



普通高等教育“十三五”规划教材

单片机 原理与应用

(第2版)

主 编 翟红艺
副主编 尹 晶 郑海峰 孙建中 司夏岩
主 审 李逢春



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十三五”规划教材

单片机原理与应用

(第2版)

主 编 翟红艺
副主编 尹 晶 郑海峰 孙建中 司夏岩
主 审 李逢春



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

MCS-51 单片机应用广泛,是单片机系统开发的重要系列,也是学习单片机技术较好的系统平台。本书详尽地介绍了 MCS-51 单片机的硬件结构、指令系统、汇编语言程序设计、C51 语言程序设计、内部功能和接口、系统外部功能的扩展、系统的设计开发和仿真等。书中介绍的应用实例均为作者在实验及实习教学过程中应用的实例,在编入本书时又采用 Proteus 软件进行了系统仿真。通过大量的例题、实验和单片机应用实例,引导读者逐步掌握单片机应用系统开发的基本知识、方法和技能。书中各章后配有习题,以巩固学生所学的知识。

本书可作为高等院校电子信息类专业及理工科专业的教学用书,也可作为高职高专同类专业的教学用书及各类工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用 / 翟红艺主编. -- 2 版. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2019. 8
ISBN 978-7-5635-5785-1

I. ①单… II. ①翟… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 157991 号

书 名: 单片机原理与应用(第 2 版)

主 编: 翟红艺

责任编辑: 徐振华 王小莹

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 14

字 数: 368 千字

版 次: 2017 年 5 月第 1 版 2019 年 8 月第 2 版 2019 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-5785-1

定价: 34.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

MCS-51 单片机是 1980 年由 Intel 公司推出的,经过了长期的应用实践,被公认为最经典的系列之一。同时,随着单片机和嵌入式技术的不断发展和创新,80C51 单片机已经发展为具有广泛产品型号的单片家族。近几年,市场上功能各异的单片机系列迅速增多,许多单片机内核仍采用 8051。单片机教学多年来一直选用 MCS-51 单片机这一经典机型,经过不断的实践和完善,已经形成了以应用为导向的教学体系。

本书以应用为特色,注重理论与实践的紧密结合,讲述了学习单片机必须掌握的基本理论知识,层次分明,语言简练。本书结合单片机理论与实践教学,编写了单片机实验与单片机系统仿真经典实例,系统仿真与实验均为作者经过实际运行并在教学过程中逐步完善的典型实例。本书主要内容包括 MCS-51 单片机的基础知识、硬件结构、指令系统、汇编语言程序设计、C51 语言程序设计、中断系统、定时器/计数器、串行口、系统扩展、系统仿真等内容。

本次再版时,本书调整了 C51 语言程序设计内容在书中的编写顺序,增加了 C51 语言程序设计的內容,同时,为适应理实一体化教学改革,增加了实验内容和系统设计实例。

MCS-51 单片机作为典型的教学机型,已经过多年的教学实践,其经典的结构有助于学生掌握单片机的基本理论知识。为了更好地结合应用型教学,启发学生的创新思维,在本书编写过程中注重体现项目教学的设计思想,使理论和实践密切结合;采用计算机软件仿真 MCS-51 单片机软硬件,使学生不仅掌握基本原理,而且掌握单片机仿真技术;编程设计分别采用汇编语言和 C51 语言,满足了双语言教学需要,使学生不仅能够运用单片机汇编语言进行实时性强的应用系统编程,而且能够运用 C51 语言进行单片机程序设计及双语言混合程序设计。

本书共分为 9 章:第 1 章介绍单片机的基础知识;第 2 章介绍单片机内部结构和汇编指令;第 3 章介绍 C51 语言编程基础;第 4 章介绍 MCS-51 单片机程序设计方法;第 5 章介绍 80C51 单片机的中断系统;第 6 章介绍定时器/计数器及其应用;第 7 章介绍单片机串行口及其应用;第 8 章介绍 51 系列单片机实验;第 9 章介绍 MCS-51 单片机程序设计实例。为了方便读者阅读,书后附有 MCS-51 单片机指令汇总表。

本书由李逢春教授担任主审,李逢春教授为本书的编写提出了许多宝贵的修改建议,在此表示衷心的感谢。

本书由翟红艺担任主编,尹晶、郑海峰、孙建中、司夏岩担任副主编。翟红艺负责第 1、5、6 章以及全书统稿工作,尹晶负责第 3、7 章,郑海峰负责第 2 章,孙建中负责第 4 章,尹晶和司夏

岩共同负责第8章,翟红艺和郑海峰共同负责第9章。书中难免出现错误及疏漏之处,在此恳请专家和读者批评指正。

本书的出版是长春理工大学光电信息学院教学改革成果体现,在此感谢选用本书作为教材的全体师生对本书的大力支持,感谢长春理工大学光电信息学院领导在本书编写过程中提出的指导性意见。

在编写本书的过程中,作者参考了许多优秀教材,感谢相关参考文献的作者。同时,感谢以上没有提到的所有支持本书编写工作的和为本书编写和出版工作付出辛勤劳动的支持者和奉献者。

目 录

第 1 章 单片机的基础知识	1
1.1 单片机技术的发展及应用	1
1.1.1 单片机的发展历史	1
1.1.2 单片机的应用领域	2
1.2 单片机的数制和表示	2
1.2.1 二进制数和十六进制数	3
1.2.2 BCD 码	4
1.2.3 单片机的数据类型	4
1.3 单片机中的字符	4
1.4 单片机系统开发与仿真	8
本章小结	9
习题	9
第 2 章 单片机内部结构和汇编指令	11
2.1 单片机内部结构组成	12
2.1.1 80C51 单片机的片内结构	12
2.1.2 80C51 单片机的 CPU	13
2.2 80C51 单片机的引脚功能和最小系统	15
2.2.1 80C51 单片机的封装和引脚	15
2.2.2 80C51 单片机的复位	16
2.2.3 80C51 单片机的时钟与时序	17
2.2.4 80C51 单片机最小系统	20
2.3 80C51 单片机的存储器组织	20
2.3.1 80C51 单片机的程序存储器配置	21
2.3.2 80C51 单片机的数据存储器配置	23
2.3.3 80C51 单片机的特殊功能寄存器	25
2.4 单片机指令系统和寻址方式简介	27
2.4.1 指令系统简介	27
2.4.2 指令格式	28
2.4.3 寻址方式	28
2.4.4 汇编指令描述符号	31
2.5 数据传送类指令	31
2.6 算术运算类和逻辑运算类指令	35

2.6.1 算术运算类指令	35
2.6.2 逻辑操作类指令	38
2.7 控制转移类和位操作类指令	41
2.7.1 控制转移类指令	41
2.7.2 位操作类指令	43
2.8 单片机的并行口结构与驱动	44
2.8.1 P0 口的结构	45
2.8.2 P1 口的结构	46
2.8.3 P2 口的结构	46
2.8.4 P3 口的结构	48
2.8.5 并口驱动简单外设	49
本章小结	53
习题	54
第3章 C51 语言编程基础	57
3.1 单片机的 C51 语言基础知识	57
3.1.1 C51 语言简介	57
3.1.2 C51 语言的基本数据类型	58
3.1.3 存储器类型	59
3.1.4 存储器模式	60
3.1.5 C51 语言常量	61
3.2 C51 语言的基本运算	62
3.3 C51 语言的程序设计基础	65
3.3.1 C51 语言中的常用语句	65
3.3.2 数组	68
3.3.3 指针	69
3.4 C51 语言的函数	71
本章小结	76
习题	77
第4章 MCS-51 单片机程序设计方法	78
4.1 程序编制的步骤、方法和技巧	78
4.1.1 程序编制的步骤	78
4.1.2 编写程序的方法和技巧	80
4.2 程序的编辑、编译和汇编	81
4.2.1 汇编语言源程序的编辑和汇编	81
4.2.2 C51 语言源程序的编辑和编译	84
4.3 程序设计实例	92
4.3.1 汇编语言程序设计	92
4.3.2 C51 语言程序设计	93
本章小结	94

习题	94
第 5 章 80C51 单片机的中断系统	95
5.1 中断系统的基本概念	95
5.1.1 中断的定义	95
5.1.2 中断的优点	96
5.1.3 中断嵌套	96
5.2 80C51 单片机的中断系统内部结构	96
5.2.1 80C51 单片机中断系统内部结构	96
5.2.2 80C51 单片机中断系统的寄存器	97
5.3 中断响应与中断返回	100
5.3.1 中断响应	100
5.3.2 中断返回	100
5.4 中断初始化及中断服务程序结构	101
本章小结	103
习题	104
第 6 章 定时器/计数器及其应用	105
6.1 定时器/计数器的结构及工作原理	105
6.2 定时器/计数器的控制寄存器	106
6.2.1 工作模式寄存器	106
6.2.2 定时器/计数器控制寄存器	107
6.3 定时器/计数器的工作方式	107
6.4 定时器/计数器的编程和应用	110
6.4.1 方式 1 应用	110
6.4.2 方式 2 应用	113
6.4.3 方式 3 应用	114
6.4.4 定时器/计数器扩展外部中断源应用实例	116
6.4.5 门控位测量脉宽应用实例	119
本章小结	120
习题	120
第 7 章 单片机串行口及其应用	122
7.1 串行通信的基本概念	122
7.1.1 异步通信和同步通信	123
7.1.2 串行通信的方式	124
7.1.3 传输速率与传输距离	125
7.1.4 串行通信的差错校验	125
7.2 MCS-51 单片机串行口	125
7.2.1 串行口结构	125
7.2.2 串行口控制寄存器和波特率倍增设置	126

7.2.3 串行口的工作方式	128
7.2.4 波特率设置	131
7.3 串行口应用	132
7.3.1 串行口方式0的应用	132
7.3.2 串行口方式1的应用——双机通信	134
7.3.3 串行口方式2和方式3的应用——多机通信	138
本章小结	138
习题	139
第8章 51系列单片机实验	140
8.1 实验一 Keil μ Vision 软件的使用实验	140
8.2 实验二 循环结构程序设计实验	146
8.3 实验三 Proteus 与 Keil 软件仿真联调实验	149
8.4 实验四 并行口的输入输出实验	152
8.5 实验五 开关控制实验	154
8.6 实验六 单个数码管显示实验	156
8.7 实验七 多位一体数码管动态显示实验	158
8.8 实验八 8×8 点阵显示实验	160
8.9 实验九 继电器实验	161
8.10 实验十 矩阵键盘及蜂鸣器实验	163
8.11 实验十一 外部中断实验	166
8.12 实验十二 计数器实验	168
8.13 实验十三 定时器实验	169
8.14 实验十四 双机通信仿真实验	171
8.15 实验十五 步进电机控制实验	175
8.16 实验十六 液晶 1602 仿真实验	178
第9章 MCS-51 单片机程序设计实例	183
9.1 汇编语言程序设计方法与实例	183
9.1.1 基本结构汇编语言程序设计	183
9.1.2 子程序及其调用	189
9.1.3 常用汇编程序实例	192
9.2 单片机系统设计实例	196
9.2.1 实时时钟系统设计	196
9.2.2 简易交通灯系统设计	205
本章小结	210
习题	210
参考文献	212
附录	213

第 1 章 单片机的基础知识

学习目标

- (1) 掌握单片机的概念、发展过程和应用领域。
- (2) 掌握单片机的数制和字符表示。
- (3) 掌握单片机系统开发与仿真的步骤与过程。
- (4) 了解单片机应用系统开发常用的工具软件。

学习重点和难点

- (1) 单片机系统开发及仿真过程。
- (2) 单片机的常用数制和字符表示。

随着计算机技术的发展,单片机技术已成为计算机技术的重要分支。本章主要介绍单片机的基本概念、发展概况、系统开发与应用。通过本章的学习,能够掌握单片机的基本知识、开发过程和开发方法,并了解单片机的应用领域,对单片机有一个系统、全面的了解和认识。

1.1 单片机技术的发展及应用

计算机的发展经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机和超大规模集成电路计算机 5 个时代。随着微电子技术的不断发展,芯片的集成度逐渐提高,能够实现把组成微型计算机的微处理器、存储器、输入输出接口电路集成在一块芯片上,构成单片微型计算机,即单片机。

1.1.1 单片机的发展历史

单片机的发展主要经历了初级单片机阶段、结构成熟阶段和性能提高阶段。

1. 初级单片机阶段

1971 年 Intel 公司最早推出的是 4 位单片机 4004。1976 年,Intel 公司推出 MCS-48 单片机,具有 8 位 CPU(中央处理器)、RAM(随机存取存储器)、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器,无串行口,寻址范围不超过 4 KB。此阶段单片机以 8048、8039 为代表。

2. 结构成熟阶段

1978—1983 年是单片机普及阶段。此阶段的单片机仍为 8 位 CPU,片内 RAM 和 ROM

(只读存储器)的容量加大,片外寻址范围可达 64 KB,增加了串行口、多机中断处理系统,以及 16 位的定时器/计数器。此阶段的单片机以 Intel 公司的 MCS-51 系列、MOTOROLA 公司的 6801 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列单片机为代表。在此期间,单片机以其优良的性能价格比得到了广泛的应用。

3. 性能提高阶段

1983 年以后是 16 位单片机阶段。此阶段的单片机的 CPU 为 16 位,片内 RAM 和 ROM 的容量进一步增大,增加了 D/A、A/D 转换器,主频增加,运算速度加快。此阶段的单片机以 Intel 公司的 MCS-96 单片机为代表。在该阶段,32 位的单片机也已进入实用阶段。

1.1.2 单片机的应用领域

单片机具有体积小、重量轻、成本低等优点,其应用领域不断扩大,在工业控制、智能仪器仪表、航空航天、智能家电、智能办公设备、汽车电子、智能传感器等中得到广泛的应用。

(1) 智能家电领域。家用电器采用单片机智能化控制代替传统的电子线路控制,有利于提高控制功能,减小家电体积和重量,如洗衣机、空调、电视机、录像机、微波炉、电冰箱、电饭煲以及各种视听设备等。

(2) 智能办公设备领域。现代办公室使用的办公设备多数嵌入单片机,以实现智能化控制,如打印机、复印机、传真机、绘图机等。

(3) 工业控制领域。工业生产中往往需要根据控制对象的物理特征采用不同的智能算法进行过程控制。单片机可以采集温度、湿度、电流、电压、液位、流量、压力等物理参数,因此,单片机正好适合工业生产的智能控制,可提高生产效率和产品质量。典型的工业控制如各种测控系统、过程控制、电机转速控制、温度控制、自动生产线等,在化工、建筑、冶金等各种工业领域都要用到单片机控制。

(4) 智能仪器仪表领域。采用单片机的智能化仪表能够提高仪器仪表的使用功能和精度,简化仪器仪表的硬件结构,使仪器仪表智能化、微型化、数字化。采用单片机的智能仪表可以进行数据处理和存储、故障诊断,典型的应用有各种智能电气测量仪表(电压表、示波器等)、智能传感器、各种分析仪等。

(5) 分布式系统的前端采集模块领域。在采用分布式测控系统的工业系统中,经常要采用分布式测控系统来完成大量的分布参数的采集。在这种系统中,采用单片机作为分布式的前端采集模块,系统具有运行可靠,数据采集方便灵活,成本低廉等优点。分布式系统通常分为多个子系统,这是单片机的多机应用形态。

单片机还可以应用在汽车电子、智能通信产品、航空航天系统、国防军事等领域。

1.2 单片机的数制和表示

单片机中采用的数制常用的有二进制和十六进制,以及二进制编码的十进制数,也就是 BCD 码。单片机中数据的类型分为位、字节、字。

1.2.1 二进制数和十六进制数

二进制数可以表示单片机中的数据信号、地址信号和控制命令,后缀用字母 B 表示。例如,01101001B 是 8 位二进制数。为了缩短数字的位数,可以用十六进制表示,十六进制的后缀用字母 H 表示。例如,69H 是十六进制数,且有 01101001B=69H。

二进制数转化为十六进制数的转化方法是将二进制数从末位以四位为单位进行划分,每个四位二进制数转化为一位十六进制数,如果二进制数的位数不是 4 的整数倍,则在数位的高位补 0,使其成为 4 的整数倍;十六进制数转化为二进制数的转化方法是将每位十六进制数转化为四位二进制数。

当需要处理带符号的数时,用数的最高位表示数的符号:0 表示正号,1 表示负号。通常这种数码化了的带符号数称为机器数。机器数可以用原码、反码和补码来表示。正数的原码、反码和补码都相同,负数的原码为其符号位和数值位,负数的反码为其所对应的正数按位求反,负数的补码为该负数所对应的正数的反码加 1。表 1-1 为 8 位二进制码组合对应的十六进制数、无符号数、有符号数的原码、有符号数的补码及有符号数的反码。

【例 1-1】 机器字长为 8 位,求 $[+105]_{\text{补}}$ 和 $[-105]_{\text{补}}$ 。

解: $[+105]_{\text{补}} = 01101001 = 69\text{H}$

按位求反,得 10010110,再加 1,得 10010111,故 $[-105]_{\text{补}} = 97\text{H}$ 。

表 1-1 8 位数表示法的对照表

8 位二进制数码组合	十六进制数	无符号数	有符号数的原码	有符号数的补码	有符号数的反码
00000000	00H	0	+0	+0	+0
00000001	01H	1	+1	+1	+1
00000010	02H	2	+2	+2	+2
...
01111100	7CH	124	+124	+124	+124
01111101	7DH	125	+125	+125	+125
01111110	7EH	126	+126	+126	+126
01111111	7FH	127	+127	+127	+127
10000000	80H	128	-0	-128	-127
10000001	81H	129	-1	-127	-126
10000010	82H	130	-2	-126	-125
...
11111100	FCH	252	-124	-4	-3
11111101	FDH	253	-125	-3	-2
11111110	FEH	254	-126	-2	-1
11111111	FFH	255	-127	-1	-0

1.2.2 BCD 码

为了与日常习惯相符合,单片机中有时也采用十进制数。在单片机中,十进制数是用二进制编码表示的,称为BCD码,即二进制编码的十进制数。BCD码的每4个二进制位表示一位十进制数,BCD码的4个二进制位的权值由高到低依次为8、4、2、1,故BCD码也可以称为8421BCD码。例如,6829的8421BCD码为0110 1000 0010 1001。以6的BCD码0110为例, $6=0\times 8+1\times 4+1\times 2+0\times 1$ 。8421BCD码编码表如表1-2所示。

表 1-2 8421BCD 码编码表

十进制数	8421BCD 码	十进制数	8421BCD 码
0	0000	5	0101
1	0001	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001

1.2.3 单片机的数据类型

单片机中的数据,按照数据长度不同,分别称为位、字节和字。

1. 位(bit)

位是指一个比特的二进制数据,是数据的最小长度单位。

2. 字节(byte)

字节是相邻的8个二进制位,通常从数据的末位开始划分,每8个二进制位称为一字节。一字节也可以用2个十六进制位表示。

3. 字(word)

字是两相邻的字节,通常从末位开始划分,每两字节称为一字,字分为高低字节,高字节表示高位数据,低字节表示低位数据。

1.3 单片机中的字符

字符信息包括数字、字母、符号和汉字等。美国信息交换标准代码(ASCII码)包括英文字母大小写、数字、专用字符(如+、-、*、/、空格等)以及非打印的控制符号,共有128种编码。ASCII码通常用一字节表示,编码占用字节中的低7位,字节中的最高位为0。ASCII字符表如表1-3所示。

表 1-3 ASCII 字符表

编码低位		编码高位							
		0	1	2	3	4	5	6	7
		000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	.	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETS	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

GB2312 是简体中文字符集的中国国家标准,称为信息交换用汉字编码字符集—基本集,又称 GB0。GB2312 共收录 6763 个汉字,其中一级汉字 3755 个,二级汉字 3008 个,同时,GB2312 收录了包括拉丁字母、希腊字母、日文平假名及片假名字母、俄语西里尔字母在内的 682 个全角字符。

汉字的编码是点阵式的,通过软件取模可以得到汉字的点阵编码。例如,运行 PCtoLCD 软件,输入汉字“光电信息”,点击“生成字模”,可得到汉字的字模,如图 1-1 所示。

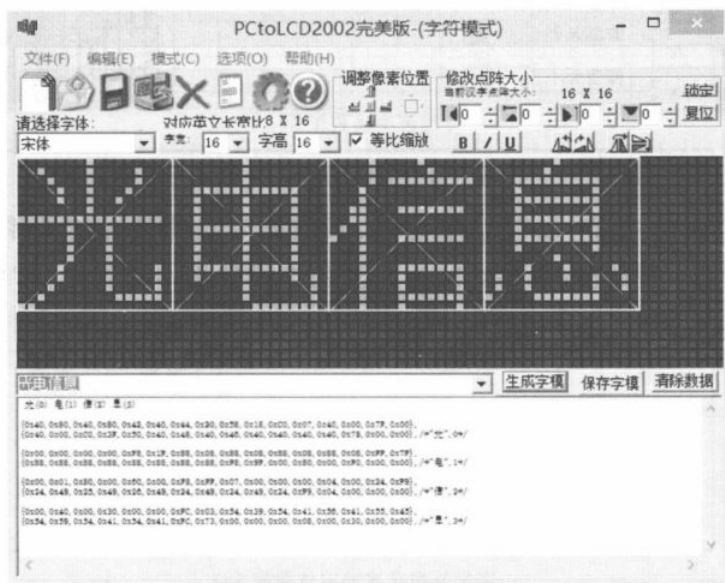


图 1-1 生成字模界面

以 16×16 点阵为例,取模方式选取“逐列式”,字模选项如图 1-2 所示,汉字“光电信息”的字模编码如下:

光(0) 电(1) 信(2) 息(3)

```
{0x40,0x80,0x40,0x80,0x42,0x40,0x44,0x20,0x58,0x18,0xC0,0x07,0x40,0x00,0x7F,0x00},
{0x40,0x00,0xC0,0x3F,0x50,0x40,0x48,0x40,0x46,0x40,0x40,0x40,0x40,0x78,0x00,0x00},
/*“光”,0*/
```

```
{0x00,0x00,0x00,0x00,0xF8,0x1F,0x88,0x08,0x88,0x08,0x88,0x08,0x88,0x08,0xFF,0x7F},
{0x88,0x88,0x88,0x88,0x88,0x88,0x88,0x88,0xF8,0x9F,0x00,0x80,0x00,0xF0,0x00,0x00},
/*“电”,1*/
```

```
{0x00,0x01,0x80,0x00,0x60,0x00,0xF8,0xFF,0x07,0x00,0x00,0x00,0x04,0x00,0x24,0xF9},
{0x24,0x49,0x25,0x49,0x26,0x49,0x24,0x49,0x24,0x49,0x24,0x49,0x24,0xF9,0x04,0x00,0x00,0x00},
/*“信”,2*/
```

```
{0x00,0x40,0x00,0x30,0x00,0x00,0xFC,0x03,0x54,0x39,0x54,0x41,0x56,0x41,0x55,0x45},
{0x54,0x59,0x54,0x41,0x54,0x41,0xFC,0x73,0x00,0x00,0x00,0x08,0x00,0x30,0x00,0x00},
/*“息”,3*/
```

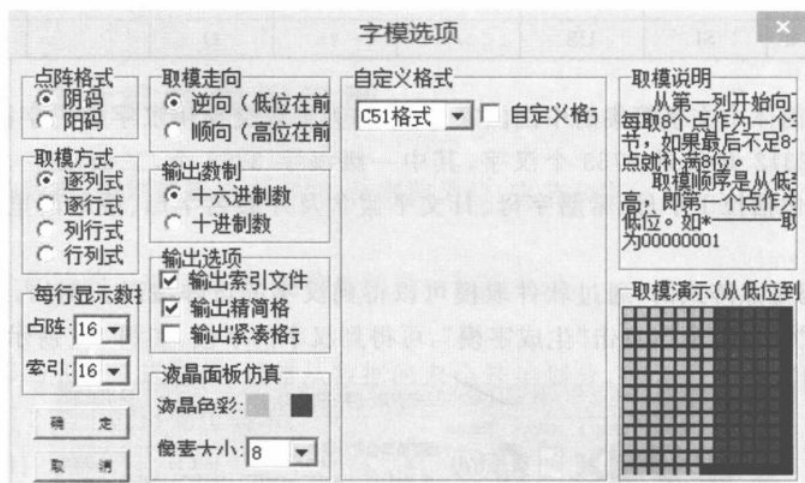


图 1-2 字模选项菜单

每个汉字字模为 32 字节,以“光”字为例,其数据与点阵的对应关系如图 1-3 所示。图 1-3(a)为“光”字的字模数据;图 1-3(b)为“光”的字模数据中只保留“1”的字符显示实例;图 1-3(c)为字模对应的字节序号举例。

0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(a) 字模举例

								1							
		1						1					1		
			1					1					1		
				1				1					1		
					1			1					1		
								1							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					1				1						
					1				1						
					1				1						
					1				1						1
					1				1						1
					1				1						1
			1									1	1	1	1
1	1														

(b) 字符显示实例

低位 字节 1 高位	低位 字节 3 高位	...	低位 字节 31 高位
低位 字节 2 高位	低位 字节 4 高位	...	低位 字节 32 高位

(c) 字模对应的字节序号举例

图 1-3 数据与点阵的对应关系

若字符取模时设置不同,字模数据及排列顺序就会不同。取模方式有逐列式、逐行式、列行式和行列式;取模走向有顺向和逆向;字模数据可以采用十六进制或十进制。字模数据会随选择的取模方式、取模走向和数制等的不同而产生不同的数据。

用于汉字编码的字符集还有 GBK、GB18030 汉字字符集、Unicode、HZK 汉字库等。

1.4 单片机系统开发与仿真

单片机系统由硬件与软件两个部分组成,硬件实现单片机与外部的连接及单片机与外界信号的匹配,软件实现运算、信号采集和信息输出。单片机的系统开发就是要实现正确的硬件设计和良好的软件设计,并使软件设计和硬件设计相匹配,形成一个能够完成某种具体功能的应用系统。

在单片机应用系统的开发过程中,涉及多种开发技术和工具,需要反复修改调整软、硬件,以便尽可能提高系统的工作效率、可靠性和稳定性。如果单片机应用系统的功能不同,则其硬件和软件构成也会不相同,但系统研制、开发的方法和步骤基本一致。

1. 系统开发过程

(1) 总体设计

单片机系统开发首先要进行总体设计,确定系统要实现的总体功能,从而设计总体方案。要设计系统的硬件组成功能和软件总体功能,分析其可行性并修改完善。要确定哪些功能由硬件实现,哪些功能由软件完成。在不影响系统技术指标的前提下,提倡尽量用软件实现。

(2) 硬件设计

首先确定硬件功能,划分硬件模块,分配单片机引脚资源。然后,画出硬件电路原理图,搭建电路,调试电路,确定电路原理图。可以先进行电路仿真,再进行实物电路搭建和调试,这样会更节省时间和成本。

对于要投入生产和使用的硬件电路,在确定了电路原理图以后,还要设计电路板版图、元件位置图、电路板印字图,以及进行生产实验和器件老化实验,并在实验中不断修改和完善。

(3) 软件设计

首先,确定软件总体功能,软件功能要与硬件相配合,完成系统总体功能;对系统功能和过程进行分析,并从中抽象出数学表达式,即建立数学模型;然后,确定程序结构、数据类型和程序功能的实现方法和手段,常采用的程序设计方法是模块化程序设计和结构化程序设计;最后,画出程序流程图,编写程序代码,进行软件调试和代码修改,形成完整的软件程序。

(4) 系统调试和运行

调试包括硬件调试、软件调试和系统联调。调试通过后还要进行一段时间的试运行,以验证系统能否经受实际环境的考验。经过一段时间的试运行就可投入正式运行,在正式运行中还要建立维护制度,以确保系统的正常工作。

2. 单片机开发的在系统编程(ISP)和在应用编程(IAP)技术

(1) 在系统编程技术

在已经焊接好的单片机开发系统中对单片机芯片直接装入目标程序称为在系统编程技术。在系统编程技术通过普通计算机连接单片机的串行口即可将目标程序下载到单片机中,是目前常用的单片机编程技术。具有在系统编程能力的单片机产品有 AT89S51、