



电子·教育



中等职业学校电子信息类教材 **实用电子技术专业**

数字与脉冲电路

徐新艳 编著
刘孝贤 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

中等职业学校电子信息类教材(实用电子技术专业)

数字与脉冲电路

徐新艳 编著

刘孝贤 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书主要讲述数字电路的基本原理、外特性及其基本应用。内容包括:数字电路基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲电路、数模转换与模数转换电路、半导体存储器和可编程逻辑器件。主要特点是侧重于实用,旨在使读者掌握数字电路的基本知识和基本使用技能,为从事实际工作奠定必要的基础。

本书是中等职业学校电子信息类专业教材,也可以作为从事电子信息技术人员工作的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

数字与脉冲电路/徐新艳编著. - 北京:电子工业出版社,2001.9

中等职业学校电子信息类教材(实用电子技术专业)

ISBN 7-5053-6236-4

I. 数… II. 徐… III. ①数字电路 - 专业学校 - 教材 ②脉冲电路 - 专业学校 - 教材 IV. TN78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 061073 号

丛 书 名: 中等职业学校电子信息类教材(实用电子技术专业)

书 名: 数字与脉冲电路

编 著 者: 徐新艳

主 审: 刘孝贤

责任编辑: 陈晓明 洪国芬

特约编辑: 李双庆

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京天竺颖华印刷厂

装 订 者: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12.75 字数: 326 千字

版 次: 2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6236-4
TN·1377

印 数: 7 000 册 定价: 16.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

1000/03

全国中等职业学校电子信息类教材工作领导小组

组长:

姚志清(原电子工业部人事教育司副司长)

副组长:

牛梦成(教育部职成教司教材处处长)

蔡继顺(北京市教委职教处副处长)

李 群(黑龙江省教委职教处处长)

王兆明(江苏省教委职教办主任)

陈观诚(福建省职业技术教育学会副秘书长)

王 森(解放军军械工程学院计算机应用研究所教授)

吴金生(电子工业出版社副社长)

成员:

褚家蒙(四川省教委职教处副处长)

尚志平(山东省教学研究室副主任)

赵丽华(天津市教育局职教处处长)

潘效愚(安徽省教委职教处处长)

郭菊生(上海市教委职教处)

翟汝直(河南省教委研究室主任)

李洪勋(河北省教委职教处副处长)

梁玉萍(江西省教委职教处处长)

吴永发(吉林省教育学院职教分院副院长)

王家诒(上海现代职业技术学校副校长)

郭秀峰(山西省教委职教处副处长)

彭先卫(新疆教委职教处)

李启源(广西教委职教处副处长)

彭世华(湖南省职教研究中心主任)

许淑英(北京市教委职教处副处级调研员)

姜昭慧(湖北省职教研究中心副主任)

张雪冬(辽宁省教委中职处副处长)

王志伟(甘肃省教委职教处助理调研员)

李慕瑾(黑龙江教委职教教材站副编审)

何雪涛(浙江省教科院)

杜锡强(广东省教育厅职业与成人教育处副处长)

王润拽(内蒙古自治区教育厅职成处处长)

秘书长:

林 培(电子工业出版社)

全国中等职业学校电子信息类教材编审委员会

名誉主任委员：

杨玉民(原北京市教育局副局长)

主任委员：

马叔平(北京市教委副主任)

副主任委员：

邢 晖(北京市教科院职教所副所长)

王家诒(上海现代职业技术学院副校长)

王 森(解放军军械工程学院计算机应用研究所教授)

韩广兴(天津广播电视大学高级工程师)

[实用电子技术编审组]

组长：

刘志平(北京市职教所教研部副主任)

副组长：

陈其纯(苏州市高级工业学校特级教师)

杜德昌(山东省教学研究室教研员)

白春章(辽宁教育学院职教部副主任)

张大彪(河北师大职业技术学院电子系副主任)

王连生(黑龙江省教育学院职教部副教授)

组员：

李蕴强(天津市教育教研室教研员)

孙介福(四川省教科所职教室主任)

沈大林(北京市回民学校教师)

朱文科(甘肃省兰州职业中专)

郭子雄(长沙市电子工业学院高级教师)

金国砥(杭州中策职业高级中学教研组长)

李佩禹(山东省家电行业协会副秘书长)

邓 弘(江西省教委职教处助理调研员)

刘 杰(内蒙古呼和浩特市第一职业中专教师)

高宪宏(黑龙江省佳木斯市职教中心)

朱广乃(河南省郑州市教委职教室副主任)

黄亲民(上海现代职业技术学校)

[计算机技术编审组]

组长：

吴清萍(北京市财经学校副校长)

副组长：

史建军(青岛市科协计算机普及教育中心副主任)

钟 葆(上海现代职业技术学校教研组长)

周察金(四川省成都市新华职业中学教研组长)

组员：

刘逢勤(郑州市第三职业中专教研组长)

戚文正(武汉市第一职教中心教务主任)

肖金立(天津市电子计算机职业中专教师)

严振国(无锡市电子职业中学教务副主任)

魏茂林(青岛市教委职教室教研员)

陈民宇(太原市实验职业中学教研组长)

徐少军(兰州市职业技术学校教师)

白德淳(吉林省冶金工业学校高级教师)

陈文华(温州市职业技术学校教研组长)

邢玉华(齐齐哈尔市职教中心学校主任)

谭枢伟(牡丹江市职教中心学校)

谭玉平(石家庄第二职教中心副校长)

要志东(广东省教育厅职业教育研究室教研员)

王英武(呼和浩特市第二职业中专教导主任)

[通信技术编审组]

组长：

徐治乐(广州市电子职业高级中学副校长)

副组长：

陶宏伟(北京市西城电子电器职高主任)

陈振源(厦门教育学院职业教育教研室高级教师)

组员：

赖晖煜(福建省厦门电子职业中专学校主任)

许林平(石家庄市职业技术教育中心主任)

邱宝盛(山东省邮电学校副校长)

邹开跃(重庆龙门浩职业中学主任)

出版说明

职业教育的教育质量和办学效益,直接关系到我国 21 世纪劳动者和专门人才的素质,关系到经济发展的进程。要培养具备综合职业能力和全面素质,直接在生产、服务、技术和管理第一线工作的跨世纪应用型人才,必须进一步推动职业教育教学改革,确立以能力为本位的教学指导思想。在课程开发和教材建设上,以社会和经济需求为导向,从劳动力市场和职业岗位分析入手,努力提高教育质量。

电子工业出版社受国家教育部的委托,负责规划、组织并出版全国中等职业学校计算机技术、实用电子技术和通信技术三个专业的教材。电子工业出版社以电子信息产业为背景,以本行业的科技力量为依托,与教研、教学第一线的教研人员和教师相结合,已组织编写、出版计算机技术、实用电子技术及通信技术专业的教材 100 余种,受到了广大职业学校师生的好评,为促进职业教育做出了积极的努力。

随着科学技术水平日新月异,计算机、电子、通信技术的发展更是突飞猛进,而职业教育直接面向社会、面向市场,这就要求教材内容必须密切联系实际,反映新知识、新技术、新工艺和新方法。好的教材应该既要让学生学到专业知识,又能让学生掌握实际操作技能,而重点放在学生的操作和技能训练方面。在这一思想指导下,电子工业出版社根据《职业教育法》及劳动部颁发的《职业技能鉴定规范》,在教育部等相关部门的领导下,会同电子信息行业的专家、教育教研部门研究人员以及广大中等职业学校的领导和教师,在深入调查研究的基础上,制定了三个专业的指导性教学计划。该计划强调技能培养,充分考虑各学校课程设置、师资力量、教学条件的差异,突出了“宽基础多模块、大菜单小模块”灵活办学的宗旨。

新版教材具有以下突出的特点:

1. 发挥产业优势,以本行业的科技力量为依托,充分适应中等职业学校推行的学业证书和职业资格证书的双证制度,突出教材的实用性、先进性、科学性和趣味性。
2. 教材密切反映电子信息技术的发展,不断推陈出新。实用电子技术专业教材突出数字化、集成化技术;计算机技术专业教材内容涉及多种流行软件及实用技术;通信技术专业教材反映通信领域的先进技术。
3. 教材与中等职业学校开设的专业课程相配套,注意贯穿能力和技能培养于始终,精心安排例题、习题,在把握难易、深广度时,以易懂、广度优先,理论原理为操作技能服务,够用即可。
4. 教材的编写一改过去又深又厚的模式,突出“小模块”的特点,为不同学校依据自己的师资力量和办学条件灵活选择不同专业模块组合提供方便。

另外,为满足广大中等职业学校教师的教学需要,我们还将根据每种教材的具体情况推出配套的教师辅助参考书以及供学生使用的上机操作/练习指导书。

随着教育体制改革的进一步深化,加之科学技术的迅猛发展,编写中等职业学校教材始终是一个新课题。希望全国各地中等职业学校的广大师生多提宝贵意见,帮助我们紧跟职业教育和科学技术的发展,不断提高教材的编写质量,以便更好地为广大师生服务。

全国中等职业学校电子信息类教材工作领导小组

2000 年 5 月

前 言

本书是根据《中等职业学校电子线路教学大纲》(脉冲数字电路部分)的基本要求编写的。内容简明、实用,着重讲述数字集成电路的基本原理及应用。各章后有习题、实验,以提高读者的实际应用能力。

在内容体系上,为使读者易于学习和掌握,按照由数字电路基础知识到门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路以及脉冲电路、数模转换和模数转换电路的顺序编写,以便将基本概念、基本分析方法和实际应用逐步引出并讨论、巩固、提高。全书除绪论共分八章,第一章是数字电路基础知识。第二章分析门电路,重点讨论门电路的外特性及实际应用。第三章介绍组合逻辑电路,主要讨论常见组合逻辑电路的外特性及其应用。第四章讲述各种触发器,特别强调了触发器外特性及使用中应注意的问题。第五章详细讨论了常用时序逻辑部件计数器与寄存器的功能与应用。第六章介绍存储器和可编程逻辑器件。第七章讨论各种脉冲电路的实现。最后一章是数模与模数信号之间的转换与应用。第六章和第八章为拓宽内容。可以根据需要调整第六、七、八章的章次顺序,不影响学习的系统性。书中增加了数字电路的读图举例和练习、器件手册使用练习及综合练习。参考教学时数 90,带 * 号的内容可作为选学内容。

本书承山东大学刘孝贤教授主审并提出许多宝贵意见。

在编写过程中,山东省电子工业学校的领导和教师给予了极大的关心和支持,特此表示衷心感谢!

限于作者水平,书中难免存在不足,恳请读者不吝指正。

编 者

2001 年 5 月

目 录

绪论	(1)
一、脉冲信号与脉冲电路	(1)
二、数字信号与数字电路	(1)
第一章 数字电路分析基础	(3)
第一节 数制与码制	(3)
一、数制	(3)
二、码制	(5)
第二节 逻辑代数的运算	(6)
一、逻辑代数与逻辑变量	(6)
二、逻辑代数的基本运算	(6)
三、逻辑代数的复合运算	(8)
第三节 逻辑函数表示方法	(8)
一、逻辑函数	(8)
二、逻辑函数表示方法	(9)
三、逻辑函数相等	(10)
第四节 逻辑代数基本定律与规则	(10)
一、逻辑代数基本定律与公式	(10)
二、逻辑代数基本规则	(11)
第五节 逻辑函数化简	(12)
一、公式化简法	(13)
二、卡诺图化简法	(14)
三、具有约束项的逻辑函数的化简	(19)
本章小结	(21)
习题一	(21)
实验1 器件手册的使用	(22)
第二章 逻辑门电路	(25)
第一节 分立元件门电路	(25)
一、二极管门电路	(25)
二、三极管门电路	(27)
第二节 集成 TTL 门电路	(29)
一、与非门	(30)
二、其他功能的门电路	(36)
三、门电路的改进	(39)
四、TTL 门电路使用注意事项	(40)
第三节 集成 CMOS 逻辑门电路	(40)
一、MOS 管特性	(41)
二、CMOS 反相器	(41)
三、CMOS 逻辑门电路	(41)
四、CMOS 门使用注意事项	(43)

第四节 接口电路	(44)
一、TTL 与 CMOS 电路产品介绍	(44)
二、TTL 电路驱动 CMOS 电路	(45)
三、CMOS 电路驱动 TTL 电路	(45)
四、CMOS4000 与 54/74HC 间的接口	(46)
本章小结	(47)
习题二	(47)
实验 2 门电路性能与功能测试	(50)
实验 3 三态门、OC 门功能测试及应用	(50)
第三章 组合逻辑电路	(52)
第一节 组合逻辑电路的分析	(52)
第二节 组合逻辑电路的设计	(53)
第三节 常用的组合逻辑电路	(54)
一、编码器和优先编码器	(54)
二、译码器	(57)
三、数值比较器	(62)
四、数据选择器与分配器	(64)
五、算术逻辑单元	(67)
第四节 组合逻辑电路的竞争与冒险	(68)
一、竞争与冒险	(68)
二、冒险的判断与消除	(68)
本章小结	(70)
习题三	(70)
实验 4 组合逻辑电路	(72)
实验 5 译码器	(73)
第四章 触发器	(75)
第一节 基本 RS 触发器	(75)
一、逻辑功能分析	(75)
二、逻辑功能描述	(76)
第二节 同步触发器	(77)
一、同步 RS 触发器	(77)
二、同步 D 触发器	(79)
三、电平触发方式的空翻现象	(79)
第三节 主从触发器	(80)
一、主从 RS 触发器	(80)
二、主从 JK 触发器	(82)
第四节 边沿触发器	(84)
第五节 集成触发器	(85)
本章小结	(85)
习题四	(86)
实验 6 触发器	(88)
第五章 时序逻辑电路	(90)
第一节 计数器	(90)
一、同步计数器	(90)

二、异步计数器	(96)
三、集成计数器构成 N 进制计数器的方法	(98)
四、计数器设计与分析	(99)
五、计数器应用举例	(103)
第二节 寄存器	(104)
一、数码寄存器	(104)
二、移位寄存器	(104)
三、寄存器应用举例	(106)
本章小结	(109)
习题五	(109)
实验 7 计数器	(112)
实验 8 寄存器及应用	(112)
实验 9 综合实验——动态扫描显示电路	(113)
实验 10 综合实验——示波器多踪显示接口电路	(114)
第六章 半导体存储器与可编程器件	(116)
第一节 半导体存储器	(116)
一、RAM	(116)
二、ROM	(124)
第二节 可编程逻辑器件	(127)
一、PLD 一般组成与电路表示法	(128)
二、可编程阵列逻辑 PAL	(128)
三、门阵列 GAL	(132)
四、PLD 的开发	(132)
本章小结	(133)
习题六	(134)
实验 11 存储器	(135)
第七章 脉冲电路	(138)
第一节 RC 电路	(138)
一、RC 电路过渡过程及其三要素分析法	(138)
二、RC 波形变换电路	(140)
第二节 施密特触发器	(143)
一、工作原理	(143)
二、施密特触发器的应用	(145)
第三节 单稳态触发器	(146)
一、集成门单稳态触发器	(146)
二、集成单稳态触发器	(148)
三、单稳态触发器的应用	(150)
第四节 多谐振荡器	(150)
一、基本多谐振荡器	(151)
二、简易多谐振荡器	(152)
三、晶体振荡器	(153)
第五节 555 定时器	(153)
一、定时器电路构成及功能	(153)
二、定时器应用举例	(154)

本章小结	(157)
习题七	(157)
实验 12 多谐振荡器	(160)
实验 13 CC7555 定时器	(161)
实验 14 综合实验——数字钟	(161)
第八章 数/模转换与模/数转换	(163)
第一节 DAC	(163)
一、D/A 转换基本原理	(163)
二、DAC	(164)
三、DAC 主要参数	(168)
四、DAC 应用举例	(170)
第二节 ADC	(171)
一、A/D 转换基本原理	(171)
二、ADC 主要参数	(173)
三、ADC	(174)
本章小结	(183)
习题八	(183)
实验 15 DAC	(184)
附录 A 图形符号说明	(185)
主要参考文献	(189)

绪 论

随着数字技术的发展,数字移动电话、数字音响、DVD 影碟、数字变频空调、数字计算机等等,对我们来说已不陌生。不久的将来,高清晰度数字可视电话,如临其境般画面的数字电视等等,也将走入我们的生活,而数字移动互联带给我们的将是,你随时随地都可以上网,在网上学习、洽谈、了解国际国内大事。

如此令人神往的数字技术,基础理论却很简单。引入二值形式的数字脉冲信号,利用电路的两个稳定状态来表示,便于电路实现,易于电路集成。本教材正是由此引导读者步步深入学习和掌握数字电路的基本原理和基本应用,同时学习与之紧密相关的脉冲电路的基本原理和应用。

一、脉冲信号与脉冲电路

脉冲信号是指在很短时间内出现的电压或电流信号。更广义地讲,凡不连续的非正弦信号都泛称为脉冲信号。图 0-1 示出几种常见的脉冲信号波形:

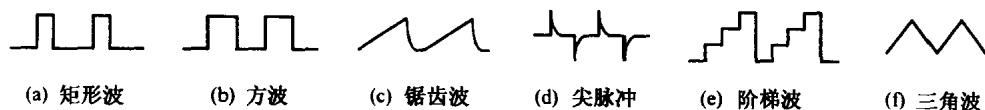


图 0-1 几种常见的脉冲信号波形

脉冲电路是产生各种脉冲信号以及对各种脉冲波形进行变换的电路。脉冲技术是脉冲信号产生、变换、测量和应用的技术。

二、数字信号与数字电路

在现实生活中,我们遇到的许多物理量一般都具有连续变化的特点,如温度、压力和距离等,这类连续变化的物理量称为模拟量。在工程应用中,为了测量、传输和处理这些物理量,常把它们转换成与之成比例的电压或电流信号。模拟实际物理量的电信号称为模拟信号。模拟信号在一定范围内是连续变量。处理模拟信号的电路称为模拟电路。

数字量取值是离散的,它只能按有限个或可数的某些数值取值。与数字量相对应的电信号称为数字信号。数字信号的最常见形式是矩形脉冲序列,即可以用数字 0 和 1 表示的序列,如图 0-2 所示。通常规定:0 表示矩形脉冲低电平 U_L ; 1 表示矩形脉冲高电平 U_H 。当然,也可以反过来进行规定。

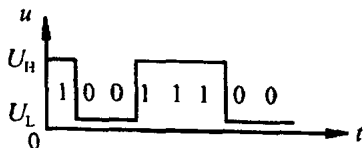


图 0-2 矩形脉冲 0, 1 表示法

处理数字信号的电路称为数字电路。数字电路重点考虑的是输出信号状态（低电平或高电平，即 0 或 1）与输入信号状态（低电平或高电平，即 0 或 1）之间的对应关系，也就是逻辑关系，即电路的逻辑功能。数字电路的分析方法是逻辑分析法，所用工具是逻辑代数，所以，有时又将数字电路称为逻辑电路。

，

第一章 数字电路分析基础

本章介绍分析、设计数字电路的基本工具：真值表、函数表达式、逻辑图、卡诺图，以及它们的数学基础：逻辑代数。

第一节 数制与码制

一、数制

数制即进位计数的方法。日常生活中人们常用十进制，而数字系统中常用二进制、八进制、十六进制。

1. 十进制

十进制(Decimal System, 缩写为 DEC)有 0, 1, ..., 9 共十个数码，计数规律是“逢十进一”。通常将计数数码的个数称作基数，因此，十进制基数是“10”。任意一个 k 位整数、 l 位小数的十进制数 N ，都可写成：

$$\begin{aligned} N_{10} &= d_{k-1}d_{k-2}\cdots d_1d_0d_{-1}\cdots d_{-l+1}d_{-l} \\ &= d_{k-1}\times 10^{k-1} + d_{k-2}\times 10^{k-2} + \cdots + d_1\times 10^1 + d_0\times 10^0 + d_{-1}\times 10^{-1} + d_{-2}\times 10^{-2} + \cdots + d_{-l}\times 10^{-l} \\ &= \sum_{i=-l}^{k-1} d_i \times 10^i \end{aligned} \quad (1-1)$$

式中， i 表示位；

d_i 表示第 i 位的系数，是 0~9 中任意一个数码；

10^i 称作第 i 位的权，表示 d_i 所代表的数值大小。

例如，将 6765 按权展开为 $6\times 10^3 + 7\times 10^2 + 6\times 10^1 + 5\times 10^0$ ，其中有两个数码是 6，但前一个 6 的权是 10^3 ，表示 6000；后一个 6 的权是 10^1 ，表示 60。

2. 二进制

二进制(Binary System, 缩写为 BIN)只有 0、1 两个数码，计数规律是“逢二进一”，基数为“2”。任意一个二进制数可表示为

$$\begin{aligned} N_2 &= d_{k-1}d_{k-2}\cdots d_1d_0d_{-1}\cdots d_{-l+1}d_{-l} \\ &= d_{k-1}\times 2^{k-1} + d_{k-2}\times 2^{k-2} + \cdots + d_1\times 2^1 + d_0\times 2^0 + d_{-1}\times 2^{-1} + d_{-2}\times 2^{-2} + \cdots + d_{-l}\times 2^{-l} \\ &= \sum_{i=-l}^{k-1} d_i \times 2^i \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中， d_i 表示第 i 位的系数， d_i 是 0 和 1 两数码中的任意一个；

2^i 是第 i 位的权。

3. 十六进制

十六进制(Hexadecimal system, 缩写为 HEX)有 0, 1, ..., 9, A, B, C, D, E, F 共十六个数码, 计数规律“逢十六进一”, 基数“16”。任意一个十六进制数 N 按权展开可写成:

$$N_{16} = d_{k-1} \times 16^{k-1} + d_{k-2} \times 16^{k-2} + \cdots + d_1 \times 16^1 + d_0 \times 16^0 + d_{-1} \times 16^{-1} + d_{-2} \times 16^{-2} + \cdots + d_{-l} \times 16^{-l}$$

$$= \sum_{i=-l}^{k-1} d_i \times 16^i \quad (1-3)$$

式中 d_i 是 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F 中任一数码。

表 1-1 是与十进制数对应的二进制、八进制、十六进制数。

表 1-1 数制对照表

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
二进制数	0	1	10	11	100	101	110	111	1000
八进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	10
十六进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
十进制数	9	10	11	12	13	14	15	16	17
二进制数	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000	10001
八进制数	11	12	13	14	15	16	17	20	21
十六进制数	9	A	B	C	D	E	F	10	11

4. 十进制数与其它进制数的转换

(1) 非十进制数转换为十进制数, 将非十进制数按权展开求和即得相应十进制数。

例 1.1 将 1010.01_2 , $4F.3A_{16}$ 转换为十进制数。

解: $1010.01_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 10.25_{10}$

$$4F.3A_{16} = 4 \times 16^1 + F \times 16^0 + 3 \times 16^{-1} + A \times 16^{-2}$$

$$= 4 \times 16^1 + 15 \times 16^0 + 3 \times 16^{-1} + 10 \times 16^{-2} = 79.2265625_{10}$$

(2) 十进制数转换为非十进制数, 将整数部分与小数部分分别转换, 合并两部分转换结果即为目的数。

整数转换采用除基取余法, 即将十进制数逐次去除目的数基数并依次记下余数, 直到商为 0 止, 首次所得余数为目的数最低位, 末次所得余数为目的数最高位。

例如, 将 13_{10} 转换成二进制数。目的数是二进制数, 基数“2”, 因此

2	13	余数	
2	6	1	最低位
2	3	0	
2	1	1	
0		1	最高位

$13_{10} = 1101_2$

小数转换采用乘基取整法, 即将十进制小数乘目的数基数, 首次乘积的整数为目的数小数最高位, 再用小数部分继续乘目的数基数, 所得乘积整数为次高位, 依次进行, 直至满足转换精度要求为止。

例如, 将 0.723_{10} 转换成二进制数(要求精确到小数点后第 4 位)。目的数基数是“2”, 所以

0.723	整数	
× 2		
1.446	1	最高位
0.446		
× 2		
0.892	0	
× 2		
1.784	1	
0.784		
× 2		
1.568	1	最低位

$$0.723_{10} \approx 0.1011_2$$

例 1.2 将 493.78125_{10} 转换成十六进制数。

解：目的数是十六进制数，基数“16”，所以

16 493		0.78125	
16 30	13(D)	× 16	
16 1	14(E)	12.50000	12(C)
0	1	0.5	
		× 16	
		8.0	8

所以， $493.78125_{10} = 1ED.C8_{16}$

二、码制

码制是用多位二进制数表示十进制数或字符的方法。

在数字系统中，经常使用 BCD(Binary Coded Decimal)码。BCD 码是用 4 位二进制数表示 1 位十进制数，也称二-十进制代码。由于 4 位二进制数可以表示十六个数，用来表示十进制数时，有六个数未用，因而就有多种 BCD 码，其中最常用的是 8421BCD 码。8421BCD 码是有权码，它选用了 4 位二进制数的前十个数 0000~1001，而未用 1010~1111 六个数，每个代码从左到右的权值分别是 8，4，2，1，如表 1-2 所示。

8421BCD 码和十进制数之间的转换是直接按位转换，例如，

$$13.9_{10} = (0001 \ 0011 \ 1001)_{8421BCD} = 10011.1001_{8421BCD}$$

$$11011000010000_{8421BCD} = (0011, 0110, 0001, 0000)_{8421BCD} = 3610_{10}$$

BCD 码除 8421 码外，常用的还有 2421 码、余 3 码、余 3 循环码、BCD 格雷码等等，表 1-2 列出了几种常用的 BCD 码。

表 1-2 常用 BCD 码

十进制数 \ 编码种类	8421 码	余 3 码	2421 码	余 3 循环码	BCD 格雷码
0	0000	0011	0000	0010	0000
1	0001	0100	0001	0110	0001
2	0010	0101	0010	0111	0011
3	0011	0110	0011	0101	0010