



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



21世纪大学计算机系列教材

微机原理 与接口技术 (第2版)

彭 虎 周佩玲 傅忠谦 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>





TP36/364=2

2008

普通高等教育“十一五”



21世纪**大学计算机**系列教材

微机原理 与接口技术

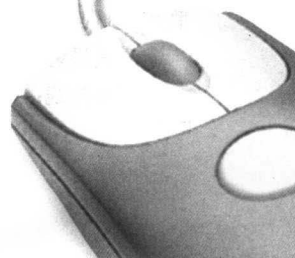
(第2版)

彭虎 周佩玲 傅忠谦 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书介绍了信息在计算机中的存储形式、数制及相互转换、二进制数的算术和逻辑运算等基础知识；软件部分讲述了 8086 指令系统、部分伪指令和 DOS 功能调用及汇编语言程序设计和调试的全过程；硬件部分介绍了 8086 CPU 的内部特点、寄存器及相关概念、存储器的分类和层次结构、物理地址形成、译码电路等；讨论了诸多 I/O 接口芯片的结构、编程及应用，在串行通信中还介绍了 USB 总线；讨论并举例说明了 A/D、D/A 芯片与微机接口及应用，本书还对 80286、80386 CPU 主要内容及其体系做了简要介绍。

全书共分 12 章，每章附有习题，提供配套的电子课件。本书有配套的辅导书，包括课程设计、教学指导、习题解答以及考研试卷解析。

本书适合作为高等院校本科非电类理工科学生相关课程的教材，适合作为电类成人本科或者高职高专相关课程的教材，也可以作为相关技术人员或爱好者的参考书。

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，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理与接口技术/彭虎,周佩玲,傅忠谦编著. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2008.3

(21 世纪大学计算机系列教材)

ISBN 978-7-121-06072-4

I. 微… II. ①彭… ②周… ③傅… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 023096 号

策划编辑: 章海涛

责任编辑: 章海涛

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23 字数: 584 千字

印 次: 2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 8 000 册 定价: 29.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

总 序

进入 21 世纪, 信息社会发展的脚步越来越快, 对人才的需求也呈现出新的变化趋势。计算机与外语成为新世纪高素质人才必须熟练掌握的工具。大学计算机公共课程也面临新的机遇和挑战, 首先是来自社会和就业市场对人才“知识—能力—素质”要求的挑战; 其次是计算机和相关领域技术及应用快速发展带来的冲击; 最后是普及计算机教育后要求高等计算机教育在教学的“难度—深度—强度”三维同步提高。在这样的大背景下, 大学计算机公共课程在“基础—技术—应用”方面呈现出层次性、通用性和专业需求多样化的特点。我们一直追踪、关注一线教师和专家的卓有成效的课程和教材改革与发展研究, 适时推出了“21 世纪大学计算机系列教材”。

该系列教材在知识结构方面力求覆盖“计算机系统与平台、程序设计与算法、数据分析与信息处理、信息系统开发”四个领域, 内容强调“概念性基础、技术与方法基础、应用技能”三个层次, 第一批教材涉及“大学计算机基础”、“程序设计与算法”、“计算机硬件技术基础”(或“计算机组成与接口技术”)、“数据库技术与应用”、“多媒体技术”和“网络技术与应用”等六门核心课程。同时, 我们也在挖掘其他通用的应用课程教材, 并将陆续推出。我们特别注意到, 高校工科电类专业、理科和工科非电类专业、经管类专业和文史类专业有各自不同的特点, 可以采用“1+X”的课程解决方案, “1”指第一门计算机课程“大学计算机基础”, “X”指适合不同学校和专业特点的其他课程及其组合, 我们的系列教材为此提供了选择的灵活性。

“21 世纪大学计算机系列教材”立足体系创新、知识创新、教学设计和教学模式创新, 全面考虑读者的需求, 努力提升教材的可读性和可用性, 为教学提供尽可能完善的服务。如提供同步的“习题与实验指导”, 一些教材还为教师提供可修改的电子教案、源程序包、教学指导手册或阶段自测题等多种类型的教学服务, 即提供“教材—教辅—课件”教学支持。读者可以通过华信教育资源网站 (<http://www.hxedu.com.cn> 或 <http://www.huaxin.edu.cn>) 了解该系列教材的出版和服务的动态信息。

“21 世纪大学计算机系列教材”的建设得到了很多专家和老师的热情支持, 教材作者来自哈尔滨工业大学、浙江大学、吉林大学、华中科技大学、中国科技大学、中山大学、北京邮电大学、浙江工业大学等高校, 这些课程都是各高校的教改优质课程和精品课程, 体现了作者对课程和教学的探索与创新。希望这套教材的出版能有力地推动大学计算机新课程体系的建立与发展, 同时也能为高等计算机教育带来与时俱进的活力和生机。

由于我们的水平和经验所限, 加之计算机和相关领域技术及应用的发展迅速, 该系列教材一定还存在不少缺点和不足, 欢迎专家和广大读者批评指正。我们会继续努力, 力求不断完善和提高, 以便更好地满足高等计算机教育不断变化的需求。

“21 世纪大学计算机系列教材”编委会

第 2 版前言

计算机的诞生是人类科学史上的一件大事。半个多世纪以来,计算机得到了迅猛的发展,从小型机到巨型机,从台式机到手提电脑,从每秒 5000 次的定点算术运算到每秒几十万亿次的浮点算术运算,科学家实现了计算机一代接一代的跨越性的飞跃。现代计算机发展基本分为两个方向,一个是巨型机,另一个是微型机或微机。前者一个主要特征就是高速性,后者则是在保证一定速度的前提下使机器微型化。微机的一个代表机型是个人计算机(PC)。现在的微机得到了极为广泛的应用,已经成为人们生活中的必不可少的一部分,人们用它上网来了解世界各地的资讯,用它进行财务处理来管理公司和家庭开支,用它控制机电部件来实现过程操作的自动化……对科研工作者而言,微机更是需要掌握的“第二语言”。

20 多年来,我们分别给中国科学技术大学的电子类专业的学生如电子科学与技术系,非电类专业的学生如化学系、管理系、地球物理系、少年班等其他专业讲授“微机原理与接口课程”,根据学生们的专业不同,讲课的内容和范围不同,因人施教,受到了学生的普遍欢迎。不少非电类的学生把自己所学的知识用于他们的毕业设计,取得了很好的结果。有些学生在学习后,对微机原理与接口技术产生了浓厚的兴趣,在毕业考研究生时选择了电类专业。由于我们长期不断地对微机教学的改革和完善,本课程成为我校最受学生欢迎的课程之一。

2006 年,微机原理与接口课程被评为安徽省精品课程。

为了总结我们多年来微机原理教学的经验,应电子工业出版社要求,我们对非电类的微机教学教案进行了系统的整理,于 2005 年出版了教材《微机原理与接口技术(基于 16 位机)》。该教材已在全国不少高校推广使用,重印多次,销售 4 万多册。作为该教材的第 2 版,本书增加了 80286 和 80386 的内容,主要包括如下几个方面:32 位机系统结构、保护模式下的内存管理、基本的存储器接口、高速缓存的数据更新、RISC 简介等。

本书是我们多年微机教学的系统总结,并入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。它具有如下特点。

(1) 对硬件的独特叙述方式是本书的主要特色,也是现有类似教材中所没有的特点。本书深入浅出地讲解了微机存储器接口、I/O 接口和中断原理等,难点部分讲解清晰,容易理解。

本书在介绍存储器接口的章节中分析了 8086 CPU 对总线的读/写特点以及相关接口电路信号线的物理意义,重点讨论了接口电路的一个关键点——片选信号的产生;在此基础上,给出了关于 8086 存储器接口的详细设计实例。通过这些实例的学习,读者可以熟练掌握存储器接口和 I/O 接口的设计方法。

CPU 中断原理的讲解是本课程讲授的一大难点。本书在讲解这部分内容时,先举例让学生理解中断概念,并结合无条件数据传输和条件数据传输的特点,巧妙地条件数据传输过渡到中断传输。有了这些概念后再深入讲解 CPU 中断系统,学生就比较容易接受了。

可编程定时器计数器 8253 也是课程讲解的一个难点。8253 有 6 种工作方式,有些方式

之间差别不太大，学生们学习起来很是头疼。本书从一个家庭厨房的自动定时系统讲起，通过对其进行完善，逐一介绍了方式 0、方式 4 和方式 5，这样非常有利于保持学生思维的延续性，并使 8253 工作方式有一个更加清晰的比较，从而理解、记忆更加深刻。

(2) 教材的后两章是有关 80286 和 80386 的介绍。从我们的教学经验来看，32 位机体系中的保护虚地址方式的概念和寻址过程是一个教学关键点，同时也是一个难点。为了分散难点，我们首先简单介绍了 80286 体系，对 80286 体系中保护虚地址方式的概念进行了比较详细的讨论，然后介绍 80386 体系，并进一步讨论了 32 位机体系中更为复杂的保护虚地址方式的概念和寻址过程。我们认为，这样安排可以减轻学生的学习负担。

(3) 在传统的理论教学内容基础上，介绍最新的微机及其接口的新知识和新技术，如 USB 接口、串行数模转换接口和模数转换接口等，RISC 的特性和 RISC 的实施要点等。

(4) 全书章节安排合理，重点突出、结构清晰、紧凑，文字简练，没有多余的语句和段落。教学案例丰富多彩，并配有学习指导书、PPT 课件等。

(5) 出版配套的辅导书《微机原理与接口技术学习指导（第 2 版）》。该书主要包括教学指导、习题参考答案和课程设计三部分内容，对课程的教学具有较好的支撑作用。

在教学指导部分中，“教学要求”指出通过该章的教学，应该让学生了解什么、熟悉什么、掌握什么；“教学关键点”中除对主教材中相关内容做出点评和解释外，还列举了更多的实例，用主教材的方法进行分析；“教学难点”是作者根据积累多年的教学心得和体会提出的。

课程设计部分是第 2 版新增加的内容，主要包括微机课程设计及其设计分析和实现等内容。

同时，该书还增加了中国科学技术大学硕士研究生“微机原理与接口”入学考试试卷两套及其解答。读者通过这些内容的学习和训练，可以进一步强化读者对微机课程的学习和理解。

(5) 本书配套的电子课件、部分程序代码以及第 1 版中的“附录 A 8086 指令系统”等教学资源将上传到网站中供读者下载，读者可以登录到华信教育资源网站 (<http://www.huaxin.edu.cn> 或者 <http://www.hxedu.com.cn>)，注册之后进行下载。如有问题，请发邮件至 unicode@phei.com.cn 咨询。

周佩玲老师编写了第 1、3、4 章，彭虎老师编写了第 5 章的 5.4 节和第 7~12 章，傅忠谦老师编写了第 2 章、第 5 章的其余部分、第 6 章和第 12 章的 12.7 节。全书由彭虎、周佩玲老师统稿。本书在编写过程中得到了中国科学技术大学电子科学技术系领导的大力支持和指导，林克明教授对本书提出了宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

感谢林姿、于杰等所做的文字录入、校对和绘图工作，感谢研究生卢昊、李粤得、韩志会、郑驰超、程琴琴和余盛康对本书提供的资料和建议，感谢微机应用教研室的全体教师对本书的支持和帮助。特别感谢本书的编辑，是他们付出的艰辛与努力，终于使本书能与读者见面。

书中疏漏之处，望读者指正，深致谢忱！

作者
于中国科技大学

目 录

第 1 章 计算机基本知识	(1)
1.1 绪论	(2)
1.2 计算机的发展概述	(2)
1.2.1 计算机的发展	(2)
1.2.2 微处理器及微型计算机的发展概况	(3)
1.2.3 计算机编程语言的发展	(4)
1.3 微型计算机中信息的表示及运算基础	(5)
1.3.1 二进制数的表示与运算	(6)
1.3.2 二-十进制 (BCD) 数的表示与运算	(8)
1.3.3 十六进制数的表示与运算	(9)
1.3.4 带符号二进制数的表示和运算	(10)
1.3.5 实型数的表示	(13)
1.3.6 字符的编码表示	(14)
1.4 几种进制之间的相互转换	(15)
1.4.1 十进制整数到任意进制整数的转换	(15)
1.4.2 任意进制整数到十进制整数之间的转换	(16)
1.4.3 二进制数和十六进制数之间的相互转换	(17)
1.4.4 带符号二进制整数到十进制整数之间的转换	(17)
1.4.5 十进制实数与浮点数之间的转换	(18)
习题与思考题 1	(19)
第 2 章 8086 系统结构	(20)
2.1 8086 CPU 结构	(21)
2.1.1 8086 CPU 的内部结构	(21)
2.1.2 8086 CPU 的寄存器结构	(23)
2.1.3 8086 CPU 的管脚及功能	(27)
2.2 8086 系统的结构和配置	(30)
2.2.1 8086 存储器结构	(31)
2.2.2 8086 输入/输出结构	(36)
2.2.3 8086 的最小和最大模式系统	(37)
2.3 8086 CPU 内部时序	(40)
2.3.1 最小模式系统中 8086 CPU 的读/写总线周期	(41)
2.3.2 最大模式系统中 8086 CPU 的读/写总线周期	(43)
习题与思考题 2	(44)
第 3 章 8086 的指令系统	(46)
3.1 8086 指令的特点	(47)

3.2	8086 的寻址方式	(47)
3.2.1	8086 寻址方式的说明	(48)
3.2.2	寻址方式介绍	(49)
3.3	8086 的指令格式及数据类型	(52)
3.3.1	8086 的操作码	(52)
3.3.2	8086 指令中寄存器的编码	(52)
3.3.3	指令中的操作数	(53)
3.3.4	指令中的数据类型	(53)
3.4	8086 的指令集	(54)
3.4.1	数据传送指令	(55)
3.4.2	算术运算指令	(58)
3.4.3	位操作指令	(66)
3.4.4	串处理指令	(71)
3.4.5	程序控制转移指令	(74)
3.4.6	处理器控制指令	(80)
	习题与思考题 3	(81)
第 4 章	8086 汇编语言程序设计	(85)
4.1	8086 汇编语言的语句	(86)
4.1.1	指令性语句格式	(86)
4.1.2	指示性语句格式	(87)
4.1.3	有关属性	(87)
4.2	8086 汇编语言中的伪指令	(87)
4.2.1	符号定义语句	(87)
4.2.2	变量定义语句	(88)
4.2.3	段定义语句	(90)
4.2.4	过程定义语句	(92)
4.2.5	结束语句	(93)
4.3	8086 汇编语言中的运算符	(93)
4.3.1	常用运算符和操作符	(93)
4.3.2	运算符的优先级别	(96)
4.4	汇编语言程序设计	(96)
4.4.1	汇编语言程序设计基本步骤	(96)
4.4.2	汇编语言程序的基本结构	(97)
4.5	宏定义与宏调用	(102)
4.6	汇编语言程序设计与上机调试	(103)
4.6.1	汇编语言程序设计实例	(103)
4.6.2	DOS 功能调用与子程序设计	(112)
4.6.3	汇编语言程序上机调试	(116)
	习题与思考题 4	(116)

第 5 章 存储器原理与接口	(117)
5.1 存储器分类	(118)
5.1.1 按构成存储器的器件和存储介质分类	(118)
5.1.2 按存取方式分类	(118)
5.1.3 按在计算机中的作用分类	(119)
5.2 多层存储结构概念	(120)
5.2.1 Cache-主存层次	(122)
5.2.2 主存-辅存层次	(122)
5.3 主存储器及存储控制	(122)
5.3.1 主存储器	(122)
5.3.2 主存储器的基本组成	(124)
5.4 8086 系统的存储器组织	(126)
5.4.1 8086 CPU 的存储器接口	(126)
5.4.2 存储器接口举例	(129)
5.5 现代内存芯片技术	(135)
习题与思考题 5	(135)
第 6 章 微型计算机的输入/输出	(136)
6.1 CPU 与外设通信的特点	(137)
6.1.1 接口的用途	(137)
6.1.2 I/O 端口的寻址方式	(137)
6.1.3 I/O 端口地址的形成	(138)
6.2 输入/输出方式	(139)
6.2.1 程序控制传输方式	(139)
6.2.2 直接存储器存取方式	(140)
6.3 CPU 与外设通信的接口	(140)
6.3.1 同步传输方式与接口	(140)
6.3.2 异步查询方式与接口	(142)
6.4 8086 CPU 的输入/输出	(145)
6.4.1 8086 CPU 的 I/O 指令	(145)
6.4.2 8086 CPU 的 I/O 特点	(145)
习题与思考题 6	(146)
第 7 章 可编程接口芯片	(148)
7.1 可编程并行接口芯片 8255A	(150)
7.1.1 8255A 的内部结构	(150)
7.1.2 8255A 的管脚	(151)
7.1.3 8255A 的工作方式及编程	(152)
7.1.4 8255A 工作方式的功能及应用举例	(155)
7.1.5 8255A 应用举例	(163)
7.2 可编程定时/计数器接口芯片 8253	(170)

7.2.1	8253 的内部结构	(171)
7.2.2	8253 的管脚分配	(173)
7.2.3	8253 的编程	(173)
7.2.4	8253 的工作方式	(176)
7.2.5	8253 的工作方式小结	(184)
7.2.6	8253 应用举例	(185)
	习题与思考题 7	(187)
第 8 章	串行输入/输出接口	(189)
8.1	串行通信接口	(190)
8.1.1	串行通信的实现	(190)
8.1.2	串行通信的基本概念	(196)
8.1.3	可编程串行通信接口芯片 8251A 简介	(199)
8.1.4	串行通信接口 RS-232C	(208)
8.2	USB 总线简介	(215)
8.2.1	什么是 USB	(215)
8.2.2	USB 工作原理	(218)
8.2.3	USB 传输方式	(221)
8.2.4	USB 设备列举	(222)
	习题与思考题 8	(223)
第 9 章	中断与中断管理	(224)
9.1	中断原理	(225)
9.1.1	从无条件传输、条件传输到中断传输	(225)
9.1.2	中断概念	(226)
9.1.3	中断应用	(227)
9.2	中断系统组成及其功能	(228)
9.2.1	与中断有关的触发器	(228)
9.2.2	中断条件	(229)
9.2.3	中断响应过程	(230)
9.3	中断源识别及中断优先权	(231)
9.3.1	中断源识别	(232)
9.3.2	中断优先权	(234)
9.4	8086 中断系统	(236)
9.4.1	不可屏蔽中断	(237)
9.4.2	可屏蔽中断	(237)
9.4.3	软件中断	(237)
9.4.4	中断概念的再讨论	(240)
9.5	8086 CPU 的中断管理	(240)
9.5.1	8086 CPU 的中断处理顺序	(240)
9.5.2	8086 CPU 的中断服务入口地址表	(241)

9.5.3	中断入口地址设置	(242)
9.6	可编程中断控制器 8259A 简介	(244)
9.6.1	8259A 的内部结构及管脚分配	(245)
9.6.2	8259A 的中断管理方式	(247)
9.6.3	8259A 的编程与应用	(249)
9.7	IBMPc 硬件中断	(254)
9.7.1	中断设置	(254)
9.7.2	PC 中断资源的使用	(255)
9.7.3	中断举例	(256)
	习题与思考题 9	(258)
第 10 章	D/A 转换与 A/D 转换接口及其应用	(259)
10.1	从物理信号到电信号的转换	(261)
10.1.1	概述	(261)
10.1.2	介绍几种传感器	(261)
10.2	D/A 转换器及其接口技术	(264)
10.2.1	D/A 转换器及其接口概述	(264)
10.2.2	并行 8 位 D/A 转换芯片 AD558 及其接口	(265)
10.2.3	串行 8 位 D/A 转换器 TLC5620	(266)
10.2.4	12 位 D/A 转换器及接口	(270)
10.3	A/D 转换器及其接口技术	(270)
10.3.1	A/D 转换原理	(271)
10.3.2	A/D 转换与微机接口技术的一般原理	(271)
10.3.3	A/D 转换与微机接口电路	(272)
10.3.4	A/D 转换芯片 ADC0809	(275)
10.3.5	串行 8 位 A/D 转换器 TLC0831	(279)
10.4	微机应用实例	(281)
10.4.1	在辅助科学实验中的应用	(281)
10.4.2	在生物科学中的应用	(282)
10.4.3	在控制中的应用	(282)
10.4.4	在临床医疗仪器中的应用	(283)
	习题与思考题 10	(284)
第 11 章	80286 微处理器	(285)
11.1	80286 微处理器基本原理概述	(286)
11.1.1	80286 内部结构简介	(286)
11.1.2	80286 芯片管脚功能	(290)
11.1.3	80286 支持的数据类型	(291)
11.1.4	80286 指令系统	(291)
11.1.5	80286 的存储器管理	(293)
11.1.6	保护虚地址方式下存储器管理	(294)

11.2	80286 的系统配置	(300)
	习题与思考题 11	(302)
第 12 章	80386 微处理器	(303)
12.1	80386 系统结构	(304)
12.1.1	80386 微处理器基本结构	(304)
12.1.2	80386 的寄存器组成	(307)
12.1.3	80386 的存储器管理	(309)
12.1.4	80386 的保护机制	(314)
12.1.5	80386 系统组成	(315)
12.2	80386 的指令系统	(317)
12.2.1	80386 的寻址方式	(317)
12.2.2	80386 的指令系统	(317)
12.3	80386 的存储器扩展	(320)
12.3.1	基本的存储器接口控制线	(321)
12.3.2	基本的存储器接口	(322)
12.3.3	高速缓冲存储器	(325)
12.3.4	Intel 82385 高速缓存控制器	(329)
12.4	80386 的输入/输出接口	(330)
12.4.1	8038 的 I/O 系统	(331)
12.4.2	多功能接口芯片 82380	(333)
12.5	80386 的异常和中断及其处理	(336)
12.5.1	实模式下异常和中断的处理过程	(337)
12.5.2	保护虚地址方式下异常和中断的处理过程	(337)
12.6	精简指令集计算机 (RISC) 简介	(340)
12.6.1	RISC 的基本原理	(340)
12.6.2	RISC 的特色及其难点所在	(342)
12.6.3	RISC 的关键技术	(344)
12.7	80x86 典型微处理机介绍	(346)
12.7.1	80486 CPU	(346)
12.7.2	Pentium 系列微处理机	(352)
	习题与思考题 12	(353)
	参考文献	(354)

第1章

计算机基本知识

本章导读

- 绪论
- 计算机的发展概述
- 微型计算机中信息的表示
- 微型计算机中信息的运算基础
- 几种进制之间的相互转换

1.1 绪论

电子计算机是 20 世纪科学技术最卓越的成就之一，它的飞速发展在人类科技史上还没有哪一门学科可与之相提并论。计算机技术的发展所带来的信息技术的飞速发展，给人类社会带来了进步，使人们的生产、生活发生了深刻的变化。

计算机在现代科学技术的发展中起着越来越重要的作用。多媒体技术、计算机网络技术、智能信息处理技术、自适用控制技术、数据挖掘与处理技术、机械设计 CAD、金融电子等都离不开计算机。

1.2 计算机的发展概述

1946 年，世界上第一台电子计算机由美国宾夕法尼亚大学研制成功。尽管它重达 30 吨，占地 170m^2 ，耗电 140kW ，用了 18 800 多个电子管，每秒钟仅能做 5000 次加法，但美国陆军用它计算弹道比人工计算效率提高 8400 倍。当时是用改变线路连接的方法来编排程序的，因此每解一道题都要依靠人工改接线路，准备时间大大超过实际计算时间，所以它还称不上是自动计算机。

与此同时，第一台电子计算机研制时的顾问冯·诺依曼（Von Neumann）教授和他的同事们提出了以二进制和程序存储控制为核心的通用电子数字计算机体系结构原理，确立了计算机的五个基本部件：输入器、输出器、运算器、存储器和控制器，奠定了当代电子数字计算机体系结构的基础。

1.2.1 计算机的发展

学术界通常根据电子计算机所采用的物理器件的发展来讨论计算机的发展。下面就计算机的发展作简要介绍。

第一代：电子管计算机时代（1947 年—1957 年）。这一时期计算机的主要特点是采用电子管作为基本器件，研制为军事和国防尖端技术服务的计算机，价格昂贵，仅有少数经过专门训练的技术人员才会使用。

第二代：晶体管计算机时代（1958 年—1964 年）。这一时期的计算机采用晶体管作为基本器件，因而缩小了体积、减轻了重量、降低了功耗。同时，计算速度和可靠性都得到很大提高，价格不断下降，其应用范围逐步扩大到气象、工程设计、数据处理以及其他科学研究领域。

第三代：集成电路计算机时代（1964 年—1972 年）。这一时期的计算机采用集成电路作为基本器件，其功耗、体积和价格进一步下降，而速度和可靠性相应提高，这就进一步扩大了计算机的应用范围。

第四代：超大规模集成电路（VLSI）计算机时代（1972 年至今）。20 世纪 70 年代初，

半导体存储器问世，迅速取代了磁心存储器，并不断向大容量、高速度发展。此时计算机的价格大幅度下降，计算机进入大发展时期。

第五代：智能计算机（1981年至今）。

前四代计算机从体系结构来看，都依据冯·诺依曼提出的体系结构原理：将程序和数据用二进制码存放在内存中；程序是为特定问题求解而设计的指令序列，程序中的每条指令规定机器完成一组基本操作；计算机要完成自动解题任务，必须能把事先设计的、用以描述计算机解题过程的程序存在存储器中；计算机所要做的就是取指令、执行指令。

能不能制造一种具有智能（Intelligence）的计算机？对于那些找不到有效计算算法的问题，如人工智能、模式识别、专家系统等，能否由计算机事先学习实例，获得知识，当遇到类似问题时进行联想记忆而解决问题呢？

1981年10月，日本率先向世界宣布了一个研制第五代计算机计划，并于1982年4月由日本政府大藏省正式成立了领导这项为期10年的研究计划的机构。虽然研制的智能计算机只有专用功能，这项计划没有达到预期目标，但为人们积累了有价值的经验和教训。当然也称不上下一代。

在1996年世界神经网络大会上，日本宣布开发“脑式计算机”，1997年投资约2万亿日元，研究具备人脑的直觉感知、创造性思维、学习与联想功能的计算机。

未来的计算机发展主要以材料的发展、技术的发展为基础，研制非冯·诺依曼体系结构的计算机。如用量子元件制作量子计算机，用化学反应代替光刻方法制作原子级部件，采用人工神经网络原理，使用蛋白质存储、全息存储技术等，来实现高速响应、低功耗和并行处理等功能。

1.2.2 微处理器及微型计算机的发展概况

微型计算机（简称微机）是第四代计算机的典型代表。随着VLSI技术的发展，构成微型计算机的核心单元CPU（Central Processing Unit，微处理器）基本上每两三年就有更新产品出现。从20世纪70年代初诞生第一片CPU以来，至今已推出了五代CPU。

第一代CPU是以Intel公司1971年推出的4004/4040为代表的4位CPU，采用PMOS工艺，仅能进行串行的十进制数运算，集成度为每片2000个晶体管左右，主频为1MHz左右，主要用于各类计算器中。

第二代CPU（1973年—1977年）的典型代表有：Intel公司的8080/8085，Motorola公司的M6800以及Zilog公司的Z80。它们都采用NMOS工艺，数据宽度为8位，集成度为每片大约1万个晶体管，主频为4MHz。采用以上CPU为核心的单板微型计算机和开发系统被广泛应用于工业控制、智能仪器仪表、数据采集与处理、老产品改造等。

第三代CPU是以16位机为代表，基本上是在第二代CPU的基础上发展起来的。Intel公司的8088/8086是在8085的基础上发展来的，M68000是Motorola公司在M6800的基础上发展来的，Z8000则是在Zilog公司Z80的基础上发展来的。这是因为，在许多应用领域中，8位微机的性能往往不能满足要求，如图像处理、汉字信息处理、空间信号处理、气象信号处理、神经网络学习算法的仿真等方面的应用都要求具有更大容量、更快运算速度和更高处理能力的微机。16位微机具备替代部分小型机的功能，其存储容量增加到1MB，输入/

输出功能增强, 芯片上有硬件乘法器和除法器, 能处理 8~32 位的数据, 有较强的指令功能和灵活多样的寻址能力, 集成度为每片 2~6 万个晶体管, 主频达 8MHz。

1981 年, 美国 IBM 公司选用 Intel 公司的 8088 CPU, 配置了 10MB 硬盘驱动器及磁盘操作系统 (DOS) 推出 IBM PC (Personal Computer) /XT 个人计算机, 并以其性能好、功能适用、价格便宜和技术开放而风靡世界。1984 年 8 月, Intel 公司推出高档 16 位微处理机——80286 CPU, 工作主频超过 10MHz, 集成度为每片 10 万个晶体管, 可以满足多用户和多任务系统的需要, 它的运算速度比 8086 CPU 快 5~6 倍, 并支持虚拟存储系统。IBM 公司推出的第二代 PC/AT 就是以 80286 CPU 为核心的微型计算机系统。

第四代 CPU 以 Intel 公司 1984 年 10 月推出的 80386 CPU 和 1989 年 4 月推出的 80486 CPU 为代表, 它们是 32 位 CPU, 集成度达每片几十万至几百万个晶体管, 运算速度达 40MHz。80486 CPU 内还集成了 80487 浮点运算器和 8KB 的高速缓存, 以它们组成的微机系统配备视窗操作系统、大容量内存和硬盘, 加之各种适用有效的应用软件, 得到了广大用户的青睐。

第五代 CPU 的发展更加迅猛。1993 年 3 月被命名为 Pentium 的微处理机面世, 主频为 60MHz~66MHz, 集成度为每片 320 万个晶体管。1994 年 3 月, 主频为 100MHz, 集成度为 510 万的 Pentium 机被推出。1995 年 3 月, 主频为 133MHz, 具有双流水线的 Pentium 机被推出。1996 年, 一种具有双 CPU、可以进行并行处理的 Pentium PRO 问世。1998 年, 具有 700MHz 主频速度的 Pentium II 又被推向市场。

在 80486 时代, 就已经发现阻碍 CPU 性能提高的因素是单指令的运行方式。因此, 在 Pentium 机中增加了第二条指令“管道”, 进而提高了运算速度。在 Pentium PRO 中, 处理指令“管道”增加到 3 个, 并使用了动态执行技术, 使 CPU 的处理速度大大提高。

1.2.3 计算机编程语言的发展

随着计算机硬件的发展, 微机系统的功能越来越强, 其价格越来越便宜, 因而拥有各行各业的用户。用户希望通过计算机方便地解决各自领域中的问题。基于冯·诺依曼体系结构的计算机要求自动完成解题任务, 必须事先将问题分解成计算机能够处理的各个步骤, 用某种语言将这些步骤描述出来, 然后让计算机按规定的步骤控制计算机工作。计算机程序设计语言也经过了一个发展的过程。

1. 机器语言

机器语言就是 0、1 码语言, 是冯·诺依曼计算机唯一能够理解且直接执行的语言。用户编写程序时, 无论命令 (指令) 还是数据或其他信息均以二进制码书写。它难读、难懂、难记、难查错、无法交流, 给程序设计和计算机的推广、应用、开发等带来许多困难。

2. 汇编语言

对机器语言进行改进的第一步是用一些助记符号代替用 0 和 1 描述的某种机器的指令系统, 如八进制数、十六进制数以及英语单词的缩写等, 称为机器语言的助记符号形式 (或符号语言)。汇编语言就是在此基础上完善起来的。它改善了机器语言的可读性、可记性, 汇编语言指令与机器语言指令一一对应。汇编语言是能够利用计算机所有硬件特征且能直接用来

控制硬件的一种程序设计语言，是计算机能够提供给用户的最快且最有效的编程语言。它要求程序设计者必须掌握计算机的硬件知识，这对那些仅对问题感兴趣的用户无疑是一个极大的障碍。

3. 高级语言

面向问题的程序设计语言称为高级语言。用户面向的是自己领域内的问题，如数值计算、工业控制、专家系统、数据管理与数据库等。这些语言属于过程化语言，它们要求程序员为每个应用任务写出如何完成该任务的一系列明确的过程，如适用于数值计算的 FORTRAN 语言、适用于商用和行政管理的 COBOL 语言、适用于专家系统使用的 PROLOG 语言等，还有 BASIC、Pascal、C 语言等。用高级语言编写的程序称为源程序，它们必须通过编译或解释、连接等步骤才能被计算机处理。

4. 面向对象语言

随着计算机应用的日益广泛和深入，对快速开发大型应用程序的要求越来越迫切，同时对于那些复杂的应用，单纯从过程角度是很难描述清楚的。面向过程的设计方法是一种数学思维或计算机思维方法，和人们认识世界时所习惯使用的方法不同。人们更习惯使用面向对象的方法去认识系统和建立系统。所以，必须有相应的技术来支持这种建造软件系统的方法。

C++和 Java 等编程语言是面向对象的语言。C++是为适应开发和维护中等及大规模的复杂应用软件的需要而研制的。其目标是为程序员的程序开发提供一个优良设计环境，以产生模块化程度高、再用性和维护性具佳的程序。Java 则是专门为 Internet 编程而设计的语言，它是一种简单、面向对象、分布式、安全高效、多线程的动态编程语言。美国 SUN 公司宣称 Java 语言编程是“编写一次，随处运行”。

5. 基于规则的智能化语言

Visual C++、Visual Basic、PowerBuilder、Delphi、Forte 等语言，它们以可视化编程方法为特征，是一种应用的装配环境。开发人员不必是训练有素的、了解很深的专业人士，只要有好的思路、好点子，这些开发环境会引导他们去实现，但还不具备智能化。

1.3 微型计算机中信息的表示及运算基础

本节讨论计算机是如何存储信息的，计算机内部数据是怎样表示的。进行汇编语言程序设计，掌握这些基本知识非常必要。目前使用的计算机是一种电设备，它只认识电的信号：如电平的高与低、电路的通与断、晶体管的导通与截止、电子开关的开与关等。将这两种状态用 0 和 1 两个符号表示，0 或 1 就是二进制数的一位，称为 bit。因此在计算机中，任何信息都必须用 0 和 1 的数字组合形式。也就是说，计算机存储和处理的仅仅是二进制信息。

1 个二进制位称为 1 个 bit；8 个二进制位称为 1 个 Byte，也称 1 个字节（8 位）；2 个字