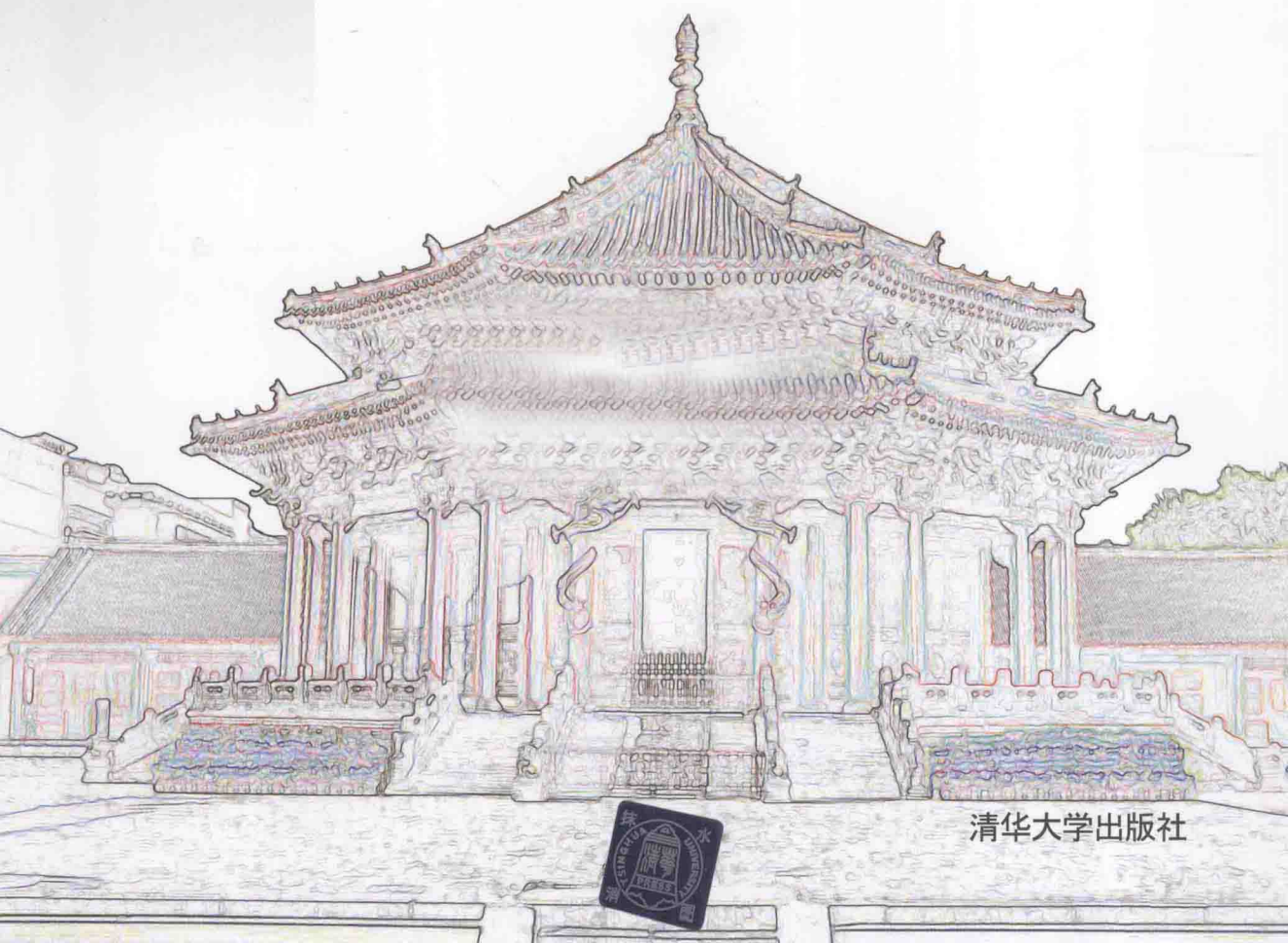


全国普通高校
电子信息与
电气学科
基础规划教材

微机原理及其接口

(第2版)

杜 荔 编著



清华大学出版社

全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材

微机原理及其接口

(第2版)

杜 荔 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

为适应读者对微机技术学习的需要,本书对微机中的基本概念、工作原理及关键技术进行了系统讨论。书中内容分为三篇,第一篇为原理篇,包含微机的硬件组成及工作原理;第二篇为过渡篇,包含汇编语言基础及数据传送方式;第三篇为接口篇,包括微机中最主要的接口技术。

本书层次清晰,概念清楚,内容简明、深入浅出,注重理论与实践的结合,并配有精心选择的图示、例题和习题,还在本书的最后附有习题的参考答案,以方便读者对学习内容的理解与复习。本书可作为非计算机专业的本科生教材,也可供从事信息技术的工程人员学习参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微机原理及其接口/杜荔编著.--2版.--北京:清华大学出版社,2015

全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材

ISBN 978-7-302-39347-4

I. ①微… II. ①杜… 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. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 024975 号

责任编辑:梁 颖

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:20

字 数:476 千字

版 次:2011 年 3 月第 1 版 2015 年 5 月第 2 版

印 次:2015 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00 元

产品编号:062770-01

第1版前言

为适应读者学习微机原理与接口技术的需要,编者结合多年从事微机原理这一专业基础课教学的经验,以经过不断修改完善的教学讲义为基础编写了这本微机教材。

考虑到对知识内容介绍的合理性和连贯性,本书在组织结构上分为原理篇、过渡篇和接口篇。原理篇包含微机的硬件组成及工作原理;过渡篇包含汇编语言基础及数据传送方式;接口篇包括微机中最主要的接口技术。

本书按课程学时数特点而编写,合并了“汇编语言程序设计”课程的必备内容,缩减了预备课的学时数;围绕微机的四大组成模块,对微机的工作原理及其内在联系进行系统阐述,力求讲深讲透微机原理及其接口所涉及的多种关键技术,在保证对基本概念、基本方法和基本原理清晰阐述的同时,特别注重各功能部件工作过程中的联系。

本书层次清晰,概念清楚,内容简明、条理性强、深入浅出,注重理论与实践的结合,并配有精心选择的图示、例题和习题,特别是在各章的最后附有小结与习题,电子资源还附有习题的参考答案,以方便读者对学习内容的理解与复习。本教材可作为通信工程、自动化、电子工程、生物医学工程等非计算机专业的技术基础教材,也可供从事信息技术的工程人员学习参考。

本书在编写过程中,得到了雷为民教授的支持,他对本书在构思、内容等方面提出了宝贵的建议。硕士研究生王伟、张翰元、王晓静、王小保、贾颜宁等参与完成了书中的插图,在此谨对他们表示衷心的感谢。

限于作者的学术水平,书中难免有错误与不妥之处,诚恳希望读者给予批评指正。

杜荔

2010年12月

第2版前言

自《微机原理及其接口》教材推出已有3年多时间,在微机性能不断提高的同时,编者在
使用本教材的教学过程中增加了更多新的体会,随之也有了一些新的想法,这正是对本教材
做出适当修订的主要原因之一。

基于微机工作原理并未随着微机技术的发展而有所改变的思想,作为介绍微机原理及
其接口技术的教材,编者认为第1版中的大多数内容依然适用,即通过它可以很好地了解和
掌握微机的基本工作原理和接口技术,而对于更加复杂的新技术仍然需要参考其他相关的
专业资料和技术专著等。

本教材的修订部分主要针对原理篇中的总线一章和过渡篇中的两章内容,具体包括以
下4个方面:

(1) 对第4章内容做出调整,调整后以介绍PCI总线标准为重点,在详细介绍PCI主要
特点和信号功能的同时,简化了对其他几种系统总线和其他种类总线的具体描述。

(2) 对第5章内容进行修订。虽然Intel公司的微处理器经过一系列的发展无论从制
造工艺还是技术性能上都有了很大的改进和提高,但从应用者的角度来看,这一系列是兼容
的。而且在应用程序中所用到的绝大多数指令仍然是基本指令集中的指令,加之出于对汇
编语言初学者在掌握这部分内容的容易度上的考虑,把第5章中介绍的指令系统调整为
8086基本指令集。

(3) 对第6章内容进行简化。即根据第5章的改动,将汇编语言程序设计的基本方法
这一章也相应地调整为以8086指令集为背景加以介绍。

(4) 在教材的最后以附录的形式增加了各章习题的参考答案。对书中个别的错字予以
修改,对书中个别语句做了润色。

本次修订得到雷为民教授的支持和指导,硕士研究生孙雪、李甜、许景康、张明明,本科
生田国达、房钰琪等同学也从有利于学生阅读学习的角度为本书的修订提出了建议,并进
行了上机验证,在此一并对他们表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和
不当之处,敬请各位读者批评指正。

杜荔 于东北大学

2015年1月

第一篇 原理篇：微机硬件原理

第 1 章 概述	3
1.1 信息处理领域中的三个概念	3
1.2 计算机系统及计算机语言	4
1.2.1 计算机中最常用的名词术语	4
1.2.2 计算机中的编码	5
1.2.3 计算机的分类	5
1.2.4 计算机系统	5
1.2.5 计算机语言	7
1.3 微机系统的组成	8
1.4 微机的组成	11
1.5 微机的发展及主要技术指标	14
1.5.1 微机的发展	14
1.5.2 微机的分类	14
1.5.3 微机系统的技术指标	15
1.6 微机的主板结构	16
1.6.1 主板的整体情况	16
1.6.2 主板的主要构成	18
1.7 小结与习题	21
1.7.1 小结	21
1.7.2 习题	21
第 2 章 微处理器	23
2.1 8086 微处理器的编程结构	23
2.1.1 8086/8088 概述	23
2.1.2 编程结构	23
2.1.3 BIU 的功能和组成	24
2.1.4 EU 的功能和组成	25
2.1.5 BIU 和 EU 的动作管理	27
2.1.6 8086 总线周期的概念	27
2.2 8086 微处理器的组态模式及引脚信号	28
2.2.1 8086 的组态模式	28

2.2.2	学习 8086 引脚应注意的问题	28
2.2.3	最小和最大模式下都用到的引脚信号	30
2.2.4	最小模式下用到的其他引脚信号	32
2.2.5	最小模式下的系统配置	33
2.2.6	最大模式下用到的其他引脚信号	37
2.2.7	最大模式下的系统配置	38
2.3	8086 微处理器的三种主要操作及时序	39
2.4	8086 微处理器的中断操作及中断系统	42
2.5	8086 微处理器的存储器组织及 I/O 组织	46
2.6	80x86 微处理器的结构变化	47
2.6.1	80286 微处理器	47
2.6.2	80386 微处理器	47
2.6.3	80486 微处理器	51
2.6.4	Pentium 微处理器	53
2.6.5	Itanium 微处理器	56
2.7	小结与习题	56
2.7.1	小结	56
2.7.2	习题	56
第 3 章	存储器	58
3.1	存储器的体系结构	58
3.1.1	存储器的总体结构	58
3.1.2	内存的分区结构	58
3.2	微机系统的内存组织	60
3.2.1	16 位微机系统的内存组织	60
3.2.2	32 位微机系统的内存组织	61
3.3	半导体存储器	62
3.3.1	半导体存储器的分类	62
3.3.2	只读存储器	63
3.3.3	半导体存储器的性能指标	64
3.3.4	半导体存储器芯片的一般结构	65
3.3.5	随机存取存储器	66
3.3.6	半导体存储器在系统中的连接	69
3.4	高速缓存技术	75
3.4.1	Cache 系统的组成及工作原理	75
3.4.2	Cache 的组织方式	76
3.4.3	Cache 的数据更新方法	77
3.5	小结与习题	77

3.5.1 小结	77
3.5.2 习题	78
第4章 总线	80
4.1 总线结构概述	80
4.2 总线分类及性能指标	81
4.2.1 总线的分类	81
4.2.2 总线的性能指标	82
4.2.3 系统总线标准	82
4.3 系统总线	83
4.3.1 ISA 总线	83
4.3.2 PCI 总线	84
4.3.3 AGP 总线	87
4.4 外部总线	88
4.4.1 IDE 总线	88
4.4.2 SCSI 总线	89
4.4.3 通用串行总线 USB	89
4.4.4 高速串行总线 IEEE 1394	90
4.5 小结与习题	90
4.5.1 小结	90
4.5.2 习题	91

第二篇 过渡篇：汇编语言基础及数据传送方式

第5章 指令系统	95
5.1 指令格式	95
5.2 数据类型	96
5.3 寻址方式	97
5.3.1 操作数的寻址方式	97
5.3.2 转移地址的寻址方式	102
5.3.3 I/O 端口的寻址方式	104
5.4 基本指令系统	104
5.4.1 数据传送类指令	105
5.4.2 算术运算类指令	111
5.4.3 逻辑运算与移位类指令	118
5.4.4 串操作类指令	123
5.4.5 程序控制类指令	124
5.4.6 处理器控制类指令	129
5.5 小结与习题	131

5.5.1 小结	131
5.5.2 习题	131
第6章 汇编语言程序设计基本方法	132
6.1 汇编语言概述	132
6.2 宏汇编程序及上机过程	133
6.3 MASM 宏汇编语句结构	135
6.4 MASM 宏汇编语言的操作数	136
6.4.1 MASM 宏汇编语言的数据项	136
6.4.2 MASM 宏汇编语言表达式	137
6.5 伪指令	142
6.5.1 变量定义伪指令	142
6.5.2 符号定义伪指令	145
6.5.3 段定义伪指令	146
6.5.4 程序开始和结束语句	148
6.5.5 宏指令语句	148
6.6 汇编语言程序的基本结构	150
6.6.1 汇编语言程序设计的基本步骤	150
6.6.2 汇编语言源程序的基本格式	151
6.6.3 顺序结构程序设计	151
6.6.4 分支结构程序设计	152
6.6.5 循环结构程序设计	154
6.6.6 子程序结构设计	156
6.7 小结与习题	159
6.7.1 小结	159
6.7.2 习题	159
第7章 微机与外设间的数据传送	161
7.1 接口电路的作用	161
7.2 微处理器与外设之间传送的信息	162
7.3 接口电路的一般结构及特性	163
7.3.1 接口电路的内部结构	163
7.3.2 接口电路的外部特性	164
7.3.3 接口电路芯片的分类	164
7.3.4 接口电路的可编程性	164
7.4 微处理器与外设间的数据传送机制	165
7.4.1 程序控制下的数据传送	165
7.4.2 DMA 方式	174

7.4.3 输入/输出过程中涉及几个共性问题	178
7.4.4 I/O 处理器的数据传送	179
7.5 小结与习题	180
7.5.1 小结	180
7.5.2 习题	180

第三篇 接口篇：接口技术

第 8 章 中断控制器 8259A	185
8.1 8259A 功能概述	185
8.2 8259A 内部结构	185
8.3 8259A 引脚信号	188
8.4 8259A 工作方式	189
8.5 8259A 命令字	195
8.6 8259A 级联系统	202
8.7 小结与习题	204
8.7.1 小结	204
8.7.2 习题	204
第 9 章 定时计数控制器 8254	206
9.1 定时计数功能概述	206
9.2 8254 内部结构	207
9.3 8254 的引脚信号	209
9.4 8254 工作方式	210
9.5 8254 初始化编程	214
9.6 8254 应用举例	218
9.7 小结与习题	221
9.7.1 小结	221
9.7.2 习题	221
第 10 章 DMA 控制器 8237A	222
10.1 DMA 控制器功能概述	222
10.2 8237A 内部结构	223
10.3 8237A 引脚信号	226
10.4 8237A 工作和管理方式	227
10.4.1 8237A 工作方式	227
10.4.2 8237A 优先权管理方式	228
10.5 8237A 寄存器	229
10.6 8237A 初始化	233

10.7	8237A 应用举例	234
10.8	小结与习题	236
10.8.1	小结	236
10.8.2	习题	236
第 11 章	串行接口 8251A	237
11.1	串行通信的基本概念	237
11.2	串行接口的典型结构	240
11.2.1	一般接口与系统的连接	240
11.2.2	串行接口的典型结构	241
11.3	8251A 结构	242
11.3.1	8251A 的基本功能	242
11.3.2	8251A 的结构	242
11.4	8251A 引脚功能	243
11.5	8251A 工作原理	245
11.6	8251A 编程及举例	248
11.6.1	8251A 编程	248
11.6.2	8251A 编程举例	251
11.7	小结与习题	254
11.7.1	小结	254
11.7.2	习题	254
第 12 章	并行接口 8255A	255
12.1	并行接口概述	255
12.2	8255A 内部结构	256
12.3	8255A 引脚功能	258
12.4	8255A 的工作方式	258
12.5	8255A 初始化编程	261
12.6	8255A 应用举例	263
12.7	小结与习题	267
12.7.1	小结	267
12.7.2	习题	267
附录	习题参考答案	269
参考文献		306

第一篇 原理篇：微机硬件原理

第 1 章 概 述

主要内容:

- 信息处理领域中的三个概念。
- 计算机系统及计算机语言。
- 微机系统的组成。
- 微机的组成。
- 微机的发展及主要技术指标。
- 微机的主板结构。
- 小结与习题。

1.1 信息处理领域中的三个概念

在信息处理领域中,数据、信息和媒体是三个最基本的概念,为了对它们有一个清楚的认识,请看下面的阐述。

1. 数据

关于**数据**,国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)所给出的定义为:数据是对事实、概念或指令的一种特殊表达形式,这种特殊的表达形式可以用人工的方式或者用自动化装置进行通信、翻译转换或加工处理。

从这个定义中可以看出三个层面的意思:首先,它强调数据表达了一定的内容,即事实、概念或指令;其次,它指出数据是一种特殊的表达形式;再次,它表达了这种特殊的表达形式不仅可以用人工的方式进行低效率的加工处理,更适合用像计算机这样的自动化装置进行高效率的通信传输、翻译转换或加工处理等。按此定义,通常意义下的数字、文字、图画、声音或活动图像都是数据,只是对于计算机而言,它们都是采用二进制编码这种特殊的表达形式进行处理的。换句话说,计算机中的数据一般都是以二进制编码形式存在的。

2. 信息

关于**信息**,按照 ISO 的定义可以认为:信息是指对人有用的数据,这些有用的数据将可能影响人们的行为与决策。即,信息强调的是数据的有用性。

信息处理是指经过计算机对数据加工处理以后,向人们提供有用信息的全过程。信息处理的本质是数据处理,而信息处理的主要目标是获取有用的数据,即信息。

3. 媒体

媒体是指承载信息的载体。与计算机信息处理有关的媒体可分为五种,它们是感觉媒体、表示媒体、存储媒体、表现媒体和传输媒体。

(1) 感觉媒体

能使人们的感官直接产生感觉的一类媒体为感觉媒体,如声音、文字、图形、图像、动画、视频等。

通常所说的多媒体是指多种感觉媒体;多媒体技术是指能交互式地综合处理多种感觉

媒体的信息处理技术；多媒体计算机是指具有捕获、存储、处理和展示多种感觉媒体信息能力的计算机系统。

下面对多媒体所包含的六个元素解释如下。

- ① 音频：数字化的声音，可以是解说、背景音乐及各种声响。
- ② 文本：以 ASCII 码存储的文件，是一种最常见的媒体形式。
- ③ 图形：由计算机绘制的各种几何图形。
- ④ 图像：由照相机或图形扫描仪等输入设备获取的实际场景的静止画面。
- ⑤ 动画：借助计算机生成一系列可供动态实时演播的连续图像。
- ⑥ 视频：由摄像机等输入设备获取的活动画面。

(2) 表示媒体

为使计算机能有效地处理、加工、传输感觉媒体而在计算机内部采用的特殊表示形式为表示媒体，如二进制编码等。

(3) 存储媒体

用于临时或永久性存放表示媒体，以便计算机加工处理或相互交换信息的物理实体为存储媒体，如磁盘、光盘、U 盘和半导体存储器等。

(4) 表现媒体

用于把感觉媒体与表示媒体进行转换的物理设备为表现媒体，如键盘、显示器、打印机等。

(5) 传输媒体

用来将表示媒体从一台计算机传送到另一台计算机的通信载体为传输媒体，如双绞线、光缆等。

1.2 计算机系统及计算机语言

1.2.1 计算机中最常用的名词术语

位、字节和字是计算机中最常用的名词术语，为了对它们有一个明确的认识，请看下面的定义。

1. 位(bit,b)

位是指一个二进制代码。二进制代码只具有“0”和“1”两个状态。

2. 字节(Byte,B)

8 个二进制代码为一个字节，即 $1\text{B}=8\text{b}$ 。字节是衡量信息数量或存储设备容量的基本单位。除字节外，千字节(KB)、兆字节(MB)、吉字节(GB)、太字节(TB)也是衡量信息数量或存储设备容量经常用到的单位，它们之间的换算规则是：

$$1\text{KB}=2^{10}\text{B}=1024\text{B}$$

$$1\text{MB}=2^{20}\text{B}=1024\text{KB}$$

$$1\text{GB}=2^{30}\text{B}=1024\text{MB}$$

$$1\text{TB}=2^{40}\text{B}=1024\text{GB}$$

3. 字(Word)

字是指计算机内部并行处理的信息的基本单位,通常与计算机内部的寄存器、运算器、数据总线等部件的宽度相一致。

1.2.2 计算机中的编码

计算机中使用的数据与人们日常习惯使用的数据有所不同,计算机除了进行数值运算外,还要进行大量的文字处理,而计算机能够识别字符和汉字的奥秘就在于,被处理的数据都是以编码形式而存在的,为此,有必要搞清楚将日常习惯使用的数据转换为二进制数的方法。

所谓计算机编码是指在计算机中将日常数据转换为二进制数的过程。通常,计算机将用户从键盘上输入的十进制数值及日常文字符号转换为二进制数进行存储和加工,加工过的数据在转换回十进制数值及日常文字符号后,才从显示器上显示出来。除十进制数的编码外,计算机编码还包括字符的编码和汉字的编码。

1. 字符的编码

常用的字符编码有两种,即美国标准信息交换码(American Standard Code for Information Interchange, ASCII)和扩充的十进制的二进制交换码(Extended Binary Coded Decimal Interchange Code, EBCDIC)。

ASCII 码为 7 位二进制编码,共有 128 个代码。它包含 10 个阿拉伯数字,52 个英文大小写字母,33 个符号及 33 个控制符。一个代码对应一个字节,其最高位始终为 0,低七位与字符的对应关系可参见 ASCII 码编码表;EBCDIC 码为 8 位二进制编码,共有 256 个代码,比 ASCII 码有扩充。其 8 位编码与字符的对应关系可参见 EBCDIC 码编码表。

2. 汉字的编码

汉字编码分为机内码和机外码两种。机内码是计算机系统内部用来表示汉字的编码,是汉字的标识码,其设计与具体的系统及要求有着密切的关系;机外码是指汉字的输入方式。我国公布的机外码有很多种,如区位码、拼音码、五笔字型码、联机手写输入和语音输入等。

1.2.3 计算机的分类

简单地讲,计算机是一种通过电子线路对数据进行加工处理,以实现其处理功能的机器。根据不同的原则,计算机有多种分类方法。

- 按信息在计算机内的表示形式:分为模拟计算机、数字计算机和混合计算机三类。当今世界上的绝大多数计算机是数字计算机。
- 按计算机的大小、规模、性能:分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。日常使用的计算机多是微型机(也称微机或 PC)。
- 按设计目的:分为通用计算机和专用计算机两大类。

1.2.4 计算机系统

一个完整的计算机系统由硬件和软件两大部分构成。简言之,硬件指的是计算机的裸机,而软件指的是对硬件的使用方法。

1. 计算机硬件

从广义上讲,计算机硬件是对组成计算机的装置的统称。这些装置包括中央处理器(Central Processing Unit,CPU)、主存储器、辅助存储器、输入/输出设备和总线等。其中,中央处理器、主存储器和总线构成了计算机的主机,而输入/输出设备和辅助存储器则统称为外部设备(外设)。计算机的硬件组成如图 1.1 所示。

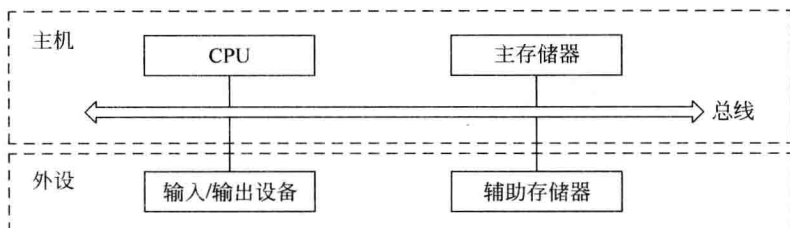


图 1.1 计算机的硬件组成

2. 计算机软件

计算机软件是指计算机运行所需要的程序、数据及有关文档等。计算机软件分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件是指控制和协调主机及外设,支持应用软件开发和运行的软件,包括操作系统、语言处理程序、数据库管理系统和服务程序等。

- 操作系统(Operation System,OS)是用来管理和控制计算机系统中所有软、硬件资源,使其协调、高效地工作,并为用户提供一个使用计算机的良好运行环境的软件。目前,在微机中使用最为广泛的操作系统是 Windows。
- 语言处理程序包括汇编程序、编译程序或解释程序。
- 数据库管理系统:数据库是为满足部门中多个用户多种应用的需要,按照一定的数据模型在计算机中组织、存储、使用的互相联系的数据集合。而数据库管理系统则是为数据库的建立、使用和维护而配置的软件集合,它为人们提供了统一管理和操作数据库的手段。目前,在微机上广泛使用的数据库管理系统有 SQL、Visual FoxPro 等。
- 服务程序是指协助用户进行软件开发和硬件维护的软件。如各种开发调试工具软件、编辑程序、连接程序、计算机工具软件、诊断测试软件、病毒清除软件等。

应用软件是指用户在各自的应用领域中为解决某些实际问题而编制的程序,其中包括厂家编制的各种通用软件包和用户编写的各种应用程序等。

指令系统是对一台计算机所能执行的全部指令的统称。指令就是指挥计算机完成特定操作的命令。计算机所能理解或辨识的,可直接指挥计算机硬件工作的指令称为机器指令或机器语言,它是用二进制代码表示的。

计算机系统具有很强的层次性,图 1.2 表明了这种层次关系。从图 1.2 中可以看出,指令系统是裸机与软件的接口;操作系统是用户的工作平台,也是用户与计算机硬件的接口。