

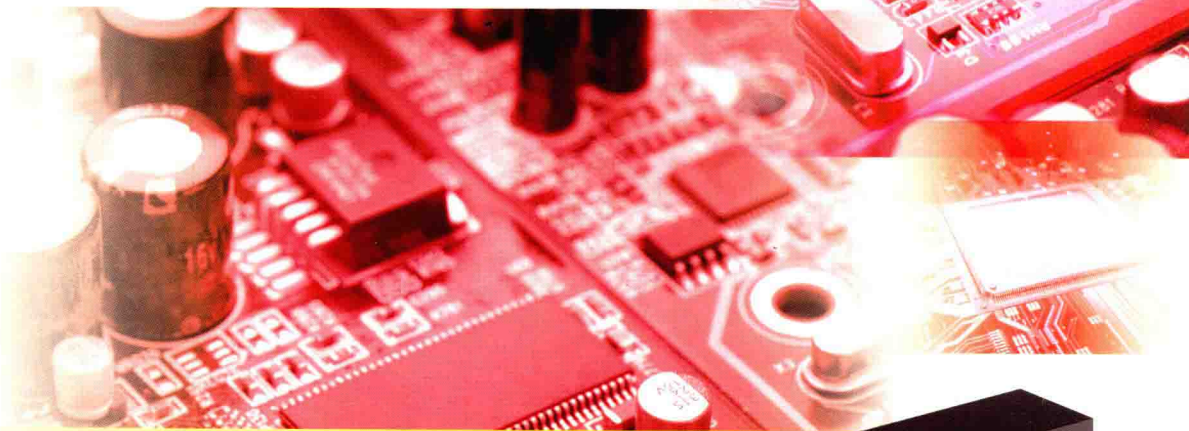
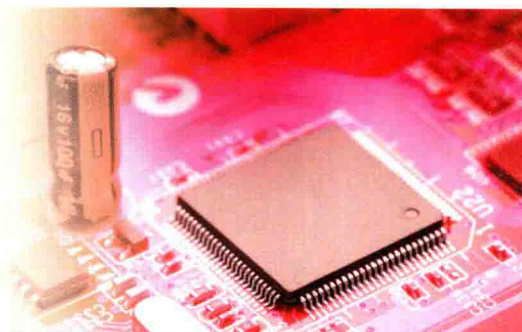


普通高校“十三五”规划教材

# 51 单片机

## 应用与实践教程

主 编 周向红  
副主编 李建军 胡 慧 寻大勇  
主 审 刘国繁



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

# 51 单片机应用与实践教程

主 编 周向红  
副主编 李建军 胡 慧 寻大勇  
主 审 刘国繁

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

全书从实际应用出发,以实验现象和实验过程为主线,按照“单片机原理与应用”课程学习进程,依次介绍了单片机的应用开发基础、内部功能单元、系统扩展、应用系统设计及应用系统可靠性运行技术等内容;选择 Keil  $\mu$ Vision 4 程序设计平台与 Proteus 硬件仿真平台相结合的软件开发环境,配置高校通用的 DICE-5210K 单片机综合实验系统、DICE-KEIL USB 仿真器及 STC-ISP 单片机编程软件,使用汇编与 C51 两种语言(以汇编语言为主),设计典型和独立的 30 余个单片机实践项目(近 80 个参考程序),以其为学习实例,实例操作形式多样,实用性强,许多实例程序可直接应用于工程项目。

本书语言通俗,实例内容丰富,实例程序分析详尽,有较高的实用价值和参考价值,既适合用作本、专科高等院校自动化、计算机、电子、电气、控制等专业的教材,也可作为单片机开发人员和单片机系统设计人员的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

51 单片机应用与实践教程 / 周向红主编. --北京 :  
北京航空航天大学出版社, 2018.5  
ISBN 978-7-5124-2702-0

I. ①5… II. ①周… 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(2018)第 075058 号

版权所有,侵权必究。

## 51 单片机应用与实践教程

主 编 周向红

副主编 李建军 胡 慧 寻大勇

主 审 刘国繁

责任编辑 胡 敏

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpres@263.net

涿州新华印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:710×1 000 1/16 印张:17 字数:362 千字

2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-2702-0 定价:49.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

# 前言

## 本书的出版背景

目前,科学技术迅猛发展,生产力水平迅速提高,作为高等院校,培养技术应用型人才刻不容缓。单片机被广泛应用于人们生活的各个领域,社会需要大量掌握单片机技术的人才;而单片机的性能不断提高,价格不断降低,技术也日趋成熟。如何在短期内培养注重知识的技术实现、具备构建单片机应用系统的技能、精通单片机应用系统设计方法的社会所急需的单片机技术应用型人才,应该是从事单片机技术教学的教育工作者在单片机实践教学改革中追求的目标。

## 本书的写作起因

“单片机原理与应用”是一门实用性很强的专业课,注重单片机实践教学环节的学习演练,这是掌握单片机应用技术的根本。作者参考了大量文献资料,并总结了自己多年积累的单片机教学与科研实践经验,从着重培养学生实践应用能力的角度出发,编写此书。

单片机并不像传统数字电路或模拟电路那样直观,原因是除了“硬件”之外,还存在“软件”。正是这个“软件”因素的存在,使许多初学者怎么都弄不懂单片机的工作过程,怎么也不明白为什么将几个数送来送去就能控制一个灯的亮/灭、就能控制一个电机变速,由此对单片机产生“敬畏”甚至“恐惧”感,降低了学习单片机的热情与兴趣,因此才有“单片机难学”一说。

作者在从事单片机实践教学、单片机应用与研发以及和学生打交道的过程中,深知学生学习单片机的难处,主要是不得要领,难以入门。他们一旦找到学习的捷径,入了门,并能初步掌握单片机编程技术并产生实际效果,那么必然信心大增,之后就能够一步一个脚印地拓展自己的知识面了。另外,作者还深知学生感兴趣的是单片

机编程应用实例,特别是程序短小且立竿见影的实例,这些实例使稍懂原理的人通过实践就能理解软件的作用,了解硬件和软件的区分;了解软件设计后,可将通常由硬件完成的工作交由软件完成,并在不断实践中去发现单片机控制技术的强大作用,从而投身于单片机领域。因此,本书的编写思路是以设计趣味性、独立性实例,讲解实例的实验现象和实验过程为主线,中间穿插单片机系统设计技巧。这样一来,学生有兴趣,学得快,能收到很好的学习效果。掌握了一定数量的单片机应用实战实例之后,学生便能自己动手设计制作单片机应用系统了。

### 本书的内容组织

本书从实际应用出发,以实验现象和实验过程为主线,选择 Keil  $\mu$ Vision4 程序设计平台与 Proteus 硬件仿真平台相结合的软件开发环境,配置高校通用的 DICE-5210K 单片机综合实验系统、DICE-KEIL USB 仿真器及 STC-ISP 单片机编程软件,设计典型与独立有趣的实例。实例使用汇编语言与 C51 语言两种语言(以汇编语言为主),注重原理教学,配合全开放式实践教学模式,方便读者使用教学资料,学习单片机课程。本书内容丰富,实例操作形式多样,实用性强,许多实例程序可直接应用于工程项目。书中通过实验现象和实验过程的实例讲解,可使读者高效率掌握单片机知识和应用技能。

本书按照“单片机原理与应用”课程的学习进程,由浅入深逐步讲解单片机应用开发基础、内部功能单元、系统扩展、应用系统设计与应用系统可靠性运行技术等内容。全书分为 5 章,章与章之间既独立又相互联系,第 4 章“单片机应用系统设计”是前几章的延续与提高。全书共 30 余个单片机实践项目,近 80 个参考程序,许多项目稍加变化便可用于课程设计、毕业设计、各类实训及工程应用。

### 本书的编写特色

- ◇ 依据作者的亲身体验,以最实用的方法,通过实例掌握单片机原理。本书会将致力于单片机应用研究的读者领进单片机应用的缤纷世界,使其在学习单片机过程中始终有一个完整的单片机控制系统的概念。
- ◇ 在知识内容上突出抽象知识的具体化,依赖于经典实例演练使指令功能程序运行结果直观可视;构建单片机应用系统的知识体系,最终把掌握知识以掌握技术的形式表现出来,旨在突出学生实践技能的培养与训练。
- ◇ 通过实验现象和实验过程讲解实例,使读者高效率掌握单片机知识和应用技能。
- ◇ 所有实例设计以单片机的知识点为依据,以读者的兴趣为基础,以实际应用为依托;实例设计具有独立性,不依附具体单片机系统研发设备,即将实例中程序数据进行变换,便可应用于其他设备。
- ◇ 本书的实例无论简单与复杂,从最简单的一个指示灯控制到复杂的工程应用

系统设计,均配以标准化的电路原理图,供读者单片机实战及单片机应用开发使用。

◇ 通过大量具实用性趣味性的实例练习,注重硬件与软件的紧密结合,强调软件与硬件综合调试能力,旨在使读者尽快掌握单片机系统开发的全过程。

◇ 本书实例源于不同实际应用,可直接用于实际应用系统开发,这对于从事单片机系统开发的工程技术人员十分有用;有些实例在介绍基本功能的基础上还介绍了如何进行功能的扩展。

◇ 详细地介绍了单片机开发环境,旨在使读者熟悉单片机的软硬件开发环境,提高单片机编程的综合能力,亲身体验单片机的开发成果。

## 本书的硬件基础

本书的编写是基于“DICE-5210K 单片机综合实验系统”设备。该设备的特点是由课程理论教学的基础模块与单片机应用开发设计的应用模块组成,各模块单元电路既独立又可以相互组合,使用灵活方便,是集中式或开放式单片机实践教学的理想设备,学生可根据自己所需的电路完成实际设计,从而提高他们的创造力。书中所有实战实例,并不拘泥于本设备,将单片机外围接口芯片的译码地址稍加改变,便可用于其他单片机开发设备。

## 本书的适用情况

本书可用作高校教材,用于采用集中式教学模式的单片机实践教学——在老师指导下,学生能更好地理解所学知识;同时,也非常适合大学本科为培养创新型人才而设置的教、学、做的开放式教学模式的单片机实践教学,即在有设备的条件下,不需要老师指导,学生也能很快进行调试。开放式教学模式是指实验内容、实验时间和实验仪器设备(包括元器件)的“三开放”实验教学模式。这种实验教学模式是在老师的引导下,学生自主完成实验。实行开放式实验教学旨在提高实验教学效果,培养学生自主学习能力、实践动手能力和创新精神。通过开放式实验教学模式中的单片机实践训练,并配以特色鲜明的本教材,学生可很快拥有较强的实战能力及创新设计能力。

本书可作为从事单片机教学与研究的高校教师的参考用书。

本书适用于单片机开发人员或单片机系统设计人员,因为本书包含了大量的工程实例,很多模块程序可直接移植到读者自己的设计中。

本书适用于将从事单片机技术应用研究的自学者,在无设备及老师指导的情况下,能很快入门并掌握单片机知识。

## 本书的作者

本书由湖南工程学院周向红高级实验师任主编,李建军、胡慧、寻大勇副教授任



副主编,刘国繁教授任主审。第1、3、4章由周向红编写,第2章由李建军编写,第5章由胡慧、寻大勇编写。参与本书软硬件仿真和实时调试工作的有谭梅、刘利蕊、刘俊老师,参与本书电路原理图绘制工作的有周细风、蒙振柱老师。陈意军教授、王迎旭教授、李晓秀教授、赵葵银教授对本书提出了很多宝贵的意见。上述人员中,有专家教授、资深教师,还有多次指导过本院学生参加全国电子竞赛获一等奖、二等奖的老师,他们为本书的高质量奠定了基础。在此,向为本书付出辛勤劳动的各位老师表示衷心的感谢。

该书的出版,得到了湖南工程学院和北京航空航天大学出版社的大力支持,作者在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和错误,敬请广大读者给予批评指正。

作者

2018年4月

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第 1 章 单片机应用开发基础                 | 1  |
| 1.1 基本问题                        | 1  |
| 1.1.1 单片机是什么                    | 1  |
| 1.1.2 单片机能做什么                   | 1  |
| 1.1.3 如何学习单片机                   | 2  |
| 1.1.4 本书单片机编程语言的选择              | 2  |
| 1.2 51 单片机硬件开发环境                | 4  |
| 1.2.1 DICE-5210K 单片机综合实验系统介绍    | 4  |
| 1.2.2 DICE-KEIL USB 仿真器         | 8  |
| 1.3 51 单片机开发应用相关软件              | 9  |
| 1.3.1 Keil 开发环境介绍               | 10 |
| 1.3.2 STC-ISP 单片机代码下载烧录软件介绍     | 18 |
| 1.3.3 Proteus 单片机仿真软件           | 20 |
| 1.3.4 实验 1 Keil 软件使用与汇编程序调试方法学习 | 21 |
| 1.3.5 实验 2 分支与循环结构程序设计          | 24 |
| 1.3.6 实验 3 数据统计与数据排序程序设计        | 28 |
| 1.4 AT89C51 单片机简介               | 32 |
| 1.4.1 AT89C51 引脚说明              | 32 |
| 1.4.2 振荡电路、时钟电路和 CPU 时序         | 33 |
| 1.4.3 复位状态和复位电路                 | 35 |
| 1.4.4 存储器、特殊功能寄存器及位地址           | 36 |
| 1.4.5 51 系列单片机内部资源概览            | 36 |
| 1.4.6 单片机 I/O 口介绍               | 37 |



|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 1.5 单片机 I/O 口输入/输出 .....                     | 37  |
| 1.5.1 实验 4 单片机 P1 口输入/输出 .....               | 38  |
| 1.5.2 实验 5 单片机 I/O 口报警声输出 .....              | 44  |
| 第 2 章 单片机内部功能单元 .....                        | 51  |
| 2.1 单片机内部功能单元简介 .....                        | 51  |
| 2.1.1 定时器/计数器 .....                          | 51  |
| 2.1.2 中断系统 .....                             | 52  |
| 2.1.3 串行口 .....                              | 53  |
| 2.2 单片机定时器/计数器 .....                         | 55  |
| 2.2.1 实验 1 定时器/计数器 .....                     | 56  |
| 2.2.2 实验 2 单片机歌曲演奏 .....                     | 61  |
| 2.3 单片机中断系统 .....                            | 65  |
| 2.3.1 实验 3 外部中断 .....                        | 65  |
| 2.3.2 实验 4 多重中断 .....                        | 70  |
| 2.4 单片机串行口 .....                             | 75  |
| 2.4.1 实验 5 UART 作串行输出端口/输入端口 .....           | 75  |
| 2.4.2 实验 6 单片机单工及全双工双机通信 .....               | 79  |
| 2.4.3 实验 7 单片机与单片机点对点的通信 .....               | 83  |
| 2.4.4 实验 8 单片机与 PC 机通信 .....                 | 94  |
| 第 3 章 单片机系统扩展 .....                          | 100 |
| 3.1 单片机外部存储器扩展 .....                         | 101 |
| 3.1.1 Flash 外部程序存储器 .....                    | 101 |
| 3.1.2 实验 1 Flash 外部程序存储器扩展 .....             | 105 |
| 3.2 单片机常用器件 I/O 口扩展 .....                    | 107 |
| 3.2.1 实验 2 简单 I/O 口 74LS244、74LS273 扩展 ..... | 107 |
| 3.2.2 实验 3 可编程并行 I/O 口 8255A 扩展 .....        | 110 |
| 3.2.3 实验 4 可编程并行 I/O 口 8155 扩展 .....         | 115 |
| 3.3 单片机键盘/显示器接口 .....                        | 122 |
| 3.3.1 实验 5 LED 数码管显示器 .....                  | 123 |
| 3.3.2 实验 6 独立式键盘与矩阵式键盘 .....                 | 130 |
| 3.3.3 实验 7 可编程芯片 8255A 连接键盘/显示器 .....        | 137 |

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| 3.3.4 实验 8 可编程芯片 8255A 连接 LCD 显示器 ..... | 140        |
| 3.4 单片机扩展 D/A、A/D 转换器 .....             | 144        |
| 3.4.1 实验 9 扩展 8 位 D/A 转换器 .....         | 144        |
| 3.4.2 实验 10 扩展 12 位 D/A 转换器 .....       | 151        |
| 3.4.3 实验 11 扩展 8 位 A/D 转换器 .....        | 156        |
| 3.4.4 实验 12 扩展 12 位 A/D 转换器 .....       | 162        |
| 3.5 单片机扩展应用 .....                       | 169        |
| 3.5.1 I <sup>2</sup> C 二总线 .....        | 170        |
| 3.5.2 实验 13 I <sup>2</sup> C 二总线 .....  | 174        |
| 3.5.3 SPI 三总线 .....                     | 180        |
| 3.5.4 实验 14 SPI 三总线 .....               | 183        |
| <b>第 4 章 单片机应用系统设计</b> .....            | <b>189</b> |
| 4.1 单片机应用系统设计与开发 .....                  | 189        |
| 4.1.1 单片机应用系统设计的一般步骤 .....              | 189        |
| 4.1.2 单片机应用系统的硬件和软件设计 .....             | 190        |
| 4.1.3 单片机应用系统的开发 .....                  | 191        |
| 4.2 汇编语言单片机系统设计 .....                   | 193        |
| 4.2.1 项目 1 电子发报机设计 .....                | 193        |
| 4.2.2 项目 2 电动机转速测定及数据显示系统设计 .....       | 202        |
| 4.3 C51 语言单片机系统设计 .....                 | 209        |
| 4.3.1 C51 语言开发单片机应用系统基础 .....           | 209        |
| 4.3.2 项目 1 LCD1602 时钟设计 .....           | 214        |
| 4.3.3 项目 2 基于 DS1302 的高精度时钟设计 .....     | 226        |
| 4.3.4 项目 3 基于 DS18B20 的温控系统设计 .....     | 240        |
| 4.4 单片机应用系统设计部分课题 .....                 | 251        |
| 课题 1 生产流水线产品产量统计并显示系统设计 .....           | 251        |
| 课题 2 音乐播放器设计 .....                      | 251        |
| 课题 3 竞赛抢答器设计 .....                      | 251        |
| 课题 4 数字频率计设计 .....                      | 252        |
| 课题 5 电子宠物设计 .....                       | 252        |
| 课题 6 步进电动机正反转及停止的控制 .....               | 252        |
| 课题 7 电子琴 .....                          | 252        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 课题 8 数字显示的趣味游戏机 .....             | 253        |
| 课题 9 简易计算器设计 .....                | 253        |
| <b>第 5 章 单片机应用系统可靠性运行技术 .....</b> | <b>254</b> |
| 5.1 单片机应用系统中的监控芯片 .....           | 255        |
| 5.2 单片机应用系统的看门狗芯片 .....           | 256        |
| 5.3 看门狗实验 .....                   | 257        |
| <b>附 录 .....</b>                  | <b>260</b> |
| <b>参考文献 .....</b>                 | <b>262</b> |

# 第1章

## 单片机应用开发基础

### 1.1 基本问题

#### 1.1.1 单片机是什么

单片机(Microcontrollers)是一种集成电路芯片,是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU(Central Processing Unit)、随机存储器 RAM(Random Access Memory)、只读存储器 ROM(Read Only Memory)、多种 I/O (Input/Output)端口和中断系统、定时器/计数器等功能(可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D 转换器等电路)集成到一块硅片上,构成的一个小而完善的微型计算机系统,被广泛应用于工业控制领域<sup>[1,2]</sup>。

单片机诞生于 1971 年,经历了 SCM、MCU、SoC 三大阶段,早期的 SCM 单片机都是 8 位或 4 位的。其中最成功的是 Intel 公司的 8051,此后在 8051 基础上发展出了 MCS-51 系列 MCU 系统。直到现在,基于这一系统的单片机系统还在广泛使用。随着工业控制领域要求的提高,开始出现了 16 位单片机,但因为其性价比不理想而并未得到很广泛的应用。20 世纪 90 年代后,随着消费电子产品大发展,单片机技术得到了巨大提高。随着 Intel i960 系列特别是后来的 ARM(Advanced RISC Machine)系列的广泛应用,32 位单片机迅速取代 16 位单片机的高端地位,并且进入主流市场<sup>[3,4]</sup>。

#### 1.1.2 单片机能做什么

单片机是一种可通过编程控制的微处理器,单片机芯片自身不能单独运用于某项工程或产品上,它必须要靠外围数字器件或模拟器件的协调才可发挥其自身的强大功能,所以在学习单片机知识的同时,还要循序渐进地学习其外围的数字及模拟芯片知识,学习常用的外围电路的设计与调试方法等<sup>[5]</sup>。

单片机属于控制类数字芯片,目前其应用领域非常广泛,举例如下:

- ① 工业自动化,如数据采集、测控技术。
- ② 智能仪器仪表,如数字示波器、数字信号源、数字万用表等。
- ③ 消费类电子产品,如洗衣机、电冰箱、空调机、电视机、微波炉、IC卡、汽车电子设备等。
- ④ 通信方面,如调制解调器、程控交换技术、智能手机等。
- ⑤ 武器装备,如飞机、军舰、坦克、导弹、智能武器等。

这些电子器件内部无一不用到单片机,而且大多数电器内部的主控芯片就是由一块单片机来控制的。可以说,凡是与控制或简单计算有关的电子设备都可以用单片机来实现,当然需要根据实际情况选择不同性能的单片机,如 ATME1、STC、PIC、AVR、凌阳、C8051 及 ARM 等。

### 1.1.3 如何学习单片机

51 单片机是最经典和最流行的一种单片机,其应用十分广泛,最早由 Intel 公司于 1980 年推出,其首款单片机型号为 8051,之后又陆续推出了与 8051 指令完全相同的 8031、8032、8052 等系列单片机,初步形成了 MCS-51 系列单片机。1984 年,Intel 公司出售了 51 核,此后,世界上出现了上千种 51 单片机,如 ATME1、Philips、Winbond 等品牌。因此,51 单片机泛指所有兼容 8051 指令的单片机。也可以说 51 内核扩展出的单片机,就是通常我们所说的 51 单片机<sup>[6]</sup>。

目前,51 单片机应用市场大,学习资料齐全,使用人群广泛,其简单的内部结构,使其具有上手快且易深入了解的特点,非常适合作为入门级芯片供初学者学习。熟练掌握了 51 单片机,就会对微控制器的功能结构框架有一个清晰的印象,再学习其他的芯片,如目前流行的体积小、功耗低、成本低、性能高的 ARM 就会变得简单和轻松,因为 ARM 可以被认为是在 51 单片机结构的基础上增加许多功能模块而构成,虽然二者的结构并非真正相同<sup>[7]</sup>。

### 1.1.4 本书单片机编程语言的选择

根据提出的任务要求,将解题步骤、算法采用程序语言编制程序的过程称为程序设计。如用 MCS-51 汇编语言设计程序,为 MCS-51 汇编语言程序设计;用 MCS-51 C 语言设计程序,为 MCS-51 C 语言程序设计。

程序设计时要考虑两个方面:一是采用哪种语言进行程序设计,对于同一个问题,既可以选择高级语言,也可选择汇编语言来进行程序设计;二是解决问题的方法和步骤,对于同一个问题,往往有多种不同的解决方法,这种为解决问题而采用的方法和步骤称为“算法”<sup>[8]</sup>。

另外,进行程序设计时,首先应按照实际问题的要求和所使用的计算机的特点,确定所采用的计算方法和计算公式,然后,用指令系统,按照尽可能节省数据存放单

元、缩短程序长度和减少运算时间这三个原则编译程序。

## 1. 程序设计语言

机器语言(Machine Language)是指直接用机器码编写程序,并能够被计算机直接执行的机器级语言。机器码是一串由二进制代码“0”和“1”组成的二进制数据,其执行速度快,但是可读性极差。

汇编语言(Assembly Language)是指用指令助记符代替机器码的编程语言。汇编语言程序结构简单,执行速度快,程序易优化,编译后占用存储空间小,但是需要对单片机内部结构相当了解,且其可读性和移植性较差。

高级语言(High-Level Language)是在汇编语言的基础上用自然语言的语句来编写程序,例如 PL/M-51、Keil C51、MBASIC 51 等,程序可读性强,通用性好,是目前工程应用开发最常用的语言。

鉴于本书主要针对单片机教学,注重对单片机内部结构和运行原理的学习,同时通过众多实验来掌握单片机的开发和应用,因此,主要以汇编语言学习和汇编程序设计为主。汇编语言程序设计不但技巧性较强,而且还具有软、硬件结合的特点,能让学生通过汇编语言的指令编程来理解单片机各引脚高低电平的变换是通过对其内部寄存器数值的改变来实现的,而各引脚电平的变换影响外围器件工作的正常与否,从而影响系统具体功能实现的这一原理。因此,通过汇编程序设计来学习单片机能直观地让学生感受和认知到单片机运行的原理,达到“知其然,知其所以然”的教学目的。但考虑到目前流行的编程方式,在本书结尾也介绍了运用 C 语言开发应用的单片机系统,供读者学习借鉴。

## 2. 汇编语言的优点

与采用高级语言编程相比,采用汇编语言编程具有以下优点:

- ① 占用的内存单元和 CPU 资源少;
- ② 程序简短,执行速度快;
- ③ 可直接调用计算机的全部资源,并可有效地利用计算机的专有特性;
- ④ 能准确地掌握指令的执行时间,适用于实时控制系统;

⑤ 可直观地认识到硬件各端口高低电平的变化是基于对各功能寄存器的赋值的改变,从而更深层次掌握硬件工作运行的原理。

## 3. 汇编语言程序设计的方法

① 汇编语言程序的基本结构是由简单程序(顺序程序)、分支程序、循环程序、查表程序、子程序和中断程序等结构化的程序模块有机组成的;

② 划分功能模块进行设计;

③ 自上而下逐渐求精。

## 4. 汇编语言程序设计的步骤

用汇编语言编写程序,一般可分为以下几个步骤:



① 建立数学模型。根据要解决的实际问题,反复研究分析并抽象出数学模型。

② 确定算法。解决一个问题,往往有多种不同的方法,从诸多算法中确定一种较为简捷的方法是至关重要的。

③ 制定程序流程图。算法是程序设计的依据,把解决问题的思路和算法的步骤画成程序流程图。

④ 确定数据结构。合理地选择和分配内存单元以及工作寄存器。

⑤ 写出源程序。根据程序流程图,精心选择合适的指令和寻址方式来编制源程序。

⑥ 上机调试程序。将编好的源程序进行汇编,并执行目标程序,检查和修改程序中的错误,对程序运行的结果进行分析,直至正确为止。

## 5. 评价程序质量的标准

解决某一问题、实现某一功能的程序不是唯一的,可以通常以下几个标准来评价程序的质量:

① 程序的执行时间;

② 程序所占用的内存字节数;

③ 程序的逻辑性、可读性;

④ 程序的兼容性、可扩展性;

⑤ 程序的可靠性。

一般来说,一个程序的执行时间越短,占用的内存单元越少,其质量也就越高。这就是程序设计中的“时间”和“空间”的概念。程序设计的逻辑性的强弱、层次是否分明、数据结构是否合理、是否便于阅读也是衡量程序质量优劣的重要标准。同时,还要保证程序在任何实际的工作条件下,都能正常运行。另外,在较复杂的程序设计中,必须充分考虑程序的可读性和可靠性。同时,程序的可扩展性、兼容性以及容错性等都是衡量与评价程序质量优劣的重要标准。

## 1.2 51 单片机硬件开发环境

### 1.2.1 DICE - 5210K 单片机综合实验系统介绍

目前,国内外均已研制并生产出各种各样的单片机开发系统及开发工具。这里介绍一种国产的单片机开发系统——DICE-5210K 单片机综合实验系统。

#### 1. DICE - 5210K 单片机综合实验系统概述

DICE-5210K 单片机综合实验系统为 51 单片机相关课程提供配套的实验,如图 1-1 所示。该实验系统具有系统小、功能多、易扩展等特点,系统的地址总线、数据总线、控制总线全部引出,对用户开放,并留有扩展单元(区),学生可以从需求出

发,灵活选配各种扩展模块,为实验教学、课程设计、毕业设计提供了良好的实验开发环境,也是科研、开发工作者的得力工具。



图 1-1 DICE-5210K 单片机综合实验系统

2. DICE-5210K 单片机综合实验系统的组成

DICE-5210K 单片机综合实验系统分为 38 个区(34 个模块),为了方便描述,各模块标注了编号(如图 1-2 所示),表 1-1 给出了各个区的基本介绍。该系统可随机提供 23 个演示实验,以供学生参考。实验扩展模块可以扩展实验功能,现有的扩展模块有 CAN 总线、USB 驱动及以太网实验模块。本实验系统配有专门的仿真器,可实现在线仿真和程序下载功能。

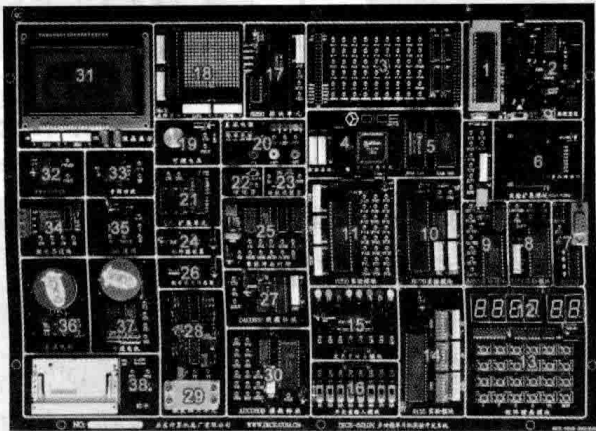


图 1-2 DICE-5210K 单片机综合实验系统功能模块分区编号

表 1-1 DICE-5210K 单片机综合实验系统各区的基本

| 序 号 | 基本功能                       | 序 号 | 基本功能                              |
|-----|----------------------------|-----|-----------------------------------|
| 1   | 用户 CPU(AT89C51),带仿真接口      | 20  | 直流电源模块(提供+5 V、+12 V、-12 V、GND)    |
| 2   | ISP 在线编程接口,标配 ISP 下载线和软件   | 21  | I/O 口扩展模块(74LS244、74LS273)        |
| 3   | 单片机所有 I/O 口,数据、地址线,及译码地址区  | 22  | 蜂鸣器模块                             |
| 4   | 译码、锁存单元(由 CPLD 芯片 1016 设计) | 23  | 射极跟随器实验模块                         |
| 5   | 扩展 ROM(64K)、扩展 RAM(32K)    | 24  | 红外遥控接收实验模块(配红外遥控器)                |
| 6   | 扩展模块区(USB、网卡、CAN 总线等)      | 25  | 单脉冲与固定时钟模块                        |
| 7   | RS232 串行通信口                | 26  | DS18B20 数字温度传感器模块                 |
| 8   | 8251 实验模块                  | 27  | DAC0832 数模转换模块                    |
| 9   | 8253 实验模块                  | 28  | 模拟温度传感器实验模块                       |
| 10  | 8279 实验模块                  | 29  | 压力传感器实验模块                         |
| 11  | 8255 实验模块                  | 30  | ADC0809 模数转换模块                    |
| 12  | 6 位动态数码管实验模块               | 31  | 128×64 LCD 液晶显示模块(可换 16×2 LCD 模块) |
| 13  | 4×6 矩阵键盘模块                 | 32  | PWM 转换模块                          |
| 14  | 8155 实验模块                  | 33  | LM386 音频功放模块                      |
| 15  | 8 位 LED 发光二极管输出模块          | 34  | 继电器模块                             |
| 16  | 8 位开关量输入模块                 | 35  | RS485 通信模块                        |
| 17  | 8250 实验模块                  | 36  | 直流电机模块(带霍尔传感器,可实现闭环调速)            |
| 18  | 16×16 点阵实验模块               | 37  | 四相步进电机模块(带驱动电路)                   |
| 19  | 可调电压模块                     | 38  | 接触式 IC 卡实验模块(标配一块 IC 卡)           |

该实验系统配套附件包括实验接插线、排线、IC 卡、红外遥控器、USB 线、说明书、光盘资料(含详实的实验代码 C 与汇编程序)。

### 3. DICE-5210K 单片机综合实验系统的性能特点

① USB 三 CPU 高性能 Keil C 仿真器(标配):实验系统标配有 USB 接口 DICE Keil-51 仿真器或选配 DICE-3000 和其他型号仿真器。DICE-Keil 51 仿真器是目前同行业中功能完整、性能稳定、技术先进的全 USB 接口仿真器;兼容 Keil C51 UV2 调试环境,支持单步、断点,随时可查看寄存器、变量、I/O、内存内容;可仿真各种 51 指令兼容单片机,如 ATMEL、Winbond、Intel、SST、ST 等。

② 支持 C8051F 单片机:实验系统选配 C8051F 扩展板(如图 1-3 所示)。