

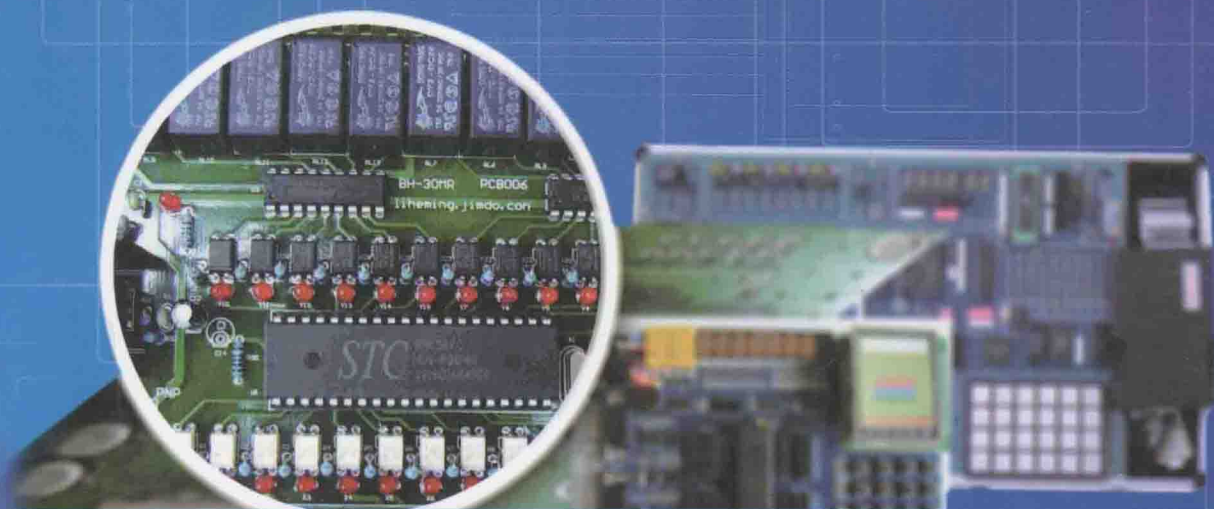


中职电类专业“理实一体化”系列教材
综合实践活动课程技能培训教材

单片机仿真

实用技术

龚运新 张红忠 主 编
盛尤海 全模淦 副主编



清华大学出版社



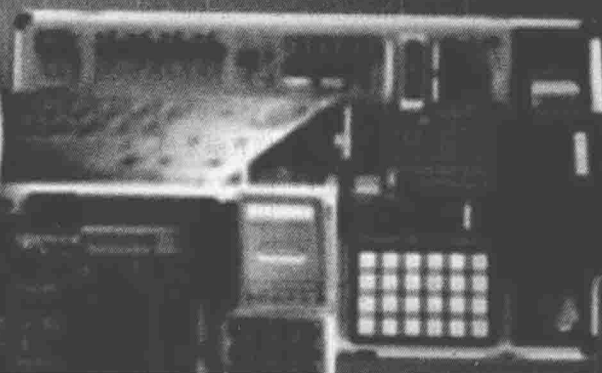
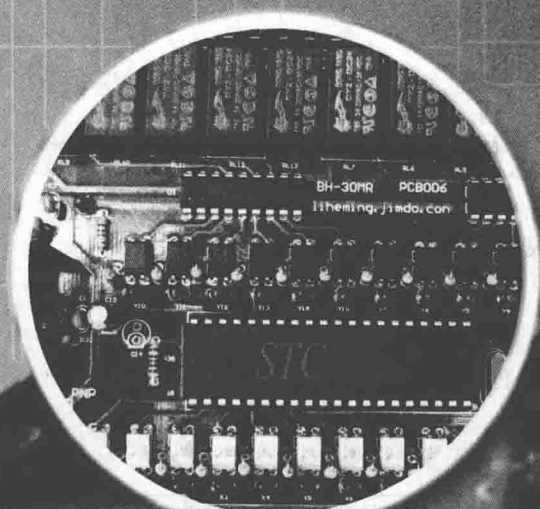
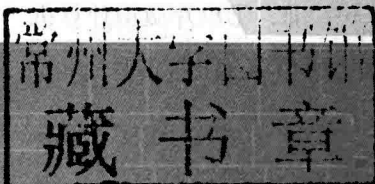


中职电类专业“理实一体化”系列教材
综合实践活动课程技能培训教材

单片机仿真

实用技术

龚运新 张红忠 主 编
盛尤海 全模淦 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书介绍了单片机产品的开发方法和必备工具以及开发单片机产品的全过程,主要介绍了 MCS-51 单片机结构、单片机最小系统、单片机硬件仿真、软件仿真、编程固化、指令系统、程序设计、定时器使用方法、中断使用方法、具体应用实例等。本书采用实例和软件仿真方式编写,以 LED 彩灯控制器为主线串联单片机全部知识,内容通俗易懂,能帮助初学者尽快入门,使有一定基础者熟练深化。

本书可作为职业院校应用电子技术、电子电器应用与维修等专业的教材,也可作为广大电子技术爱好者的学习用书和单片机等级考试培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机仿真实用技术/龚运新,张红忠主编. —北京:清华大学出版社,2011.10

(中电类专业“理实一体化”系列教材. 综合实践活动课程技能培训教材)

ISBN 978-7-302-25923-7

I. ①单… II. ①龚… ②张… III. ①单片微型计算机—系统仿真 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 115785 号

责任编辑:金燕铭

责任校对:袁 芳

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.75 字 数:331 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版 印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

产品编号:039841-01

前言

Foreword

目前, MCS-51 系列单片机在我国的各行各业都得到了广泛应用。各类院校的应用电子专业、智能控制专业、自动化专业、电气控制专业、机电一体化专业、智能仪表专业都开设了单片机课程。这门课的理论性、实践性和综合性都很强, 它需要学生具有模拟电子技术、数字电子技术、电气控制、电力电子技术等知识背景。同时, 本课程也是一门计算机软硬件有机结合的产物。本书是作者多年理论教学、实践教学及产品研发经验的结晶。在编写过程中, 始终将理论、实验、产品开发这三者有机结合, 从单片机最小系统开始, 逐步扩展功能, 从简单到复杂, 给读者提供一种系统的、完整的、清晰的学习思路。

本书最突出之处是从实用角度出发, 加强了设计性环节的指导, 内容包括软件仿真、硬件仿真、编程器的使用(程序烧写)、产品设计等。

本书采用实例和软件仿真方式编写, 以 LED 彩灯控制器为主线串联单片机全部知识, 内容通俗易懂, 能帮助初学者尽快入门, 使有一定基础者熟练深化。每个程序可仿真演示, 观察结果, 并给出一个完整的编程思路, 便于学习和理解。若条件许可, 可以安排在计算机房或多媒体教室进行教学, 边讲解边演示, 结合多媒体课件, 使教学内容直观形象, 通俗易懂, 特别是进行软件仿真、硬件仿真与产品模拟时效果会更好。

电子技术人员都知道, 单凭看书和教师讲课是不能培养出电子技术方面的人才的, 必须经过理论学习、芯片电路仿真、芯片电路实做、各种工具使用、单片机产品开发等过程。建议读者以自己的计算机作为实验仿真系统, 组建家庭和宿舍单片机实验室。自己边学边做, 从仿制电路到自己设计电路、自己购买元器件、自己设计 PCB 板、自己焊装调试, 坚持不懈, 将常用接口芯片研究完、实做完, 就能掌握全部单片机技术。本书从理论到仿真, 再从仿真到实做, 环环紧扣, 为读者学习电子技术提供了实用快捷的方法。

本书可作为职业院校应用电子技术、电子电器应用与维修等专业的教材, 还可作为广大电子技术爱好者的学习用书和单片机等级考试培训教材。

本书由无锡科技职业学院龚运新、麻城理工中等专业学校张红忠任主编, 由麻城市第三中学盛尤海、全模淦任副主编。由于编者水平有限, 疏漏之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 4 月

◆ 目录

contents

基础篇

第1章 单片机基础知识	3
1.1 单片机概述	3
1.2 单片机的应用	4
1.3 数制	4
1.4 二十进制编码	6
1.5 字符码	8
1.6 信息量单位——比特	9
讨论与思考	10
第2章 单片机仿真开发工具的使用	11
2.1 QTH 下载式仿真开发系统使用方法	11
2.1.1 QTH 仿真开发系统的设置	12
2.1.2 QTH 菜单命令	14
2.1.3 Debug 状态下窗口分配与菜单操作	18
2.1.4 应用调试举例	19
2.2 Proteus 仿真软件使用方法	22
2.2.1 菜单命令	23
2.2.2 常用工具条	26
2.2.3 器件放置	28
2.2.4 常用方法	31
2.2.5 应用举例	33
2.3 STC89C58 下载式单片机开发使用方法	36
讨论与思考	38
第3章 MCS-51 单片机的结构及仿真	39
3.1 MCS-51 单片机内部结构	39

3.1.1	MCS-51 单片机 CPU	40
3.1.2	时钟电路	40
3.1.3	I/O 端口及仿真	42
3.1.4	存储器结构及仿真	45
3.1.5	MCS-51 单片机内部低 128 字节数据存储器结构及仿真	48
3.1.6	MCS-51 单片机内部高 128 字节特殊功能寄存器结构及仿真	51
3.1.7	内部结构仿真观察	55
3.2	MCS-51 单片机的外部结构	57
3.2.1	MCS-51 单片机的引脚功能	57
3.2.2	复位和复位电路	58
	讨论与思考	59
第 4 章	MCS-51 单片机的指令系统及仿真	60
4.1	MCS-51 单片机的指令系统概述	60
4.2	寻址方式	62
4.3	数据传送类指令及仿真	65
4.3.1	内部数据传送指令	67
4.3.2	外部数据传送指令	74
4.3.3	堆栈操作指令	78
4.3.4	数据交换指令	78
4.4	算术运算类指令及仿真	79
4.4.1	加法指令	81
4.4.2	带进位加法指令	83
4.4.3	增量指令	83
4.4.4	十进制调整指令	83
4.4.5	带进位减法指令	85
4.4.6	减 1 指令	86
4.4.7	乘法和除法指令	87
4.4.8	算术运算类指令仿真	87
4.5	逻辑操作类指令	88
4.5.1	逻辑运算指令	89
4.5.2	移位指令	91
4.6	位操作类指令	92
4.6.1	位操作指令	93
4.6.2	位变量条件转移指令	94
4.7	控制转移类指令	94
4.7.1	无条件转移指令	94
4.7.2	条件转移指令	95

4.7.3 调用及返回指令	96
4.8 伪指令	98
讨论与思考	101
第5章 程序设计及仿真	102
5.1 简单程序设计及仿真	102
5.2 分支程序设计及仿真	105
5.3 循环程序设计及仿真	107
5.4 查表程序设计及仿真	116
5.5 散转程序设计及仿真	118
5.6 综合编程及仿真	121
第6章 单片机最小系统及LED彩灯控制器制作	123
6.1 单片机最小系统电路原理图设计	123
6.2 LED彩灯控制器仿真及制作	125
6.2.1 LED彩灯控制器电路设计	125
6.2.2 程序设计	127
6.2.3 Proteus 软件仿真	129
6.3 LED彩灯控制器电路板图设计	131
6.3.1 印制电路板设计	131
6.3.2 电路板(PCB)制作	133
6.3.3 电路调试	134
6.3.4 程序烧写及试用	134
讨论与思考	136

提 高 篇

第7章 定时器方法制作LED彩灯控制器	139
7.1 定时器/计数器的使用方法	139
7.1.1 特殊功能寄存器	139
7.1.2 定时器/计数器的初值计算	142
7.1.3 定时器/计数器的初始化	145
7.2 定时器法LED彩灯控制器制作与仿真	147
7.2.1 定时器法LED彩灯控制器制作与仿真	147
7.2.2 计数器(TIMER0)制作	149
讨论与思考	151

第 8 章 中断方法制作 LED 彩灯控制器	152
8.1 中断概述	152
8.2 中断请求源及中断标志	153
8.3 中断控制	155
8.4 MCS-51 中断系统的初始化	157
8.5 中断法 LED 彩灯控制器制作与仿真	161
8.5.1 外部中断(INT0/INT1)	161
8.5.2 两个中断(INT0、INT1)同时使用	162
8.5.3 广告灯左移(计时中断法)	165
8.5.4 计时中断与外部中断同时存在	166
讨论与思考	167
第 9 章 串行方法制作 LED 彩灯控制器	168
9.1 串行通信的基本知识	168
9.1.1 并行通信与串行通信	168
9.1.2 串行通信的传输方式	169
9.1.3 异步通信和同步通信	169
9.1.4 串行通信协议	170
9.2 串行口控制寄存器	171
9.3 串行接口工作方式	173
9.4 波特率	175
9.5 串行接口应用举例	176
9.5.1 PC 与单片机串行接口通信模块制作	176
9.5.2 LED 彩灯串口控制器制作	179
讨论与思考	182

项 目 篇

第 10 章 单片机电动机控制器制作	185
10.1 单台电机控制器制作	185
10.2 电机顺序控制器制作	190
讨论与思考	193
第 11 章 步进电机控制器制作	194
11.1 设备原理介绍	194
11.1.1 步进电机原理	194
11.1.2 步进电机驱动器原理	195

11.2 控制器电路设计	196
11.3 电路 Proteus 软件仿真	200
11.4 控制器制作	201
11.5 控制器调试	201
讨论与思考	202
第 12 章 家用时钟制作	203
12.1 器件原理介绍	203
12.1.1 DS1302 工作原理	203
12.1.2 数码管原理	206
12.1.3 七段显示译码器 74LS47	210
12.2 家用时钟设计	211
12.2.1 电路原理图设计	211
12.2.2 程序设计	212
12.3 家用时钟仿真	222
12.4 家用时钟制作	223
12.5 家用时钟调试	223
讨论与思考	223
参考文献	224

基础篇

单片机基础知识

单片微型计算机是 20 世纪 70 年代初期发展起来的,它的产生、发展和壮大以及对经济发展的巨大贡献引起了人们的高度重视。

1.1 单片机概述

单片微型计算机简称单片机,它是微型计算机发展中的一个重要分支。单片机以其独特的结构和性能,越来越广泛地应用于工业、农业、国防、网络、通信以及人们的日常工作和生活中。单片机在一块芯片上集成了中央处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)、定时器/计数器和各种输入/输出(I/O)接口(如并行 I/O 口、串行 I/O 口和 A/D 转换器)等。由于单片机通常是实时控制应用而设计制造的,因此又称为微控制器(MCU)。每一种单片机推向市场都要经历芯片设计、芯片生产、芯片应用三个过程。芯片的设计包括以下几个内容。

(1) 指令及与指令对应的电路(芯片)和代码。

(2) 固化程序的编程器。

(3) 硬件仿真器。

(4) 软件仿真开发系统。

单片机设计完成后,由其生产厂家生产出产品(芯片、编程器、仿真器、软件仿真开发系统)。在这些开发的芯片中,有些芯片是公开使用的(在市场上能买到的芯片就属于这种类型),这种芯片分为两类:一类不能加密,另一类可加密;有些芯片是不公开的,如军工产品和各大公司开发的专用产品。

单片机的种类很多,但无论哪种单片机,其生产厂家都要配套提供编程器(固化程序用)、硬件仿真器(调试程序用)、指令系统和芯片使用说明书,否则很难进行二次开发(除非能破解芯片)。因此对于单片机芯片应用人员来说,所要做的工作是:按厂家提供的方法使用芯片,按实际应用产品功能要求设计电路、编写程序、制成单片机控制的产品。对于产品维修和使用人员来说,需要了解芯片控制电路的工作原理,并且掌握维修的相关知识和基本方法。

1.2 单片机的应用

单片机在一块芯片上集成了一台微型计算机所需的 CPU、存储器、输入/输出接口和时钟电路等,因此它具有体积小、使用灵活、成本低、易于产品化、抗干扰能力强、可在各种恶劣环境下可靠地工作等特点。单片机的应用面广泛、控制能力较强,广泛应用于工业控制、智能仪表、外设控制、家用电器、机器人、军事装置等方面。

1. 测控系统中的应用

控制系统(特别是工业控制系统)的工作环境恶劣(各种干扰很强),并且往往要求其能够进行实时控制,因此对于控制系统的要求是工作稳定、可靠、抗干扰能力强。单片机最适合用于控制领域,例如锅炉恒温控制、电镀生产线自动控制等。

2. 智能仪表中的应用

采用单片机制作测量和控制仪表,可以使此类仪表向数字化、智能化、多功能化、柔性化发展,并使其监测、处理、控制等功能一体化;可以减轻仪表的重量,使其便于携带和使用;同时降低成本,提高性价比。典型的实例有数字式 RLC 测量仪、智能转速表、计时器等。

3. 智能产品

单片机与传统的机械产品结合,使传统机械产品结构简化、控制智能化,从而形成新型的机、电、仪一体化产品。典型的实例有数控车床、智能电动玩具、各种家用电器和通信设备等。

4. 在智能计算机外设中的应用

在计算机应用系统中,除通用外部设备(键盘、显示器、打印机)外,还有许多用于外部通信、数据采集、多路分配管理、驱动控制等方面的接口。如果这些外部设备和接口全部由主机管理,会造成主机负担过重、运行速度降低,并且主机无法提高对各种接口的管理能力。如果采用单片机专门对接口进行控制和管理,则主机和单片机就能并行工作,这不仅能大大提高系统的运算速度,而且单片机还可对接口信息进行预处理,以减小主机和接口间的通信密度,提高接口控制管理的能力。典型的示例有绘图仪控制器、磁带机、打印机的控制器等。

1.3 数制

数制即计数体制,是按照一定规则表示数值大小的计数方法。日常生活中最常用的计数体制是十进制,数字电路中常用的计数体制则是二进制(有时也采用八进制和十六进制)。对于任何一个数,都可以用不同的进制来表示。

1. 常用数制转换方法

数制转换的常用方法是用计算机中的“计算器”在“科学型”状态下进行各种转换。方法是：单击“开始”|“程序”|“附件”|“计算器”命令，弹出“计算器”窗口，在“查看”菜单中选择“科学型”，如图 1-1 所示。



图 1-1 科学型计算器

转换时，在当前转换制式下输入数值，再选中需要转换的制式，转换后的数值显示在文本框中。例如，将十进制数 35 转换成十六进制数时，先在十进制状态下（选中“十进制”单选按钮）输入 35，如图 1-1 所示；再选中“十六进制”单选按钮，进入十六进制状态，十六进制数 23 显示在文本框中。

2. 二进制数的表示方法

在十进制数中，可以通过在数字前面加上“+”、“-”符号来表示正、负数。由于数字电路不能直接识别“+”、“-”符号，因此在数字电路中把一个数的最高位作为符号位，并用 0 表示“+”符号，用 1 表示“-”符号。像这样符号也数码化的二进制数称为机器数，原来带有“+”、“-”符号的数称为真值。例如：

十进制数	+67	-67
二进制数(真值)	+1000011	-1000011
计算机内(机器数)	01000011	11000011

通常，二进制正负数(机器数)有原码、反码和补码 3 种表示方法。

(1) 原码

用首位表示数的符号，0 表示正，1 表示负，其他位则为数的真值的绝对值，这样的表示方法称为原码。

【例 1-1】 求 $(+105)_{10}$ 和 $(-105)_{10}$ 的原码。

解： $[(+105)_{10}]_{\text{原}} = [(+1101001)_2]_{\text{原}} = (01101001)_2$

$[(-105)_{10}]_{\text{原}} = [(-1101001)_2]_{\text{原}} = (11101001)_2$

0 的原码有两种，即

$$[+0]_{\text{原}} = (00000000)_2$$

$$[-0]_{\text{原}} = (10000000)_2$$

原码简单易懂,与真值转换起来很方便。但当两个异号的数相加或两个同号的数相减时就要做减法运算,此时就必须判别这两个数哪一个绝对值大,用绝对值大的数减去绝对值小的数,运算结果的符号则是绝对值大的那个数的符号。这样操作比较麻烦,运算的逻辑电路也较难实现。因此,为了将加法和减法运算统一成只做加法运算,就引入了反码和补码。

(2) 反码

反码用得较少,它只是求补码的一种过渡。正数的反码与其原码相同。负数反码的计算方法为:先求出该负数的原码,然后原码的符号位不变,其余各位按位取反,即0变1,1变0。

【例 1-2】 求 $(+65)_{10}$ 和 $(-65)_{10}$ 的反码。

解: $[(+65)_{10}]_{\text{原}} = (01000001)_2$ $[(-65)_{10}]_{\text{原}} = (11000001)_2$

则 $[(+65)_{10}]_{\text{反}} = (01000001)_2$ $[(-65)_{10}]_{\text{反}} = (10111110)_2$

很容易验证一个数的反码的反码就是这个数本身。

(3) 补码

正数的补码与其原码相同,负数的补码是它的反码加1。

【例 1-3】 求 $(+63)_{10}$ 和 $(-63)_{10}$ 的补码。

解: $[(+63)_{10}]_{\text{原}} = (00111111)_2$ $[(+63)_{10}]_{\text{反}} = (00111111)_2$

则 $[(+63)_{10}]_{\text{补}} = (00111111)_2$

$[(-63)_{10}]_{\text{原}} = (10111111)_2$ $[(-63)_{10}]_{\text{反}} = (11000000)_2$

则 $[(-63)_{10}]_{\text{补}} = (11000001)_2$

同样,可以验证一个数的补码的补码就是其原码。

引入了补码以后,两个数的加、减法运算就可以统一用加法运算来实现,此时两个数的符号位也当成数值直接参加运算,并且有这样一个结论:两个数和的补码等于两个数补码的和。在数字系统中,一般用补码来表示带符号的数。

【例 1-4】 用机器数的表示方式,求 $13-17$ 的值。

解: 第一步,求补码。

$[(+13)_{10}]_{\text{原}} = (00001101)_2$ $[(+13)_{10}]_{\text{补}} = (00001101)_2$

$[(-17)_{10}]_{\text{原}} = (10010001)_2$ $[(-17)_{10}]_{\text{补}} = (11101111)_2$

第二步,求补码之和。

$[(+13)_{10}]_{\text{补}} + [(-17)_{10}]_{\text{补}} = (11111100)_2$

第三步,求和的补码。

$[(11111100)_2]_{\text{补}} = (10000100)_2$

即, $13-17=-4$ 。

1.4 二进制编码

由于数字系统是以二值数字逻辑为基础的,因此数字系统中的信息(包括数值、文字、控制命令等)都是用一定位数的二进制码表示的,这个二进制码称为代码。

在数字设备中,任何数据和信息都要用二进制代码表示。二进制中只有两个符号:0和1。如果有 n 位二进制数,它有 2^n 种不同的组合,即可以代表 2^n 种不同的信息。指定用某个二进制代码组合代表某一信息的过程叫编码。由于这种指定是任意的,所以存在多种多样的编码方案。本节将介绍几种常用的编码。

二进制编码方式有多种。二进制码又称为BCD码(Binary Coded Decimal),是一种常用的编码。

BCD码用二进制代码来表示十进制的0~9十个数。要用二进制代码来表示十进制的0~9十个数,至少要用4位二进制数。4位二进制数有16种组合,可从这16种组合中选择10种组合分别来表示十进制的0~9十个数。选择哪10种组合,有多种方案,这就形成了不同的BCD码。具有一定规律的常用的BCD码如表1-1所示。

表 1-1 常用 BCD 码

十 进 制 数	8421 码	2421 码	5421 码	余 3 码
0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 1 1
1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 1 0 0
2	0 0 1 0	0 0 1 0	0 0 1 0	0 1 0 1
3	0 0 1 1	0 0 1 1	0 0 1 1	0 1 1 0
4	0 1 0 0	0 1 0 0	0 1 0 0	0 1 1 1
5	0 1 0 1	1 0 1 1	1 0 0 0	1 0 0 0
6	0 1 1 0	1 1 0 0	1 0 0 1	1 0 0 1
7	0 1 1 1	1 1 0 1	1 0 1 0	1 0 1 0
8	1 0 0 0	1 1 1 0	1 0 1 1	1 0 1 1
9	1 0 0 1	1 1 1 1	1 1 0 0	1 1 0 0
位 权	8 4 2 1 $b_3 b_2 b_1 b_0$	2 4 2 1 $b_3 b_2 b_1 b_0$	5 4 2 1 $b_3 b_2 b_1 b_0$	无权

如表1-1所示的各种BCD码中,8421码、2421码和5421码都属于有权码,而余3码属于无权码。

1. 8421 码

8421码是最常用的一种BCD码。它和自然二进制码的组成相似,4位的权值从高到低依次是8、4、2、1。但不同的是,它只选取了4位自然二进制码的16种组合中的前10种组合,即0000~1001,分别用来表示0~9十个十进制数,称为有效码;剩下的6种组合1010~1111没有采用,称为无效码。8421码与十进制数之间的转换只要直接按位转换即可,例如:

$$(509.37)_{10} = (0101 \ 0000 \ 1001. \ 0011 \ 0111)_{8421}$$

$$(0111 \ 0100 \ 1000.0001 \ 0110)_{8421} = (748.16)_{10}$$

【例 1-5】 将十进制数83用8421码表示。

解: 由表1-2所示可得

$$(83)_D = (1000 \ 0011)_{8421}$$

2. 奇偶校验码

数码在传输、处理过程中,难免会发生一些错误,即有些 1 错误地变成 0,有些 0 错误地变成 1。奇偶校验码是一种能够检验出这种错误的可靠性编码。

如表 1-2 所示,奇偶校验码由信息位和校验位两部分组成,信息位是要传输的原始信息,校验位是根据规定算法求得并添加在信息位后的冗余位。奇偶校验码分奇校验和偶校验两种。以奇校验为例,校验位产生的规则是:若信息位中有奇数个 1,校验位为 0;若信息位中有偶数个 1,校验位为 1。偶校验则正好相反。也就是说,可以通过调节校验位的 0 或 1 使传输出去的代码中 1 的个数始终为奇数或偶数。

表 1-2 8421 码的奇校验码和偶校验码

十进制数	奇 校 验 码		偶 校 验 码	
	信 息 位	校 验 位	信 息 位	校 验 位
0	0000	1	0000	0
1	0001	0	0001	1
2	0010	0	0010	1
3	0011	1	0011	0
4	0100	0	0100	1
5	0101	1	0101	0
6	0110	1	0110	0
7	0111	0	0111	1
8	1000	0	1000	1
9	1001	1	1001	0

当接收机收到加有校验位的代码后,将校验信息位和校验位中 1 的个数。若奇偶性符合约定的规则,则认为信息没有发生差错,否则可以确定信息已经出错。

奇偶校验码只能发现错误,但不能确定是哪一位出错,而且只能发现代码的一位出错,不能发现二位或更多位出错。由于其实现起来容易,信息传送效率也高,而且两位或两位以上出错的几率相当小,所以奇偶校验码用来检测代码在传送过程中是否出错是相当有效的,被广泛应用于数字系统中。

奇偶校验码只能发现一位出错,但不能定位错误,因而也就不能纠错。汉明校验码是一种既能发现错误,又能定位错误的可靠性编码。汉明校验码的基础是奇偶校验,可以看成是多重的奇偶校验码。

1.5 字符码

字符码是对字母、符号等编码的代码,目前使用比较广泛的字符码是 ASCII 码,它是美国信息交换标准码(American Standard Code for Information Interchange)的简称。ASCII 码包含 7 位二进制数编码,可以表示 2^7 (128) 个字符,其中 95 个字符为可打印字符,其他 33 个字符为不可打印和显示的控制字符,如表 1-3 所示。