

国产四位微型计算机 设计与应用

王昌纯 伯崇良 曾春霖

合 编

浙江省温州市科技情报研究所

一 九 八 四 年

前 言

四位微型计算机以其成本低廉,使用量大、面广和易学易用等特点,在被称作微型计算机时代的今天,使其在各类微型机的生产、销售和应用数量等方面都保有其遥遥领先的地位,它是最早诞生的微型机,进入八十年代以来,虽然各类高级微型机不断涌现,但四位微型机仍继续保持经久不衰的发展趋势,这是不容忽视的现实。

国产四位微型计算机从大规模集成电路的设计与生产到整机系统的设计与组装以至系统应用与开发等整套技术来说,都标志着它实际已成为各类微型机国产化的起点。

国营第八七八厂试制成功的DG0040高性能四位微型计算机采用先进的N沟硅栅E/D MOS工艺制造,电路在+5伏单一电源下工作,其输入输出均与TTL电路兼容,使用方便,价格合理,自其问世以来,得到广泛的应用和迅速的推广,特别是受到广大的非电行业与非计算机专业人员的欢迎,表明它在我国有着广阔的发展前景。

短短的两、三年来,国产四位机已在我国的工、农、商、医和军事等各部门都得到了广泛的应用,收到了显著的效益,为此吸引了更多的行业与人员要求迅速地了解和用它。

虽然近年来,我国出版了大量的微型机方面的专著,但对四位微型机却很少涉笔,更谈不上对国产四位微型机作系统的论述,这显然是满足不了广大读者要求的。为此,本书的出版也算是对普及微型机技术知识的一个补充吧!

本书的编者都是近年来国产四位微型机的设计、生产与推广应用工作的实际参加者,因此,本书的阐述不是基于引经据典,而是立足于实践的介绍。设计原理谈的就是国产四位机是怎么制造的,应用谈的就是怎样把国产四位机用到各行业上去的。总之,是怎么做就怎么说,当然,四位机毕竟是计算机的一种,也就必然避不开专门的名词术语,对于这部分,我们作了浅显的解释,作为预备知识放在第一章里;第二章至第四章分别就国产四位机的硬件与软件逐一作详细的分析,特别是程序的分析,提供了大量的实用程序,读者可以不妨一试;第五章则进一步举出一些应用实例,以飧读者;最后,在附录中列出了大量的了解和应用国产四位机的工具资料。

本书第一、二、两章由合肥市微型计算机应用技术研究王昌纯同志执笔,第三、四章由邵阳市电子技术研究所伯崇良同志执笔,第五章由温州市微型计算机应用技术开发中心温州市离子注入研究所曾春霖同志执笔。书虽然仅是这几位同志编写的,但国产四位机的工作成果,都是全国大协作的产物!在此,仅向我们的同行表示深切的感谢!

编者

一九八三年十月

目 录

前言

第一章 四位微型计算机概述	(1)
第一节 四位微型计算机发展简史	(1)
一、四位微型计算机开创微型机发展新时代	(1)
1. 1 电子计算机的基本结构	(1)
1. 2 微处理机的兴起和微型机的发展	(1)
1. 3 微型计算机的特点	(2)
二、蓬勃发展的四位微型计算机	(3)
2. 1 四位微型机是微型计算机的先驱产品	(3)
2. 2 四位微型机的内在特点	(3)
三、国产四位微型机的发展	(4)
3. 1 国产四位机的发展与应用前景	(4)
3. 2 对国产四位机的评价	(5)
第二节、必要的基础知识	(5)
一、大规模集成电路	(5)
1. 1 集成电路	(5)
1. 2 集成度	(5)
1. 3 大规模集成电路	(5)
1. 4 MOS集成电路	(5)
1. 5 PMOS与NMOS电路	(6)
1. 6 CMOS电路	(6)
1. 7 E/DMOS电路	(6)
1. 8 TTL电路	(7)
二、逻辑代数与逻辑电路	(7)
2. 1 逻辑代数与逻辑电路	(7)
2. 2 基本的逻辑运算及其定义	(7)
2. 3 基本的逻辑运算规则	(8)
2. 4 真值表	(8)
2. 5 门电路	(9)

2.6	逻辑	(9)
2.7	正逻辑与负逻辑图	(9)
三、	二进制和二—十进制运算	(9)
3.1	计数法和数制	(9)
3.2	二—十进制	(11)
3.3	数制间的互化	(12)
3.4	二进制运算规则	(14)
3.5	半加和	(14)
3.6	加(减)6修正	(14)
3.7	反码和补码	(19)
3.8	定点运算与浮点运算	(17)
四、	程序编制的基本知识	(18)
4.1	软件和硬件	(18)
4.2	程序	(18)
4.3	指令	(19)
4.4	位、字与字节	(19)
4.5	语言	(19)
4.6	汇编语言	(19)
4.7	流程和流程图	(20)
4.8	主程序和子程序	(20)
4.9	子程序嵌套	(20)
4.10	地址堆栈	(20)
4.11	中断	(21)
4.12	中断排队和中断优先	(21)
4.13	中断禁止和中断屏蔽	(22)
4.14	条件转移和无条件转移	(22)
4.15	跳步	(22)
五、	微型计算机系统和应用	(22)
5.1	最小系统与扩展系统	(22)
5.2	外部设备	(22)
5.3	内存与外存	(22)
5.4	开发系统	(22)
第三节	四位微型机的设计与生产	(23)
一、	使用目标是设计的依据	(23)
二、	工艺水平是体现设计水平的保证	(23)

三、大规模集成电路的制作是实现设计的手段·····	(23)
第四节 四位微型机的开发与应用·····	(24)
一、由芯片系列到微型机系统·····	(24)
二、四位微型计算机应用的权衡·····	(24)
三、开发手段是专业化的芯片生产与专用化系统构成的桥梁·····	(25)
第二章 国产四位微型计算机的硬件剖析·····	(26)
第一节 国产四位机的设计思想与系统组成·····	(26)
一、使用目标与工艺的选择·····	(26)
1. 1 DJS—020四位机的设计·····	(25)
1. 2 DG0040系列的设计·····	(25)
1. 3 DG00401CPU ·····	(27)
二、国产四位机的最小系统及其扩展概述·····	(27)
2. 1 DJS-020电路系列简介及系统组成·····	(27)
2. 2 DG0040系列简介·····	(31)
2. 3 DG00401微处理机及其组成的系统 ·····	(35)
三、国产四位机系统功能综述 ·····	(33)
3. 1 电路结构·····	(36)
3. 2 处理能力·····	(36)
3. 3 系统的扩展能力·····	(36)
第二节 国产四位机的单元电路·····	(38)
一、MOS倒相器 ·····	(38)
1. 1 基本的倒相器电路·····	(38)
1. 2 E/D MOS倒相器·····	(39)
1. 3 作为驱动器使用的MOS倒相器 ·····	(39)
二、门电路·····	(40)
2. 1 或非门·····	(40)
2. 2 或门·····	(40)
2. 3 与非门·····	(41)
2. 4 与门电路·····	(41)
2. 5 与或非门电路·····	(41)
2. 6 异或门电路·····	(42)
三、触发器·····	(42)

四、存贮器单元电路	(42)
4. 1 随机存取存贮器的单元电路	(43)
4. 2 只读存贮器的单元电路	(44)
第三节 运算器及各类寄存器	(45)
一、二——十进制全加器及其进位电路	(45)
1. 1 全加器的设计原理	(45)
1. 2 国产四位机全加器的分析	(46)
1. 3 进位触发器	(48)
二、累加寄存器	(50)
2. 1 累加寄存器在机器内的作用	(50)
2. 2 累加器的设计	(51)
三、缓冲寄存器	(52)
3. 1 输出数据缓冲器	(52)
3. 2 双向I/O通道及G缓冲寄存器	(54)
3. 3 程序地址缓冲器	(55)
四、标志触发器	(55)
4. 1 DJS—020电路中的程序标志触发器 RF/F和子程序转移标志触发器DF/F	(56)
4. 2 DG0040系统中的标志触发器	(56)
4. 3 DG00401微处理机中的标志触发器	(58)
第四节 操作控制器	(58)
一、指令译码器	(58)
二、跳步逻辑	(59)
2. 1 DJS—020系统中的跳步条件	(60)
2. 2 DG0040电路的判跳逻辑	(62)
2. 3 DG00401电路的跳步逻辑	(63)
三、程序地址计数器及堆栈	(65)
3. 1 DJS—020系列电路中的程序计数器	(65)
3. 2 DG0040电路的程序地址控制	(68)
3. 3 DG00401电路的程序地址	(70)
四、数据地址计数器	(70)
4. 1 DJS—020电路中的数据地址计数器	(71)

4.2	DG0040系列电路中的数据地址计数器	(72)
4.3	DG00401电路中的数据地址计数器	(73)
五、	控制触发器	(73)
5.1	DJS—020系统中的控制触发器	(74)
5.2	DG0040系统中的控制触发器	(74)
六、	自清0电路	(75)
七、	片选电路	(75)
7.1	DJS—020电路的片选	(76)
7.2	DG系列电路的片选	(77)
第五节	存贮器	(77)
一、	数据存贮器	(78)
1.1	地址译码器的作用	(78)
1.2	读写控制及读出放大电路	(78)
二、	程序存贮器	(80)
2.1	程序存贮器ROM的地址译码器	(80)
2.2	ROM的读放电路	(80)
第六节	输入/输出电路	(81)
一、	键盘输入电路	(81)
1.1	DJS系列的键盘输入电路	(81)
1.2	DG系列的键盘输入电路	(82)
二、	异步输入电路	(83)
2.1	DJS系列电路的异步输入	(83)
2.2	DG00401电路中的异步计数输入端INT	(84)
三、	移位寄存器输出与同步输出	(84)
四、	输入/输出双向数据通道	(85)
五、	显示输出电路	(85)
第七节	时钟电路	(88)
一、	环形振荡器	(88)
二、	时钟信号的产生	(88)
三、	机器工作的时间分配	(89)
第八节、	定时/计数与中断功能部件	(90)

一、定时/计数及内部中断	(90)
二、中断处理功能	(91)
2.1 中断许可触发器IEF/F	(91)
2.2 中断屏蔽触发器IFF/F与TFF/F	(91)
2.3 中断请求信号发生电路	(92)
2.4 中断排队及中断响应电路	(93)
2.5 中断向量地址的产生	(93)
第九章 接口电路	(94)
一、DG0046多通道通用接口电路	(94)
1.1 电路的逻辑结构与逻辑功能	(95)
1.2 DG0046电路的工作模式	(101)
二、片选电路DG0047	(105)
第三章 国产四位微型计算机软件	(106)
第一节 计算机的硬件与软件	(106)
第二节 指令格式与数据结构	(106)
一、指令格式	(106)
二、数据结构	(108)
第三节 指令系统	(109)
一、DG系列基本指令系统	(109)
1.1 存储器指令	(109)
1.2 运算指令	(111)
1.3 位操作指令和标志操作指令	(112)
1.4 输入输出指令	(114)
1.5 转移指令	(115)
1.6 中断、定时器指令	(117)
二、DG0046接口电路指令系统	(118)
2.1 操作模式选择指令	(118)
2.2 数据传送指令	(118)
2.3 SIO指令	(119)
2.4 位操作指令	(120)
2.5 位测试指令	(120)
三、DG0047片选电路指令	(120)
四、DJS—020机指令系统	(121)

4.1	运算指令和累加器操作指令	(121)
4.2	存储器指令	(122)
4.3	位操作指令	(123)
4.4	输入输出指令	(123)
4.5	测试指令	(124)
4.6	转移指令	(125)
第四节	程序编制过程	(127)
一、系统设计	.....	(127)
二、程序设计	.....	(127)
三、程序正确性调试	.....	(128)
第五节	基本程序设计方法	(128)
一、直线流程	.....	(128)
二、分支转移	.....	(128)
三、循环程序	.....	(129)
四、子程序	.....	(130)
第六节	程序实例	(131)
一、移位程序	.....	(131)
1.1	左移程序	(131)
1.2	右移程序	(131)
二、数据传输程序	.....	(132)
2.1	全字长数据传送	(132)
2.2	八位字长数据传送	(134)
2.3	任意字长数据传送	(135)
三、运算程序	.....	(136)
3.1	DJS-020机加减法运算程序	(136)
3.2	DG系列四位机加减法运算程序	(133)
四、延时程序	.....	(139)
五、中断、定时/异步计数器程序	.....	(140)
5.1	CPU与外部设备数据传输方式	(140)
5.2	DG00401中断、定时/异步计数器程序结构	(141)
六、键盘输入, 显示扫描和显示编排程序	.....	(147)
6.1	DG系列四位机数码显示与测键程序	(147)

6. 2	DJS—020机测键与数码显示程序	(151)
6. 3	显示编排程序	(156)
第七节	十进制加减法、乘除法和开平方运算	(159)
一、	十进制加减法运算	(159)
二、	十进制乘、除法运算	(161)
三、	开平方运算	(164)
第八节	DG0046操作模式程序结构	(166)
8. 1	Mode 0	(166)
8. 2	Mode 1	(166)
8. 3	Mode 2	(169)
8. 4	Mode 3	(169)
8. 5	Mode 4	(170)
8. 6	Mode 5	(170)
8. 7	Mode 6	(171)
8. 8	Mode 7	(171)
8. 9	Mode 8	(171)
8. 10	Mode 9	(172)
8. 11	Mode 10	(172)
8. 12	Mode 11	(173)
8. 13	Mode 12	(173)
8. 14	Mode 13	(174)
8. 15	SIO移位	(175)
8. 16	SIO同步计数	(175)
8. 17	SIO异步计数	(176)
8. 18	SIO作为定时器	(176)
8. 19	DG0047片选程序	(177)
第四章	国产四位微型计算机开发系统	(178)
第一节	概述	(178)
一、	开发系统	(178)
二、	四位机开发系统	(178)
第二节	在小型计算机上建立四位机开发系统	(179)
第三节	在八位个人计算机上建立四位机开发系统	(181)

第四节 用四位机构成四位机自身开发装置	(184)
第五节 在操作系统支持下的四位机开发系统	(186)
第五章 4位微型计算机的功能扩展与应用	(187)
第一节 4位微型机的扩展技术	(187)
一、DJS—020机的数据存贮器的扩展	(187)
二、DJS—020机程序存贮器的扩展	(189)
三、DJS—020机输出控制的扩展	(190)
四、4位微机带打印机的设计	(190)
五、4位微型机带转储装置	(193)
第二节 4位微型机的应用举例	(195)
一、微机控制的JSJ注塑机	(195)
二、MJS—1棉花收购微型机核算系统	(197)
三、4位微型机在纺织细度秤中的应用	(198)
四、国产4位微机在色谱分析仪上的应用	(199)
五、DJS—022A售书记帐计算机	(201)
附录	(209)
一、本书符号汇编	(210)
二、国产四位机电路外引线排列图	(212)
三、集成电路双列直插封装外型尺寸	(214)
四、国产四位机电路电参数规范	(215)
五、国产四位微型机的指令系统	(220)
六、DG0046接口电路操作模式表	(插页)
七、国产四位微型机汇编符号与指令码对照	(234)
八、国产四位机转移指令转移地址的明细表	(243)
九、常用外围电路简介	(246)
十、国产四位机应用任务单位一览	(250)

第一章 四位微型计算机概述

第一节 四位微型计算机发展简史

一、四位微型计算机开创了微型计算机发展的新时代

1.1. 电子计算机的基本结构：自从本世纪四十年代中期人类步入电子计算机时代以来，形形色色的计算机已深入到科学技术、物质生产以至人们日常生活的各个领域。它们不仅能减轻甚至代替人们日常繁琐的家务劳动，更重要的是能完成单凭人们勤劳并不能完成的各种复杂的数据处理和高度自动化生产的过程控制。因此，电子计算机发展的技术水平和普及程度，在今天已被作为评价一个国家或地区的工业化发展水平的重要标志。因此，了解、学习和使用电子计算机已是人们生活所需的课题了。

从最简单的到最复杂的电子计算机，其基本结构都是如图1—1所示的五个基本部分组成，也都是执行着程序控制式的工作方式。其中，运算器和控制器是计算机实现各种功能的核心部分，存储器是用以存储程序和

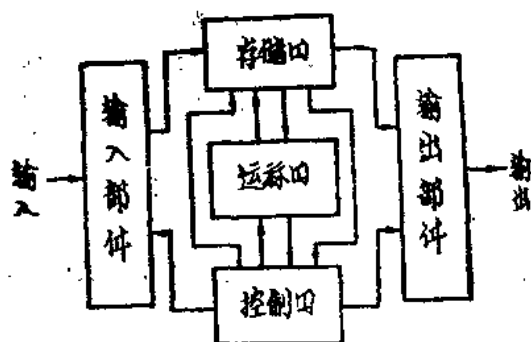


图1—1 计算机的基本结构

数据；输入和输出则是计算机与外界进行数据或信息交换的必要部件。上述各个组成部分的构成方式、繁简程度和制作方法的不同，就形成了适应范围、处理能力和处理速度等都各不相同的各种类型计算机。人们不断地寻求新的生产技术，力图用最低的成本和最简便的方法以实现具有尽可能大的处理能力和适用范围、并具有尽可能高的处理速度的计算机，则促进了电子计算机技术的飞速发展。这样，随着新的生产技术的不断突破，电子计算机便经历了它的电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路的各个时代，今天，又在朝着超大规模集成电路的新一代发展着。同时，我们还可看到，计算机的不断更新只是以组成电路所用器件的生产方式为特点，而如图1—1所示的计算机的基本结构却仍然没有根本的变化。

微型计算机是七十年代发展起来的，它属于大规模集成电路一代中发展极其迅速的一类电子计算机。今天，它也正在朝着超大规模集成电路的新一代微型计算机发展着。

1.2. 微处理机的兴起和微型计算机的发展：微型计算机是大规模集成电路技术突破的产物，它的出现、发展和使用都与大规模集成电路技术紧密地联系在一起，在我们学习微型计算机知识时，还总是会遇到“微处理机（或者叫做微处理器）”这一名词，它也是与大

规模集成电路紧密连系地在一起的一个特定概念。因此，为了解“微处理机”和“微型计算机”这两个概念，有必要简述一下大规模集成电路的特点及其如何与计算机结下不解之缘的。

六十年代末期，一种叫做金属—氧化物—半导体（简称为MOS）型大规模集成电路技术已经被突破，并且具备了大量生产的条件。这种大规模集成电路是在一只面积仅数十平方毫米的芯片上，按照一定的电路形式，把多达数千只晶体管及其间的连线做在一起，而构成一只具有特定功能的电路器件。它具有体积小、功耗低、成本低和可靠性高等显著特点，但是，正因为它是一种具有特定功能的电路，而不是可以随意连接的单个器件，因此，它的使用必然受到电路形式的限制。要使这种大规模集成电路具有大量生产的实际价值，就必须选择具有大量市场需要的电路形式。显然，只有计算机电路一方面需耗用如此多的器件，一方面同一类型的计算机，其电路形式也是基本一致的，同时，从计算机技术本身发展的需要来说，不断寻求缩小体积、降低功耗和成本、提高速度和可靠性的新技术，正是人们予以不断探索的途程。这样，大规模集成电路技术与计算机技术的紧密结合就是必然的了。

1971年，美国的英特尔公司迈出了第一步。它以当时十分活跃的台式电子计算机为目标，把其中的核心电路即运算器和控制器部分设计成一片大规模集成电路，推出了叫做英特尔4004的芯片供日本的台式计算机公司使用。它是一只并行处理能力为四位二进制的处理器，后来就被称为世界上的第一个“微处理机”。初期的喷试成功，再经过人们不断的改进与探索，终于找出了这样一条道路：把计算机结构中的核心部件尽量做成统一的电路形式，把存储器和输入输出接口部分也尽量做成标准的电路形式，以求用标准的核心电路，配以数量不等标准存储器和输入输出接口电路，从而组成功能各异的各种计算机。这就是从“微处理机”走向“微型计算机”的道路。随之，这两个概念就以下述的两个定义予以区别。

用一片或几片大规模集成电路制作的计算机中央处理单元（即CPU，它包括运算器和控制器两个核心部分）叫做微处理机（或称微处理器），简称为 μP 。

以微处理机为核心，配以适当的存储器和输入输出接口电路组成的计算机叫做微型计算机，简称为 μC 。

显然，微处理机并不是计算机，它只是具备了计算机的核心功能部件，但由于它没有存储器和输入输出接口部件，因此它并不能实现计算机的功能，微型计算机则具有实现计算机功能所必需的各种部件，因此，它是一个完整的计算机。

自此，微处理机、存储器电路和输入输出接口电路，便成为大规模集成电路产品的三大支柱。反之，大规模集成电路技术所提供的各类标准电路，使微型计算机的设计人员摆脱了繁重的电路设计工作，而专心于如何选用和装配这些标准电路，以求发挥最大的效能。

微型计算机根据其所使用的微处理机并行传递二进制字长位数的不同，被分为四位、八位、十六位机数种，近来由于超大规模集成电路技术的发展，新的三十二位微型机也已有所报导。世界上第一个四位微处理机——英特尔4004尽管与它后来的各类产品相比，有着很多不足之处，并很快为它的改进产品所代替，但它毕竟在微型计算机的发展过程中起到了“开拓者”的作用。

1.3. 微型计算机的特点：

1.3.1、微型计算机究其基本结构来说，仍然没有突破传统的计算机基本结构，虽然从形式上看，一部微型计算机只需由几种基本电路构成，如图1—2所示：尽管由于它有下列的优点而得以迅速的发展，但它毕竟还是属于大规模集成电路和超大规模集成电路一代计算机中的一种类型。

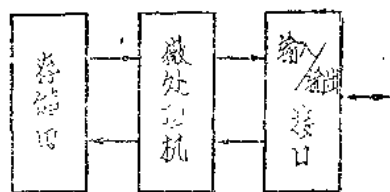


图1—2 微处理机的基本组成

1.3.2、体积小、成本低、功耗小、可靠性高和使用方便，是微型计算机的显著优点，也是其一经问世便得以迅速发展的基础。

1.3.3、随着大规模集成电路技术的不断发展，被集成的电子元件数愈来愈多，致使四位和八位微型计算机都以单片的形式被集成，即一块大规模集成电路把微处理器、存储器和输入输出接口器件都做在一起，从而实现了一只大规模集成电路就是一个完整的微型计算机。这一方面使每种微型计算机更加趋向于专业化的应用，一方面使得微型机的应用可以不再以独立的机器系统形式出现，而只需被当作一个专用的部件被应用到某个系统或设备中去。

1.3.4、微型计算机的发展说到底仍然依赖于大规模集成电路技术的发展，因此，受目前技术水平的限制，从集成度、存储器容量和处理速度等多方面因素来说，并不是一切型号的计算机都可采用微型计算机的制作方式，它的应用领域主要还在于小型和低速的应用场合。但是，这些场合却正是人们日常活动所接触的地方，因而它能如此迅速地为人们所熟悉和掌握。

二、蓬勃发展的四位微型计算机

2.1.以英特尔4004四位微处理器为核心的四位微型计算机MCS—4是微型计算机的先驱产品。虽然四位微型计算机中的并行处理数据的能力最低、容量最小、速度最慢，但是，在微型机问世以来的十余年发展历史中，四位机的发展势头却一直处于领先地位：

2.1.1、四位机的销售量一直稳居各类微型机的销售量之首，在美国约占微型机销售量的50%以上，在日本则更高达70%以上。由此可见，四位微型机的生命力是毋庸置疑的。

2.1.2、从技术发展角度看，早自1975年起，便实现了微型机的单片化生产。由于在工业发达国家里，微型机被广泛应用于各种民用和生产部门，从而给实现专用化单片微型机生产所必需的条件——相当数量的市场——提供了保证，加上四位机本身结构的较为简单，生产技术也有可靠的基础，因此，四位微型机最早实现了单片化生产，并且其处理的能力也在不断地加强。近年来，单片四位微型机电路正进一步集成一些复合功能、多重处理功能和A/D、D/A转换器与PLL（锁相环电路）等各种特殊功能，努力使通道功能具备智能，而转向发展具有通用结构的专用微型计算机。

2.1.3、从品种系列的发展来看，四位微型机也是雄居首位。就1981年的统计资料来看，处于稳定生产和销售的单片四位机就有26个系列多达172个品种，1982年更增至主要系列有35个，共266个品种。这是其它任何类别的微型计算机的品种系列所无可比拟的。

2.2.四位微型机之所以能获得如此迅速的发展，是与它所具有的下述内在特点分不开的：

2.2.1、四位机结构简单、工艺成熟、易于大量生产。如前述，四位机在国外主要用

于专用的场合,而较少地考虑它的通用性,因此,在电路的设计上,可以寻求最合理而又最简化的方案;同时,作为大规模集成电路的主要生产工艺——各类MOS电路工艺在国外也较早地成为成熟的常规工艺,这就给产品的不断翻新和大量生产低价的产品提供了保证。

2.2.2、应用范围广。四位机主要面向消费类应用,包括各类计算器、仪器仪表控制、数字控制报警装置等,特别是大量的民用电子设备和电子娱乐器件等在欧、美、日各国的家庭中应用极为广泛,从而使得四位机的生产有着广阔的市场保证。

2.2.3、使用方法简便。四位微型机的使用程序都为固定掩模式只读存储器(ROM)并由制造厂家预先制作在大规模集成电路片内,用户的使用只表现为按键操作,而无需专门的技术知识,因而极易推广,乐于为用户所接收。

2.2.4、四位机的广阔市场和专用化的特点,给各类四位机提供了宽广的回旋余地,可以做到各得其所,免除了不同机种在同一领域的互相争挤之忧。因此,一般说来,四位机不存在系统之间的兼容性问题,使得新机型的设计较少地受到限制,促使其更新速度快、适应性强。

三、国产四位微型计算机的发展

国产四位微型计算机的研制,始于1978年,第一个产品DJS—020的推出是在1980年,这基本上是一个仿制品;1982年9月,推出了我国自行设计的产品DG0040。这两个产品都是计算型的四位机。1983年初已着手控制型四位机DG00401的设计,预计至1983年底可推出该产品。所有这三种机型都是采用多片结构。从DJS—020推出以来的三年时间里,国产四位机在专用计算、工业控制、医疗器械和科学仪器等各个领域都已得到初步的应用。特别是在这些工作中,还培养了一支四位机设计、制造和应用研究的科技队伍,这些都为进一步推动国产四位机的发展奠定了良好的基础。

对于国产四位机的专业技术资料在本书的以后章节里将给以详细的介绍,这里,拟就如何评价国产四位机提供下述几点看法:

3.1. 国产四位机的发展和应用前景: 国产四位机的推出比之于国外,晚了将近十年的时间;但是,当我们认识到微型计算机的兴起和发展是建立在大规模集成电路技术突破的基础之上这一特点时,从我国大规模集成电路技术发展的实际进程来看,国产四位机的发展并不为晚。在78—80年间,国内外学者的一致看法是我国的集成电路技术与发达国家相比,至少落后十五年左右的时间,而第一部国产四位机实际上还在国内大规模集成电路技术处于小批量试生产的阶段就已推出。在这个意义上说,我们的工作争取了二—三年的时间。如果在国内尚未具备大规模集成电路技术基础时,就过早地提出生产微型计算机的要求,那也是无法实现的。因此,我们认为国产四位机的起步还是比较适时的。

国内发展四位机的前景,我们认为是不必怀疑的。一方面从国际上来说,至今也没有说四位机是落后的、过时的,相反,它还是目前生产和销售最大的一类微型计算机;另一方面从我国的实际情况来看,工业生产基本上处于半机械化状态,自动化仅在少数工业部门刚刚开始,基本的民用电器也才开始进入家庭的日常生活,恰在这些方面,都是四位机的广阔的潜在市场,正需要我们努力去进行开发。我们相信,近年内国产计算机的普及应用,将会首先从四位机上打开局面。

3.2、对国产四位机的评价：

3.2.1、国产四位机的多片结构是符合目前的国内状况的。首先，从现阶段我国大规模集成电路的技术状况出发，由于单片结构要求电路的集成度更高，並需要具备较强的品种翻新能力和较短的研制周期，现在就提出专用化很强的单片结构四位微型机还是为时过早了。

其次，单片结构的微型机是以专用性为特点，又以足够数量的实际市场需要为支柱。而现在的实际状况是计算机技术的普及教育还基本上处于扫盲阶段、计算机的应用还处于被人们开始认识的过程、广阔的市场也还处于潜在状态；这样，现在就提出转向单片四位机的生产要求，则缺乏生产所必须的技术保证、也缺乏实际市场需要的支持。因而，在近年内，发展多片结构的国产四位机，通过多领域、大批量的推广应用，既能进一步发展大规模集成电路的生产技术，又给单片四位机的生产创造市场条件，在时机成熟时，就可较为迅速地发展单片结构的四位机。

3.2.2、关于现阶段国产四位机的性能价格比：微型机的电路的性能价格比主要取决于大规模集成电路生产技术的成熟程度和同一产品的批量大小。不言而喻，现阶段国产四位机的价格是无法与国外同类产品相竞争的。但我们绝不能以这一点为理由来否定国产四位机发展的必要。因为决定其价格的基础，我们与发达国家相比是远远不在同一水准线上的，作这种简单的比较就没有什么意义了。

国产四位机电路也是国产大规模集成电路走向实用化的首批产品之一，国产四位微型机也已实际成为微型机国产化的起点。它的器件与整机的设计、生产和应用技术都掌握在我国自己手中，它的普遍推广将给计算机的社会化奠定良好的基础。可以预计，随着国产四位机的日益推广，将给我国大规模集成电路和微型计算机的生产技术带来迅速的发展，在这种发展中，国产四位机本身也将带来繁多的系列品种、优良的技术性能和低廉的成本价格。

第二节 必要的基础知识

一、大规模集成电路

1.1、集成电路：简写作IC。这是六十年代发展起来的一种微电子生产技术。在一定面积的基片上，把构成具有一定形式的电路所需要的晶体管、二极管、电阻、电容和它们之间的相互连线都制做在一起，形成一个不可分割的固体器件，叫做集成电路。这种形式的器件所执行的就是所选定的电路的功能，而不再是单只元件的功能。

集成电路按其所使用的基片材料和制作方法的不同，而分为半导体集成电路、薄膜集成电路和混合集成电路三种。微型计算机所使用的都是半导体集成电路。

1.2、集成度：表示在一块集成电路上被集成制作的元件密度，叫做集成度。通常表示为“只/片”或“门/片”。“只/片”是指每片集成电路上的元件数，“门/片”是指每片集成电路上的逻辑门数；通常以一个逻辑门等效于三只晶体管计算。

1.3、大规模集成电路：简写为LSI，通常表示集成度较大的集成电路。究竟集成度达到多大就叫做大规模集成电路，标准并不是很严格的。一般把金属—氧化物—半导体集成电路达到1000只/片的或把双极型集成电路达到100门/片的就叫作大规模集成电路。

1.4、MOS集成电路：MOS是金属—氧化物—半导体的简写，采用金属—氧化物—

半导体工艺结构的集成电路就叫MOS电路。其基本结构如图1—3所示。这是一种场效应



图1—3 基本的MOS结构

型器件。其基本原是：在半导体基片上，通过一定的方法，形成两个与基片导电类型相反的掺杂区，分别叫做“源”和“漏”；源漏间的距离叫做沟道，在沟道的表面处覆以一层薄的氧化物构成绝缘介质，再在绝缘介质上面覆以金属材料（如铝）或其它导电材料（如多晶硅），叫做栅，

最后在源、漏和栅上分别制作电极并引出，就构成了一只MOS晶体管。其中，栅与沟道区形成一个以氧化物作介质的电容，当栅上加有一定的电压时，便相当于给电容的一个极板充电，其另一极板即沟道表面便产生感应电荷；如果栅上所加电压的极性使沟道表面产生的感应电荷极性与沟道导电载流子的极性相反，则随着栅电压的增大，感应电荷便增多，直至该感应电荷涂复合了沟道表面处的载流子外，还有过剩感应电荷，它们在沟道表面处形成了一个与源漏极性相同的导电区，此时若在源、漏间加有电压，便会通过沟道而产生源漏电流。显然，欲使沟道导电，栅上所加电压必须超过一定的值，这个值叫做MOS管的“阈值”或叫做“开启电压”，并且，控制栅压的大小，就可改变漏电流的大小，这就是场效应晶体管的工作原理。

MOS结构的特点是：

1. 4. 1、把控制端（栅极）作为输入时，是一种电压输入，其下面为绝缘介质，因而输入阻抗极高，可实现直接耦合，并且几乎不消耗输入电流，故功耗很小。

1. 4. 2、同一平面上的MOS晶体管之间，有导电类型相反的场区隔开，因而各MOS管间有自隔离作用，不需要专门的隔离区，因而有效晶体管所占面积很小，有利于集成度的提高。

1. 4. 3、MOS结构除制作晶体管外，采用如栅的结构又来易制作电容、并且采用不同的结构尺寸，又很易控制MOS管的导通电阻的大小，因此，该工艺可很方便地制作电阻和电容等元件。

因为MOS结构有上述显著的优点，微型计算机的大规模集成电路，多用MOS电路。

1. 5、PMOS与NMOS电路：这是表示MOS结构中，不同的沟道导电类型。如果沟道为空穴导电，叫做PMOS；而沟道为电子导电，则叫做NMOS。显然，在PMOS电路中，栅极应加负压，它的开启电压为负；而在NMOS电路中，则栅极应加正压，它的开启电压为正。

1. 6、CMOS电路：就是互补MOS电路。如图1—4所示，用PMOS管和NMOS管，分别作为驱动管和负载管，构成基本的MOS倒相器电路，这种结构叫做CMOS电路。它的特点是开关速度快、静态功耗低。近年来，低功耗的单片微型机电路多用这种结构。

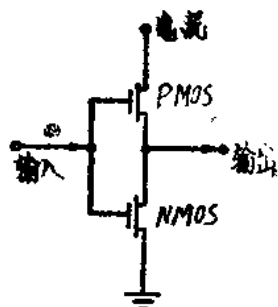


图1—4 CMOS倒相器

1. 7、E/DMOS电路：是增强/耗尽型MOS电路的简称。它表示基本的MOS倒相器电路的驱动管与负载管是分别用增强型MOS管耗尽型MOS管构成的。其基本单元如图1—5所示。国产四位机都是采用E/DMOS结构的。其主要优点是输出摆幅大、截止电平几乎等于电源电压，因而可降低电源电压、减小功耗，还