

中国电子教育学会高教分会推荐
普通高等教育电子信息类“十三五”课改规划教材

数字电子技术

主编 吴德刚 陈乾辉

西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

非
外
借

中国电子教育学会高教分会推荐
普通高等教育电子信息类“十三五”课改规划教材

数字电子技术

主 编 吴德刚 陈乾辉
副主编 赵利平 董爱华 晋会杰

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书共包括6个项目,由浅入深地介绍了组合逻辑电路和时序逻辑电路的应用,主要内容有表决器的制作与调试、编码显示电路的制作、抢答器的制作与调试、数字时钟的设计、电子秤的制作与调试及综合设计与制作。每一个项目均配有专项理论知识和实际项目的设计与制作部分。

本书可作为普通高等院校理工科相关专业“数字电子技术”课程的教材,也可供从事电子技术工作的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术/吴德刚,陈乾辉主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2017.12
ISBN 978-7-5606-4677-0

I. ①数… II. ①吴… ②陈… 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 251600 号

策 划 刘小莉

责任编辑 唐小玉 雷鸿俊

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2017年12月第1版 2017年12月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 15.5

字 数 365千字

印 数 1~2000册

定 价 32.00元

ISBN 978-7-5606-4677-0/TN

XDUP 4969001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

高等学校教材是传授知识与培养专业技能的重要工具，既要讲述理论知识，又要突出应用。编者针对当前教材普遍重理论、轻实践的现状，采用项目化教学模式，以项目为载体，介绍数字电子技术的基本理论和应用。

在本书中，项目是理论知识的载体，每个项目又包含若干个任务，具体任务既包含基本理论知识的介绍，又重点涉及实际项目的设计与制作。例如，项目四——数字时钟的设计就包含了两个任务：任务一是该项目所涉及的基本理论知识，如计数器、寄存器、脉冲发生器等；任务二是数字时钟的设计与制作，如设计要求、方案设计、元器件选择、电路仿真等。全书将数字电子技术的组合逻辑电路和时序逻辑电路的应用融合到了6个项目之中，避免了重理论、轻实践的弊端，真正体现了教、学、做一体化的全新教学理念。

本书具有以下特点：

- 工程性

(1) 实际工程需要证明理论知识的可行性，所以本书强调了应用性分析和设计。

(2) 数字电路主要是数字芯片在不同实际工程中的应用，所以本书重点介绍了数字芯片的应用。

- 实践性

(1) 常用电子仪器的使用方法。

(2) 数字电路芯片的引脚识别。

(3) 数字电路芯片的实际应用。

本书共包括6个项目，主要内容有表决器的制作与调试、编码显示电路的制作、抢答器的制作与调试、数字时钟的设计、电子秤的制作与调试及综合设计与制作。

本书由商丘工学院吴德刚、陈乾辉担任主编，赵利平、董爱华、晋会杰担

任副主编，编写分工如下：项目一“表决器的制作与调试”由陈乾辉编写，项目二“编码显示电路的制作”由晋会杰编写，项目三“抢答器的制作与调试”由董爱华编写，项目四“数字时钟的设计”由吴德刚编写，项目五“电子秤的制作与调试”和项目六“综合设计与制作”由赵利平编写。

由于编者水平有限，书中内容难免存在不够妥善之处，希望读者，特别是使用本书的教师和同学积极提出批评与改进意见，以便今后修订完善。

编 者

2017 年 9 月

目 录

绪论	1
项目一 表决器的制作与调试	3
任务一 数制与编码	3
一、数制	3
二、不同数制间的相互转换	5
三、几种常用的编码	7
任务二 逻辑代数及应用	8
一、基本逻辑关系	9
二、逻辑代数的基本公式和定理	13
三、逻辑函数及其表示方法	15
四、逻辑函数几种表示方法之间的转换	17
五、逻辑函数的化简方法	19
任务三 基本逻辑门电路	31
一、半导体二极管、三极管和 MOS 管的开关特性	31
二、分立元器件门电路	36
三、CMOS 集成门电路	38
四、TTL 集成门电路	41
任务四 组合逻辑电路	47
一、组合逻辑电路的分析方法	47
二、组合逻辑电路的设计方法	50
三、组合逻辑电路中的竞争冒险	53
任务五 项目设计	55
一、概述	55
二、设计任务和要求	56
三、设计方案分析	56
四、设计步骤	56

五、安装注意事项	58
六、表决器的调试	58
习题	59
项目二 编码显示电路的制作	61
任务一 常用组合逻辑器件介绍	61
一、编码器	61
二、译码器	67
三、数据选择器	73
四、数据分配器	75
五、加法器	76
六、数值比较器	79
任务二 编码显示电路的设计	82
一、概述	82
二、设计任务及要求	82
三、设计方案	82
四、显示电路的设计	82
习题	84
项目三 抢答器的制作与调试	85
任务一 触发器概述	85
一、分立元件触发器	86
二、集成基本触发器	89
任务二 几种触发器介绍	92
一、RS 触发器	92
二、JK 触发器	96
三、D 触发器	98
四、集成触发器的主要参数与逻辑功能转换	100
五、触发器的应用	102
任务三 项目设计	111
一、数字抢答器的逻辑电路设计	111
二、制作	117
三、调试	123
习题	124

项目四 数字时钟的设计	127
任务一 常用时序逻辑器件	127
一、计数器	127
二、寄存器	153
三、移位寄存器型计数器	161
四、顺序脉冲发生器	164
五、单稳态触发器	168
六、施密特触发器	171
七、555 定时器	173
任务二 项目设计	176
一、设计要求	176
二、方案设计	176
三、元器件选择	179
四、电路仿真	181
习题	182
项目五 电子秤的制作与调试	184
任务一 D/A 和 A/D 转换器概述	184
一、D/A 转换	184
二、A/D 转换	187
任务二 D/A 和 A/D 转换器分析	191
一、D/A 转换器分析	191
二、A/D 转换器分析	191
三、典型例题	191
任务三 项目设计	200
一、概述	200
二、设计任务和要求	201
三、设计方案分析	201
四、总原理图及元器件清单	211
五、安装与调试	214
习题	215
项目六 综合设计与制作	216
任务一 通信数据检测电路	216

一、串行输入序列脉冲检测电路设计方案的论证	216
二、各串行输入序列脉冲检测电路单元电路的设计	217
三、整体电路设计	220
四、电路设计总结	220
任务二 门铃设计	220
一、常见的几种实用门铃	221
二、电路的设计与工作原理	223
三、电路的调试	224
四、总结	225
任务三 温度检测电路的设计与装调	226
一、电路方框图	226
二、单元电路设计和器件选择	226
三、整机电路及其工作原理介绍	229
四、电路的组装调试	230
任务四 循环流水灯的制作	230
一、循环流水灯的逻辑电路设计	231
二、流水灯的各部分电路设计	232
三、总体电路	236
四、组装及调试过程	238
习题	239
参考文献	240

绪 论

在电子技术中,电子电路可分为模拟电路和数字电路两大类。模拟电路是传输和处理模拟信号的电路;数字电路是传输和处理数字信号的电路。模拟信号是指在时间和数值上都连续变化的信号,如交流放大电路的电信号;数字信号是指在时间和数值上都不连续变化的离散的脉冲信号。

数字电路的功能是利用数字信号实现电路参数的测量、运算、控制等。电子计算机、数字式仪表、工业逻辑系统和通信、数字控制装置等都是以数字电路为基础,利用数字电路的逻辑控制关系实现和逻辑控制有关的各种门电路。

1. 数字信号与数字电路

数字信号是脉冲信号,持续时间短暂。在数字电路中,最常见的数字信号是矩形波和尖顶波。数字电路通常是根据脉冲信号的有无、个数、频率、宽度来进行工作的,而与脉冲幅度无关,所以抗干扰能力强,准确度高。虽然数字信号的处理电路比较复杂,但信号本身波形十分简单,只有有或无两种状态,在电路中具体表现为高电位和低电位(通常用 1 和 0 表示)。用于数字电路的晶体管不是工作在放大状态而是工作在开关状态,要么饱和导通,要么截止,因此制作时要求低、功耗小,易于集成化。随着数字集成电路制作技术的发展,数字电路获得了广泛的应用。数字电路中广泛采用二进制计数,其优点是:只有两个状态,容易实现;运算法则简单。

2. 数字电路的分类

1) 根据电路结构进行分类

根据电路结构的不同,数字电路可分为分立元件电路和集成电路。分立元件电路是将晶体管、电阻、电容等元器件用导线在线路板上连接起来的电路;集成电路则是将上述元器件和导线通过半导体制造工艺做在一块硅片上而成为一个不可分割的整体电路。

2) 根据半导体的导电类型进行分类

根据半导体的导电类型的不同,数字电路可分为双极型数字集成电路和单极型数字集成电路。双极型数字集成电路以双极型晶体管作为基本器件,例如 TTL、ECL;单极型数字集成电路则以单极型晶体管作为基本器件,例如 CMOS。

3) 根据集成密度进行分类

根据集成电路规模的大小,数字电路可分为小规模集成电路(SSI)、中规模集成电路(MSI)、大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI),分类的依据是一片集成电路芯片上包含的逻辑门个数或元件个数。

小规模集成电路(Small Scale Integration, SSI)通常是指含逻辑门数小于 10 门(或含元件数小于 100 个)的数字电路;中规模集成电路(Medium Scale Integration, MSI)通常是指含逻辑门数为 10 门~99 门(或含元件数为 100 个~999 个)的数字电路;大规模集成电

路(Large Scale Integration, LSI)通常是指含逻辑门数为 100 门~9999 门(或含元件数为 1000 个~99 999 个)的数字电路;超大规模集成电路(Very Large Scale Integration, VLSI)通常是指含逻辑门数大于 10 000 门(或含元件数大于 100 000 个)的数字电路。

3. 数字电路的特点

- (1) 数字电路中的晶体管工作在饱和或截止状态。
- (2) 数字电路是根据信号的有无、个数、宽度和频率进行工作的,其准确度高,抗干扰能力强。
- (3) 数字电路研究电路的输入与输出之间的逻辑关系,采用逻辑代数的分析方法。
- (4) 数字电路具有便于高度集成化、工作可靠性高、抗干扰能力强和保密性好等优点。

项目一 表决器的制作与调试

【问题导入】

在中国达人秀比赛中，选手表演结束后，由三位评委按一下自己面前的按钮来决定是否同意选手晋级。当两位及两位以上评委按下按钮时，表明选手成功晋级。如何设计这一电路？

【学习目标】

- (1) 了解常见的几种数制以及相互之间的转换方法。
- (2) 掌握逻辑代数的基本概念、公式和定理。
- (3) 掌握逻辑函数的化简方法。
- (4) 掌握几种常见逻辑函数的表示方法及其相互间的转换方法。
- (5) 掌握逻辑门电路的工作原理。
- (6) 掌握逻辑电路的分析和设计方法。

【技能目标】

- (1) 学会数字集成电路的资料查阅、识别及选用方法。
- (2) 能熟练使用电子仪表对集成电路的质量进行检查。
- (3) 掌握表决器的安装、调试与检测方法。
- (4) 掌握数字电路的故障检修方法。

任务一 数制与编码

数制是计数进位制的简称。在人们的日常生活和工作中，最常使用的是十进制进位计数制。而在数字系统和计算机中，只能识别“0”和“1”构成的数码，所以通常采用二进制数；有时也采用十六进制数或八进制数。这种多位数码的构成方式以及从低位到高位的位置规则称为数制。

一、数制

(一) 十进制

十进制数由 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个数码构成。数制中用于表示数量特征的数为基数。任何一个十进制数都可以用这十个数码中的一个或几个按一定规律排列起来表示，其基数为十。超过 9 的数需要用多位数表示，其进位规则是“逢十进一”，故称为十进制。

因此，每一数码处于不同位置时，所代表的数值不同。 n 位十进制数中，第 i 位所表示的数值就是处在第 i 位的数字乘上基数的 i 次幂(第 i 位的位权)。

例如：

$$(3568.29)_{10} = 3 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 9 \times 10^{-2}$$

式中, 10^3 、 10^2 、 10^1 和 10^0 分别为千位、百位、十位和个位数码的权, 而小数点以右数码的权值是 10 的负幂。

任意一个正的十进制数 D 都可表示为

$$D = \sum k_i \times 10^i \quad (1-1)$$

式中: k_i 为基数“10”的第 i 次幂的系数, 它可以是 0~9 中任何一个数字; 10^i 为第 i 位位权; $k_i \times 10^i$ 为第 i 位的数值。

若将式(1-1)中的 10 用字母 N 来代替, 就可以得到任意进制数的表达式:

$$D = \sum k_i \times N^i \quad (1-2)$$

式中, k_i 为基数“ N ”的第 i 次幂的系数, 它可以是 0~($N-1$)中任何一个数字。

(二) 二进制

二进制数在数字电路和计算机系统中应用最为广泛。在二进制数中, 只有 0 和 1 两个数码, 所以计数基数为 2。低位和相邻高位间的进位规则是“逢二进一”, 故称为二进制。

根据式(1-2), 任意二进制数均可表示为

$$D = \sum k_i \times 2^i \quad (1-3)$$

式中, k_i 为基数“2”的第 i 次幂的系数, 它可以是 0 或 1。

通过式(1-3)可以计算出一个二进制数所表示的十进制数的大小。

例如:

$$(1011.01)_B = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (11.25)_D$$

式中, 分别使用下脚注 B(Binary)和 D(Decimal)表示括号里的数是二进制数和十进制数, 也可用 2 和 10 分别代替 B 和 D 这两个脚注。

二进制只有 0 和 1 两个数码, 基本运算规则简单。不过, 由于二进制数“逢二进一”的进位规则, 当用二进制表示一个数时, 位数太多, 不便于书写和阅读, 因此, 通常在书写和阅读时采用十进制数。在数字电路和计算机系统中可将十进制数转换成数字系统能接受的二进制数, 经运算处理后再转换成十进制数输出。

另外, 二进制数的每一位只有两个状态, 可表示任何具有两个不同稳定状态的元件, 如开关的断开和闭合、三极管的饱和和截止、灯的亮与不亮、是与非等。只要规定其中一种状态表示 1, 另一种状态表示 0, 就可以将二进制数用于数码的存储、传输和分析。

(三) 八进制

由于二进制数使用时位数较多, 不便于书写和阅读, 因此在数字电路和计算机中常采用八进制和十六进制表示二进制数。

在八进制数中, 每一位用 0~7 八个数字表示, 所以计数基数为 8。低位和相邻高位间的进位规则是“逢八进一”, 故称为八进制。

根据式(1-2), 任意八进制数均可表示为

$$D = \sum k_i \times 8^i \quad (1-4)$$

式中, k_i 为基数“8”的第 i 次幂的系数, 它可以是 0~7 中任何一个数字。

通过式(1-4)可以计算出一个八进制数所表示的十进制数的大小。

例如：

$$(27.6)_8 = 2 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} = (23.75)_{10}$$

式中，使用下脚注 8 表示括号里的数是八进制数，也可用 O(Octal)代替脚注 8。

(四) 十六进制

十六进制数由 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A(10)、B(11)、C(12)、D(13)、E(14)、F(15)十六个数码构成。因此，任意十六进制数均可表示为

$$D = \sum k_i \times 16^i \tag{1-5}$$

式中， k_i 为基数“16”的第 i 次幂的系数，它可以是 0~F 中任何一个数字。

通过式(1-5)可以计算出一个十六进制数所表示的十进制数的大小。

例如：

$$(6B.C)_{16} = 6 \times 16^1 + B \times 16^0 + C \times 16^{-1} = (107.75)_{10}$$

二、不同数制间的相互转换

(一) 十-二转换

由上述介绍可知，同一个数可以有不同的表示形式。若将二进制数按式(1-3)展开，可以得到等值的十进制数。将二进制数转换为等值的十进制数称为二-十转换。同理，十-二转换就是将十进制数转换为等值的二进制数。

首先讨论整数的转换，其转换方式如下：

(1) 假定十进制数为 $(N)_{10}$ ，等值的二进制数为 $(b_n b_{n-1} \cdots b_0)_2$ ，由式(1-3)可知

$$(N)_{10} = b_n \times 2^n + b_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0 \tag{1-6}$$

式中， $b_n、b_{n-1}、\cdots、b_1、b_0$ 为二进制各位数字。

(2) 将等式两边分别除以 2，则得到 $(N)_{10}$ 的商为 $b_n \times 2^{n-1} + b_{n-1} \times 2^{n-2} + \cdots + b_1$ ，而余数为 b_0 。

将式(1-6)得到的商写成

$$b_n \times 2^{n-1} + b_{n-1} \times 2^{n-2} + \cdots + b_1 = 2(b_n 2^{n-2} + b_{n-1} 2^{n-3} + \cdots + b_2) + b_1 \tag{1-7}$$

由式(1-7)可知，若将 $(N)_{10}$ 除以 2 的商再除以 2，则所得余数为 b_1 。

(3) 依此类推，将十进制整数每除以一次 2，就根据余数求得二进制数的 1 位数字，连续除以 2 直到商为 0，所得余数由低位到高位排列，即可得到该十进制数等值的二进制数。

例如，将 $(39)_{10}$ 转化为二进制数的过程如下：

2	39		余1..... b_0
2	19		余1..... b_1
2	9		余1..... b_2
2	4		余0..... b_3
2	2		余0..... b_4
2	1		余1..... b_5
	0		

故

$$(39)_{10}=(100111)_2$$

若熟记 $2^0\sim 2^{10}$ 的数值为 $1\sim 1024$, 则可用降幂比较法获得一个十进制数的二进制转换值。

例如:

$$(26)_{10}=16+8+2=2^4+2^3+2^1=(11010)_2$$

其次讨论小数的转换, 其转换方式如下:

(1) 若 $(N)_{10}$ 为十进制小数, 对应的二进制小数为 $(0.b_{-1}b_{-2}\cdots b_{-m})_2$, 则 $(N)_{10}$ 可写成

$$(N)_{10}=b_{-1}\times 2^{-1}+b_{-2}\times 2^{-2}+\cdots+b_{-m}\times 2^{-m}$$

式中, $b_{-1}、b_{-2}、\cdots、b_{-m}$ 为二进制各位数字。

(2) 将等式两边分别乘以 2, 得到

$$2(N)_{10}=b_{-1}+(b_{-2}\times 2^{-1}+b_{-3}\times 2^{-2}+\cdots+b_{-m}\times 2^{-m+1}) \tag{1-8}$$

由式(1-8)可知, 将小数 $(N)_{10}$ 乘以 2 所得乘积的整数部分为 b_{-1} 。

同理, 将式(1-8)的小数部分再乘以 2, 可得

$$2(b_{-2}\times 2^{-1}+b_{-3}\times 2^{-2}+\cdots+b_{-m}\times 2^{-m+1})=b_{-2}+(b_{-3}\times 2^{-1}+\cdots+b_{-m}\times 2^{-m+2}) \tag{1-9}$$

由式(1-9)可知, $(N)_{10}$ 乘以 2 的小数部分再乘以 2 的整数部分是 b_{-2} 。

(3) 不难推知, 将每次乘以 2 后所得小数部分再乘以 2, 直到满足误差要求进行“四舍五入”为止, 就可完成十进制小数和二进制小数的转换。

例如, 将 $(0.875)_{10}$ 化为二进制数的过程如下:

$$\begin{array}{llll} 0.875\times 2=1.75 & \cdots\cdots & b_{-1}=1 \\ 0.75\times 2=1.5 & \cdots\cdots & b_{-2}=1 \\ 0.5\times 2=1.0 & \cdots\cdots & b_{-3}=1 \end{array}$$

故

$$(0.875)_{10}=(0.111)_2$$

(二) 二-八转换

二-八转换就是将二进制数转换为等值的八进制数。3 位二进制数的 8 个状态恰好相当于 1 位八进制数的 8 个不同的数码, 因此在把二进制数转换为八进制数时, 只需将二进制数的整数部分从低位(2^0)每 3 位分为一组, 不足高位补 0; 小数部分则是从高位到低位每 3 位分为一组, 不足低位补 0, 并把每一组用一位八进制数代替即可。

例如, 将 $(1101110011.10011101)_2$ 转换为八进制数的过程如下:

$$\begin{array}{ccccccc} (001 & 101 & 110 & 011 & . & 100 & 111 & 010)_2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ = (1 & 5 & 6 & 3 & . & 4 & 7 & 2)_8 \end{array}$$

(三) 八-二转换

将八进制数转换为等值的二进制数就是八-二转换。转换过程比较简单, 只要将八进制数的每一位以等值二进制数代替即可。

例如, 将 $(5362.471)_8$ 转换为二进制数的过程如下:

$$\begin{array}{ccccccc} (5 & 3 & 6 & 2 & . & 4 & 7 & 1)_8 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ = (101 & 011 & 110 & 010 & . & 100 & 111 & 001)_2 \end{array}$$

(四) 二-十六转换

同二-八转换，将二进制数转换为等值的十六进制数称为二-十六转换。4 位二进制数的 16 个状态恰好相当于 1 位十六进制数的 16 个不同的数码，因此将二进制数转换为十六进制数时，只要将二进制数的整数部分从右到左每 4 位一组，不足高位补 0；小数部分从左到右每 4 位一组，不足低位补 0，并把每一组用一位十六进制数代替即可。

例如，将 $(1011110011.10101101)_2$ 转换为十六进制数的过程如下：

$$\begin{array}{ccccccc} (0010 & 1111 & 0011 & . & 1010 & 1101)_2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\ = (2 & F & 3 & . & A & D)_{16} \end{array}$$

(五) 十六-二转换

与八-二转换相仿，将十六进制数转换为等值的二进制数就是十六-二转换。转换过程同样比较简单，只要将十六进制数的每一位以等值 4 位二进制数代替即可。

例如，将 $(5E6F.4B1)_{16}$ 转换为二进制数的过程如下：

$$\begin{array}{ccccccc} (5 & E & 6 & F & . & 4 & B & 1)_{16} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ = (0101 & 1110 & 0110 & 1111 & . & 0100 & 1011 & 0001)_2 \end{array}$$

三、几种常用的编码

以一定的规则编制代码，用以表示十进制数值、字母、符号等的过程称为编码。将代码还原成所表示的十进制数、字母、符号等的过程称为解码或译码。若所需编码的信息为 N 项，则需要的二进制数码的位数 n 满足 $2^{n-1} \leq N \leq 2^n$ 。

(一) 二-十进制码

在数字系统中，不仅仅要处理数值信息，还要处理包括控制符在内的很多文字符号。与数值信息的标识方法类似，文字符号信息亦采用二进制码表示，这种用二进制数表示文字、符号等信息的过程称为二进制编码。用来进行编码的二进制数称为二进制代码。

在日常生活中用得最多的是十进制代码，但二进制数用电路实现较易。为了用二进制代码表示 0~9 这十个状态，则至少应当有 4 位二进制代码。4 位二进制代码有 16 种 (0000~1111) 不同的组合方式，即 16 种代码。二-十进制码就是用 4 位二进制数来表示 1 位十进制数的 0~9 十个数码，即二进制编码的十进制码 (Binary Coded Decimal, BCD 码)，然后根据不同的规则从中选择 10 种以表示十进制的 10 个数码。表 1-1 中列出了编码规则不同的几种 BCD 码。

1. 有权 BCD 码

8421 码是最常见的有权 BCD 码。在这种编码方式中，每一位二值代码的 1 都代表一个固定数值。将每一位的 1 代表的十进制数加起来的结果就是它所代表的十进制数码，正好是 4 位自然二进制数 0000(0)~1111(15) 16 种组合中的前 10 种组合，即 0000(0)~1001(9)；后 6 种组合无效。由于代码中从左到右每一位的 1 分别表示 8、4、2、1，因此这种代码称为 8421BCD 码。由于编码中每位的值是固定不变的，所以该码是有权码。

表 1-1 几种常见的 BCD 码

十进制数	有权码			无权码	
	8421 码	2421 码	5211 码	余 3 码	余 3 循环码
0	0000	0000	0000	0011	0010
1	0001	0001	0001	0100	0110
2	0010	0010	0100	0101	0111
3	0011	0011	0101	0110	0101
4	0100	0100	0111	0111	0100
5	0101	1011	1000	1000	1100
6	0110	1100	1001	1001	1101
7	0111	1101	1100	1010	1111
8	1000	1110	1101	1011	1110
9	1001	1111	1111	1100	1010

2421 码也是有权码，对应高位到低位的权值分别为 2、4、2、1。从表 1-1 中可以看出，它的 0 和 9、1 和 8、2 和 7、3 和 6、4 和 5 互为反码，即任意一个十进制数 N 的代码各位取反，所得代码正好表示 N 的 9 的补码(9- N 的代码)。

5211 码是另一种有权码，它各位的权值依次为 5、2、1、1。

综上所述，三种有权码的十进制数与二进制数之间满足：

$$(N)_D=W_3b_3+W_2b_2+W_1b_1+W_0b_0$$

其中， $W_3\sim W_0$ 为二进制码各位的权。

2. 无权 BCD 码

余 3 码是无权码。当两个十进制的和是 10 时，相应的二进制正好是 16，可自动产生进位信号，而不需修正。1 和 9、2 和 8、…、6 和 4 的余 3 码互为反码，求 10 的补码很方便。

余 3 循环码是一种变权码。相邻的两个代码之间仅一位的状态不同。按余 3 循环码组成计数器时，每次转换过程只有一个触发器翻转，译码时不会发生竞争-冒险现象。

(二) ASCII 码

ASCII 码是国际标准化组织认定的国际通用的标准代码，由 7 位二进制代码组成，共 128 个，可以表示大、小写英文字母，十进制数，标点符号，运算符号，控制符号等，普遍用于计算机的键盘指令输入和数据等。

任务二 逻辑代数及应用

数字电路是一种开关电路，输入、输出量是高、低电平，可以用二值变量(取值只能为 0、1)来表示。输入量和输出量之间的关系是一种逻辑上的因果关系。仿效普通函数的概念，数字电路可以用逻辑函数的数学工具来描述。

逻辑代数又称布尔代数，是分析和设计逻辑电路时常用的数学工具，其变量用字母表