



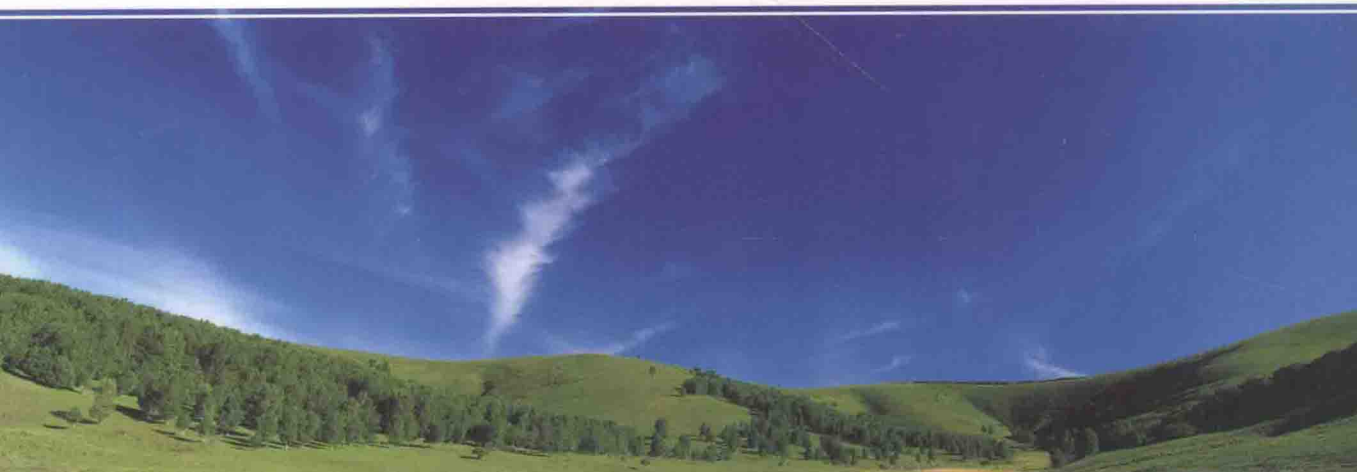
工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

数字电子技术

周忠 主编 张金菊 何一芥 王聪 郭永欣 副主编



Digital Electronic Technology

面向应用型教学需求

以操作技能为切入点

概念简洁，由浅入深



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目

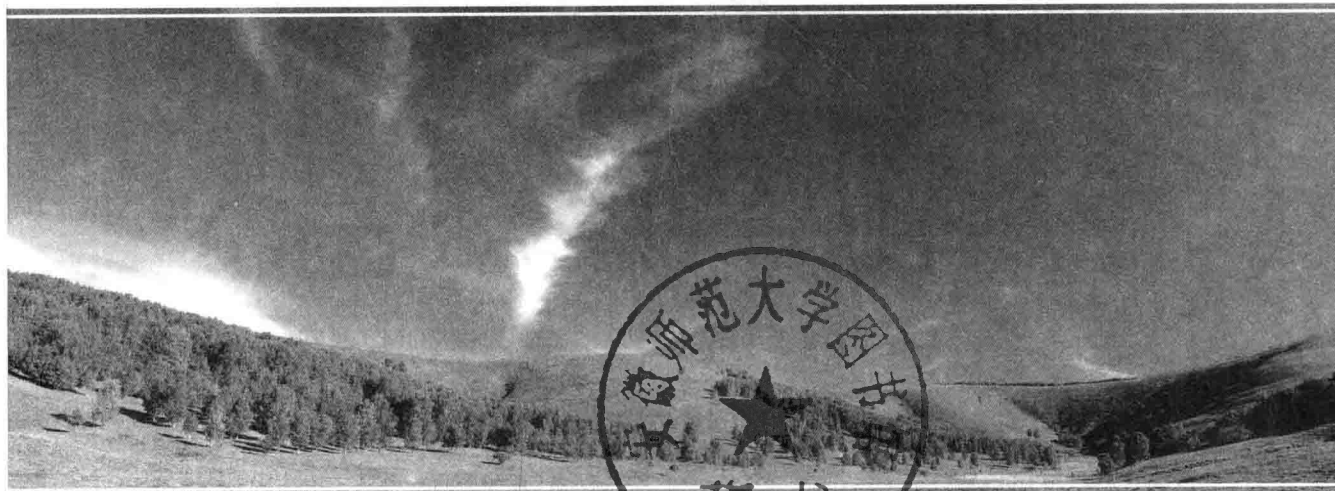
高等职业教育电子技术技能培养规划教材

Gaodeng Zhiye

Guihua Jiaocai

数字电子技术

周忠 主编 张金菊 何一芥 王聪 郭永欣 副主编



Digital Electronic
Technology

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

数字电子技术 / 周忠主编. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2012. 2

高等职业教育电子技术技能培养规划教材
ISBN 978-7-115-26400-8

I. ①数… II. ①周… III. ①数字电路—电子技术—
高等职业教育—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第281540号

内 容 提 要

本书主要包括数制与编码、数字逻辑电路基础、逻辑门电路、数码显示电路的分析与制作, 八路智力抢答器、计时器电路的分析与制作、数字电子钟分析与制作、电压发生器的分析与制作、半导体存储器和可编程逻辑器件等。本书可作为高职院校电子信息类、自动化类、计算机类、通信工程、测控技术与仪器等专业的教材, 也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

数字电子技术

-
- ◆ 主 编 周 忠
副 主 编 张金菊 何一芥 王 聪 郭永欣
责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10.5
字数: 251 千字
- 2012 年 2 月第 1 版
2012 年 2 月河北第 1 次印刷

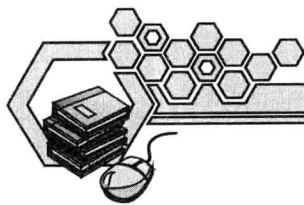
ISBN 978-7-115-26400-8

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



前言

随着计算机、通信和信息技术的迅速发展与广泛应用,人类正在以前所未有的速度全面进入信息化社会,而信息时代正是以数字化为基本特征。通信、计算机、广播、电视等各个领域都在应用数字技术。作为培养在生产、建设、管理、服务第一线岗位上从事技术工作的实用性人才的高等工程专科教育和高等职业教育,开设“数字电子技术”这门课程是十分重要和必要的。数字电子技术是计算机、电力、电子、通信及自动化等专业的主要基础课,是进一步学习专业课及以后从事计算机、通信、信息技术及电气工程技术等工作的一门必修课。

本教材在编写之际,考虑到培养应用性学生的学习实际需求,本着“精心组织、保证基础、精选内容、面向应用”的编写原则,以学生就业所需的专业理论知识和操作技能为切入点,力求提高学生的实际运用能力,使学生能更好地利用所学的知识服务于社会,突出了高职院校教学的特色。

本书遵循以下编写思路:遵循教育规律,按照高职教育人才培养目标要求力求由浅入深,由易到难,由简到繁,讲清概念,立足应用。

教材共分为三篇:基础篇、实践篇和拓展篇。基础篇让学生掌握和理解数等电子技术电的基础知识;实践篇按照内容分为五个项目,其中每个项目中包含电路设计所必须的理论知识、任务制作与调试和考核评价等内容,以培养学生应用数字电子技术相关基础制作实用电路模块为目的,充分体现了高职教育的特点;拓展篇对数字电子技术知识进行了延伸。

在附录中引入 Multisim 在数字电子技术中的应用,并进行了各种电路的仿真分析,使学生会利用该软件进行理论验证,巩固所学知识。

在每章末都对本章内容进行了小结,便于学生了解自己对知识的掌握程度。并附有一定数量的习题,帮助学生加深对课程内容的理解。

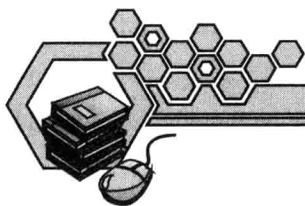
本书由周忠任主编,张金菊、何一芥、王聪任、郭永欣任副主编,各章编写分工为:周忠负责全书统稿并编写第1章,张金菊编写2章、3章、4章,何一芥、郭怡婷、彭访、张群慧编写第5章、6章、7章、8章,王聪、郭永欣编写第9章、10章、附录;马佳参加了大纲的讨论与修订工作。

本书可以作为高职院校电子信息类、自动化类、计算机类、通信工程、测控技术与仪器等专业的教材,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

由于我们水平有限,书中的错误和缺点在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2011年5月



基础篇

第 1 章 绪论.....2

1.1 数字电路的特点.....2

1.1.1 数字信号和数字电路.....2

1.1.2 数字电路的特点.....3

1.2 数制转换.....3

1.2.1 数制.....3

1.2.2 数制转换.....5

1.2.3 码制.....7

本章小结.....8

思考练习题.....8

第 2 章 数字逻辑基础..... 10

2.1 逻辑代数..... 10

2.1.1 逻辑代数中的三种基本运算及 常见的复合逻辑运算.....11

2.1.2 逻辑代数中的基本公式和定理14

2.2 逻辑函数..... 16

2.2.1 逻辑函数的建立..... 16

2.2.2 逻辑函数的表示方法..... 17

2.3 化简..... 18

2.3.1 逻辑函数的代数化简法..... 18

2.3.2 逻辑函数的卡诺图化简方法... 19

本章小结..... 27

思考练习题..... 27

第 3 章 逻辑门电路..... 30

3.1 门电路的功能与特性..... 30

3.1.1 二极管的开关特性..... 31

3.1.2 二极管门电路..... 31

3.1.3 三极管的开关特性..... 33

3.1.4 三极管的门电路..... 33

3.2 TTL 集成门电路..... 33

本章小结..... 37

思考练习题..... 37

实践篇

第 4 章 数码显示电路的分析与 制作..... 40

4.1 项目描述..... 40

4.2 教学目标..... 40

4.3 必备知识..... 40

4.3.1 组合逻辑电路的分析与设计... 41

4.3.2 编码器..... 43

4.3.3 译码器..... 45

4.4 知识拓展..... 49

4.4.1 数据选择器..... 49

4.4.2 数据分配器..... 51

4.4.3 数值比较器..... 51

4.4.4 加法器..... 52

4.4.5 组合逻辑电路的竞争与冒险... 53

4.5 任务分析与实现..... 55

4.5.1 任务分析..... 55

4.5.2 任务实现..... 57

4.6 评分标准..... 58

本章小结..... 58

思考练习题..... 59

第 5 章 八路智力抢答器的 分析与制作..... 62

5.1 项目描述..... 62

5.2 教学目标..... 62

5.3 必备知识..... 63



5.3.1 关于触发器	63
5.3.2 常见集成触发器的型号和 功能	68
5.4 知识拓展	69
5.5 任务分析与实现	71
5.5.1 任务分析	71
5.5.2 任务实现	73
5.6 评分标准	73
本章小结	74
思考练习题	74

第6章 计时器的分析与制作

6.1 项目描述	78
6.2 教学目标	78
6.3 必备知识	78
6.3.1 时序逻辑电路的分析	79
6.3.2 计数器	80
6.4 知识拓展	89
6.4.1 数码寄存器	89
6.4.2 移位寄存器	90
6.5 任务分析与实现	94
6.5.1 任务分析	94
6.5.2 任务的实现	96
6.6 评分标准	97
本章小结	98
思考练习题	98

第7章 数字电子钟的

分析与制作

7.1 项目描述	101
7.2 教学目标	101
7.3 定时器	101
7.3.1 555 时基电路	101
7.3.2 集成定时器的应用	103
7.4 拓展知识	107
7.4.1 石英晶体	107
7.4.2 石英晶体多谐振荡器	107
7.5 任务分析与实现	108
7.5.1 任务分析	108

7.5.2 任务实现	110
7.6 评分标准	111
本章小结	111
思考练习题	112

第8章 0~5V 电压发生器的

分析与制作

8.1 项目描述	113
8.2 教学目标	113
8.3 必备知识	113
8.3.1 数模转换器	113
8.3.2 模数转换器	119
8.4 任务分析与实现	124
8.4.1 任务分析	124
8.4.2 任务的实现	125
8.5 评分标准	126
本章小结	126
思考练习题	127

拓展篇

第9章 半导体存储器

9.1 随机存取存储器 (RAM)	129
9.2 只读存储器 (ROM)	135

第10章 可编程逻辑器件

(PLD)

10.1 PLD 的电路表示法	138
10.2 可编程阵列逻辑器件 (PAL)	140
10.3 可编程通用阵列逻辑器 件 (GAL)	141

附录

附录A Multisim 在数字电子电路中的 使用简介

A.1 门电路的仿真分析	146
A.2 编码器电路的仿真分析	147



A.3	译码器电路的仿真分析.....	148
A.4	数据选择电路的仿真分析 ...	149
A.5	比较器电路的仿真分析.....	152
A.6	竞争冒险现象的仿真分析 ...	153
A.7	J-K 触发器的仿真分析.....	155
A.8	4 位双向移位寄存器的仿真 分析	156

附录 B 常见门电路芯片引脚图..... 158

B.1	TTL 集成门	158
B.2	CMOS 集成门	159
B.3	TTL 集成逻辑门使用的注意 事项.....	160



基础篇

第 1 章 绪论

第 2 章 数字逻辑基础

第 3 章 逻辑门电路

第1章

绪论

本章要点

1. 了解数字电路的特点；
2. 掌握数制和码制以及各种数制间的转换。

21 世纪是信息化和数字化的时代，数字化是人类进入信息时代的必要条件。数字电子技术已经广泛地应用于电视、雷达、通信、电子计算机、自动控制、电子测量仪表、核物理、航天等各个领域。例如，在通信系统中，应用数字电子技术的数字通信系统，不仅比模拟通信系统抗干扰能力强、保密性好，而且还能应用电子计算机进行信息处理和控制，形成以计算机为中心的自动交换通信网；在测量仪表中，数字测量仪表不仅比模拟测量仪表精度高、测试能力强，而且还易于实现测试的自动化和智能化。

1.1 数字电路的特点

1.1.1 数字信号和数字电路

工程上应用电信号可以分为两大类：模拟信号和数字信号。

模拟信号是指时间连续、数值也连续的信号（如电视的图像信号和语音信号），如图 1-1 所示。通常地产生、变换、传送、处理模拟信号的电路叫做模拟电路。

数字信号是指时间上和数值上均是离散的信号（如生产中自动记录零件个数的计数信号，电子表的秒信号）。如图 1-2 所示。一般来说数字信号在两个稳定的状态之间做阶跃式变化，它有电位型和脉冲型两种，用高、低两个电位信号表示数字“1”和“0”是电位型



表示法,用有无脉冲表示数字“1”和“0”是脉冲型表示法。产生、存储、变换、处理、传送数字信号的电路叫做数字电路。

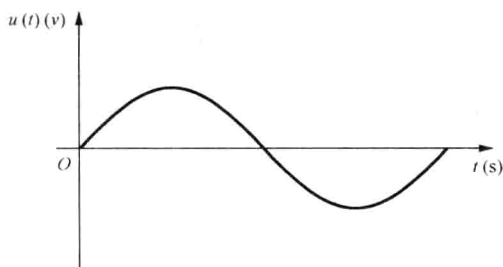


图 1-1 模拟信号

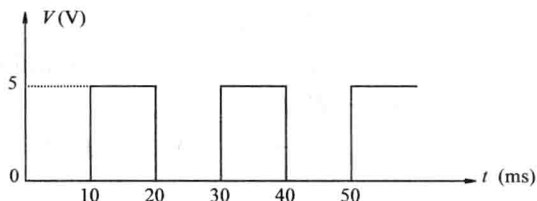


图 1-2 数字信号

1.1.2 数字电路的特点

数字电路在结构和工作状态、研究内容和分析方法等方面都与模拟电路不同,它具有如下特点:

(1) 易于实现。由于数字电路是以二值数字逻辑为基础的,只有0和1两个基本数字,易于用电路来实现,比如可用二极管、三极管的导通与截止这两个对立的状态来表示数字信号的逻辑0和逻辑1。

(2) 便于集成。随着半导体技术和工艺的飞速发展,数字电路目前绝大多数是数字集成电路;批量生产的集成电路成本低廉,使用方便;组成的数字系统工作可靠,精度较高,抗干扰能力强。

(3) 方便控制。数字电路不仅能完成数值运算,而且能进行逻辑判断和运算,这在控制系统中是不可缺少的,可利用它制造数控装置、智能仪表、数字通信设备以及电子计算机等现代化的科技产品。

(4) 保密性好。数字电路中可以对数字信号进行加密处理,使信号在传输过程中不易被窃取。

(5) 通用性强。数字集成电路产品系列多。

由于具有上述一系列优点,数字电路在电子设备或电子系统中得到了越来越广泛的应用,计算机、计算器、电视机、音响系统、视频记录设备、光碟、长途电信及卫星系统等,无一不采用了数字系统。

1.2 数制转换

1.2.1 数制

所谓数制就是计数的方法,它是进位计数制的简称。在生产实践中,人们经常采用



位置计数法,即将表示数字的数码从左至右排列起来。常用的有十进制、二进制、十六进制等。

1. 十进制 (Decimal)

在十进制中,每个数位使用的数码为 0, 1, 2, 3, ..., 9, 共 10 个,故其进位基数 R 为 10。其计数规则是“逢十进一,借一当十”。十进制数的各个数位的位权值是 10 的幂。任何一个十进制数都可以写成以 10 为底的幂之和的形式。

$$\begin{aligned}(N)_{10} &= (K_{n-1} \cdots K_1 K_0 K_{-1} \cdots K_{-m})_{10} \\ &= K_{n-1} 10^{n-1} + \cdots + K_1 10^1 + K_0 10^0 + K_{-1} 10^{-1} + \cdots + K_{-m} 10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} K_i 10^i\end{aligned}$$

式中 i 为数字中各数码 K 的位置号,为正、负整数,小数点前第一位 $i=0$ (0 号位),第二位 $i=1$ (1 号位),依此类推;小数点后第一位 $i=-1$ (-1 号位),第二位 $i=-2$ (-2 号位),依此类推。

10^i 为第 i 位的位权。

十进制数用下标“D”表示,也可省略。例如

$$(126.213)_D = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 1 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-3}$$

十进制数人们最熟悉,但机器实现起来很困难。

2. 二进制

在二进制中,每个数位使用的数码为 0, 1, 共 2 个,故其进位基数 R 为 2。其计数规则是“逢二进一,借一当二”。每个数位的位权值为 2 的幂。其位权展开式为

$$\begin{aligned}(N)_2 &= (K_{n-1} \cdots K_1 K_0 K_{-1} \cdots K_{-m})_2 \\ &= K_{n-1} 2^{n-1} + \cdots + K_1 2^1 + K_0 2^0 + K_{-1} 2^{-1} + \cdots + K_{-m} 2^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} K_i 2^i\end{aligned}$$

式中, k_i 为 0 或 1 数码; n 和 m 为正整数; 2^i 为 i 位的位权值。

二进制数用下标“B”表示。例如

$$(1101.01)_B = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

二进制数由于只需两个数码,机器实现容易,因而二进制是数字系统唯一识别的代码,但二进制书写太长。

3. 十六进制

在十六进制中,每个数位上规定使用的数码符号为 0, 1, 2, ..., 9, A, B, C, D, E, F, 共 16 个,故其进位基数 R 为 16。其计数规则是“逢十六进一,借一当十六”。各位的位权是 16 的整数幂。其位权展开式为

$$\begin{aligned}(N)_{16} &= (K_{n-1} \cdots K_1 K_0 K_{-1} \cdots K_{-m})_{16} \\ &= K_{n-1} 16^{n-1} + \cdots + K_1 16^1 + K_0 16^0 + K_{-1} 16^{-1} + \cdots + K_{-m} 16^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} K_i (16)^i\end{aligned}$$

十六进制数用下标“H”表示。例如



$$(\text{BD2.3C})_{\text{H}} = \text{B} \times 16^2 + \text{D} \times 16^1 + 2 \times 16^0 + 3 \times 16^{-1} + \text{C} \times 16^{-2}$$

4. 八进制

在八进制中，每个数位上规定使用的数码符号为 0, 1, 2, ..., 7，故其进位基数 R 为 8。其计数规则是“逢八进一，借一当八”。各位的位权是 8 的整数幂。其位权展开式为

$$\begin{aligned} (\text{N})_8 &= (\text{K}_{n-1} \cdots \text{K}_1 \text{K}_0 \text{K}_{-1} \cdots \text{K}_{-m})_8 \\ &= \text{K}_{n-1} 8^{n-1} + \text{K}_1 8^1 + \text{K}_0 8^0 + \text{K}_{-1} 8^{-1} + \text{K}_{-m} 8^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} \text{K}_i (8)^i \end{aligned}$$

八进制数用下标“O”表示。例如：

$$(21.3)_O = 2 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1}$$

上述几种数制各有其优缺点，应用场合也不相同。在计算机系统中，二进制主要用于机器内部的数据处理，十六进制主要用于书写程序，十进制主要用于运算最终结果的输出。

1.2.2 数制转换

1. 二进制转换成十进制

将二进制数转换为等值的十进制数，只要将二进制数按位权展开，再按十进制数运算规则运算，即可得到十进制数。

例 1：将二进制数 10011.101 转换成十进制数。

解：将每一位二进制数乘以位权，然后相加，可得

$$\begin{aligned} (10011.101)_B &= 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= (19.625)_D \end{aligned}$$

同理，八、十六进制转换为十进制方法类似。

2. 十进制转换成二进制

将十进制数转换为二进制数，需将十进制数的整数部分和小数部分分别进行转换，然后将它们合并起来。

整数部分：可用“除 2 取余”法将十进制的整数部分转换成二进制。

具体步骤如下。

- ① 将十进制整数除以 2，记下所得的商和余数。
- ② 将上一步所得的商再除以 2，记下所得的商和余数。
- ③ 重复做第②步，直到商为 0。
- ④ 将各个余数转换成二进制的数码，并按照和运算过程相反的顺序把各个余数排列起来，即为二进制的数。

例 2：将十进制数 23 转换成二进制数。

解：根据“除 2 取余”法的原理，按如下步骤转换。



$$\begin{array}{rcll}
 2 \overline{) 23} & \cdots \cdots \cdots & \text{余} 1 & b_0 \\
 2 \overline{) 11} & \cdots \cdots \cdots & \text{余} 1 & b_1 \\
 2 \overline{) 5} & \cdots \cdots \cdots & \text{余} 1 & b_2 \\
 2 \overline{) 2} & \cdots \cdots \cdots & \text{余} 0 & b_3 \\
 2 \overline{) 1} & \cdots \cdots \cdots & \text{余} 1 & b_4 \\
 & & 0 &
 \end{array}
 \begin{array}{c} \uparrow \\ \text{读} \\ \text{取} \\ \text{次} \\ \text{序} \end{array}$$

则 $(23)_D = (10111)_B$

小数部分：可用“乘 2 取整”的方法将任何十进制数的纯小数部分转换成二进制数。具体步骤如下。

- ① 将纯小数乘以 2，记下整数部分。
- ② 将上一步乘积中的小数部分再乘以 2，记下整数部分。
- ③ 重复做第②步，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二进制的数码，并按照和运算过程相同的顺序排列起来，即为二进制的数。

例 3：将十进制数 $(0.562)_D$ 转换成误差 ε 不大于 2^{-6} 的二进制数。

解：用“乘 2 取整”法，按如下步骤转换。

取整

$$0.562 \times 2 = 1.124 \cdots \cdots 1 \cdots \cdots b_{-1}$$

$$0.124 \times 2 = 0.248 \cdots \cdots 0 \cdots \cdots b_{-2}$$

$$0.248 \times 2 = 0.496 \cdots \cdots 0 \cdots \cdots b_{-3}$$

$$0.496 \times 2 = 0.992 \cdots \cdots 0 \cdots \cdots b_{-4}$$

$$0.992 \times 2 = 1.984 \cdots \cdots 1 \cdots \cdots b_{-5}$$

由于最后的小数 $0.984 > 0.5$ ，根据“四舍五入”的原则， b_{-6} 应为 1。因此

$$(0.562)_D = (0.100011)_B \text{ 其误差 } \varepsilon < 2^{-6}.$$

同理，十进制转换为八或十六进制方法类似。

3. 二进制转换成十六进制

由于十六进制基数为 16，而 $16 = 2^4$ ，因此，4 位二进制数就相当于 1 位十六进制数。因此，可用“4 位分组”法将二进制数化为十六进制数。

例 4：将二进制数 1001101.100111 转换成十六进制数。

解： $(1001101.100111)_B = (0100\ 1101.1001\ 1100)_B = (4D.9C)_H$

同理，若将二进制数转换为八进制数，可将二进制数分为 3 位一组，再将每组的 3 位二进制数转换为一位八进制即可。

4. 十六进制转换成二进制

由于每位十六进制数对应于 4 位二进制数，因此，十六进制数转换成二进制数，只要将每一位变成 4 位二进制数，按位的高、低依次排列即可。

例 5：将十六进制数 $6E.3A5$ 转换成二进制数。



解: $(6E.3A5)_H = (110\ 1110.\ 0011\ 1010\ 0101)_B$

同理, 若将八进制数转换为二进制数, 只须将每一位变成 3 位二进制数, 按位的高、低依次排列即可。

1.2.3 码制

数字系统中的信息可以分为两类, 一类是数值信息, 另一类是文字、符号信息。为了表示这些文字符号信息, 往往采用一定位数的二进制数码来表示, 这个特定的二进制码称为代码。建立这种代码与文字、符号或特定对象之间的一一对应关系则称为编码。

码制是指用二进制代码表示数字或符号的编码方法。

十进制数码 (0~9) 是不能在数字电路中运行的, 必须将其转换为二进制数。用二进制码表示十进制码的编码方法称为二—十进制码, 即 BCD 码。

BCD 码分为有权码和无权码两大类。

1. 有权 BCD 码

有权 BCD 代码是指在表示 0~9 十个十进制数码的 4 位二进制代码中, 每位二进制数码都有确定的位权值。常见的有 8421 码、2421 码、5421 码。对于有权 BCD 代码, 可以根据位权展开求得所代表的十进制数。例如:

$$(0111)_{8421\text{BCD}} = 0 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1 = (7)_D$$

$$(1101)_{2421\text{BCD}} = 1 \times 2 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = (7)_D$$

$$(1100)_{5421\text{BCD}} = 1 \times 5 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 0 \times 1 = (9)_D$$

最常用的有权码是 8421BCD 码, 由于其位权值是按基数 2 的幂增加的, 这和二进制数的位权值一致, 所以有时也称 8421BCD 码为自然权码。

2. 无权 BCD 码

这些代码没有确定的位权值, 不能按位权展开来求它们所代表的十进制数。常见的有余 3 码和格雷码。余 3 码是由 8421 码加上 $(3)_D = (0011)_B$ 而得到的, 用余 3 码进行加减运算比 8421BCD 码方便。格雷码是一种典型的循环码, 它有很多种编码方式, 但它们都有一个基本的特点是相邻性, 即任意两组相邻码之间只有一位不同。首尾两个数码即最小数 0000 和最大数 1000 之间也符合此特点, 故可称为循环码。

采用循环码编码可以有效地防止波形出现毛刺, 还可以提高电路的工作速度。它广泛应用于输入、输出设备和模拟/数字转换器等。

常用的 BCD 码的几种编码方式如表 1-1 所示。

表 1-1 常用 BCD 码的几种编码方式

BCD 码 十进制数码	8421 码	2421 码	5421 码	余三码 (无权码)	格雷码 (无权码)
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



续表

BCD 码 十进制数码	8421 码	2421 码	5421 码	余三码 (无权码)	格雷码 (无权码)
5	0 1 0 1	1 0 1 1	1 0 0 0	1 0 0 0	0 1 1 1
6	0 1 1 0	1 1 0 0	1 0 0 1	1 0 0 1	0 1 0 1
7	0 1 1 1	1 1 0 1	1 0 1 0	1 0 1 0	0 1 0 0
8	1 0 0 0	1 1 1 0	1 0 1 1	1 0 1 1	1 1 0 0
9	1 0 0 1	1 1 1 1	1 1 0 0	1 1 0 0	1 0 0 0

注意, BCD 码用 4 位二进制码表示的只是十进制数的一位。如果是多位十进制数, 应先将每一位用 BCD 码表示, 然后组合起来。

例 7: 将十进制数 83 分别用 8421 码、2421 码和余 3 码表示。

解: 由表 1-1 可得

$$(83)_D = (1000\ 0011)_{8421}$$

$$(83)_D = (1110\ 0011)_{2421}$$

$$(83)_D = (1011\ 0110)_{\text{余}3}$$

例 8: 将十进制数 276.8 转换为 8421 码。

解: 2 7 6 . 8

↓ ↓ ↓ ↓

0010 0111 0110 1000

$$(276.8)_D = (0010011101101000)_{\text{BCD}}$$

本章小结

工程上电信号可以分为两大类: 模拟信号和数字信号。模拟信号是指时间连续、数值也连续的信号; 数字信号是指时间上和数值上均是离散的信号。

所谓数制就是计数的方法, 它是进位计数制的简称。常用的有十进制、二进制、十六进制等。不同数制之间的转换方式有若干种, 把非十进制数转换成十进制数采用按权展开相加的方法。对于既有整数部分又有小数部分的十进制数转换成其他进制数, 首先要把整数部分和小数部分分别转换, 再把两者转换结果相加。二进制数转换成十六进制数时, 其整数部分和小数部分可以同时转换。其方法是: 以二进制数的小数点为起点, 分别向左、向右每 4 位为一组, 把每一组二进制数转换成十六进制数, 并保持原排序。十六进制数转换成二进制数时, 只要把十六进制数的每一位数码转换成 4 位二进制数, 并保持原有排序即可。

在数字电路中, 采用二进制中的 0、1 两个代码表示逻辑变量的两种状态。用一组二进制代码表示一组信息, 就称做二进制代码, 常用的有 BCD 码、格雷码等。

思考练习题

1. 数字电路有什么优点?
2. 为什么数字逻辑称为二值数字逻辑?



3. 为什么在计算机或数字系统中通常采用二进制?

4. 在二进制数中, 其位权的规律是什么?

5. 十六进制数主要用于何种场合?

6. 二进制与十六进制之间如何进行转换?

7. 将下列二进制数转换为十进制数。

(1) $(10101)_B$ (2) $(0.10101)_B$ (3) $(1010.101)_B$

8. 写出下列八进制数的按权展开式。

(1) $(247)_O$ (2) $(0.651)_O$ (3) $(465.43)_O$

9. 将下列十六进制数转换为十进制数。

(1) $(6BD)_H$ (2) $(0.7A)_H$ (3) $(8E.D)_H$

10. 将下列十进制数转换为二进制数, 小数部分精确到小数点后第四位。

(1) $(47)_D$ (2) $(0.786)_D$ (3) $(53.634)_D$

11. 将下列二进制数转换为八进制数。

(1) $(10111101)_B$ (2) $(0.11011)_B$ (3) $(1101011.1101)_B$

12. 将下列二进制数转换为十六进制数。

(1) $(1101111011)_B$ (2) $(0.10111)_B$ (3) $(110111.01111)_B$

13. 列出下列各有权 BCD 代码的码表。

(1) 8421 码 (2) 5421 码 (3) 2421 码

14. 将下列十进制数转换为 8421BCD 码。

(1) $(24.35)_D$ (2) $(365.79)_D$ (3) $(63.081)_D$

15. 将下列 8421BCD 码转换成十进制数。

(1) $(01111001.011000100101)_{8421BCD}$

(2) $(01011000.01110110)_{8421BCD}$

第2章

数字逻辑基础

本章要点

1. 掌握基本逻辑运算符号与常用复合逻辑运算符号；
2. 掌握逻辑代数中的基本公式和定理；
3. 掌握逻辑函数的几种表示方法；
4. 掌握逻辑函数的化简方法。

1849年英国数学家乔治·布尔（George Boole）首先提出了描述客观事物逻辑关系的数学方法——布尔代数；1938年克劳德·香农（Claude E. Shannon）将布尔代数应用到继电器开关电路的设计中，因此又称为开关代数。随着数字技术的发展，布尔代数成为数字逻辑电路分析和设计的基础，又称为逻辑代数。

2.1 逻辑代数

在客观世界中，许多事物之间的关系具有因果性。例如，照明线路中开关与灯的关系，灯亮与灯灭取决于开关的闭合与断开。开关闭合与否是因，灯亮不亮是果，这种因果关系称为逻辑关系。

当0和1表示逻辑状态时，两个二进制数码按照某种指定的因果关系进行的运算称为逻辑运算。逻辑运算与算术运算完全不同，它所使用的数学工具是逻辑代数。

逻辑代数是按一定的逻辑关系进行运算的代数，也称布尔代数。在逻辑代数中，只有0和1两种逻辑值，有与、或、非三种基本逻辑运算，还有与或、与非、与或非、异或几种导出逻辑运算。