

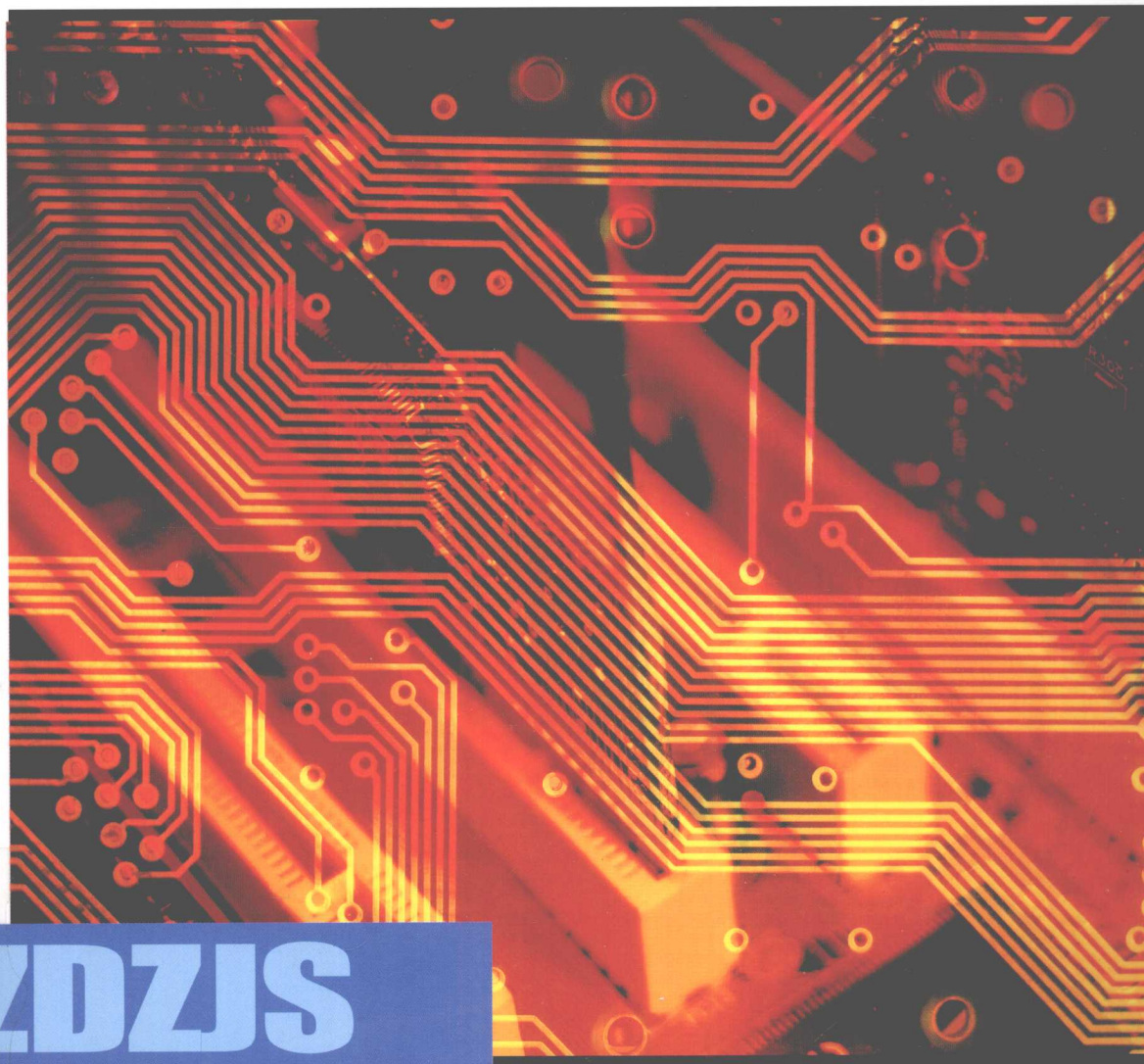


全国高职高专一体化教学通用教材
QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN YITI HUA JIAOXUE TONGYONG JIAOCAI

数字电子技术

SHUZIDIANZI JISHU

主 编 宋卫海 王明晶 吕 冰



SZDZJS



山东科学技术出版社



全国高职高专一体化教学通用教材

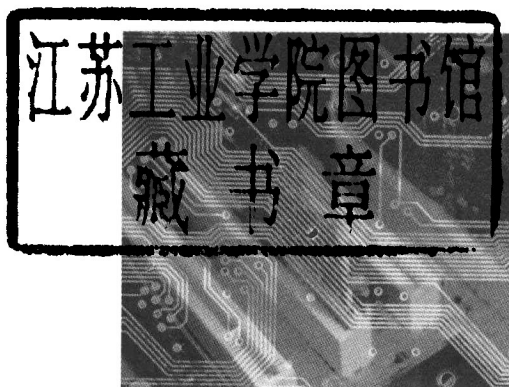
QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN YITIHUAJIAOXUE TONGYONGJIAOCAI

数字电子技术

SHUZI DIANZI JISHU

主 编 宋卫海 王明晶 吕 冰

副主编 杨现德 孙向群 李仁杰



图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术/宋卫海等主编. —济南: 山东科学技术出版社, 2006 (2007 重印)

ISBN 978-7-5331-4531-6

I. 数... II. 宋... III. 数字电路—电子技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 101970 号

全国高职高专一体化教学通用教材

数字电子技术

主编 宋卫海 王明晶 吕冰

副主编 杨现德 孙向群 李仁杰

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 山东新华印刷厂潍坊厂

地址: 潍坊市潍州路 753 号

邮编: 261031 电话: (0536)2116928

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 24.5

版次: 2007 年 9 月第 1 版第 2 次印刷

ISBN 978-7-5331-4531-6

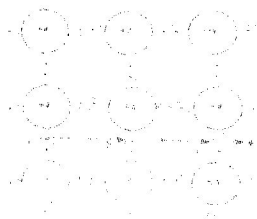
定价: 36.00 元

主 编：宋卫海 王明晶 吕 冰

副主编：杨现德 孙向群 李仁杰

编 者：潘莹莹 赵 阳 刘成刚 李 鹏

主 审：黄振轩



QIANYAN

随着半导体技术的迅速发展、微型计算机的广泛应用,数字电子技术在现代科学技术领域中已经成为发展最快的学科之一。它的发展不仅深刻地影响着人们的生产、生活,也推动着其他学科的进步。在高职高专电类专业的教学中数字电子技术是一门专业基础课。本书是按照教育部最新制定的《高职高专教育数字电子技术基础课程教学基本要求》,本着理论够用,应用为主,注重实践的“一体化”教学思想编写的。

本书的编写人员均来自高职高专院校从事数字电子技术教学的第一线教师,具有丰富的教学经验。根据高职高专学生的实际情况,本书在编写过程中,删除了繁杂的数学公式推导以及集成电路的内部结构,力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂。本书从工程应用角度出发,介绍了数字电子技术的基础知识和理论,为进一步学习专业课打下坚实的基础,主要内容包括数字逻辑基础、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、555 定时器与脉冲产生电路、数模和模数转换、存储器等传统内容,根据数字电子技术的最新发展,还增加了 PLD/FPGA 器件原理及应用。本书注重“讲、学、做”统一协调,遵循理论和实践结合的原则,实现了理论、EWB 仿真实验和实训紧密结合,突出了数字电子技术应用性、针对性和前瞻性;注重培养学生的自学能力、应用能力和创新能力。在内容安排上将理论知识与仿真实验相结合,叙述简练清楚,实例与知识点结合恰当,例题分析透彻,习题安排合理,实验内容及步骤都经过细致挑选和精心安排。

本书可作为高职高专院校通信电子专业、计算机专业的“一体化教学”的专用教材,也可以在各类职业院校及相关培训机构推广使用,还可供工程技术人员学习参考使用。书中标注“*”的内容可根据需要选讲或自学。

本书由山东省农业管理干部学院宋卫海、王明晶任主编并统稿,吕冰、杨现德、孙向群、李仁杰任副主编,潘莹莹、赵阳、刘成刚、李鹏参编。全书由黄振轩教授审稿。本书在编写过程中得到了山东科学技术出版社的大力支持,编者在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在缺点和疏漏,恳请读者批评指正。

编者

BIANXIESHUOMING

近年来,我国职业教育蓬勃发展。国家教育部多次在全国教育工作会议上强调:“高职教育必须以就业为导向。”这就要求高职教育要培养适合市场需要的应用型技术人才,即高职教育培养的学生应具备扎实的理论水平和熟练的操作技能。

理论与实践相结合的“一体化教学”模式是高职教育在教学改革中探讨出的新方式。目前“双师型”教师在职业院校的比重不断增加,而教材的“一体化”建设却远远没有做到。目前,各职业院校中使用的教材大多还是理论与实践分开的,编写一套适合高职教育的“一体化”教学模式的规范教材成为当前一项紧迫的课题。

为了贯彻“一体化教学”在高职教育中实施的指导思想,山东科学技术出版社在充分调研的基础上,组织省内外 10 多家职业院校共同研讨,决定编写一套适合一体化教学特色的教材,并聘请了有丰富经验的专家和工程师负责,组织在职业教育一线教学的“双师型”教师参加编写工作。

这套教材的主要特色有以下几个方面:

1. 吸收和借鉴各地职业院校教学改革的成功经验,保证理论与实践的紧密结合。在每章节中都穿插典型实例,章节后有典型、实用的实训项目及必要的训练要求,从而真正体现了“一体化教学”模式的特点。

2. 在一些重要课程中编写了课题设计及工程实践内容,力求贴近工业现场,体现了技能训练向工业现场的自然过渡。

3. 教材编写时力求简练实用,贯彻国家关于职业资格证书制度与就业制度相衔接的有关精神,实训项目的选取参考了该专业相关国家职业技能鉴定(高级)标准。

4. 本套教材层次清楚,内容详实,易学易教,方便自学,在内容选取上体现了知识的代表性和技术的前瞻性。

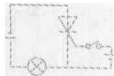
本套教材可作为高职高专相关专业的“一体化教学”的通用教材;也可结合国家教育部两年制高职教育的试点推行使用;还可在各类职业院校、相关职业培训学校中使用;另外也可作为工程技术人员学习的参考读物。希望读者提出宝贵意见,使本套教材得到不断的充实与完善,为职业教育一体化教学的改革发挥助推作用。

山东科学技术出版社

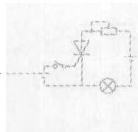
目 录

MULU

第一章 数字电子技术概述.....	1
第一节 数字电路的特点和分类.....	1
第二节 数制与码制.....	4
第三节 数字脉冲波形的主要参数	11
第四节 数字电路中的二极管、三极管和 MOS 管	12
习题一	18
第二章 逻辑代数基础	19
第一节 逻辑代数中的运算	19
第二节 逻辑代数的基本定律、公式及规则.....	26
第三节 逻辑函数及其表示方法	30
第四节 逻辑函数的代数化简法	35
第五节 逻辑函数的卡诺图化简法	37
实验	46
实验 2-1 用分立元件实现门电路	46
习题二	49
第三章 数字集成逻辑门电路	52
第一节 概 述	52
第二节 TTL 集成逻辑门电路	54
第三节 CMOS 集成逻辑门电路	67
* 第四节 TTL 电路与高速 CMOS 电路的接口	73
第五节 国内外集成电路的命名方法	75
实验	76
实验 3-1 TTL 电路和 CMOS 电路逻辑功能测试	76
实验 3-2 门电路多余输入端的处理	79
实验 3-3 三态门逻辑功能测试及应用	80
习题三	82
第四章 组合逻辑电路	84
第一节 组合逻辑电路的分析	84
第二节 组合逻辑电路的设计	87
第三节 编码器	91
第四节 译码器	96
第五节 数据分配器.....	104



第六节 数据选择器	106
第七节 数值比较器	110
第八节 加法器	113
* 第九节 组合逻辑电路中的竞争冒险	117
实验	119
实验 4-1 组合逻辑电路设计	119
实验 4-2 常用集成组合逻辑电路	122
习题四	126
第五章 触发器	129
第一节 概 述	129
第二节 基本 RS 触发器	130
第三节 同步触发器	135
第四节 主从触发器	142
第五节 边沿触发器	145
第六节 触发器集成逻辑器件	151
* 第七节 应用触发器实现智力竞赛抢答器	153
实验	155
实验 5-1 触发器功能测试及应用	155
习题五	159
第六章 时序逻辑电路	162
第一节 概 述	162
第二节 时序逻辑电路的分析	164
第三节 计数器	168
第四节 寄存器和移位寄存器	183
* 第五节 同步时序逻辑电路的设计	188
实验	191
实验 6-1 计数器	191
实验 6-2 移位寄存器	194
实验 6-3 数字电子钟设计与仿真	195
实验 6-4 汽车尾灯控制电路设计与仿真	200
习题六	206



目录

MULU

第七章 555 定时器与脉冲产生电路	209
第一节 概 述	209
第二节 用 555 定时器构成多谐振荡器	211
第三节 用 555 定时器构成施密特触发器	217
第四节 用 555 定时器构成单稳态触发器	219
实验	224
实验 7-1 555 定时器及其应用	224
习题七	227
第八章 存储器	229
第一节 概 述	229
第二节 只读存储器——ROM	230
第三节 随机存取存储器——RAM	237
习题八	242
* 第九章 可编程逻辑器件及其应用	243
第一节 概 述	243
第二节 PLD/FPGA 的编程语言	253
第三节 基于 FPGA/CPLD 的数字电路设计	280
习题九	291
第十章 数/模和模/数转换器	292
第一节 概 述	292
第二节 D/A 转换器	293
第三节 A/D 转换器	301
实验	318
实验 10-1 D/A、A/D 转换器测试	318
习题十	319
附录	321
附录 1 EWB 简介	321
附录 2 PLD/FPGA 开发工具简介	353
附录 3 数字电子技术实训	371
附录 4 常用数字集成电路型号及引脚	377
参考文献	381



第一章 数字电子技术概述

本章主要介绍数字信号与模拟信号的区别;数字电路的特点、应用和分类;以数字系统中多采用的二进制为重点,分别介绍十进制、八进制、十六进制的规则及相互转换的方法;然后介绍表示文字符号信号的特定二进制码;最后介绍数字电路中的二极管、三极管和 MOS 管的开关特性。

第一节 数字电路的特点和分类

一、电子电路中的信号

在电子电路中,信号可分为模拟信号和数字信号。如图 1-1-1(a)所示在时间和幅值上都连续变化的称为模拟信号,如日常生活中广播的音频信号,电视中的视频信号以及模拟温度、压力等物理变化的信号;用于变换和处理模拟信号的电路称为模拟电路,如放大电路、滤波电路、电压/电流变换电路、信号发生器等。如图 1-1-1(b)所示在时间和幅值上都是离散的称为数字信号,数字信号是人为抽象出来的在时间上不连续的信号,其高电平和低电平常用“1”和“0”表示;变换和处理数字信号的电路称为数字电路,数字电路主要研究输入信号和输出信号之间的逻辑关系,其理论基础是逻辑代数,因此数字电路又称为数字逻辑电路。

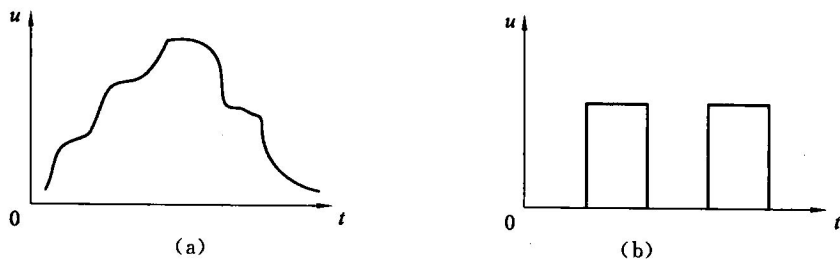
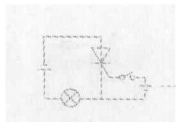


图 1-1-1 电子电路中的信号
(a)模拟信号 (b)数字信号



二、数字电路的特点

数字电路处理的信号是离散的数字信号,在电路中工作的半导体器件大多工作在开关状态,如三极管的饱和区和截止区,而放大区是一个过渡态。分析数字电路的主要工具是逻辑代数。

1. 数字电路信号的特点

离散的数字信号只有高电平和低电平,即“1”和“0”之分,只需要区分相对关系,不需要讨论具体数值的大小;因此数字信号易于识别,抗干扰能力较强,且数字信号易于借助媒体(磁盘、光盘)长期保存。

2. 数字电路中基本器件结构方面的特点

数字电路只需要在两种极限状态即开或关状态下工作,电路中的电子器件,如二极管、三极管、场效应管处于开关状态,时而导通时而截止。对元件特性的精度及电源的稳定程度等方面的要求较低,所以电路简单,易于集成,有利于将大量的基本单元电路集成在一个硅片上批量生产,这也促使了计算机硬件的迅猛发展。

3. 数字电路功能的特点

数字电路可以方便地对信号进行加工、传输,运算简单可靠,还可模拟人脑进行逻辑判断、逻辑思维。

4. 数字电路分析的特点

数字电路主要研究电路输入和输出的逻辑关系,可用逻辑代数、真值表、逻辑图、卡诺图、波形图、状态图等方法进行运算和表示。集成数字部件的内部电路虽十分复杂,但不必深入讨论其内部结构原理,只需了解器件的功能特性、主要参数便可方便的使用。用集成器件可方便地组成各种各样的功能电路,易于使用。

但必须指出的是,数字电路是建立在模拟电子技术基础之上的,而且不能取代模拟电路,如用传感器将自然界中的模拟量(温度、压力)转换为的电信号是微弱的模拟信号,需要通过模拟电路进行放大;若再用数字电路进行处理,则需要 A/D 转换,而数字信号的输出(如音频信号的输出)需用 D/A 转换器。此外,由于采用集成电路,输出功率有限,在控制系统中,往往必须配置模拟电路组成的驱动电路,才能驱动执行机构动作。

三、数字电路的应用举例

数字电路在日常生活中的应用很多。数字电路和计算机技术的发展,使数字电路的应用越来越普遍,它已被广泛应用于工业、农业、通信、医疗、家用电器等各个领域,如工农业生产中用到的数控机床、温度控制、气体测量、家用冰箱、空调的温度控制,还有数字手机以及正在发展的网络通信、数字化电视等。

数字电路大致包括信号的产生、放大、整形、传送、控制、记忆、计数、运算、显示等内容。下面以数字钟为例说明其基本结构。图 1-1-2 所示为可校时的数字电子钟方框图,可显示日、时、分、秒。其中振荡频率由晶体振荡器部分产生,通过分频器产生秒脉冲,再



通过 2 个 60 进制计数器、1 个 24 进制计数器和 1 个 7 进制计数器级联进行计数,显示信号在七段码显示器上分别显示日、时、分、秒。在上述的实例中,它包含信号产生、整形、控制以及计数、显示等典型的数字单元电路。由此可见,数字电路包含的内容很广泛。

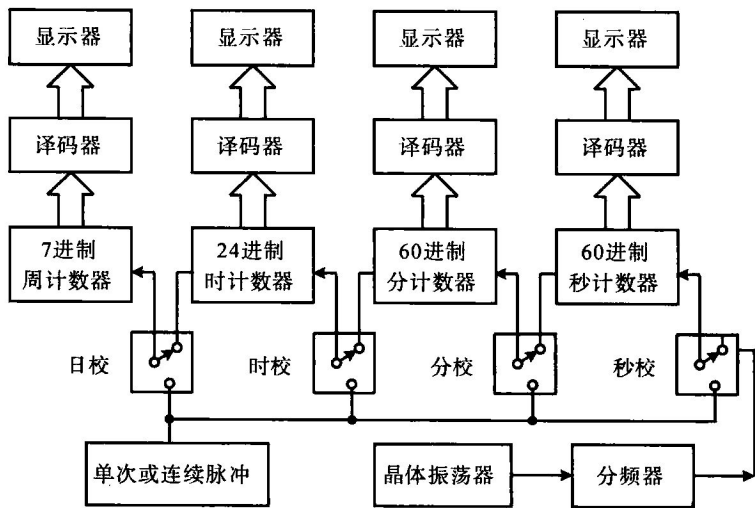


图 1-1-2 数字钟设计方框图

一个数字系统可用图 1-1-3 来表示,数字系统通常由输入接口、输出接口、数据处理和控制器构成。输入接口的主要任务是将模拟量转换为数字量,而输出接口的主要任务是将数字量转换为模拟量,处理器的作用是控制系统内部各部分的工作,使它们按照一定的程序工作。通常以是否有控制器作为区分功能部件和数字系统的标志,凡是包含控制器且结构多按顺序进行操作的系统,无论规模大小,一律称为数字系统。

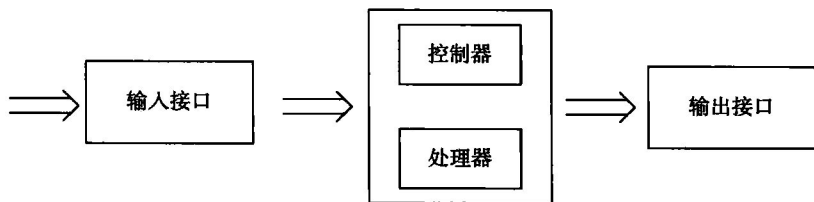


图 1-1-3 数字系统

四、数字电路的分类

1. 按集成度来分类

数字电路按集成度划分可分为小规模、中规模、大规模、超大规模和甚大规模等五类。所谓集成度是指每一芯片所包含的晶体管的个数,表 1-1-1 列出了五类数字集成电路的分类依据。

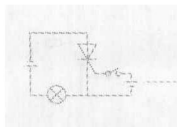


表 1-1-1 数字电路按集成度分类

	分类	三极管的个数	典型集成电路
SSI	小规模	最多 10 个	逻辑门电路
MSI	中规模	10~100	计数器、加法器
LSI	大规模	100~1000	小型门阵列
VLSI	超大规模	1000~10 ⁶	大型门阵列
ULSI	甚大规模	10 ⁶ 以上	可编程逻辑器件、多功能集成电路、微处理器

2. 按器件的工艺分类

数字电路按器件的工艺划分可分为 TTL(Transistor-Transistor logic)三极管—三极管逻辑门电路、MOS(Metal—Oxide—Semiconductor)场效应管、CMOS(Complemental Metal—Oxide—Semiconductor)互补型金属—氧化物—半导体电路、PLD(Programmable logic device)可编程逻辑器件和 FPGA(Field Programmable gate array)现场可编程门阵列。TTL 逻辑门电路问世较早,其工艺经过不断改进,至今已成为主要的基本逻辑器件之一。随着 MOS 工艺特别是 CMOS 工艺的发展,TTL 的主导地位有被 CMOS 器件所取代的趋势。近年来,PLD 特别是 FPGA 的飞速进步,为数字电子技术开创了新局面,不仅规模大,而且将硬件与软件相结合,使器件的功能更加完善,使用也更加灵活。

第二节 数制与码制

一、数制

数制是计数的方法,是用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。如在计数过程中采用进位的方法,则称为进位计数制。进位计数制有数位、基数、位权三个要素。

1. 数位:指数码在一个数中的位置。

2. 基数:指在某种进位计数制中,数位上所能使用的数码的个数。例如,十进制的基数是 10,八进制的基数是 8。

3. 位权:指在某种进位计数制中,数位所代表的大小。如 k 表示数码,对于一个具有 n 位整数和 m 位小数的 R 进制数可表示为 $(N)_R = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i R^i = k_{n-1} R^{n-1} + k_{n-2} R^{n-2} + \cdots + k_0 R^0 + k_{-1} R^{-1} + \cdots + k_{-m} R^{-m}$, 其中 k_i 为第 i 位数(数位), R^i 为 R 进制第 i 为的位权, R 表示 R 进制的基数。

二、十进制、二进制、八进制、十六进制比较

如表 1-2-1 所示,可从数制概念的角度比较十、二、八、十六进制的不同。

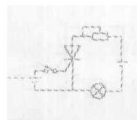


表 1-2-1 十进制、二进制、八进制、十六进制比较

	十进制(Decimal)	二进制(Binary)	八进制(Octal)	十六进制(Hexadecimal)
进位规则	逢十进一	逢二进一	逢八进一	逢十六进一
表示	$(N)_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 10^i$ 或 $(N)_D = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 10^i$	$(N)_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 2^i$ 或 $(N)_B = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 2^i$	$(N)_8 = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 8^i$ 或 $(N)_{(O或Q)} = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 8^i$	$(N)_{16} = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 16^i$ 或 $(N)_H = \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 16^i$
数位	k_i			
基数	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9	0、1	0、1、2、3、4、5、6、7	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F
位权	10^i 为第 i 为位权	2^i 为第 i 为位权	8^i 为第 i 为位权	16^i 为第 i 为位权
举例说明	$(123.56)_{10} = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$	$(101.11)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$	$(703.67)_8 = 7 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 7 \times 8^{-2}$	$(AB3.F2)_H = A \times 16^2 + B \times 16^1 + 3 \times 16^0 + F \times 16^{-1} + 2 \times 16^{-2}$
应用	日常生活	数字电路、计算机、数字通信	二进制的书写表示	二进制的书写表示

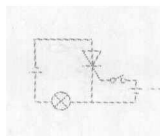
表 1-2-2 列出了二进制、八进制、十六进制的对照表,便于读者记忆。

表 1-2-2 二进制、八进制、十六进制对照表

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	0	0	8	1000	10	8
1	0001	1	1	9	1001	11	9
2	0010	2	2	10	1010	12	A
3	0011	3	3	11	1011	13	B
4	0100	4	4	12	1100	14	C
5	0101	5	5	13	1101	15	D
6	0110	6	6	14	1110	16	E
7	0111	7	7	15	1111	17	F

三、不同数制间的转换

不同数制间的转换主要探讨十进制数与二进制、八进制、十六进制数互换和二进制与



八进制、十六进制间互换。

1. 二进制、八进制和十六进制数转换为十进制数

在已知二进制、八进制或十六进制的数时,分别写出其按位权展开式,数位和位权值的乘积称为加权系数。各位加权系数相加的和便为对应的十进制数。

【例 1-1】将 $(101.11)_2$ 、 $(703.67)_8$ 、 $(AB3.8)_{16}$

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

② $(703.67)_8 = 7 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 7 \times 8^{-2} = (451.859375)_{10}$

③ $(AB3.8)_{16} = 10 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 3 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = (2739.5)_{10}$

2. 十进制数转换为二进制、八进制和十六进制数

十进制数转换为二进制、八进制和十六进制数的方法是:整数部分采用“除基取余法”,小数部分采用“乘基取整法”。以十进制数转换为二进制数为例:

【例 1-2】将 $(58)_{10}$ 转换成二进制形式。

解:

		余数			
2	58	.....	0	.....	$a_0=0$
2	29	.....	1	.....	$a_1=1$
2	14	.....	0	.....	$a_2=0$
2	7	.....	1	.....	$a_3=1$
2	3	.....	1	.....	$a_4=1$
2	1	.....	1	.....	$a_5=1$
	0				

↑ 低位
高位

即 $(58)_{10} = (111010)_2$

【例 1-3】将十进制数 $(0.306)_{10}$ 转换成误差不大于 2^{-5} 的二进制数。

解:用“乘 2 取整”法,按如下步骤转换:

整数部分

$0.306 \times 2 = 0.612$ 0 $a_{-1}=0$

$0.612 \times 2 = 1.224$ 1 $a_{-2}=1$

$0.224 \times 2 = 0.448$ 0 $a_{-3}=0$

$0.448 \times 2 = 0.896$ 0 $a_{-4}=0$

$0.896 \times 2 = 1.792$ 1 $a_{-5}=1$

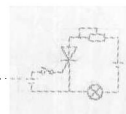
由于最后的小数 $0.792 > 0.5$,根据“四舍五入”的原则, a_{-6} 应为 1,因此

$(0.306)_{10} = (0.01001)_2$ 其误差小于 2^{-5} 。

十进制数转换为八进制数和十六进制数的方法和十进制数转换为二进制数的方法相同,不同之处在于基数分别为 8 和 16。

【例 1-4】将十进制数 $(135.25)_{10}$ 转换为二进制、八进制和十六进制数。

解:①整数部分转换采用“除基取余法”,它们的基数分别为 2、8 和 16



2	135	.....	1	.....	$a_0=1$
2	67	.....	1	.....	$a_1=1$
2	33	.....	1	.....	$a_2=1$
2	16	.....	0	.....	$a_3=0$
2	8	.....	0	.....	$a_4=0$
2	4	.....	0	.....	$a_5=0$
2	2	.....	0	.....	$a_6=0$
2	1	.....	1	.....	$a_7=1$
0					

则 $(135)_{10} = (10000111)_2$

8	135	.....	7	.....	$a_0=7$
8	16	.....	0	.....	$a_1=0$
8	2	.....	2	.....	$a_2=2$
0					

则 $(135)_{10} = (207)_8$

16	135	.....	7	.....	$a_0=7$
16	8	.....	8	.....	$a_1=8$
0					

则 $(135)_{10} = (87)_{16}$

② 小数部分转换采用“乘基取整法”

$$0.25 \times 2 = 0.5 \quad \text{.....} \quad a_{-1} = 0$$

$$0.5 \times 2 = 1.0 \quad \text{.....} \quad a_{-2} = 1$$

则 $(0.25)_{10} = (0.01)_2$

$$0.25 \times 8 = 2.0 \quad \text{.....} \quad a_{-1} = 2$$

则 $(0.25)_{10} = (0.2)_8$

$$0.25 \times 16 = 4.0 \quad \text{.....} \quad a_{-1} = 4$$

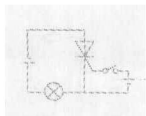
则 $(0.25)_{10} = (0.4)_{16}$

3. 二进制与八进制、十六进制间相互转换

(1) 二—八进制互换

二进制转换为八进制时,由于八进制数的基数 $8=2^3$,故每位八进制数由三位二进制数构成。因此转换方法为:整数部分从低开始,每3位二进制数为一组,最后一组不足3位时,高位补0补足3位;小数部分从高位开始,每3位二进制数为一组,最后一组不足3位时,低位补0补足3位,然后用对应的八进制数来代替,顺序不变。

八进制数转换为二进制数时,将每位八进制数用3位二进制数来代替,顺序不变,便得到了相应的二进制数。



【例 1-5】将 $(11011011.00101001)_2$ 转换为八进制数, $(671.45)_8$ 转换为二进制数。

解: ① 011, 011, 011. 0 01, 010, 010

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
3 3 3 . 1 2 2

则 $(11011011.00101001)_2 = (333.122)_8$

② 6 7 1 . 4 5

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
110 111 001 . 100 101

则 $(671.45)_8 = (110111001.100101)_2$

(2) 二一十六进制互换

二进制转换为十六进制时, 由于十六进制的基数 $16 = 2^4$, 则每位十六进制数由 4 位二进制数构成。因此转换的方法为: 整数部分从低开始, 每 4 位二进制数为一组, 最后一组不足 4 位时, 高位补 0 补足 4 位; 小数部分从高位开始, 每 4 位二进制数为一组, 最后一组不足 4 位时, 低位补 0 补足 4 位, 然后用对应的十六进制数来代替, 顺序不变。

十六进制数转换为二进制数时, 将每位十六进制数用 4 位二进制数来代替, 顺序不变, 便得到了相应的二进制数。

【例 1-6】将 $(11111110.0011011)_2$ 转换为十六进制, $(A4.5)_{16}$ 转换为二进制数。

解: ① 0111, 1110. 0011, 0110

↓ ↓ ↓ ↓
7 E . 3 6

则 $(11111110.0011011)_2 = (7E.36)_{16}$

② A 4 . 5

↓ ↓ ↓
1010 0100 . 0101

则 $(A4.5)_{16} = (10100100.0101)_2$

四、二进制码

采用一定数量的二进制数码 0 和 1 按一定规则排列起来表示特定的信息的代码称为二进制代码或称二进制码, 建立这种代码与十进制数值、字母、符号、文字的一一对应的关系称为编码。广义上编码是对特定事物给予特定的代码。若所需表示的信息数量为 N 项, 则需用 n 位的二进制码, 它们的编码满足关系如下 $2^n \geq N$ 。

1. 二一十进制码

对一位十进制数 $0 \sim 9$ 用一定规则的 4 位二进制数表示的代码, 称为二一十进制码, 又称 BCD 码(Binary-Coded-Decimal)码。BCD 码有 8421BCD 码、2421BCD 码、5421BCD 码、余三码。编码关系如表 1-2-3 所示。

