



21世纪高职高专规划教材
电子信息/通信类

- 借鉴国外高职教材的先进教学模式，顺应现代职业教育制度的改革趋势
- 以能力为主、应用为本的职业导向的内容体系
- 基于岗位技能，面向操作过程的编写思路
- 应用类课程与国家职业认证挂钩


SHUZI DIANZI

JISHU

数字电子

技术

主 编 张建国 张素琴
副主编 杨春平 朱幼娟

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高职高专规划教材·电子信息/通信类

数字电子技术

主 编 张建国 张素琴
副主编 杨春平 朱幼娟

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据高职高专教育教学改革的要求和多年教学改革实践编写的。主要内容有数制与码制、数字逻辑运算基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与变换、数模和模数转换器、半导体存储器和可编程逻辑器件及应用等。在内容选取和安排上,编写时突出基本概念、基本理论和基本方法,主要讲述分析和设计的方法。为便于读者学习,着重讲清思路,交待方法,每章都有小结、习题和思考题,以帮助复习和巩固所学知识。

本书可作为高等职业技术学院电子信息类专业的“数字电子技术”课程的教材,也可供从事电子技术工作的技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术/张建国,张素琴主编. —北京:北京理工大学出版社, 2007.6 (2007.7重印)

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1128 - 4

I. 数… II. ①张…②张… III. 数字电路 - 电子技术 - 高等学校 - 教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 085635 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 283 千字

版 次 / 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 7 月第 2 次印刷

印 数 / 2501 ~ 5000 册

定 价 / 22.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

编写委员会



主任委员：刘向东 教授

教育部高职高专通信类

教学指导委员会委员

廊坊职业技术学院院长

委员（按姓氏笔画排名）：

马才根 高级讲师

南京技师学院

于宝明 副教授

南京信息职业技术学院

任 淑 高级讲师

南京技师学院

李伟民 副教授/高级工程师

九江职业技术学院

张建国 副教授

漳州职业技术学院

张新成 教授

新乡机电高等专科学校

范次猛 副教授

无锡交通职业技术学院

郑春华 副教授

湄洲湾职业技术学院

姚旭东 副教授

洛阳大学

钱金法 副教授

常州机电职业技术学院

黄一平 副教授

北京信息职业技术学院

蔡建军 工程师

无锡职业技术学院

薛晓明 副教授/高级工程师

常州信息职业技术学院

出版说明

由于我国在电子信息产业的长足发展，对电子信息、通信类专业的人才需求日益增多，电子信息类人才被国家有关部门列为紧缺人才，这直接推动了电子信息类专业的招生人数增长，在全国高职类热门专业排行中，电子信息类专业排行前几位。

电子技术的快速发展对教材的要求越来越高，编写出理论与实践相融合的与时俱进的教材，是所有高职院校的迫切需要。

为适应这种需求，更好地培养出应用型、技能型的技术人才，北京理工大学出版社组织知名专家、学者，与电子信息、通信类企业的技术人员反复研讨岗位技能需求，以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想，确立了“面向职业需求，零距离上岗”的思路，编写了这套教材。

这套教材的主要特色是：

- (1) 借鉴国外高职教材的先进教学模式，顺应现代职业教育制度的改革趋势。
- (2) 以能力为主、应用为本的职业导向的内容体系。
- (3) 基于岗位技能，面向操作过程的编写思路。
- (4) 应用类课程与国家职业认证挂钩。
- (5) 提供教学软件包，可在北京理工大学出版社网站 www.bitpress.com.cn 下载。

本套教材可作为高职高专院校电子信息工程技术、应用电子技术、通信技术等专业课程教学和技能培训用书。

前 言

为了适应现代电子技术飞速发展的需要,适应高职高专教育教学的要求,更好地培养应用型、技能型高级电子技术人才,根据教育部制订的《高职高专教育电子技术基础课程教学基本要求》,编者在多年教学改革与实践的基础上,以培养学生综合应用能力为出发点编写了本教材。本书可作为高等职业技术学院电子信息类专业的“数字电子技术”课程的教材,也可供从事电子技术工作的技术人员参考。

数字电子技术是一门应用性很强的技术基础课程,主要任务是在传授有关数字电子技术基本知识的基础上,培训分析和设计数字电路的能力。本教材根据高职高专学生的学习规律,在内容的编写上力求通俗易懂,在内容的处理上符合高职高专教学“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则。

本书共分10章。第1章绪论,讲解了数字电子中所用数制和编码;第2章数字逻辑基础,讲述了数字技术的数学基础——逻辑代数及逻辑函数的化简;第3章逻辑门电路,讲述了TTL和MOS门电路;第4章组合逻辑电路,讲述了组合逻辑电路的分析与设计;第5章触发器,它是学习时序电路的基础;第6章时序逻辑电路,介绍了常用的时序逻辑部件,主要讲述了计数器和移位寄存器的设计、分析及应用;第7章脉冲波形的产生与变换,讲述了脉冲产生电路和定时电路,主要讲述555定时电路及其应用;第8章数模和模数转换器;第9章半导体存储器,介绍了半导体存储器及其应用;第10章可编程逻辑器件及应用。在内容选取和安排上,编写时突出基本概念、基本理论和基本方法,主要讲述分析和设计的方法,不追求系统性和完整性。为便于读者学习,着重讲清思路,交待方法,每章都有小结、习题和思考题,以帮助复习和巩固所学知识。

本书第1、2章由张素琴编写,第3章由朱幼娟编写,第4、5章由杨春平编写,第6章由龚益民编写,第7章由戴树春编写,第8章由苏秀珍编写,第9章由林蔚编写,第10章由张建国编写。全书由张建国进行了统稿,并由张建国、张素琴主编。

由于编者水平有限,书中的错误和缺点在所难免,恳请读者提出批评与建议。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 数制和码制	(3)
本章小结	(11)
习题和思考题	(11)
第 2 章 数字逻辑基础	(12)
2.1 几个基本概念	(12)
2.2 逻辑代数及其运算	(12)
2.3 逻辑代数的公式和运算规则	(17)
2.4 逻辑函数及其表示方法	(20)
2.5 逻辑函数的公式化简法	(22)
2.6 逻辑函数的卡诺图化简法	(24)
本章小结	(33)
习题和思考题	(34)
第 3 章 逻辑门电路	(36)
3.1 二极管与三极管的开关特性	(36)
3.2 TTL 集成门电路	(39)
3.3 CMOS 集成逻辑门电路	(49)
3.4 门电路使用及连接的问题	(53)
本章小结	(56)
习题和思考题	(56)
第 4 章 组合逻辑电路	(59)
4.1 组合逻辑电路的分析和设计方法	(60)
4.2 编码器和译码器	(69)
4.3 数据选择器与数据分配器	(82)



4.4	加法器和数值比较器	(86)
*4.5	组合逻辑电路中的竞争冒险现象	(92)
	本章小结	(95)
	习题和思考题	(96)
第5章	触发器	(99)
5.1	概述	(99)
5.2	基本触发器	(100)
5.3	触发器的逻辑功能	(102)
5.4	时钟触发器的结构及触发方式	(108)
5.5	集成触发器及其应用	(111)
	本章小结	(116)
	习题和思考题	(118)
第6章	时序逻辑电路	(120)
6.1	概述	(120)
6.2	时序逻辑电路的分析方法	(122)
6.3	寄存器和移位寄存器	(129)
6.4	计数器	(139)
	本章小结	(156)
	习题和思考题	(157)
第7章	脉冲波形的产生与变换	(159)
7.1	多谐振荡器	(159)
7.2	单稳态触发器	(162)
7.3	施密特触发器	(167)
7.4	555 定时器及其应用	(171)
	本章小结	(176)
	习题和思考题	(176)
第8章	数模和模数转换器	(179)
8.1	概述	(179)
8.2	数/模转换器 (DAC)	(180)
8.3	模/数转换器 (ADC)	(185)



本章小结	(192)
习题和思考题	(192)
第9章 半导体存储器	(193)
9.1 概述	(193)
9.2 只读存储器 (ROM)	(194)
9.3 随机存储器 (RAM)	(197)
本章小结	(200)
习题和思考题	(201)
第10章 可编程逻辑器件及应用	(202)
10.1 概述	(202)
10.2 可编程阵列逻辑 (PAL)	(205)
10.3 通用阵列逻辑 (GAL)	(207)
10.4 PLD 器件的应用开发简介	(212)
本章小结	(212)
习题和思考题	(213)
参考文献	(214)

第 1 章 绪 论

1.1 概 述

1.1.1 数字信号和数字电路

自然界中存在着各种各样、千变万化的物理量，但就其变化规律，不外乎两大类。

其中一类物理量在时间和数值上均作连续变化。如收音机、电视机接收的音频信号、视频信号，在正常情况下它们的电压信号不会发生突变，都是随时间作连续变化。这种物理量称为模拟量，把表示模拟量的信号叫做模拟信号。话音信号、正弦波信号就是典型的模拟信号。产生、变换、传送、处理模拟信号的电路叫做模拟电路。

另一类物理量在时间和数值上均作断续变化，也就是说它们的变化在时间和数值上是不连续的，离散的。如操场上的人数、工厂车间仓库里元器件的个数等，它们的数量大小和增减变化都是最小单位“1”的整数倍，而小于这个最小单位“1”的数值是没有物理意义的。这种物理量称为数字量，把表示数字量的信号叫做数字信号。矩形波、方波信号就是典型的数字信号。

数字信号通常又称为脉冲信号、离散信号，一般来说数字信号在两个稳定的状态之间作阶跃式变化，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。

严格来说数字电路包括脉冲电路和数字电路两大部分，所以数字电路又称为脉冲数字电路。其中脉冲电路主要研究脉冲信号的产生、处理和变换，在本书第7章介绍；而其他内容则主要围绕组合电路和时序电路两部分，在其余各章节中逐步介绍。

1.1.2 数字电路的分类及其特点

1. 数字电路的分类

(1) 按结构分，分为分立元件电路和集成电路两类

分立元件电路，是将一个个基本元器件如电阻、电容、二极管、三极管、场效应管等用导线连接起来的电路。



集成电路，就是把各个基本元器件及它们之间的连线制作在一块基片上，然后按照一定的封装形式封装，提供给用户。用户使用，通过外部的管脚来利用芯片内部的电路。

集成电路按照一个基片上集成的基本元器件的数量多少，即所谓集成度大小又可分为：小规模集成电路（Small Scale Integrated Circuits, SSIC），其每块电路大约包含 10 ~ 100 个基本元器件，如各种逻辑门电路、集成触发器等；中规模集成电路（Middle Scale Integrated Circuits, MSIC），其每块电路大约包含 100 ~ 1 000 个基本元器件，如编码器、译码器、计数器、寄存器等；大规模集成电路（Large Scale Integrated Circuits, LSIC），其每块电路大约包含 1 000 ~ 10 000 个基本元器件，如存储器、串并接口电路、中央控制器等；超大规模集成电路（Very Large Scale Integrated Circuits, VLSIC），其每块电路大约包含 10 000 个以上的基本元器件，如各种微处理器等。本课程中将重点介绍由基本逻辑电路和触发器构成的中小规模集成电路的原理及应用，并适当介绍可编程逻辑器件 PLD。

(2) 按构成数字电路的半导体器件分，分为双极性电路和单极性电路两类

二极管、三极管工作时内部有两种载流子，所以称为双极性半导体器件。场效应管则靠导电沟道工作，称为单极性半导体器件。

以双极性管为基本器件的集成电路称为双极性集成电路，如 TTL 电路、ECL 电路、 I^2L 电路。

以单极性管为基本器件的集成电路称为单极性集成电路，如 NMOS 电路、PMOS 电路、CMOS 电路。

(3) 按电路的记忆功能分，分为组合逻辑电路和时序逻辑电路

如果电路任意时刻的输出仅取决于电路当前的输入，而与电路过去的状态无关，这种电路称为组合逻辑电路。如全加器、编码器、译码器、数据选择器等，这些集成电路均为组合逻辑电路，它们不能“记忆”过去的输入。

如果电路任意时刻的输出不仅取决于电路当前的输入，而且与电路过去的状态有关，这种电路称为时序逻辑电路。如触发器、计数器、寄存器等，这些集成电路均为时序逻辑电路，它们能“记忆”过去的输入，带“记忆”功能。

2. 数字电路的特点

数字电路与模拟电路相比主要具有以下优点：

① 数字电路不仅能够完成算术运算（加、减、乘、除），而且能够完成逻辑运算（与、或、非等），这在控制系统中是必不可少的，因此数字电路也常被称为数字逻辑电路或逻辑电路。

② 数字电路中，无论是算术运算还是逻辑运算，其信号代码符号只有“0”和“1”两种，电路的基本单元相对简单，便于集成和批量生产制造。随着半导体技术和工艺的飞速发展，数字电路几乎就是数字集成电路。批量生产的集成电路成本低廉，使用方便。

③ 数字电路组成的数字系统，工作的信号只有高低两种电平，所以数字电路的半导体



器件一般工作在导通和截止这两种开关状态，抗干扰能力强，功耗低，可靠性高，稳定性好。

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。数字电路系统中，通常采用数字集成电路组成，因此数字电路具有较强的通用性。

1.2 数制和码制

1.2.1 数制

用数字量表示物理量的大小时，一位数码往往不够用，因此经常需要用多位数码按照进位方式来实现计数。一般把多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位进位的规则称为进位计数制，简称数制。

在生产实践中人们普遍采用的数制是十进制，而在数字电路中和微机系统中应用最广泛的是二进制和十六进制。

1. 十进制 (Decimal)

十进制是日常生活中最常使用的计数方法。在十进制中，每一位有 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 这十个数字符号， N 位十进制数自左向右，由高向低依次排列。计数规则为低位逢 10 向相邻的高位进 1；低位不够时向相邻的高位借 1，低位当 10 用。其中 10 称为基数或模。所谓基数，是指数制中允许使用的数字符号的个数。十进制数也就是以 10 为基数的计数体制。

N 位十进制数中，每个数字所处的位置不同其代表数值是不同的，如十进制数 172.83 可表示为：

$$172.83 = 1 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

其中 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 、 10^{-2} 称为各位的权 (Weight)，即指处于不同位置上的 1 所代表的实际数值大小。位数越高权值越大，对于十进制数，相邻高位的权值是相邻低位的 10 倍。

任意一个正的十进制数可表示为：

$$D = \sum_m^n K_i \times 10^i \quad (1-1)$$

式中， K_i 为 0~9 中的某一个数； 10^i 为第 i 位的权； m, n 为 $-\infty \sim +\infty$ 中的任意整数。小数点以右的权是 10 的负次幂。

将以上分析推广至任意 R 进制的数 N ，可表示为：



$$D = \sum_m^n K_i \times R^i \quad (1-2)$$

式中, K_i 为第 i 位的系数; R 为基数; R_i 为第 i 位的权。一般的, R 进制需要用到 R 个数码, 基数是 R ; 运算规律为逢十, 借 1 当 R 。小数点以右的权是 R 的负次幂。

2. 二进制 (Binary)

数字信号只有高低两个电平, 分别用“1”和“0”两个符号表示, 所以在数字电路中用得最多的是二进制数。

任意一个二进制数可表示为:

$$D = \sum_m^n K_i \times 2^i \quad (1-3)$$

二进制数有“0”和“1”两个数码, 因此 K_i 为“0”或“1”, 计数基数为 2, 第 i 位的权为 2^i 。计数规则为低位逢 2 向相邻的高位进 1; 低位不够时向相邻的高位借 1, 低位当 2 使用。式 (1-3) 中, m, n 为 $-\infty \sim +\infty$ 中的任意整数, 小数点以右的权是 2 的负次幂。

例如:

$$(101.11)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (5.75)_{10}$$

在数字电路中, 通常将二极管的通和断, 三极管的饱和及截止, 电平的高和低分别用“1”和“0”来表示, 所以在数字电路中用二进制数来表示较为简单可靠, 存储和传送信号也较为方便。同时二进制数的运算规则和十进制数相似, 但要简单得多。计算机作为超大规模数字集成电路的产物, 其内部电路使用的均为二进制数。但由于人们对二进制数不熟悉, 因此经常要将计算机的二进制数转成熟悉的十进制数来使用, 有时又要将原始的十进制数转成计算机能接受的二进制数, 这样就需要进行“十变二”和“二变十”运算。

3. 十六进制 (Hexadecimal)

任意一个十六进制数可表示为:

$$D = \sum_m^n K_i \times 16^i \quad (1-4)$$

式中, K_i 为 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F 这十六个数码中的一个, 其中 A, B, C, D, E, F 表示十进制数 10, 11, 12, 13, 14, 15, 计数基数为 16, 第 i 位的权为 16^i 。计数规则为低位逢 16 向相邻的高位进 1; 低位不够时向相邻的高位借 1, 低位当 16 使用; m, n 为 $-\infty \sim +\infty$ 中的任意整数; 小数点以右的权是 16 的负次幂。如:

$$(AD5.C) = 10 \times 16^2 + 13 \times 16^1 + 5 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} = (2773.75)_{10}$$

由于二进制数比十进制数位多, 不便于记忆和书写, 而且目前微型计算机中普遍采用 8 位、16 位、32 位二进制数并行运算, 而 8 位、16 位、32 位二进制数可以用 2 位、4 位、8 位十六进制数表示, 因此微型计算机中一般用十六进制符号书写程序。



下表 1-1 为十进制数 0~15 所对应的十六进制数和二进制数。

表 1-1 数制对照表

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

4. 三种数制之间的转换

(1) 二进制数转换成十进制数

用按权展开法可以将任意二进制数转换成十进制数。所谓按权展开法就是按式 (1-3) 展开, 将各位二进制数的权值乘上系数, 再相加即可得相应的十进制数。

例 1-1 将二进制数 $(11010.011)_2$ 转换为十进制数。

$$(11010.011)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = (26.375)_{10}$$

为了方便利用按权展开法进行二进制数转换成十进制数, 应熟记表 1-2。

表 1-2 常用二进制的位权

i	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2^i	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

(2) 十进制数转换成二进制数

十进制数转换成二进制数需要分两部分转换: 整数部分和小数部分。



整数部分采用除 2 取余法。除 2 取余法的步骤如下：

- ① 给定的十进制数除以 2，余数作为二进制数的最低位 LSB (Least Significant Bit)。
- ② 把第 (1) 步的商再除以 2，余数作为二进制数的次低位。
- ③ 重复第 (2) 步，直至商为“0”，最后的余数作为二进制数的最高位 MSB (Most Significant Bit)。

例 1-2 将十进制数 $(127)_{10}$ 转换为二进制数。

2 127	余数	
2 63	1 (LSB)	
2 31	1	
2 15	1	
2 7	1	
2 3	1	
2 1	1	
0	1 (MSB)	

因此， $(127)_{10} = (1111111)_2$

小数部分采用乘 2 取整法。所谓乘 2 取整法是将小数部分逐次乘以 2，取乘积的整数部分作为例如二进制数的各位，乘积的小数部分继续乘以 2，直至乘积为 0 或到一定的精度。

例 1-3 将十进制数 0.1875 转换为二进制数。(LSB)

	取整	
$0.1875 \times 2 = 0.3750$	0 (MSB)	
$0.3750 \times 2 = 0.7500$	0	
$0.7500 \times 2 = 1.5000$	1	
$0.5000 \times 2 = 1.0000$	1 (LSB)	

因此， $(0.1875)_{10} = (0.0011)_2$

例 1-4 将十进制数 0.572 转换为误差不大于 2^{-7} 的二进制数。

$0.572 \times 2 = 1.144$	取整 1
$0.144 \times 2 = 0.288$	0
$0.288 \times 2 = 0.566$	0
$0.566 \times 2 = 1.132$	1
$0.132 \times 2 = 0.264$	0
$0.264 \times 2 = 0.528$	0
$0.528 \times 2 = 1.056$	1



至此，已满足误差不大于 2^{-7} 的精度要求，因此 $(0.572)_{10} = (0.1001001)_2$

把一个带有整数和小数的十进制数转换为二进制数时，只要将整数部分和小数部分分别转换，然后将结果合并起来即可。

例 1-5 将十进制数 218.1875 转换为二进制数。

$$(218.1875)_{10} = (11011010.0011)_2$$

(3) 二进制转换成十六进制

因为可以将四位二进制数等价于一位十六进制数，所以要将二进制数转换成十六进制数，然后将二进制数的整数部分由右向左四位一组直至最高位。因为整数的高位添零不影响数值，若整数部分有不足四位的，则在高位补零；小数部分由左向右四位一组直至最低位。因为小数的低位添零不影响数值，若小数部分有不足四位的，在低位补零。完成上述分组后，只要熟记表 1-1，根据表 1-1 中四位二进制数对应的一位十六进制数，按照原来的顺序，将每组的四位二进制数转换为十六进制数即可。

例 1-6 将二进制数 1001011.100011 转换为十六进制数。

将 1001011.100011 分组为整数部分和小数部分各两组：

$$(0100 \quad 1011. \quad 1000 \quad 1100)$$

因此结果得： $(4B.8C)_{16}$

(4) 十六进制转换成二进制

因为一位十六进制数等价于四位二进制数，因此只要根据表 1-1 中一位十六进制数对应的四位二进制数，将各位十六进制数按原来的顺序展开即可。

例 1-7 将十六进制数 3A9.C8 转换为二进制数。

$$3A9.C8 = 1110101001.11001$$

(5) 十六进制转换成十进制

根据公式 1.2.4 将十六进制数按权展开即可转换为十进制数。

例 1-8 将十六进制数 AD5.C 转换为十进制数。

$$\begin{aligned} (AD5.C)_{16} &= 16^2 \times A + 16^1 \times D + 16^0 \times 5 + 16^{-1} \times C \\ &= 256 \times 10 + 16 \times 13 + 1 \times 5 + 16^{-1} \times 12 \\ &= 2560 + 208 + 5 + 0.75 \\ &= (2773.75)_{10} \end{aligned} \quad \text{十进制转换成十六进制}$$

可以将十进制数先转换成二进制数，再将二进制转换成十六进制数。

例 1-9 将十进制数 25.625 转换成十六进制数

先将 25.625 分整数部分和小数部分转换成二进制数：

$$(25.625)_{10} = (11001.101)_2$$

再将 $(11001.101)_2$ 四位一组转换成十六进制数：

$$(11001.101)_2 = (00011001.1010)_2 = (19.A)_{16}$$



1.2.2 码制

人们在传输信息时，不仅要规定信号的大小，有时还要规定信号的性质。不同的数码可以表示数量的大小，还能用来表示不同的事物。利用数码来作为某一特定信息的代号叫做代码。而且由于事先约定不同，同一个代码在不同场合可以表示不同的信号。例如“208”公交车，“25”中学，“060319”学号等。显然，这些数码不再表示数量大小。

为了便于处理和传输，在编制代码时必须遵循一定的规则，这些规则就叫做码制。

在数字电路中，常用二进制数作为代码，这种二进制代码叫做二进制码。需要注意的是，二进制码不表示二进制数，它代表的含义完全由人们预先指定。

这一节介绍一些常用的二进制码。

1. BCD 码

BCD 码是二 - 十进制码的简称 (Binary Coded Decimals)，它是用四位二进制代码来表示十进制数的 10 个数符；BCD 码因为是采用 4 位二进制数进行编码，共有 16 个码组，原则上可以从中任选 10 个来代表十进制的 10 个数符，这 10 个 4 位二进制码组叫许用码；其余的 6 个码组平时不允许使用，称为禁用码或伪码。

8421BCD 码是最常用也是最简单的一种 BCD 代码，其显著特点是它与十进制数符的 4 位等值二进制数完全相同，各位的权从左至右依次为 2^3 、 2^2 、 2^1 、 2^0 ，即 8、4、2、1，故称为 8421BCD 码。

5421BCD 码各位的权从左至右依次为 5、4、2、1，其显著特点是最高位连续 5 个 0 后连续 5 个 1。当计数器采用这种编码时，最高位可产生对称方波输出。

余 3BCD 码的特点是它和 8421BCD 相比，如果对应同样的十进制数码，它比 8421BCD 码多 0011 (+0011)，故称为余 3BCD 码。

上述 BCD 码中，8421BCD 码、5421BCD 码各位的权一定，称为有权码；余 3 码各位的权不定，称为无权码。

表 1-3 列出了上述三种 BCD 码与十进制数 0~9 之间的对应关系。

表 1-3 三种常用的 BCD 码

十进制数	8421BCD 码	5421BCD 码	余 3BCD 码
0	0000	0000	0011
1	0001	0001	0100
2	0010	0010	0101
3	0011	0011	0110
4	0100	0100	0111
5	0101	1000	1000