的记忆符号。如果用机器语言书写，其代码由两个字节组成。第一个字节是00011010($=26_{10}$)，第二个字节是00000101($=5_{10}$)。显然前者比后者简单，容易记忆，书写时不容易出错。用“汇编语言”书写的程序叫汇编语言程序。但是，微型机不能直接识别汇编语言程序。必须把汇编语言程序，经过一个汇编程序“翻译”成微型机能够识别的机器语言程序。这个翻译过程叫做汇编。

汇编语言虽然比机器语言对人们来说方便得多，但是同人的自然语言差别还是很大。为了使不熟悉具体计算机的人也能使用计算机，编写程序更加容易，使用机器更为方便，于是创造了更接近人的自然语言的程序设计语言，即高级程序设计语言。这种高级语言是将几个指令合成一个语句，再由一系列语句组成程序。这种程序叫编译语言程序，这种语言叫编译语言。用编译语言写成的程序比用汇编语言写的程序要短的多，并且免去记忆大量繁琐的符号，完全摆脱了具体机器的限制，各种计算机都能通用。比较常用的高级语言有：用于科学计算的公式翻译语言FORTRAN，算法语言ALGOL，商业用语言COBOL以及APL，PL/1和基本通用语言BASIC等等。

同使用汇编语言的情况一样，使用编译语言时，也必须给微型机系统配备一个既懂编译语言，又懂机器语言的“翻译员”，即“编译程序”。微型机系统配了编译程序后，就可以自动地把编译语言程序翻译成机器语言，然后就可以进行计算了。用汇编语言或编译语言编写的程序都叫做源程序。汇编程序和编译程序统称为语言程序。

此外，微型机程序系统中，还有管理程序和服务程序等。

管理程序是负责管理微型机系统各相应部分硬件和软件协调动作，充分发挥计算机各部分功能，提高其工作效率的程序。微型计算机技术的新成就，使现代先进的微型机系统在同一时间内运行多道程序，同时能解决多个问题，这就需要管理程序进行统一的管理和调度。

服务程序就是为微型机系统进行服务的程序，例如：诊断程序，查错排错程序，编辑程序等等。

上面谈到的汇编程序、编译程序、管理程序、服务程序等总称为系统程序，一般是由微型机生产厂家提供的。

用户为使用微型机系统解决某些问题而专门编制的程序称为应用程序。例如：工程设计程序，专题科学计算程序，数据处理程序，自动控制程序……等等。

现代微型计算机程序系统或软件主要由系统程序和应用程序所组成。

微型机工业控制系统由于结构简单，使用方便，可靠性和控制能力不断提高和增强，所以它们的应用日趋广泛。另外，在工业自动控制领域应用中，其电路部分（硬件）和程序设计部分（软件）相互牵涉的面较大，要求从事微型机工业控制技术的工作者，既要懂硬件知识，又要懂些软件知识。这样，才能使微型机的应用技术得到迅速发展和提高。

第二章 微型计算机的数制与编码

这一章主要讨论微型计算机中常用的数制,以及各种符号的编码技术(首先研究各种数制的表示方法,然后讨论各种数制与人们最熟悉的十进制之间的关系)。在编码技术方面,主要讨论微型计算机中常用代码、表示方法以及各种码之间的关系,其中也包括ASCII代码。

第一节 数的进位制

1-1 十进制

在人们日常生活中,最常用的数制是十进制,它是由数字0到9组成的,其基数是10。它是一种位置记数法,因为在多位数中每一位都有一定的“权”,例如十进制数52.38,可用带有“权”的各系数之和来表示,即

$$52.38 = 5 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$$

故任何一个十进制数 N_{10} 可以表示成(10为其下标):

$$N_{10} = f[K_n \cdot 10^n + K_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \dots + K_1 \cdot 10^1 + K_0 \cdot 10^0 + K_{-1} \cdot 10^{-1} + \dots + K_{-m} \cdot 10^{-m}] \quad (1.1)$$

式中, m, n 均为正整数; K 可以为 0, 1, …, 9 十个数中的任一个数; f 为“正”或“负”号。

1-2 二进制

在微型机中,最常用的数制是二进制。其基数是2,每一位用“1”或“0”表示,数逢二进一。任何一个二进制数 N_2 可以表示成(2为其下标):

$$N_2 = f[K_n \cdot 2^n + K_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + K_1 \cdot 2^1 + K_0 \cdot 2^0 + K_{-1} \cdot 2^{-1} + \dots + K_{-m} \cdot 2^{-m}] \quad (1.2)$$

式中, m, n 均为正整数; K 可以为 0, 1 两个数中任一个; f 为“正”或“负”号。

例如 01, 10, 11, 1001 分别表示一个二进制的数。

1-3 二-十进制转换

利用(1.2)式可将任一个二进制数转换成十进制数。例如把 $N_2 = 111001$ 转换成十进制数,即:

$$\begin{aligned} N_2 &= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 32 + 16 + 8 + 1 = 57 \end{aligned}$$

又如把二进制小数 $N_2 = 0.11001$ 转换成十进制的数,即:

$$N_2 = 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 0 \times 2^{-4} + 1 \times 2^{-5}$$

• • •