

高等学校教材

数字电子技术基础

西安交通大学电子学教研组 编

张克农 主编



高等教育出版社

高等学校教材

数字电子技术基础

西安交通大学电子学教研组 编
张克农 段军政 高歌 宁改娣
张克农 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是根据西安交通大学电子学教研组多年教学实践,参照原国家教委 1995 年颁发的“高等工业学校电子技术基础课程教学基本要求”(第一部分)和教育部每学时不超过 5000 字的最新要求,结合新的课程体系和教学内容改革的需要而编写的。本书内容包括:数字逻辑基础、硬件描述语言 VHDL 基础、集成逻辑门电路、组合逻辑电路的分析和设计、集成触发器、脉冲的产生与整形电路、时序逻辑电路的分析和设计、半导体存储器与可编程逻辑器件及数-模和模-数转换等。各章末有小结,并配有难易程度和数量都比较适当的思考题和习题。本书可作为高等学校电气信息类、仪器仪表类、电子信息科学类及其它相近专业本、专科生“数字电子技术基础”教材和教学参考书,也可作为有关工程技术人员的参考书。

本教材建议授课学时为 48~60 学时。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术基础/张克农主编. —北京:高等教育出版社,2003.4

ISBN 7-04-011994-3

I. 数... II. 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(2003)第 000412 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
排 版	高等教育出版社照排中心		
印 刷	人民教育出版社印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2003 年 4 月第 1 版
印 张	19	印 次	2003 年 4 月第 1 次印刷
字 数	350 000	定 价	22.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

随着电子技术的高速发展,电子技术领域里的新概念、新器件和新方法不断涌现,使电子技术基础课程的教学内容不断增加,教材篇幅越来越大。然而,随着教学改革的不深入、教学计划的不断调整,各门课程的授课学时数不断减少,进一步加剧了电子技术基础课程教学内容多而授课学时少的矛盾,国内目前仍缺少适用较少学时的简明教材。

一般把电子技术基础课程确定为电类专业一门入门性和实践性很强的技术基础课程。因而,随着“轻专业,重基础”教学改革的进行,本课程在人才培养中的作用就显得更加重要。

我校多年使用沈尚贤先生和何金茂先生主编的《电子技术导论》及修订版教材,本次编写的《数字电子技术基础》教材是在上述教材的基础上,发扬我校电子技术基础课程教学的传统优势,体现我校电子学教研组多年教学经验,结合新的课程体系和教学内容改革的要求编写而成。

本书与杨拴科主编的《模拟电子技术基础》形成电子技术基础课程教材的姊妹篇,但内容相对独立,既可采用“先模拟后数字”,又可采用“先数字后模拟”的教学体系。

编写本教材的基本思想是:

1. 从“电子技术基础课程”的定位出发,既要满足教学内容的需要,又要具有一定的实用性。保持了我校电子技术基础教学“保基础、重实践、少而精”的传统,全书约 35 万字,可以满足较少学时教学的需要。

2. 教材内容以集成电路为主,适当保留了门电路和触发器方面的基本内容。把数字电路分析和设计的重点从门电路和触发器上移到中规模集成电路。

3. 重视集成电路的外特性,压缩各种集成电路内部工作原理的介绍,强调通过外特性来学习集成电路,提出通过功能框图来分析和设计较大规模数字电路。适当引入数字系统概念。

4. 适当引入了新概念、新器件、新技术,本书介绍了硬件描述语言 VHDL 并把它作为一种新的数字电路的描述方法。增加和充实了高密度可编程逻辑器件方面的内容。便于学生了解电子技术的新发展并学习掌握一些分析设计数字电路的新方法。

本书的编写工作是在何金茂先生的指导下进行的,具体分工如下:宁改娣编

写 1、3 章,高歌编写 4、5 章,段军政编写 6、7 章,张克农编写 2、8、9 章并负责制订编写提纲和全书的统稿工作。编写过程中,西安交通大学电子与信息工程学院邓建国老师,电子学教研组杨拴科、马积勋、杨建国和徐正红等老师参与讨论并提供了宝贵的意见。硕士研究生王维和王红雨等同学也参与了部分工作。西安电子科技大学的杨颂华老师认真审阅了全部书稿,并提出了许多修改意见。在此,编者谨向他们致以衷心的感谢。

本书中一定存在许多不足之处,希望读者给予批评和指正。

编者

2002 年 7 月于西安交通大学

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址:

电 话:(010) 84043279 13801081108

传 真:(010) 64033424

E-mail:dd@hep.com.cn

地 址:北京市东城区沙滩后街55号

邮 编:100009

责任编辑	章浩平
封面设计	于文燕
责任绘图	黄建英
版式设计	马静如
责任校对	王 雨
责任印制	杨 明

目 录

1 数字逻辑基础	1
1.1 数字电路简介	1
1.1.1 数字电路的特点	1
1.1.2 数字电路的发展和分类	1
1.2 数制和码制	2
1.2.1 几种常用的数制	2
1.2.2 数制间的转换	4
1.2.3 码制	6
1.2.4 算术运算和逻辑运算	9
1.3 基本逻辑运算	10
1.3.1 基本逻辑运算	10
1.3.2 复合逻辑运算	12
1.4 逻辑代数的基本定理及常用公式	14
1.4.1 逻辑代数的基本定理	14
1.4.2 逻辑代数的两条重要规则	15
1.5 逻辑函数及其表示方法	15
1.5.1 逻辑函数	15
1.5.2 逻辑函数常用的表示方法	16
1.5.3 逻辑函数的卡诺图	17
1.5.4 逻辑函数各种表示方法之间的转换	22
1.6 逻辑函数的化简方法	25
1.6.1 化简的意义	25
1.6.2 代数化简法	26
1.6.3 卡诺图化简法	27
1.6.4 具有无关项逻辑函数的化简	29
本章小结	30
思考题和习题	30
2 硬件描述语言 VHDL 基础	33
2.1 概述	33
2.2 VHDL 的主要构件	34
2.2.1 实体	34

2.2.2	结构体	35
2.2.3	程序包	37
2.2.4	库	37
2.3	数据类型和运算	38
2.3.1	标量数据类型	38
2.3.2	复合数据类型	39
2.3.3	IEEE 标准数据类型	40
2.3.4	运算及运算符	40
2.4	行为和结构描述	42
2.4.1	进程	42
2.4.2	并发行为	43
2.4.3	VHDL 的行为描述	44
2.4.4	VHDL 的结构描述	44
	本章小结	45
	思考题和习题	46
3	集成逻辑门电路	48
3.1	二、三极管开关特性	48
3.1.1	二极管的开关特性	48
3.1.2	三极管的开关特性	50
3.1.3	场效应管的开关特性	52
3.2	TTL 集成逻辑门	54
3.2.1	TTL 与非门的内部结构及工作原理	56
3.2.2	TTL 与非门的外特性及有关参数	58
3.2.3	其它 TTL 集成逻辑门	64
3.2.4	使用 TTL 门的几个实际问题	68
3.3	CMOS 集成门电路	70
3.3.1	CMOS 反相器	71
3.3.2	CMOS 传输门	74
3.4	逻辑门电路使用中的几个实际问题	75
	本章小结	77
	思考题和习题	77
4	组合逻辑电路的分析和设计	81
4.1	概述	81
4.2	门级组合逻辑电路的分析和设计	83
4.2.1	分析方法	83
4.2.2	设计方法	84
4.3	编码器和译码器	86

4.3.1	编码器	86
4.3.2	译码器	88
4.3.3	BCD-七段显示译码器	92
4.4	多路选择器和多路分配器	95
4.4.1	多路选择器	95
4.4.2	多路分配器	100
4.5	加法器和比较器	101
4.5.1	加法器	101
4.5.2	数值比较器	104
4.6	基于 MSI 组合逻辑电路的分析	107
4.6.1	分析步骤	107
4.6.2	分析举例	108
4.7	基于 MSI 组合逻辑电路的设计	111
4.7.1	设计步骤	112
4.7.2	设计举例	113
4.8	组合逻辑电路中的竞争与冒险	116
4.8.1	竞争冒险现象及原因	117
4.8.2	险象的识别和消除方法	118
本章小结		120
思考题和习题		120
5	集成触发器	125
5.1	概述	125
5.2	基本 RS 触发器	126
5.2.1	电路结构及功能特点	126
5.2.2	基本 RS 触发器的应用	127
5.3	同步触发器	128
5.3.1	同步 RS 触发器	128
5.3.2	同步 D 触发器	130
5.3.3	同步 JK 触发器	132
5.3.4	同步 T 触发器	134
5.3.5	同步触发器的触发方式及存在问题	135
5.4	无空翻触发器	136
5.4.1	主从 JK 触发器	136
5.4.2	边沿 D 触发器	139
5.4.3	触发器的脉冲工作特性	140
5.5	集成触发器的应用	142
5.5.1	寄存器	142

5.5.2	移位寄存器	144
5.5.3	二频电路	145
本章小结	.....	145
思考题和习题	.....	146
6 脉冲的产生与整形电路	.....	149
6.1	概述	149
6.2	施密特触发器	150
6.2.1	门电路构成的施密特触发器	151
6.2.2	集成施密特触发器	151
6.2.3	施密特触发器应用举例	152
6.3	单稳态触发器	153
6.3.1	门电路构成的单稳态触发器	154
6.3.2	集成单稳态触发器	157
6.3.3	单稳态触发器的应用举例	160
6.4	多谐振荡器	161
6.4.1	门电路构成的多谐振荡器	161
6.4.2	石英晶体多谐振荡器	163
6.5	555 定时器及其应用	164
6.5.1	555 定时器	165
6.5.2	555 构成的施密特触发器	166
6.5.3	555 构成的单稳态触发器	167
6.5.4	555 构成的多谐振荡器	168
本章小结	.....	170
思考题和习题	.....	170
7 时序逻辑电路的分析和设计	.....	174
7.1	概述	174
7.2	基于触发器时序电路的分析	175
7.2.1	分析方法	175
7.2.2	同步时序电路的分析	176
7.2.3	异步时序电路的分析	179
7.3	基于触发器时序电路的设计	181
7.3.1	设计步骤	181
7.3.2	同步时序电路的设计	182
7.3.3	异步时序电路的设计	188
7.4	集成计数器	190
7.4.1	异步集成计数器	190
7.4.2	同步集成计数器	192

7.4.3	任意进制计数器的构成	195
7.5	集成移位寄存器	201
7.5.1	移位寄存器	201
7.5.2	移位寄存器的应用	202
7.6	基于 MSI 时序逻辑电路的分析	204
7.6.1	分析步骤	204
7.6.2	分析举例	205
7.7	基于 MSI 时序逻辑电路的设计	208
7.7.1	时序脉冲发生电路	208
7.7.2	一般时序电路的设计	211
本章小结		212
思考题和习题		212
8	半导体存储器与可编程逻辑器件	218
8.1	概述	218
8.2	随机存储器	220
8.2.1	RAM 的结构	220
8.2.2	RAM 的存储单元	223
8.2.3	RAM 的读写时序	224
8.2.4	集成 RAM 举例	226
8.2.5	RAM 的扩展	227
8.3	只读存储器	228
8.3.1	ROM 的结构与原理	228
8.3.2	EPROM 的实例	230
8.3.3	ROM 的应用	232
8.4	低密度可编程逻辑器件	233
8.4.1	PLA 和 PAL	233
8.4.2	GAL	235
8.5	高密度可编程逻辑器件 HDPLD	237
8.5.1	ispLSI/pLSI 2032	237
8.5.2	EPM7128S	240
8.6	现场可编程门阵列 FPGA	245
8.6.1	FPGA 简介	245
8.6.2	FPGA 的基本结构	246
8.7	可编程逻辑器件的应用	249
8.7.1	现代数字系统设计方法简介	249
8.7.2	可编程逻辑器件的设计流程	250
8.7.3	应用举例	251

本章小结	252
思考题和习题	253
9 数-模和模-数转换	255
9.1 概述	255
9.2 D/A 转换电路	256
9.2.1 D/A 转换的基本原理	256
9.2.2 倒 T 形电阻网络 D/A 转换器	257
9.2.3 权电流网络 D/A 转换器	258
9.2.4 集成 D/A 转换器	259
9.2.5 集成 D/A 转换器的应用	260
9.2.6 D/A 转换器的主要参数和误差	261
9.3 A/D 转换电路	263
9.3.1 A/D 转换的基本原理	263
9.3.2 并行比较型 A/D 转换器	264
9.3.3 逐次渐近型 A/D 转换器	266
9.3.4 双积分型 A/D 转换器	268
9.3.5 集成 A/D 转换器	270
9.3.6 A/D 转换器的主要参数	271
9.4 采样-保持电路	272
本章小结	274
思考题和习题	275
附录 A 半导体器件基础	278
A.1 半导体二极管	278
A.2 双极型晶体管	280
A.3 场效应管	284
A.4 放大器与理想集成运算放大器	287
参考文献	290

1 数字逻辑基础

【内容提要】 数字逻辑是数字电子技术的数学基础,是分析和设计复杂数字系统的理论依据。本章首先简单介绍了数字电路的特点、发展和分类,然后讨论各种数制、数制之间的转换、算术运算、逻辑运算及逻辑函数的代数和卡诺图化简方法;另外,本章还介绍了一些常用的码制。

1.1 数字电路简介

1.1.1 数字电路的特点

在电子技术中,常见的电信号分为两类,一类是模拟信号,另一类是数字信号。模拟信号在时间和幅值上都是连续变化的,而数字信号在时间和幅值上都是离散的。处理模拟信号的电子电路是模拟电子电路,而处理数字信号电子电路是数字电子电路,简称数字电路。

与模拟电路相比,数字电路有如下的特点:

- (1) 电路结构简单,便于集成化;
- (2) 可靠性、稳定性和精度较高;
- (3) 不仅能完成数字运算,还可以完成逻辑运算;
- (4) 数字运算的可重复性好;
- (5) 有可能通过编程改变芯片的逻辑功能;
- (6) 容易采用计算机辅助设计。

1.1.2 数字电路的发展和分类

数字电路是以二值数字逻辑为基础的,其中的输入和输出信号都是离散的数字信号。电路中的电子器件处于开关状态。

数字电路的发展经历了由电子管、半导体分立器件到集成电路几个阶段。集成电路按集成度可分为小规模(SSI)、中规模(MSI)、大规模(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)。从20世纪60年代开始,开发了以双极型工艺为基础的小规模逻辑器件,随后发展到中规模及大规模集成电路。计算机就是数字电路发展

的结晶。

逻辑门电路是基本的逻辑单元电路,最早问世的是 TTL 逻辑门电路,随着 CMOS 集成工艺的发展,CMOS 器件有取代 TTL 主导地位的趋势。

近年来,可编程逻辑器件的飞速发展,使数字电子技术产生了大的飞跃,该器件不仅规模大,而且将硬件和软件相结合,使器件使用更加灵活。

1.2 数制和码制

1.2.1 几种常用的数制

日常生活中,人们习惯于用十进制数。在数字电路中,目前还没有具有十种状态的开关器件可用来表示一位十进制数。常见的开关器件通常只具有两种不同的状态,可以用来表示 1 位二进制数。因此,在数字电路中常用二进制数。

以上提到的十进制数和二进制数都是进位计数制。它们采用位置表示法,即处于不同位置的同一个数字符号所表示的数值不同。如果数制只采用 R 个基本符号,则称为 R 进制。 R 称为 R 进制的“基数”或简称为“基”(Radix 或 Base),而数制中每一固定位置对应的单位值称为“权”(Weight)。下面介绍常用的几种进位计数制。

1. 十进制(Decimal)

十进制数有 0、1、2、3、4、5、6、7、8 和 9 十个符号。其基数为 10,计数规则为“逢十进一”。一个十进制数可以用若干个十进制符号构成,如 333、2765 和 58 等。相同的数码处于不同的位置可代表不同的值。例如,333 可以表示成下列多项式

$$333 = 3 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

一个具有 n 位整数和 m 位小数的十进制数,可以记为 $(D)_D$,下标 D 表示括号中的 D 为十进制数。可用以下一般表达式表示

$$\begin{aligned}(D)_D &= d_{n-1}10^{n-1} + d_{n-2}10^{n-2} + \cdots + d_110^1 + d_010^0 + d_{-1}10^{-1} + d_{-2}10^{-2} + \cdots + d_{-m}10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} d_i 10^i\end{aligned}\quad (1.2.1)$$

式中 d_i 为第 i 位的系数,可为 0~9 中的任何一个符号;10 为基数, 10^{n-1} 、 10^{n-2} 、 \cdots 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 、 10^{-2} 、 \cdots 、 10^{-m} 分别为各位的权。 $(D)_D$ 可以省略记为 D 。

2. 二进制(Binary)

二进制数只有 0 和 1 两个符号。其基数为 2,计数规则为“逢二进一”,各位的权则为 2 的幂。与式(1.2.1)类似,任一个 n 位整数和 m 位小数的二进制无

符号数可按权展开为

$$(D)_B = (d_{n-1}d_{n-2}\cdots d_0 \cdot d_{-1}\cdots d_{-m})_B = \sum_{i=-m}^{n-1} d_i 2^i \quad (1.2.2)$$

其中,下标_B表示 D 为二进制数,系数 d_i 取值只有0和1两种可能。例如

$$(1101.101)_B = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

由于二进制数计数规则简单,且与电子器件的开关状态对应,因而在数字系统中获得广泛应用。

3. 十六进制(Hexadecimal)

用二进制表示一个比较大的数时,位数较长且不易读写,因而在数字系统和计算机中,常将其改为 2^i 进制来表达,其中最常用的是十六进制(即 2^4)。十六进制有16个符号,采用0~9和A~F表示。十六进制的计数规则是“逢十六进一”,它的基数为16,各位的权为16的幂。

任一个 n 位整数和 m 位小数的十六进制无符号数可按权展开为

$$(D)_H = (d_{n-1}d_{n-2}\cdots d_0 \cdot d_{-1}\cdots d_{-m})_H = \sum_{i=-m}^{n-1} d_i 16^i \quad (1.2.3)$$

式中系数 d_i 可为十六进制符号0~9和A~F中的任一个,下标_H表示 D 为十六进制数。

各种常用数制对照如表1.2.1所示。

表 1.2.1 常用数制对照表

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

对于任意位置表示法的 R 进制无符号数, 则可有

$$(D)_R = \sum_{i=-m}^{n-1} d_i R^i \quad (1.2.4)$$

其中 R 为 R 进制数的基数, d_i 为 R 进制的符号。

1.2.2 数制间的转换

数制间转换的原则是转换前后整数部分和小数部分必须分别相等。由于计算机的迅速发展, 数制间的转换通常用计算机处理。以下仅介绍转化原理。

1. 多项式法

多项式法适用于将基数为 R 的数转换为十进制数, 只需根据式(1.2.4)按权展开, 并按十进制数计算, 所得结果就是其所对应的十进制数。

例如, 十六进制数 $(DE)_H$ 转换为十进制数为

$$(DE)_H = (13 \times 16^1 + 14 \times 16^0)_D = (208 + 14)_D = (222)_D = 222$$

例如, 二进制数 110101.101 转换为十进制数为

$$(110101.101)_B = (1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3})_D = (53.625)_D = 53.625$$

2. 基数乘除法

基数乘除法适合把一个十进制数 D 转换为其它进制的数。即把一个 n 位整数和 m 位小数的十进制数 $D = d_{n-1}d_{n-2} \cdots d_2d_1d_0 \cdots d_{-1}d_{-2} \cdots d_{-m}$ 以 k 位整数和 i 位小数的其它进制的数来表示。转换方法是把整数部分和小数部分分别进行转换, 然后合并起来。

下面主要以十进制数转换为二进制数为例讨论基数乘除法。

(1) 整数转换(除基取余法)

依据转换原则及二进制数的按权展开式(1.2.2), 整数部分的转换可以表示为

$$D_n = d_{k-1} \times 2^{k-1} + d_{k-2} \times 2^{k-2} + \cdots + d_1 \times 2^1 + d_0 \times 2^0 \quad (1.2.5)$$

将式(1.2.5)两边同除以二进制的基数 2, 得

$$(1/2)D_n = d_{k-1} \times 2^{k-2} + d_{k-2} \times 2^{k-3} + \cdots + d_1 \times 2^0 + d_0/2 \quad (1.2.6)$$

由此可知, 用 2 去除十进制数, 得到的余数为 d_0 。将式(1.2.6)的商再除以 2, 得到的余数为 d_1 。依此类推, 将十进制整数每除以一次 2, 就可根据余数得到二进制数的 1 位数字。因此, 只要将十进制数逐次除以 2, 直到商为 0, 就可根据余数求出二进制数。

【例 1.2.1】 将十进制数 89 转换成二进制数。

【解】 根据转换方法, 将十进制数 89 逐次除以 2, 取其其余数, 即得二进制数。

$2 \overline{)89}$	余数	
$2 \overline{)44}$	..... 1	.....d_0 LSB (Least Significant Bit 的缩写)
$2 \overline{)22}$	..... 0	.....d_1
$2 \overline{)11}$	..... 0	.....d_2
$2 \overline{)5}$	..... 1	.....d_3
$2 \overline{)2}$	..... 1	.....d_4
$2 \overline{)1}$	..... 0	.....d_5
0	..... 1	.....d_6 MSB (Most Significant Bit 的缩写)

即 $(89)_D = (1011001)_B$

(2) 小数部分的转换(乘基取整法)

与整数转换类似,将十进制小数乘以 2,取其整数部分即为 d_{-1} 。由此可见,将十进制小数每乘以一次 2,就可根据其乘积的整数部分得到二进制小数的 1 位数。因此只要逐步乘以 2,且逐次取出乘积中的整数部分,直到小数部分为 0 或者达到所需的精度为止,即可求得相应的二进制小数。

【例 1.2.2】 将十进制数 0.64 转换为二进制数,要求误差 $\varepsilon < 2^{-10}$ 。

【解】 根据上述转换方法,将十进制小数 0.64 逐次乘以 2,取其整数,即得二进制小数。

	0.64	0.28	0.56	0.12	0.24	0.48	0.96	0.92	0.84	0.68
(乘基)	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$	$\times 2$
	1.28	0.56	1.12	0.24	0.48	0.96	1.92	1.84	1.68	1.36
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(取整)	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
	d_{-1}	d_{-2}	d_{-3}	d_{-4}	d_{-5}	d_{-6}	d_{-7}	d_{-8}	d_{-9}	d_{-10}

则 $(0.64)_D = (0.1010001111)_B$, 且其误差 $\varepsilon < 2^{-10}$ 。

十进制数转换为十六进制数有两种方法。一种就是采取上面介绍的基数乘法,即对整数部分除基取余,对小数部分乘基取整,即可求得转换;另一种方法是以二进制为桥梁进行转换,即首先把待转换的十进制数按基数乘法转换为二进制数,再根据下面将要介绍的十六进制与二进制对应关系,即可求得转换结果。实际上,后者较为常用。

3. 基数为 2^i 的进制间的转换

由表 1.2.1 可以看出,4 位二进制数可以组成 1 位十六进制数($2^4 = 16$),而且这种对应关系是一一对应的。这样就不难求得它们之间的相互转换。

【例 1.2.3】 将数字 $(110110111000110.1011000101)_B$ 转换成十六进制数。

【解】 用上述对应关系,以小数点为界,整数部分由右向左按 4 位一组划