

高等师范电子系列教材

微机原理与应用

张宗根 主编

黄庆元 主审



陕西师范大学出版社

清华大学出版社

微机原理与应用

主编 王 明
副主编 李 强



清华大学出版社

高等师范电子系列教材

微机原理及应用

主 编	张宗根	
副主编	殷荣庆	
编 委	张宗根	殷荣庆
	李心广	胡庆华
主 审	黄庆元	

4.19

8/10

陕西师范大学出版社

图书代号:JC039400

高等师范电子系列教材

微机原理及应用

主编 张宗根

陕西师范大学出版社出版发行

(西安市陕西师大20信箱 邮政编码 710062)

新华书店经销 陕西潼关县印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 389 千

1998年5月第1版 1998年5月第1次印刷

印数:1—6000

ISBN 7-5613-1767-0/G·1317

定 价:16.00元

开户行 西安工行小寨分理处 账号:216-144610-44-815

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与发行科

联系、调换。

电话:(029)5251046

高等师范电子系列教材编审委员会

主任委员：黄庆元

副主任委员：王佰铭 高淑芳 徐克服

钱如竹 康巨珍 杨伦铭

委 员：任来宝 裴幼强 文宇庄

张宗根 卢源陵 黄开国

姜瑞芝 黄良侠 刘宝棠

杜 凯 李宗领 易明江

杨昌义 马学坤 王继仁

邢录梅 王植鑫 刘 宁

负文武 曹丰文

前 言

高等师范电子系列教材是由中国电子学会高等师范教学研究会、中国物理学会教育学院分会等组织广大高等师范院校富有教学经验和教材编写经验的教师,根据现代高等师范人才培养的特点、电子科学技术的飞速发展及高等师范电子类教材的现状协同编写的。该系列教材包括《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》、《黑白电视接收机原理与维修》、《彩色电视接收机原理与维修》、《微机原理及应用》、《收录机与立体声系统》、《共用天线系统与卫星电视接收》、《录像机原理与维修》、《家用电器原理及维修》、《电工学及其应用》等 10 种。与此同时还编写一套与系列教材配套的实验指导书和学习指导书。为保证系列教材的质量,成立了由中国电子学会高等师范教学研究会、中国物理学会教育学院分会和高等教育出版社、陕西师范大学出版社组成的“高师电子系列教材编审委员会”,负责系列教材从编写大纲到内容的全部审定工作。系列教材的编写大纲已分别于 1991 年 4 月、1993 年 6 月在陕西咸阳和四川成都召开的有 40 多所高师院校参加的审定会上审定。该系列教材已由高等教育出版社、陕西师范大学出版社等陆续出版发行。

本书的编写大纲于 1994 年 8 月经全国高等师范电子系列教材编审委员会初审通过,1995 年 10 月于怀化结合初稿进行了第二次复审。1996 年 1 月将初稿交陕西师范大学出版社审查,1997 年 4 月终修而成。

鉴于本书的服务对象为高等师范、教育学院、师专及综合院校的物理、电教、电子等非计算机专业,适用于电大、函大及职业教育,还要兼顾“修旧利废”的实情,更要认真考虑日新月异发展的计算机技术前沿,因而铸成本书具有以下特点:

1. 系统严谨,内容精选,可缩可展,便于因材施教。如第一章、第二章为微机系统基础知识和逻辑部件,是针对性极强的基础篇。对于有良好的模电、数电基础的院校,可直接按教材内容讲授,重复面很小;若模电、数电基础不足的院校,以教材内容为主线,略作扩展即可。

2. 选择 80286 作为 CPU 的支持芯片,旨在向前与 8086、8088 兼容,向后与 80386、80486 兼容,具有“承上启下”的作用,兼顾院校实践条件上的差异,以此为基础不难通向 80586 乃至 80686 等技术前沿。

3. 具有较好的系统应用性。本书系微机硬件系统原理与应用教材,落实在应用上的重点是系统的硬件、软件安装与调试,此乃本书之落点。

4. 融理论与实验指导书为一体,为教与学提供了方便。

张宗根同志对全书进行了统稿,并编写第一、第五章;殷荣庆同志编写第三、第四章和实验一、二、三、四、五及附录,为全书出版制作了图表;李心广同志编写第六、第七、第八章及实验六、七、八;胡庆华同志编写第二章。

全书成稿的过程中,得到了全国电子系列教材编审委员会及诸多兄弟院校的大力支持和指导,黄庆元教授主审,高淑芳副教授对全书审定提出了许多有建议性的修改意见,在此仅表由衷的感谢!水平有限,错误在所难免,欢迎批评指正。

作者

1998年1月

目 录

第一章 微型计算机系统概论

§ 1.1 计算机发展概述	(1)
1.1.1 计算机发展简史	(1)
1.1.2 微型计算机的发展	(2)
1.1.3 计算机的分类	(3)
1.1.4 计算机的发展方向	(4)
§ 1.2 计算机系统的组成	(6)
1.2.1 计算机系统的组成	(6)
1.2.2 微型计算机系统的组成	(7)
§ 1.3 计算机系统的层次结构	(10)
1.3.1 计算机的解题过程和系统的层次结构	(10)
1.3.2 微型计算机系统的层次结构	(12)
§ 1.4 计算机数值数据的表示方法	(12)
1.4.1 机器数和真值	(12)
1.4.2 符号数的表示方法	(13)
1.4.3 机器数的定点与浮点表示	(16)
1.4.4 二—十进制数字编码	(19)
1.4.5 字符编码	(19)
§ 1.5 数据校验码	(24)
1.5.1 奇偶校验码	(24)
1.5.2 交叉校验	(25)
小结与习题	(26)

第二章 计算机中的逻辑部件

§ 2.1 计算机中的基本运算及其实现电路	(28)
2.1.1 多功能算术/逻辑运算单元(ALU)	(28)
2.1.2 运算器	(30)
§ 2.2 译码器	(32)

§ 2.3	三态门的应用	(33)
§ 2.4	寄存器	(34)
2.4.1	数码寄存器	(35)
2.4.2	移位寄存器	(36)
§ 2.5	计数器、节拍发生器和时钟发生器	(37)
2.5.1	计数器	(37)
2.5.2	节拍脉冲发生器	(39)
2.5.3	时钟发生器	(40)
§ 2.6	存储器	(41)
2.6.1	存储器概述	(41)
2.6.2	半导体只读存储器(ROM)	(46)
2.6.3	半导体读写存储器(RAM)	(49)
2.6.4	堆栈型处理器的基本工作原理	(54)
	小结与习题	(56)

第三章 CPU 结构

§ 3.1	CPU 的引脚	(58)
§ 3.2	CPU 的总线结构	(59)
3.2.1	CPU 的总线接脚	(59)
3.2.2	总线周期的组成	(60)
3.2.3	总线流水线寻址	(60)
§ 3.3	CPU 寄存器结构	(61)
3.3.1	通用寄存器	(61)
3.3.2	状态/控制寄存器	(61)
3.3.3	段寄存器	(62)
3.3.4	系统表寄存器	(63)
§ 3.4	CPU 的功能部件结构	(63)
3.4.1	总线部件(BU)	(63)
3.4.2	指令部件(IU)	(63)
3.4.3	执行部件(EU)	(63)
3.4.4	地址部件(AU)	(64)
3.4.5	CPU 内部结构框图	(64)
§ 3.5	CPU 的实地址工作方式	(64)
3.5.1	实地址方式的地址转换	(64)

3.5.2 实地址方式下的段寄存器结构	(65)
§ 3.6 CPU 的保护虚地址工作方式	(65)
3.6.1 段高速缓存器	(65)
3.6.2 描述符表	(66)
3.6.3 一般的段描述符	(67)
3.6.4 段选择器	(68)
§ 3.7 80286 对 8086 的扩充	(69)
3.7.1 在结构上的扩充	(69)
3.7.2 工作方式的扩充	(69)
3.7.3 寄存器的扩充	(69)
3.7.4 指令系统的扩充	(70)
§ 3.8 80386 对 80286 的扩充	(71)
3.8.1 结构的扩充	(71)
3.8.2 工作方式的扩充	(71)
3.8.3 寄存器的扩充	(72)
3.8.4 指令系统的扩充	(72)
小结与习题	(73)

第四章 汇编语言程序设计

§ 4.1 PC/AT 微机指令系统	(75)
§ 4.2 指令寻址方式	(79)
4.2.1 立即寻址方式	(79)
4.2.2 寄存器寻址方式	(79)
4.2.3 直接寻址方式	(79)
4.2.4 寄存器间接寻址方式	(79)
4.2.5 基址寻址方式	(79)
4.2.6 变址寻址方式	(80)
4.2.7 基址变址寻址方式	(80)
4.2.8 字符串寻址方式	(80)
§ 4.3 顺序程序设计	(81)
4.3.1 伪指令	(81)
4.3.2 汇编语言中的数据组织	(82)
4.3.3 汇编语言程序结构	(83)
4.3.4 顺序程序举例	(84)

§ 4.4	分支程序设计	(86)
4.4.1	判断转移的标志	(87)
4.4.2	分支程序举例	(87)
§ 4.5	循环程序设计	(89)
4.5.1	循环程序的结构	(90)
4.5.2	循环程序举例	(90)
§ 4.6	字符串操作	(93)
§ 4.7	子程序设计	(94)
4.7.1	过程的定义及其调用	(94)
4.7.2	过程举例	(95)
§ 4.8	结构与记录	(97)
4.8.1	结构的定义及操作	(97)
4.8.2	结构举例	(99)
4.8.3	记录的定义及操作	(101)
4.8.4	记录举例	(102)
§ 4.9	宏定义	(104)
4.9.1	宏定义及宏调用	(104)
4.9.2	宏定义举例	(105)
4.9.3	宏指令与过程的区别	(106)
§ 4.10	系统功能调用	(106)
4.10.1	中断及其分类	(107)
4.10.2	ROM- BIOS 功能调用	(107)
4.10.3	DOS 功能调用	(110)
4.10.4	输入输出端口编程	(115)
	小结与习题	(121)

第五章 微型计算机主机结构原理

§ 5.1	微型机系统主板的结构	(124)
5.1.1	硬件配置	(124)
5.1.2	系统板的组成	(125)
§ 5.2	存储器空间和 I/O 地址分配	(128)
5.2.1	存储器空间分配	(128)
5.2.2	I/O 地址分配	(129)
§ 5.3	PC/AT 总线	(129)

5.3.1	PC/AT 总线结构	(129)
5.3.2	总线周期	(130)
5.3.3	流水线寻址	(131)
5.3.4	PC/AT 系统总线的扩充——I/O 通道	(131)
§ 5.4	系统核心控制电路	(134)
5.4.1	系统核心控制电路的组成	(134)
5.4.2	时钟发生器	(135)
5.4.3	82288 总线控制器	(137)
5.4.4	地址锁存和数据接收/发送电路	(139)
§ 5.5	定时器/计数器 8254-2	(139)
5.5.1	定时器/计数器 8254-2 的功能	(139)
5.5.2	8254-2 引脚排列及功能	(140)
5.5.3	8254-2 内部结构及工作原理	(140)
§ 5.6	中断控制	(141)
5.6.1	关于中断的概念	(141)
5.6.2	PC/AT 中断结构	(142)
5.6.3	PC/AT 中断控制电路	(145)
§ 5.7	DMA 电路	(146)
5.7.1	8237A 的基本功能	(146)
5.7.2	PC/AT DMA 控制电路	(147)
§ 5.8	I/O 接口	(153)
5.8.1	接口芯片的功能与分类	(153)
5.8.2	并行 I/O 接口	(154)
§ 5.9	基本输入输出系统	(157)
§ 5.10	32 位微处理器与微型计算机	(158)
5.10.1	386 微型计算机	(158)
5.10.2	486 微型计算机主板	(161)
	小结与习题	(164)

第六章 计算机外围设备

§ 6.1	输入设备	(166)
6.1.1	键盘的原理及分类	(166)
6.1.2	键盘接口电路	(167)
6.1.3	键盘的布局	(172)

6.1.4	其它常用输入设备	(174)
6.1.5	多媒体输入设备	(175)
§ 6.2	显示设备	(176)
6.2.1	显示设备的分类	(176)
6.2.2	显示器的工作原理	(177)
6.2.3	显示系统技术参数及标准	(177)
§ 6.3	打印设备、绘图仪等常用输出设备	(179)
6.3.1	打印设备	(179)
6.3.2	绘图仪及其它设备	(181)
	小结与习题	(183)

第七章 微机系统安装

§ 7.1	系统硬件组装	(185)
7.1.1	主机板	(185)
7.1.2	机箱和电源	(187)
7.1.3	键盘	(187)
7.1.4	显示卡及显示器	(187)
7.1.5	多功能卡及磁盘驱动器	(190)
§ 7.2	系统设置及硬盘处理	(192)
7.2.1	AMI BIOS 系统设置服务程序的进入	(192)
7.2.2	标准 CMOS 设置程序	(192)
7.2.3	高级 CMOS 参数设置程序	(193)
7.2.4	高级芯片参数设置程序	(195)
7.2.5	用 BIOS 缺省参数进行自动设置	(196)
7.2.6	使用 BIOS 的上电默认参数自动进行设置	(196)
7.2.7	改变密码	(196)
7.2.8	硬盘服务程序	(196)
7.2.9	将设置的参数写入 CMOS 并退出	(197)
7.2.10	不写入新的设置参数到 CMOS 并退出	(197)
§ 7.3	软件的安装	(197)
7.3.1	概述	(197)
7.3.2	软件的安装	(200)
	小结与习题	(201)

第八章 微机常见故障分析与处理

§ 8.1 软件故障分析及对策	(202)
8.1.1 软件故障分析	(202)
8.1.2 软件故障的处理	(205)
§ 8.2 硬件故障分析及处理	(208)
8.2.1 硬件故障分析处理的一般过程	(208)
8.2.2 电源的维修	(208)
8.2.3 主机板的维修	(209)
8.2.4 显示卡故障分析及检测	(212)
8.2.5 磁盘子系统的故障	(213)
小结与习题	(216)

第九章 实验

实验一 汇编源程序输入、汇编、连接、运行	(217)
实验二 顺序、分支程序设计	(221)
实验三 循环、子程序程序设计	(221)
实验四 结构、记录、宏定义	(222)
实验五 系统功能调用	(222)
实验六 微机系统安装实验(一)硬件组装	(223)
实验七 微机系统安装实验(二)软件安装	(224)
实验八 微机系统的测试	(226)

附录

附表 1 80286 的指令代码	(227)
附表 2 mod 代码的意义	(236)
附表 3 r/m 代码的意义(mod=00,01,10 时的 r/m 表示存储器 操作数)	(236)
附表 4 reg 和 r/m 表示寄存器时的意义	(237)
附表 5 reg 表示段寄存器时的代码	(237)
附表 6 汇编错误信息	(237)

第一章 微型计算机系统概论

电子数字计算机,简称计算机,是20世纪发展最快、应用最广的重大科技成果,其不仅大量用于科学计算,而且广泛地应用于自动控制、人工智能、辅助设计、信息系统及管理,确切地说,已不同程度地渗透到了工农业、交通、电信、国防、科技、商贸金融、文化教育、新闻出版、医疗卫生、企业管理、行政事务等社会各个领域。

本章首先对微机系统的组成作历史的概貌性阐述,旨在使读者能对微机系统有一个明确的框架结构概念,然后再通过对计算机在运算中如何处理数据的分析,使读者对计算机的工作原理有一个轮廓性的了解,为以后的深入学习奠定基础,理顺思路。

§ 1.1 计算机发展概述

1.1.1 计算机发展简史

50多年来,电子计算机技术的发展已经历了四代,目前正在加紧开发第五代。从计算机系统的整体技术水平来划分其发展阶段,可用表 1.1 来简述。

表 1.1 计算机的发展阶段及特征

特征 代别	硬 件		软 件	应用范围	代表机器
	逻辑元件	主存储器			
第一代 1946年-1957年	电子真空管	磁敏延迟线、磁芯	机器语言 汇编程序	科学计算	IBM-704 UNIVAC-1
第二代 1958年-1964年	晶体管	磁芯	高级程序设计语言、多道程序设计、监程序	科学计算 事务管理 数据处理	IBM-7090 ATLAS
第三代 1965年-1970年	中小规模 集成电路	磁芯	操作系统 会话式语言	实现标准化、系列化,广泛应用于各领域	IBM-360 CDC-6000 PDP-11 NOVA
第四代 1970年以后	中大规模 集成电路	半导体存储 器	操作系统 数据库 大型程序系统 网络软件	微机和计算机 网络应用更进 一步普及深入 社会各领域	CRAY-1 (巨型) IBM-4300 VAX-11 IBM-PC

世界电子计算机发展史上最引人注目的是1946年2月,为解决军事上弹道的计算问题,美国宾西法尼亚州立大学莫尔学院的莫奇莱(John. W. Mauchly)教授和他的学生埃克特(J. Presper Eckert Jr)博士等人共同研制成功了世界上第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator),译文是“电子数字积分计算器”,常称埃尼爱克。ENIAC 的字长 12 位,共用了 18800 个电子管,1500 个继电器,

70000 个电阻,10000 个电容,占地 167 平方米,重 30 吨,耗电 150 千瓦,然其运算速度仅为 5000 次/秒。而且每次解题都必须在外通过开关和接线来安排计算程序,十分不便,应用范围又窄,故未批量生产。但其历史作用无可非议,用 ENIAC 两小时能解决的问题,一个物理学家需费时 100 年。

1946 年 6 月,世界著名数学家美籍匈牙利人冯·诺依曼(Von. Neumann)在帮助改进 ENIAC 的过程中,提出了用二进制存储程序的新思想,并于 1949 年在英国剑桥大学研制成

功第一台存储程序的计算机 EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), 中文意思是“电子式离散变量自动计算机”。他还明确地提出:计算机应由输入设备、输出设备、存储器、运算器和控制器五大部分组成。并确定了程序和数据均以二进制的形成存储于计算机中。这些原则一直引用至今,故现代计算机常被称作冯·诺依曼型计算机。

作为计算机从实验室走向社会的标志,属于 ENIAC 的研制者莫奇莱和埃克特 1951 年研制成功并提供给美国人口统计使用的 UNIVAC (The Universal Automatic Computer), 即通用自动计算机。因为它产生了巨大的社会效益和经济效益。所以,许多人认为“计算机时代”是从 1951 年开始的。

1.1.2 微型计算机的发展

微型计算机(Micro Computer)属于第四代计算机。其基本组成和工作原理同于其它计算机,仅在结构上采用了大规模集成电路,把计算机的中央处理单元 CPU (Central Processing Unit, 含控制器、运算器及寄存器组)集中制在一片或几片大规模集成电路芯片上,又称微处理器(Microprocessor),简称 μP 或 MP, 就是微型计算机的中央处理器。有时为了区别于大中、小型机的 CPU,又将微处理器称为 MPU(Micro Processing Unit)。

关于微型计算机系统的定义,中外书刊提法各异,多数则按图 1-1 所示的方法进行定义。

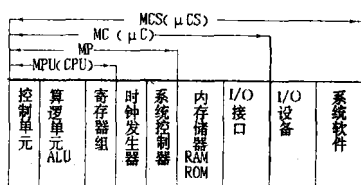


图 1-1 微机系统的定义

图 1-1 中所示的 MPU 称为微处理单元或微处理器;MP 称为微处理机;MC—微型计算机,又简称 μC ;MCS—微型计算机系统(Micro Computer System)又简称为 μCS 。

由于大规模集成电路技术和计算机技术的飞跃性发展,1971 年微处理器和微型计算机问世以来,它就以其功能强,性能/价格比大、可靠性高、灵活、适应性强体积小、重量轻、耗电少、维护方便等优势,得到了异乎寻常的发展,大约每 2 年~4 年就更新换代一次。至今,已经历了四代演变而进入了第五代。微型计算机的换代,通常是按其 CPU 字长位数和功能来划分的。

第一代(1971 年~1973 年):四位或八位低档微处理器和微型机。

这一代的典型产品是美国 Intel 公司的 4004 微处理器以及加上 ROM、RAM、I/O 接口芯片而组成的 MCS-4 微型计算机;Intel 公司随后制成了 8008 微处理器及由它而组成的 MCS-8 微型计算机。第一代微机元件采用 PMOS LSI,字长 4/8 位,基本指令的执行时间约为 $10\mu s \sim 20\mu s$,指令系统比较简单,运算功能较差,速度较慢,系统结构保持在台式计算器的水平上,软件采用机器语言或简单的汇编语言,仅应用于家用电器、计算器及简单控制器。

第二代(1974 年~1978 年):8 位中档微处理器和微型机。

第二代可分为两个阶段:1974 年~1975 年为典型的第二代,其典型产品为 Intel 8008 和 Motorola 公司的 MC 6800,元件采用 NMOS LSI,与第一代相比,运算速度提高了 10 倍。1976 年~1978 年为高档的 8 位微型计算机和 8 位单片微型机阶段,称之为二代半,以美国 Zilog 公司的 Z80 和 Intel 公司的 8085 为代表产品,其运算速度比第二代又提高 1 倍~2 倍。

第二代微型机的特点是基本指令执行时间约为 $1\mu s \sim 2\mu s$,指令系统比较完善,已具有

典型的计算机体系结构以及中断、DMA 等控制功能,寻址能力也有所增强,软件除采用汇编语言外,还配有 BASIC、FORTRAN、PL/M 等高级语言及其相应的解释程序和编译程序,还配备有操作系统,面向智能终端和仪器仪表、工业控制、教学和实验以及数据处理等多方面应用。

第三代(1978 年~1981 年):16 位微处理器和微型机。

代表产品是 Intel 8086, Zilog 公司的 Z8000, Motorola 公司的 MC68000, CPU 均采用 HMOS 工艺,基本指令执行时间约为 $0.5\mu\text{s}$ 。各项性能指标均比第二代微机提高了一个数量级,达到或超过中、低档小型机(如 PDP11/45)的水平。这类 16 位微机具有丰富的指令系统,采用多级中断系统,多重寻址方式,多种数据处理形式,段式寄存器结构,乘除运算硬件,电路功能大大增强。除此,都配备了强有力的系统软件。

后来,Intel 公司在 8086 的基础上推出了 80286 等性能更优越的 16 位微型机,其特点是从单元集成过渡到系统集成,以获得尽可能高的性能/价格比。同时,美国的 DEC 公司以 PDP-11 系列机为背景,开发了 LSI-11 系列。这一历史时期,微型机已在实时数据处理和实时控制领域中得到了广泛的开发和应用:可用微型机实现实时控制系统、建立数据库、实现大型事务处理、科学计算、分布式多微处理机系统、局部网络等。

第四代(1981 年以后):32 位高档微型机。

1985 年以后,Intel 公司在 80286 的基础上,又相继研制成 80386 和 80486。其中 80386 的主频已达到 40MHz,有 32 位数据线和 32 位地址线,内存芯片的容量已达到 1MB 和 4MB。硬盘技术已可达 400MB 和 1000MB。微型机在性能上已赶上和超过了超级小型机,可执行多用户、多任务的作业。已可用微型机组设局域网,乃至广域网,已可实现实时数据处理,实时多任务、多道程序。截止目前,Intel 系列微处理器中又开发出 80586 及 80686,64 位甚至更高位微处理器产品,可以说,微型计算机技术的发展,是现代尖端科学技术的结晶,并正以难以想象的速度迅猛发展。

1.1.3 计算机的分类

一、计算机的分类

成百上千种型号的计算机,分类方法很多,最常见的方法是按其规模进行分类。亦即按计算机的运算速度、字长、主存储器容量等主要性能指标进行的。由此,可将计算机分为如表 1.2 所列五种类型。

表 1.2 计算机按规模的分类

规模 常用标准	巨型 计算机	大型 计算机	中型 计算机	小型 计算机	微型 计算机
运算速度(次/秒)	千万次以上	百万~千万	十万~百万	十万~五十万	小于十万
字长(位)	64	32~64	32	16	1~16
主存容量	4M以上	0.5M~8M			

表 1.2 所列乃为 70 年代给计算机分类的常用标准。计算机技术的迅猛发展,已使得各类计算机的性能得到极大的提高。90 年代初,巨型机的运算速度每秒已超出亿次,如日立制作所出售的 HITAC.S300 系列巨型机,运算速度

已达 320 亿次/秒;日本富士通的 VPP500 系列巨型机,运算速度达到 3550 亿次/秒;美国辛金机器公司的 CM-5 超并行机,已达 1 万亿次/秒的运算速度。而且巨型机的字长已在 64 位以上,内存容量已在百兆字节以上;大中型机的运算速度都在数千万次/秒以上,字长在 32 位以上,内存容量在几十兆以上;小型机的运算速度一般也达数千万次/秒,字长为 16 位