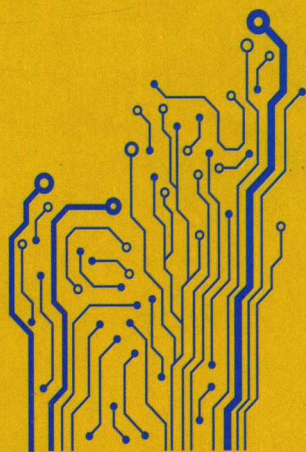


Shuzi Dianzi Jishu

数字电子技术

主编◎彭克发 冯思泉



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

数字电子技术

彭克发 冯思泉 主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书内容包括数字电路基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、脉冲信号的产生和变换与应用、数/模和模/数转换电路、实验与实训等。本书从最基础的角度出发,内容丰富,深入浅出,实用性强,注重最基本的基础知识的介绍,为了便于深入学习和理解书中内容,书中按各章顺序列举难度不同、规格不同的实验课题,供学生巩固理论知识、训练专业技能练习,可为学习电子类专业的各门专业课程打下良好的基础。

本书既是高等院校电子类专业的基础理论课教材,也可作为高等职业学校电子类专业的基础理论课教材和供军地两用人才学习参考,还可作为职业上岗培训教材及无线电爱好者自学使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术 / 彭克发, 冯思泉主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 4

ISBN 978 - 7 - 5640 - 9272 - 6

I. ①数… II. ①彭…②冯… III. ①数字电路 - 电子技术 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 110562 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 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 276 千字

版 次 / 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 45.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前言

Preface

电子技术是高新技术,它已广泛应用于信息技术的各个领域,并已扩展到国民经济的各个部门,而且进入了家庭。本书是电子技术应用的基础,也是电子技术应用专业的一门重要的基础理论课。本书在编写中力求突出以下特点。

1. 重点突出教材的实用性

面向现代化,根据 21 世纪各行业对电子类专业人才的要求,体现以能力为本位的职教特色,在保证基础知识的传授和基本技能训练的基础上,力求选择实用内容,不过分强调学科知识的系统性和严密性。

2. 内容丰富、全面、翔实

涵盖高职高专电子信息类学生必须掌握的各种基本知识和基本技能。如从电路原理的分析、电子产品的设计、元器件的作用及选择、印制电路板制作到电路调试一应俱全。

3. 适应“双证制”考核

本教材在知识、技能要求的深度和广度上,以国家技能鉴定中心颁发的相关专业高、中级技能鉴定要求为依据,突出这部分知识的传授和专业技能训练,力求使学生获取毕业证的同时,又能获取本专业的高、中级技术等级证。

4. 增加教材使用的弹性

本教材分为两部分:一部分是必修内容,是各地、校必须完成的教学任务;另一部分为选修内容,是提供给条件较好的地区或学校选用,在书中用“※”注明。

5. 深入浅出,易学易懂

根据当前及今后较长时间高等院校学生情况及国外教材编写经验,本教材删去较深的理论推导和繁难的数学运算,内容变得浅显,叙述深入浅出,使学生易于接受,便于实施教学。

为了便于深入学习和理解书中内容,各章节后都附有思考与练习和训练内容,方便教师及读者自学。

本课程教学的参考学时数为 80 学时左右,各章课时安排建议如下。

教学课时分配建议表

章序	课时数	章序	课时数
1	1	6	14
2	12	7	12
3	10	8	6
4	12	机动	3
5	10	总课时	80

本教材由彭克发教授和冯思泉老师任主编，并由彭克发教授和冯思泉老师共同编写。其中：本书的第2章、第3章、第4章、第5章由彭克发教授编写，第1章、第6章、第7章、第8章由冯思泉老师编写。全书各章的共21个实验由彭克发教授和冯思泉老师共同完成。全书由彭克发教授制订编写大纲和负责编写的组织及统稿和编审工作。

本书在送审以前，中国高等学校电子教育学会会长黄庆元教授对本书进行了认真细致的审阅，并提出了许多修改意见。本书在编写过程中，还得到了不少同志的帮助。同时，在编写过程中还参考了许多作者的文献资料和书籍，这里不能一一列出，在此对他们表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，对新大纲领会不够深入，在编写本书中难免存在错误缺点，恳请读者多提宝贵意见，以便进一步修改。

编 者

目录

Contents

第1章 绪论	1
1.1 数字电路概述	1
1.1.1 电子技术的发展	1
1.1.2 数字信号	2
1.1.3 数字电路	3
1.2 电路的分类和学习方法	3
第2章 数字电路基础	5
2.1 数制及代码	6
2.1.1 数制	6
2.1.2 数制的转换	8
2.1.3 代码	11
2.2 逻辑代数运算	12
2.2.1 逻辑代数的基本概念	12
2.2.2 基本逻辑（与、或、非）关系	14
2.2.3 复合逻辑运算	16
2.3 逻辑代数的基本公式	18
2.3.1 逻辑代数的基本定律与定理	18
2.3.2 逻辑代数运算法则	21
2.3.3 逻辑代数的化简	22
2.3.4 知识拓展（即逻辑函数的卡诺图化简法）	24
2.3.5 具有约束项的逻辑函数化简	30
* 2.4 逻辑电路图、逻辑表达式与真值表之间的互换	31
2.4.1 逻辑电路的表示方法	31
2.4.2 逻辑电路图与逻辑表达式之间的相互转换	32
2.4.3 逻辑表达式与真值表的相互转换	33
本章小结	34
思考与练习一	35

第3章 逻辑门电路	37
3.1 二极管和三极管的开关特性	37
3.1.1 二极管的开关特性	37
3.1.2 三极管的开关特性	38
3.2 基本逻辑门电路	39
3.2.1 二极管与门电路	39
3.2.2 二极管或门电路	40
3.2.3 三极管非门电路	40
3.2.4 DTL 与非门电路	40
3.3 TTL 集成门电路	41
3.3.1 TTL 与非门的基本知识	41
3.3.2 TTL 门电路集成芯片介绍	47
3.4 CMOS 集成门电路	49
3.4.1 CMOS 非门	50
3.4.2 其他 CMOS 门电路	51
3.4.3 CMOS 逻辑门电路的系列	52
* 3.5 知识拓展	52
3.5.1 其他类型的 TTL 门电路	52
3.5.2 集成门电路输入/输出的处理	55
3.6 常用集成门电路	57
本章小结	59
思考与练习二	60
实验技能训练一 门电路逻辑功能及测试	62
实验技能训练二 TTL 与非门参数测试训练	65
实验技能训练三 集成六非门反相器的识别与检测	67
实验技能训练四 逻辑门电路	68
实验技能训练五 门电路特性参数测试	71
第4章 组合逻辑电路	75
4.1 组合逻辑电路的定义及分析与设计方法	75
4.2 编码器	79
4.3 译码器	87
4.4 数据选择器	97
4.5 加法器和数值比较器	98
4.5.1 加法器	99
4.5.2 数值比较器	100
* 4.6 常用的中规模组合逻辑电路 (MSI) 应用	102
本章小结	105
思考与练习三	105

实验技能训练六 译码显示电路	106
实验技能训练七 组合逻辑电路	108
第 5 章 集成触发器	111
5.1 基本 RS 触发器	112
5.2 同步(可控) RS 触发器	114
5.3 主从 JK 触发器	116
5.4 D 触发器	120
5.5 触发器的转换	123
5.5.1 D 触发器转换为 JK 触发器	123
5.5.2 JK 触发器转换为 D 触发器	123
5.6 触发器的应用	123
本章小结	125
思考与练习四	125
实验技能训练八 集成 JK 触发器逻辑功能测试	128
* 实验技能训练九 触发器	129
第 6 章 时序逻辑电路	132
6.1 时序逻辑电路概述	132
6.1.1 时序逻辑电路的基本特征	132
6.1.2 时序逻辑电路的分析方法	133
6.2 寄存器	134
6.2.1 数码寄存器	135
6.2.2 移位寄存器	136
6.3 计数器	140
6.3.1 异步计数器	141
6.3.2 同步计数器	146
6.3.3 计数器的实例分析	154
本章小结	157
思考与练习五	158
实验技能训练十 编码器和译码器及应用	160
实验技能训练十一 集成编码器	163
实验技能训练十二 集成译码器	164
实验技能训练十三 集成显示译码器	166
* 实验技能训练十四 集成数据选择器和电路模拟开关	168
实验技能训练十五 集成寄存器	169
实验技能训练十六 集成计数器	171
第 7 章 脉冲信号的产生和变换与应用	174
7.1 脉冲的基本概念	174



7.1.1 脉冲的概念	174
7.1.2 RC 充放电规律	176
7.1.3 微分与积分电路	177
7.2 施密特电路	179
7.3 单稳电路	182
7.3.1 微分型单稳态触发器	182
7.3.2 集成单稳态触发器	185
7.3.3 单稳态触发器的应用	187
7.4 多谐振荡器	189
7.4.1 基本型多谐振荡器	189
7.4.2 带有 RC 电路的环形多谐振荡器	190
7.4.3 施密特多谐振荡器	191
7.5 555 定时电路及应用	192
7.5.1 555 定时电路	192
7.5.2 555 定时器应用举例	195
本章小结	199
思考与练习六	200
实验技能训练十七 集成顺序脉冲发生器	202
实验技能训练十八 多谐振荡器	202
* 实验技能训练十九 秒信号发生器	204
* 实验技能训练二十 集成单稳态电路	204
实验技能训练二十一 555 定时器电路及应用	205
第 8 章 数/模和模/数转换	207
8.1 概述	207
8.2 数/模转换 (D/A)	208
8.2.1 数/模转换 (D/A) 的原理	208
8.2.2 T 形电阻网络 D/A 转换器	209
8.2.3 集成 DAC (DAC0832)	212
8.3 模/数转换 (A/D)	214
8.3.1 A/D 转换基本原理	214
8.3.2 ADC 电路	216
8.3.3 集成 ADC 电路 (ADC0809)	219
本章小结	220
思考与练习七	220
附图	222
参考文献	225

第 1 章 绪 论

教学目标

1. 了解数字电子技术的发展应用。
2. 理解数字电子技术和模拟电子技术的区别。
3. 理解数字信号与模拟信号的区别。

本章主要概述数字电子技术的发展，以及与模拟电子技术的差别，分析数字电子技术的优点。

随着信息时代的到来，数字化已成为当今电子技术发展的潮流。数字电子技术不仅广泛应用于现代数字通信、雷达、自动控制、遥测、遥控、数字计算机和数字测量仪等领域，而且还进入了千家万户的日常生活。数字电路是数字电子技术的核心，是计算机和数字通信的硬件基础。

1.1 数字电路概述

电子技术是在 19 世纪末、20 世纪初开始发展起来的新技术，是近代科学技术发展的一个重要标志。

1.1.1 电子技术的发展

第 1 代电子产品是以电子管为核心的。20 世纪 40 年代末，世界上诞生了第 1 只半导体三极管，它以小巧、轻便、省电及寿命长等特点，很快地被各国应用起来，在很大范围内取代了电子管。20 世纪 50 年代末，世界上出现了第 1 块集成电路，它把许多晶体管等电子元器件集成在一块硅芯片上，使电子产品向更小型化发展。集成电路从小规模集成电路迅速发展到大规模集成电路和超大规模集成电路，从而使电子产品向着高效能、低功耗、高精度、高稳定 and 智能化的方向发展。

1.1.2 数字信号

模拟信号和数字信号是电子技术中的两大信号。

1. 模拟信号和数字信号

模拟信号和数字信号如图 1-1 所示。模拟信号是指时间、数值均连续的信号，即模拟信号通常是指模拟真实世界物理量的信号形式，如正弦交流电的电压、电流和温度等。数字信号是指时间、数值均离散的信号，即数字信号采用“通”“断”来表示。通常取两种状态，即有一定数值要求的高电平和低电平，分别用“1”和“0”表示。典型的数字信号波形是具有一定幅度的矩形波，它作用于电路或器件上，会使电路或器件相应截止或导通（饱和）。这与模拟信号作用于电路或器件工作在线性放大状态相比有根本的不同，如电子表的秒信号、生产流水线上记录零件个数的计数信号等。要判断是哪种电路，可根据其处理的信号是哪一种信号来确定。处理模拟信号的电路被称为模拟电路，而处理数字信号的电路被称为数字电路。

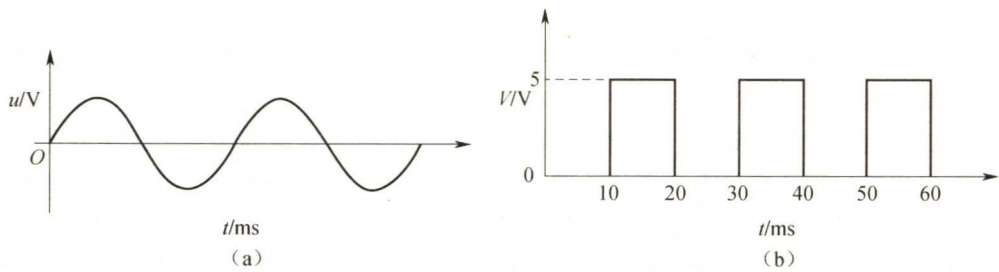


图 1-1 模拟信号和数字信号

(a) 模拟信号；(b) 数字信号

2. 正逻辑和负逻辑

数字信号只有两个离散值，通常用数字“0”和“1”来表示。这里的“0”和“1”代表两种状态，而不代表具体数值，称为逻辑“0”和逻辑“1”，也称为二值数字逻辑。不同半导体器件的数字电路中逻辑“0”和逻辑“1”对应的逻辑电平值将在后续章节中介绍。

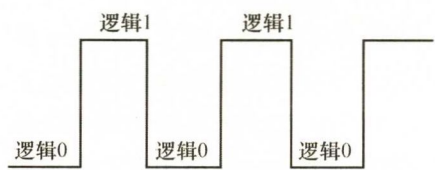


图 1-2 采用正逻辑体制的逻辑信号

当规定高电平为逻辑“1”，低电平为逻辑“0”时，称为正逻辑。

当规定低电平为逻辑“1”，高电平为逻辑“0”时，称为负逻辑。

图 1-2 所示为采用正逻辑体制的逻辑信号。

3. 脉冲信号

数字信号在电路中表现为脉冲信号，其特点是一种跃变信号，持续时间短。

常见的脉冲信号有矩形波和尖顶波，理想的周期性矩形脉冲信号如图 1-3 所示。其主要参数有： V_m 为信号幅度； T 为信号周期； t_w 为脉冲宽度； q 为占空比，表示脉冲宽度 t_w 占整个周期 T 的百分比，其定义为 $q(\%) = \frac{t_w}{T} \times 100\%$ 。

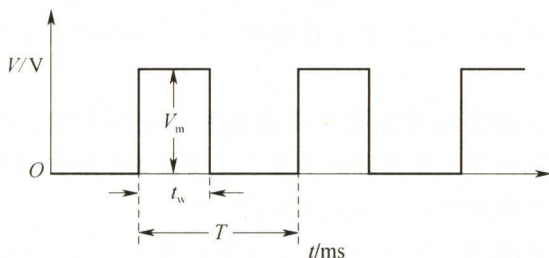


图 1-3 理想的周期性矩形脉冲信号

1.1.3 数字电路

人们把工作于数字信号下的电子电路称为数字电路，把使用数字量来传递、处理和加工信息的实际工程系统，称为数字系统。

与模拟电路相比，数字电路主要有以下优点。

- (1) 数字电路实现的是逻辑关系，只有“0”和“1”两个状态，易于用电路实现。如用三极管的导通与截止来表示逻辑“0”和逻辑“1”。
 - (2) 数字电路的系统工作可靠、精度较高、抗干扰能力强。
 - (3) 数字电路能进行逻辑判断和运算，在控制系统中不可缺少。
 - (4) 数字信息便于长期保存，如可存储于磁盘、光盘等介质。
 - (5) 数字集成电路产品系列多、通用性强、成本低。
- 这些优点也正是数字电路得到广泛应用的原因。

1.2 电路的分类和学习方法

下面来了解一下数字电路的分类及学习数字电路时应注意的一些问题。

1. 电路的分类

数字电路的基本构成单元主要有电阻、电容、二极管和三极管等元器件。按电路组成结构，它分为分立组件电路和集成电路两类。其中，按集成电路在一块硅片上包含的逻辑门电路或组件的数量，即集成度，又分为小规模集成（SSI）、中规模集成（MSI）、大规模集成（LSI）和超大规模集成（VLSI）电路。按数字电路所用器件的不同，又可分为双极型（DTL、TTL、ECL、I²L 和 HTL 型）电路和单极型（NMOS、PMOS 和 CMOS 型）电路两类。从逻辑功能上，数字



电路可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路两大类，具体内容将在后续章节中进行介绍。

2. 数字电路的学习方法

学习数字电路时，应注意以下几点。

(1) 逻辑代数是分析和设计数字电路的工具，熟练掌握和运用好这一工具才能使学习顺利进行。

(2) 应当重点掌握各种常用数字逻辑电路的逻辑功能、外部特性及典型应用。对其内部电路结构和工作原理的学习，主要是为了加强对数字逻辑电路外部特性和逻辑功能的正确理解，不必过于深究。

(3) 数字电路的种类虽然繁多，但只要掌握基本的分析方法，便能得心应手地分析各种逻辑电路。

(4) 数字电子技术是一门实践性很强的技术基础课。学习时必须重视实验和实训等实践环节。

(5) 数字电子技术发展十分迅速，数字集成电路的种类和型号越来越多，应逐步提高查阅有关技术资料 and 数字集成电路产品手册的能力，以便从中获取更多、更新的学习信息。

第2章 数字电路基础

教学目标

1. 熟悉各种进制的表示及其相互转换的方法。
2. 掌握逻辑代数的基本运算。
3. 掌握逻辑函数的5种表示方法及其相互转换方法。
4. 掌握逻辑代数的基本概念、公式和定律。
5. 掌握逻辑函数的公式化简方法。
6. 了解逻辑函数的卡诺图化简方法。

本章主要介绍数制、码制以及相互转换的基本理论和逻辑代数的概念、基本公式以及规则，实现逻辑代数简化的常用方法。通过本章的学习，可以掌握分析、表示和化简逻辑函数式的方法。

现代电子技术中，数字电路应用十分广泛，在人们熟悉的电子产品中，如电视机、DVD机、电冰箱、洗衣机、数码照相机、电子手表等都广泛采用了数字电路。

1. 什么叫数字化

所谓数字化就是将模拟信号转化为数字信号，并利用数字电路完成对信号的处理和传输。

2. 数字电路的优点

数字电路与模拟电路比较具有许多优点，主要表现为：第一，信号在传输过程中的失真小；第二，保密性好；第三，容易实现高保真传输；第四，便于与计算机系统相连实现自动控制。

3. 数字电路的组成

数字电路也是由晶体管、场效应管及其相关的外围元件组成的。它与模拟电路的区别是：电路中的晶体管不工作在放大状态，一般都工作在截止和饱和的开关状态。因此，电路的输入和输出状态只有两种，“高”电平和“低”电平。通常“高”电平用“1”表示，“低”电平用“0”表示。



4. 数字电路的主要特点

(1) 数字电路是采用二进制的数字信号。这种信号无论是时间上还是数值上都是不连续变化的信号，即只有“0”和“1”两个基本数字，用这两个数字表示电路的关断和接通状态，同时也表示电平的“低”和“高”。

(2) 数字电路中的晶体管或场效应管，在正常情况下都工作在开关状态。

(3) 数字电路中主要研究输入和输出信号的状态（即“0”和“1”两种状态），它们之间的关系为逻辑关系，即电路的逻辑功能。

(4) 数字电路所使用的数学工具是逻辑代数，也叫布尔代数。

(5) 数字电路已经产生出了许多具有某种功能或某些功能的中、大规模集成电路。这些集成电路有许多个输入和输出端，使用时要注意按要求连接好外围元件，从而完成需要的电路功能。

5. 数字电路的分析方法

数字电路主要是研究电路的输出信号与输入信号之间的状态关系，即所谓的逻辑关系。通常，数字电路用逻辑代数、真值表、逻辑图等方法进行分析。

数字电路和模拟电路是电子电路的两个分支，在实际中，两者常配合应用。例如，用传感器得到的信号，大多是模拟信号，实际使用的信号也往往需要模拟信号，因此，常需要将数字信号与模拟信号进行转换 [D/A(数/模) 或 A/D(模/数) 变换]。此外，由于采用集成电路，输出功率有限，所以，在控制系统中，也必须配置驱动电路，才能驱动执行机构动作。

2.1 数制及代码

2.1.1 数制

所谓数制，就是计数体制，即数制就是计数的进位制度。按照进位方法的不同，常用的数制有十进制、二进制、八进制、十六进制等。日常生活中，人们最习惯使用十进制数——“逢十进一”，而在数字系统中常采用二进制数，有时也使用八进制数和十六进制数。本节将通过对十进制数的分析和扩展，掌握其他 N 进制数的概念。

1. 十进制 (D)

十进制数采用 10 个不同的数码 0, 1, 2, 3, ..., 9 来表示数。十进制数的计数基数为 10。十进制数的进位规律是“逢十进一”，如 $9+3=12$ 。这种数制人们非常熟悉，但在数字电路中使用时，由于数码较多，电路很难处理和运算。

任意十进制整数的数值可以表示为各数码与所处数位的权乘积之和，即

$$[N]_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i \times 10^i$$

$$= k_{n-1} \times 10^{n-1} + k_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + k_0 \times 10^0 + k_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + k_{-m} \times 10^{-m}$$

式中, n 为整数的位数; m 为小数的位数; i 为当前的数码所在位置; k_i 为第 i 位上的数码; 10^i 表示十进制数第 i 位上的权。 N_{10} 中的下标表示数制, 10 表示是十进制数, 如果没有写明下标通常表示的是十进制数的。

【例 2-1】 如十进制数 2010 可以表示为:

$$[2010]_{10} = 2 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 0 \times 10^0$$

2. 二进制 (B)

与十进制数相对应, 二进制数采用两个不同的数码 0, 1 来表示数。因其基数为 2, 所以称为二进制数。二进制数的进位规律是“逢二进一”, 即 $1+1=10$ 。任意二进制的数值可以表示为

$$[N]_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i \times 2^i$$

式中, k_i 为二进制数第 i 位数码; 二进制数的下标为 2。

【例 2-2】 $[1\ 001.101]_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = [9.625]_{10}$

二进制只有两个数字符号, 运算规则简单, 在数字电路和计算机中通常都采用二进制, 很容易在电路中实现处理和运算, 因此数字系统广泛采用二进制, 但是二进制需要用的位数比较多, 在上例中, 4 位十进制就需要用到 7 位二进制来表示。如果数值更大一些, 则表示的二进制位数会更多。这也带来了书写和记忆的麻烦, 所以在数字系统中有时候也使用八进制和十六进制。

3. 八进制数

在八进制中, 有 0~7 这 8 个数字符号, 分别表示 8 种不同的状态, 计数的基数为 8, 低位和相邻高位的进位关系为“逢八进一”, 即 $7+1=10$ 。任意八进制的数值可以表示为

$$[N]_8 = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i \times 8^i$$

式中, k_i 为八进制数第 i 位数码。八进制数的下标为 8。

【例 2-3】 $[703.67]_8 = 7 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 7 \times 8^{-2} = [451.859\ 375]_{10}$

4. 十六进制 (H)

十六进制的共有 16 种不同的数码, 采用 16 个基本数码。0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A (10), B (11), C (12), D (13), E (14), F (15)。其中前 10 个数码与十进制相同, 是 0~9 的数字码, 后 6 个是 A~F 的 6 个英文字母。



基数是 16，进位规律是“逢十六进一”，每个数位的权是 16^i 。任意十六进制的数值可以表示为

$$[N]_{16} = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i \times 16^i$$

式中， k_i 为十六进制数第 i 位数码。十六进制数的下标为 16。

【例 2-4】 $[AB3.8]_{16} = 10 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 3 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = [2\ 739.5]_{10}$

从【例 2-3】【例 2-4】两个例子可以看出，用八进制和十六进制表示同一数值要比二进制简单得多，而二进制与八进制和十六进制的转换很容易，所以在数字系统中也常常使用八进制和十六进制。

2.1.2 数制的转换

人们传统习惯采用十进制数来表示和计数，而计算机采用的是二进制、八进制和十六进制。因此这几种进制之间往往需要进行转换。

1. 十进制数转换为二进制数、八进制数和十六进制数

1) 由十进制数转换成二进制数

由十进制数转换成二进制数一般采用“除二取余倒列法”。具体方法为：将已知的十进制数反复除 2，若余数为 0，则相应二进制数码记为 0；若余数为 1，则相应二进制数码记为 1；直到商为 0 为止。将第一个余数为最低位（最右边的数码），最后一个余数为最高位（最左边的数码）排列起来，就得到相应的二进制数。

【例 2-5】 将十进制数 $(99)_D$ 转换为二进制数。

2	99	----->	余 1	→	k_0	↑ 最低位 ↑ 最高位
2	49	----->	余 1	→	k_1	
2	24	----->	余 0	→	k_2	
2	12	----->	余 0	→	k_3	
2	6	----->	余 0	→	k_4	
2	3	----->	余 1	→	k_5	
2	1	----->	余 1	→	k_6	
0						

所以，十进制数 $(99)_D$ 转换成二进制数为： $(99)_D = (1100011)_B$

小数部分的转换方法是：将十进制小数部分逐次乘以 2，每次相乘，将所得