

21世纪普通高校电子电气类专业基础课应用型规划教材

数字电子技术基础

唐朝仁 主编 / 李 姿 王 纪 副主编



清华大学出版社

21世纪普通高校电子电气类专业基础课应用型规划教材

数字电子技术基础

唐朝仁 主编

李姿 王纪 副主编

清华大学出版社

内 容 简 介

本书依据应用型人才的培养目标,突出了数字集成器件的应用与实践能力的培养,采用了新的体例结构和结构式描述方式,力求做到易读、易懂、易学、易记。针对重点、难点内容,本书提供了丰富的例题,便于教学与自学。为了强化应用能力的培养,本书各章还提供了大量的应用实例。

全书共9章,包括逻辑代数基础、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲产生与整形电路、半导体存储器、数/模与模/数转换器、数字电路的综合应用。

本书可作为应用型本科电气信息类专业的数字电子技术基础教材,也可供从事电子技术的工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术基础/唐朝仁主编. —北京:清华大学出版社,2014

21世纪普通高校电子电气类专业基础课应用型规划教材

ISBN 978-7-302-36638-6

I. ①数… II. ①唐… III. ①数字电路—电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 113433 号

责任编辑:梁颖 薛阳

封面设计:常雪影

责任校对:白蕾

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:23.25 字 数:565千字

版 次:2014年9月第1版 印 次:2014年9月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:39.00元

前 言

数字电子技术基础是电类各专业一门重要的技术基础课,随着电子科学技术的飞速发展,数字电子技术得到了广泛的应用,数字化成为电子产品的发展方向,因此对数字电子技术基础课程提出了新的要求。

本书的编写以“精选内容、突出重点、联系实际、强化应用”为宗旨,从应用型本科教学的实际需要出发,坚持理论与实践相融合的教学理念,以技能与能力的培养为数字电子技术基础课程的教学目标,构建了以基本理论为基础,数字电路的应用为核心的数字电子技术基础的体系结构。

全书分为9章:第1章逻辑代数基础,是数字电路的数学基础,重点介绍逻辑函数的化简方法;第2章介绍组成数字电路的基本单元——门电路;第3章介绍组合逻辑电路;第4章介绍组成时序电路的核心器件——触发器;第5章介绍时序逻辑电路;第6章介绍脉冲信号产生电路;第7章介绍半导体存储器;第8章介绍数/模与模/数转换器;第9章介绍几种综合性的数字电路。

本书各章的基本体例结构如下。

- (1) 内容提要:概括本章讲解的主要内容。
- (2) 学习目标与本章重点:说明学习重点及学习收获。
- (3) 实例引入:以电路的实际应用为引导,激发学习的兴趣,导入本章的知识内容。
- (4) 本章正文。
- (5) 实用电路举例与分析:穿插于正文中,说明理论知识的实际应用,培养与提高应用技能与能力。
- (6) 训练与练习:穿插于正文中,通过训练与练习加深对重点问题和难点问题的理解和掌握。
- (7) 本章小结:对本章主要内容和知识点进行概要回顾。
- (8) 本章知识结构:本章核心内容的体系结构,以及内容之间的关系。
- (9) 各章中每一小节设置了阶段测试;各章后有综合

练习题。

本书还设置了问题讨论、动脑动手、动手实践等新颖的特色栏目。全书突出理论与实践的结合,知识与能力的结合,互动交流。

本书根据应用型人才的培养目标和“应用为本、学以致用”的办学理念,贯彻“精、新、实”的编写原则,以“必需、够用”为度,精选必需的内容。本书的编写突出了以下主要特点:

- (1) 增加由实际应用的引入,激发学生的学习兴趣。
- (2) 采用结构式描述,易读、易懂、易学、易记。
- (3) 理论与实践融合为一个整体,有利于培养技能与能力。

本书既可以作为应用型本科电类各专业的数字电子技术基础课教材,也可以作为非电类专业学生学习电子技术的入门书籍。

本书由唐朝仁教授担任主编,李姿、王纪任副主编,参编人员为沈阳工学院的骨干教师。全书共9章,第1章由张可菊编写,第2、3、6、8章由李姿编写,第4章由王纪(沈阳理工大学)编写,第5、7、9章由唐朝仁编写,各章的习题由唐铎洺选编,全书由唐朝仁负责策划、内容安排和统编。

本书在编写过程中得到了沈阳工学院领导的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。由于编者水平有限,书中难免存在错漏和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2014年6月

目 录

第 1 章 逻辑代数基础	/1
1.1 概述	/1
1.1.1 逻辑代数	/1
1.1.2 数字电路	/2
阶段测试	/2
1.2 数制与编码	/2
1.2.1 数制的基本概念	/2
1.2.2 常用数制	/3
1.2.3 不同数制的标记	/4
1.2.4 不同进制数之间的转换	/5
1.2.5 编码	/8
阶段测试	/10
1.3 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
阶段测试	/15
1.4 逻辑代数的定律、定理、规则及常用公式	/16
1.4.1 基本公式和定律	/16
1.4.2 重要的定律和定理	/16
1.4.3 基本规则	/17
1.4.4 几个常用的重要公式	/18
阶段测试	/19
1.5 逻辑函数的代数化简法	/19
1.5.1 化简的标准和依据	/19
1.5.2 化简的基本方法	/20
阶段测试	/22
1.6 逻辑函数的卡诺图化简法	/22
1.6.1 逻辑函数的标准与或表达式	/22
1.6.2 用卡诺图表示逻辑函数	/23
1.6.3 用卡诺图化简逻辑函数	/26

1.6.4 具有约束条件的逻辑函数的化简	/30
阶段测试	/31
1.7 逻辑函数的表示方法及其相互转换	/32
1.7.1 逻辑表达式的 5 种形式	/32
1.7.2 逻辑函数表示方法之间的相互转换	/33
阶段测试	/36
本章小结	/36
本章知识结构	/37
综合练习	/38
第 2 章 门电路	/41
2.1 概述	/41
2.2 半导体器件的开关特性	/42
2.2.1 半导体二极管的开关特性	/42
2.2.2 双极型三极管的开关特性	/43
2.2.3 MOS 管的开关特性	/44
阶段测试	/45
2.3 TTL 门电路	/46
2.3.1 TTL 与非门	/46
2.3.2 其他类型的 TTL 门	/52
阶段测试	/55
2.4 CMOS 门电路	/56
2.4.1 CMOS 非门	/56
2.4.2 常用 CMOS 门电路	/58
2.4.3 CMOS 传输门	/60
2.4.4 CMOS 门电路与 TTL 门电路的比较	/62
阶段测试	/62
2.5 集成门电路的使用和应用	/63
2.5.1 集成门电路的使用	/63
2.5.2 CMOS 门电路与 TTL 门电路的接口	/64
2.5.3 门电路的应用举例	/65
阶段测试	/66
知识拓展	/67
本章小结	/68
本章知识结构	/69
综合练习	/70
第 3 章 组合逻辑电路	/76
3.1 组合逻辑电路的特点和功能描述	/76

3.2	组合逻辑电路的分析与设计方法	/77
3.2.1	组合逻辑电路的分析方法	/77
3.2.2	组合逻辑电路的设计方法	/81
	阶段测试	/85
3.3	常用集成组合逻辑电路	/86
3.3.1	加法器	/86
3.3.2	编码器	/90
3.3.3	译码器	/95
3.3.4	数据选择器	/104
3.3.5	数值比较器	/107
	阶段测试	/109
3.4	MSI 组合逻辑电路的应用	/110
3.4.1	用集成二进制译码器设计组合逻辑电路	/110
3.4.2	用数据选择器设计组合逻辑电路	/114
3.4.3	用其他集成组合器件设计组合逻辑电路	/116
3.4.4	基于 MSI 的组合逻辑电路的分析	/119
	阶段测试	/122
3.5	组合逻辑电路的竞争与冒险	/122
3.5.1	竞争冒险的概念及其产生的原因	/122
3.5.2	竞争冒险的判断方法	/123
3.5.3	消除竞争冒险的方法	/124
	阶段测试	/125
	本章小结	/126
	本章知识结构	/127
	综合练习	/128

第 4 章 触发器 /134

4.1	概述	/134
4.2	基本 RS 触发器	/135
4.2.1	用与非门组成的基本 RS 触发器	/135
4.2.2	用或非门组成的基本 RS 触发器	/139
4.2.3	集成基本 RS 触发器	/141
4.2.4	基本 RS 触发器的应用	/141
	阶段测试	/142
4.3	边沿触发器	/142
4.3.1	边沿 D 触发器	/143
4.3.2	边沿 JK 触发器	/149

4.3.3 集成触发器的应用	/154
阶段测试	/155
4.4 边沿触发器的功能分类	/155
4.4.1 JK 型触发器	/155
4.4.2 D 型触发器	/156
4.4.3 T 型触发器	/156
4.4.4 T' 型触发器	/157
4.4.5 触发器逻辑功能表示方法之间的转换	/157
4.4.6 不同功能触发器的转换	/161
阶段测试	/162
本章小结	/163
本章知识结构	/164
综合练习	/164
 第 5 章 时序逻辑电路	 /169
5.1 概述	/169
5.2 时序逻辑电路的分析	/171
5.2.1 时序电路分析的任务和步骤	/171
5.2.2 同步时序电路的分析	/174
5.2.3 异步时序电路的分析	/178
阶段测试	/180
5.3 时序逻辑电路的设计	/180
5.3.1 时序电路设计的任务和步骤	/180
5.3.2 同步时序电路的设计	/182
阶段测试	/185
5.4 常用的时序逻辑电路	/185
5.4.1 寄存器	/185
5.4.2 计数器	/191
阶段测试	/205
5.5 集成时序逻辑电路的应用	/206
5.5.1 用集成计数器组成 N 进制计数器的设计	/206
5.5.2 集成计数器组成 N 进制计数器的分析	/217
5.5.3 移位寄存器型计数器	/218
5.5.4 顺序脉冲发生器	/222
5.5.5 序列信号发生器	/223
阶段测试	/225
本章小结	/225
本章知识结构	/227
综合练习	/228

第 6 章 脉冲产生与整形电路	/234
6.1 概述	/234
阶段测试	/235
6.2 555 定时器的电路结构及其逻辑功能	/235
6.2.1 555 定时器的电路结构	/236
6.2.2 555 定时器的逻辑功能	/237
6.2.3 555 定时器的应用举例	/238
阶段测试	/238
6.3 施密特触发器	/239
6.3.1 由 555 定时器构成的施密特触发器	/239
6.3.2 集成施密特触发器	/241
6.3.3 施密特触发器的应用	/242
阶段测试	/243
6.4 单稳态触发器	/243
6.4.1 由 555 定时器构成的单稳态触发器	/244
6.4.2 集成单稳态触发器	/247
6.4.3 用集成施密特触发器组成的单稳态触发器	/249
6.4.4 单稳态触发器的应用	/250
阶段测试	/251
6.5 多谐振荡器	/252
6.5.1 用 555 定时器构成的多谐振荡器	/252
6.5.2 用施密特触发器构成的多谐振荡器	/254
6.5.3 多谐振荡器的应用	/255
知识拓展	/256
阶段测试	/258
本章小结	/258
本章知识结构	/259
综合练习	/259
第 7 章 半导体存储器	/263
7.1 概述	/263
7.2 只读存储器	/264
7.2.1 掩膜只读存储器	/264
7.2.2 可编程只读存储器	/266
7.2.3 可多次编程的只读存储器	/266
7.2.4 只读存储器芯片	/268
7.2.5 只读存储器的应用	/269
阶段测试	/272

7.3	随机存储器	/272
7.3.1	随机存储器的结构	/273
7.3.2	RAM 的静态存储单元	/274
7.3.3	RAM 的动态存储单元	/275
7.3.4	常用的 RAM 集成芯片	/276
	阶段测试	/277
7.4	存储器容量的扩展	/277
7.4.1	位数的扩展方法	/277
7.4.2	字数的扩展方法	/278
7.4.3	字数与位数的扩展方法	/280
	阶段测试	/280
	知识拓展	/281
	本章小结	/286
	本章知识结构	/286
	综合练习	/286
第8章	数/模与模/数转换器	/288
8.1	概述	/288
	阶段测试	/289
8.2	数/模转换器	/289
8.2.1	DAC 的基本概念	/289
8.2.2	DAC 的主要技术指标	/290
8.2.3	常见的 DAC 电路	/291
	阶段测试	/296
8.3	模/数转换器	/296
8.3.1	ADC 的基本概念	/296
8.3.2	ADC 的电路组成及其工作原理	/297
8.3.3	ADC 的主要技术指标	/299
8.3.4	常见的 ADC 电路	/300
8.3.5	集成 ADC	/304
	阶段测试	/306
8.4	DAC 和 ADC 的应用	/307
8.4.1	数据采集系统	/307
8.4.2	数据控制系统	/308
8.4.3	ADC 和 DAC 的选择	/309
	阶段测试	/309
	本章小结	/309
	本章知识结构	/310
	综合练习	/311

第 9 章 数字电路的综合应用	/313
9.1 数字电路的设计流程	/313
9.2 常用的数字电路	/314
9.2.1 自动复位电路	/314
9.2.2 光电耦合电路	/315
阶段测试	/316
9.3 数字电子秒表	/316
9.3.1 数字电子秒表的组成和工作原理	/316
9.3.2 数字电子秒表的安装与调试	/319
阶段测试	/320
9.4 数字电子钟	/320
9.4.1 数字电子钟的组成和工作原理	/320
9.4.2 数字电子钟的安装与调试	/321
阶段测试	/322
9.5 编码电子锁	/323
9.5.1 编码电子锁的组成和工作原理	/323
9.5.2 编码电子锁的安装与调试	/324
9.6 数字温度计	/324
阶段测试	/325
9.7 数字频率计	/325
9.7.1 数字频率计的组成	/325
9.7.2 数字频率计的工作原理	/325
9.7.3 数字频率计的调试	/329
阶段测试	/329
9.8 数字电容测试仪	/329
9.8.1 数字电容测试仪电路和工作原理	/329
9.8.2 电容测试仪的调试	/331
阶段测试	/333
本章小结	/333
本章知识结构	/334
综合练习	/334
附录 A 常用数字集成电路型号索引	/335
附录 B 部分阶段测试与综合练习答案	/339
参考文献	/358

内容提要:

逻辑代数是分析和研究数字逻辑电路的基本工具。本章首先简要介绍数字电路中常用的数制,以及它们相互间的转换方法;接着介绍了逻辑代数的三种基本逻辑关系及运算、复合逻辑关系及运算以及逻辑代数的常用公式和重要定理;然后重点介绍逻辑函数的代数化简法和卡诺图化简法;最后介绍逻辑函数的表示方法以及它们之间的相互转换。

学习目标与重点:

- 熟悉各种常用的数制以及它们的表示方法,掌握数制之间的转换。
- 理解并掌握基本和常用的逻辑关系和逻辑运算。熟练掌握逻辑代数的基本公式、基本定理和基本规则。
- 熟练掌握逻辑函数的代数化简法和卡诺图化简法。
- 熟悉逻辑函数的表示方法以及它们之间的相互转换。

应用导入:

逻辑代数是数字电路的数学基础。

事物之间除了有数量关系外,同时还存在着大量的逻辑关系,例如在一定条件下,事件发生了或事件没有发生。描述这种逻辑关系的数学基础是逻辑代数,逻辑代数是研究逻辑变量的函数关系,其特点是二值函数,取值为0和1,可以用于表示客观事物的两种不同状态,如开关的闭合和断开;晶体管的饱和导通与截止等。因此,逻辑代数成为分析和设计数字电路的有力工具。



1.1 概述

1.1.1 逻辑代数

逻辑代数是用于描述客观事物逻辑关系的数学方法。逻辑代数与普通代数的相似之处在于它们都是用字母表示变量,用表达式描述客观事物间的关系。但不同的是,逻辑代数是描述客观事物间的逻辑关系,逻辑函数表达式中的逻辑变量的取值和逻辑函数值都只有两个值,即0和1。

这两个值不具有数量大小的意义,仅表示客观事物的两种相反的状态,如开关的闭合和断开;二极管的导通与截止;电位的高与低;事件的真与假等。因此,逻辑代数有其自身独立的规律和运算法则。

1.1.2 数字电路

电子系统中的信号可分为模拟信号和数字信号。在数值和时间上均连续变化的信号称为模拟信号,处理模拟信号的电路称为模拟电路。在数值和时间上均不连续(呈离散变化)的信号称为数字信号,处理数字信号的电路称为数字电路(或称为逻辑电路、开关电路)。

数字电路与模拟电路相比具有以下优点:

(1) 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,如可用二极管、三极管的导通与截止两个不同的状态来表示。

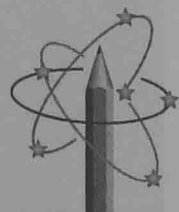
(2) 数字电路组成的数字系统工作可靠、精度较高、抗干扰能力强。可以通过整形很方便地去除叠加于传输信号上的噪声与干扰,还可利用差错控制技术对传输信号进行查错和纠错。

(3) 数字电路不仅能完成数值运算,而且还能进行逻辑判断和运算,这在控制系统中是不可缺少的。

(4) 数字信息便于长期保存,例如可将数字信息存入磁盘、光盘等长期保存。

(5) 数字集成电路产品系列多、通用性强、成本低。

随着计算机科学与技术的飞速发展,用数字电路进行信号处理的优势更加突出。为了充分发挥和利用数字电路在信号处理上的强大功能,可以先将模拟信号转换成数字信号,然后用数字电路进行处理,最后再将处理结果转换为模拟信号输出。



阶段测试

(1) 逻辑代数所表示的是_____关系,而不是_____关系,这是它与普通代数本质上的区别。

(2) 模拟信号是_____,数字信号是_____。

(3) 在数字系统中为什么要采用二进制? 它有何优点?

1.2 数制与编码

1.2.1 数制的基本概念

数字信号通常用多位数码的形式表示,不同的数码表示大小不同的数量。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记数制,简称数制。日常生活中常用的是十进制,在数字电路中广泛采用的是二进制、八进制和十六进制。

1. 数制的构成

任何一种数制都包含进位基数和数位的权值两个因素。

1) 进位基数

在一个数位上,规定使用数码符号的个数称为该数制的进位基数或进位模数,记作 R 。例如十进制,每个数位规定使用的数码为 0, 1, ..., 9, 共 10 个,故其进位基数 $R=10$ 。

2) 数位的权值

某个数位上数码为1时所表示的数值,称为数位的权值,简称位权。各数位的位权都可以用 R^i 来表示, R 为进位基数, i 为各数位的序号。各数位的序号规定为整数部分:从小数点开始,由右向左依次为 $0, 1, 2, \dots, n-1$;小数部分:从小数点开始,由左向右依次为 $-1, -2, \dots, -m$ 。

2. 数的按位权展开式

任何一个 R 进制数 $(N)_R$,各数位的数码为 a_i ,有

$$(N)_R = a_{n-1}a_{n-2}\cdots a_2a_1a_0 \cdot a_{-1}a_{-2}\cdots a_{-m}$$

该数的按位权展开式为

$$\begin{aligned}(N)_R &= a_{n-1}R^{n-1} + a_{n-2}R^{n-2} + \cdots + a_2R^2 + a_1R^1 + a_010^0 \\ &\quad + a_{-1}R^{-1} + a_{-2}R^{-2} + \cdots + a_{-m}R^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} a_i R^i\end{aligned}\quad (1.1)$$

1.2.2 常用数制

1. 十进制数制

十进制是以10为进位基数的记数制。

(1) 使用数码为 $0, 1, \dots, 9$ 共10个,进位基数 $R=10$ 。

(2) 运算法则为逢10进1,借1当10。

(3) 位权是以10为底的指数函数,即整数部分各位的位权依次为 $10^0, 10^1, 10^2, 10^3$ 等,小数部分各位的位权依次为 $10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$ 等。

对于一个有 n 位整数和 m 位小数的十进制数 N ,可用下列按位权展开式表示:

$$(N)_{10} = a_{n-1}10^{n-1} + a_{n-2}10^{n-2} + \cdots + a_010^0 + a_{-1}10^{-1} + \cdots + a_{-m}10^{-m} = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i 10^i \quad (1.2)$$

式中, a_i 为第 i 位数码,可为 $0\sim 9$ 中的任何一个数; 10^i 为十进制数第 i 位的位权。

例如十进制数538.42按位权展开式为

$$(538.42)_{10} = 5 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-2}$$

2. 二进制数制

二进制是以2为进位基数的记数制。

(1) 使用数码为0和1,只有2个,进位基数 $R=2$ 。

(2) 运算法则为逢2进1,借1当2。

(3) 位权是以2为底的指数函数,即整数部分各位的位权依次为 $2^0, 2^1, 2^2, 2^3$ 等,小数部分各位的位权依次为 $2^{-1}, 2^{-2}, 2^{-3}$ 等。

对于一个有 n 位整数和 m 位小数的二进制数 N ,其按位权展开式为

$$(N)_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i 2^i \quad (1.3)$$

例如,二进制数1011.11按位权展开式为

$$\begin{aligned}(1011.11)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= 2^3 + 2^1 + 2^0 + 2^{-1} + 2^{-2}\end{aligned}$$

3. 八进制数制

八进制是以 8 为进位基数的记数制。

(1) 使用数码为 0, 1, 2, ..., 7 共 8 个, 进位基数 $R=8$ 。

(2) 运算法则为逢 8 进 1, 借 1 当 8。

(3) 位权是以 8 为底的指数函数。整数部分各位的位权依次为 $8^0, 8^1, 8^2, 8^3$ 等。小数部分各位的位权依次为 $8^{-1}, 8^{-2}, 8^{-3}$ 等。

例如八进制数 357.24 和 437.25 按位权展开式为

$$(357.24)_8 = 3 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2}$$

$$(437.25)_8 = 4 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 5 \times 8^{-2}$$

4. 十六进制数制

十六进制是以 16 为进位基数的记数制。

(1) 使用数码为 0, 1, 2, ..., 9, A(10), B(11), C(12), D(13), E(14), F(15) 共 16 个, 进位基数 $R=16$ 。

(2) 运算法则为逢 16 进 1, 借 1 当 16。

(3) 位权是以 16 为底的指数函数。整数部分各位的位权依次为 $16^0, 16^1, 16^2, 16^3$ 等。小数部分各位的位权依次为 $16^{-1}, 16^{-2}, 16^{-3}$ 等。

例如, 十六进制数 D3A.2F 按位权展开式为

$$(D3A.2F)_{16} = 13 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 2 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2}$$

目前由于在微型计算机中普遍采用 8 位、16 位和 32 位二进制数并行运算, 而 8 位、16 位和 32 位的二进制数可以用 2 位、4 位和 8 位的十六进制数表示, 因而用十六进制符号书写程序十分简便。

1.2.3 不同数制的标记

以前我们只用到了十进制数, 现在不同了, 同时使用多种数制, 需要区分不同数制的数。

1. 数制的下标表示法

把数用括号括起来, 在括号的右下角标上相应数制的进位基数。

例如 $(367)_{10}$ 、 $(11011)_2$ 、 $(135)_8$ 、 $(10001)_{16}$ 分别表示十进制数、二进制数、八进制数和十六进制数。通常十进制数的下标可以省略。

2. 数制的后缀表示法

数字后加上相应的大写字母, 标识出数制。后缀 D 表示十进制数, 后缀 B 表示二进制数, 后缀 Q 表示八进制数, 后缀 H 表示十六进制数。

例如 367D、11011B、135Q、10001H 分别表示十进制数、二进制数、八进制数和十六进制数。

表 1.1 中列出了二进制、八进制、十进制、十六进制不同数制的对照关系。

表 1.1 二进制、八进制、十进制、十六进制对照表

二进制	八进制	十进制	十六进制	二进制	八进制	十进制	十六进制
0000	0	0	0	1000	10	8	8
0001	1	1	1	1001	11	9	9
0010	2	2	2	1010	12	10	A
0011	3	3	3	1011	13	11	B
0100	4	4	4	1100	14	12	C
0101	5	5	5	1101	15	13	D
0110	6	6	6	1110	16	14	E
1000	7	7	7	1111	17	15	F

1.2.4 不同进制数之间的转换

计算机内部都是采用二进制数表示数据和信息的,而人们常用的是十进制数。计算机在与外部交换信息的过程中,必然要进行信息的不同数制之间的转换。

1. 十进制转换为二进制

方法 1 进位基数乘法。

1) 整数部分的转换

转换方法为除 2 取余法,即将十进制整数连续除以二进制数的基数 2,一直除到商为 0 为止,得到的余数序列的相反顺序就是转换后的二进制数。

【例 1.1】 $(19)_{10}=(\quad)_2$

【解】 利用除 2 取余法。

2	19	余数	
2	9	 1	↑ 低位
2	4	 1	
2	2	 0	
2	1	 0	
	0	 1	↓ 高位
			二进制数

得到 $(19)_{10}=(10011)_2$

2) 小数部分的转换

转换方法为乘 2 取整法,即将十进制纯小数乘以二进制数的基数 2,取出乘积中的整数;然后将上一步乘积中的小数继续乘以 2,取出乘积中的整数……一直到小数部分乘积为 0 或满足精度要求为止。各次取出的整数序列就是转换后的二进制小数。

【例 1.2】 $(0.675)_{10}=(\quad)_2$

【解】 利用乘 2 取整法。

	整数	0.675
高位 ↓	1	 × 2 1.350 0.350
	0	 × 2 0.700 0.400
	1	 × 2 1.400 0.400
低位 ↓	0	 × 2 0.800
		二进制小数