



21 世纪高职高专信息技术教材

微机原理 与汇编语言

北京希望电子出版社 总策划
杨旭东 主 编
刘立军 副主编
李强 安秀芳 吕红 编 著

 科学出版社
www.sciencep.com



21 世纪高职高专信息技术教材

微机原理 与汇编语言

北京希望电子出版社	总策划
杨旭东	主 编
刘立军	副主编
李强 安秀芳 吕红	编 著

 科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书共分九章,内容分别是:微型计算机概述、数制与编码、微处理器、8088/8086 指令系统、半导体存储器、微型计算机与外设的数据传输、I/O 接口技术、中断系统、A/D 和 D/A 转换。在附录中给出了 IBM PC ASCII 码字符表以及 8088/8086 指令系统,以便读者查阅。本书内容详实、讲解细致、由浅入深、图文并茂。

本书可作为工科计算机专业专科生及五年制高职计算机专业教材,也可供工程技术人员参考。

需要本书或需要得到技术支持的读者,请与北京中关村 083 信箱(邮编 100080)发行部联系,电话:010-82702660, 82702658, 62978181 转 103 或 238, 62978181(总机)传真:010-82702698, E-mail: yanmc@bhp.com.cn。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与汇编语言/杨旭东主编 刘立军副主编 李强、
安秀芳、吕红编著. —北京:科学出版社, 2004.8

ISBN 7-03-013459-1

I. 微 II. ①杨...②刘...③李...III. ①微型计算机理
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.①TP36②TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 044704 号

责任编辑:曾 华 / 责任校对:一 凡
责任印刷:双 青 / 封面设计:梁运丽

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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2004 年 8 月第一次印刷 印张: 21 3/4
印数: 1-3000 册 字数: 500 916

定价: 29.00 元

21世纪高职高专信息技术教材编委会名单

(排名不分先后)

主 任 高 林 教授 (联合大学)

副主任 谢玉声 教授 (钟山学院) 袁启昌 教授 (钟山学院)

胡伏湘 副教授 (长沙民政学院) 陆卫民

委 员

阮东波 (宁波高专)	徐 萍 (钟山学院)
周文革 (宁波高专)	李 淼 (重庆工业职业技术学院)
程 刚 (宁波高专)	李超燕 (宁波职业技术学院)
连晋平 (广东肇庆学院)	景鹏森 (钟山学院)
唐伟奇 (长沙民政学院)	陈孟建 (杭州经贸学院)
慕东周 (徐州工职学院)	宗小羽 (钟山学院)
朱作付 (徐州工职学院)	韦 伟 (钟山学院)
杨旭东 (徐州工职学院)	曹冬梅 (钟山学院)
米 昶 (青岛高职)	杨章静 (钟山学院)
孙 杰 (青岛高职)	尹 静 (钟山学院)
唐燕青 (青岛高职)	田 更 (青岛大学)
刘 毅 (重庆工职学院)	吴 军 (钟山学院)
邱建国 (青岛高职)	杨金龙 (青岛高职)
侯晓华 (重庆工职学院)	崔俊杰 (承德民族职业技术学院)
蒋建强 (苏州经贸学院)	陈翠娥 (长沙民政学院)
王趾成 (河北高职)	陈 春 (四川师范)
龙 超 (永州职业学院)	徐建华
罗映峰 (广东技师学院)	郑明红
冯矢勇 (苏州高职)	韩素华

序

高等职业教育目前已成为我国高等教育的重要组成部分,对于推动我国社会主义现代化建设起着不可忽视的作用。计算机教育在整个高职教育中有着举足轻重的地位,因为计算机的普及已经涉及到各个行业。对于传统的学习计算机知识的方法即理论为主、应用为辅的教学模式,相对高职教育来说有些不太适合,针对这种情况,就需要一些符合高职教育特点的教材来满足这种需求。

为解决教材供需不平衡的矛盾,北京希望电子出版社与全国高等学校计算机基础教育研究会高职高专专业委员会联合组织国内十几所高职院校,聘请“双师”型教师共同编写针对高职特点的教材 30 多种,以及实训类教材 10 多种,并请专家论证了本套教材的体系、风格、结构、内容等方面的可行性与可操作性。该系列教材体现“重在能力素质培养”的目标,结合教育部的教学大纲要求,在实用性、新颖性、可读性几个方面都有所突破。

高职教材建设是教学改革重要的环节,高等职业技术教育专业设置要与劳动力市场需求相结合,教学内容与国家职业标准相衔接。采取“订单教学”的校企合作培养模式,实行学业文凭和职业资格两种证书制度,使一线技术人才培养实现教学与市场“零距离”、毕业生上岗“零适应期”。这种以市场为导向实行的订单教学,能够直接为用人单位培养实用型人才,是一条富有特色的职教之路,可以保证同学们将来在就业和升学两条渠道上有最大的发展空间。所以,高校就要突出应用技能培养的办学特色,按照人才市场供求信号进行学科、专业和教学内容的调整,以适应社会需要。在培养学生的知识、能力、技能方面都要与其他综合性本科院校有所区别。

本系列教材就是遵循这种订单式教学的需要,一方面是设定系统理论知识的教材,这种教材的内容按照“必需、够用”的原则,构筑坚实的具有高职特色的理论体系基础;另一方面是训练职业动手能力的实训教材,按照“切实、实用”的原则,培养动手能力强的人才。以上两种教材相互配合,既可以单独使用,也可以配套使用。

高职教材建设还在探索中,如何能满足企业对人才的需求,跟上时代发展的步伐,这些都是亟需解决的问题。本丛书旨在抛砖引玉,希望更多的优秀教师参与到教材建设中来,真诚希望广大教师、学生与读者朋友在使用本丛书过程中提出宝贵意见和建议,为下一次的修订与改版做准备,使本丛书日臻完美。

若有投稿或建议,请发至本丛书出版者电子邮件: hansuhua@163bj.com

21 世纪高职高专信息技术教材编委会

前 言

微型计算机从诞生以来，它的技术发展日新月异，新的技术及新应用不断涌现。计算机技术的不断发展与普及使越来越多的人开始使用计算机来处理日常工作。国家对计算机专业人才的需求越来越旺盛，为了满足社会对计算机人才的需求，很多学校开设了计算机专业为国家培养计算机人才。

对于计算机专业的学生来说，掌握微型计算机的组成原理对后续课程的学习至关重要。目前使用的教材大多是针对计算机本科生的，对于计算机专业的专科生来说，教材的选择相对较少。

虽然目前计算机的发展很快，广大用户现在使用的微处理器已经达到 PIV 级别，但是对于计算机专业的学生来说，要学习微型计算机的基本原理，还要以 8088/8086 CPU 为学习的切入点。在学习完 8088/8086 CPU 以后，再去学习其他高级别的 CPU 就相对容易了，所以本书的内容还是围绕 8088/8086 CPU 展开的。

本书在编写时，本着从简单入手的原则，由浅入深地讲述了微型计算机的基本组成、数制与编码、微处理器的结构与工作过程、指令系统、半导体存储器、输入/输出接口技术及相关知识、中断系统以及数模和模数转换等，力争把复杂的内容讲清楚，便于学生学习与掌握。

为了便于老师使用本教材，在每一章的后面附有练习题，用以检验学生对所学知识的掌握程度。

本书的第一章、第二章及第五章由顺德职业技术学院李强编写，第三章及第九章由徐州工业职业技术学院杨旭东编写，第四章由徐州工业职业技术学院安秀芳编写，第六章及第七章由泰州师范高等专科学校刘立军编写，第八章由徐州工业职业技术学院吕红编写。杨旭东担任主编，负责全书的内容设置及定稿工作。

由于编写者的水平有限，编写时间比较仓促，书中一定存在错误和不妥之处，请各位读者不吝批评指正。

编 者

目 录

第1章 微型计算机概述	1	3.2 8086 的工作模式和引脚定义	46
1.1 微机的基本组成	1	3.2.1 总线分时复用	46
1.1.1 硬件系统	1	3.2.2 8088 和 8086 CPU 的 工作模式	47
1.1.2 软件系统	4	3.2.3 8086 的引脚定义	48
1.1.3 微机系统的层次结构	5	3.3 时钟发生器 8284A	55
1.2 微机的基本原理	5	3.4 最小工作模式的典型结构	56
1.2.1 存储程序工作方式	6	3.5 8086 的最大模式的典型结构	59
1.2.2 信息的数字化表示	6	3.6 总线操作时序分析	64
1.3 微机的性能指标	8	3.6.1 最小工作模式下的总线 周期时序分析	65
1.4 计算机的发展、分类与应用	9	3.6.2 最大工作模式下的总线 周期时序分析	70
1.4.1 计算机的发展历程	9	3.6.3 可屏蔽中断响应周期	74
1.4.2 计算机的分类	10	3.6.4 总线的空操作	77
1.4.3 计算机应用举例	11	3.7 系统的启动和复位操作	77
1.5 练习题	12	3.7.1 系统的启动及复位操作	77
第2章 数制与编码	13	3.7.2 总线的请求与保持操作	79
2.1 进位计数制	13	3.8 练习题	86
2.1.1 进位计数制的相关概念	13	第4章 8088/8086 指令系统	88
2.1.2 计算机中常用的进位制	14	4.1 指令和指令系统概述	88
2.1.3 不同进位计数制之间的转换	14	4.1.1 指令系统的发展	88
2.1.4 BCD 码	18	4.1.2 指令系统的含义	88
2.2 数值在计算机内的表示	18	4.1.3 指令系统的格式	89
2.2.1 无符号定点数的表示	18	4.2 指令系统的寻址方式	91
2.2.2 带符号定点数的表示	19	4.2.1 立即数寻址	92
2.2.3 浮点数表示	22	4.2.2 寄存器寻址	92
2.3 运算方法	23	4.2.3 直接寻址	92
2.3.1 补码定点加减法	23	4.2.4 寄存器间接寻址	92
2.3.2 定点数的乘除运算	25	4.2.5 基址或变址寻址	93
2.4 字符表示	29	4.2.6 基址加变址寻址	93
2.4.1 ASCII 码	29	4.2.7 有效地址与物理地址	93
2.4.2 汉字编码简介	30	4.3 8088/8086 指令系统	94
2.5 练习题	32	4.3.1 数据传送指令	94
第3章 8088/8086 CPU	34	4.3.2 算术运算指令	99
3.1 CPU 的逻辑结构	34	4.3.3 逻辑运算和移位指令	108
3.1.1 总线接口部件	35	4.3.4 串操作指令	111
3.1.2 执行部件	42		
3.1.3 总线接口部件与执行部件的 协同工作管理	45		

4.3.5 控制转移指令.....	113	7.1.1 接口的主要功能.....	172
4.4 练习题.....	118	7.1.2 接口与系统的连接.....	173
第 5 章 半导体存储器	125	7.2 串行接口及串行通信.....	175
5.1 存储器的基本概念.....	125	7.2.1 串行接口.....	175
5.1.1 存储器的分类.....	125	7.2.2 串行通信涉及的几个问题.....	176
5.1.2 存储器的性能指标.....	126	7.3 可编程串行通信接口芯片 8251A.....	183
5.1.3 存储系统的层次结构.....	127	7.3.1 8251A 的基本工作原理.....	183
5.2 半导体存储器芯片.....	128	7.3.2 8251A 芯片的控制字及其 工作方式.....	190
5.2.1 半导体存储器的组成.....	129	7.3.3 8251A 的编程.....	194
5.2.2 半导体静态存储器举例.....	131	7.3.4 8251A 编程举例.....	196
5.2.3 半导体动态存储器举例.....	133	7.3.5 应用 8251A 编程实例.....	198
5.2.4 半导体只读存储器举例.....	137	7.4 并行通信和并行接口.....	201
5.3 主存储器组织.....	142	7.4.1 并行通信.....	201
5.3.1 主存储器的逻辑设计.....	142	7.4.2 并行接口.....	201
5.3.2 主存储器与 CPU 的连接.....	146	7.5 可编程并行通信接口芯片 8255A.....	202
5.4 提高存储系统性能的一些方法.....	148	7.5.1 8255A 芯片内部结构 及其功能.....	202
5.4.1 高速缓存技术.....	148	7.5.2 8255A 芯片的引脚信号.....	204
5.4.2 虚拟存储器.....	151	7.5.3 8255A 的控制字.....	207
5.5 练习题.....	152	7.5.4 8255A 的工作方式.....	209
第 6 章 微型计算机和外设的数据传输	153	7.5.5 8255A 并行接口应用举例.....	218
6.1 为什么要用接口电路.....	153	7.6 DMA 控制器 8237A.....	224
6.1.1 微型计算机中的总线.....	153	7.6.1 8237A 芯片内部结构.....	225
6.1.2 为什么要用接口电路.....	154	7.6.2 8237A 的原理.....	227
6.2 CPU 和 I/O 设备之间的信号.....	154	7.6.3 8237A 编程及其应用举例.....	238
6.2.1 数据信息.....	154	7.7 可编程计数器/定时器 8253.....	244
6.2.2 状态信息.....	155	7.7.1 可编程计数器/定时器的 工作原理.....	244
6.2.3 控制信息.....	155	7.7.2 8253 的结构和工作原理.....	246
6.3 接口部件的 I/O 端口.....	156	7.7.3 8253 的编程命令.....	251
6.3.1 I/O 接口的典型结构.....	156	7.7.4 8253 芯片的工作方式.....	251
6.3.2 I/O 接口的编址方法.....	156	7.7.5 8253 应用举例.....	258
6.4 CPU 和外设之间的数据传送方式.....	157	7.8 练习题.....	263
6.4.1 程序方式.....	158	第 8 章 中断系统	265
6.4.2 中断方式.....	161	8.1 中断的基本概念.....	265
6.4.3 DMA 方式.....	164	8.1.1 中断的定义.....	265
6.4.4 输入/输出过程中的 几个问题.....	170	8.1.2 中断源.....	265
6.5 练习题.....	171	8.1.3 中断矢量表.....	266
第 7 章 I/O 接口技术	172		
7.1 接口的功能以及在系统中的连接.....	172		

8.1.4 中断类型.....	268	8.4 练习题.....	294
8.1.5 中断的作用.....	268	第9章 A/D 和 D/A 转换.....	295
8.2 中断的基本原理.....	269	9.1 基础知识.....	295
8.2.1 中断过程.....	269	9.2 A/D 转换器(模数转换器).....	298
8.2.2 中断优先权.....	271	9.2.1 A/D 转换器的工作原理及 技术参数.....	298
8.2.3 中断的嵌套.....	274	9.2.2 ADC0809 模数转换器.....	304
8.2.4 8086/8088 中断响应过程.....	274	9.2.3 ADC0809 模数转换器与 系统的连接.....	308
8.2.5 中断处理子程序的结构模式..	277	9.3 D/A 转换器(数模转换器).....	311
8.3 8259A 中断控制器.....	277	9.3.1 D/A 转换器的基本工作原理..	312
8.3.1 8259A 的结构及逻辑功能.....	277	9.3.2 D/A 转换器的相关技术参数..	315
8.3.2 8259A 的引脚.....	278	9.3.3 DAC0832 数模转换器.....	316
8.3.3 8259A 的编程结构和 工作原理.....	280	9.3.4 DAC0832 与系统的连接.....	320
8.3.4 中断控制器 8259A 的 工作方式.....	281	9.4 练习题.....	322
8.3.5 8259A 芯片的级联使用.....	285	附录一.....	323
8.3.6 8259A 的编程.....	286	附录二.....	324
8.3.7 IBM PC 对 8259A 的编程.....	292		

本章重点内容：

- 微机的基本组成
- 微机的基本原理
- 微机的性能指标
- 计算机的发展、分类与应用

第 1 章

微型计算机概述

我们现在广泛使用的计算机，其全名是电子式数字计算机，俗称电脑。简单地讲，计算机是一种能存储程序并自动执行程序，对各种数字化信息进行算术运算或逻辑运算的电子机器。在使用了超大规模集成电路之后，出现了微型计算机，简称微机。本章将使大家了解微机的基本组成、基本原理以及微机的发展和应用。

1.1 微机的基本组成

微机系统的组成可分为两大范畴：硬件，软件。硬件是指系统中可触摸得到的设备实体，以及将它们组织为 1 个微机系统的总线、接口等，如 CPU（Central Processing Unit）、主板、内存条等。软件是指系统中的各类程序和文件，由于它们在微机中体现为一些不能直接触摸的二进制信息，所以称为软件。微机系统的组成如图 1-1 所示。下面我们将分别介绍微机系统中的硬件组成及软件组成。

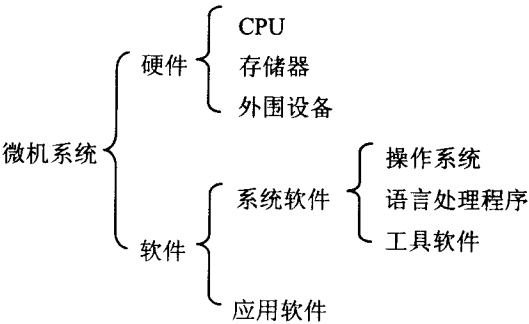


图 1-1 微机系统的组成

1.1.1 硬件系统

1946 年匈牙利籍数学家冯·诺依曼（John Von Neumann）对计算机的一般结构进行了描述，如图 1-2 所示，计算机的硬件是由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备这 5 部分经由系统总线和接口连接而成。

下面以图 1-2 为基础，分别说明各组成部件的功能和相应的特性。

1. 运算器（Arithmetic Logic Unit，简称 ALU）

运算器是由电子线路构成的对数据进行加工处理的部件。运算器的主要功能是执行算术运算和逻辑运算，所以称之为算术逻辑部件 ALU，它的核心部件是加法器。除此以外，运算器还具有移位、比较等功能。

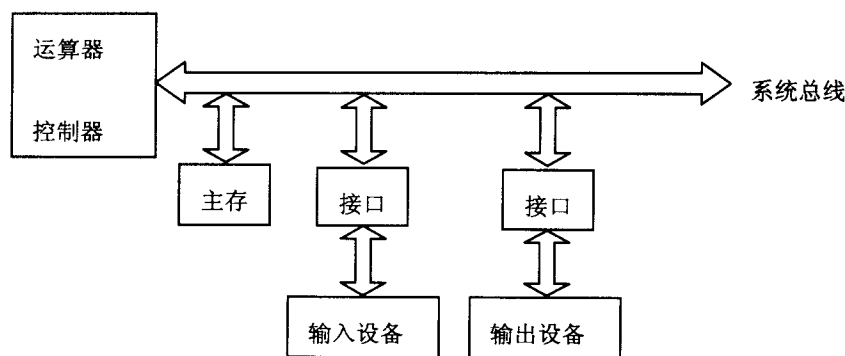


图 1-2 冯·诺依曼计算机硬件结构

2. 控制器 (Control Unit, 简称 CU)

控制器是计算机的控制中心，它统一指挥计算机的各部分协调地进行工作。它能根据事先给定的命令发出各种控制信号，使整个工作过程一步一步地进行。

运算器和控制器合起来称为计算机的中央处理单元 (CPU)。

3. 主存储器 (Memory)

存储器是计算机的记忆部件，它是用于存放程序 and 数据的。在计算机中程序是计算机操作的依据，数据是计算机操作的对象。存储器按其作用可分为主存储器和外存储器两种。

主存储器又称为内存储器，一般简称为主存，它可以与 CPU 直接交换或传递信息。

主存储器划分为许多单元，通常是每个单元包括 8 个二进制位，称为 1 个字节。每个单元都有 1 个相应的编号，称为地址。向主存储器送出某个地址编码，就能根据地址选中相应的 1 个单元，可见主存储器的一项重要特性是：能按地址（单元编号）存放或读取内容，也就是允许 CPU 直接编址访问，以字节为编址单位。

通常把运算器、控制器和主存储器合称为计算机的主机。

4. 外存储器

外存储器又称为辅助存储器，一般简称为外存，包括硬盘、光驱、软驱等。外存储器用来存放那些需要联机存放，但暂不执行的程序和数据，当需要运行它们时再由外存调入内存。例如在光盘中存放着几个可能要用的软件，但当前只用得着其中 1 个，我们先将它调入主存，其余软件仍存放在光盘之中。这样，主存的容量就不需要很大，可以做到速度比较快。而由硬盘、光盘等构成的外存储器则容量很大，为整个系统提供后援支持。由于外存的任务是这样，所以对它的速度要求可以比主存低。

外存储器不由 CPU 直接编址访问，也就是说不需要按字节从外存储器读取或写入，因此外存储器中的内容一般都按文件进行组织。用户按文件名进行调用，CPU 找到该文件在外存中的存放位置，以数据块为单位进行读写。

从功能上看，外存储器是整个存储系统的一部分，是一种存储器。从信息传送的角度，它又是一种输入/输出设备。将磁盘中的文件调入主存时，磁盘是输入设备；将主存中的内

容以文件的形式写入磁盘时，磁盘是输出设备。

5. 输入设备 (Input Device)

输入设备是计算机从外部获得信息的设备，它将人们熟悉的待处理信息转换为计算机能识别和接受的电信号送入计算机内部进行处理。最常用的输入设备有键盘、鼠标器和扫描仪等。

6. 输出设备 (Output Device)

输出设备是将计算机内的信息转换成能为人或其他设备所接收和识别的形式(如文字、声音、图像和电压等)，并提供给外界使用的部件。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

输入输出设备是人与计算机直接对话的工具，是人、机联系的桥梁。输入设备和输出设备又称 I/O 设备，而 I/O 设备和外存储器又统称为计算机的外围设备。

7. 总线

CPU、主存、多台 I/O 设备通过总线连接成整机系统。总线是指一组能为多个部件分时共享的信息传输线。共享是指总线所连接的部件都通过它传输信息。分时是指某个时刻只能有 1 个部件或设备向总线发送数据，如果有 2 个或 2 个以上的部件同时向总线发送数据，就会产生冲突，使数据混乱。但总线上的数据既可以只向某一部件发送，也可以同时向几个部件发送。

按总线连接的部件，可将总线分为芯片内总线、系统总线和外总线。芯片内总线是连接芯片内各部件的总线，例如 CPU 内部总线。芯片内总线结构简单，传输距离很短，传输速度快。系统总线是指在一个计算机系统内连接 CPU、主存、I/O 接口等部件的总线。系统总线包括地址、数据和控制信号 3 类传输线以及电源线。系统总线的连接距离短，传输速度较快。外总线则是多台计算机之间，或计算机与一些智能设备之间的连接总线。外总线的传输距离一般较远，速度较慢。

8. 接口

I/O 设备通过接口与系统总线相连。接口的功能主要有两个，一是平衡系统总线与外设的速度，因为大部分 I/O 设备的速度比系统总线慢很多，直接将外设与系统总线相连将影响整个计算机系统的速度，所以 I/O 设备通过接口与系统总线相连，当系统总线需要与 I/O 设备通信，系统总线首先与速度相当的接口通信，然后接口再与 I/O 设备通信；二是进行数据缓冲，当系统总线与 I/O 设备需要交换数据时，系统总线首先与接口交换数据，然后接口与 I/O 设备交换数据。

【补充材料】总线的主要性能指标 总线的主要性能指标包括 1.总线时钟频率：是指总线的工作频率，以 MHz 表示，它是影响总线传输速率的重要因素之一。2.总线宽度：是指总线的位数，用位 (bit) 表示，如总线宽度为 8 位、16 位、32 位和 64 位。3.总线传输速率：又称为总线带宽，是指在总线上每秒传输的最大字节数，单位是 Mbit/s，总线传输速率 = (总线时钟频率 × 总线宽度) / 8。

【补充材料】当前系统总线的标准 ISA (Industry Standard Architecture) 总线即工业标准总线，是 IBM 公司为其生产的 PC 系列微机制定的总线标准，其总线时钟频率是 8 MHz，总线宽度是 16 位，

总线带宽 16 Mbit/s。

EISA (Extended Industrial Standard Architecture) 总线是扩展的工业标准总线, 它保持了与 ISA 的完全兼容。由 COMPAQ、HP、AST、EPSON、NEC 等 9 家公司于 1988 年联合推出, 其总线时钟频率是 8 MHz, 总线宽度是 32 位, 总线带宽 32Mbit/s。

由于 ISA、EISA 总线性能低, 它们逐渐被淘汰。

PCI (Peripheral Component Interconnect) 总线即外围设备互连总线, 是 1992 年 6 月由 Intel 公司提出的面向个人计算机的 I/O 总线, 其总线时钟频率是 33.3 MHz, 总线宽度可达到 64 位, 相应的总线带宽可达到 266 Mbit/s。目前, PCI 总线被广泛采用, 充分显示出其广阔的发展前景。

AGP (Accelerated Graphic Port) 总线即图形加速接口, 是一种能够得到高性能 3D 图形功能的总线接口, 它使信息可以从图形控制器和系统芯片之间专用的点对点通道上传输。AGP 不是完全意义上的总线, 因为它除了图形控制外不被任何部件共享。采用 AGP 后, 图形控制器就将拥有完全属于自己的 32 位通道。

1.1.2 软件系统

计算机中的软件包括程序和文件。程序是指令的集合, 能被计算机执行, 如 Word 2000、Excel 2000 等, 它规定着计算机如何去完成某个任务。文件包含了一些信息, 不能被计算机执行, 如文本文件、图像文件等。计算机中各种软件的有机组合构成了软件系统。软件系统分为系统软件和应用软件两大类, 系统软件用来管理和配置计算机的软硬件资源, 而应用软件是为了进行某种应用而配备的。

1. 系统软件

系统软件又称系统程序, 它的主要功能是对整个计算机系统进行调度、管理、监控及维护服务等。它可以使计算机系统的资源得到合理的调度以及有效的利用。系统软件主要包括操作系统、计算机语言处理程序和工具软件等。

操作系统是软件系统的核心。它用于控制和管理计算机硬件、软件和数据资源, 使用户方便、有效地使用计算机, 提供了软件的开发环境和运行环境。它可分为单用户操作系统、多用户操作系统和网络操作系统等。操作系统是任何计算机必备的软件。

计算机语言处理程序能把用户使用高级语言编写的程序转换成计算机能识别的机器语言程序。一般计算机所配备的汇编语言的汇编程序、多种高级语言的解释程序或编译程序都属于计算机语言处理程序。计算机语言处理程序是在计算机上运行各种语言程序的基础。

工具软件是开发、研制各种软件以及诊断、维护计算机的工具。它们包含的内容非常广泛, 例如有各种编辑程序、调试程序和诊断程序等。

2. 应用软件

应用软件也称为应用程序, 它们是用户在各自的业务系统中开发和使用的各种程序。应用软件通常是针对某个具体问题而编制的, 通常包括厂家出售的通用软件 and 用户利用计算机及其配备的系统软件自己研制开发的应用软件两类。随着计算机应用的普及, 应用软件的种类越来越多, 名目也各不相同, 用户通过应用软件尽善尽美地发挥着计算机的效能。

1.1.3 微机系统的层次结构

微机系统是一个十分复杂的硬件、软件结合体。它们二者之间是相辅相成、缺一不可的。微机系统的层次结构可用图 1-3 来表示。

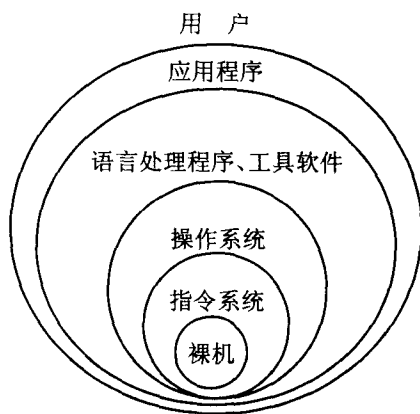


图 1-3 微机系统的层次结构

层次结构图表示了微机系统软件、硬件的组成及相互之间的关系。没有软件系统的计算机称之为裸机，它只是具有了计算的可能，即使接上电源，也不能工作。从层次结构图外层向内层看，它表明了从用户提出任务到硬件的执行过程。通常根据给定的问题，用户使用某种高级语言编写程序，在操作系统的控制下，调用语言处理程序完成源程序转换成目标程序的过程，目标程序是用机器语言描述的，最后由硬件执行机器语言程序。从计算机的层次结构来看，操作系统是用户与计算机硬件的接口，是用户的工作平台；指令系统是裸机与软件的接口。

需要强调的是，现代计算机系统的硬件和软件之间的分界线并不明显。软件与硬件具有逻辑等价性，即任何一种操作可用硬件来完成，也可以用软件来完成；任何一条指令的执行可以由硬件来完成，也可以由软件来完成。随着大规模集成电路技术的发展，软件硬化的趋势倍受重视，明确划分软件和硬件之间的界线也就更加困难。计算机系统总的发展趋势是硬件和软件两者统一融合，在发展中互相促进。

1.2 微机的基本原理

1946 年微机的先驱者冯·诺依曼提出了计算机的若干设计思想，被后人称为诺依曼体制，这是微机发展史上的一个里程碑。采用诺依曼体制的计算机就被为诺依曼机。几十年来计算机的体系结构发生了许多演变，但诺依曼体制的核心概念仍沿用至今。我们将诺依曼体制中那些至今仍广泛采用的要点归纳为：

①微机的硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备 5 大部件经由系统总线和接口连接而成。

②采用存储程序工作方式，即事先编制程序，事先存储程序，自动连续地执行程序。

③采用二进制代码表示数据和指令。

本节阐述其中的两点：存储程序工作方式以及信息的数字化表示。

1.2.1 存储程序工作方式

计算机的工作最终体现为执行程序。前面提到,计算机采用存储程序工作方式,这是诺依曼体制中最核心的思想。它有3点含义,体现了用计算机求解问题的过程。

1. 事先编制程序

为了用计算机求解问题,需要事先编制程序。在程序中规定了计算机需要做哪些事,按什么步骤去做。程序中还包括需要运算处理的原始数据,或者规定计算机在什么时候从输入设备获得数据。一件事往往要分步去做,要求计算机硬件在一步中执行的操作命令称为一条指令。计算机最终执行的程序,其形态就是指令序列,即若干条指令的有序集合,每一步将执行1条指令。换句话说,我们事先编好的程序最终变成了指令序列和有关的原始数据。

2. 事先存储程序

所编好的程序经由输入设备送入计算机,存放在主存储器中,当前微机系统中,一般是将实现编制的程序从外存储器中调出,存放在主存储器中。

3. 自动、连续地执行程序

当程序存储在存储器中之后,微机就可以依照一定顺序从存储器中逐条读取指令,按照指令的要求执行操作,直到运行的程序执行完毕。在程序的执行过程中,原则上不需操作者通过人工操作去逐条读取指令,当然,有些工作本身要求以人机对话方式进行,例如我们通过计算机进行查询时,用户需要通过键盘输入查询项目,所以计算机在自动、连续地执行程序的同时,往往允许使用者以外部请求方式进行干预。

1.2.2 信息的数字化表示

我们现在所广泛使用的计算机的全名叫电子式数字计算机。“电子式”指计算机的主要部件是由电子电路构成,计算机内传送与处理的信息是电子信号。叫做数字计算机是因为计算机中的信息(控制流、数据流)都采用数字化表示方法,简单地讲它有2层含义:

1. 在计算机中的各种信息用数字代码表示

下面通过1组例子来说明如何用数字代码表示各类信息,这是了解计算机工作原理的又一重要基础。

例 1.1 用数字编码表示字符。

计算机中的信息只有二进制数据,为了让计算机认识字符,就使用数字编码表示字符,例如01000001表示A,01000010表示B,就像我们发电报时邮局将汉字编为一组数字电报码一样。

例 1.2 用数字代码表示图像。

为了让计算机认识图像,我们同样要使用数字编码表示图像。与字符相比,图像信息变化多,图像中哪一点是什么颜色是随机的。但是我们可以将1幅图像细分为许多像点,用这些像点组合逼近真实图像。如果分得足够细也就是说点数很多,则在人的视觉中这幅由许多像点组成的图像几乎是连续的。然后,再使用某一个数值代表某一种颜色的点,例如使用00000000代表黑色的点,11111111代表白色的点。

例 1.3 用数字代码表示机器指令。

为了让计算机认识机器指令，我们也要使用数字编码表示指令。按照约定的指令格式，每条指令用 1 组数字代码表示。1 条指令往往分为几个字段，如操作码字段、数据字段等，我们约定用不同的编码表示不同的指令含义。例如约定操作码的编码含义为：0000 表示传送，0001 表示相加，0010 表示相减等。

例 1.4 用数字代码表示设备的状态。

计算机在控制打印机、显示器这些设备时，常常需要根据设备的工作状态来决定操作。同样我们也可以使用数字编码表示这些设备的状态，例如用 00 表示设备现在空闲，用 01 表示设备忙，用 10 表示设备已完成一次操作等。

2. 数字型电信号表示数字代码

从物理实现这一层次看，数字代码需要用电信号去体现，这样才能用电子电路部件实现信息的传送和运算处理。电信号分为 2 类：模拟信号和数字信号。

模拟信号是用信号的某些参量去模拟信息，例如用电信号的幅值去模拟数值的大小，所以称为模拟信号、模拟量。许多物理量如压力、温度等，先需要通过传感器变为模拟信号，再转换为数字信号才可以用计算机处理。

数字信号是这样一种信号，它的单个数字信号仅取有限的几种状态，一般是只取 2 种状态，例如高电平或低电平、有脉冲或无脉冲，可用数字代码 1 或 0 来表示，称为二值逻辑。相应地数字信号有 2 种形式：电平信号及脉冲信号。依靠多位数字信号的组合，可以表示多位数字代码。换句话说，1 位数字信号表示 1 位数字代码。

例如计算机传输数据时，常用多根传输线同时传送，称为并行传送，每根线传送一位。如果某一根线的电平为高，则该位为 1；若另一根线电平为低，则该位为 0。各线之间相互分离，可独立传送电平信号。

用数字代码表示各种信息，用数字信号表示数字代码，这就是信息数字化的含义。计算机是用来处理信息的，它可以处理的信息类型极其广泛。要了解计算机的工作原理，要能够在今后工作中灵活地进行设计，首先需要深刻理解和熟练掌握信息的数字化表示方法。

采用数字化方法表示信息，具有许多重要的优点：

①抗干扰能力强，可靠性高。因为每位数字的取值非 1 即 0，相应地，表示数字的电信号也只需 2 种状态。假定电源为 +5V，用高电平表示 1，低电平（0V）表示 0，则在 1 与 0 之间有比较大的差别，即使受到一定干扰也还能够区分是 0 还是 1。

②依靠多位数字信号的组合，在表示数值时可以获得很宽的表示范围以及很高的精度。在理论上，位数的增加并无限制，取决于愿意付出的硬件代价。

③数字化的信息可以存储，信息传送也比较容易实现。因为每一位数字非 0 即 1，相应地，在物理实现上也只需取 2 种可能的极端状态来表示 0 或 1，因而可以有多种方法来体现，如开关的连通或断开，晶体管的导通或截止，电容上有电荷或无电荷，磁性材料的正向磁饱和或反向磁饱和，磁化状态的变或不变等，相应地可用双稳态触发器去存储信息或利用电容上的存储电荷来存储信息。

④可表示的信息类型与范围极其广泛，几乎没有限制，这一点在前面已经举例说明。

⑤能用逻辑代数等数字逻辑技术进行信息处理，这就形成了计算机硬件设计的基础。

计算机的各项具体操作最终是用数字逻辑电路来实现的，可以称为处理功能逻辑化。由于采用二进制数字代码来表示各类信息，我们能种类非常有限的几种逻辑单元（与、或、非门），构造出变化无穷的计算机系统。

1.3 微机的性能指标

计算机的性能指标由体系结构、外设配置、软件资源等多方面因素决定，所以评价一台计算机的性能如何，不能只考虑几个性能指标，而是需要综合考虑多种指标。对于不同用途的计算机，评价的测重点也不相同。这里介绍一些常用性能指标的含义。

1. 字长

字长是指计算机能直接处理的二进制数据的位数。计算机的字长决定了计算机中寄存器、加法器、数据总线等部件的位数，因此，字长也决定了计算机运算的精度。字长越长能表示数值的有效位数就越多，计算机的精度也就越高，但同时计算机硬件方面所需的逻辑电路也越多，结构就越复杂，所以它也直接影响了计算机硬件的造价。计算机的字长通常是字节（8 位二进制位）的整数倍，从 8 位、16 位、32 位到 64 位不等，微型计算机的字长为 8~64 位，目前广泛使用的是 32 位机。

2. 存储容量

存储容量是衡量计算机的存储器能容纳信息量多少的指标。因为存储器可分为内存储器和外存储器，所以存储容量也分为内存容量和外存容量。内存容量越大，所存储的可执行程序和数据就越多，计算机的运行效率也就越高，系统处理能力也就越强。外存容量的大小决定了整个计算机系统存取数据、文件和记录的能力。表示存储器的存储容量通常用字节（Byte）作计数单位，用符号 B 表示，一个字节是由 8 位二进制数组成的，其常用单位及换算方法如下：

1K（Kilo）B = 2^{10} B = 1024B，称作千字节；

1M（Mega）B = 2^{20} B = 1024KB，称作兆字节；

1G（Giga）B = 2^{30} B = 1024MB，称作吉（10 亿）字节；

1T（Tera）B = 2^{40} B = 1024GB，称作太（万亿）字节。

微型计算机的内存容量一般在 64 MB 以上，外存储器的容量如硬盘已经达到 40 GB 以上。

3. 数据通路宽度

数据总线一次所能并行传送的位数，称为数据通路宽度，它影响信息传送的能力，从而影响计算机的有效处理速度。一台计算机系统至少有两处需要考虑数据通路宽度问题，一是 CPU 内部，二是 CPU 外部的系统总线。CPU 内部的数据通路宽度一般等于基本字长，而外部的数据通路宽度取决于系统总线。有些计算机的内、外数据通路宽度相等，例如 Intel 80386 这种 CPU，内外都是 32 位，称为 32 位机。有些计算机的外部数据通路宽度小于内部，例如 Intel 8088，内部 16 位，外部 8 位，称为准 16 位机。

4. 运算速度

同一台计算机，执行不同运算所需的时间可能不同，因而对运算速度的描述常采用不