

计算机组成原理

21世纪高职高专教材(计算机类)

计算机组成原理

张钧良 林雪明 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

21 世纪高职高专教材(计算机类)

计算机组成原理

张钧良 林雪明 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是专门为高职和高专的计算机专业及相关专业编写的计算机教材。

全书按基础、组成、系统三个层次介绍了计算机的组成原理。基础部分包括计算机系统概论、数据在计算机中的表示及编码、代码校验、计算机的基本器件、机器数的运算方法；组成部分包括运算器、指令系统、主存储器、CPU 及控制器；系统部分包括存储体系结构、外部设备、主机与外设的数据传输方式。

本书针对高职和高专的特点组织编写内容，立足于计算机专业，并兼顾非计算机专业，注重内容的先进性、实用性，以教授技能为主，但不忽视理论知识，使本书既有一定的知识面，又突出实用技能，体现最新技术。

本书内容充实，概念清晰，重点突出，语言简洁，深入浅出，通俗易懂，例题丰富，图文并茂，每章都附有一定数量的习题供教师布置作业，是高职大专层次计算机专业及相关专业的合适教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/张钧良,林雪明编著. -北京:电子工业出版社,2001.1

21世纪高职高专教材

ISBN 7-5053-6364-6

I. 计… II. 张… III. 电子计算机-系统结构-高等学校;技术学校-教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 73779 号

丛 书 名: 21 世纪高职高专教材(计算机类)

书 名: 计算机组成原理

编 著 者: 张钧良 林雪明

责任编辑: 卢先河

特约编辑: 朱 宇

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京兴华印刷厂

装 订 者: 三河市双峰装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75 字数: 415 千字

版 次: 2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6364-6
TP·3450

印 数: 6000 册 定价: 22.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分。近年来,高职高专教育有了很大的发展,为我国的现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,为经济发展和社会进步起到了重要作用。

高职高专教育不同于其他传统形式的高等教育,它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高技术应用型专门人才,学生应在掌握必要的基础理论和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能,因而对应这种形式的高等教育教材也应有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育对教学改革和教材建设的需要,在国家教育部的指导下,电子工业出版社在全国范围内组织并成立了“全国高职高专教育教材研究与编审委员会”(以下简称“教材研究与编审委员会”),旨在研究高职高专的教学改革与教材建设,规划教材出版计划,以推动教育部策划的“21世纪高职高专规划教材”的出版工作。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的普通高校、高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及本科主办的二级职业技术学院,而教材的编者和审定者则均来自于从事高职、高专和成人高等教育教学与研究工作的第一线的优秀教师和专家。

为推动教育部策划的“21世纪高职高专规划教材”的出版工作尽快实施,“教材研究与编审委员会”对高职高专教材的出版进行了规划。规划教材覆盖了计算机、通信、电子电气、财会与管理类等专业的主要课程,主要面向课程包括基础课和专业主干课。这些教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写,适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及本科主办的二级职业技术学院使用。

“教材研究与编审委员会”根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》的文件精神,力求规划教材能够反映高职高专课程和教学内容体系改革方向;按照突出应用性、实践性的原则重组系列课程教材结构;力求使教材能够反映当前教学的新内容,突出基础理论知识的应用和实践技能的培养。教材中的基础理论以应用为目的,以必要、够用为度,在专业课程教材的内容设计上加强了针对性和使用性;教材内容尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法,以利于学生综合素质的形成和科学思维方式和创新能力的培养。

编写高职高专教材是一个新课题,希望全国高职、高专和成人高等教育院校的师生在教学实践中积极提出意见与建议,并及时反馈给我们,以便我们对已出版的教材不断修订、完善,与大家共同探索我国高职高专教育的特点和发展道路,不断提高教材质量,完善教材体系,为社会奉献更多更新与高职高专教育配套的高质量教材。

全国高职高专教育教材研究与编审委员会

E-mail: lxh@phei.com.cn

前 言

我国国民经济的蓬勃发展,需要各个层次的计算机技术人才和计算机应用人才。近几年来,我国的高等教育得到了飞速发展,成人高等教育和高等职业教育的发展更为令人鼓舞。但是,适合成人高等教育和高职大专层次的教材相当匮乏,计算机学科更是如此。建设高质量的成人高等教育和高职大专层次的教材是当务之急。

为了顺应当前我国成人高等教育和高等职业教育事业飞速发展的新形势,电子工业出版社组织相关院校的富有教学经验的教师编写成教和高职大专层次系列教材,是一件很有意义的事情。作者根据自己长期教授《计算机组成原理》课程的经验,精心设计内容,为成人高校的计算机专业编写了这本《计算机组成原理》教材。

《计算机组成原理》是计算机专业的一门重要的专业基础课。这门课在计算机专业的各门课程中起着承上启下的作用。学生通过本课程的学习,掌握一定的计算机硬件基础知识,为学习计算机专业的专业课和相关课程打下基础。也为毕业后从事相关的计算机专业工作开拓一定的知识面,以及具备一定专业深度的计算机应用基础。

根据《计算机组成原理》课程所具有的知识面广、内容多、难度大、更新快的特点。本教材在编写中考虑到内容既要适合成教大专层次的学生,又能尽量全面,但基本概念必须清楚;系统性要强,使学生能建立计算机的整机概念;知识结构要合理,循序渐进,逐步深入;内容少而精,以适合成教大专层次的学生为宜。

在本书的具体内容编写中,脱开了具体的机型,充分利用当代计算机技术硬件的发展成果,尽量吸收当代计算机硬件发展的先进技术,使教材体现先进性。具体内容共分9章,第1章为计算机系统概论;第2章讲述数据在计算机中的表示;第3章叙述组成计算机的基本器件;第4章讲述机器数的运算方法及运算器的组成和结构;第5章是指令系统,叙述寻址方式和指令格式、种类及执行方式;第6章讲述主存储器及存储系统结构,第7章论述中央处理器CPU,主要讲述控制器的功能和构成;第8章是外部设备;第9章讲述主机与外设的数据传输方式。

本书由宁波大学张钧良和林雪明合作编写,张钧良编写第1~5章,林雪明编写第6~9章,全书由张钧良统稿。

本书承杭州电子工业学院胡维华教授进行了认真详尽地审阅,并提出宝贵的修改意见,作者表示衷心感谢。

由于时间紧迫,作者水平所限,难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2001年1月

目 录

第 1 章 计算机系统概述	(1)
1.1 计算机系统的硬件与软件	(1)
1.1.1 计算机硬件和软件的概念	(1)
1.1.2 计算机程序、指令和语言	(2)
1.2 计算机系统的层次结构	(4)
1.3 计算机的分类及其应用	(5)
1.3.1 计算机的分类	(5)
1.3.2 计算机的应用	(5)
1.4 计算机的特点和主要性能指标	(7)
1.4.1 计算机的特点	(7)
1.4.2 计算机的性能指标	(9)
1.5 电子计算机的发展简史	(10)
1.5.1 电子计算机的发展历史	(10)
1.5.2 微型计算机的发展	(12)
1.5.3 计算机的发展趋势	(13)
1.5.4 我国计算机产业的发展	(14)
习题	(17)
第 2 章 数据在计算机中的表示	(20)
2.1 进位计数制及其相互转换	(20)
2.1.1 进位计数制	(20)
2.1.2 常用进位计数制间的相互转换	(21)
2.2 数值数据在计算机中的表示	(24)
2.2.1 机器数	(24)
2.2.2 定点数的原码、反码、补码和移码	(28)
2.2.3 定点数和浮点数	(31)
2.2.4 十进制数的编码	(33)
2.3 非数值数据的表示	(36)
2.3.1 字符数据的表示	(36)
2.3.2 汉字编码	(38)
2.4 数据校验码	(43)
2.4.1 码制的距离	(43)
2.4.2 奇偶校验码	(43)
2.4.3 海明码	(44)
2.4.4 循环冗余校验码	(46)
习题	(48)
第 3 章 计算机的基本器件	(51)
3.1 基本逻辑操作与逻辑门的实现	(51)

3.1.1	三种基本逻辑运算	(51)
3.1.2	逻辑门的实现	(51)
3.1.3	正逻辑和负逻辑	(52)
3.2	组合逻辑电路	(52)
3.2.1	加法器	(53)
3.2.2	算术逻辑运算单元	(54)
3.2.3	译码器	(54)
3.2.4	数据选择器	(56)
3.3	时序逻辑电路	(56)
3.3.1	触发器	(56)
3.3.2	寄存器	(58)
3.3.3	计数器	(61)
3.4	总线	(62)
3.4.1	总线原理	(63)
3.4.2	总线分类	(63)
3.4.3	三态门	(65)
3.4.4	总线标准	(66)
3.4.5	总线缓冲器和总线控制器	(68)
3.5	时钟发生器	(70)
3.5.1	时钟发生器芯片 8284 介绍	(70)
3.5.2	8284 与 CPU 的连接	(71)
	习题	(72)
第 4 章	机器数的运算方法及运算器	(74)
4.1	机器数的加减运算	(74)
4.1.1	原码加法	(74)
4.1.2	补码加法	(75)
4.1.3	减法运算	(77)
4.2	定点乘法	(78)
4.2.1	原码一位乘法	(78)
4.2.2	补码一位乘法	(79)
4.2.3	原码两位乘法	(80)
4.2.4	补码两位乘法	(81)
4.3	定点除法	(82)
4.3.1	定点原码除法	(82)
4.3.2	定点补码除法	(83)
4.4	浮点数的算术运算	(85)
4.4.1	浮点数的补码加法运算	(85)
4.4.2	浮点数的乘法运算	(86)
4.4.3	浮点数的除法运算	(86)
4.5	逻辑运算	(87)
4.5.1	逻辑非	(87)
4.5.2	逻辑与	(87)
4.5.3	逻辑或	(88)

4.5.4 逻辑异或	(88)
4.6 运算器的组成和结构	(88)
4.6.1 算术逻辑运算单元 ALU	(89)
4.6.2 通用寄存器组	(91)
4.6.3 状态寄存器	(92)
4.6.4 数据通路	(92)
4.6.5 运算器的基本结构	(95)
4.6.6 运算器组成实例	(97)
4.7 浮点运算器	(99)
4.7.1 80387 的主要性能	(99)
4.7.2 80387 的内部结构	(100)
4.7.3 80387 的硬件特性	(102)
4.7.4 协处理器的工作方式	(102)
习题	(103)
第 5 章 指令系统	(105)
5.1 指令格式和寻址方式	(105)
5.1.1 指令格式	(105)
5.1.2 寻址方式	(107)
5.1.3 指令操作码的编码格式	(110)
5.2 指令的种类	(111)
5.2.1 数据传送类指令	(111)
5.2.2 算术逻辑运算类指令	(112)
5.2.3 字符串处理指令	(113)
5.2.4 输入输出指令	(114)
5.2.5 特权指令和陷阱指令	(114)
5.2.6 转移指令	(114)
5.2.7 子程序调用指令	(115)
5.2.8 处理器控制指令	(116)
5.3 指令的执行方式	(116)
5.3.1 顺序执行方式	(116)
5.3.2 重叠执行方式	(116)
5.3.3 流水线方式	(117)
5.3.4 指令的执行过程	(118)
习题	(121)
第 6 章 主存储器 and 存储系统结构	(125)
6.1 存储器与存储系统概述	(125)
6.1.1 存储器分类	(125)
6.1.2 存储器的层次结构	(127)
6.2 主存储器	(128)
6.2.1 主存储器的性能技术指标	(128)
6.2.2 随机存取存储器	(129)
6.2.3 只读存储器	(143)
6.3 并行主存储器	(147)

6.4	高速缓冲存储器	(150)
6.4.1	高速缓冲存储器的工作原理	(151)
6.4.2	高速缓冲存储器的组织与管理	(153)
6.5	虚拟存储器	(156)
6.5.1	虚拟存储器的基本概念	(156)
6.5.2	页式虚拟存储器	(157)
6.5.3	段式虚拟存储器	(160)
6.5.4	段页式虚拟存储器	(161)
6.6	存储保护	(163)
6.6.1	存储区域保护	(163)
6.6.2	访问方式保护	(165)
	习题	(165)
第7章	中央处理器	(167)
7.1	中央处理器(CPU)的功能及组成	(167)
7.1.1	CPU的功能	(167)
7.1.2	CPU的组成	(167)
7.1.3	CPU中的主要寄存器	(168)
7.1.4	操作控制器和时序产生器	(170)
7.2	指令周期	(170)
7.2.1	指令周期的基本概念	(170)
7.2.2	非访内指令的指令周期	(172)
7.2.3	直接访内指令的指令周期	(174)
7.2.4	间接访内指令的指令周期	(176)
7.2.5	程序控制指令的指令周期	(178)
7.3	组合逻辑控制器	(179)
7.3.1	组合逻辑控制器原理	(179)
7.3.2	组合逻辑控制器举例	(180)
7.4	微程序控制器	(182)
7.4.1	微程序控制器的基本原理	(182)
7.4.2	微指令结构	(184)
7.4.3	串/并行微程序控制	(190)
7.4.4	动态微程序设计	(191)
7.5	门阵列控制器	(191)
7.5.1	通用可编程逻辑器件	(191)
7.5.2	门阵列控制器	(192)
7.6	流水线处理器	(194)
7.6.1	流水线原理	(194)
7.6.2	流水线分类	(196)
7.6.3	流水线中的相关问题	(197)
7.7	RISC硬件结构	(200)
7.7.1	RISC特点	(200)
7.7.2	RISC CPU	(201)
7.7.3	RISC寄存器	(202)

习题	(204)
第8章 外部设备	(206)
8.1 外部设备概述	(206)
8.1.1 外部设备的功能	(206)
8.1.2 外部设备的分类	(207)
8.1.3 外部设备与主机系统的联系	(207)
8.2 输入设备	(208)
8.2.1 键盘	(208)
8.2.2 图形输入设备	(210)
8.2.3 其他输入设备	(211)
8.3 显示设备	(213)
8.3.1 显示设备分类及显示技术的有关术语	(213)
8.3.2 字符显示器	(215)
8.3.3 图形显示器	(218)
8.3.4 图像显示器	(219)
8.4 打印机	(220)
8.4.1 打印机的分类	(220)
8.4.2 点阵针式打印机	(221)
8.4.3 激光打印机	(224)
8.4.4 喷墨打印机	(225)
8.5 磁记录设备	(226)
8.5.1 磁记录设备概述	(226)
8.5.2 硬磁盘存储器	(230)
8.5.3 软磁盘存储器	(233)
8.5.4 磁带存储器	(236)
8.6 光盘存储器	(238)
8.6.1 概述	(238)
8.6.2 组成	(239)
8.6.3 工作原理	(240)
习题	(241)
第9章 主机与外设的数据传输方式	(243)
9.1 概述	(243)
9.2 程序查询方式	(244)
9.2.1 程序查询方式的接口	(244)
9.2.2 程序查询输入/输出方式	(245)
9.3 程序中断方式	(246)
9.3.1 中断的基本概念	(246)
9.3.2 中断方式的接口	(247)
9.3.3 中断的响应和处理	(247)
9.3.4 多级中断	(249)
9.4 DMA方式	(251)
9.4.1 DMA方式的基本概念	(251)

9.4.2 DMA 传送方式	(251)
9.4.3 基本的 DMA 控制器	(252)
9.4.4 DMA 工作过程	(254)
9.5 通道方式	(255)
9.5.1 通道的作用和功能	(255)
9.5.2 通道的种类	(255)
9.5.3 通道的工作过程	(256)
习题	(257)

第 1 章 计算机系统概述

电子计算机的诞生、发展和应用的普及，是 20 世纪科学技术的卓越成就，是人类历史上最伟大的发明之一，是新的技术革命的基础。在信息时代，计算机的应用必将加速信息革命的进程。计算机不仅能代替人类繁重的体力劳动，而且能代替人的脑力劳动。随着科学技术的发展及计算机应用的更广泛的普及，它对国民经济的发展和社会的进步将起到越来越巨大的推动作用。

什么是计算机？它是从英语“Computer”这个词翻译过来的。因为在 40 年代开始研制这种机器时，其目的就是为了研制新型的计算工具，并且早期的 Computer 的主要用途是进行科学计算。所以开始把“Computer”翻译成“计算机”是非常恰当的。随着计算机技术的迅速发展，计算机的应用范围迅速扩大，从 60 年代开始，数据处理和事务处理已成为计算机的主要应用领域，计算机的其他主要应用领域还有过程控制、计算机辅助系统、计算机通信等。现在看来，把“Computer”翻译成“计算机”似乎不完全贴切，应把它翻译成“信息处理机”更合适一些。既然 50 多年来一直这么称呼，所以我们也就无需改动它了。那末如何对计算机下个定义呢？计算机是一种能够接收信息，存储信息，并按照存储在其内部的程序(这些程序是人们意志的体现)对输入的信息进行加工、处理，得到人们所期望的结果，然后把处理结果输出的高度自动化的电子设备。本章讲述计算机系统的基本概念。

1.1 计算机系统的硬件与软件

1.1.1 计算机硬件和软件的概念

硬件和软件是学习计算机知识中经常遇到的术语。

硬件(Hardware)，是指计算机系统中实际装置的总称。它可以是电子的、电的、磁的、机械的、光的元件或装置，或由它们组成的计算机部件或整个计算机硬件系统。例如中央处理器、存储器、各种外部设备等等。

计算机的硬件由输入设备、输出设备、运算器、控制器和存储器五部分组成。

软件(Software)，是相对于硬件而言的。计算机软件是指在计算机硬件上运行的各种程序以及有关的文档资料，例如操作系统、汇编程序、编译程序、诊断程序、数据库管理系统、专用软件包、各种维护使用手册、程序流程图和说明等。软件分为系统软件和应用软件两大类，系统软件包括操作系统、各种语言处理程序、服务支撑软件和数据库管理系统；应用软件包括计算机软件研制商出售的应用软件包(如办公自动化套件 Office 2000、WPS 2000 等)和用户程序。软件是计算机在正常运行时不可缺少的，它可以扩大计算机的功能和提高计算机的效率，它是计算机系统的组成部分。图 1-1 显示了计算机软件系统的构成。

通常，把不装备任何软件的计算机称为硬件计算机或裸机。裸机是不能使用的，但用户所面对的一般都不是裸机，而是在裸机之上配置若干软件之后所构成的计算机系统。在计算

机技术的发展过程中，计算机软件随硬件技术的迅速发展而发展，反过来，软件的不断发展与完善，又促进了硬件的新发展，两者的发展密切地交织着。实际上，计算机某些硬件的功能可以由软件来实现，而某些软件的功能也可以由硬件来实现。

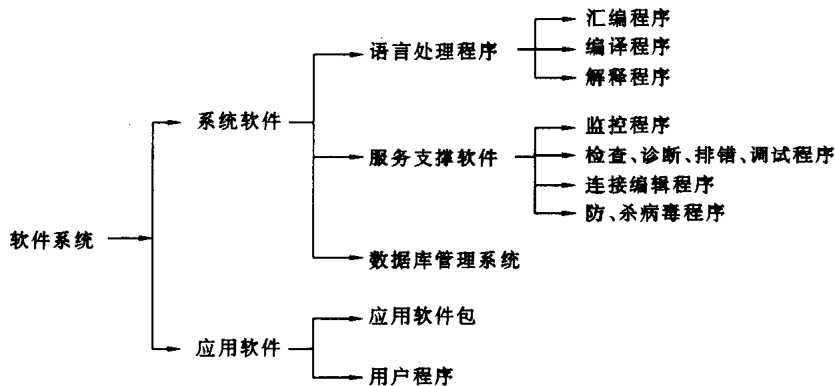


图 1-1 计算机软件系统的构成

1.1.2 计算机程序、指令和语言

1. 程序

计算机的程序(Program)，就是用某种特定的符号系统(语言)对被处理的数据和实现算法的过程进行的描述。它是由一系列指令或语句组成的，是为解决某一问题而设计的一系列排列有序的指令或语句的集合。程序送入计算机，存放在存储器中，计算机按照程序，即按照为解决某一问题而设计的一系列排好顺序的指令或语句进行工作。人们要让计算机做的工作可能是很复杂的，因而指挥计算机工作的程序也就可能是庞大而复杂的，还可能经常要对程序进行修改与完善。为了便于阅读和修改，必须对程序作必要的说明，并整理出有关的资料。要运行程序，有时需要输入一些必要的的数据。所以，计算机软件就是能够指挥计算机工作的程序和程序运行时所需要的数据，以及与这些程序和数据有关的文字说明和图表资料，其中文字说明和图表资料又称为文档。

2. 指令

指令(Instruction)是指挥计算机如何工作的命令，它通常由一串二进制数码组成，即由操作码和地址码两部分组成。操作码规定了操作的类型，即进行什么样的操作；地址码规定了要操作的数据存放在哪个地址中，以及操作结果存放到什么地址中去。因此，指令就是由操作码和地址码组成的一串二进制数码。比如，下面一串二进制数是某小型机的一条加法指令（指令字长 16 位）：

0110000010000001

为了清楚起见，我们用八进制数表示为：060201，即 0 110 000 010 000 001，这里，八进制数 06（二进制数 0110）是操作码，它表示加法操作；八进制数 0201（二进制数 000010000001）是地址码，有两个操作数的地址，源操作数地址 02，表示是 2 号寄存器，目的操作数地址 01，表示是 1 号寄存器。这条指令的含义是把 2 号寄存器中的数加上 1 号寄存器中的数，其和存放在 1 号寄存器中。

一台机器上的全部指令称为这台机器的指令系统(Instruction Set)。机器类型不同，其指令系统也不同。

3. 计算机语言

计算机语言指的是程序设计语言。要使用计算机解决某一实际问题，就需要编写程序。编写计算机程序，就必须掌握计算机的程序设计语言。程序设计语言分为三种类型：机器语言、汇编语言和高级语言。

(1) 机器语言

机器语言是一种二进制语言，它是用二进制代码表示的机器指令来描述的。用机器语言编写程序就是用机器指令来描述所求解问题的过程和步骤，这样的程序称为机器语言程序，或称二进制语言程序。

由于计算机的机器指令与计算机的硬件密切相关，用机器语言编写的程序具有充分发挥硬件功能的特点，程序也容易编写得紧凑。机器语言又是计算机惟一能直接识别、直接执行的计算机语言，所以程序的运行速度很快。但是用机器语言所编写的程序很不直观，难懂、难写、难记，也难以修改和维护。同时，机器语言是每种计算机所固有的，不同类型的计算机，其指令系统和指令格式都不一样，针对某一种型号的计算机所编写的程序就不能在另一种型号的计算机上运行，即机器语言程序没有通用性。机器语言只在计算机发明初期使用。

(2) 汇编语言

由于用机器语言编写程序有很多困难和缺点，为了便于人们使用计算机，50年代初发明了汇编语言。汇编语言和机器语言基本上是一一对应的，但在表示方法上作了根本性的改进。汇编语言中用一种助记符来代替操作码，用符号来表示操作数地址(地址码)，这些助记符通常使用指令功能英文单词的缩写，以便于记忆。例如，用 ADD 表示加法，用 MOVE 表示传送等等。用助记符和符号地址来表示指令，既容易辨认，又缩短了冗长的书写，给程序的编写带来很大的方便。

汇编语言比较直观、易懂、易用，而且容易记忆，它的特点是与特定的计算机结构及其指令系统密切相关，其助记符操作码与其机器语言操作码是一一对应的。不同 CPU 的计算机，针对同一问题所编写的汇编语言程序往往是互不通用的。

用汇编语言编写的程序质量高，执行速度快，占用内存空间少，因此常用于编写系统软件、实时控制程序、经常使用的标准子程序和用于直接控制计算机的外部设备或端口数据输入输出程序等。

汇编语言和机器语言一样，也是面向机器的程序设计语言，通用性差，使用仍不方便。机器语言和汇编语言一般都称为低级语言。

(3) 高级语言

使用汇编语言编写程序，虽然比用机器语言方便得多，但它仍没有摆脱机器指令的束缚，这对于人们抽象思维和学术交流十分不便。人们需要有更接近思维逻辑习惯，容易读、写和理解，且有很强描述解题方法的程序设计语言。经过许多人的不断努力，各种面向问题的程序设计语言——高级语言陆续发明了，使计算机的应用大大跨进了一步。

用高级语言编写的程序由一系列的语句(或函数)组成。每一条语句常常可以对应几条、十几条，甚至几十、上百条机器指令，所以用高级语言编写计算机程序大大地提高了编程效率。而且由于高级语言的书写方式更接近人们的思维习惯，这样的程序更便于阅读和理解，出错时也容易检查和修改，给程序的调试带来很大的方便。高级语言更容易为人们所接受，这样就使得非计算机专业人员能够使用计算机，大大地促进了计算机的广泛应用和普及。所以有人说，高级语言的发明是计算机发展史上最惊人的成就。

1.3 计算机的分类及其应用

1.3.1 计算机的分类

计算机有多种分类方法，常见的分类方法有以下几种。

1) 按处理的信息形式分，可分为数字计算机和模拟计算机。用脉冲编码表示数字，处理的是数字信息，这类计算机是数字计算机；处理长度、电压、电流等模拟量的计算机称为模拟计算机。本书介绍的是数字计算机的组成原理。

2) 按字长分，可分为 8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机等。

3) 按结构分，可分为单片机、单板机、多芯片机和多板机。

4) 按用途分，可分为工业控制机和数据处理机等。

5) 按规模分，可分为巨型机、小巨型机、大中型机、小型机、工作站和微型机(PC机)六类。

另外，微型计算机还可按微处理器(CPU)的芯片分类，可分为 Intel 系列(采用 Intel 公司的微处理器芯片 8088/8086、80286、80386、80486、Pentium、Pentium Pro、PII、PIII)机与非 Intel 系列机。

1.3.2 计算机的应用

计算机的应用已渗透到人类社会生活的各个领域，不仅在科学研究和工业、农业、林业、医学等自然科学领域得到广泛的应用，而且已进入社会科学各领域及人们的日常生活，计算机已成为未来信息社会的强大支柱。据统计，计算机已应用于 5 000 多个领域，并且还在不断地扩大。

现在社会上购买微型计算机主要有三大用处：工作、学习和娱乐。

计算机的应用范围，按其应用特点，可以划分以下几个方面。

1. 科学计算

计算机最早应用于科学计算方面，主要是指计算机应用于完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题(数值计算)。在科学技术和工程设计中，有各类复杂的数学计算问题，比如核反应方程式、卫星轨道、材料结构受力分析等的计算，飞机、汽车、船舶、桥梁等的设计，……。这些问题计算的工作量很大，用一般的计算工具，靠人工来计算是不可想象的，用高速、大型计算机，就能快速、及时、准确地获得计算结果。早期的计算机主要用于科学计算方面，随着计算机技术的发展和应用的普及，科学计算方面的比重在逐年下降，但至今仍是一个主要的应用方面。用于科学计算方面的计算机要求速度快、精度高，存储容量相对也要求大。

2. 数据处理

这方面应用的比重正在逐年上升，目前已成为计算机，尤其是微型计算机最主要的应用方面。计算机装机总数的 80%左右应用于数据处理。

所谓数据处理，泛指非科技工程方面的所有计算、管理和任何形式数据资料的处理，包括 OA——办公自动化、MIS——管理信息系统、ES——专家系统等。例如：企业管理、库存管理、报表统计、情报检索、公文函件处理等。数据处理的特点是，需要处理的原始数据

量大，而算术运算相对较简单，有大量的逻辑运算与判断，结果要求以表格或文件形式存储、输出。比如高考招生工作中考生录取与统计工作，铁路、飞机客票预订系统，物资管理与调度系统，工资计算与统计，图书资料情报检索以及图像处理系统等等，应用深入到经济、市场、金融、商业、财政、档案、公安、法律、行政管理、社会普查等各个方面。在以后相当长的时间里，数据和事务处理仍是计算机，特别是微型计算机的最主要的应用领域。由于数据处理的数据量大，要求应用于数据处理的计算机有大的存储容量。

3. 过程控制

过程控制是涉及面很广的一门学科，工业、农业、科学技术、国防乃至我们日常生活等各个领域都应用着过程控制。特别是微型计算机诞生以后，过程控制有了强有力的工具，使过程控制进入了以计算机为主要控制设备的新阶段，从而也产生了计算机控制技术的新学科。用于控制的计算机，其输入信息往往是电压、温度、重量、位移等模拟量，往往以电流的形式表示，所以先要将电流这样的模拟量转换成数字量，然后再由计算机进行处理或计算。计算机处理的结果是数字量，一般要将它转换成模拟量才能去控制对象。因此，在计算机控制系统中，需有专门的数字/模拟转换设备和模拟/数字转换设备(称为 D/A 转换和 A/D 转换)。由于过程控制一般都是实时控制，所以对计算机速度的要求不高，但要求可靠性高，否则将生产出不合格的产品，甚至造成重大的设备或人身事故。

计算机用于生产过程的实时控制可大大提高生产自动化水平，提高劳动生产率和产品质量，降低生产成本，缩短生产周期。

4. 计算机辅助系统

计算机辅助系统有：计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)、计算机集成制造(CIMS)、计算机辅助教学(CAI)等系统。

由于计算机有快速的数值计算，较强的数据处理和模拟的能力，为了提高设计质量，缩短产品的设计周期，飞机、船舶、建筑工程、大规模集成电路等的设计制造部门利用计算机进行辅助设计和辅助制造，使 CAD/CAM 在各种产品的设计制造中占据着越来越重要的地位。例如，在大规模、超大规模集成电路的设计和生产过程中，要经过版图设计、照相制版、光刻、扩散、内部连接等许多道复杂的工序，这是人工难以解决的，而借助于 CAD 和 CAM，就可以较好地完成任务。

计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)是指利用计算机来帮助设计人员进行设计工作。它的应用大致可以分为两大方面，一类是产品设计，如飞机、汽车、船舶、机械、电子产品以及大规模集成电路等机械、电子类产品的设计；另一类是工程设计，如土木、建筑、水利、矿山、铁路、石油、化工等各种类型的工程。计算机辅助设计系统除配有一般外部设备外，还应配备图形输入设备(如数字化仪)和图形输出设备(如绘图仪)，以及图形语言、图形软件等。设计人员可借助这些专用软件和输入输出设备把设计要求或方案输入计算机，通过相应的应用程序进行计算处理后把结果显示出来，从图库中找基本图形进行绘图，设计人员可用光笔或鼠标器进行修改，直到满意为止。

计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)是指利用计算机进行生产设备的管理、控制与操作，从而提高产品质量，降低成本，缩短生产周期，并且还大大改善了制造人员的工作条件。

CAD 和 CAM 是 60 年代发展起来的一门新兴技术，是计算机的主要应用领域之一。这门技术是计算机科学和工程科学相结合的产物，30 余年来，这门技术得到了长足的发展