



高等职业教育  
机电类课程规划教材

# 数字电子技术

(第二版)

GAODENG ZHIYE JIAOYU  
JIDIANLEI KECHENG GUIHUA JIAOCAI

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主编 崔凤波 主审 张晶

大连理工大学出版社

教育部推荐  
全国各高等院校教材

# 数字电子技术

第2版



PLACEMENT AND COUNTERS, LOGIC

DESIGN, AND LOGIC DESIGN, AND LOGIC

DESIGN, AND LOGIC DESIGN, AND LOGIC

DESIGN, AND LOGIC DESIGN, AND LOGIC

人民邮电出版社



高等职业教育机电类课程规划教材

# 数字电子技术

(第二版)

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主审 张 晶

主 编 崔凤波 副主编 蒋新民 姜俐侠 梁 荫 李纪方



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 2005

### 图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术 / 崔凤波主编. —2 版. —大连: 大连理工大学出版社,  
2005.9

高等职业教育机电类课程规划教材

ISBN 7-5611-2043-5

I. 数… II. 崔… 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:0411-84708842 传真:0411-84701466 邮购:0411-84707961

E-mail: dulp@dlutp.cn URL: <http://www.dulp.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:16.75 字数:370 千字

印数:5 001 ~ 7 000

2003 年 8 月第 1 版

2005 年 9 月第 2 版

2005 年 9 月第 2 次印刷

---

责任编辑:赵晓艳 姜楠

责任校对:王志力

封面设计:波朗

---

定 价:24.00 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:

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

## 副主任委员(以姓氏笔画为序):

|     |                 |         |
|-----|-----------------|---------|
| 马必学 | 武汉职业技术学院院长      | 教授      |
| 王大任 | 辽阳职业技术学院院长      | 教授      |
| 冯伟国 | 上海商业职业技术学院副院长   | 教授 博士   |
| 刘兰明 | 邯郸职业技术学院副院长     | 教授 博士   |
| 刘长声 | 天津对外经济贸易职业学院副院长 | 副教授     |
| 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    |
| 陈 礼 | 广东顺德职业技术学院副院长   | 教授      |
| 金长义 | 广西工业职业技术学院院长    | 副教授     |
| 赵居礼 | 陕西工业职业技术学院副院长   | 副教授     |
| 徐晓平 | 盘锦职业技术学院院长      | 教授      |
| 高树德 | 吉林交通职业技术学院副院长   | 教授      |
| 戴裕崴 | 天津轻工业职业技术学院副院长  | 副研究员 博士 |

## 秘书长:

杨建才 沈阳师范大学职业技术学院院长

## 副秘书长(以姓氏笔画为序):

张和平 江汉大学高等职业技术学院院长  
张化疆 黑龙江生态工程职业学院副院长  
周 强 齐齐哈尔大学应用技术学院院长

## 秘书组成员(以姓氏笔画为序):

卜 军 上海商业职业技术学院  
王澄宇 大庆职业学院  
粟景妆 广西国际商务职业技术学院  
鲁 捷 沈阳师范大学职业技术学院  
谢振江 黑龙江省司法警官职业学院

## 会员单位(略):

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的培养目标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忍不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是由全国 100 余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

# 第二版前言

《数字电子技术》(第二版)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。

《数字电子技术》(第二版)是在第一版的基础进行了相应的补充和完善,修订后具有如下特点:

1.在整体安排上,把原书的14章合并为10章,调整了内容的次序,使内容衔接更加紧凑,便于模块式教学和考核。

2.在内容安排上,突出了基本理论、基本概念和基本分析方法。以必需和够用为原则,在介绍必要的理论知识的同时,删除了原书中实用性不强、已经过时的电路,增加了一些实际应用电路,保证内容的实用性、可操作性和先进性。对数字电子技术中涉及到的集成器件,修订后重点突出了器件的功能和实际应用,增加了阶段性综合实训和课程设计,锻炼学生分析问题、解决问题的能力。

3.在结构上,教材的各章均安排了基本知识点、基本内容、目标训练、思考题和习题等部分,修订后增加了习题的参考答案。通过对基本知识点的理解,学生可带着问题有目标地学习各章内容;目标训练、思考题和习题则是针对所学的内容在理论和实际上提出要求并进行针对性的训练,主要的目的是配合理论学习,进行综合设计、使用方面的训练,再配合基础实验、课程设计及实习等教学环节,使学生熟练掌握本课程的实际应用技能。

本教材共分10章,分别是逻辑代数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、数字信号模拟信号的转换、半导体存储器、可编程逻辑器件、综合实训及附录部分。

本教材由渤海船舶职业学院崔凤波任主编,辽宁石油化工大学职业技术学院蒋新民、渤海船舶职业学院姜俐侠、哈尔滨职业学院梁荫、齐齐哈尔职业学院李纪方任副主编。具体分工如下:第1、2章由李纪方老师编写;第3章由姜俐侠老师编写;第4、5章由蒋新民老师编写;第6章由姜俐侠与梁荫老师共同编写;第7章由梁荫老师编写;绪论,第8、



9、10 章及附录由崔凤波老师编写,全书由崔凤波老师组稿和定稿。大连水产学院职业技术学院张晶老师审阅了全书,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表感谢。

尽管我们在教材建设的特色方面做出了很多的努力,由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不当之处,恳请各教学单位和读者在使用本教材过程中多提宝贵的意见和建议。

所有意见和建议请寄往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411 - 84707604 13352244668

编者

2005 年 9 月

# 第一版前言

《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

年8月



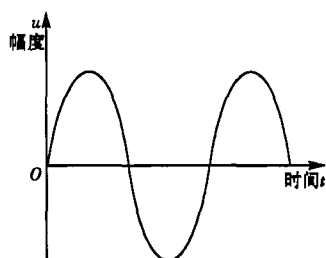
|                                  |    |                               |     |
|----------------------------------|----|-------------------------------|-----|
| <b>第 1 章 逻辑代数基础</b> .....        | 3  | 4.3 同步触发器 .....               | 92  |
| 1.1 概述 .....                     | 3  | 4.4 时钟触发方式 .....              | 95  |
| 1.2 数制与码制 .....                  | 3  | 4.5 集成触发器举例 .....             | 97  |
| 1.3 逻辑代数 .....                   | 8  | 本章小结 .....                    | 101 |
| 1.4 逻辑函数 .....                   | 13 | 习题 .....                      | 103 |
| 本章小结 .....                       | 23 | <b>第 5 章 时序逻辑电路</b> .....     | 105 |
| 习题 .....                         | 24 | 5.1 概述 .....                  | 105 |
| <b>第 2 章 逻辑门电路</b> .....         | 27 | 5.2 时序逻辑电路的分析 .....           | 106 |
| 2.1 概述 .....                     | 27 | 5.3 计数器 .....                 | 108 |
| 2.2 基本逻辑门的功能及表示方法<br>.....       | 27 | 5.4 寄存器 .....                 | 125 |
| 2.3 复合逻辑门的功能及表示方法<br>.....       | 30 | 5.5 同步时序逻辑电路的设计 ...           | 132 |
| 2.4 数字集成电路 .....                 | 32 | 本章小结 .....                    | 137 |
| 2.5 数字集成电路的电路特性 ...              | 38 | 习题 .....                      | 138 |
| 2.6 数字集成电路的使用 .....              | 42 | <b>第 6 章 脉冲波形的产生与整形</b> ..... | 143 |
| 本章小结 .....                       | 46 | 6.1 概述 .....                  | 143 |
| 习题 .....                         | 47 | 6.2 多谐振荡器 .....               | 143 |
| <b>第 3 章 组合逻辑电路</b> .....        | 50 | 6.3 单稳态触发器 .....              | 149 |
| 3.1 概述 .....                     | 50 | 6.4 施密特触发器 .....              | 154 |
| 3.2 逻辑功能各种表示方法的特点及<br>相互转换 ..... | 50 | 6.5 555 定时器及应用 .....          | 159 |
| 3.3 组合逻辑电路的分析方法和设计<br>方法 .....   | 54 | 本章小结 .....                    | 163 |
| 3.4 集成组合逻辑电路 .....               | 57 | 习题 .....                      | 165 |
| 3.5 组合逻辑电路中的竞争-冒险现<br>象 .....    | 82 | <b>第 7 章 数字信号模拟信号的转换</b> ...  | 167 |
| 本章小结 .....                       | 84 | 7.1 概述 .....                  | 167 |
| 习题 .....                         | 86 | 7.2 数/模转换器 .....              | 168 |
| <b>第 4 章 触发器</b> .....           | 90 | 7.3 模/数转换器 .....              | 173 |
| 4.1 概述 .....                     | 90 | 本章小结 .....                    | 184 |
| 4.2 基本 RS 触发器 .....              | 91 | 习题 .....                      | 185 |
|                                  |    | <b>第 8 章 半导体存储器</b> .....     | 186 |
|                                  |    | 8.1 概述 .....                  | 186 |
|                                  |    | 8.2 随机存储器(RAM) .....          | 187 |
|                                  |    | 8.3 只读存储器(ROM) .....          | 191 |
|                                  |    | 8.4 可擦写只读存储器(EPROM)           |     |

|                        |     |                             |     |
|------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| .....                  | 193 | 10.4 数字电子钟 .....            | 231 |
| 8.5 用存储器实现组合逻辑函数 ..... | 197 | 10.5 简易逻辑分析仪 .....          | 234 |
| 8.6 RAM 的扩展 .....      | 201 | 10.6 实训题选 .....             | 237 |
| 本章小结 .....             | 203 | 附 录 .....                   | 239 |
| 习题 .....               | 204 | 附录 1 二进制逻辑单元图形符号简介 .....    | 239 |
| 第 9 章 可编程逻辑器件 .....    | 205 | 1.1 二进制逻辑单元图形符号的组成 .....    | 239 |
| 9.1 概述 .....           | 205 | 1.2 关联标注法 .....             | 242 |
| 9.2 可编程逻辑器件的分类 .....   | 206 | 1.3 逻辑状态、逻辑电平和逻辑约定 .....    | 244 |
| 9.3 可编程逻辑器件的基本结构 ..... | 208 | 附录 2 我国集成电路命名方法 .....       | 244 |
| 9.4 可编程逻辑器件编程 .....    | 223 | 附录 3 美国标准信息交换码(ASCII) ..... | 245 |
| 本章小结 .....             | 224 | 附录 4 本书用文字符号 .....          | 246 |
| 习题 .....               | 224 | 部分习题参考答案 .....              | 249 |
| 第 10 章 综合实训 .....      | 225 | 参考文献 .....                  | 256 |
| 10.1 概述 .....          | 225 |                             |     |
| 10.2 智力竞赛抢答器 .....     | 225 |                             |     |
| 10.3 数字电压表 .....       | 227 |                             |     |

# 结 论

## • 数字信号和数字电路

自然界中有许多物理量,尽管各不相同,但就其变化规律的特点来看,可分为两大类:一类是在时间上和数值上是连续变化的,这类物理量叫做模拟量。把表示模拟量的信号叫做模拟信号,并把工作在模拟信号下的电子电路称为模拟电路。例如语音信号,无论在时间上还是数值上都是连续变化的,如图(a)。另一类是在时间上和数值上都是断续变化的,这一类物理量叫做数字量。把表示数字量的信号叫做数字信号,并把工作在数字信号下的电子电路称为数字电路。例如,用电子电路记录从自动生产线上输出的零件数目时,每送出一个零件便给电子电路一个信号,使之记为1,而平时没有零件送出时加给电子电路的信号是0,所以不记数。可见,零件数目这个信号无论在时间上还是数量上都是不连续的,因此它是一个数字信号,如图(b)。数字电路主要是研究输入与输出信号之间对应的逻辑关系,其分析的主要工具是逻辑代数,因此数字电路又称为逻辑电路。



(a)模拟信号



(b)数字信号

## • 数字电路的分类

根据电路结构的不同,数字电路可分为分立元件电路和集成电路两大类。分立元件是由晶体管、电阻、电容等元器件用导线在线路板上连接起来的电路;而集成电路则是将上述元器件和导线通过半导体制造工艺做在一块硅片上而成为一个不可分割的整体电路。

根据集成密度不同,数字电路的分类见下表。

## 2 / 数字电子技术 □

| 集成电路的分类          | 集成度                                 | 电路规模与范围                                            |
|------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 小规模集成电路<br>SSI   | 1~10 门/片, 或<br>10~100 个元件/片         | 逻辑单元电路<br>它包括: 逻辑门电路、集成触发器                         |
| 中规模集成电路<br>MSI   | 10~100 门/片, 或<br>100~1000 个元件/片     | 逻辑部件<br>它包括: 计数器、译码器、编码器、数据选择器、寄存器、算术运算器、比较器、转换电路等 |
| 大规模集成电路<br>LSI   | 100~1000 门/片, 或<br>1000~10000 个元件/片 | 数字逻辑系统<br>它包括: 中央控制器、存储器、各种接口电路等                   |
| 超大规模集成电路<br>VLSI | 大于 1000 门/片, 或<br>大于 10 万个元件/片      | 高集成度的数字逻辑系统<br>它包括: 各种型号的单片机和控制器                   |

在集成电路中,根据半导体的导电类型不同,又可分为双极型电路和单极型电路。以双极型晶体管作为基本器件的数字集成电路称为双极型数字集成电路,如 TTL、ECL 集成电路等;以单极型 MOS 管作为基本器件的数字集成电路称为单极型数字集成电路,如 NMOS、PMOS、CMOS 集成电路等。

### • 数字电路的应用

数字电路是近代电子技术的一个重要组成部分。它包含的内容十分广泛,主要有各种基本逻辑门、编码器、译码器、显示器、算术运算、数据选择、数据比较器及各种触发器、计数器、存储器、数模和模数转换器、可编程逻辑器件等典型的数字单元电路。因此数字电子技术在数字通讯、自动控制、数字电子计算机、数字测量仪表以及家用电器等各个技术领域中的应用日益广泛。

### • 数字电路的优点

与模拟电路相比,数字电路主要有如下优点:

(1)便于高度集成化。由于数字电路采用二进制,凡具有两个状态的电路都可以用二进制数码 0 和 1 表示,因此基本单元电路的结构简单,允许电路参数有较大的离散性,有利于将众多的基本单元电路集成在同一块硅片上进行批量生产。

(2)工作可靠性高、抗干扰能力强。数字信号是用 1 和 0 表示信号的有和无,数字电路辨别信号的有和无是很容易做到的,从而大大提高了电路的工作可靠性。同时,数字信号不易受到噪声干扰,因此它的抗干扰能力很强。

(3)数字信息便于长期保存。借助某种媒体如磁盘、光盘等可将数字信息长期保存下来。

(4)数字集成电路的产品系列多、通用性强、成本低。

(5)保密性好,数字信息容易进行加密处理,不易被窃取。

数字电子技术是一门实践性较强的课程,同学们要在理论学习的基础上多参加实践,通过实验和实训加深对理论知识的理解,更好地掌握数字电子技术的基本技能,达到学会查阅集成器件手册,能根据手册提供的外引线排列、逻辑符号、功能表正确地使用集成器件。能够分析一些常用的基本数字电路,设计一些简单的实际逻辑问题,使所学的知识能应用到今后的实际生产和生活中去。

# 第 1 章

## 逻辑代数基础

### 基本知识点

- \* 数制与码制
- \* 基本逻辑关系与逻辑运算
- \* 逻辑代数基本定律与基本规则
- \* 逻辑函数及表示方法
- \* 逻辑函数的变换与化简

### 1.1 概述

本章主要从以下三个方面介绍分析数字电路逻辑功能的数学方法：一、数制与码制，介绍数字电路中经常使用的计数进制以及相互之间的转换，数字电路中常用的编码体制；二、逻辑代数的基本逻辑运算关系、基本公式、常用公式、重要定理、定律和基本规则；三、逻辑函数及其表示方法，相互转换方法，学习如何应用这些公式和定理对逻辑函数进行代数化简，最后学习逻辑函数最重要的化简方法——卡诺图化简法。

### 1.2 数制与码制

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。

本节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。

#### 1.2.1 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

#### 4 / 数字电子技术 □

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

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

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

此表达式也称为按权展开式。

### 1.2.2 十六进制

十六进制数使用 0~9、A、B、C、D、E、F 16 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

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

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 到 F 16 个数中的任意一个数,  $16^i$  则为第  $i$  位的“权”。如

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

### 1.2.3 不同进制间的转换

#### 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     |

$$\begin{aligned} \text{【例 1.2.1】 } (101101011)_2 &= 1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + \\ &\quad 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 256 + 64 + 32 + 8 + 2 + 1 \\ &= (363)_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{【例 1.2.2】 } (1110.011)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 8 + 4 + 2 + 0.25 + 0.125 \\ &= (14.375)_{10} \end{aligned}$$

#### 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。