



高等职业教育
机电类课程规划教材

数字电子技术

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编 主编/郝波 主审/张裕民

GAODENG ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI
KECHENG GUIHUA JIAOCAI



大连理工大学出版社



高等职业教育机电类课程规划教材
GAODENGZHIYE JIAOYU JIDIANLEI KECHENG GUIHUAJIAOCAI

数字电子技术

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主 审/张裕民

主 编/郝 波 副主编/崔凤波 李福军 刘 宁

SHUZI DIANZI JISHU

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

© 大连理工大学出版社 2003

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术 / 郝波主编. —大连: 大连理工大学出版社, 2003.8
ISBN 7-5611-2043-5
(高等职业教育机电类课程规划教材)

I. 数… II. 郝… III. 数字电路—电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 030365 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市凌水河 邮政编码:116024

电话:0411-4708842 传真:0411-4701466 邮购:0411-4707955

E-mail:dlutp@mail.dlptt.ln.cn URL: <http://www.dutp.com.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:14.75 字数:341千字

印数:1~5000

2003年8月第1版

2003年8月第1次印刷

责任编辑:梁艾玲 李波

责任校对:黄鹏

封面设计:王福刚

定价:18.00元

新世纪高等职业教育教材编委会教材建设指导委员会

主任委员:

戴克敏 大连职业技术学院院长 教授

副主任委员(按姓氏笔画为序):

王 敏 辽宁商务职业学院院长 教授
王大任 辽阳职业技术学院院长 教授
李竹林 河北建材职业技术学院院长 教授
李长禄 黑龙江工商职业技术学院副院长 副研究员
刘志国 秦皇岛职业技术学院院长 教授
刘兰明 邯郸职业技术学院副院长 教授
刘君涛 烟台大学职业技术学院院长 副教授
范利敏 丹东职业技术学院院长 教授
宛 力 沈阳电力高等专科学校副校长 教授
侯 元 呼和浩特职业技术学院院长 副教授
徐晓平 盘锦职业技术学院院长 教授
曹勇安 黑龙江东亚学团董事长 齐齐哈尔职业学院院长 教授
韩学军 辽宁公安司法管理干部学院副院长 教授

秘书长:

杨建才 沈阳师范大学职业技术学院院长

副秘书长:

周 强 齐齐哈尔大学职业技术学院副院长

秘书组成员(按姓氏笔画为序):

王澄宇 大庆职业学院
张秀霞 大连职业技术学院
徐 哲 盘锦职业技术学院
鲁 捷 沈阳师范大学职业技术学院
谢振江 黑龙江省公安司法警官学院

会员单位(排名不分先后):

邯郸职业技术学院
邢台职业技术学院
河北工业职业技术学院
河北工程技术职业学院
河北职业技术学院
石家庄铁路工程职业技术学院
石家庄职业技术学院
河北能源职业技术学院
河北建材职业技术学院
秦皇岛职业技术学院
燕山大学职业技术学院

河北职业技术师范学院
张家口职业技术学院
承德石油高等专科学校
青岛大学高等职业技术学院
青岛职业技术学院
烟台大学职业技术学院
烟台职业技术学院
山东铝业公司职业教育培训中心
东营职业技术学院
山东石油大学职业技术学院
威海职业学院
潍坊职业学院
山东纺织职业学院
日照职业技术学院
山东科技大学工程学院
山东科技大学财政金融学院
山东劳动职业技术学院
山东轻工学院职业技术学院
德州学院职业技术学院
聊城职业技术学院
呼和浩特职业技术学院
内蒙古财经学院高职教学部
内蒙古大学职业技术学院
内蒙古工业大学职业技术学院
包头职业技术学院
包头钢铁学院职业技术学院
呼伦贝尔学院
广西财政高等专科学校
南昌水利水电高等专科学校
哈尔滨职业技术学院
黑龙江工商职业技术学院
黑龙江省公安司法警官学院
黑龙江省建筑职业技术学院
齐齐哈尔职业学院
齐齐哈尔大学职业技术学院
牡丹江大学
佳木斯大学应用技术学院
大庆职业学院
大庆高等专科学校
鸡西大学
伊春职业学院
绥化师范高等专科学校
吉林财税高等专科学校
吉林交通职业技术学院
吉林粮食高等专科学校
吉林商业高等专科学校
吉林职业技术学院
吉林经济管理干部学院
吉林大学应用技术学院
四平师范大学职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
丹东职业技术学院

大连职业技术学院
辽宁商务职业学院
沈阳师范大学职业技术学院
鞍山科技大学职业技术学院
鞍山师范学院职业技术学院
本溪冶金高等专科学校
渤海船舶职业学院
朝阳师范高等专科学校
大连大学
大连轻工业学院职业技术学院
大连国际商务职业学院
大连水产学院职业技术学院
辽宁对外经贸职业学院
辽宁机电职业技术学院
东北财经大学高等职业技术学院
抚顺师范高等专科学校
辽宁石油化工大学职业技术学院
抚顺职业技术学院
阜新高等专科学校
锦州师范学院高等职业技术学院
锦州师范高等专科学校
辽宁财政高等专科学校
辽宁大学高等职业技术学院
辽宁工程技术大学技术与经济学院
辽宁工程技术大学职业技术学院
辽宁工学院职业技术学院
辽宁公安司法管理干部学院
辽宁经济职业技术学院
辽宁农业管理干部学院
辽宁农业职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校
辽阳职业技术学院
辽阳石油化工高等专科学校
盘锦职业技术学院
沈阳大学职业技术学院
沈阳大学师范学院
沈阳工业大学高等职业技术学院
沈阳建工学院高等职业技术学院
沈阳农业大学高等职业技术学院
沈阳农业大学经贸学院
铁岭师范高等专科学校
营口高等职业学院
辽宁金融职业技术学院
沈阳建工学院职业技术学院
辽阳信息职业技术学院
辽宁中医学院职业技术学院
沈阳电视大学
沈阳医学院职业技术学院
沈阳音乐学院职业艺术学院
沈阳职业技术学院
大连医学院丹东分院

总 序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育理论教学与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高等教育全面转轨,以高等职业教育为主的各种形式的应用型人才培养的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的应用型人才培养的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育的目的问题。

众所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到置疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚韧不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是由北方地区近百所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本职特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会作为一种民间组织形式的联盟,在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门(如国家教育部、辽宁省教育厅)以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

2001年8月18日

《数字电子技术》是新世纪高等职业教育教材编审委员会组编的机电类课程规划教材之一。

本教材对如何能应对数字电子技术以系统集成化、设计自动化、用户专业化和测试智能化的发展趋势,同时又要遵循高职教育以职业为基础,以能力为本位,理论必需够用为度的原则,在结构及内容的安排上做了积极的尝试。

在内容上,全书共分14章:其中前3章介绍了数字电路的基础知识,包括计数体制与编码、逻辑代数、逻辑函数的化简等,这是学习本门课的必备知识。第4章引入了逻辑门电路,它不仅讨论了基本逻辑门电路,而且更重要的是引出了如何用电路处理逻辑问题,这是学习本门课非常重要的概念。第5、6、7、8、9章分别讨论了本门课的核心部分,组合逻辑电路和时序逻辑电路。在讨论这部分时,为了更适合高职教学特点,本书有意将实用集成器件部分单独列章介绍。第10、11、12章的内容分别为半导体存储器、可编程逻辑器件、数字信号与模拟信号的转换,它们都是大规模集成电路,在介绍时更加注重实用性。第13章是脉冲电路,主要是以多谐振荡器、单稳态触发器、施密特触发器为主线讨论的。第14章综合实训,根据前面讨论的理论知识给出了综合的实训内容、要求及指导,使学生在掌握基础理论的同时,更加熟悉集成器件的特性及使用。培养、锻炼学生分析问题、解决问题的能力。

在结构上,本教材各章均安排四个部分,即基本知识点、基本内容、目标训练及习题。其中基本知识点是学习本章时所需熟练掌握的基本内容。通过对基本知识点的理解,可以使带着问题,有目标的学习本章内容。目标训练及习题则是对所学的内容在理论和实际上提出要求并训练。主要目的是配合理论学习,进行综合设计、使用方面的训练,再配合实验、课程设计及实习等教学环节,真正培养学生掌握本门课的实际应用技能。

本书力争做到理论以能支撑实际应用为度,强化实用性,以器件及应用为主,较多地介绍具体集成电路芯片,包



括逻辑符号、外引线排列图及功能表等,而对于集成电路内部的分析讨论则尽量少讲,主要突出在器件的使用上。

本教材由沈阳电力高等专科学校郝波任主编,渤海船舶职业学院崔凤波、辽宁机电职业技术学院李福军、山东科技大学刘宁担任副主编。其中第1、2、7、13、14章及附录由郝波编写,第4、5、6章由崔凤波编写,第3、8、9章由李福军编写,第10、11、12章由刘宁、祝长生编写。全书的统稿工作由郝波完成。大连理工大学张裕民教授审阅了全书,提出了许多宝贵的意见。

本书的编写得到了沈阳电力高等专科学校、渤海船舶职业学院、辽宁机电职业技术学院、山东科技大学的大力支持,在此表示感谢。

尽管我们在《数字电子技术》教材的特色建设方面做出了许多努力,但由于高职教材建设还处于探索阶段,教材中不足之处恐在所难免,恳切希望各相关高职院校教师和学生在使用本教材的过程中给予关注,并将意见及时反馈给我们,以便修订时完善。

所有意见、建议请发往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-4707604

编者

2003年8月



第1章 数字系统中的计数体制与编码	1	第5章 组合逻辑电路	48
1.1 概述	1	5.1 概述	48
1.2 二进制	1	5.2 组合逻辑的表示方法及相互转换	48
1.3 十六进制	2	5.3 组合逻辑电路的分析	51
1.4 不同进制间的转换	2	5.4 组合逻辑电路的设计	53
1.5 二进制码	4	习题	55
习题	6	第6章 组合逻辑集成器件	57
第2章 逻辑代数	7	6.1 概述	57
2.1 概述	7	6.2 编码器	57
2.2 基本逻辑运算	7	6.3 译码器	61
2.3 逻辑代数基本定律	9	6.4 数码显示器	63
2.4 逻辑代数基本规则	10	6.5 数据选择器	66
习题	11	6.6 数据分配器	68
第3章 逻辑函数的化简	13	6.7 二进制加法器	69
3.1 概述	13	6.8 数值比较器	71
3.2 逻辑函数	13	习题	74
3.3 逻辑函数的代数变换与化简	14	第7章 触发器	76
3.4 卡诺图化简法	16	7.1 概述	76
3.5 具有约束的逻辑函数化简	21	7.2 基本 RS 触发器	76
习题	22	7.3 钟控触发器	78
第4章 逻辑门电路	26	7.4 时钟触发方式	81
4.1 概述	26	7.5 集成触发器举例	82
4.2 基本逻辑门的功能及表示方法	26	习题	87
4.3 组合逻辑门的功能及表示方法	28	第8章 时序逻辑电路	90
4.4 数字集成电路	30	8.1 概述	90
4.5 数字集成电路的电路特性	36	8.2 二进制计数器	90
4.6 数字集成电路的使用	40	8.3 N 进制计数器	94
习题	44	8.4 寄存器	96
		8.5 时序逻辑电路的分析	100
		习题	104
		第9章 时序逻辑集成器件	106

9.1 概述	106	12.3 模/数转换器	168
9.2 异步计数器	106	习题	182
9.3 同步计数器	109	第 13 章 脉冲电路	184
9.4 寄存器	115	13.1 概述	184
习题	120	13.2 多谐振荡器	184
第 10 章 半导体存储器	123	13.3 单稳态触发器	187
10.1 概述	123	13.4 施密特触发器	190
10.2 随机存储器(RAM)	124	13.5 555 定时器及应用	194
10.3 只读存储器(ROM)	128	习题	198
10.4 可擦写只读存储器(EPROM)	130	第 14 章 综合实训	202
10.5 用存储器实现组合逻辑函数	134	14.1 概述	202
习题	138	14.2 智力竞赛抢答器	202
* 第 11 章 可编程逻辑器件	139	14.3 数字电压表	204
11.1 概述	139	14.4 数字电子钟	208
11.2 可编程逻辑器件的分类	139	14.5 简易逻辑分析仪	211
11.3 可编程逻辑器件的基本结构	141	14.6 实训题选	214
11.4 可编程逻辑器件编程	157	附录	216
习题	158	附录 1 二进制逻辑单元图形符号简介	216
第 12 章 数字信号与模拟信号的转换	161	附录 2 我国集成电路命名方法	222
12.1 概述	161	附录 3 美国标准信息交换码(ASCII)	223
12.2 数/模转换器	162	附录 4 本书用文字符号	224

第 1 章

数字系统中的计数体制与编码

基本知识点

- * 二进制
- * 十六进制
- * 进制转换
- * 二进制编码

1.1 概述

用数码表示数量的多少称为计数,而用何种方法来计数则是计数体制问题。我们在日常生活及生产中广泛使用的计数体制是十进制。而在数字系统中讨论的是用电路实现逻辑关系的问题,采用的是二进制计数体制。二进制数太长时会使得记录起来不方便,故经常采用十六进制进行辅助计数。

本章重点讨论二进制计数体制及其与其他进制间的相互转换,最后介绍二进制编码。

1.2 二进制

我们都知道,一个数的大小要由两个因素决定:一个是这个数位数的多少,另一个是每位数数值的大小。我们熟悉的十进制数每位的数值是 0~9,每位的基数为 10(“逢十进一”,相邻两位数值相差十倍基数)。

二进制数只有两个数字符号 0 和 1,每位的基数为 2,即相邻两位数值相差二倍基数,计数规律是“逢二进一”。如一个二进制数 101101 可表示为

$$\begin{aligned}(101101)_2 &= 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 32 + 8 + 4 + 1 = (45)_{10}\end{aligned}$$

任意二进制数可表示为

$$(N)_2 = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i 2^i$$

其中 i 可为 $-\infty$ 到 $+\infty$ 之间的任意整数, K_i 为第 i 位的数值,可以是 0 或 1, 2^i 则为

第 i 位的“权”。如一个带小数的二进制数 101.101 可表示为

$$\begin{aligned}(101.101)_2 &= 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 4 + 1 + 0.5 + 0.125 = (5.625)_{10}\end{aligned}$$

此表达式也称为按权展开式。

1.3 十六进制

十六进制数使用 $0 \sim 9$ 、A、B、C、D、E、F 十六个数字符号,其中 A 代表 10, B 代表 11, C 代表 12, D 代表 13, E 代表 14, F 代表 15, 每位的基数为 16。其表达式为

$$(N)_{16} = \sum_{i=-\infty}^{\infty} K_i 16^i$$

同样, i 可为 $-\infty$ 到 $+\infty$ 之间的任意整数, K_i 为第 i 位的数值, 可以是 0 到 F 十六个数中的任意一个数, 16^i 则为第 i 位的“权”。如

$$(A3F.C)_{16} = A \times 16^2 + 3 \times 16^1 + F \times 16^0 + C \times 16^{-1} = 2560 + 48 + 15 + 0.75 = (2623.75)_{10}$$

1.4 不同进制间的转换

1.4.1 二进制转换成十进制

将二进制转换成十进制的方法为按权展开相加, 二进制的权为 2^i , 为便于熟练转换, 表 1.1 给出了九位二进制的权值。

表 1.1 九位二进制的权值

2 的加权	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
权 值	256	128	64	32	16	8	4	2	1

$$\begin{aligned}\text{【例 1.4.1】 } (101101011)_2 &= 1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \\ &\quad \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 256 + 64 + 32 + 8 + 2 + 1 \\ &= (363)_{10}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{【例 1.4.2】 } (1110.011)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 8 + 4 + 2 + 0.25 + 0.125 \\ &= (14.375)_{10}\end{aligned}$$

1.4.2 十进制转换成二进制

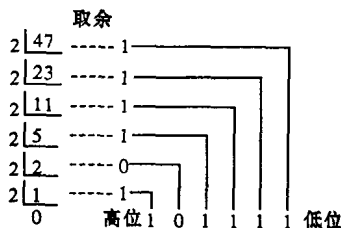
十进制数转换成二进制数可将整数部分和小数部分分开进行。

十进制的整数部分可用“除 2 取余”法转换成相应的二进制数, 即将这个十进制数连

续除2,直至商为0,每次除2所得余数的组合便是所求的二进制数。注意最先得出的余数对应二进制的最低位。

【例 1.4.3】 将十进制数 $(47)_{10}$ 转换成二进制数。

解 用除2取余法过程如下:



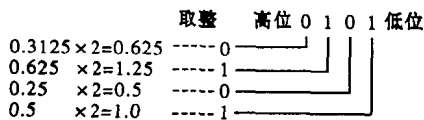
得

$$(47)_{10} = (101111)_2$$

十进制的小数部分可用“乘2取整”法转换成相应的二进制数,即将这个十进制数小数部分连续乘2,直至为0或满足所要求的误差为止。每次乘2所得整数的组合便是所求的二进制数。注意最先得出的整数对应二进制的最高位。

【例 1.4.4】 将十进制数 $(0.3125)_{10}$ 转换成二进制数。

解 用乘2取整法过程如下:

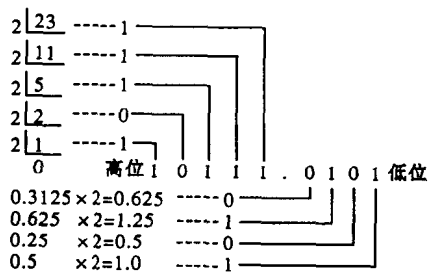


得

$$(0.3125)_{10} = (0.0101)_2$$

对于同时具有整数和小数部分的,可将其分解为整数部分和小数部分再分别转换。

【例 1.4.5】 将十进制数 $(23.3125)_{10}$ 转换成二进制数。



得

$$(23.3125)_{10} = (10111.0101)_2$$

1.4.3 二进制与十六进制的转换

由于十六进制的基数为16,而 $16 = 2^4$,因此,一位十六进制数刚好换成四位二进制数。

二进制转换成十六进制,可将二进制数以小数点为基点,分别向左和向右“每四位为一组,不够添0”,直接将二进制转换成十六进制数。

【例 1.4.6】 将二进制数 $(1011010101.01)_2$ 转换成十六进制。

解 $\begin{array}{ccc} 0010 & 1101 & 0101.0100 \\ \hline 2 & D & 5.4 \end{array}$

得 $(1011010101.01)_2 = (2D5.4)_{16}$

十六进制转换成二进制与上述相反,采用“一分为四,不够添 0”的方法。

【例 1.4.7】 将十六进制数 $(7A3F.2C)_{16}$ 转换成二进制数。

解 $\begin{array}{ccccccc} 7 & A & 3 & F & . & 2 & C \\ \hline 0111 & 1010 & 0011 & 1111 & . & 0010 & 1100 \end{array}$

得 $(7A3F.2C)_{16} = (0111101000111111.00101100)_2$

由以上讨论可看出,二进制数位多时不便于书写和记忆,如采用十六进制,则位数要少的多,如 32 位二进制数只需 8 位十六进制数即可表示。除此之外,八进制也常在数字系统中使用,读者可自己推算。表 1.2 给出了几种不同进制的对应关系。

表 1.2 几种不同进制对照表

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

1.5 二进制码

由于数字系统只能处理包含 0、1 的二进制数码,所以二进制数码除了表示数值的大小外,还常用于表达一些特定的信息。如用 0 表示低电平,1 表示高电平。这些表示特定信息的二进制数码称为二进制码。二进制码很多,本节介绍几种常见的二进制码。

1.5.1 二—十进制码(BCD 码)

用四位二进制数码来表示一位十进制数的编码方式称为二—十进制码,亦称 BCD 码。BCD 码分为有权码和无权码,有权码是指二进制的每一位都有固定的权值,所代表的十进制数为每位二进制数加权之和,而无权码无需加权。无论是有权码还是无权码,四位二进制数码共有十六种组合,而十进制数码仅有 0~9 十个,因此,BCD 码是利用四位二进制数码编出十个代码,见表 1.3。

表 1.3 常用二—十进制编码表

十进制数	有权码				无权码		
	8421	5421	2421(A)	2421(B)	余3	余3循环	格雷
0	0000	0000	0000	0000	0011	0010	0000
1	0001	0001	0001	0001	0100	0110	0001
2	0010	0010	0010	0010	0101	0111	0011
3	0011	0011	0011	0011	0110	0101	0010
4	0100	0100	0100	0100	0111	0100	0110
5	0101	1000	0101	1011	1000	1100	0111
6	0110	1001	0110	1100	1001	1101	0101
7	0111	1010	0111	1101	1010	1111	0100
8	1000	1011	1110	1110	1011	1110	1100
9	1001	1100	1111	1111	1100	1010	1101

(1) 8421 码

这是使用最多的有权 BCD 码,因为它的四位二进制数对应的权为 8、4、2、1,故称为 8421BCD 码。它是取了自然二进制数的前十个数码来对应十进制的 0~9,即 0000(0)~1001(9)。如果要求 8421BCD 码,只需将每位二进制数加权求和。如

$$(0101)_{8421BCD} = 0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 5$$

(2) 2421 和 5421 码

这也是有权码,其名称即为二进制的权。其中 2421 码的编码顺序有两种:2421(A)和 2421(B)码。2421(B)码具有互补性,即 0 和 9、1 和 8、2 和 7、3 和 6、4 和 5 互为反码。

(3) 余 3 码

这是一种无权码,它是由 8421 码加 0011 得来的。即用 0011~1100 来表示十进制 0~9 十个数。它比对应的 8421 码都多 3,所以称为余 3 码。这种代码也具有互补性,很适用于加法运算。

(4) 余 3 循环码和格雷码

这两种码也是无权码,又称循环码。它们的特点是两组相邻数码之间只有一位代码取值不同,利用这个特性,可避免计数过程中出现瞬态模糊状态,常用于高分辨率设备中。

1.5.2 ASCII 码

ASCII 码全名为美国信息交换标准码,是一种现代字母数字编码。ASCII 码采用七位二进制数码来对字母、数字及标点符号进行编码,用于微型计算机之间读取和输入信息。表 1.4 给出了 ASCII 码中对 26 个英文字母的编码表,完整的 ASCII 码表可参见附录 3。

表 1.4 英文字母 ASCII 编码表

字母	ASCII	字母	ASCII
A	1000001	N	1001110
B	1000010	O	1001111
C	1000011	P	1010000
D	1000100	Q	1010001
E	1000101	R	1010010
F	1000110	S	1010011
G	1000111	T	1010100
H	1001000	U	1010101
I	1001001	V	1010110
J	1001010	W	1010111
K	1001011	X	1011000
L	1001100	Y	1011001
M	1001101	Z	1011010

习 题

1.1 将下列二进制数转换成十进制数。

(1) $(1011)_2$ (2) $(11011)_2$ (3) $(100110.011)_2$ (4) $(110011.01101)_2$

1.2 将下列十进制数转换成二进制数。

(1) $(36)_{10}$ (2) $(96)_{10}$ (3) $(125)_{10}$ (4) $(13.25)_{10}$

1.3 将下列十六进制数转换成二进制数。

(1) $(36)_{16}$ (2) $(5A3C)_{16}$ (3) $(ABCD.C8)_{16}$ (4) $(F1FF.ED)_{16}$

1.4 将下列二进制数转换成十六进制数。

(1) $(110011)_2$ (2) $(1101011010011)_2$ (3) $(100110.011)_2$ (4) $(1100011.0001101)_2$

1.5 将下列五个数按数值大小排列。

 $(11111010)_2$ $(001001000111)_{8421BCD}$ $(370)_8$ $(246)_{10}$ $(F9)_{16}$

1.6 将下列二进制数转换成 8421BCD 码。

(1) $(1001)_2$ (2) $(10011)_2$ (3) $(100110.011)_2$ (4) $(110011.01101)_2$

1.7 将下列 8421BCD 码转换成二进制数。

(1) $(00011000)_{8421BCD}$ (2) $(01001001)_{8421BCD}$ (3) $(00110111.0101)_{8421BCD}$ (4) $(011.001)_{8421BCD}$