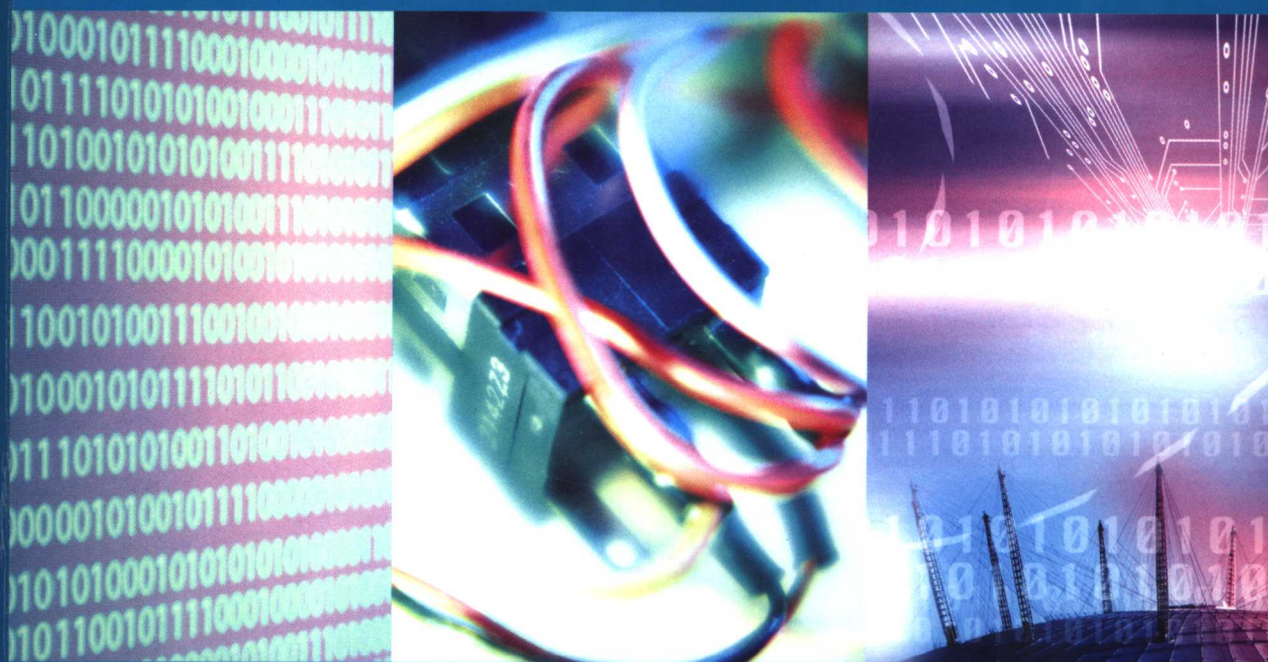


高等职业院校电子信息专业系列教材

数字电子技术

SHUZI DIANZI JISHU

(上册·教材)



谭文群 鲁杰 蒋萍萍 主编

 中国科学技术出版社

高等职业院校电子信息专业系列教材

数 字 电 子 技 术

(上册·教材)

谭文群 鲁 杰 蒋萍萍 主编

中国科学技术出版社

·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术/谭文群,鲁杰,蒋萍萍主编. —北京:中国科学技术出版社,2005
(高等职业院校电子信息专业系列教材)

ISBN 7-5046-1494-7

I. 数... II. ①谭...②鲁...③蒋... III. 数字电路—电子技术—高等学校:
技术学校—教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 092085 号

策划编辑 肖 叶
责任编辑 李 珩 金 蓉
封面设计 阳 光
责任校对 王勤杰 张林娜
责任印制 安利平
法律顾问 宋润君

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京国防印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:19.75 字数:505 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—3200 册 定价:28.00 元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

自 20 世纪 90 年代以来,随着高等教育结构的调整,我国的高等职业教育取得了长足发展。尤其是近年来,随着一大批高等职业技术学院的成立,以普通高中毕业生和中等职业学校毕业生为生源,以培养经济建设和社会发展急需的中高级应用型、技能型人才为目标的高等职业教育发展势头良好。为保持高等职业教育发展的良好势头,2004 年 6 月,全国职业教育会议进一步指出:职业教育必须坚定不移地以服务为宗旨,以就业为导向,在办学思路、办学体制和机制、培养模式等方面进行改革创新,实现职业教育快速、健康、持续发展。

在这一背景下,作为整个高等职业教育工作重要组成部分的教材建设工作也取得了可喜的成绩,并已出版了一大批高等职业教育教材。但从整体上看,具有高等职业教育特色的教材还比较匮乏,目前仍有少数院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高等职业教育的发展。也正是在这一背景下,我们组织近二十余所高校的专家和一线骨干教师编写了这套《高等职业院校电子信息专业系列教材》,现呈现在各位面前的《数字电子技术》(上册·教材)便是其中之一。其目的在于为建设与我国高等职业教育发展水平相适应、特色鲜明的高等职业教材体系做出我们应有的探索。

本教材是参照原国家教委批准的《电子技术基础课程教学基本要求》编写的。为适应教学改革的要求,本教材压缩了一些过高过深的内容及繁杂的运算,突出了该课程基本概念、基本技能的要求,并增加了一些电子技术的最新进展,使学生既能全面了解本学科的概貌,又能结合实际运用。

电子技术领域发生了迅猛而巨大的变化,新技术革命和教学改革也不断深入。为适应电子技术不断发展的新形势和教学上的灵活性以及因材施教的需要。本教材在编写过程中,体现了如下编写思路。

1. 本书力求简明扼要,语言通俗易懂,便于学生学习。
2. 突出技术基础课的特点,强调基础,尽量简化分析,避免大量的、繁杂的公式推导;淡化了理论性较强的分立元件电路的教学,强化集成电路的应用。适合高职高专的应用型人才培养方向。
3. 教材正文与例题、习题紧密配合。例题是正文的补充。在重点内容的章节中都配上适当的思考题,主要针对学生动手能力的培养。每章后配有少量的习题以巩固学习成果。
4. 为突出数字电子技术课程的实用性,本书还编有与之配套的《数字电子技术实验指导》,以培养学生的动手能力。
5. 在编排上,对于加宽加深的内容,均注有 * 号,以便于教师选讲和读者自学时参考。

6. 文字符号和图形符号全部采用新的国家标准。

本书既可作为高职及大、中专院校开设数字电路课程的教材,也可以作为各类成人教育学校开设数字电路课程的教材,还可以作为各类在职人员学习数字电路的自学读本。

本书由谭文群、鲁杰、蒋萍萍任主编,谢剑锋、梅振东任副主编,杨细莲、林晓楠任主审,参加本书编写的人员有(按撰写章节顺序排名):谭文群(第一、二章)、雷秀华(第三章)、谢剑锋(第四、五章)、蒋萍萍(第六章)、鲁杰(第八章)、刘炜(第七章)。成稿后,由主编和副主编负责书稿的修改、补充工作,最后由主编负责全书的总纂,由主审负责全书的审核。

本书在编写过程中,参考并借鉴了有关教材和专著,而且引用了部分经典论述和最新内容,同时还得到南昌工程学院、江西工业贸易职业技术学院、江西生物科学技术学院、江西农业工程职业学院、江西省科学院、江西省通用技术工程学校等单位领导及有关老师的大力支持与帮助,在此,一并表示衷心的感谢!虽然本书作者通力合作,力求做到精益求精,但因作者水平所限,疏漏之处,在所难免,敬请广大同行和读者提出宝贵意见。

编 者

2005 年 8 月

目 录

第 1 章 逻辑代数基础	1
1.1 数制与编码	1
1.1.1 数制及数制间的转换	1
1.1.2 编码	6
1.2 逻辑函数的表示和化简	8
1.2.1 逻辑函数及其基本运算	8
1.2.2 逻辑函数的公式化简法	12
1.2.3 逻辑函数的卡诺图化简法	13
思考题	17
本章小结	18
习题 1	18
第 2 章 逻辑门电路	20
2.1 晶体管的开关特性	20
2.1.1 晶体二极管的开关特性	20
2.1.2 晶体三极管的开关特性	21
2.2 基本逻辑门电路	22
2.2.1 分立元件门	22
2.2.2 常用基本逻辑门电路及其符号	24
思考题	26
2.3 集成门电路	27
2.3.1 TTL 集成门电路	27
2.3.2 MOS 门电路	30
2.3.3 常用 CMOS 集成电路	32
思考题	35
本章小结	36
习题 2	36
第 3 章 组合逻辑电路	40
3.1 组合逻辑电路的分析与设计	40
3.1.1 组合逻辑电路的分析方法	40
3.1.2 组合逻辑电路的设计	44
3.2 常用组合逻辑电路及其芯片	49
3.2.1 加法器	49
3.2.2 数字比较器	54
3.2.3 编码器	57

3.2.4 译码器·····	62
3.2.5 多路开关·····	69
3.2.6 组合逻辑电路的中规模集成部件·····	74
3.3 组合逻辑电路的应用举例·····	78
3.3.1 数字钟显示电路·····	78
3.3.2 数字式抢答器·····	78
本章小结·····	79
习题3·····	80
第4章 触发器 ·····	84
4.1 概述·····	84
4.1.1 触发器的定义·····	84
4.1.2 对触发器的要求·····	84
4.1.3 触发器的分类·····	84
4.2 RS 触发器·····	84
4.2.1 基本 RS 触发器·····	84
4.2.2 时钟同步 RS 触发器·····	87
4.3 边沿触发器·····	89
4.3.1 边沿 D 触发器·····	90
4.3.2 边沿 JK 触发器·····	91
4.3.3 T 触发器和 T' 触发器·····	93
4.4 集成触发器·····	93
4.4.1 集成触发器举例·····	93
4.4.2 触发器逻辑功能的转换·····	94
本章小结·····	97
习题4·····	98
第5章 时序逻辑电路 ·····	100
5.1 概述·····	100
5.1.1 时序逻辑电路的一般模型·····	100
5.1.2 时序逻辑电路的描述方法·····	100
5.1.3 时序逻辑电路的一般分类·····	101
5.2 时序逻辑电路的一般分析方法·····	102
5.2.1 分析时序逻辑电路的一般步骤·····	102
5.3 时序逻辑电路的设计方法·····	105
5.3.1 同步时序逻辑电路的设计方法·····	105
5.3.2 同步计数器的设计举例·····	105
5.4 计数器·····	108
5.4.1 二进制计数器·····	108
5.4.2 非二进制计数器·····	114
5.5 寄存器·····	118

5.5.1 寄存器的概念和分类	118
5.5.2 基本寄存器	118
5.5.3 移位寄存器	119
本章小结	121
习题 5	121
第 6 章 存储器和可编程逻辑器件	124
6.1 半导体存储器	124
6.1.1 随机存取存储器(RAM)	124
6.1.2 只读存储器(ROM)	132
6.2 可编程逻辑器件(PLD)	136
6.2.1 PLD 电路逻辑表示法	136
6.2.2 可编程阵列(PLA)简介	138
6.2.3 通用阵列逻辑器件(GAL)	140
6.3 高密度可编程逻辑器件	143
6.3.1 单元型 HDPLD(高密度 ISP—PLD)的结构原理	143
6.3.2 现场可编程门阵列(FPGA)	145
习题 6	148
第 7 章 脉冲单元电路	149
7.1 多谐振荡器	149
7.1.1 门电路组成的多谐振荡器	149
7.1.2 石英晶体振荡器	152
7.2 单稳态触发器	153
7.2.1 门电路组成的微分型单稳态触发器	153
7.2.2 集成单稳态触发器	155
7.2.3 单稳态触发器的应用	155
7.3 施密特触发器	157
7.3.1 门电路构成施密特触发器	157
7.3.2 集成施密特触发器	158
7.3.3 施密特触发器的应用	158
7.4 555 定时器及其应用	161
本章小结	165
习题 7	166
第 8 章 数模转换和模数转换	170
8.1 D/A 转换器	170
8.1.1 常见的 D/A 转换器	170
8.1.2 D/A 转换器的主要技术指标	174
8.1.3 集成 D/A 转换器 DAC0832 简介及其应用	176
8.2 A/D 转换器	180
8.2.1 A/D 转换器的工作原理	180

8.2.2 A/D 转换器的构成	183
8.2.3 A/D 转换器的主要技术指标	190
8.2.4 集成 A/D 转换器 ADC0809 简介及其应用	190
本章小结	193
习题 8	193
自我测试	194
实验与技能操作训练	195
训练 8.1 模数转换	195
训练 8.2 数模转换	198

第1章 逻辑代数基础

数字逻辑应用于每一种电子设备或电子系统中。计算机、电视机、音响系统、通信系统等,无一不采用数字系统。本章首先介绍数制与编码,然后讨论逻辑函数的表示和化简。

1.1 数制与编码

数字电路经常遇到计数问题。人们在日常生活中,习惯于用十进制数,而在数字系统,例如数字计算机中,多采用二进制数,有时也采用八进制或十六进制数。

1.1.1 数制及数制间的转换

1.1.1.1 数制

(1) 十进制

众所周知,任何一个数都可以用0、1、2、3、4、5、6、7、8、9十个数码,按一定规律排列起来表示,其计数规律是“逢十进一”。实际上任何一个十进制数都可以用一个多项式来表示。例如:

$$421.35 = 4 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

等号右边的表示形式,我们称之为十进制数的多项式表示法,也叫按权展开式。同一数字符号所处的位置不同,所代表的数值不同,即位权不同。例如4处在百位,代表400,既 4×100 ,也可以说4的位权是100。可以看出,上式各位的位权分别为 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 、 10^{-2} 。

对十进制数,由于所使用的数字符号的个数为10,我们称十进制的基数为10,每位数字符号的位权是基数10的不同次幂。一般地说,任意一个十进制数可表示为:

$$(N)_{10} = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 10^i$$

式中, K_i 为基数“10”的第*i*次幂的系数。

任何一个十进制数,例如25,可以书写成 $(25)_D$ 或25D等形式。

从计数电路的角度来看,采用十进制是不方便的。因为构成计数电路的基本思路是把电路的状态与数码对应起来,而十进制的十个数码,必须由十个不同的而且能够严格区分的电路状态与之对应,这样将在技术上带来许多困难,而且也不经济,因此在计数电路中一般不直接采用十进制。

(2) 二进制

所谓二进制就是以2为基数的计数体制。二进制的基数为2,即它所使用的数字符号只有两个,0或1,它的进位规则是“逢二进一”。每位数字符号的位权是基数2的不同次幂。一般地说,任意一个二进制数可表示为:

$$(N)_2 = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 2^i$$

式中, K_i 为基数“2”的第 i 次幂的系数。这样可以将任意一个二进制数转换为十进制数。

【例 1-1】 试将二进制数 $(01010.11)_2$ 转换为十进制数。

解: $(01010.11)_2 = 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

代表十进制数 10.75。

任何一个二进制数, 例如 01010.11 , 可以书写成 $(01010.11)_2$ 或 $(01010.11)_B$ 等形式。

下面是二进制数的算术运算规则。

加法:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0 (\text{进位为 } 1)$$

减法:

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 - 1 = 1 (\text{借位为 } 1)$$

乘法:

$$00 = 0$$

$$01 = 0$$

$$10 = 0$$

$$11 = 1$$

除法:

除法是乘法的逆运算。利用二进制乘法和减法可以很容易实现二进制除法运算。

由于二进制具有一定的优点, 因此它在计算技术中被广泛采用。

二进制只有两种数字符号 0 和 1, 每一位数都可以用任何具有两个同稳定状态的元件来表示, 如三极管的饱和与截止、继电器接点的闭合与断开、灯泡的亮与灭等。只要规定其中的一种状态为 1, 另一种状态就表示 0, 多个元件的不同状态组合就可以表示一个数, 因此数的存储、传送可以简单可靠地进行。在数字系统和计算机内部数据的表示与存储都是以这种形式进行的。很显然, 二进制的基本运算规律简单, 运算操作方便。

但是采用二进制也有缺点, 用它表示一个数时, 它的位数多。例如十进制数 49 表示为二进制数为 110001, 使用起来不方便也不习惯。为了便于读写, 通常有两种解决办法: 一种是原始数据还用十进制, 在送入机器时, 将原始数据转换成数字系统能接受的二进制数, 而在运算结束后, 再将二进制数转换成十进制数, 表示最终结果; 另一种办法是使用八进制或十六进制。

(3) 八进制

八进制基数为 8, 即它所使用的数字符号只有 8 个, 它们是 0、1、2、3、4、5、6、7。进位

规则是“逢八进一”。每位数字符号的位权是基数 8 的不同次幂。任意一个八进制数 N 都可以用多项式表示法写成如下形式:

$$(N)_8 = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 8^i$$

式中, K_i 为基数“8”的第 i 次幂的系数。这样可以将任意一个八进制数转换为十进制数。

【例 1-2】 试将八进制数 $(61)_8$ 转换为十进制数。

解: $(61)_8 = 6 \times 8^1 + 1 \times 8^0 = 49$

代表十进制数 49。

任何一个八进制数, 例如 61, 可以书写成 $(61)_8$, 或 61O 或 61Q 等形式。

(4) 十六进制

十六进制的基数为 16, 即它所使用的数字符号只有 16 个, 它们是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。进位规则是“逢十六进一”, 每位数字符号的位权是基数 16 的不同次幂。任何一个十六进制数 N 都可以用多项式表示法写成如下形式:

$$(N)_{16} = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i \times 16^i$$

式中, K_i 为基数“16”的第 i 次幂的系数。这样可以将任意一个十六进制数转换为十进制数。

【例 1-3】 试将十六进制数 4E6 转换为十进制数。

解: $(4E6)_{16} = 4 \times 16^2 + 14 \times 16^1 + 6 \times 16^0 = 1254$

代表十六进制数 1254。

任何一个十六进制数, 例如 4E6, 可以写成 $(4E6)_{16}$ 或 $(4E6)_H$ 等形式。

1.1.1.2 数制间的相互转换

同一个数可以用不同的进位制表示, 例如十进制数 49, 表示成二进制数是 110001B, 表示成八进制是 61Q, 表示成十六进制是 31H。一个数从一种进位制表示变成另一种进位制表示, 称为数制转换。下面介绍数制间转换的方法。

(1) 二进制数、八进制数、十六进制数转换为十进制数

二进制数、八进制数、十六进制数转换为十进制数可以采用多项式替代法。具体方法是: 将二进制数(或八进制数, 或十六进制数)用多项式表示法写出, 然后按十进制运算规则算出相应的十进制数值即可。

上面的例题 1、2、3 已作出了说明。

(2) 十进制数转换为二进制数、八进制数及十六进制数

1) 十进制整数转换为二进制、八进制及十六进制整数

十进制整数转换为二进制整数的方法是“除 2 取余”。

【例 1-4】 将十进制数 $(25)_D$ 转换为二进制数。

解: 根据上述原理, 可按如下的步骤转换为二进制数

2	25	余 1	B_0
2	12	余 0	B_1
2	6	余 0	B_2

2	3	余 1	B_3
2	1	余 1	B_4
1			

由上得 $(25)_D = B_4 B_3 B_2 B_1 B_0 = (11001)_B = 11001_B$

同样地,十进制整数转换为八进制整数的方法是“除 8 取余”。十进制整数转换为十六进制整数的方法是“除 16 取余”。下面举例来说明。

【例 1-5】将十进制数 $(2803)_D$ 转换为十六进制数。

解:根据上述原理,可按如下的步骤转换为十六进制数

16	2803	余 3	H_0
16	175	余 15	H_1
16	10	余 10	H_2
0			

由上得 $(2803)_D = H_2 H_1 H_0 = (AF3)_H = AF3_H$

一般地,对于十进制整数转换为任意其他进制整数,方法为“除基取余,直至商为 0,注意确定高低位”。

2) 十进制小数转换为二进制、八进制及十六进制小数

十进制小数转换为二进制小数的方法为“乘 2 取整”。下面举例说明。

【例 1-6】将十进制小数 $(0.5625)_D$ 转换为二进制小数。

解: 0.5625

$$\begin{array}{r} \times \quad 2 \\ \hline 1.1250 \end{array} \quad \text{整数为 } 1, B_{-1}$$

$$\begin{array}{r} \times \quad 2 \\ \hline 0.2500 \end{array} \quad \text{整数为 } 0, B_{-2}$$

$$\begin{array}{r} \times \quad 2 \\ \hline 0.5000 \end{array} \quad \text{整数为 } 0, B_{-3}$$

$$\begin{array}{r} \times \quad 2 \\ \hline 1.0000 \end{array} \quad \text{整数为 } 0, B_{-4}$$

由上得 $(0.5625)_D = 0.B_{-1}B_{-2}B_{-3}B_{-4} = (0.1001)_B = 0.1001_B$

由此可见,将十进制小数乘以 2,取其个位数为 B_{-1} 。不难推知,将十进制小数每次除去上次所得积中之个位数连续乘以 2,直到满足误差要求进行“四舍五入”为止,就可完成由十进制小数转换为二进制小数。同样,这种“乘基取整”的方法可以推广到十进制小数向任意其他进制小数的转换。具体方法是:“乘基取整,取有效位,注意确定高低位”。

【例 1-7】将十进制小数 $(0.706)_D$ 转换为二进制小数。

$$\begin{array}{rcl}
 \text{解:} & 0.706 & \\
 \times & 2 & \\
 \hline
 & 1.412 & \text{整数为 } 1, B_{-1} \\
 \times & 2 & \\
 \hline
 & 0.824 & \text{整数为 } 0, B_{-2} \\
 \times & 2 & \\
 \hline
 & 1.648 & \text{整数为 } 1, B_{-3} \\
 \times & 2 & \\
 \hline
 & 1.296 & \text{整数为 } 1, B_{-4}
 \end{array}$$

此时,一般根据精度要求,只取有限位。由于最后的小数小于0.5,根据“四舍五入”的原则, B_{-4} 应为0。所以, $(0.706)_D = (0.1011)_B$ 。

此外,如果一个数既有整数,也有小数部分,则可用前述的“除基取余”及“乘基取整”的方法分别对整数部分和小数部分进行转换,然后合并起来即可。例如:

$$\begin{array}{ccc}
 16.25 = 16 + 0.25 & & \\
 \downarrow & & \downarrow \\
 10000 & 0.01 &
 \end{array}$$

由上得 $(16.25)_D = (10000.01)_B = 10000.01_B$

(3) 八进制与二进制之间的相互转换

由于3位二进制数刚好有8种不同的数位组合,如下所示。

二进制:	000	001	010	011	100	101	110	111
八进制:	0	1	2	3	4	5	6	7

所以3位二进制数可以变为1位八进制数,而1位八进制数可以变为3位二进制数。

【例1-8】将八进制数 $(16.23)_Q$ 转换为二进制小数。

$$\begin{array}{rcl}
 \text{解:} & \text{八进制:} & 1 \quad 6. \quad 2 \quad 3 \\
 & \text{二进制:} & 001 \quad 110. \quad 010 \quad 011
 \end{array}$$

由上得 $(16.23)_Q = (001110.010011)_Q = 001110.010011_Q$

(4) 十六进制与二进制之间的相互转换

由于4位二进制数刚好有16种不同的数位组合,如下所示。

二进制:	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
十六进制:	0	1	2	3	4	5	6	7
二进制:	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
十六进制:	8	9	A	B	C	D	E	F

所以4位二进制数可以变为1位十六进制数,而1位十六进制数可以变为4位二进制数。

【例1-9】将二进制数 $(00100111)_2$ 转换为八进制数。

解： 二进制： 0010 0111

八进制： 2 7

由上得 $(100111)_B = (27)_H = 27H$

显而易见,八进制、十六进制与二进制的转换非常方便。在数字系统和计算机中,原始数据经常用八进制或十六进制书写,而在数字系统和计算机内部,数据则是用二进制表示的。

1.1.2 编码

数字系统的信息可分为两类,一类是数值,另一类是文字符号。数值信息的表示方法前面已叙述了。此外,对于各种字符,如字母、标点符号及汉字等信息,机器又是如何识别和处理的呢?这就要涉及到编码问题。用若干位二进制数按一定的组合方式(即码制)组合起来以表示数(包括大小和符号)和字符等信息,这就是编码。编码方式即码制有多种,下面介绍几种常用的数的编码与字符的编码。

1.1.2.1 数的编码

(1) 二进制编码

二进制编码最简单,其特点是码值与数值相等。例如,若十进制数 128 被当作无符号数,其二进制编码为 10000000B,与它的二进制数值相等。

一个 n 位二进制无符号数的表示范围是 $0 \sim 2^n - 1$,所以 8 位二进制无符号数的表示范围是 $0 \sim 255$;16 位二进制无符号数的表示范围是 $0 \sim 65535$ 。

(2) BCD 码(二-十进制码)

人们习惯的是十进制计数系统,而在数字电路和计算机中数字只能用二进制表示。为了解决这一矛盾,可以把十进制数的每位数字用若干位二进制数码表示。通常称这种用若干位二进制数码表示一位十进制数的编码方法为二-十进制编码,简称 BCD 码。

常见的 BCD 码有 8421 码、2421 码等。8421 BCD 码是最基本的 BCD 码,应用也较普遍。它是将十进制数的每个数字符号用 4 位二进制数码来表示。该 4 位二进制数每位都有固定的权值,从左至右各位的权值分别为 8、4、2、1,故称 8421 码。8421 码与十进制数的对应关系如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 8421 码与十进制数的对应关系

十进制数	8421 码
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

从表 1.1.1 可以看出,8421BCD 码由 4 位二进制数的 0000(0)到 1111(15)16 种组合中的前 10 种组成,即 0000(0)~1001(9),其余六种组合是无效的。

任何一个十进制数要写成 8421 码表示时只要把该十进制数的每位转换成相应的 8421 码即可。如:

$$(128)_{10} = (000100101000)_{8421}$$

同样,任何一个 8421 码表示的十进制数,也可以方便地转换成普通十进制数。如:

$$(0011001010011001)_{8421} = (3299)_{10}$$

按照 BCD 码在计算机中的存储形式,又有压缩的 BCD 码和非压缩的码。

压缩的 8421BCD 码是用一个字节(8 位)的二进制数表示十进制数的 2 位,即每位十进制数用 4 位二进制数表示。例如十进制数 8302,表示成压缩的 8421BCD 码为:

$$\begin{array}{cc} 10000011 & 00000010 \\ \text{第一个字节} & \text{第二个字节} \end{array}$$

非压缩的 8421BCD 码是用一个字节(8 位)的二进制数表示十进制数的 1 位,即每位十进制数用 8 位二进制数表示。十进制数的每位占低 4 位,高 4 位的内容无关紧要。本书中如不加特别说明,8421 码是指压缩的 8421BCD 码。

采用 BCD 码比二进制编码转换方便、直观。

1.1.2.2 字符的编码

上面介绍了用二进制代码表示十进制数。在实际工作中,除了十进制数外,还常常使用二进制代码表示各种符号,如英文字母、标点符号、运算符号等。我们把这种用以表示各种符号(包括字母、数字、标点符号、运算符号以及控制符号等)的二进制代码称为字符代码。

ASCII 码(美国信息交换标准码)是运用非常广泛的字符代码。ASCII 码的位数为 7,因此可表示 2^7 即 128 个字符。它包括各种打印字符(如大写和小写字母、十进制数字、若干标点符号和专用符号);各种控制字符(如回车、换行、换页、传输结束)等。表 1.1.2 是 ASCII 码编码表。

由表中可知,字符“0”~“9”的 ASCII 码为 0110000B~0111001B,表示成十六进制为 30H~39H;字符“a”~“z”的 ASCII 码为 1100001B~1111010B,表示成十六进制为 61H~7AH;字符“A”~“Z”的 ASCII 码为 1000001B~1011010B,表示成十六进制为 41H~5AH。

表 1.1.2 ASCII 码

低位 \ 高位		0	1	2	3	4	5	6	7
		000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w

续表

高位 低位		0	1	2	3	4	5	6	7
		000	001	010	011	100	101	110	111
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	
C	1100	FF	FS	,	<	L		l	
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	
E	1110	SO	RS	.	>	N	↑	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	←	o	DEL

NUL	空	FF	走纸控制	EM	纸尽	SOH	标题开始	CR	回车
SUB	减	STX	正文开始	SO	移位输出	ESC	换码	ETX	正文结束
SI	移位输入	FS	文字分隔符	EOT	传输结束	DLE	数据链换码	GS	组分隔符
ENQ	询问	DC1	设备控制 1	RS	记录分隔符	ACK	承认	DC2	设备控制 2
US	单元分隔符	BEL	报警(响铃)	DC3	设备控制 3	DEL	删除	BS	退一格
DC4	设备控制 4	NAK	否定	HT	横向列表	SYN	空转同步	SP	空格
LF	换行	ETB	信息组传送结束	VT	垂直制表	CAN	作废		

1.2 逻辑函数的表示和化简

逻辑代数亦称为布尔代数,其基本思想是英国数学家布尔于 1854 年提出的。1938 年,香农把逻辑代数用于开关和继电器网络的分析、化简,率先将逻辑代数用于解决实际问题。经过几十年的发展,逻辑代数成为分析和设计逻辑电路不可缺少的数学工具。

1.2.1 逻辑函数及其基本运算

在逻辑代数中,有与、或、非 3 种基本逻辑运算。众所周知,运算是一种函数关系,它可以用语言描述,也可用逻辑表达式描述,还可用表格或图形来描述。描述逻辑关系的表格为真值表。用规定的图形符号来表示逻辑运算称为逻辑符号。下面分别讨论 3 种基本的逻辑运算。

1.2.1.1 基本逻辑运算

(1) 与运算

图 1.2.1 表示一个简单的与逻辑电路,电压 V 通过开关 A 和 B 向灯泡供电,只有 A 与 B 同时接通时,灯泡才亮。 A 和 B 中只要有一个不接通或二者均不接通时,则灯泡不亮,其真值表如表 1.2.1 所示。因此,从这个电路可总结出这样的逻辑关系:“只有当一件事(灯亮)的几个条件(开关 A 与 B 都接通)全部具备之后,这件事(灯亮)才发生”,这种关系称为与逻辑。如果用二值逻辑 0 和 1 来表示,并设开关不通和灯不亮均用 0 表示,而开关接通和灯亮均用 1 表示。若用逻辑表达式来描述,则可写为:

$$C = A \cdot B$$

式中,“ $\cdot$ ”表示 A 、 B 的与运算,也表示逻辑乘。也可写成 $C = A \times B$ 或 $C = A \wedge B$ 或 $C = AB$,读作“ C 等于 A 乘 B ”,或“ C 等于 A 与 B ”。这里, A 、 B 、 C 都是逻辑变量, A 、 B 代表进行“与”运算的两个变量, C 是运算结果。