



普通高等教育“十二五”规划教材
电子电气基础课规划教材

Base of Electronic Technology
(Digital Part)

电子技术基础 (数字部分)

房 晔 主 编
玄子玉 周亚滨 副主编

应用型



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

013040895

TN710-43

128

V2



普通高等教育“十二五”规

电子技术基础 (数字部分)

主 编 房 晔
 副主编 玄子玉 周亚滨
 编 写 王晓华 徐 健 康 涛
 叶洪海 包 宇 张玲玉
 主 审 张玉峰



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



北航

C1649150

TN 710 - 43

128

V2

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。全书共分9章，主要内容包括数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生和整形、半导体存储器、可编程逻辑器件、数/模和模/数转换及数字系统设计基础。本书定位明确、内容设置合理，书中体现出电子技术的新技术、新发展、新工艺。

本书可作为普通高等院校“数字电子技术”课程的教学用书，也可供从事电子技术相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础·数字部分/房晔主编. —北京: 中国电力出版社, 2012.12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-3867-8

I. ①电… II. ①房… III. ①电子技术—高等学校—教材
②数字电路—电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 303990 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年12月第一版 2012年12月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 21.25印张 516千字

定价 37.50元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

为适应新形势下电子信息技术的快速发展和培养 21 世纪电子技术人才的新需求，根据教育部工科电工课程教学指导委员会审定通过的高等学校“电子技术”课程基本要求，并结合高等学校工科二类院校的具体特点和培养方向，将新的课程体系、教学内容与改革的需要及学生今后在电子技术方面的进一步需求融为一体。

由于数字电子技术是当前发展最快的学科之一。随着集成电路工艺的发展，数字集成器件已经历了从小规模集成电路、中规模集成电路到大规模集成电路、超大规模集成电路的发展过程。相应地，数字电路和数字系统的设计方法及设计手段也在不断演变和发展，因此对“数字电子技术”课程的教学内容、教学方法、教学手段及其教材也提出了新的要求。为此，本书在编写过程中首先在内容的选择上立足于基础，在保证基本理论、基本概念和基本方法教学的前提下，力求反映当前数字电子技术的新发展，介绍目前已普遍应用的新器件和已趋于成熟的新技术、新方法；其次教材本着突出重点、深入浅出、循序渐进的原则，在内容顺序的安排上，考虑到既便于教师组织教学，又便于学生阅读和自学。为了便于和工程实际相结合，编者结合多年从事科学研究实践的体会，选择了较多例题及实例，并介绍了一些工程实践中常用的分析和设计方法，以便帮助读者提高分析和解决问题的能力。

全书共分九章，内容包括数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生和整形、半导体存储器、可编程逻辑器件、数/模和模/数转换、数字系统设计基础。

第 1~2 章是预备知识，内容包括数制与码制、逻辑代数及门电路。主要介绍二进制及其他各种进位计数制之间的相互转换、各种编码、逻辑代数的基本概念和逻辑函数的化简、TTL 和 MOS 集成电路的构成及外部特性等。这些知识是进一步研究逻辑电路的组成和应用所必备的。

第 3 章是组合逻辑电路。除介绍传统的分析方法和设计方法外，重点介绍了常见的各种中规模组合集成电路的特性及应用。

第 4 章是时序逻辑电路。主要介绍各种类型的触发器的构成和动作特点、同步时序电路、异步时序电路的分析方法和设计方法。此外还介绍了各种常见的时序集成电路。为减少篇幅、突出重点，以应用为目的，重点介绍这些芯片的逻辑功能、外特性、主要参数及典型应用，而对其内部结构不做过多的要求。

第 5 章是脉冲波形的产生和整形。主要介绍门电路及 555 定时器组成的施密特触发器、单稳态触发器及多谐振荡器，还介绍了组成这些电路的相应集成电路的逻辑功能、特性、主要参数及典型应用。

第 6、7 章是半导体存储器和可编程逻辑器件。可编程逻辑器件（PLD）是近几十年来发展起来的新型逻辑器件，并使数字系统的设计方法发生了崭新的变化。一片 PLD 可以代替几十、几百乃至上千个逻辑门，是逻辑电路的一个重要分支。本书着重说明了半导体存储

器的结构、原理和常用可编程逻辑器件的电路结构特点、基本工作原理以及开发过程，力求能够使读者学习后具有实际应用的能力。

第8章是数/模和模/数转换。主要介绍了数/模和模/数转换器的结构、常用电路形式、电路组成的特点和工作原理，还介绍了由相应电路组成的集成芯片的功能、特性、主要参数及典型应用。

第9章是数字系统设计基础。主要介绍了数字系统的基本概念、数字系统的设计方法及实现方法。然后介绍了一种常用的设计工具——算法状态机ASM。

本书是与房晔等主编的《电子技术基础（模拟部分）》的配套教材。两本教材可以配套使用，也可以独立使用。它可以作为普通高等院校电气信息类等专业的“数字电子技术基础”课程的教材，也可供从事电子技术相关工作的工程技术人员参考和学习。

本书由西安工程大学与佳木斯大学联合编写，佳木斯大学的张玉峰教授担任该书的主审。参加编写工作的人员有：房晔（编写第9章及附录）、玄子玉（编写第3章）、徐健（编写第5章）、王晓华（编写第6、7章）、康涛（编写第8章）、房晔和张玲玉（编写第4章）、叶洪海（编写第2章）、包宇（编写第1章）。本书由房晔、周亚滨负责统筹、定稿。

限于编者水平，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正，以便在今后的教材修订中改正。

编 者

2012. 11

目 录

前言

第 1 章 数字逻辑基础	1
引言	1
1.1 数制与码制	1
1.2 逻辑函数	12
1.3 逻辑代数中的基本定律	19
1.4 逻辑函数的公式化简法	21
1.5 逻辑函数的卡诺图化简法	27
1.6 具有无关项的逻辑函数及其化简	31
思考题和习题	33
第 2 章 逻辑门电路	36
引言	36
2.1 正负逻辑问题	36
2.2 半导体二极管和三极管的开关特性	36
2.3 基本逻辑门电路	38
2.4 三极管—三极管逻辑门电路	42
* 2.5 其他类型的双极型数字集成电路	53
2.6 MOS 逻辑门电路	56
2.7 CMOS 逻辑门电路使用中的几个实际问题	65
思考题和习题	67
第 3 章 组合逻辑电路	71
引言	71
3.1 组合逻辑电路的分析方法和设计方法	71
3.2 几种常见的组合逻辑电路	78
3.3 组合逻辑电路中的竞争冒险	102
思考题和习题	105
第 4 章 时序逻辑电路	110
引言	110
4.1 触发器	111
4.2 时序逻辑电路的分析	127
4.3 几种常用的时序逻辑电路	132
4.4 时序逻辑电路的设计	154
4.5 时序逻辑电路中的竞争冒险现象	162

思考题和习题	165
第 5 章 脉冲波形的产生和整形	170
引言	170
5.1 施密特触发器	170
5.2 单稳态触发器	177
5.3 多谐振荡器	186
5.4 555 定时器及其应用	195
思考题和习题	203
第 6 章 半导体存储器	208
引言	208
6.1 概述	208
6.2 只读存储器 (ROM)	209
6.3 随机存储器 (RAM)	218
6.4 存储器容量的扩展	223
6.5 用存储器实现组合逻辑函数	225
思考题和习题	229
第 7 章 可编程逻辑器件	231
引言	231
7.1 概述	231
7.2 现场可编程逻辑阵列 (FPLA)	233
7.3 可编程阵列逻辑 (PAL)	237
7.4 通用阵列逻辑 (GAL)	241
7.5 可擦除的可编程逻辑器件 (EPLD)	247
7.6 现场可编程门阵列 (FPGA)	251
7.7 在系统可编程逻辑器件 (ISP-PLD)	256
思考题和习题	260
第 8 章 数/模和模/数转换	262
引言	262
8.1 数/模 (D/A) 转换器	262
8.2 模/数 (A/D) 转换器	275
思考题和习题	290
第 9 章 数字系统设计基础	295
引言	295
9.1 数字系统概述	295
9.2 算法状态机	297
思考题和习题	308
附录 A 基本逻辑单元新旧图形符号对照表	309
附录 B 数字电子技术中常用名词的英汉对照	312

附录 C 半导体集成电路型号命名法及分类	319
附录 D 常用标准数字集成电路器件索引	322
附录 E 部分数字集成电路芯片引脚排列图	325
参考文献	329

第1章 数字逻辑基础

引言

本书讨论的是数字电路,电路中的信号是数字信号。数字信号是离散的脉冲信号,属于双值逻辑信号。对数字电路中的信号进行分析、运算,所使用的数学工具是逻辑代数,也称布尔代数。布尔代数起源于19世纪50年代,是英国数学家G·Boole首先提出的。1938年,Shannon又把它发展成适合于分析开关电路的形式。所以布尔代数也称为开关代数。

本章介绍数字电路的学习工具——逻辑代数,包括基本逻辑运算、形式定理和基本规则;讨论逻辑函数的化简和变换,以及最小项、最大项的概念和性质等;还介绍几种常用逻辑函数的表示方法及其相互间的转换。

1.1 数制与码制

1.1.1 数制

数制是用以表示数值大小的方法。人们是按照进位的方式来计数的,称为进位制,简称进制。根据需要可以有多种不同的进制。在讲述数制之前,必须先说明几个概念。

- (1) 基数——在某种数制中,允许使用的数字符号的个数,称为这种数制的基数。
- (2) 系数——任一种 N 进制中,第 i 位的数字符号 K_i ,称为第 i 位的系数。
- (3) 权——任一种 N 进制中, N^i 称为第 i 位的权。

(一) 几种常用数制

1. 十进制

基数为10,数码为:0~9。

运算规律:逢十进一,即 $9+1=10$ 。

十进制数的权展开式:任意一个十进制数都可以表示为各个数位上的数码与其对应的权的乘积之和,称为位权展开式。

$$\begin{aligned} [M]_{10} &= K_{n-1} \times 10^{n-1} + K_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 \\ &= \sum_{i=0}^{n-1} K_i \times 10^i \end{aligned} \quad (1.1.1)$$

如:

$$[5555]_{10} = 5 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

$$[209.04]_{10} = 2 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 9 \times 10^0 + 0 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2} \quad (1.1.2)$$

2. 二进制

基数为2,数码为:0、1。

运算规律:逢二进一,即 $1+1=10$ 。

二进制数的权展开式

$$\begin{aligned}
 [M]_2 &= K_{n-1} \times 2^{n-1} + K_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 \\
 &= \sum_{i=0}^{n-1} K_i \times 2^i
 \end{aligned} \tag{1.1.3}$$

3. 八进制

基数为 8, 数码为: 0~7。

运算规律: 逢八进一。

八进制数的权展开式

$$\begin{aligned}
 [M]_8 &= K_{n-1} \times 8^{n-1} + K_{n-2} \times 8^{n-2} + \cdots + K_1 \times 8^1 + K_0 \times 8^0 \\
 &= \sum_{i=0}^{n-1} K_i \times 8^i
 \end{aligned} \tag{1.1.4}$$

4. 十六进制

基数为 16, 数码为: 0~9、A~F;

运算规律: 逢十六进一。

十六进制数的权展开式

$$\begin{aligned}
 [M]_{16} &= K_{n-1} \times 16^{n-1} + K_{n-2} \times 16^{n-2} + \cdots + K_1 \times 16^1 + K_0 \times 16^0 \\
 &= \sum_{i=0}^{n-1} K_i \times 16^i
 \end{aligned} \tag{1.1.5}$$

(二) 几种进制间的对应关系

十进制、二进制、八进制、十六进制间的对应关系见表 1.1.1。

表 1.1.1 几种进制间的对应关系

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	0	0	8	1000	10	8
1	0001	1	1	9	1001	11	9
2	0010	2	2	10	1010	12	A
3	0011	3	3	11	1011	13	B
4	0100	4	4	12	1100	14	C
5	0101	5	5	13	1101	15	D
6	0110	6	6	14	1110	16	E
7	0111	7	7	15	1111	17	F

(三) 不同数制间的相互转换

1. 二进制、八进制、十六进制转换为十进制

方法: 二进制、八进制、十六进制数按权展开, 求各位数值之和即可得到相应的十进制数。

【例 1.1.1】 分别将 $(1001111)_2$ 、 $(246)_8$ 、 $(8E)_{16}$ 转换为十进制数。

解 $(1001111)_2 = 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (79)_{10}$

$(246)_8 = 2 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 6 \times 8^0 = (166)_{10}$

$(8E)_{16} = 8 \times 16^1 + 14 \times 16^0 = (142)_{10}$

2. 十进制转换为二进制、八进制、十六进制

十进制数转换为其他进制的数, 分为整数和小数部分。

(1) 整数部分转换采用除基取余法。即把十进制整数 D 转换成 N 进制数的步骤如下:

- 1) 将 D 除以新进制基数 N , 记下所得的商和余数。
- 2) 将上一步所得的商再除以 N , 记下所得商和余数。
- 3) 重复做 2), 直到商为 0。
- 4) 将各个余数转换成 N 进制的数码, 并按照和运算过程相反的顺序把各个余数排列起来, 即为 N 进制的数。

(2) 小数部分转换采用乘基取整法。即把十进制的纯小数 D 转换成 N 进制数的步骤如下:

- 1) 将 D 乘以新进制基数 N , 记下整数部分。
- 2) 将上一步乘积中的小数部分再乘以 N , 记下整数部分。
- 3) 重复做 2), 直到小数部分为 0 或者满足精度要求为止。
- 4) 将各步求得的整数转换成 N 进制的数码, 并按照和运算过程相同的顺序排列起来, 即为所求的 N 进制数。

【例 1.1.2】 将十进制数 $(342.6875)_{10}$ 分别转换为二进制数、八进制数、十六进制数。

解 (1) 先进行整数部分的转换

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 342} \\
 \underline{2 \ 171} \quad \dots 0 \\
 2 \overline{) 85} \quad \dots 1 \\
 \underline{2 \ 42} \quad \dots 1 \\
 2 \overline{) 21} \quad \dots 0 \\
 \underline{2 \ 10} \quad \dots 1 \\
 2 \overline{) 5} \quad \dots 0 \\
 \underline{2 \ 2} \quad \dots 1 \\
 2 \overline{) 1} \quad \dots 0 \\
 \underline{0} \quad \dots 1
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 8 \overline{) 342} \\
 \underline{8 \ 42} \quad \dots 6 \\
 8 \overline{) 5} \quad \dots 2 \\
 \underline{0} \quad \dots 5
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 16 \overline{) 342} \\
 \underline{16 \ 21} \quad \dots 6 \\
 16 \overline{) 1} \quad \dots 5 \\
 \underline{0} \quad \dots 1
 \end{array}$$

故整数部分的转换结果为 $(342)_{10} = (101010110)_2 = (526)_8 = (156)_{16}$ 。

(2) 再进行小数部分的转换

$$\begin{array}{r}
 0.6875 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.3750 \quad \dots 1 \\
 0.3750 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.7500 \quad \dots 0 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.5000 \quad \dots 1 \\
 0.5000 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.0000 \quad \dots 1
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0.6875 \\
 \times \quad 8 \\
 \hline
 5.5000 \quad \dots 5 \\
 0.5000 \\
 \times \quad 8 \\
 \hline
 4.0000 \quad \dots 4
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0.6875 \\
 \times \quad 16 \\
 \hline
 11.000 \quad \dots 11 \\
 \\
 (11)_{10} = (B)_{16}
 \end{array}$$

故小数部分的转换结果为 $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2 = (0.54)_8 = (0.B)_{16}$;

所以 $(342.6875)_{10} = (101010110.1011)_2 = (526.54)_8 = (156.B)_{16}$ 。

又如 $(0.39)_{10} = (0.0110001111\dots)_2$, 可见此例中不能用有限位数实现准确的转换, 转换后的小数究竟取多少位合适?

常用方法:

- 1) 指定转换位数。如指定转换到八位。

2) 根据转换精度确定位数。如十进制转二进制要求转换精度优于 0.1%，即引入一个小于 $1/2^{10}=1/1024$ 的舍入误差，则转换到第十位时，转换结束。

3. 二进制与八进制之间的转换

二进制与八进制之间由于正好满足 2^3 关系，故转换十分方便。

(1) 二进制转换八进制。二进制转换八进制的方法：以小数点为界，将二进制数的整数部分从低位开始，小数部分从高位开始，每三位一组，首尾不足三位的补零，然后每组三位二进制数用一位八进制数表示。

【例 1.1.3】 将二进制数 $(1111010010.01)_2$ 转换为八进制数。

解 $(001,111,010,010.010)_2=(1722.2)_8$

$$\begin{array}{ccccccc} & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ & 1 & 7 & 2 & 2 & . & 2 \end{array}$$

(2) 将八进制数转换为二进制数。

方法：将一位八进制数用三位二进制数表示即可。

【例 1.1.4】 将八进制数 $(6407.2)_8$ 转换为二进制数。

解 $(6\ 4\ 0\ 7.\ 2)_8=(110\ 100\ 000\ 111.010)_2$

$$\begin{array}{ccccccc} & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ & 110 & 100 & 000 & 111 & . & 010 \end{array}$$

4. 二进制与十六进制间的转换

二进制与十六进制之间由于正好满足 2^4 关系，故转换同样十分方便。

(1) 二进制转换为十六进。转换方法：以小数点为界，将二进制数整数部分从低位开始，小数部分从高位开始，每四位一组，首尾不足四位的补零，然后将每组四位二进制数用一位十六进制数表示。

【例 1.1.5】 将二进制数 $(10110100111100.01001)_2$ 转换为十六进制数。

解 $(0010,1101,0011,1100.0100,1000)_2=(2D3C.48)_{16}$

$$\begin{array}{ccccccc} & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ & 2 & D & 3 & C & . & 4\ 8 \end{array}$$

(2) 十六进制转换为二进制数。转换方法：将一位十六进制数用四位二进制数表示即可。

1.1.2 二进制码

编码是在数字系统中，将各种数据、信息、文档、符号等，用二进制数字符号来表示的过程。

这些特定的二进制数字符号称为二进制代码。

1. BCD 码

用四位二进制代码表示一位十进制数的编码方法，称为二—十进制代码，或称 BCD 码。

BCD 码有多种形式，常用的有 8421 码、2421 码、5421 码、余 3 码等。见表 1.1.2。

表 1.1.2

B C D 码

十进制数	有 权 码			无 权 码	
	8421 码	5421 码	2421 码	余 3 码	BCD 格雷码
0	0000	0000	0000	0011	0000
1	0001	0001	0001	0100	0001
2	0010	0010	0010	0101	0011
3	0011	0011	0011	0110	0010
4	0100	0100	0100	0111	0110
5	0101	1000	1011	1000	0111
6	0110	1001	1100	1001	0101
7	0111	1010	1101	1010	0100
8	1000	1011	1110	1011	1100
9	1001	1100	1111	1100	1101

(1) 8421 码。8421 码是有权码，用四位二进制代码表示一位十进制数，从高位到低位各位的权分别为 8、4、2、1。8421 码中只利用了四位二进制数 0000~1111 十六种组合的前十种 0000~1001，分别表示 0~9 十个数码，其余 6 种组合 1010~1111 是无效的。8421 码与十进制间直接按各位转换。

设各位系数为 K_3 、 K_2 、 K_1 、 K_0 ，则它们所代表的值分别为

$$8421 = K_3 \times 8 + K_2 \times 4 + K_1 \times 2 + K_0 \times 1 \quad (1.1.6)$$

例如：(8 6)₁₀ = (10000110)_{BCD}

\downarrow \downarrow
 1000, 0110

(2) 2421 码和 5421 码。2421 码和 5421 码也属于有权码，同样是用四位二进制数代表一位十进制数，从高位到低各位的权分别为 2、4、2、1 和 5、4、2、1。2421 码利用了四位二进制数 0000~1111 十六种组合的前五和后五个代码，舍弃了中间 6 个代码。而 5421 码则利用了四位二进制数 0000~1111 十六种组合的前五个和第 8~12 五个代码。

设各位系数为 K_3 、 K_2 、 K_1 、 K_0 ，则它们所代表的值分别为

$$2421 = K_3 \times 2 + K_2 \times 4 + K_1 \times 2 + K_0 \times 1 \quad (1.1.7)$$

$$5421 = K_3 \times 5 + K_2 \times 4 + K_1 \times 2 + K_0 \times 1 \quad (1.1.8)$$

(3) 余 3 码。余 3 码是无权码，每位码无固定权值。它也是用四位二进制数代表一位十进制数，但不能由各位二进制数的权求得所代表的十进制数。余 3 码构成的规律：由 8421 BCD 码的每个码组加 3 (0011) 形成。

例如：(86.2)₁₀ = (10111001.0101)_{余3码}

2. 可靠性编码

为了尽量减少、发现和纠正代码在形成和传输过程中，因各种原因而出现的错误，因而产生了可靠性编码。

(1) 格雷码。格雷码又称循环码，是无权码。它有多种编码形式，但都具有一个共同的特点是相邻两个代码之间仅有一位不同，且以中间为对称轴的两个对应代码 [即 0100 (7)

与 1100 (8) 之间所形成的对称轴] 也只有一位不同。当计数状态按格雷码递增或递减时, 每次状态更新仅有一位代码改变。这样减少了状态变化中出错的可能性。这在实际应用中很有意义。

(2) 奇偶校验码。为避免二进制信息在存储、传输过程中可能出现的将 0 误传为 1 或将 1 误传为 0, 出现了奇偶校验码。它的每个代码由两部分组成: 一是奇偶校验位, 占一位, 它是根据计算方法求得并附加在信息位后; 二是信息位, 它是需传递的信息, 由位数不限的二进制代码组成。

奇偶校验位分为奇校验和偶校验两种。使得代码中有奇数个 1 称为奇校验; 若代码中有偶数个 1 称为偶校验。

表 1.1.3 奇偶校验的 8421 BCD 码

十进制数	信息位	校验位	信息位	校验位
	8421 BCD	奇校验	8421 BCD	偶校验
0	0000	1	0000	0
1	0001	0	0001	1
2	0010	0	0010	1
3	0011	1	0011	0
4	0100	0	0100	1
5	0101	1	0101	0
6	0110	1	0110	0
7	0111	0	0111	1
8	1000	0	1000	1
9	1001	1	1001	0

3. 常用字符代码

字符代码是对常用字母、符号进行的编码。常用的字符代码有 ASCII 码(美国标准信息交换码)、ISO 码(国际标准化组织码)和我国国家标准码。

ASCII 码是 7 位二进制数组合成的编码, 它能表示 0~9 十个数字码、26 个英文字母、各种常用符号及字符等, 目前已被确认为国际标准代码。下面介绍美国标准信息交换码(ASCII 码)。

在计算机中, 所有的数据在存储和运算时都要使用二进制数表示(因为计算机用高电平和低电平分别表示 1 和 0), 例如, 像 a、b、c、d 这样的 52 个字母(包括大写)以及 0、1 等数字还有一些常用的符号(例如 *、#、@ 等)在计算机中存储时也要使用二进制数来表示, 而具体用哪些二进制数字表示哪个符号, 当然每个人都可以约定自己的一套(这就叫编码), 而大家如果要想互相通信而不造成混乱, 那么大家就必须使用相同的编码规则, 于是美国有关的标准化组织就出台了所谓的 ASCII 编码, 统一规定了上述常用符号用哪些二进制数来表示。

美国标准信息交换代码是由美国国家标准学会(American National Standard Institute, ANSI)制定的, 标准的单字节字符编码方案, 用于基于文本的数据。起始于 20 世纪 50 年代后期, 在 1967 年定案。它最初是美国国家标准, 供不同计算机在相互通信时用作共同遵

守的西文字符编码标准，它已被国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）定为国际标准，称为 ISO 646 标准。适用于所有拉丁文字字母。

ASCII 码使用指定的 7 位或 8 位二进制数组合来表示 128 或 256 种可能的字符。标准 ASCII 码也叫基础 ASCII 码，使用 7 位二进制数来表示所有的大写和小写字母，数字 0~9、标点符号，以及在美式英语中使用的特殊控制字符。其中：0~31 及 127（共 33 个）是控制字符或通信专用字符（其余为可显示字符），如控制符：LF（换行）、CR（回车）、FF（换页）、DEL（删除）、BS（退格）、BEL（振铃）等；通信专用字符：SOH（文头）、EOT（文尾）、ACK（确认）等；ASCII 值为 8、9、10 和 13 分别转换为退格、制表、换行和回车字符。它们并没有特定的图形显示，但会依不同的应用程序，而对文本显示有不同的影响。

32~126（共 95 个）是字符（32sp 是空格），其中 48~57 为 0~9 十个阿拉伯数字；65~90 为 26 个大写英文字母，97~122 为 26 个小写英文字母，其余为一些标点符号、运算符号等。

同时还要注意，在标准 ASCII 中，其最高位（b7）用作奇、偶校验位。奇校验规定：正确的代码一个字节中 1 的个数必须是奇数，若非奇数，则在最高位 b7 添 1；偶校验规定：正确的代码一个字节中 1 的个数必须是偶数，若非偶数，则在最高位 b7 添 1。

后 128 个称为扩展 ASCII 码，目前许多基于 x86 的系统都支持使用扩展（或“高”）ASCII。扩展 ASCII 码允许将每个字符的第 8 位用于确定附加的 128 个特殊符号字符、外来语字母和图形符号。

表 1.1.4 为标准 ASCII 码表，表 1.1.5 为八进制、十六进制及十进制对应字符表。

表 1.1.4 标准 ASCII 码表

Bin	Dec	Hex	缩写/字符	解释
00000000	0	00	NUL (null)	空字符
00000001	1	01	SOH (start of heading)	标题开始
00000010	2	02	STX (start of text)	正文开始
00000011	3	03	ETX (end of text)	正文结束
00000100	4	04	EOT (end of transmission)	传输结束
00000101	5	05	ENQ (enquiry)	请求
00000110	6	06	ACK (acknowledge)	收到通知
00000111	7	07	BEL (bell)	响铃
00001000	8	08	BS (backspace)	退格
00001001	9	09	HT (horizontal tab)	水平制表符
00001010	10	0A	LF (NL line feed, new line)	换行键
00001011	11	0B	VT (vertical tab)	垂直制表符
00001100	12	0C	FF (NP form feed, new page)	换页键
00001101	13	0D	CR (carriage return)	回车键
00001110	14	0E	SO (shift out)	不用切换
00001111	15	0F	SI (shift in)	启用切换

续表

Bin	Dec	Hex	缩写/字符	解释
00010000	16	10	DLE (data link escape)	数据链路转义
00010001	17	11	DC1 (device control 1)	设备控制 1
00010010	18	12	DC2 (device control 2)	设备控制 2
00010011	19	13	DC3 (device control 3)	设备控制 3
00010100	20	14	DC4 (device control 4)	设备控制 4
00010101	21	15	NAK (negative acknowledge)	拒绝接收
00010110	22	16	SYN (synchronous idle)	同步空闲
00010111	23	17	ETB (end of trans. block)	传输块结束
00011000	24	18	CAN (cancel)	取消
00011001	25	19	EM (end of medium)	介质中断
00011010	26	1A	SUB (substitute)	替补
00011011	27	1B	ESC (escape)	溢出
00011100	28	1C	FS (file separator)	文件分割符
00011101	29	1D	GS (group separator)	分组符
00011110	30	1E	RS (record separator)	记录分离符
00011111	31	1F	US (unit separator)	单元分隔符
00100000	32	20	(space)	空格
00100001	33	21	!	
00100010	34	22	"	
00100011	35	23	#	
00100100	36	24	\$	
00100101	37	25	%	
00100110	38	26	&	
00100111	39	27	'	
00101000	40	28	(
00101001	41	29)	
00101010	42	2A	*	
00101011	43	2B	+	
00101100	44	2C	,	
00101101	45	2D	-	
00101110	46	2E	.	
00101111	47	2F	/	
00110000	48	30	0	
00110001	49	31	1	
00110010	50	32	2	
00110011	51	33	3	
00110100	52	34	4	
00110101	53	35	5	

续表

Bin	Dec	Hex	缩写/字符	解释
00110110	54	36	6	
00110111	55	37	7	
00111000	56	38	8	
00111001	57	39	9	
00111010	58	3A	:	
00111011	59	3B	;	
00111100	60	3C	<	
00111101	61	3D	=	
00111110	62	3E	>	
00111111	63	3F	?	
01000000	64	40	@	
01000001	65	41	A	
01000010	66	42	B	
01000011	67	43	C	
01000100	68	44	D	
01000101	69	45	E	
01000110	70	46	F	
01000111	71	47	G	
01001000	72	48	H	
01001001	73	49	I	
01001010	74	4A	J	
01001011	75	4B	K	
01001100	76	4C	L	
01001101	77	4D	M	
01001110	78	4E	N	
01001111	79	4F	O	
01010000	80	50	P	
01010001	81	51	Q	
01010010	82	52	R	
01010011	83	53	S	
01010100	84	54	T	
01010101	85	55	U	
01010110	86	56	V	
01010111	87	57	W	
01011000	88	58	X	
01011001	89	59	Y	
01011010	90	5A	Z	
01011011	91	5B	[