电子信息类“十三五”课改规划教材

数字电子技术项目式教程

主　编　黄天录　张玉峰
副主编　邓玉元　李周利

西安电子科技大学出版社
http://www.xduph.com

高职高专电子信息类“十三五”课改规划教材

数字电子技术项目式教程

主　编　黄天录　张玉峰
副主编　邓玉元　李周利
主　审　冯晓明　蒋卓勤

西安电子科技大学出版社

内容简介

本书按照项目引导、任务驱动的方式和教、学、做一体化的原则编写，将各相关知识点进行了有机融合。全书共分为八个项目，分别为三人表决逻辑电路的实现、故障信号定位器的实现、抢答器的实现、数字电子钟的实现、锯齿波发生器的实现、温度检测与显示电路的实现，基于NE555的简易报警器的实现和药品自动装瓶控制系统的实现，各项目下又有若干个任务来支撑该项目的实现。

本书实用性强，内容覆盖面广，可作为高等职业院校和应用型本科电子信息及计算机、电气类各专业的教材，也可作为相关专业学生的自学参考书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术项目式教程/黄天录，张玉峰主编．
—西安：西安电子科技大学出版社，2016.1
高职高专电子信息类“十三五”课改规划教材
ISBN 978-7-5606-3920-8

Ⅰ.① 数… Ⅱ.① 黄… ② 张… Ⅲ.① 电子技术—高等学校—教材
Ⅳ.① TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第305913号

策　　划　臧延新
责任编辑　买永莲
出版发行　西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)
电　　话　(029)88242885　88201467　　邮　　编　710071
网　　址　www.xduph.com　　电子邮箱　xdupfxb001@163.com
经　　销　新华书店
印刷单位　陕西天意印务有限责任公司
版　　次　2016年1月第1版　2016年1月第1次印刷
开　　本　787毫米×1092毫米　1/16　印张14
字　　数　327千字
印　　数　1～2000册
定　　价　24.00元
ISBN 978-7-5606-3920-8/TN

XDUP 4212001-1

＊＊＊如有印装问题可调换＊＊＊
本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

前　言

高等职业教育以培养生产、建设、管理、服务第一线的高素质技能型专门人才为根本任务，在建设人力资源强国和高等教育强国的进程中发挥着不可替代的作用。为了更好地贯彻《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010－2020)》的相关精神，依据教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》，兼顾教育部《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》，积极推进教学的转型发展，我们以技术应用为导向，以项目任务为主线，组织编写了本书。

本书共构建了八个项目，每个项目下又设置了若干个具体的任务，包括数制与编码、逻辑代数的基本定律与规则、逻辑代数的卡诺图化简、常用逻辑门、TTL 逻辑门、MOS 门电路、组合逻辑电路、编码器、译码器、加法器和数字比较器、数据选择器、RS 触发器、集成触发器、同步时序电路的分析、典型同步时序电路的设计、二进制计数器、集成计数器、寄存器、存储器与可编程逻辑器件、数/模转换器、模/数转换器、555 定时器、施密特触发器、多谐振荡器、单稳态触发器等知识，内容基本涵盖了数字电路的所有知识点。其中，每个具体任务既相对独立又相互联系，但都是对所需完成项目的知识铺垫。

本书通过构建具体的工作任务作为学生学习的切入点，通过理论与实践的有机结合，帮助学生主动学习，从而达到“教中做 、做中学、学中练”的目的，进而全面提升学生的学习兴趣和分析问题、解决问题的能力。同时，本书也遵循了教育部对高职高专教育提出的“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，以好学、易懂、实用为方向，在内容的选择上适当增加了一些来自于实际工程应用和现实生活的问题，并且加入了一些典型电路模块的 Multisim 仿真内容以及集成电路外部特性方面的知识，减少了枯燥、实用性不强的芯片内部电路原理介绍。另外，有关现场可编程器件 FPGA 及其硬件编程语言 VHDL 的相关内容本书仅简单介绍，需进一步了解者可参阅相关教材。本书内容较为丰富，在使用时可根据专业需要酌情选择。书中星号(＊)标注的是选学内容，知识拓展可以作为自学内容。

本书由黄天录、张玉峰任主编，邓玉元、李周利担任副主编，冯晓明、蒋卓勤主审。郝云芳、左丹、胡绍兵、伍远征、杨森斌、孔凡东、潘健、张滢、郭国法、丁心安、张玉林参与了本书的编写工作，黄国伦参与了本书部分资料的整理和绘图工作，黄天录、张玉峰负责全书的统稿工作。同时，西安电子科技大学出版社的有关老师也提出了很多宝贵的建设性意见，在此深表感谢。

本书于 2011 年动笔，几经修改才最终成稿，由于编者水平有限，疏漏与不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作　者

2015 年 9 月

目　录

绪论 …… 1

项目一　三人表决逻辑电路的实现 …… 4

项目描述 …… 4

项目分析 …… 4

任务 1　数制与编码 …… 4

1.1.1　数制 …… 4

1.1.2　数制间的转换 …… 6

1.1.3　编码 …… 7

任务 2　逻辑代数的基本定律与规则 …… 9

1.2.1　逻辑变量与逻辑函数 …… 9

1.2.2　基本逻辑运算 …… 10

1.2.3　逻辑代数的基本定律 …… 13

1.2.4　逻辑代数的三个基本规则 …… 14

1.2.5　逻辑函数的公式化简法 …… 15

任务 3　逻辑函数的卡诺图化简 …… 17

1.3.1　逻辑函数的最小项表达式 …… 17

1.3.2　逻辑函数的卡诺图表示法 …… 19

1.3.3　逻辑函数的卡诺图化简法 …… 21

1.3.4　包含任意项的逻辑函数的化简 …… 25

任务 4　常用逻辑门 …… 26

1.4.1　基本逻辑门 …… 26

1.4.2　复合逻辑门 …… 28

任务 5　TTL 逻辑门 …… 30

1.5.1　TTL 与非门电路组成 …… 31

*1.5.2　TTL 逻辑门的工作原理 …… 32

1.5.3　TTL 与非门的外部特性 …… 32

1.5.4　其他逻辑功能的 TTL 门电路 …… 35

任务 6　MOS 门电路 …… 37

1.6.1　NMOS 电路 …… 37

1.6.2　CMOS 电路 …… 38

知识拓展　门电路使用常识 …… 40

任务 7　组合逻辑电路 …… 45

1.7.1　组合逻辑电路分析 …… 46

1.7.2　三人表决逻辑电路设计 …… 48

软件仿真　逻辑门电路的计算机仿真实验 …… 49

项目实施 …… 49

小结 …… 50

习题 …… 51

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

项目二　故障信号定位器的实现 …… 56
项目描述 …… 56
项目分析 …… 56
任务 1　编码器 …… 56
2.1.1　二进制普通编码器 …… 57
2.1.2　二进制优先编码器 …… 58
任务 2　译码器 …… 59
2.2.1　二进制译码器 …… 59
2.2.2　二-十进制译码器 …… 62
2.2.3　显示译码器 …… 63
任务 3　加法器与数字比较器 …… 66
2.3.1　加法器 …… 66
2.3.2　数字比较器 …… 68
任务 4　数据选择器 …… 70
2.4.1　双 4 选 1 数据选择器 74LS153 …… 70
2.4.2　8 选 1 数据选择器 74LS151 …… 71
2.4.3　数据选择器的应用 …… 72
知识拓展　组合电路的竞争与冒险 …… 74
软件仿真　组合电路的计算机仿真实验 …… 77
项目实施 …… 78
小结 …… 79
习题 …… 80
项目三　抢答器的实现 …… 81
项目描述 …… 81
项目分析 …… 81
任务 1　RS 触发器 …… 82
3.1.1　基本 RS 触发器 …… 82
3.1.2　时钟 RS 触发器 …… 86
任务 2　集成触发器 …… 88
3.2.1　JK 触发器 …… 88
3.2.2　D 触发器 …… 89
3.2.3　T 触发器 …… 92
3.2.4　触发器的直接置位和直接复位 …… 92
任务 3　同步时序电路的分析 …… 94
3.3.1　时序逻辑电路的一般结构 …… 94
3.3.2　同步时序逻辑电路的分析方法 …… 94
3.3.3　同步时序逻辑电路分析举例 …… 95
* 任务 4　典型同步时序电路的设计 …… 97
3.4.1　设计步骤 …… 97
3.4.2　设计举例 …… 97
软件仿真　小规模时序电路的计算机仿真实验 …… 99
项目实施 …… 100
小结 …… 101

习题 …… 102
项目四　数字电子钟的实现 …… 106
项目描述 …… 106
项目分析 …… 106
任务 1　二进制计数器 …… 107
4.1.1　同步二进制计数器 …… 107
4.1.2　异步二进制计数器 …… 108
任务 2　集成计数器 …… 108
4.2.1　异步计数器 …… 108
4.2.2　同步计数器 …… 113
任务 3　寄存器 …… 118
4.3.1　数码寄存器 74LS273 …… 118
4.3.2　移位寄存器 74LS194 …… 119
4.3.3　移位寄存器的应用 …… 121
任务 4　存储器与可编程逻辑器件 …… 123
4.4.1　随机存储器 RAM …… 124
4.4.2　只读存储器 ROM …… 129
*4.4.3　可编程逻辑器件 PLD …… 132
软件仿真　计数电路的计算机仿真实验 …… 137
项目实施 …… 139
小结 …… 148
习题 …… 148
项目五　锯齿波发生器的实现 …… 152
项目描述 …… 152
项目分析 …… 152
任务　数/模转换器(DAC) …… 153
5.1.1　DAC 的主要技术参数 …… 154
*5.1.2　常用的 D/A 转换技术 …… 155
5.1.3　典型 DAC 器件及其应用 …… 158
软件仿真　D/A 转换器的计算机仿真实验 …… 160
项目实施 …… 161
小结 …… 162
习题 …… 162
项目六　温度检测与显示电路的实现 …… 163
项目描述 …… 163
项目分析 …… 163
任务　模/数转换器(ADC) …… 164
6.1.1　A/D 转换的一般过程 …… 164
6.1.2　ADC 的主要技术参数 …… 166
*6.1.3　常用的 A/D 转换技术 …… 167
6.1.4　典型集成 ADC 器件及其应用 …… 170
软件仿真　A/D 转换器的计算机仿真实验 …… 172

项目实施 …… 173
小结 …… 176
习题 …… 176
项目七　基于 NE555 简易报警器的实现 …… 177
项目描述 …… 177
项目分析 …… 177
任务 1　555 定时器 …… 178
7.1.1　芯片的电路结构 …… 178
7.1.2　芯片的功能 …… 179
任务 2　施密特触发器 …… 180
7.2.1　施密特触发器的特点 …… 181
7.2.2　由 555 定时器构成的施密特触发器 …… 181
7.2.3　施密特触发器的应用 …… 182
任务 3　多谐振荡器 …… 183
任务 4　单稳态触发器 …… 185
7.4.1　单稳态触发器的特点 …… 185
7.4.2　由 555 定时器构成的单稳态触发器 …… 185
7.4.3　单稳态触发器的应用 …… 186
软件仿真　555 定时电路的计算机仿真实验 …… 187
项目实施 …… 188
小结 …… 189
习题 …… 189
项目八　药片自动装瓶控制系统的实现 …… 191
项目描述 …… 191
项目分析 …… 191
附录 …… 194
附录 1　数字集成电路分类及使用 …… 194
附录 2　部分 74 系列芯片功能速查 …… 200
附录 3　集成电路芯片数据手册简介 …… 205
附录 4　常用集成电路引脚图 …… 212
参考文献 …… 215

绪　论

当今世界，“数字”这一术语已成为日常词汇，在计算机、工业自动化、交通、电信、娱乐和空间探测等几乎所有的领域中，数字技术都得到了广泛的应用。通过本课程的学习，可掌握数字电子技术的基本知识，并能将所学到的知识应用于数字系统的分析与设计中。

1. 模拟量与数字量

自然界中存在的物理量千变万化，但就其变化规律而言，可以分成连续量和离散量两大类，通常把连续量称为模拟量，离散量称为数字量。

模拟量是指在时间上和幅度上都连续变化的物理量，图 0-1(a)所示为某电路电压随时间变化的曲线，显然，该电压是随着时间连续变化的。再如一天中温度的变化也是连续的，所以，温度和电压等都属于模拟量。

数字量是指在时间上和幅度上都不连续变化的物理量，或者说是离散的物理量，如开关的状态、生产线上产品的件数、人口统计时人口的数量等，图 0-1(b)为某学校近几年的招生人数变化图，从图中可以看到，每年招生人数是跳跃式变化，而非连续变化的。

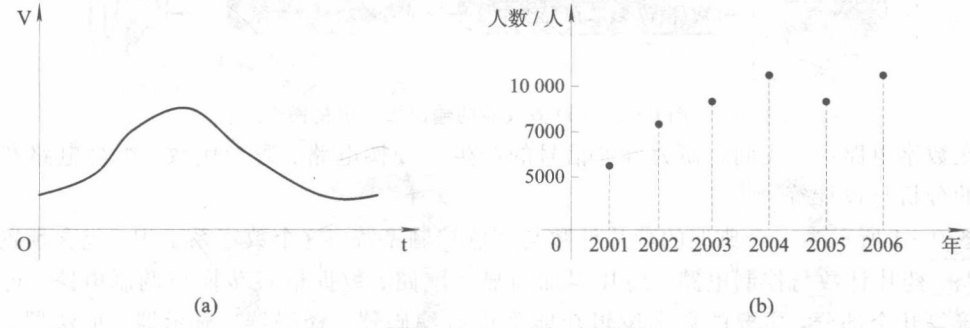

图 0-1　模拟量与数字量

(a) 电压随时间变化的曲线；(b) 学校招生人数变化图

模拟量的数字化是对模拟量分离取值的过程。如对于气温的统计，每间隔一定时间记录一次，只按度数的整数记录，度量的最小单位是“度”，而实际气温变化是连续的。所以，记录气温的过程实际上是对模拟量数字化的过程。

数字量有一个最小数量单位，每次数值变化的增量或减量都是该最小数量单位的整数倍，而小于这个最小数量单位的数值没有任何意义，如人口统计中的最小数量单位是一人。

2. 模拟电子系统

模拟电子系统的一个典型应用就是对音频信号的放大，如图 0－2 所示，图中把麦克风(或其他声源)产生的音频信号送入前置放大器进行放大，得到电压幅度足够大的音频电信号，该信号再经音频功率放大器进行功率放大，其目的是让放大后的信号具有足够的能量驱动负载，即使喇叭发出声音。

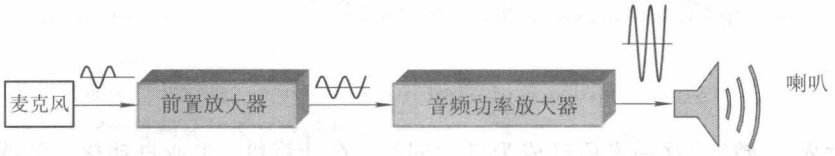

图 0－2　典型的模拟信号放大系统组成框图

3. 数字信号和数字电路

表示数字量的信号称为数字信号，以处理数字信号方式工作的电路称为数字电路。在数字系统中，每个数字信号均是用“0”和“1”两种符号来编码表示的，这两个符号表示电路状态非常方便简单。由于数字电路中的状态只对应 0 和 1 两个数字信号符号，因此在数字运算时采用二进制计数制，与人们习惯的十进制计数制有所不同。相对模拟电路而言，数字电路具有误差小、抗干扰能力强、精度高、信号容易保存等优点。

常见的电子产品如 CD 存储器就是用数字信号模式来保存音乐信号的，而播放器的输出级是模拟和数字的混合系统，如图 0－3 所示。播放器播放音乐时，先将数字信号转换为模拟信号，然后送入前置放大器，再经音频功率放大器驱动喇叭发出声音。

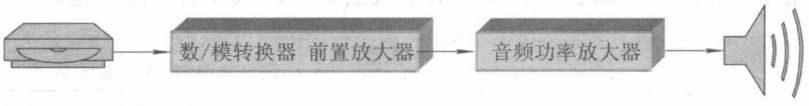

图 0－3　CD 播放器的输出级组成框图

在数字电路中，我们将研究脉冲信号的产生与变换电路、逻辑代数、组合电路和时序电路的分析与设计等。

图 0－4 所示为一个典型的药片计数与装瓶控制系统。这个数字系统中，包含预置与显示电路、药片计数与控制电路、药片累加与显示电路、数据格式转换与调制电路、远端监视系统等几个部分，主要的数字逻辑功能部件有编码器、译码器、显示器、加法器、比较器、数据选择器、数据分配器、寄存器和计数器。这些功能部件是数字系统中常用的部件，有关它们的电路组成、工作原理以及如何使用等问题，本书将以任务的方式与读者一起研究解决。

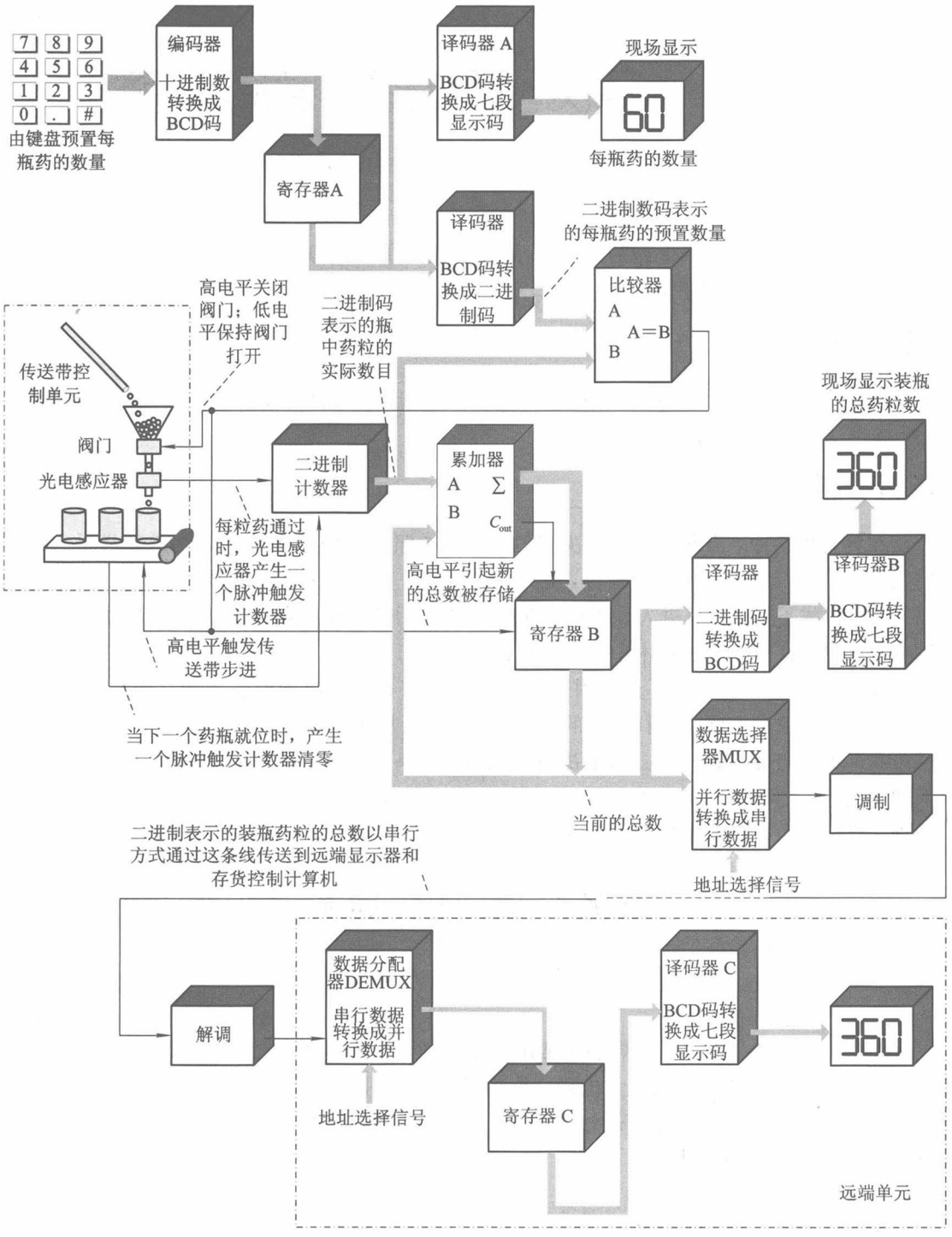

图 0-4　药片计数与装瓶控制系统组成框图

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

项目一　三人表决逻辑电路的实现

数制与编码、逻辑代数是数字电子技术的基础知识。逻辑门电路是实现数字逻辑运算的基本功能电路，是数字电路的基本单元。按一定的理论知识综合应用基本门电路单元可以实现一些典型的数字逻辑功能。

项目描述

按照少数服从多数的原则，用数字电子技术实现一个能完成三人表决功能的逻辑电路，表决结果用 LED 灯指示。

项目分析

在日常生活中，当通过某一项决定时，往往按照少数服从多数的原则进行举手表决，同意的人多于反对的人则决定通过，反之则不通过。其实，在这种情况下我们只需一个结果，即通过或不通过，表决人同意或不同意。如果用数字电子技术的方法解决此类问题，则非常容易。在数字电子技术中，举手同意用逻辑“1”表示，不同意用逻辑“0”表示；表决结果通过用逻辑“1”表示，不通过用逻辑“0”表示。将每名表决者的表决情况作为任务电路的输入信号，通过电路(逻辑电路)的运算处理，将最后决定输出。

我们的任务是实现一个三人表决逻辑电路，如果用数字电子技术来实现，需要了解以下知识内容：数字逻辑的基础知识(数制与编码、逻辑函数等)；逻辑门电路的结构、工作原理、逻辑功能、外部特性以及使用方法；组合逻辑电路的分析和设计方法等。

任务 1　数制与编码

1.1.1　数制

在日常生活中，除了人们熟悉而常用的十进制计数制以外，还有其他的计数制，如时间单位中的秒和分之间采用六十进制，月和年之间采用十二进制等。在数字电路系统中，广泛采用的是二进制、八进制和十六进制，例如在计算机和打印机之间传输的信号就是二进制编码，如图 1-1 所示。

图 1-1　计算机和打印机之间的信号传输示意图

在数字系统中，通常采用进位计数的方法组成多位数码来表示物理量，我们称之为数

字量。

我们把多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位的进位规则称为数制。下面列举常见的几种数制。

1. 十进制

十进制是日常生活和工作中最常用的进位计数制。在十进制数中，每一位可以取 0～9 这 10 个数码中的一个。我们把十进制数中每一位可能出现的数码的个数称为十进制数的基数。也就是说，十进制数的基数是 10。十进制数低位和相邻高位间的进位关系为“逢十进一”。

例如，任意一个十进制数，如$(25)_{10}$总可以写成下面的表示形式：

$$(25)_{10}=2\times10^{1}+5\times10^{0}$$

从上式可以看出，十进制数中的每一位数码都乘以了 10 的幂次方。我们把 10^{2}、10^{1}、10^{0}分别称为十进制数中百位、十位和个位对应的权值，其大小为基数的幂次方。

任意一个包含小数位的十进制数，例如 35.68 总可以表示为

$$35.68$$

$$3\times10^{1}+5\times10^{0}+6\times10^{-1}+8\times10^{-2}$$

2. 二进制

在数字电路中应用最广的计数制是二进制。在二进制数中，每一位仅有 0 和 1 两个可能出现的数码，所以二进制数的基数为 2。低位和相邻高位间的进位关系为“逢二进一”。二进制数各位的权为 2^{i}。

例如，二进制数$(10.11)_{2}$可以展开为

$$10.11$$

$$1\times2^{1}+0\times2^{0}+1\times2^{-1}+1\times2^{-2}$$

$$(10.11)_{2}=1\times2^{1}+0\times2^{0}+1\times2^{-1}+1\times2^{-2}=(2.75)_{10}$$

上式表明，二进制数$(10.11)_{2}$代表的十进制数的大小为 2.75。

二进制数的物理实现简单、易行、可靠，并且存储和传送方便，运算规则简单。但二进制数的位数太多，不便于记忆且不便于读出其大小。因此数字电路中也会采用其他的计数制，例如八进制和十六进制。

3. 八进制

八进制数的每一位有 0～7 共 8 个可能的数码，所以基数为 8。低位和相邻高位间的进位关系为“逢八进一”。

例如，八进制数$(371)_{8}$可以展开为

$$(371)_{8}=3\times8^{2}+7\times8^{1}+1\times8^{0}=(249)_{10}$$

所以，八进制数$(371)_{8}$代表的十进制数的大小为 249。

4. 十六进制

十六进制数的每一位有 16 个可能的数码，分别用数字 0～9 和字母 A～F 表示，实际上字母 A～F 就表示十进制数中的 10～15。十六进制数的基数为 16，进位规律是“逢十六

进一”。

例如，十六进制数$(D7)_{16}$可以展开为

$$(D7)_{16}=13\times16^1+7\times16^0=(215)_{10}$$

所以，十六进制数$(D7)_{16}$表示的十进制数的大小为215。

1.1.2 数制间的转换

数字电路中常使用的是二进制数，而我们熟悉的是十进制数。所以，在输入/输出接口上，经常需要进行数制之间的转换。

1. 二—十进制转换

把二进制数转换为等值的十进制数称为二—十进制转换。转换时只需将二进制数按多项展开式展开，求出系数与位权之积，然后把各项乘积相加，即可得到等值的十进制数。

【例 1-1】 把二进制数$(101111)_2$转换为十进制数。

$$(101111)_2=1\times2^5+0\times2^4+1\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0$$
$$=(47)_{10}$$

其他进制数转换为十进制数的方法与二—十进制转换的方法类似，在此不再赘述。

2. 十—二进制转换

十—二进制转换是指把十进制数转换为等值的二进制数。

【例 1-2】 把十进制数$(21)_{10}$转换为二进制数。

分析：转换方法可采用“除2取余法”，即将十进制数的整数部分除以2，得到商和余数，该余数即二进制数整数部分的最低位K_0；将除以2所得的商再次除以2，则所得余数为K_1；依次类推，直到商等于0为止，最后得到的余数是转换后二进制数的最高位。依此，即可求得二进制整数的每一位。

该整数的除法算式如下：

$$\begin{array}{r|l}2 & 21 \quad \cdots\cdots 1\cdots\cdots K_0 \text{ 最低位}\\ 2 & 10 \quad \cdots\cdots 0\cdots\cdots K_1\\ 2 & 5 \quad \cdots\cdots 1\cdots\cdots K_2\\ 2 & 2 \quad \cdots\cdots 0\cdots\cdots K_3\\ 2 & 1 \quad \cdots\cdots 1\cdots\cdots K_4 \text{ 最高位}\\ & 0\end{array}$$

所以，$(21)_{10}=(10101)_2$。

将十进制整数转换为八进制、十六进制数的方法与十—二进制转换的方法相同，即采用“除以基数取余数”的方法，而小数部分转换采用“乘以基数取整数”的方法，具体参考其他书籍。

【例 1-3】 将十进制数$(53)_{10}$转换为八进制数。

该整数的除法算式如下：

$$\begin{array}{r|l}8 & 53 \quad \cdots\cdots 5\cdots\cdots K_0\\ 8 & 6 \quad \cdots\cdots 6\cdots\cdots K_1\\ & 0\end{array}$$

因此，$(53)_{10}=(65)_8$。

3. 二—八、十六进制转换

二进制数转换为八进制数或十六进制数时，其整数部分从低位向高位每三位或四位分为一组，最高一组位数不够时，用 0 补足，然后把每三位一组或四位一组的二进制数用相应的八进制或十六进制数表示。

【例 1-4】 将二进制数$(11011100)_2$分别转换为八进制数和十六进制数。

将二进制数分别每三位、每四位分为一组，可得

$$(11011100)_2=(11,011,100)_2=(334)_8$$

$$(11011100)_2=(1101,1100)_2=(DC)_{16}$$

4. 八、十六—二进制转换

八进制和十六进制转换时只需将八进制、十六进制数的每一位用等值的三位、四位二进制数替代就行了。

【例 1-5】 八进制数将$(54)_8$和十六进制数$(A8)_{16}$分别转换为二进制数。

$$(54)_8=(101,100)_2=(101100)_2$$

$$(A8)_{16}=(1010,1000)_2=(10101000)_2$$

1.1.3　编码

用特定的数码来表示不同事物的过程称为编码。日常生活中关于编码的实例很多，如电视机的遥控器，电脑、手机、计算器的输入设备——键盘等，都是通过编码的原理将输入操作转换为电视、电脑、手机能够识别的二进制代码。图 1-2 是小型数字系统中常见的数字键盘，为了使控制系统能够识别数字键并执行相应的操作，键盘中每个键都对应相应的编码。假设采用四位二进制编码，那么“9”这个键对应的编码就可以是“1001”，同样可以对其余键赋予相应的编码。

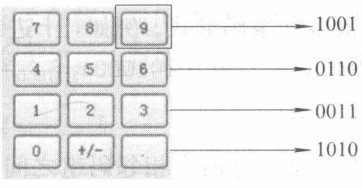

图 1-2　小型数字系统中的数字键编码

通常，经过编码后得到的特定数码已经没有表示数量大小的含义，只是表示不同事物的代号而已，这些数码常称为代码。例如在举行体育比赛时，为便于识别运动员，通常给每个运动员编一个号码。显然，这些号码仅仅表示不同的运动员，已失去了数量大小的含义。

为便于记忆和处理，在编制代码时总要遵循一定的规则，从而形成不同的编码形式。数字电路中常用的编码为二进制编码。常见的二进制编码有 BCD 码和格雷码。

1. 二—十进制码(BCD 码)

二—十进制码是指用四位二进制代码表示一位十进制数，简称 BCD 码。由于四位二进制数共有 16 种组合，从中取出 10 种组合来表示一位十进制数，可以有很多种方案，即有多种不同的编码。表 1-1 列出了几种常见的 BCD 码。

表 1-1 几种常见的 BCD 码

十进制数	8421 码	5421 码	2421 码	余 3 码
0	0000	0000	0000	0011
1	0001	0001	0001	0100
2	0010	0010	0010	0101
3	0011	0011	0011	0110
4	0100	0100	0100	0111
5	0101	1000	1011	1000
6	0110	1001	1100	1001
7	0111	1010	1101	1010
8	1000	1011	1110	1011
9	1001	1100	1111	1100

各种编码的特点如下：

(1) 8421 码是 BCD 代码中最常用的一种。由于代码中从左到右每一位的权值分别为 8、4、2、1，所以把这种码叫做 8421 码。每一位的 1 代表的十进制数称为这一位的权。所以，8421 码为一种有权码，即把每一位的 1 代表的十进制数相加，得到的结果就是它所表示的十进制数码，如$(1001)_{8421BCD}=1\times8+0\times4+0\times2+1\times1=(9)_{10}$。

(2) 5421 码、2421 码是另外两种有权码，只是权值和 8421 码不同。$(1001)_{5421BCD}=1\times5+1\times1=(6)_{10}$。

(3) 余 3 码的编码规则和 8421 码、5421 码、2421 码不同。如果把每一个余 3 码看做四位二进制数，则它所对应的十进制数值要比它表示的十进制数多 3，所以称这种码为余 3 码。余 3 码中，每一个余 3 码和它所表示的十进制数之间没有数值对应关系，所以，余 3 码属于无权码。

表示一个十进制数可以有很多种编码形式。例如，十进制数 75 可以表示为

$$(75)_{10}=(01110101)_{8421BCD}=(10101000)_{5421BCD}=(10101000)_{余3码}$$

*** 2. 格雷码**

格雷码是一种无权码，其特点是任意两个相邻码组之间只有一位码元不同。表 1-2 给出了四位格雷码的编码顺序。

表 1-2 四位格雷码

十进制数	二进制码				格雷码			
	B_3	B_2	B_1	B_0	G_3	G_2	G_1	G_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0
5	0	1	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	0	0	1	0	1

续表

十进制数	二进制码				格雷码			
	B_3	B_2	B_1	B_0	G_3	G_2	G_1	G_0
7	0	1	1	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	1	1	0	1
10	1	0	1	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1	1	0
12	1	1	0	0	1	0	1	0
13	1	1	0	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	1	1	1	0	0	0

格雷码在传输过程中引起的误码较少，是一种高可靠性编码。

任务 2　逻辑代数的基本定律与规则

逻辑代数是英国数学家乔治·布尔(George Boole)在 19 世纪中叶提出的，是用来描述客观事物之间逻辑关系的数学工具，故又称为布尔代数。后来香农(Shannon)将布尔代数用到开关矩阵电路中，因而又称为开关代数。现在，逻辑代数被广泛用于数字逻辑电路和计算机电路的分析与设计中，成为数字逻辑电路的理论基础，是数字电路分析和设计的数学工具。

例如本项目中少数服从多数的三人表决电路就是数字逻辑电路中典型的设计命题。通过本任务的学习，将解决如何通过命题，列出该命题所对应的真值表、逻辑表达式等，并通过逻辑化简得到简化的逻辑表达式，从而便于用具体门电路实现该逻辑电路。

1.2.1　逻辑变量与逻辑函数

1. 逻辑变量

和初等代数中变量用字母表示一样，逻辑代数中的变量也用字母 A、B、C 等表示，这种变量称为逻辑变量。逻辑变量虽然也用字母表示，但其表示的含义以及取值都发生了变化。逻辑变量中只有“1”和“0”两种可能的取值。这里“1”和“0”已不再表示数值的大小，而是代表完全对立的两种状态。例如，用“1”表示开关闭合，“0”则表示开关断开；用“1”表示高电位，“0”则表示低电位等。再如在三人表决逻辑中，可以设 A、B、C 为参加表决的三个人，变量取值为“1”表示赞成，变量取值为“0”表示否决。

2. 逻辑函数

逻辑变量按照一定的逻辑运算规则构成的运算关系称为逻辑函数，用 F=f(A,B,C…)表示。式中，A、B、C 称为输入逻辑变量(简称输入变量)，F 称为逻辑函数。实际上，逻辑函数 F 的取值也只有“0”和“1”两种取值，所以 F 也是一个逻辑变量。同样在三人表决逻辑

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com