普通高等教育“十三五”规划教材
计算机专业系列

实用数字电子技术

主编：罗忠亮 祁浩东 吴浪

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用数字电子技术 / 罗忠亮，祁浩东，吴浪主编
. —成都：电子科技大学出版社，2017，6
ISBN 978 –7 –5647 –4506 –6

Ⅰ. ①实… Ⅱ. ①罗… ②祁… ③吴… Ⅲ. ①数字电路—电子技术 Ⅳ. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 109304 号

内 容 简 介

本书从数字电子技术应用和设计的角度出发，力求浅显、简明、通俗易懂，系统地介绍了数制与编码、数字电子技术基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、半导体存储器和可编程逻辑器件、脉冲波形的产生与整形以及模－数和数－模转换、数字电路仿真技术和应用开发工具等。

本书可作为普通高校高等院校通信工程、计算机科学与技术、软件工程、物联网工程、网络工程等专业本科生的教材，也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

实用数字电子技术

罗忠亮　祁浩东　吴　浪　主编

出　　版：电子科技大学出版社（成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编：610051）
策划编辑：张　鹏
责任编辑：张　鹏
主　　页：www. uestcp. com. cn
电子邮箱：uestcp@ uestcp. com. cn
发　　行：新华书店经销
印　　刷：北京市彩虹印刷有限责任公司
成品尺寸：185mm×260mm　　印张：21. 75　　字数：502 千字
版　　次：2017 年 6 月第 1 版
印　　次：2017 年 6 月第 1 次印刷
书　　号：ISBN 978 –7 –5647 –4506 –6
定　　价：42. 00 元

前　言

数字电子技术是电子信息类各专业一门重要的技术基础课，随着电子科学技术的快速发展，数字电子技术得到广泛的应用，数字化成为电子产品的发展方向。因此，对数字电子技术课程提出新的要求。

针对应用型本科信息类专业的人才培养目标和教学要求，本书坚持理论与实践相融合的教学理念。在内容的选取上，注重基础性、实用性、系统性以及反映现代数字电子技术的最新发展，力求条理清晰、通俗易懂，尽量避免繁琐的数学推导，以突出重点。

本书从数字电子技术应用和设计的角度出发，内容全面，实例丰富，系统地介绍了数字电路的基本组成单元及各种典型电路，讲解了数字电路的基本概念、基本分析方法和设计方法，最后还简单介绍数字电路仿真技术和应用开发工具。每章末尾均有小结，并配有难易程度和数量较适当的习题。配有多媒体教学 PPT 课件和习题参考答案，以便于教学和自学。

本书的参考学时数为50，可根据教学要求、专业特点和课程设置等具体情况进行适当的取舍，灵活掌握。

本书由韶关学院信息科学与工程学院电路课程的部分教师参与编写，其中：第 1、7、8 章由罗忠亮编写，第 2、3 章由祁浩东编写，第 4、5 章由吴浪编写，第 6 章由贾应彪编写，第 9、10 章由彭玄璋编写。罗忠亮负责全书的策划、组织和统稿。

在编写过程中，得到学院领导戴经国教授和袁辉勇教授的关怀和指导，两位教授和电路课程群的蒋少华、黄雄华和杨云海等老师提出了较多宝贵建议。本书编写过程中参考了很多文献资料，谨向这些著作者表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，加上时间仓促，书中难免存在错误和不妥之处，殷切希望广大读者批评指正。

目　录

第 1 章　数字电子技术基础

本章教学目标

★了解数字电路的特点和分类；
★理解和掌握数制与码制；
★掌握二进制编码；
★掌握基本逻辑运算；
★理解和掌握逻辑代数的公式和规则；
★掌握逻辑函数的化简方法。

本章重点内容

★各种数制相互转换；
★基本逻辑运算、常用公式和定理；
★逻辑函数的公式化简法和卡诺图化简法；
★逻辑函数的常用表示方式。

1.1　概　述

1.1.1　模拟信号与数字信号

通常来说，电子电路中的信号可分为模拟信号和数字信号，电子系统从而可以分为数字系统和模拟系统两大类。模拟信号是时间上和数值上都连续的信号，可以某种方式重复或变化。自然界中大多数可以测量的对象都以模拟信号的形式出现，例如，电压、电流、速度、压力、温度等。模拟信号的共同特点是随时间连续变化，如气温是在一个连续的范围内变化。在给定的一天里，温度不会立刻从 700F 上升到 710F，这中间经历了无数个温度值。

数字信号是时间上和幅值上都不连续的信号，电子电路中的数字信号是时有时无。有信号时，其幅值为某特定值；无信号时其幅值很小或接近 0。数字信号的变化发生在一系列离散的瞬间，其数值不连续，如电子表的秒信号、生产流水线上记录零件个数的计数信号等。

数字信号的表示以0和1为基础,可以用一系列0和1进行编码。图1-1为一种电压信号表示数字信号的波形。

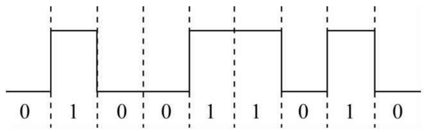


图1-1 数字信号波形

从图1-1中可看出该数字信号具有以下特点:

(1)信号只有两个电压值,即相对较高的电压和相对较低的电压。在数字电路中,常常把高电压称为高电平,低电压称为低电平,两个电压值常称为两个逻辑电平。

(2)图1-1中采用正逻辑表示方法,用1表示高电平,用0表示低电平,而负逻辑则相反。除特别说明外,数字系统一般都采用正逻辑来表示。

(3)信号从高电平变为低电平,或者从低电平变为高电平是一个突然变化的过程,发生在某些离散的时刻。

(4)如果把图1-1中的数字脉冲信号对应为一个数字量,那么该数字量为010011010。

1.1.2 数字电路

对模拟信号进行传输和处理的电子线路称为模拟电路,而对数字信号进行传输和处理的电子线路称为数字电路。数字电路在电子计算机、电子测量、仪表、通信、自动控制等各方面的应用很广泛,它具有与模拟电路不同的特点。

1. 数字电路的特点

与模拟电路相比,数字电路具有以下特点:

(1)工作信号是二进制的数字信号,电路上反映低电平和高电平两种状态(即0和1)。

(2)主要研究电路的逻辑功能问题,即输入信号状态和输出信号状态之间的关系。

(3)对组成数字电路的元器件精度要求不高,只要在工作时能够可靠地区分0和1两种状态即可。

(4)半导体器件工作在开关状态,即截止区和饱和区。

(5)主要分析工具是逻辑代数。

2. 数字电路的分类

(1)按集成度分类:分为小规模(SSI,每片数十器件)、中规模(MSI,每片数百器件)、大规模(LSI,每片数千器件)和超大规模(VLSI,每片器件数目大于1万)数字集成电路。

(2)按所用器件制作工艺分类:分为双极型(TTL型)和单极型(MOS型)两类。

(3)按照电路结构和工作原理分类:分为组合逻辑电路和时序逻辑电路两类。前一类没有记忆功能,其输出信号只与当时的输入信号有关,与电路以前的状态无关;后一类具有记忆功能,其输出信号与当时的输入信号和电路以前的状态都有关。

(4)按应用角度分类:分为通用型和专用型两类。

1.2　数制与数制间的转换

1.2.1　常用进位计数制

仅用一位数码来表示数时，往往不够用，必须用进位计数的方法组成多位数码。多位数码每一位的构成以及从低位到高位的进位规则称为进位计数制，简称数制，如生活中常用的十进制等，而计算机中常采用二进制、八进制、十六进制等计数制。

数制的基数就是指该进数制中可能用到的数码个数，如十进制的基数是 10。在某一数制的数中，每一位的大小都对应着该位上的数码乘上一个固定的数，这个固定的数就是这一位的权数，权数是一个幂。

1. 十进制

十进制是人们最熟悉、应用最广泛的一种进位计数制。十进制就是以 10 为基数的计数体制，它采用 10 个不同的基本数码：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 来表示数，故十进制的基数是 10。运算规律是逢十进一，即：$9+1=10$。

一般地，一个有 n 位整数、m 位小数的任意十进制数 D_{10}，总可以写成下面的通式形式

$$D_{10}=\sum_{i=-m}^{n-1}k_i\times 10^i \tag{1.2-1}$$

式(1.2-1)就是十进制数的一般表示形式。其中，10 为基数，系数 k_i 为 0～9 中的任意一个数字。

例如，十进制数 5555 和 209.04 可表示为：

$(5555)_{10}=5\times10^3+5\times10^2+5\times10^1+5\times10^0$

$(209.04)_{10}=2\times10^2+0\times10^1+9\times10^0+0\times10^{-1}+4\times10^{-2}$

其中，10^3、10^2、10^1、10^0、10^{-1}、10^{-2} 分别称为千位、百位、十位、个位、十分位、百分位的权数。从十进制数 209.04 可看出，相同的数码放在不同的位置，其值的大小不同，这是由权数决定的。

由于很难找到一个电路或电子器件，其有 10 个能被严格区分开的状态来表示十进制数的 10 个基本数码。所以数字电路系统和计算机中一般直接采用二进制，而不直接采用十进制。

2. 二进制

二进制具有和十进制完全相同的性质。数码为 0 和 1；基数是 2；运算规律是逢二进一，即：$1+1=10$。

一般地，一个有 n 位整数、m 位小数的任意二进制数 D_2，总可以写成下面通式形式

$$D_2=\sum_{i=-m}^{n-1}k_i\times 2^i \tag{1.2-2}$$

式(1.2-2)是二进制数的一般表示式。其中 2 为基数，系数 k_i 可取 0 和 1 中任意一个

数字。例如数$(101.01)_2$表示一个二进制数，括号后的下标2表示该数是二进制数。如二进制数101.01可表示为：

$$(101.01)_2 = 1\times2^2 + 0\times2^1 + 1\times2^0 + 0\times2^{-1} + 1\times2^{-2} = (5.25)_{10}$$

各位的权数为2^2、2^1、2^0、2^{-1}、2^{-2}，写在不同位置的1和0具有不同的权数。

与十进制相比，二进制具有的优点如下：

（1）用二进制设计的数字电路简单可靠，便于实现；

二进制数只有0和1两个数码，它的每一位都可以用电子元件来实现，且运算规则简单，数码的传输与存储都非常简单，相应的运算电路也容易实现。

加法规则：$0+0=0$，$0+1=1$，$1+0=1$，$1+1=10$

乘法规则：$0\cdot0=0$，$0\cdot1=0$，$1\cdot0=0$，$1\cdot1=1$

（2）二进制的基本运算非常简单。

二进制数最大的缺点是表示一个数时位数太多，书写和记忆都不方便。十进制数虽然可以表示二进制数，但十进制数与二进制数之间的转换较为复杂，一般不被人们采用。因而在数字电路中引入十六进制数来表示二进制数。

3. 十六进制

十六进制有16个基本数码，这16个数码为0～9、A－F；基数是16；运算规律是逢十六进一，即：$1+F=10$。

一般地，一个有n位整数、m位小数的任意十六进制数D_{16}，可以写成下面通式形式

$$D_{16} = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i \times 16^i \qquad (1.2-3)$$

式（1.2－3）是十六进制数的一般表示式。其中16为基数；系数k_i可取0～9、A－F中的任意一个数字。如十六进制数D8.A可表示为：

$$(D8.A)_{16} = 13\times16^1 + 8\times16^0 + 10\times16^{-1} = (216.625)_{10}$$

括号后的下标16表示该数是十六进制数。数$(D8.A)_{16}$各位的权数分别为16^1、16^0、16^{-1}。

十六进制与二进制数之间有简单对应关系，通常采用十六进制数作为二进制数的形式。

4. 八进制

八进制有8个基本数码，即0～7；基数是8；运算规律是逢八进一，即：$7+1=10$。

一般地，一个有n位整数、m位小数的任意八进制数D_8，可以写成下面通式形式

$$D_8 = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i \times 8^i \qquad (1.2-4)$$

式（1.2－4）是八进制数的一般表示式（也是八进制转为十进制的表达式）。其中8为基数，系数k_i可取0～7中的任意一个数字。如八进制数207.04可表示为：

$$(207.04)_8 = 2\times8^2 + 0\times8^1 + 7\times8^0 + 0\times8^{-1} + 4\times8^{-2} = (135.0625)_{10}$$

括号后的下标8表示该数是八进制数，数中各位的权数分别为8^2、8^1、8^0、8^{-1}、8^{-2}。

八进制数与二进制数之间也有简单对应关系，也常采用八进制数作为二进制数形式。常用几种进制之间的对应关系如表 1－1 所示。

表 1－1　几种进制之间的对应关系

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

1.2.1　常用进制数的转换

在不同场合，往往采用不同的计数制，这就常常需要对各种进制数进行转换。又因为不同计数制下的数实质上是同一个对象的不同表示形式，所以它们之间可以互相转换。下面介绍各种进制数之间的相互转换问题。

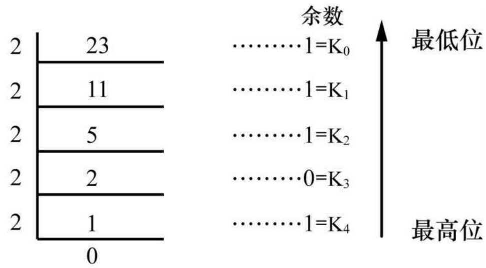
1. 十进制数与二进制数之间的转换

（1）十进制数转换成二进制数

十进制数转换成二进制数时是把整数部分和小数部分分别用不同方法转换。整数部分采用“除 2 取余法”，先得到的余数为低位，后得到的余数为高位；小数部分采用“乘 2 取整法”，先得到的整数为高位，后得到的整数为低位；转换后再合并。

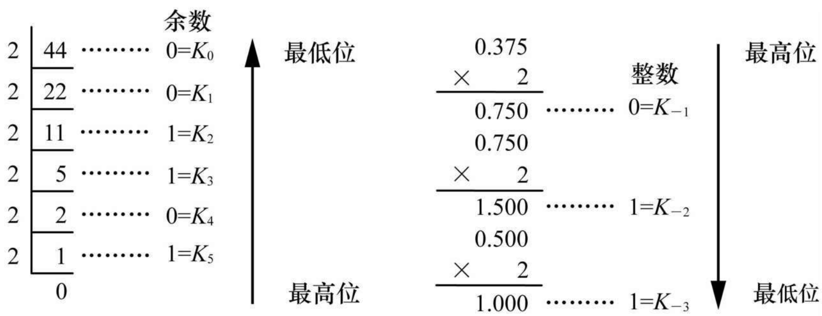
【例 1－1】 将十进制整数$(23)_{10}$转换为二进制数。

解：根据以上原理，采用“除 2 取余法”完成转换。过程如下：



因此得到转换结果：$(23)_{10}=(10111)_2$。

【例 1－2】 将十进制数$(44.375)_{10}$转换为二进制数。



所以：$(44.375)_{10}=(101100.011)_2$

如果一个十进制数包括整数部分和小数部分，只需将整数部分和小数部分分别转换为二进制数，然后组合在一起即可。

(2)二进制数转换成十进制数

将二进制数按式(1.2－2)展开，然后将各项数值按十进制数相加便可得到等值的十进制数。

【例 1－3】 将二进制数$(10111.10)_2$转换为十进制数。

解：利用式(1.2－2)可得：

$$
\begin{aligned}
(10110.11)_2 &= 1\times 2^4+0\times 2^3+1\times 2^2+1\times 2^1+1\times 2^0+1\times 2^{-1}+0\times 2^{-2}\\
&=16+0+4+2+1+0.5+0\\
&=(23.5)_{10}
\end{aligned}
$$

为了方便地进行按权相加完成二进制向十进制的转换，可记住进制数各位的权数，表 1－2列出了二进制数的常用权数。

表 1－2　二进制数的常用位权

i	2^i	2^{-i}
1	2	0.5
2	4	0.25
3	8	0.125
4	16	0.0625
5	32	0.03125

续表

i	2^i	2^{-i}
6	64	0. 015625
7	128	0. 0078125
8	256	0. 00390625
9	512	0. 001953125
10	1024	0. 0009765625

2. 二进制数与十六进制数之间的转换

十六进制数的基数恰好是 $16=2^4$，所以四位二进制数恰好对应一位十六进制数，它们之间的转换很方便。

二进制数转换成十六进制数的方法如下：

对于二进制的整数部分（以小数点为起点），由低位向高位，每 4 位为一组，若高位不足 4 位，则在高位添 0 补足 4 位，按照每 4 位二进制数对应于 1 位十六进制数进行转换；对于二进制小数部分（小数点之后），由高位向低位，每 4 位为一组，若低位不足 4 位，则在低位添 0 补足 4 位，按照每 4 位二进制数对应于 1 位十六进制数进行转换。

【例 1－4】 将二进制数$(0010\ 1101\ 0100.\ 0011\ 0110)_2$转换为十六进制数。

解：将二进制数按上述方法分别完成整数、小数转换，有：

二进制数：	0010	1101	0100	0011	0110
十六进制数：	2	D	4.	3	6

所以，$(0010\ 1101\ 0100.0011\ 0110)_2=(2D4.36)_{16}$

十六进制数转换成二进制数方法为：将每一位十六进制数对应转换为 4 位二进制，然后将转换后的二进制数去掉整数部分高位的 0 和小数部分低位的 0 就是最终结果。

【例 1－5】 将十六进制数$(72E.05)_{16}$转换为二进制数。

解：按照 1 位十六进制数转换为 4 位二进制数可以方便地得到：

十六进制数：	7	2	E .	0	5
二进制数：	0111	0010	1110.	0000	0101

因此，$(72E.05)_{16}=(111\ 0010\ 1110.\ 0000\ 0101)_2$。

3. 二进制数与八进制数之间的相互转换

由于八进制数的基数是 $8=2^3$，3 位二进制数对应 1 位八进制数。因此，二进制数与八进制数之间的转换和二进制数与十六进制数之间的转换方法完全一样。只需 3 位二进制数与 1 位八进制数对应转换。

二进制数转换为八进制数：将二进制数由小数点开始，整数部分向左，小数部分向右，每 3 位分成一组，不够 3 位补零，则每组二进制数便是一位八进制数。

【例 1－6】 将二进制数$(001\ 101\ 010.\ 010)_2$转换为相应的八进制数。

解：将二进制数按上述方法分别完成整数、小数转换：

二进制数：	001	101	010.	010
八进制数：	1	5	2	2

所以，$(001\ 101\ 010\ .\ 010)_2=(152.2)_8$

八进制数转换为二进制数：将每位八进制数用3位二进制数表示。

【例1-7】 将二进制数$(374.26)_8$转换为相应的二进制数。

解：将二进制数按上述方法分别完成整数、小数转换：

八进制数：	3	7	5.	6
二进制数：	011	111	101.	110

所以，$(375.6)_8=(11\ 111\ 101\ .\ 11)_2$

从以上讨论可以看到：二进制数与十进制数、二进制数与十六进制数、二进制数与八进制数之间的转换都非常容易。

同理也可以实现十进制数与八进制数或十六进制数之间的转换。十六进制数或八进制数转换为十进制数时，可以直接应用式(1.2-3)或式(1.2-4)完成转换。

【例1-8】 将十六进制数$(BC5.A)_{16}$转换为十进制数。

解：由公式(1.2-3)可得：

$$\begin{aligned}(BC5.A)_{16}&=B\times16^2+C\times16^1+5\times16^0+A\times16^{-1}\\&=11\times256+12\times16+5\times1+10\times16^{-1}\\&=2816+192+5+0.625\\&=(3013.625)_{10}\end{aligned}$$

对于从十进制数转换到十六进制或八进制数，同样可以采取整数部分采用除16取余或除8取余法；小数部分采用乘16取整与乘8取整法。由于计算相对复杂，实际中应用不多。

由于二进制数与十进制数、十六进制数、八进制数之间的转换都非常容易，所以实际中经常通过二进制数间接完成从十进制数到十六或八进制数的转换。即先把十进制数转换为二进制数，再从二进制数转换为需要的十六进制数或八进制数。

表1-1中列出了16以内的十进制、二进制、八进制和十六进制数之间的对应关系。

1.3 编码

当数码不再表示数量大小的差别，而只是代表不同事物时，这些数码就称为代码。编制代码时遵循的一定规则称为码制。在数字系统中，无论是数字信息还是文字或是符号信息，都要采用由0和1组成的序列来表示，即必须采用二进制数据对需要处理的对象进行编码。否则，数字系统就不能处理或识别信息。本节主要介绍常用的二—十进制编码以及ASCII编码规则。

1.3.1 十进制数的二进制编码

采用4位二进制码元对1位十进制数的0~9十个基本数码进行编码，称为二—十进制编码，也称为BCD(Binary Coded Decimal)码，这种编码既具有二进制数的形式，又具有十进制数的特点。n位二进制数可以构成2^n种不同的组合或状态，可用于代表2^n种不同的对象。

若需要编码的信息有 N 项，则 N 与所需二进制的位数 n 之间的关系为 $2^n \geq N$。按照需要编码的对象不同或采用的编码规则不同，BCD 编码可以有许多种编码方案，每种编码各有其特点。

4 位二进制数有 16 种不同状态，可从这 16 种状态中选择 10 种状态分别来表示十进制的 0 ~ 9 十个数。由 16 种状态中选哪 10 种状态，有多种方案，这就形成了不同的 BCD 编码。

在众多的编码方案中，并不是所有的方案都有实用价值，常用的编码方案并不多。以下仅介绍几种常用的 BCD 编码方法。

1. 8421BCD 码

8421 码是 BCD 代码中最常用的一种，其编码规律和自然的二进制数相似。若把每一个代码都看成是一个四位二进制数，各位权数依次为 8、4、2、1，故称为 8421 码。和自然二进制数不同的是，它只选 4 位二进制码中的前十组代码，即用 0000、0001、0010、…、1001 来分别对应表示十进制数的 10 个数码 0 ~ 9，余下的 1010、1011、…、1111 这 6 种状态组合不使用。8421BCD 码的编码方式是唯一的。

2. 5421BCD 码和 2421BCD 码

5421BCD 码和 2421BCD 码是有权码，各位的权值从左到右分别为 5、4、2、1 和 2、4、2、1。在 5421BCD 码中，如十进制数"5"，既可以用 0101（即 $0\times5+1\times4+0\times2+1\times1=5$）表示，也可以用 1000（即 $1\times5+0\times4+0\times2+0\times1=5$）表示。

同样在 2421BCD 码中，十进制数"5"可以编码为 1011 或 0101，0 和 9、1 和 8、2 和 7 等数字编码互为按位取反结果，这有助于十进制的运算简化。这说明这两种编码的编码方式不是唯一的。

3. 余 3 码

余 3 码被看成 4 位二进制数时，则它的数值要比 8421BCD 码多 3（分别加二进制数的 0011）得到的一种无权码，它的编码方式是唯一的。

4. 余 3 循环码

也是一种无权码，其特点是每两个相邻编码之间只有一位码元不同。这一特点使数据在形成和传输时不易出现错误。

实际中应用最多的 BCD 码是 8421BCD 码。表 1－3 中列出了几种编码方案，应注意 5421 码和 2421 码，这两种编码方式是不唯一的编码体系。

表 1－3　几种常见的 BCD 编码

十进制数	8421 码	2421 码	5421 码	余 3 码	余 3 循环码
0	0000	0000	0000	0011	0010
1	0001	0001	0001	0100	0110
2	0010	0010	0010	0101	0111
3	0011	0011	0011	0110	0101
4	0100	0100	0100	0111	0100

续表

十进制数	8421 码	2421 码	5421 码	余 3 码	余 3 循环码
5	0101	1011	1000	1000	1100
6	0110	1100	1001	1001	1101
7	0111	1101	1010	1010	1111
8	1000	1110	1011	1011	1110
9	1001	1111	1100	1100	1010

5. 格雷码

格雷码也是实际中常用的一种编码,它是一种无权码,不易直接进行运算,但可以很容易地与二进制进行换算。

其编码规则如表 1-4 所示。格雷码的特点是:任意两个相邻码组之间只有一位不同(0 和最大数之间也只有一位不同),因此格雷码也称为循环码。这种编码在形成和传输时不易出错,因而常用于模拟量的转换中。当模拟量发生微小变化可能引起数字量发生变化,如采用格雷码,它每次只变化一位,相对于其他同时改变 2 位或多位的编码,格雷码更为可靠,可减少出错的可能性。因此,格雷码也被称为可靠性编码。

表 1-4　格雷码表

十进制数	二进制数	格雷码
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

【例 1-9】试将十进制数$(357.19)_{10}$分别用 8421BCD 码和余 3 码来进行编码表示。

解:(1)转换成 8421BCD 码时,1 位十进制用 4 位二进制码来表示,即有

十进制数	3	5	7 .	1	9
8421 码	0011	0101	0111.	0001	1001

所以有:$(357.19)_{10}=(0011\ 0101\ 0111.\ 0001\ 1001)_{8421BCD}$

(2)转换成余 3 码时,可以在 8421BCD 码基础上,每位加 3 得到,即有

十进制数	3	5	7	.	1	9
8421 码	0011	0101	0111	.	0001	1001
对应位加 3	+0011	+0011	+0011	.	+0011	+0011
余 3 码	0110	1000	1010	.	0100	1100

所以得:$(357.19)_{10}=(0110\ 1000\ 1010.0100\ 1100)_{余3码}$

【例 1-10】将二进制数$(1111111.11)_2$用 8421BCD 码表示。

解:先将二进制数转换成十进制数,$(1111111.11)_2=(127.75)_{10}$,再把十进制数用 8421 码表示:

十进制数	1	2	7 .	7	5
8421 码	0001	0010	0111.	0111	0101

因此可得:$(1111111.1)_2=(0001\ 0010\ 0111.0111\ 0101)_{8421BCD}$

1.3.2　字符编码

数字系统处理、存储及显示的信息,包括数字、文字符号、字母和特殊符号等都必须用二进制数进行编码。目前最通用的是美国标准信息交换码,即 ASCII(American Standard Code for Inforomation Interchange)码和 Unicode 码。ASCII 码是采用 7 位二进制对数字、字母、符号的一种编码方法,表 1-5 为 ASCII 编码表。

表 1-5　ASCII 编码

十六进制	十进制	字符	十六进制	十进制	字符	十六进制	十进制	字符	十六进制	十进制	字符
0	0	nul	20	32	sp	40	64	@	60	96	′
1	1	soh	21	33	!	41	65	A	61	97	a
2	2	stx	22	34	"	42	66	B	62	98	b
3	3	etx	23	35	#	43	67	C	63	99	c
4	4	eot	24	36	$	44	68	D	64	100	d
5	5	enq	25	37	%	45	69	E	65	101	e
6	6	ack	26	38	&	46	70	F	66	102	f
7	7	bel	27	39	`	47	71	G	67	103	g