



中国高等职业技术教育研究会推荐  
高职高专计算机专业规划教材

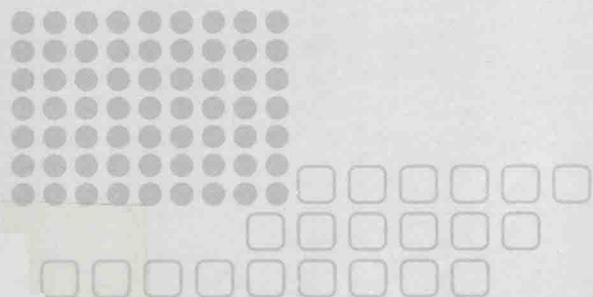


# 计算机原理与 汇编语言程序设计



COMPUTER  
COMPUTER

方春春 编著



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

---

高职高专计算机专业规划教材

# 计算机原理与 汇编语言程序设计

方春春 编著

西安电子科技大学出版社

2010

## 内 容 简 介

为了适应高职高专的课程改革,本书将原来计算机专业的两大主要课程“计算机组成原理”和“汇编语言程序设计”的内容重新安排并有机地组织在一起,系统地阐述计算机组成原理及汇编语言程序设计方法。全书共10章,主要内容包括计算机系统概论、运算方法及运算器、8086 CPU、指令系统、汇编语言、汇编语言程序设计、中央处理器、存储器系统、总线系统、输入/输出系统。

本书既可作为高职高专计算机专业的教材,也可作为成人高校、民办院校计算机及相关专业的教学参考书,同时还可作为非计算机专业人员学习计算机硬件方面内容的自学教材或参考书。

★本书配有电子教案,需要者可登录出版社网站,免费下载。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机原理与汇编语言程序设计/方春春编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2010.1

高职高专计算机专业规划教材

ISBN 978-7-5606-2362-7

I. 计… II. 方… III. ① 电子计算机—理论—高等学校:技术学校—教材

② 汇编语言—程序设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 212118 号

策 划 云立实

责任编辑 雷鸿俊 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 18.5

字 数 437千字

印 数 1~3000册

定 价 26.00元

ISBN 978-7-5606-2362-7/TP·1192

**XDUP 2654001-1**

\*\*\*如有印装问题可调换\*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

## 序

进入 21 世纪以来,高等职业教育呈现出快速发展的形势。高等职业教育的发展,丰富了高等教育的体系结构,突出了高等职业教育的类型特色,顺应了人民群众接受高等教育的强烈需求,为现代化建设培养了大量高素质技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献。目前,高等职业教育在我国社会主义现代化建设事业中发挥着越来越重要的作用。

教育部 2006 年下发了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》,其中提出了深化教育教学改革,重视内涵建设,促进“工学结合”人才培养模式改革,推进整体办学水平提升,形成结构合理、功能完善、质量优良、特色鲜明的高等职业教育体系的任务要求。

根据新的发展要求,高等职业院校积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和就业岗位群任职要求,参照相关职业资格标准,改革课程体系和教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量,不断更新教学内容,而实施具有工学结合特色的教材建设是推进高等职业教育改革发展的重要任务。

为配合教育部实施质量工程,解决当前高职高专精品教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前三轮联合策划、组织编写“计算机、通信电子、机电及汽车类专业”系列高职高专教材共 160 余种的基础上,又联合策划、组织编写了新一轮“计算机、通信、电子类”专业系列高职高专教材共 120 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业的高职高专院校中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材以满足职业岗位需求为目标,以培养学生的应用技能为着力点,在教材的编写中结合任务驱动、项目导向的教学方式,力求在新颖性、实用性、可读性三个方面有所突破,体现高职高专教材的特点。已出版的第一轮教材共 36 种,2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,有的教材出版一年多的时间里就重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。前两轮教材中有十几种入选国家“十一五”规划教材。第三轮教材 2007 年 8 月之前全部出齐。本轮教材预计 2009 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校教学基本建设的一项重要工作。多年来,高职高专院校十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要与行业企业合作,通过共同努力,出版一大批符合培养高素质技能型专门人才要求的特色教材。

我们殷切希望广大从事高职高专教育的教师,面向市场,服务需求,为形成具有中国特色和高职教育特点的高职高专教材体系作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2007 年 6 月

# 高职高专计算机专业规划教材

## 编审专家委员会

- 主任:** 温希东 (深圳职业技术学院副校长, 教授)
- 副主任:** 徐人凤 (深圳职业技术学院电子与通信工程学院副院长, 高工)  
刘中原 (上海第二工业大学计算机与信息学院副院长, 副教授)  
李卓玲 (沈阳工程学院信息工程系主任, 教授)
- 委员:** (按姓氏笔画排列)
- 丁桂芝 (天津职业大学电子信息工程学院院长, 教授)
- 马宏锋 (兰州工业高等专科学校计算机工程系副主任, 副教授)
- 王 军 (武汉交通职业学院信息系副主任, 副教授)
- 王 雷 (浙江机电职业技术学院计算机应用工程系主任, 高工)
- 王养森 (南京信息职业技术学院计算机科学与技术系主任, 高工)
- 王趾成 (石家庄职业技术学院计算机系主任, 高工)
- 汤 勇 (成都职业技术学院国际软件学院副院长, 副教授)
- 朱小平 (广东科学技术职业学院计算机学院副院长, 副教授)
- 齐志儒 (东北大学东软信息学院计算机系主任, 教授)
- 孙街亭 (安徽职业技术学院教务处处长, 副教授)
- 张 军 (石家庄职业技术学院计算机系, 高工)
- 李成大 (成都电子机械高等专科学校计算机工程系副主任, 副教授)
- 苏传芳 (安徽电子信息职业技术学院计算机科学系主任, 副教授)
- 苏国辉 (黎明职业大学计算机系副主任, 讲师)
- 汪临伟 (九江职业技术学院电气工程系主任, 副教授)
- 汪清明 (广东轻工职业技术学院计算机系副主任, 副教授)
- 杨文元 (漳州职业技术学院计算机工程系副主任, 副教授)
- 杨志茹 (株洲职业技术学院信息工程系副主任, 副教授)
- 胡昌杰 (湖北职业技术学院计算机科学与技术系副主任, 副教授)
- 聂 明 (南京信息职业技术学院软件学院院长, 副教授)
- 章忠宪 (漳州职业技术学院计算机工程系主任, 副教授)
- 睦碧霞 (常州信息职业技术学院软件学院院长, 副教授)
- 董 武 (安徽职业技术学院电气工程系副主任, 副教授)
- 蒋方纯 (深圳信息职业技术学院软件工程系主任, 副教授)
- 鲍有文 (北京联合大学信息学院副院长, 教授)

# 前 言

“计算机组成原理”和“汇编语言程序设计”是计算机专业的两门核心课程，本书将这两门课程的内容重新安排并有机地组织在一起，系统地阐述计算机组成原理及汇编语言程序设计方法，讲解了计算机各功能部件的逻辑组成、工作原理、汇编语言程序设计的基本知识及有关编程的基本方法。通过学习，使读者对计算机的一般组成原理与内部运行情况有一个整体的了解，并能初步掌握汇编语言程序的有关基本知识，具备汇编语言程序设计的能力。

本书分为 10 章，主要内容包括：计算机系统概论、运算方法及运算器、8086 CPU、指令系统、汇编语言、汇编语言程序设计、中央处理器、存储器系统、总线系统、输入/输出系统。针对当前计算机专业的发展趋势及高职教育的特点和学生的知识状况，本书本着适度够用的原则，力求把握最新的知识和技术，用简明的语言、清晰的概念讲解计算机系统的基本原理及应用。每章后面均配有一定量的习题，读者可以在学完每一章之后，利用这些习题进一步巩固并加深理解所学的知识。

本书由方春春编写。特别要感谢张劲农老师，他在整个书稿的写作中进行了文字的校对，也要感谢苏秀珍老师对编写工作的大力支持。在编写本书的过程中，还得到了同事和朋友们的许多帮助，在此一并表示感谢。

本书参阅了大量国内外最新出版的书籍和某些网站上的参考资料，有广泛的适应面，便于自学。本书既可作为高职高专计算机专业的教材，也可作为其他相关专业的教材，还可作为计算机爱好者的自学教材及有关工程技术人员的参考用书。

计算机科学技术发展迅速，理论性强，对教材的时效性要求较高。限于时间和编者水平，本书在选材上和对理论及先进技术的理解上可能有不妥之处，书中也难免有其他疏漏，诚请各位专家和读者不吝赐教。

编 者

2009 年 10 月

# 目 录

<b>第 1 章 计算机系统概论</b> .....1	<b>第 3 章 8086 CPU</b> ..... 46
1.1 计算机的发展简史.....1	3.1 8086 CPU 的内部结构..... 46
1.2 计算机的分类和应用.....3	3.2 寄存器结构..... 48
1.2.1 计算机的分类.....3	3.2.1 通用寄存器..... 48
1.2.2 计算机的应用.....4	3.2.2 段寄存器..... 50
1.3 计算机系统.....5	3.2.3 专用寄存器..... 51
1.3.1 计算机硬件.....6	3.3 存储器组织..... 52
1.3.2 微型计算机的硬件组成.....7	3.3.1 存储器的分段..... 52
1.3.3 计算机软件.....8	3.3.2 存储器的地址..... 53
1.4 微机系统的性能指标.....11	3.3.3 逻辑地址的来源..... 54
习题.....12	3.3.4 存储器结构..... 55
<b>第 2 章 运算方法及运算器</b> .....13	习题..... 56
2.1 计算机中数据的表示.....13	<b>第 4 章 指令系统</b> ..... 58
2.1.1 数值数据.....13	4.1 概述..... 58
2.1.2 非数值信息的表示法.....22	4.1.1 指令系统的性能要求..... 58
2.2 定点数补码加减运算.....25	4.1.2 精简指令系统计算机..... 59
2.2.1 补码加法运算.....25	4.2 指令格式..... 60
2.2.2 补码减法运算.....26	4.2.1 操作码..... 60
2.2.3 加减法运算的溢出处理.....26	4.2.2 操作数地址码..... 61
2.2.4 定点数的加减法电路.....28	4.2.3 指令字长度..... 62
2.3 定点数乘除运算.....32	4.3 寻址方式..... 63
2.3.1 原码一位乘法.....32	4.3.1 立即寻址..... 63
2.3.2 原码一位乘法的逻辑实现.....33	4.3.2 寄存器寻址..... 64
2.4 定点除法运算.....34	4.3.3 直接寻址..... 64
2.4.1 原码一位除法.....36	4.3.4 间接寻址..... 64
2.4.2 原码一位除法的逻辑实现.....36	4.3.5 寄存器间接寻址..... 65
2.5 定点运算器的组成与结构.....36	4.3.6 基址寻址..... 66
2.5.1 定点运算器的组成.....36	4.3.7 变址寻址..... 66
2.5.2 算术逻辑部件.....37	4.3.8 隐含寻址..... 66
2.5.3 定点运算器的结构.....38	4.3.9 块寻址..... 67
2.6 浮点数的算术运算与浮点运算器.....39	4.3.10 相对寻址方式..... 67
2.6.1 浮点加法和减法.....39	4.3.11 扩展变址方式..... 67
2.6.2 浮点乘除运算.....41	4.4 指令类型..... 68
2.6.3 浮点运算器.....41	4.5 8086 指令系统..... 70
习题.....41	4.5.1 8086 寻址方式..... 70

4.5.2	8086 指令系统.....	75	6.5.4	子程序的嵌套与递归调用.....	164
	习题.....	105		习题.....	165
<b>第 5 章</b>	<b>汇编语言</b> .....	<b>108</b>	<b>第 7 章</b>	<b>中央处理器</b> .....	<b>175</b>
5.1	基本概念.....	108	7.1	CPU 的基本组成.....	175
5.2	汇编语言语句.....	109	7.1.1	运算器.....	175
5.2.1	汇编语言语句格式.....	109	7.1.2	控制器.....	176
5.2.2	操作数.....	110	7.1.3	CPU 中的寄存器.....	177
5.2.3	运算符.....	111	7.1.4	数据通路.....	178
5.3	汇编语言常用伪指令.....	112	7.2	时序系统和控制方式.....	178
5.3.1	数据定义伪指令.....	112	7.2.1	指令周期和机器周期.....	178
5.3.2	符号定义伪指令.....	116	7.2.2	时序发生器.....	179
5.3.3	段定义伪指令.....	117	7.2.3	控制方式.....	180
5.3.4	结束伪指令.....	122	7.3	指令的执行过程.....	181
5.3.5	当前地址计数器(\$)与 定位伪指令.....	123	7.3.1	基本功能的微操作.....	181
5.3.6	过程定义伪指令.....	124	7.3.2	指令的微操作.....	183
习题.....		124	7.4	组合逻辑控制器.....	184
<b>第 6 章</b>	<b>汇编语言程序设计</b> .....	<b>129</b>	7.4.1	基本原理.....	184
6.1	程序设计的基本步骤及 程序基本结构.....	129	7.4.2	组合逻辑控制器的设计步骤.....	184
6.1.1	汇编语言程序设计的基本步骤.....	129	7.5	微程序控制器.....	186
6.1.2	程序流程图.....	130	7.5.1	微程序控制器的基本原理.....	186
6.1.3	程序的基本结构.....	131	7.5.2	微程序控制器的基本概念.....	186
6.1.4	结构化程序设计的特点.....	131	7.5.3	微程序控制器的基本结构.....	187
6.2	顺序程序设计方法.....	132	7.5.4	微指令编码.....	189
6.2.1	顺序程序设计.....	132	7.5.5	微指令地址的确定方法.....	190
6.2.2	DOS 功能调用.....	137	7.5.6	微指令格式.....	192
6.3	分支程序设计方法.....	141	7.5.7	微指令的执行方式.....	193
6.3.1	分支程序的结构形式.....	141	7.6	流水 CPU.....	193
6.3.2	双分支程序设计.....	142	习题.....		194
6.3.3	多分支程序设计.....	148	<b>第 8 章</b>	<b>存储器系统</b> .....	<b>199</b>
6.4	循环程序设计方法.....	153	8.1	概述.....	199
6.4.1	循环程序结构.....	153	8.1.1	存储器的分类.....	199
6.4.2	循环程序设计方法.....	153	8.1.2	主存的技术指标.....	201
6.4.3	多重循环.....	158	8.2	层次存储器系统.....	203
6.5	子程序设计.....	159	8.3	主存储器.....	204
6.5.1	子程序的概念.....	159	8.3.1	主存储器与 CPU 的连接.....	204
6.5.2	子程序设计方法.....	159	8.3.2	主存储器的组成.....	206
6.5.3	子程序应用举例.....	161	8.3.3	随机存储器.....	208
			8.3.4	只读存储器(ROM).....	215
			8.3.5	实用 DRAM 内存条简介.....	217



8.4 高速缓冲存储器(Cache).....	218	10.1.2 I/O 接口的基本结构 .....	240
8.4.1 概述.....	218	10.1.3 端口的编址方式.....	242
8.4.2 Cache 的读/写操作 .....	219	10.1.4 接口类型.....	242
8.4.3 地址映像.....	220	10.1.5 数据传送方式.....	243
8.4.4 替换算法.....	221	10.2 程序查询传送方式.....	243
8.5 虚拟存储器.....	222	10.3 程序中断传送方式.....	244
8.5.1 虚拟存储器的基本概念 .....	222	10.3.1 中断的基本概念.....	244
8.5.2 与 Cache 的比较.....	222	10.3.2 中断处理过程.....	246
8.5.3 页式虚拟存储器.....	223	10.3.3 中断屏蔽技术.....	250
8.5.4 段式虚拟存储器.....	223	10.4 8086 CPU 的中断.....	251
8.5.5 段页式虚拟存储器.....	224	10.4.1 8086 CPU 中断的分类.....	251
习题.....	225	10.4.2 中断向量表.....	252
<b>第 9 章 总线系统</b> .....	<b>226</b>	10.5 直接存储器存取(DMA)方式.....	252
9.1 总线的基本概念.....	226	10.5.1 DMA 的基本概念 .....	252
9.1.1 总线的分类.....	226	10.5.2 DMA 接口的功能和组成 .....	253
9.1.2 总线的规范.....	227	10.5.3 DMA 数据传送过程 .....	254
9.1.3 总线的优点.....	228	10.6.4 DMA 传送方式 .....	255
9.1.4 总线的性能.....	228	10.6 通道控制方式.....	256
9.2 总线连接方式.....	229	10.6.1 通道的基本概念.....	256
9.3 总线控制.....	231	10.6.2 通道的功能.....	257
9.3.1 集中式控制.....	231	10.6.3 通道的类型.....	258
9.3.2 分布式控制.....	233	习题.....	259
9.4 常用微机总线.....	233	<b>附录</b> .....	<b>262</b>
9.4.1 系统总线.....	233	附录 A 8086 指令系统表.....	262
9.4.2 外部总线.....	236	附录 B DOS 功能调用.....	267
习题.....	238	附录 C 汇编出错信息.....	273
<b>第 10 章 输入/输出系统</b> .....	<b>239</b>	附录 D DEBUG 主要命令.....	280
10.1 概述.....	239	附录 E MASM 保留字.....	285
10.1.1 接口的功能.....	239	<b>参考文献</b> .....	<b>286</b>

# 第1章 计算机系统概论

计算机是一种能够自动、高速、精确地进行信息处理的电子设备，是一种帮助人类从事脑力劳动(记忆、计算、分析、判断、设计、学习等)的工具。在程序的控制下计算机能快速、高效地自动完成信息的处理、加工、存储或传送。

计算机也被称为电脑，是20世纪最伟大的发明之一。有人曾说汽车的发明是人类脚的功能的延伸，望远镜的发明是人类眼的功能的延伸，那么计算机的出现就是人类大脑的功能的延伸。

## 1.1 计算机的发展简史

世界上第一台计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer)于1946年在美国宾夕法尼亚大学诞生。60多年来，计算机经历了多代的发展，各代的划分主要依据半导体技术水平，并以明显的硬件和软件技术为标志。具体如下：

第一代：1945~1956年，计算机的逻辑元件采用电子管，使用磁鼓存储器；用机器语言和汇编语言编程。

第二代：1957~1963年，计算机的逻辑元件采用晶体管，使用磁芯存储器；用汇编语言、高级语言编程，出现了监控程序。

第三代：1964~1970年，计算机的逻辑元件采用集成电路，使用磁芯存储器；进入结构化程序设计阶段，操作系统有了很大发展。

第四代：1971年以后，计算机的逻辑元件采用大规模、超大规模集成电路，使用半导体存储器；操作系统更加完善，应用软件的地位越来越重要。

1971年，世界上第一个微处理器芯片(CPU)——Intel 4004在美国 Intel 公司诞生，标志着计算机开始进入微型化时代。

1972年，Intel 公司又推出8位微处理器 Intel 8008。到了1978年，Intel 公司推出了16位处理器 Intel 8086，首次采用了流水线技术，内部和外部数据线都是16位，地址线为20位，可直接访问1MB内存单元。1985年，Intel 公司生产出了32位处理器 Intel 80386，数据线及地址线都是32位，可直接访问4GB内存，并支持分页机制。

2003年，AMD 公司率先推出了64位微处理器 Athlon 64，该微处理器的推出使 AMD 公司在个人计算机处理器的竞争中首次领先于 Intel 公司。Athlon 64 处理器既可确保当前的32位应用程序能够发挥出卓越的性能，也可支持下一代的64位应用程序。64位微处理器的诞生，标志着计算技术迈进了一个新的时代。

计算机的微处理器经历了4位、8位、16位、32位和64位等几个阶段的发展，芯片的

集成度和速度都有很大的提高，而 CPU 的价格却不断地下降。微型计算机发展迅猛，使工程工作站和个人计算机(PC)已广泛应用于社会生活的各个领域，如今的计算机，不论在体积、重量、速度还是存储容量等方面与当初的计算机都已不可同日而语。当年那台庞大、笨重的机器，已演变成了轻巧、便携的设备。计算机也由当初只能用于数据计算到现在渗透到人们的日常生活中，广泛地应用于数值计算、信息处理、实时控制、计算机辅助工程、人工智能等方面。

20 世纪 80 年代初，发达国家开始研制第五代计算机。第五代计算机是智能计算机，采用超大规模集成电路，生产工艺更加完善，拥有高密度、高速度处理机和存储器芯片。它可以进行大规模并行处理，采用可扩展的和允许时延的系统结构，能识别自然语言(文字、语音)、图形、图像，能进行思维、联想、推理，并得出结论，能解决复杂问题，具有汇集、记忆、检索有关知识的能力。第五代计算机的研究过程并不顺利，所以至今还没有哪一台计算机被宣称是第五代计算机。

半导体存储器是计算机的另一个重要部件，自 1970 年研制出第一个存储芯片以来，随着半导体存储器价格的下降及位密度的提高，存储芯片的容量经历了从小容量到大容量的若干个发展阶段，每一个新的阶段存储容量都比过去提高了，而价格和访问时间却有所下降。

随着计算机硬件的快速发展，计算机系统结构也有很大的改进，有许多成功并有重大影响的技术，包括以下几个方面：

(1) 计算机系统结构从基于串行执行指令改变为基于并行执行指令，出现了向量计算机、并行计算机、多处理机等。

(2) 硬件子系统与操作系统和数据库管理系统软件相适应，出现了面向操作系统的计算机和面向数据库的计算机等。

(3) 为了适应特定应用环境而出现了一些专用计算机，如过程控制计算机等。

(4) 随着计算机系统功能分散化、专业化，出现了各种功能的分布式计算机。

除此之外，还出现了容错计算机、智能计算机、数据流计算机和归约机等。计算机的未来正向着巨型化、网络化、智能化、多媒体化方向发展。

在计算机硬件发展的同时软件也在兴起。计算机刚问世时，尚未有“软件”的概念，随着计算机的发展及应用范围的扩大，逐渐形成了软件系统。软件在发挥计算机的作用、推广计算机的应用、改进计算机的设计以及简化计算机的操作等方面，起了决定性的作用。系统软件不断完善、升级，操作系统自动地管理计算机系统中各个设备以及多个程序的高效运行，使计算机从只供专家使用转为面向大众，这也是第三代计算机时期的重大成就。

我国计算机的研发起步略晚，从 1953 年开始进行计算机研究。下面是我国计算机研究所取得的一些成果：

1958 年，中科院计算所成功研制出小型电子管通用计算机——103 机，这是我国第一台电子计算机；

1964 年，我国小规模集成电路研制成功；

1965 年，中科院计算所研制成功第一台大型晶体管计算机——320 机，该机在两弹试验中发挥了重要的作用；

1971 年，诞生了中国第一台集成电路计算机 TQ—16；

1983年,国防科技大学成功研制出运算速度上亿次每秒的银河— I 巨型机,这是我国高速计算机研制的一个重要里程碑;

1995年,曙光公司推出了国内第一台具有大规模并行处理机(MPP)结构的并行机曙光1000;

1999年,国家并行计算机工程技术研究中心研制出神威 I 计算机,并在国家气象中心投入运行;

2001年,中科院计算所成功研制出我国第一款通用 CPU——“龙芯”芯片;

2005年,科技部、中科院和信息产业部联合发布了龙芯 2 号芯片。

## 1.2 计算机的分类和应用

### 1.2.1 计算机的分类

电子计算机从总体上来说分为两大类。一类是电子模拟计算机。模拟计算机的数据由连续量表示,运算过程也是连续的。模拟计算机用电压表示数据,精度低,数据存储量小,没有逻辑判断能力。由于电子模拟计算机的精度和解题能力都有限,所以应用范围较小。另一类是电子数字计算机。数字计算机的数据用二进制数表示。数字计算机的主要特点是用数字计数,按位运算,可以用程序控制,精度高,数据存储量大,有较强的逻辑判断能力。通常所说的计算机就是指数字计算机。

数字计算机又可进一步分为专用计算机和通用计算机。专用和通用是根据计算机的效率、速度、价格、运行的经济性和适应性来划分的。专用机是最有效、最经济和最快速的计算机,但是它的适应性很差。通用计算机适应范围很大,但是牺牲了效率、速度和经济性。

通用计算机又可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类,它们的区别在于指令系统规模、性能指标、存储容量、体积、简易性、功率损耗和机器价格不同。

#### 1. 巨型机

巨型机是为气象预报、国防工程、核物理研究等专门设计的具有极高运算速度和很大容量的计算机。著名的巨型机有 1983 年研制成功的 CrayX-MP 多处理机巨型机,向量运算速度达 4 亿次每秒。近年来,以微处理器为阵列结构的巨型机(常称为微巨型机)得到了发展。我国自行研制的银河— I、银河— II、曙光型机也属于巨型机范畴。

#### 2. 大、中型机

大、中型机在计算机工业中占有很重要的地位,很多新的系统结构技术都是首先在大、中型机上被采用。

#### 3. 小型机

小型机具有规模小,结构简单,设计试制周期短,便于及时采用先进技术和工艺,硬、软件成本低等优点,加上容易操作、容易维护和可靠性高等特点,使得管理机器和编制程序都比较简单,曾在 20 世纪 70 年代被普遍采用。其中 DEC 公司的 PDP-11 系列和 VAX-11

系列曾在我国高校、银行、企事业单位中广泛应用。近年来，用作网络服务器的小型机正在国内兴起。

小型机的出现打开了在控制领域应用计算机的局面，许多大型分析仪器、测量仪器、医疗仪器使用小型机进行数据采集、整理、分析、计算等。应用在工业生产领域的计算机，除了能进行上述工作外还可进行自动控制。

### 4. 微型机

微型机的出现与发展，掀起了计算机大普及的浪潮。按微处理器、存储器、I/O 接口和总线装配的情况可以将微型机分为多板机、单板机和单片机。

#### 1) 多板机

微机各组成部分装配在多个印制电路板上的微型计算机称为多板机，如 PC 机(台式、便携式、手持式)。

#### 2) 单板机

微机各组成部分装配在一个印制电路板上的微型计算机称为单板机，它主要用于教学、实验等。

#### 3) 单片机

微机各组成部分集成在一个超大规模的芯片上的微型计算机称为单片微型计算机，简称单片机。单片机广泛用于测控系统、仪器仪表、工业控制、通信设备、家用电器、嵌入式系统等。

## 1.2.2 计算机的应用

随着计算机技术的迅猛发展，计算机的应用范围在不断地扩大，从国民经济各部门到个人家庭生活，从军事部门到民用部门，从科学教育到文化艺术，从生产领域到消费娱乐，小到电子手表、儿童玩具，大到卫星、导弹的发射，计算机已经渗透到国民经济的各个部门，是否使用计算机已经成为各单位或部门技术应用水平高低的重要标志。下面从几个主要方面简述计算机的应用领域。

### 1. 科学计算

科学计算是计算机应用最早且应用得较广泛的领域。例如数学、化学、原子能物理学、天文学、地球物理学、生物学等基础科学的研究，以及航天飞行、飞机设计、桥梁设计、水力发电、地质找矿等方面的大量计算都要用到计算机。

例如导弹或卫星的发射，必须精确地计算其运行轨道和目标，只有采用高速计算机才能实现；24 小时天气预报，用手摇计算器进行计算需要几个星期，改用高速计算机则只需要几个小时或更短时间；生命科学中为测定胰岛素的晶体结构，需要进行大量、高精度的复杂运算，只有采用高速计算机才能完成。

### 2. 数据处理

计算机发展初期，它仅仅用于数值计算。但是后来应用范围逐渐发展到非数值计算领域，可用来处理文字、表格、图像、声音等各类问题。现在计算机用于信息处理的范围相当广泛，如银行账务、股市信息、图书情报检索、民航售票系统、管理人事档案等。

### 3. 计算机控制

在现代化工厂里,计算机普遍用于生产过程的自动控制,对于减轻工人的劳动强度,改善工人的工作环境,提高产品质量和生产效率能起到很好的作用。一般来说是计算机根据给定的数据实时地对生产过程实现自动化控制,因此又被称做“过程控制”。用于生产过程自动控制的计算机,一般都是实时控制,它们对计算机的速度要求不高,但对可靠性要求很高。用于控制的计算机,其输入信息往往是电压、温度、机械位置等模拟量,要先将它们转换成数字量,然后计算机才能进行处理或计算。当从被控制对象测量到的信息是温度、位置等非电量时,要将它们转换成电量,然后再转换成数字量。如何测量,用什么仪表测量也是一个很重要的问题。计算机的处理结果是数字量,一般要将它们转换成模拟量去控制对象。

### 4. 计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAD/CAM)

由于计算机有快速的数值计算、强大的数据处理以及模拟的能力,因而目前在飞机、船舶、光学仪器、超大规模集成电路等的设计制造过程中,CAD/CAM 占据着越来越重要的地位。

在超大规模集成电路的设计和生产过程中,要经过设计制图、照相制版、光刻、扩散、内部连接等多道复杂工序,是人工难以完成的。使用计算机辅助设计,可以使设计达到自动化或半自动化的程度,从而减轻人的劳动强度并提高设计质量。

近年来,伴随着 CAD 技术的推广,计算机辅助设计出现了许多新的分支。例如,计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)、计算机辅助教学(CAI)等均属于计算机辅助设计的范畴。

### 5. 人工智能

人类的许多脑力劳动,诸如证明数学定理、进行常识性推理、理解自然语言、诊断疾病、下棋游戏、破译密码等都需要“智能”。人工智能是将人脑进行演绎推理的思维过程、规则和所采取的策略、技巧等编成计算机程序,在计算机中存储一些公理和推理规则,然后让机器去自动探索解题的方法,所以这种程序不同于计算机的一般应用程序。人工智能的研究课题是多种多样的,诸如机器学习、计算机证明、景物分析、模拟人的思维过程、机器人等等,内容广泛。

智能机器人是人工智能各种研究课题的综合产物,有感知和理解周围环境、进行推理和操纵工具的能力,并能通过学习适应周围环境,完成某种动作。在不允许人进入的场所(如高温、有放射性物质等)使用机器人有特殊的意义。

## 1.3 计算机系统

计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。

硬件是指计算机的实体部分,由看得见摸得着的各种电子元器件,各类光、电、机设备的实物组成,如主机、外设等。计算机的硬件是计算机的物质基础。

软件是看不见摸不着的,是人们事先编制成的具有各种特殊功能的程序。通常把这些程序寄存于各类媒体中,如 RAM、ROM、磁盘、光盘等。软件是发挥计算机功能,使计算

机能正常工作的程序。没有软件的计算机称为“裸机”。

一台计算机性能的好坏，取决于软硬件功能的总和。

### 1.3.1 计算机硬件

尽管计算机硬件发展很快，但不管是微型计算机还是巨型机、大型机、中型机、小型机，在系统结构和工作原理上并没有本质的区别，都是依据美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Johaann Von Neumann, 1903~1957)提出的“存储程序”的原理进行工作，即将由指令组成的程序和指令操作的数据以二进制形式存储在存储器里，通过使计算机自动从存储器中取出程序执行，完成程序赋予的功能。

冯·诺依曼体系计算机的特点如下：

- (1) 计算机由运算器、存储器、控制器和输入设备、输出设备五大部件组成。
- (2) 指令和数据都用二进制代码表示。
- (3) 指令和数据都以同等地位存放于存储器内，并可按地址寻访。
- (4) 指令是由操作码和地址码组成的，操作码用来表示操作的性质，地址码用来表示操作数所在存储器中的位置。
- (5) 机器以运算器为核心，输入、输出设备与存储器的数据传送均通过运算器。

根据冯·诺依曼体系的思想，计算机的硬件由输入设备、输出设备、运算器、存储器和控制器五部分组成。

计算机硬件组成框图如图 1-1 所示。

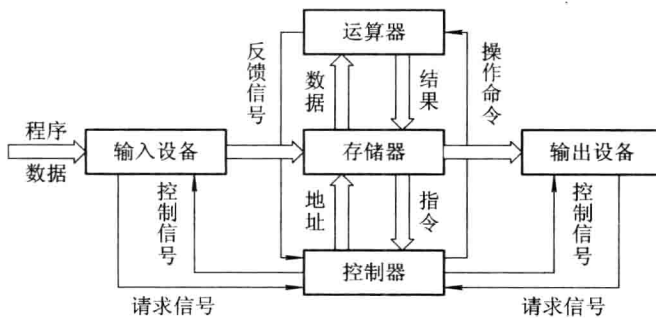


图 1-1 计算机硬件系统基本组成框图

#### 1. 存储器

存储器是计算机的记忆装置，主要功能是存放程序和数据。程序是计算机操作的依据，数据是计算和操作的对象。存储器是计算机能够实现“存储程序控制”的基础。

衡量存储器的三个指标是存储容量、存储速度和单位价格。存储器所有存储单元的总和称为存储器的存储容量，通常用 KB、MB、GB 来表示，存储容量越大，表示计算机记忆储存的信息就越多。向存储单元存入或从存储单元取出信息，都称为访问存储器。

可以直接与控制器交换信息的存储器称为内存储器，它是半导体存储器，存储容量有限，因此计算机中又配备了存储容量更大的磁盘存储器和光盘存储器，称为外存储器。

#### 2. 运算器

运算器又称为算术逻辑运算单元(Arithmetic and Logical Unit, ALU)，是对信息或数据

进行处理和运算的部件,经常进行的是算术运算和逻辑运算,所以运算器的核心是加法器。运算器中还有若干个通用寄存器,用来暂存操作数,并存放运算结果。寄存器的存取速度比存储器的存取速度快得多。

由于二进制数运算规律简单,在电子器件中比较容易实现,因此,在电子数字计算机中广泛采用二进制数。二进制数和十进制数一样,在运算中,当数的位数越多时,计算的精度就越高。从理论上讲,数的位数可以任意多。但是位数越多,所需的电子器件也越多,因此目前计算机的运算器长度一般是8位、16位、32位或64位。

### 3. 控制器

控制器主要用来实现计算机本身运行过程的自动化,是全机的指挥中心,它使计算机各部件自动协调地工作。控制器工作的实质就是解释程序,它每次从存储器读取一条指令,经过分析译码,产生一串操作命令,发向各个部件,控制各部件动作,使整个机器连续地、有条不紊地运行。

计算机中有两股信息在流动。一股是控制信息,即操作命令,其发源地是控制器,它分散流向各大部件;另一股是数据信息,它受控制信息的控制,从一个部件流向另一个部件,边流动边被加工处理。

### 4. 输入设备

输入设备的任务是把人们编好的程序和原始数据送到计算机中,并且把它们转换成计算机内部所能识别和接受的信息方式。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、数码相机等。

### 5. 输出设备

输出设备的任务是将计算机的处理结果送出计算机,输出信息的形式有字符、文字、图形、图像、声音等。常用的输出设备有打印机、显示器、绘图仪等。

外存储器也属于外部设备,既可以作为输入设备,也可以作为输出设备。常见的外存储器有硬盘、软盘和光盘。

## 1.3.2 微型计算机的硬件组成

CPU由运算器与控制器组成,CPU和主存储器通常组装在一个主板上,合称主机。

微型计算机的硬件组成部分主要有微处理器(CPU)、存储器、I/O设备和系统总线。计算机的各个部件是通过总线连接的。总线分为数据总线(Data Bus, DB)、控制总线(Control Bus, CB)和地址总线(Address Bus, AB),如图1-2所示。

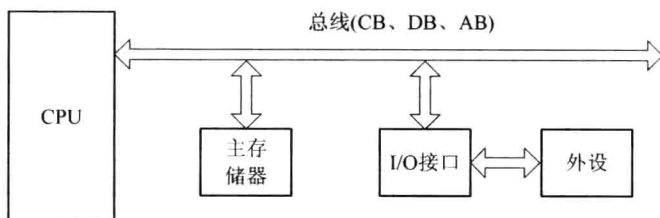


图 1-2 微型计算机的结构



在微机中,各功能部件之间通过系统总线相连,这使得各个部件之间的相互关系变为面向系统总线的单一关系。一个部件只要满足总线标准,就可以连接到采用这种总线标准的系统中。

### 1.3.3 计算机软件

软件是计算机程序、方法、规则、相关的文档以及在计算机上运行它时所必需的数据。一般来说,软件是所有程序和数据结构的总称。

计算机系统中,软件和硬件一样都是系统必不可少的组成部分,它是用户与计算机硬件之间的桥梁。

#### 1. 软件的作用

软件的主要作用如下:

- (1) 对计算机硬件资源进行控制与管理。
- (2) 在硬件提供的基本功能的基础上扩大计算机的功能。
- (3) 向用户提供尽可能方便灵活的计算机操作使用界面。
- (4) 提供计算机软件的开发工具和环,提供对计算机本身进行调试维护和诊断等所需要的工具。
- (5) 为用户完成特定的信息处理任务。

#### 2. 软件的组成

软件是使用某种语言编写的、可完成各种功能的程序。软件分为系统软件和应用软件两大类,见图 1-3。

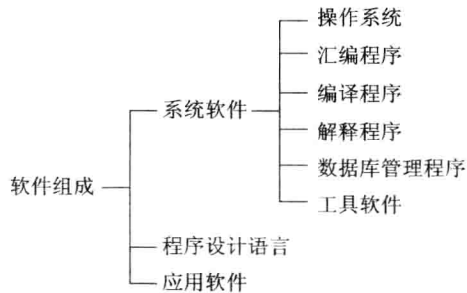


图 1-3 软件的组成

#### 1) 系统软件

系统软件是指管理、监控和维护计算机资源(包括硬件和软件)的软件,主要包括用来管理机器的操作系统、各种程序设计语言及其解释和编译程序、汇编程序、数据库管理系统,以及系统调试程序、故障诊断程序和错误检测程序等。它们是由系统程序员编写的,一般不允许修改,可固定存放在计算机内的只读存储器中,或者存放在外部存储器中,需要时调入机器的内存存储器中执行。

(1) 操作系统(Operating System, OS)。操作系统的功能就是控制和管理计算机系统的全部硬件资源、软件资源及数据资源,使计算机系统的所有资源最大限度地发挥作用,为用户提供方便、有效、友善的服务界面。操作系统是最低层的系统软件,它是对硬件系统功