



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

Wei

微机原理与应用



■ 主编 李 鹏 王忠利



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

Wei

Yuanli Yu Yingyong

微机原理与应用

■ 主 编 李 鹏 王忠利

■ 副主编 刘 峙 朱双胜 琚爱云 赵生智



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书以 Intel 8086 为基础,主要介绍微型计算机系统概述、典型微处理器、存储器技术、8086CPU 指令系统、汇编语言程序设计、输入/输出技术、微型计算机总线技术、系统扩展接口设计等知识,对微型计算机应用系统的设计和嵌入式系统也进行了介绍。本书以微型计算机的关键技术作为教材的重点,结合实例分析和实践,使读者熟练掌握关键技术要点和应用方法。同时,本书编写了相应的实验指导书,通过对上述基本知识的学习和实践,引导读者逐步培养计算机硬件电路分析、应用和程序设计的能力。

本书内容丰富、深入浅出、应用性强,融入了作者多年教学和实践经验及体会。在内容的叙述中,力求符合教学规律和学习习惯,突出重点,强调实际应用。本书可作为高等院校计算机类、电气电子类等相关专业的《微机原理与应用》课程教材,也可作为成人教育、在职人员培训、高等教育自学人员和从事微型计算机硬件和软件开发的工程技术人员学习和应用的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与应用 / 李鹏, 王忠利主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2010. 7

ISBN 978 - 7 - 5640 - 3644 - 7

I. ①微… II. ①李…②王… III. ①微型计算机—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 158694 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州富达印刷厂

开 本 / 710 毫米 × 1 000 毫米 1/16

印 张 / 20.75

字 数 / 383 千字

版 次 / 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 钟 博

/ 陈 竑

责任校对 / 王 丹

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

Preface

自 1981 年 IBM 公司的通用微型计算机 IBM PC/XT 问世以来,在短短的二十多年间,微型计算机一直以令人目不暇接的态势飞速发展。微型计算机 CPU 的速度越来越快,性能越来越高,应用范围越来越广,对社会和人类文明的发展影响也越来越大。因此,可以说学习微型计算机的基础知识、掌握微型计算机的基本使用技术,已成为现代社会人才应具备的基本素质之一。

微型计算机是以微处理器为核心,配以大规模集成电路存储器、输入/输出接口电路及系统总线。微型计算机的产生与发展是与组成微型计算机的核心部件——微处理器的产生与发展紧密相关的。每当一种新型的微处理器出现时,就会带动微型计算机中其他部件的相应发展,例如,微型计算机体系结构的进一步优化、存储器存储容量的不断增大、存取速度的不断提高、外围设备性能的不断改进及新的设备的出现等,都是与微处理器的发展相适应的。

本书是根据高等院校计算机应用技术专业微机原理与应用课程教学大纲而编写的。全书共 8 章,系统地介绍了微型计算机的基础知识、指令系统、汇编语言和接口技术。其中汇编语言程序设计和接口技术是学习的要点。全书各章有学习目标和学习重点,并有例题解析及大量的思考与练习题,以便于学生练习。全书简明易懂,突出概念和实用技术。

本书可作为高等院校计算机类、电气电子类等相关专业的《微机原理与应用》课程教材,也可作为成人教育、在职人员培训、高等教育自学人员和从事微型计算机硬件和软件开发的工程技术人员学习和应用的参考书。

本教材的特点是注重实际应用,以“适度、够用、实用”的原则来淡化理论部分,以深入浅出的内容来组织教学。每章均附有大量的例题和习题。因而,本教材十分适合于计算机专业、通信专业、电子信息专业及其他相关专业的读者学习,也可作为从事微机及其应用系统设计的技术人员的参考用书。

本教材由李鹏、王忠利主编。其中第5章由李鹏编写，第2章、第6章、附录由王忠利编写，第1章由赵生智编写，第4章、第8章由琚爱云编写，第7章由刘峙编写，第3章由朱双胜编写。

限于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正！

编者

目录

Contents

第1章 微型计算机系统概述	1
1.1 微型计算机发展	1
1.2 数据表示与数字信息编码	4
1.2.1 数据格式及机器数	4
1.2.2 数字信息编码的概念	6
1.3 微型计算机系统的基本组成	8
1.3.1 微型计算机的硬件结构	8
1.3.2 微型计算机的软件系统	10
第2章 典型微处理器	12
2.1 8086 CPU 内部结构	12
2.1.1 8086 CPU 的内部功能结构	13
2.1.2 存储器组织	17
2.2 8086 CPU 的引脚功能	19
2.2.1 8086/8088 的引脚信号和功能	19
2.2.2 8086 芯片构成最大/最小系统	22
2.2.3 8086 CPU 的主要操作功能	30
2.3 80x86/Pentium 系列 CPU 技术发展	35
2.3.1 80x86/Pentium 系列 CPU 的功能结构	35
2.3.2 80x86/Pentium 系列 CPU 的指令系统	38
第3章 存储器技术	41
3.1 存储器简介	41
3.1.1 存储器分类	42
...	1

3.1.2	存储器的主要性能参数	43
3.1.3	存储系统的层次结构	44
3.2	读/写存储器	44
3.2.1	静态读/写存储器 SRAM	44
3.2.2	动态读/写存储器 DRAM	46
3.2.3	EPROM	51
3.2.4	EEPROM(E ² PROM)	53
3.2.5	闪存 EEPROM(FLASH)	55
3.2.6	存储器的连接	57
3.3	存储器管理	63
3.3.1	IBM PC/XT 中的存储空间分配	63
3.3.2	扩展存储器及其管理	63
3.4	内部存储器技术发展	67
3.5	外部存储器	69
3.5.1	硬盘及硬盘驱动器	69
3.5.2	光盘存储器	72
第4章	8086 CPU 指令系统	74
4.1	指令格式与寻址方式	74
4.1.1	指令格式	74
4.1.2	寻址方式	75
4.2	8086/8088 CPU 指令系统	79
4.2.1	数据传送类指令	79
4.2.2	算术运算类指令	83
4.2.3	位操作类指令	91
4.2.4	串操作类指令	97
4.2.5	控制转移类指令	102
4.2.6	处理器控制类指令	110
第5章	汇编语言程序设计	115
5.1	汇编语言的程序与语句	115
5.1.1	汇编语言源程序的格式	116
5.1.2	汇编语言的语句	117
5.2	汇编语言的伪指令	124

5.2.1	符号定义伪指令	124
5.2.2	数据定义伪指令	125
5.2.3	段定义伪指令	126
5.2.4	过程定义伪指令	131
5.3	汇编语言程序设计基础	132
5.3.1	程序设计的一般步骤	132
5.3.2	程序设计的基本方法	134
5.3.3	子程序设计与调用技术	139
5.3.4	DOS 功能子程序的调用	143
5.4	中断服务程序设计	150
5.5	模块化程序设计	155
5.5.1	模块化程序设计概述	155
5.5.2	多模块程序设计	156
5.5.3	汇编程序与 C 语言程序的连接	160
第 6 章	输入/输出技术	169
6.1	输入/输出接口概述	169
6.1.1	输入输出接口电路	169
6.1.2	CPU 与外设数据传送的方式	172
6.1.3	I/O 端口的编址方式	176
6.2	中断系统	178
6.2.1	中断系统基本概念	178
6.2.2	可编程中断控制芯片 8259A	187
6.2.3	8259A 的应用举例	195
6.3	并行接口	198
6.3.1	并行通信与并行接口	198
6.3.3	8255A 的编程及应用	205
6.4	串行接口	209
6.4.1	串行通信及串行接口	209
6.4.2	可编程串行通信接口芯片 8251A	212
6.4.3	8251A 的编程及应用	218
6.5	DMA 控制技术	221
6.5.1	可编程 DMA 控制器 8237A	222

6.5.2	8237A 的编程及应用	227
6.6	定时器/计数器	229
6.6.1	可编程定时器/计数器 8253	230
6.6.2	8253 的编程及应用	234
6.7	A/D 及 D/A 接口	237
6.7.1	D/A 转换器及其与 CPU 的接口	238
6.7.2	A/D 转换器及其与 CPU 的接口	242
第7章 微型计算机总线技术		248
7.1	总线基本知识	248
7.1.1	微型计算机总线概述	248
7.1.2	微型计算机总线技术的现状	249
7.1.3	计算机总线技术的未来发展趋势	251
7.1.4	总线分类和总线标准	252
7.2	系统总线	255
7.2.1	PCI 总线	255
7.2.2	AGP 总线	258
7.2.3	新型总线 PCI Express	261
7.3	外总线	263
7.3.1	RS232C 总线	263
7.3.2	IEEE-488 总线	265
7.3.3	SCSI 总线	265
7.3.4	USB 总线	266
7.3.5	IEEE1394 总线	274
第8章 系统扩展接口设计		278
8.1	PC 机与键盘的接口	278
8.1.1	键盘的分类	278
8.1.2	键盘的工作原理	279
8.1.3	键盘接口及应用	281
8.2	PC 机与显示器的接口	284
8.2.1	CRT 显示器	284
8.2.2	LCD 显示器	291
8.2.3	LED 显示器	292

8.3	PC 机与打印机的接口	293
8.3.1	打印机的工作原理	293
8.3.2	打印机接口及应用	295
8.4	PC 机与鼠标的接口	298
8.4.1	鼠标的工作原理	298
8.4.2	鼠标接口及应用	299
8.5	PC 机与扫描仪的接口	303
8.5.1	扫描仪的工作原理	303
8.5.2	扫描仪的主要性能指标及接口	304
8.6	PC 机与数码相机的接口	306
8.6.1	数码相机的工作原理	306
8.6.2	数码相机主要技术指标及接口	307

第1章 微型计算机系统概述

学习目标

本章从微型计算机的基本结构和工作原理出发,重点介绍微型计算机的发展历程和系统组成;计算机中的数据格式及机器码、有符号数的表示、字符编码的基本知识。要求熟悉和掌握微型计算机的发展历史、发展前景、工作特点、组成分类、应用领域等相关知识,为后续章节的学习打下良好的基础。

学习重点

- ◆微型计算机的发展过程及各代微处理器的特点。
- ◆微型计算机系统的组成及性能评价指标。
- ◆计算机中的数据格式及机器数表示,有符号数和无符号数的表示方法。
- ◆ASCII码、BCD码的概念和应用。

1.1 微型计算机发展

计算机的发明标志着人类文明进入了一个新的历史阶段。20世纪70年代初期,微电子技术和超大规模集成电路技术的发展,导致了以微处理器为核心的微型计算机的诞生。微型计算机现已渗透到国民经济的各个领域,极大地改善了人类的工作、学习以及生活的方式,成为信息时代的主要标志。

1. 微型计算机的发展

自1946年第一台电子计算机问世以来,计算机的发展已经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路4个阶段。进入21世纪后,随着生物科学、神经网络技术、纳米技术的飞速发展,生物芯片、神经网络技术进入了计算机领域——计算机的发展进入第5个发展阶段。

按体积、性能和价格来分,计算机可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。微型计算机是指以微处理器为核心,配以存储器、输入/输出接口电



路及其他设备所组成的计算机。微型计算机采用超大规模集成电路技术，将运算器和控制器——微处理器（Microprocessor），集成在一片硅片上。

随着微电子技术与超大规模集成电路技术的发展，微型计算机技术的发展基本遵循摩尔定律，微处理器集成度每隔 18 个月翻一番，芯片性能随之提高一倍左右。通常，微型计算机的发展是以微处理器的发展为表征的。以其字长和功能来分，微处理器的发展经历了如下几个阶段。

1971—1973 年是 4/8 位低档微处理器时代。代表芯片是 Intel 4004 和 Intel 8008，采用 PMOS 工艺，集成度为 2300 元件/片，基本指令执行时间 20 ~ 50 μ s，主频在 500kHz 以下，基本指令 48 条。第一代微处理器主要用于家电和简单控制场合。

1973—1977 年是 8 位中档微处理器时代。代表芯片是 MC6800、Z80、Intel 8080/8085 等，采用 NMOS 工艺，集成度较上代提高 4 倍，基本指令执行时间 2 ~ 10 μ s，主频高于 1MHz，基本指令 70 多条。第二代微处理器主要用于电子仪器等。

1978—1984 年是 16 位微处理器时代。代表芯片是 Intel 8086/8088、MC6800、Z8000，采用 HMOS 工艺，集成度 2 万 ~ 7 万元件/片，基本指令执行时间为 0.5 μ s，主频 4 ~ 8MHz。采用这代微处理器的计算机指令系统完善，采用流水线技术、多级中断、多种寻址方式、段寄存器等结构，能够与协处理器相配合进行浮点运算。

1985—1992 年为 32 位微处理器时代，它标志着微处理器跨入了第四代。代表芯片是 Intel 80386、Intel 80486、MC68040 等，采用 HOMS/CMOS 工艺，集成度 100 万元件/片，基本指令执行速度 25MIPS，主频 16 ~ 25MHz，引入了高速缓存和采用精简指令集，其体系结构较 16 位机发生了概念性变化。

1993 年推出的 32 位 Pentium 微处理器 P5，采用 0.6 μ m 的静态 CMOS 工艺，集成度 350 万元件/片，基本指令执行时间 0.5 μ s，主频 60MHz 以上，采用扩展总线，设置高速程序缓存、数据缓存、超流水线结构。两年后推出的 Pentium Pro 系列微处理器 P6，主频 133MHz，设置两级缓存，采用动态执行技术，性能大大提高。而后又推出了具有 MMX 技术——附加多媒体声像处理指令的 Pentium II，可用于多媒体应用领域。

截至目前，Intel 系列的微处理器中，最高主频已达 3.8GHz。表 1-1 给出了 80x86/Pentium 系列部分 CPU 的主要性能参数。

表 1-1 Intel 80x86/Pentium 系列 CPU 的主要性能参数

微处理器	推出时间	生产工艺 (μ m)	首批时钟频率	集成度 (百万个)	寄存器 位数	数据总线 宽度	最大 寻址空间	高速缓存大小
8086	1978	10	8	0.040	16	16	1MB	无
80286	1982	2.7	12.5	0.125	16	16	16MB	无
80386DX	1985	2	20	0.275	32	32	4GB	无
80486DX	1989	1, 0.8	25	1.200	32	32	4 GB	8KB L1

续表

微处理器	推出时间	生产工艺 (μm)	首批时钟频率	集成度 (百万个)	寄存器 位数	数据总线 宽度	最大 寻址空间	高速缓存大小
Pentium	1993	0.8, 0.6	60	3.100	32	64	4 GB	16KB L1
Pentium Pro	1995	0.6	200	5.500	32	64	64GB	16KB L1/256KB L2
Pentium II	1997	0.35	300	7.500	32	64	64GB	32KB L1/256KB L2
Pentium III	1999	0.18	500	9.500	32	64	64GB	32KB L1/512KB L2
Pentium IV	2000	0.13	1300	42.00	32	64	64GB	128KB L1/512KB L2

2. 微型计算机的特点

微型计算机运算速度快, 计算精度高, 高集成度使得微处理器非常稳定, 其造价低廉。又由于微型计算机硬件平台开放, 易于扩展, 适应性强, 因此微处理器的配套应用芯片和软件丰富, 更新也很快。此外, 微型计算机还具有体积小、质量轻、耗电省及维护方便等特点。

3. 微型计算机的应用

科学计算是微型计算机应用的主要领域。应用包括卫星发射控制、航天飞机制造、高层建筑设计、机械产品的设计等, 以及应用于生物信息学研究、基因测序、医学病理分析与处理等。

过程控制是微型计算机在工业应用中的重要领域, 应用包括大型工业锅炉控制、铁路调度控制、数控机床控制, 以及由上、下位微型计算机构成的分布式工业生产自动控制系统等。嵌入式系统的发展和应用使工业控制的应用领域更加广泛, 市场应用前景更加广阔。

低档的微型计算机在仪器仪表和家电的智能控制方面的应用, 取代了过去的硬件逻辑电路对仪器仪表和家电的控制, 用程序的重复执行以及循环控制, 可以做到电路最省、控制更佳, 并可通过修改程序来修改控制方案, 因而灵活多变, 可靠性高。

计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 借助微型计算机调整、修改产品设计, CAM 围绕中心数控机床及其自动化设备, 用以完成部件的加工、运输、组装、测量、检查等功能, CAD 与 CAM 的集成——CAD/CAM 一体化, 是今后工业自动化发展的重要方向。

人工智能的主要目标是利用计算机模拟人的大脑, 实现大脑对于知识学习、理解与推理、信息处理的思维过程的研究学科。人工智能理论的新突破, 特别是人工神经网络和 DNA 芯片技术的研究, 急需大型并行计算机的模拟计算和新型计算机的研究人才。



利用微型计算机可以构成计算机网络,实现微机系统的软硬件资源和数据资源的共享。

1.2 数据表示与数字信息编码

计算机最主要的功能之一是信息处理,这些信息包括数值、文字、声音、图形和图像等,各种信息以数字化形式传输、存储和处理。因此,各种数制与信息编码是至关重要的。

1.2.1 数据格式及机器数

1. 数据格式

计算机进行整数(小数)运算和浮点数运算。计算机中常用的数据格式有以下三种。

1) 定点格式

在定点格式中,小数点在数据中的位置固定不变。定点格式可表示成定点小数或定点整数。通常,小数点的位置确定后,在运算中不再考虑小数点的问题,因而,小数点不占用存储空间。定点数表示简单,但数的取值范围小,精度低。

2) 浮点格式

采用浮点格式的机器中的数据的小数点位置可变。浮点数的一般格式为:

$$N = R^e \cdot m$$

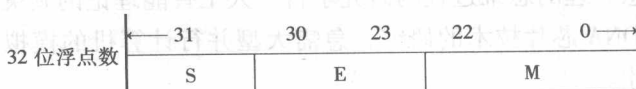
其中, N 为浮点数或实数; m 是浮点数的尾数,是纯小数; e 是浮点的指数,是整数; 基数 R 是常数。

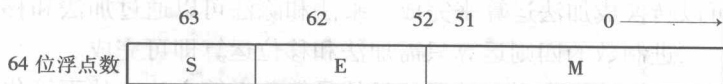
机器中的浮点数用尾数和阶码及其符号位表示。尾数用定点小数表示,尾数给定有效数字的位数并决定浮点数的表示精度;阶码用定点整数表示,指明小数点在数据中的位置并决定浮点数的表示范围。

机器浮点数应当由阶码和尾数及其符号位组成,结构如下。

阶 符	阶 码	数 符	尾 数
-----	-----	-----	-----

为便于软件移植,按照 IEEE754 标准,32 位浮点数和 64 位浮点数的标准格式如下。





上述格式中基数 $R=2$ 。32 位的浮点数中，浮点数的符号位 S 占 1 位， $S=0$ 表示正数， $S=1$ 表示负数，尾数 M 占用 23 位，小数点放在尾数域的最前面。阶码 E 占用 8 位，阶码采用移码表示正负指数。采用移码方法有利于指数大小比较和对阶操作。采用这种方式，需将指数 e 加上偏移值 127，即 $e = E + 127$ 。

一个规格化的 32 位浮点数 x 的真值可表示为：

$$x = (-1)^S \times (1.M) \times 2^{E-127} \quad e = E - 127$$

其中，尾数域所表示的实值是 $1.M$ ，由于规格化的浮点数的尾数域最高有效位总是 1，可以节省一位存储。

$$x = (-1)^S \times (1.M) \times 2^{E-1023} \quad e = E - 1023$$

浮点数的规格化表示，定义其机器码表示的唯一性。当尾数值不为 0 时，其绝对值应不小于 0.5，即尾数域的最高有效位应为 1，否则要修改阶码同时移动小数点，使其变换成符合要求的形式。

当浮点数的尾数为 0，不论其阶码为何值，或者当阶码的值遇到比它能表示的最小值还小时，不管其尾数为何值，计算机都把该数看机器零。

3) 带符号数和无符号数

对于整数来说最高有效位为符号位，则该数为带符号数；反之，若数的最高有效位为数值位，则为无符号数。无符号数不一定是正数，当数据处理时，若不需要考虑数的正负，则可以使用无符号数。带符号数和无符号数的取值范围不同。对于字长为 8 位的定点整数，无符号数的取值范围是 $0 \leq X \leq 255$ ，带符号数的取值范围是 $-128 \leq X \leq 127$ 。

2. 机器数表示

一个数在计算机中的表示形式叫做机器数，也称机器码，将该数本身称真值。真值可选用不同数制表示。机器数的最高位选择为符号位，用“0”代表正号“+”，“1”代表负号“-”。机器数可以用原码、反码、补码等不同的码制来表示。

正数的原码、反码、补码相同，即 $[x]_{\text{原}} = [x]_{\text{反}} = [x]_{\text{补}}$ 。

负数的机器数求解方法如下。

反码：将其原码符号位保持不变，数值位按位取反。

补码：将反码末位加 1。

当计算机采用不同的码制时，运算器和控制器的结构将不同。由于补码具有唯一性，因此小型计算机和微型机大都为补码机。计算机中引入补码可以使符号位和数值位成为一体，共同参与运算，运算结果的符号位由运算得出。



减法可以转换成加法运算来完成，乘法和除法可以通过加法和移位运算来完成。这样，二进制数的四则运算只需加法和移位运算即可完成。

由此可见，计算机中引入补码的目的是简化运算方法，从而简化运算器的结构和设计。

【例 1-1】用 8 位字长表示 -107，45，0.625 和 -0.5 的原码、反码、补码。

解：	十进制数	二进制数	原码	反码	补码
	-107	-1101011	11101011	10010100	10010101
	45	101101	00101101	00101101	00101101
	0.625	0.101	0.1010000	0.1010000	0.1010000
	-0.5	-0.1	1.1000000	1.0111111	1.1000000

1.2.2 数字信息编码的概念

所谓编码，就是用少量的基本符号，按照一定的排列组合原则，表示大量复杂多样信息的一种方法。基本符号的种类和排列组合规则是信息编码的两大要素。下面分别简单介绍计算机中信息编码和常用数据表示的几种方法。

1. 二进制编码的十进制数

计算机内部采用二进制数，而外部数据的输入输出使用十进制数。为此，采用编码方式来完成二与十进制数的转换。8421BCD 码就是用 4 位二进制数的编码来表示十进制数，其对应关系见表 1-2。采用 8421BCD 码可以直接使用二进制数部件完成十进制数的存储和运算。

表 1-2 常用编码形式十进制数的对应关系

十进制数	十六进制数	8421BCD	十进制数	十六进制数	8421BCD
0	0	0000 0000	8	8	0000 1000
1	1	0000 0001	9	9	0000 1001
2	2	0000 0010	10	A	0001 0000
3	3	0000 0011	11	B	0001 0001
4	4	0000 0100	12	C	0001 0010
5	5	0000 0101	13	D	0001 0011
6	6	0000 0110	14	E	0001 0100
7	7	0000 0111	15	F	0001 0101

2. 字符编码

ASCII 码 (American Standard Code for Information Interchange) 是国际通用的字符编码标准。ASCII 码采用 7 位二进制数编码表示 128 个字符, 其中 34 个起控制作用的字符称为功能码, 其余的 94 个符号称为信息码, 供书写程序和描述命令之用。在确定某个字符的 ASCII 码时, 先确定该字符在表中所对应的行与列, 列对应着高位码 $D_6D_5D_4$, 行对应低位码 $D_3D_2D_1D_0$, 高位码与低位码的组合就是该字符的 ASCII 码。如表 1-3 所示

表 1-3 ASCII 码字符表

3210 位	654 位							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DEL	SPACE	0	@	P	,	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
1000	BSB	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	TAB	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	?	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	?	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O		o	DEL

注: SPACE = 空格, LF = 换行, FF = 换页, CR = 回车, DEL = 删除, BEL = 振铃

3. 汉字编码

当计算机用于汉字处理或汉字的输入、输出时, 可用若干位二进制编码来表示一个汉字。通常, 一个汉字的编码可用内码、字模码和外码来描述。内码是用于汉字的存储、交换等操作的计算机内部代码。一个汉字内码通常用两个字节表示, 且这两个字节的最高位均为 1, 以区别英文字符的 7 位 ASCII 码。字模码是汉字的输出编码, 字库中存放的就是字模码。外码是汉字的输入码, 用来输入汉字的编码。