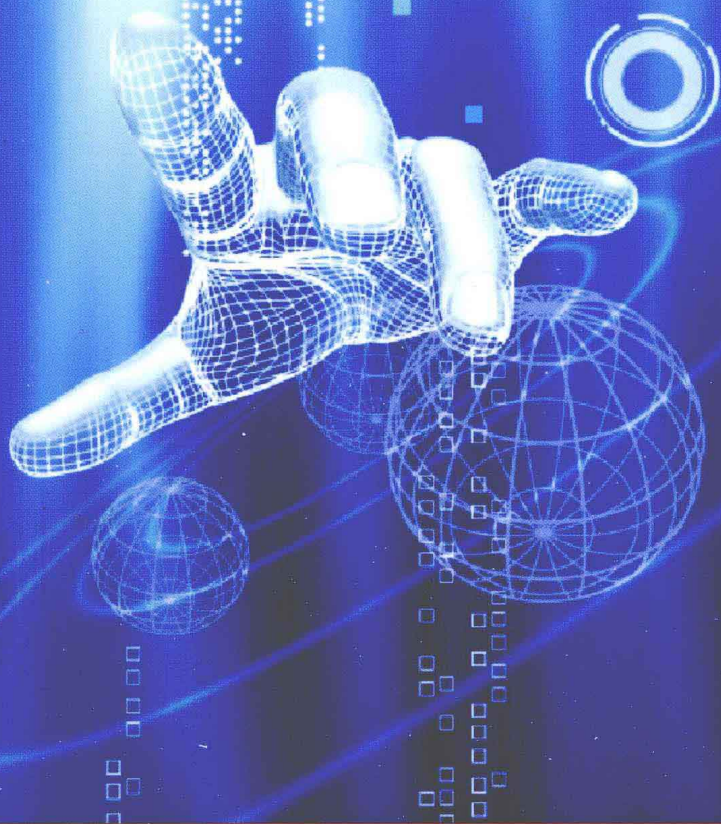




高等教育“十二五”规划教材



汇编语言 程序设计

雷印胜 贾 萍 胡晓鹏 等编著



科学出版社

高等教育“十二五”规划教材

汇编语言程序设计教程

雷印胜 贾 萍 胡晓鹏 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

秉承知识的系统性、完整性和严谨性的宗旨，我们编写了本书。

为了便于教学安排和循序渐进地学习知识，本书以 Intel 8086/8088 16 位微处理器为基础，探寻 Intel 主流系列高性能微机的技术发展方向，从实用角度通过大量实例，图文并茂地详细介绍了微机指令系统和各种算法编程技巧。为检验学习效果，本书还附有两套自测试卷及参考答案，供学生使用。

本书既可作为高等学校计算机科学与技术、电子通信、自动化控制、软件工程等专业本科生的教材，也可作为非计算机专业本科生或计算机专业大专生的教材，同时还可作为机电一体化等相关专业研究生的教材。对于从事计算机应用与开发的科研及工程技术人员，本书也极具参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

汇编语言程序设计教程/雷印胜等编著. —北京: 科学出版社, 2010
(高等教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-03-029795-2

I. ①汇… II. ①雷… III. ①汇编语言—程序设计—高等学校—教材
IV. ①TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 249281 号

策划: 姜天鹏 李洪旺

责任编辑: 王纯刚 李 瑜 / 责任校对: 刘玉靖

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 东方人华平面设计部

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行

各地新华书店经销

*

2011 年 2 月第 一 版

开本: 787×1092 1/16

2011 年 2 月第一次印刷

印张: 23 1/4

印数: 1—3 000

字数: 563 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135517-2038

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

汇编语言程序设计是从事计算机系统开发人员必备的程序开发技术之一。在新信息和“三网”技术融合的时代,汇编语言对从事计算机系统开发、嵌入式技术或用时间换空间技术人员而言是必须掌握的一门编程语言;对自有知识产权的产品研发、自有品牌的制造、提高自身产品的质量和产量、由中国制造向中国创造发展起着不可替代的作用。这就急需造就一大批从事设计、开发和使用各种微型计算机应用系统的高级专门人才,这也正是我们编写本书的主要目的。

本书内容主要由基本篇、能力篇和自测篇三部分组成。第一部分由第 1~6 章组成,包括微型计算机系统的组成和发展历程,以 8086/8088 微处理器为主线,讲述其工作原理、内部结构,寻址方式和指令系统。其中采用较大的篇幅介绍了基本程序设计,并用真实案例讲解了指令的正确使用方法和技巧。第二部分由第 7~8 章组成,主要讲述了复杂程序设计实例和对汇编源程序进行 DEBUG 调试。第三部分的附录给出了两套自测试卷及其参考答案为自测篇,供学生检验学习效果。

本书具体内容如下:

第 1 章——讲述了微型计算机系统的组成和发展历程,重点讲解了微型计算机的系统组成和工作过程,微型计算机结构,CPU 的发展历史,计算机指令的演变过程。

第 2 章——详细介绍了微型计算机的系统结构,着重介绍了 8086/8088 微处理器的系统结构、工作模式、工作过程。8086/8088 指令系统与 8 位短处理器 8080/8085 的指令系统是向上兼容的,但其寻址方式更加灵活,数据处理能力较强,并支持多微处理器系统。这样读者能更好地从深层次理解微处理器的各种性能和特点。

第 3 章——重点讨论了 8086/8088 的寻址方式和 8086/8088 基本指令系统,并对 80286/80386/80486 CPU 的新增指令做了比较详细的介绍,同时给出某些指令的巧妙用法。

第 4 章——重点讨论了 8086/8088 高级汇编语言指令技术,主要包括伪指令和宏指令系统、结构和记录,它们是掌握汇编语言程序设计的基础。同时介绍了程序的基本结构形式和子程序定义方法。

第 5 章——重点讨论了各种常用 DOS (INT 21H) 和 BIOS 系统功能调用,详细介绍了调用方法,它们的引入和使用大大提高了编程效率。

第 6 章——重点介绍了基本程序设计的知识。程序的基本结构有:顺序、分支和循环 3 种。任何复杂的程序都是由这 3 种基本结构组成的,因此,掌握好基本程序设计,是编制复杂、大型应用程序的基础。特别是汇编语言的程序设计,只有在掌握好基本程序设计的基础上,才可能灵活地编制复杂、实用的程序。

第 7 章——重点介绍了复杂程序设计的知识。使用汇编语言编制各种应用程序时,往往会遇到数学运算问题,其中介绍较多的是加、减、乘、除四则运算问题。同时,本章还讲解了利用汇编语言编写各种复杂程序的设计方法和编程实用技巧。

第 8 章——重点介绍开发计算机系统时所需的汇编语言的一些特殊命令及其用法。其



中包括 DEBUG 命令和汇编语言与高级语言的编程接口。

附录——是对本书知识点的提炼，包含了某些容易被读者忽视的内容，通过自测题的训练，可使读者进一步加深对知识的理解和掌握。

本书由雷印胜教授（工学博士，在浪潮集团从事计算机系统研发 10 余年，从事教学工作 10 余年）提出编写思想，并得到了山东大学控制科学与工程学院博士生导师孙同景教授的大力支持和帮助。本书由多位专家分工撰写，作者都具有丰富的教学和企业研发经验，而且在写作过程中力求语言简洁、通俗易懂。

本书第 1 章由毛红霞编撰，第 2 章由贾萍编撰，第 3 章由秦然编撰，第 4 章由张晓瑗编撰，第 5 章由柳欣、王黎峰编撰，第 6 章由胡晓鹏编撰，第 7 章由雷印胜编撰，第 8 章由张婷婷、孙兴编撰，自测试卷及参考答案由崔琦、马冰冰编撰。全书由雷印胜教授统稿。胡晓鹏老师和王曙光同学参与了书中插图的绘制，并做了大量的文字校对工作，在此深表感谢。

本书既可作为高等学校计算机科学与技术、电子通信、自动化控制、软件工程等专业本科生的教材，也可作为非计算机专业本科生或计算机专业大专生的教材，同时还可作为机电一体化等相关专业研究生的教材。对于从事计算机应用与开发的科研及工程技术人员，本书也极具参考价值。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者不吝指正。

编 者

2010 年 11 月

目 录

基 础 篇

第 1 章 微型计算机系统概述.....	1
1.1 微型计算机系统简介.....	2
1.1.1 微型计算机发展史.....	2
1.1.2 微处理器的性能特点.....	3
1.1.3 计算机的发展趋势.....	4
1.1.4 微型计算机应用领域.....	6
1.2 微型计算机系统的基本组成.....	7
1.2.1 微型计算机硬件和软件概述.....	8
1.2.2 微型计算机结构.....	11
1.2.3 RISC 和 CISC.....	11
1.3 习题与综合练习.....	13
第 2 章 微型计算机系统结构.....	14
2.1 8086/8088 微处理器.....	15
2.1.1 CPU 结构.....	15
2.1.2 寄存器结构.....	17
2.1.3 8086/8088 的引脚介绍.....	21
2.2 工作模式.....	25
2.2.1 最小工作模式和系统总线周期时序.....	25
2.2.2 最大工作模式.....	29
2.3 工作过程.....	32
2.4 一个完整的源程序.....	32
2.5 习题与综合练习.....	33
第 3 章 80X86 指令系统.....	35
3.1 寻址方式.....	36
3.1.1 操作数类型.....	36
3.1.2 寻址方式.....	36
3.2 指令系统.....	43
3.2.1 数据传送指令.....	43
3.2.2 算术运算指令.....	49
3.2.3 逻辑运算指令.....	59
3.2.4 移位指令.....	62
3.2.5 转移指令.....	65



3.2.6	字符串操作指令.....	73
3.2.7	处理器控制指令.....	78
3.2.8	输入/输出指令.....	80
3.2.9	中断指令.....	81
3.2.10	某些指令的巧妙用法.....	83
3.3	80286/80386/80486 CPU 的新增指令.....	85
3.3.1	80286/80386/80486 CPU 实地址存储器管理.....	85
3.3.2	80286 CPU 相对 8086 CPU 增加的指令.....	85
3.3.3	80386 CPU 相对 80286 CPU 增加的指令.....	88
3.3.4	80486 CPU 相对于 80386 CPU 增加的指令.....	98
3.4	习题与综合练习.....	100
第 4 章	高级汇编语言指令技术.....	102
4.1	汇编语言语句类型.....	103
4.1.1	语句类别.....	103
4.1.2	语句结构.....	103
4.1.3	指令语句操作数.....	104
4.1.4	表达式用运算符和操作符.....	106
4.2	汇编语言伪指令.....	110
4.2.1	符号定义伪指令.....	111
4.2.2	数据定义伪指令.....	112
4.2.3	段和模块定义伪指令.....	114
4.2.4	模块通信伪指令.....	116
4.2.5	列表控制伪指令.....	117
4.2.6	子程序定义伪指令.....	118
4.2.7	其他伪指令.....	118
4.3	宏汇编伪指令.....	119
4.4	结构和记录.....	124
4.4.1	结构.....	124
4.4.2	记录.....	127
4.5	条件汇编.....	129
4.6	汇编语言程序设计.....	131
4.6.1	汇编语言源程序的一般结构.....	131
4.6.2	段寄存器的装填.....	132
4.6.3	IBM-PC 中程序正确返回 DOS 问题.....	133
4.6.4	检查程序执行结果的简单方法.....	133
4.7	习题与综合练习.....	134
第 5 章	DOS 和 BIOS 系统功能调用.....	137
5.1	DOS 系统功能调用.....	138
5.1.1	概述.....	138



5.1.2	DOS 功能调用分组	138
5.1.3	常用的 DOS INT 21H 功能调用	140
5.1.4	磁盘文件管理	144
5.2	BIOS 功能调用	151
5.2.1	概述	151
5.2.2	常用的 BIOS 功能调用	152
5.2.3	图形显示程序设计	154
5.3	习题与综合练习	160
第 6 章	基本程序设计	162
6.1	顺序程序设计	163
6.1.1	存储单元内容移位	163
6.1.2	乘法运算与乘 10 运算	163
6.1.3	屏蔽与组合	164
6.1.4	字节分离	165
6.1.5	单字节压缩 BCD 数加法运算	165
6.1.6	两个字节的二进制数加法	166
6.1.7	取数的反码和补码	167
6.1.8	平方表	168
6.2	分支程序设计	169
6.2.1	单重分支结构程序	169
6.2.2	多重分支结构程序	171
6.3	循环程序设计	178
6.3.1	循环程序的结构	178
6.3.2	单重循环程序	179
6.3.3	多重循环程序	183
6.3.4	循环次数未知的循环程序	187
6.3.5	“位”控制循环程序	189
6.4	子程序设计	190
6.4.1	子程序与主程序	191
6.4.2	子程序段内调用和返回	191
6.4.3	子程序段间调用和返回	193
6.4.4	调用程序和子程序间的参数传递	195
6.4.5	寄存器内容的保护	204
6.4.6	子程序的嵌套使用	206
6.4.7	关于递归子程序、可重入子程序	207
6.5	具有模块结构的程序设计	210
6.5.1	概述	211
6.5.2	模块的组合方式	212
6.5.3	模块间的通信	214



6.5.4 模块化程序设计的注意点.....	214
6.6 习题与综合练习.....	216

能力篇

第7章 复杂程序设计.....	220
7.1 定点数算术运算程序.....	221
7.1.1 定点数运算的概念.....	221
7.1.2 定点数加法运算.....	222
7.1.3 定点数减法运算.....	225
7.1.4 定点数乘法运算.....	227
7.1.5 定点数除法运算.....	232
7.2 浮点数算术运算程序.....	240
7.2.1 浮点数概念.....	240
7.2.2 浮点数的规格化.....	241
7.2.3 浮点数加减运算.....	242
7.2.4 浮点数乘除运算.....	242
7.3 代码转换.....	243
7.3.1 二进制码与 ASCII 码间的相互转换.....	243
7.3.2 二进制码与 BCD 码间的相互转换.....	245
7.3.3 二进制数到八段显示码的转换.....	251
7.4 字符数据处理.....	253
7.4.1 字符串比较.....	253
7.4.2 字符串检索.....	254
7.4.3 字符的删除与插入.....	255
7.4.4 字符串统计.....	258
7.5 表处理.....	260
7.5.1 表的查询.....	260
7.5.2 表的插入与删除.....	263
7.6 检索.....	265
7.6.1 顺序检索.....	265
7.6.2 折半检索.....	268
7.6.3 散列值检索.....	270
7.7 排序.....	273
7.7.1 交换排序.....	273
7.7.2 选择排序.....	275
7.7.3 插入排序.....	277
7.8 一个完整的模块化程序设计示例.....	281
7.9 习题与综合练习.....	288

第 8 章 汇编语言中一些特殊命令的用法	291
8.1 .EXE 文件和.COM 文件	292
8.2 程序段前缀	294
8.3 汇编程序 (ASM, MASM)	295
8.3.1 汇编程序的类别	295
8.3.2 汇编过程	295
8.3.3 运行环境	296
8.3.4 操作过程	296
8.3.5 汇编操作示例	297
8.4 连接程序 (LINK)	300
8.4.1 连接程序的作用	300
8.4.2 连接过程	301
8.4.3 LINK 的使用与操作	301
8.5 调试程序 (DEBUG)	306
8.5.1 DEBUG 功能及其启动	306
8.5.2 DEBUG 各命令的用法	307
8.5.3 应用举例	320
8.6 符号调试程序 SYMDEB 简介	323
8.7 上机操作辅助程序介绍	325
8.7.1 显示 (或打印) 单个字符	326
8.7.2 显示字符串	326
8.7.3 键入单个字符	327
8.7.4 键入字符串	327
8.7.5 程序正常结束	328
8.8 汇编语言与高级语言的连接	329
8.8.1 TURBO C 调用汇编子程序	329
8.8.2 TURBO C 行间嵌入汇编	331
8.9 习题与综合练习	332

自 测 篇

附录 自测试卷及参考答案	334
自测试卷一	335
自测试卷一参考答案	337
自测试卷二	340
自测试卷二参考答案	343
参考文献	361

第 1 章

微型计算机系统概述



本章学习目标

- 了解计算机的发展历程和主要性能指标。
- 理解“冯·诺依曼”体系结构和工作原理。
- 熟悉未来计算机的发展趋势和主要应用领域。
- 掌握微型计算机的基本组成结构。
- 掌握计算机硬件和软件的功能以及相互依赖关系。

1.1 微型计算机系统简介

1.1.1 微型计算机发展史

微型计算机的 CPU 系统分为两大系列：Zilog 生产的 Z8000、Motorola MC68000 系列和 Intel 80X86 系列，本书主要讲解 Intel 80X86 系列微型计算机。

1946 年，在美国宾夕法尼亚大学研制出世界上第一台电子计算机 ENIAC。这台电子计算机初露头角，便在计算圆周率上大显身手。英国数学家契依列用了 15 年时间，于 1873 年将圆周率的值计算到小数点后的 707 位，这是人工计算圆周率的最高纪录。而且，电子计算机 ENIAC 每秒钟能做 5000 次加减运算，因此，仅用几十分钟就打破了这项纪录，但后来发现契依列计算的结果从 528 位开始的各位数全是错的。

ENIAC 在当时是了不起的，但是，把它与现代计算机相比较就相形见绌了。ENIAC 重 30t，使用 17 468 个真空电子管，70 000 个电阻器，占地约 140m²，耗电 174kW，稳定工作时间只有几小时。而现在功能与它相当的计算机仅重 60g，耗电只需 0.7W，可以长时间连续工作。为什么 ENIAC 与现代计算机相差这么大？原因主要在于它们的元器件不同。从 1946 年至今，CPU 既可以按其组成的逻辑元件划分，也可以按 CPU 的生产年代进行划分。

1. 按所采用的逻辑元件可划分为 4 代

第 1 代（1946~1957 年），电子管计算机，也叫真空管计算机，采用电子管做主要元器件，所有指令与数据都用“1”或“0”来表示，分别对应电子器件的“接通”与“关断”，这就是计算机可以理解的机器语言。内存储器采用磁芯，外存储器有纸带、卡片、磁带、磁鼓等，内存容量仅几千字节，运算速度仅为每秒几千次。输入/输出主要用穿孔卡，速度很慢。第一代计算机大多用于科学计算。

第 2 代（1958~1964 年），晶体管计算机，它的主要逻辑元件是晶体管。内存储器普遍采用磁芯，外存储器用磁带和磁盘等，这就使存储容量增大，可靠性提高。晶体管有一系列优点：体积小、重量轻、耗电省、速度快、寿命长、价格低、功能强。用它做计算机的开关元件使机器的结构与性能都发生了新的飞跃。这时，汇编语言取代了机器语言，出现了高级程序设计语言，如 ALGOL60、FORTRAN、COBOL 等。应用领域也扩大到数据处理和事务管理中。

第 3 代（1965~1970 年），中小规模集成电路计算机，它的主要逻辑元件是中小规模集成电路。所谓集成电路，是指将晶体管、电阻、电容等电子元件构成的电路微型化，并集成在一块如同指甲大小的硅片上。用半导体存储器取代磁芯存储器，内存容量大幅度增加，运算速度为每秒几十万次至几百万次。高级程序设计语言在这一时期得到了很大发展，出现了操作系统和会话式语言。计算机开始广泛应用于各个领域。



第 4 代 (1970 年至今), 大规模或超大规模集成电路计算机, 它的主要逻辑元件是大规模或超大规模集成电路。不仅使计算机进一步微型化, 而且提高了性能, 降低了价格, 为其广泛应用创造了条件。运算速度达到每秒几百万次以上, 操作系统不断完善, 计算机网络时代开始。

2. 按 CPU 的生产年代可划分为 7 代

目前的计算机均以 Intel 公司的 X86 系列或其他与之兼容的 CPU。从第 1 代 PC 问世至今, CPU 已发展到第 7 代, 相应产生了 7 个档次的计算机系列。

第 1 代, 1981 年, IBM 公司推出的采用 8088 为 CPU 的 IBM PC/XT 机, 作为第 1 代计算机的代表, 它是准 16 位微型计算机。第 1 代计算机主要流行于 20 世纪 80 年代中期。

第 2 代, 1985 年, IBM 公司推出了 IBM PC/AT 机, 标志着第 2 代计算机的诞生。该机采用 80286 为 CPU, 它是标准的 16 位 CPU 计算机, 内存容量配置可达 16MB, 其数据处理和存储能力都得到了明显提高, 可以运行多任务操作系统, 是 20 世纪 80 年代末的主流机型。

第 3 代, 1987 年, Intel 公司推出了 80386 微处理器 (80386 处理器分为 SX 和 DX, DX 性能优于 SX), 标志着 32 位 CPU 计算机的诞生, 内存容量配置可达 $2^{32}=4096\text{MB}$, 由该档次 CPU 组装的计算机称为 386 计算机。

第 4 代, 1987 年, Intel 公司推出了 80486 微处理器, 它也分为 SX 和 DX 两个档次, 这就是通常所说的 486 计算机。

第 5 代, 1993 年, Intel 公司推出了 Pentium 微处理器, 标志着第 5 代计算机的诞生; 1997 年, Intel 公司又推出了多功能 Pentium MMX 处理器, 这就是通常所说的奔腾计算机。

第 6 代, 1998 年, Intel 公司推出了 Pentium II、Celeron, 后来又推出了 Pentium III、Pentium IV, 均为第 6 代 CPU, 这标志着第 6 代计算机的诞生。

第 7 代, 2003 年, AMD 公司推出了面向台式机的 64 位处理器 Athlon 64, 标志着 64 位计算机的诞生。2005 年, Intel 公司和 AMD 公司相继发布了台式机的双核心 CPU、三核心 CPU 和四核心 CPU, 至此, 计算机进入了多核心的第 7 代。

1.1.2 微处理器的性能特点

1971 年, Intel 公司开发出了第一代微处理器 4004。它是一个 4 位的微处理器, 自身含有计算和逻辑功能, 由 2250 个 MOS 晶体管构成, 每秒内能够执行约 6 万次操作。含有一个累加器, 16 个用作暂存数据的寄存器, 可寻址 640 字节的内存, 指令集含有 45 条指令。4004 作为一般处理器来讲, 功能还不够强, 只能作为计数器的核心来使用。但它是一种新思想的第一代产物。

自从 4004 微处理器诞生以来, CPU 技术发展迅速。由于不同型号 CPU 的指标不同, 决定了其硬件系统的档次也不同。如表 1-1 所示为近年来常见的 CPU 型号及其主要指标。

表 1-1 Intel 常见 CPU 一览表

年 份	CPU 型号	速度/MHz	内部总线/位	外部总线/位
1971	4004	0.74	8	4
1972	8008	0.8	8	8
1978	8086	4.77	16	16
1982	80286	6~20	16	16
1985	386SX	16~20	32	16
1985	386DX	16~33	32	32
1989	486	16~66	32	32
1993	Pentium (586)	75~233	32	32
1997	Pentium II	266~400	32	32
1999	Pentium III	500~1300	32	32
2000	Pentium IV	1400~2800	32	32
2001	Itanium	1400~3200	64	64
2002	Itanium 2	1400~3200	64	64
2005	Pentium D 双核	1333~3600	64	64
2006	Core 2 双核以上	1500~3000	64	64

1.1.3 计算机的发展趋势

目前计算机的发展方向是：巨型化、微型化、网络化、智能化和新概念计算机。

1. 巨型化

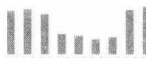
巨型化是指使计算机系统运算速度更高、存储容量更大、功能更完善。巨型机主要用于尖端科技和国防系统的研究与开发，它的研制集中体现了一个国家科学技术发展的水平。目前巨型机“蓝色基因/P”已经达到每秒 3000 万亿次浮点运算，它在航空航天、军事工业、气象、人工智能等几十个学科领域发挥着巨大的作用，特别是在复杂的大型科学计算领域，而且其他的机种难以与之抗衡。

2. 微型化

微型化得益于大规模和超大规模集成电路的飞速发展。微处理器自 1971 年问世以来，发展非常迅猛，几乎每隔两三年就会更新换代一次，这也使以微处理器为核心的微型计算机性能不断提升。据统计，仅在 2007 年第 3 季度全球销售的 PC 就达到 6850 万台。另外，便于携带的笔记本电脑、掌上型计算机以及形形色色的嵌入式专用计算机也不断推出。

3. 网格化

目前大部分计算机实现了联网，即利用现代通信技术和计算机技术把分布在不同地点的计算机互连起来，按照网络协议相互通信，初步实现了共享数据和软硬件资源的目的。但是信息的搜索和整合还需要手工完成，效率较低。网格（Grid）技术可以更好地管理网上资源，它把整个互联网虚拟成一台空前强大的一体化信息系统，犹如一台巨型机，并在这个动态变化的网络环境中，实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源的全面共享。从而使用户从中享受可灵活控制的、智能的、协作式的信息服务，并获得前所未有的便捷性和超强能力。目前，世界上的主要国家和地区都把发展网格技术



提到了战略高度，纷纷投入巨资，抢占战略制高点。

4. 智能化

智能化就是要求计算机具有模拟人的思维和感觉的能力，也是第 5 代计算机要实现的目标。智能化的研究领域包括：自然语言的生成与理解、模式识别、自动定理证明、自动程序设计、专家系统、学习系统、智能机器人等。目前已研制出多种具有人的部分智能的机器人，可以代替人在一些危险的工作岗位上工作。有人预测，家庭智能化的机器人将是继 PC 之后，下一个家庭普及的信息化产品。

5. 新概念计算机

尽管目前计算机的发展日新月异，但从本质上来说，其所采用的基本元件仍然未超出 4 代机的范畴。随着技术的创新和发展，一些新概念计算机也陆续出现，有的甚至开始走出实验室，进入应用领域。

1) 神经计算机：模仿人类大脑功能的神经计算机已经开发成功，它标志着电子计算机的发展进入了一个新的时期。与以逻辑为主的计算机不同，神经计算机本身可以判断对象的性质与状态，并能采取相应的行动，而且它可同时并行处理实时变化的大量数据，并得出结论。以往的信息处理系统只能处理条理清晰、经络分明的数据，而人的大脑却具有处理支离破碎、含糊不清信息的灵活性。另外，神经计算机的信息不是存在于存储器中，而是存储在神经元之间的联络网中的。若有节点断裂，计算机仍有重建资料的能力。同时，它还具有联想记忆、视觉和声音识别能力，具有与人脑类似的智慧和灵活性。它能识别文字、符号、图形、语言以及声纳和雷达收到的信号，判读支票，对市场进行估计，分析新产品，进行医学诊断，控制智能机器人，实现汽车和飞行器的自动驾驶，发现和识别军事目标，进行智能指挥等。

2) 超导计算机：随着高温超导技术的迅速发展，科学家们正试图寻找出一种“高温”甚至“室温”的超导材料。一旦找到这些材料，人们就可以利用它来制成超导开关器件和超导存储器，再利用这些器件制成超导计算机。超导计算机的运算速度比现在的电子计算机快 100 倍，而电能消耗仅是电子计算机的千分之一。如果有一台中型计算机每小时耗电 10kW，那么，一台超导计算机只需一节干电池就可以工作。

3) 光子计算机：现有的计算机是由电子来传递和处理信息的。光子计算机用光子取代电子，通过光纤进行数据传输、运算和存储。光子计算机用不同波长的光表示数据，这远胜于电子计算机中通过“0”、“1”状态变化进行的二进制运算，可以对复杂度高、计算量大的任务实现快速的并行处理，光子计算机将使运算速度在目前基础上以指数级提升。

4) 生物计算机：人类利用遗传工程技术仿制出以具有“开”与“关”功能的蛋白质分子作为元件的计算机。它体积小，功效高。在 1mm^2 的面积上可容纳几亿个电路，比目前的集成电路小得多，用它制成的计算机已经不是现在计算机的形状了，它可以隐藏在桌角、墙壁或地板等地方。当生物计算机的内部芯片出现故障时，不需要人工干预就能自我



修复。它需要很少的能量就可以工作，而且电路间也没有信号干扰。所以，生物计算机具有永久性和很高的可靠性。

5) 量子计算机：它是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。经典计算机的基本信息单位为比特 (bit)，运算对象是各种比特序列。与此类似，量子计算机的基本信息单位是量子比特，运算对象是量子比特序列。经典计算机和量子计算机之间存在一个关键的区别：传统计算机遵循着众所周知的经典物理规律，而量子计算机则是遵循着独一无二的量子动力学规律来实现信息处理的新模式。迄今为止，世界上还没有真正意义上的量子计算机。

1.1.4 微型计算机应用领域

计算机的应用领域已渗透到社会的各行各业，正在改变着传统的工作、学习和生活方式，推动着社会的发展。计算机的主要应用领域如下。

1. 科学计算（或数值计算）

科学计算是指利用计算机来完成科学研究和工程技术中提出的数学问题的计算。在现代科学技术工作中，科学计算问题是大量的、复杂的。利用计算机的高速计算、大存储容量和连续运算的能力可以实现人工无法解决的各种科学计算问题。

2. 数据处理（或信息处理）

数据处理是对各种数据进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、利用、传播等一系列活动的统称。据统计，80%以上的计算机主要用于数据处理，这类工作的工作量大而且应用范围广泛，决定了计算机应用的主导方向。

数据处理从简单到复杂已经历了 3 个发展阶段，如下所列。

1) 电子数据处理，它是以文件系统为手段，实现一个部门内的单项管理。

2) 管理信息系统，它是以数据库技术为工具，实现一个部门的全面管理，以提高工作效率。

3) 决策支持系统，它是以数据库、模型库和方法库为基础，帮助管理决策者提高决策水平，改善运营策略的正确性与有效性。

目前，数据处理已广泛地应用于办公自动化、企事业计算机辅助管理与决策、情报检索、图书管理、电影电视动画设计、会计电算化等各行各业。信息正在形成独立的产业，多媒体技术使信息展现在人们面前的不仅是数字和文字，也有声形并茂的声音和图像信息。

3. 辅助技术（或计算机辅助设计与制造）

计算机辅助技术包括 CAD、CAM 和 CAI 等。

(1) 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)

计算机辅助设计是利用计算机系统辅助设计人员进行工程或产品设计，以实现最佳设计效果的一种技术。它已广泛应用于飞机、汽车、机械、电子、建筑和轻工等领域。例如，



在电子计算机的设计过程中,利用 CAD 技术进行体系结构模拟、逻辑模拟、插件划分、自动布线等,从而极大地提高了设计工作的自动化程度。又如,在建筑设计过程中,可以利用 CAD 技术进行力学计算、结构计算、绘制建筑图纸等,这样不但提高了设计速度,而且可以极大提高设计质量。

(2) 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)

计算机辅助制造是利用计算机系统对生产设备的管理、控制和操作的过程。例如,在产品的制造过程中,用计算机控制机器的运行,处理生产过程中所需的数据,控制和处理材料的流动以及对产品进行检测等。使用 CAM 技术可以提高产品质量,降低成本,缩短生产周期,提高生产率和改善劳动条件。将 CAD 和 CAM 技术集成,实现设计生产自动化,这种技术被称为计算机集成制造系统 (CIMS),它的实现将真正做到无人化工厂 (或车间)。

(3) 计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, CAI)

计算机辅助教学是利用计算机系统使用课件来进行教学。课件可以使用制作工具或高级语言来开发制作,它能引导学生循序渐进地学习,使他们轻松自如地从课件中学到所需要的知识。CAI 的主要特色是交互教育、个别指导和因人施教。

4. 过程控制 (或实时控制)

过程控制是利用计算机及时采集检测数据,按最优值迅速地对控制对象进行自动调节或自动控制。采用计算机进行过程控制,不仅可以极大提高控制的自动化水平,而且可以提高控制的及时性和准确性,从而改善劳动条件、提高产品质量及合格率。因此,计算机过程控制已在机械、冶金、石油、化工、纺织、水电、航天等部门得到广泛应用。

例如,在汽车工业方面,利用计算机控制机床和整个装配流水线,不仅可以实现精度要求高、形状复杂的零件加工自动化,而且可以使整个车间或工厂实现自动化。

5. 人工智能 (或智能模拟)

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 是计算机模拟人类的智能活动,如感知、判断、理解、学习、问题求解和图像识别等。现在人工智能的研究已取得不少成果,有些已开始走向实用阶段。例如,能模拟高水平医学专家进行疾病诊疗的专家系统,具有一定思维能力的智能机器人等。

6. 网络应用

计算机技术与现代通信技术的结合构成了计算机网络。计算机网络的建立,不仅解决了一个单位、一个地区、一个国家计算机与计算机之间的通信,各种软、硬件资源的共享,也极大促进了国际间的文字、图像、视频和声音等各类数据的传输与处理。

1.2 微型计算机系统的基本组成

微型计算机是计算机中应用最为广泛的一类。一个完整的微型计算机系统应该包括硬件系统和软件系统两大部分。随着计算机技术的飞速发展,计算机的硬件和软件正朝着相