

# 51单片机

## 初级入门实战教程

51DANPIANJI

CHUJI RUMENSHIZHAN JIAOCHENG

■ 安康 徐玮 等编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 51 单片机初级入门实战教程

安康 徐玮 等编著

## 目录 (CONTENTS)

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一章 单片机的发展概况     | 1  |
| 第一节 单片机的定义       | 1  |
| 第二节 单片机的组成       | 2  |
| 第三节 单片机的应用       | 3  |
| 第二章 单片机的引脚及内部结构  | 4  |
| 第一节 8051单片机的引脚   | 4  |
| 第二节 8051单片机的内部结构 | 5  |
| 第三章 单片机的指令系统     | 6  |
| 第一节 指令系统的组成      | 6  |
| 第二节 指令系统的分类      | 7  |
| 第四章 单片机的汇编语言     | 8  |
| 第一节 汇编语言的特点      | 8  |
| 第二节 汇编语言的组成      | 9  |
| 第五章 单片机的C语言      | 10 |
| 第一节 C语言的特点       | 10 |
| 第二节 C语言的组成       | 11 |
| 第六章 单片机的接口技术     | 12 |
| 第一节 并行接口技术       | 12 |
| 第二节 串行接口技术       | 13 |
| 第七章 单片机的应用实例     | 14 |
| 第一节 单片机的应用实例一    | 14 |
| 第二节 单片机的应用实例二    | 15 |



机械工业出版社

本书是以最为流行的 51 系列单片机为知识主体,使用 C 语言对 51 单片机软件进行程序设计。全书总共分为三部分:①单片机基础知识篇;②单片机基础案例实践篇;③单片机综合案例实践篇。三部分内容逐次递进,初学者通过第一部分单片机基础知识的学习,结合第二部分能够独立设计一些简单的单片机技术案例,在第二部分实践基础上能够进一步研究和创新完成一些综合性案例。全书以案例驱动的方式,理论与实践相结合,带领读者循序渐进地完成 51 单片机知识的学习。本书实例丰富,图文并茂,通俗易懂,即使读者没有任何单片机知识的基础,也可以通过本书的学习让您跨入单片机世界的大门。

为了方便读者快速掌握单片机技术知识,本书的配套光盘中已含所有案例项目对应的电路图和程序代码,以及一些常用的电子系统设计开发软件。本书可作为中高等职业院校、应用型本科院校等教学用书,也可以作为单片机爱好者自学教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

51 单片机初级入门实战教程/安康等编著. —北京:  
机械工业出版社, 2014. 8  
ISBN 978-7-111-47690-0

I. ①S… II. ①安… III. ①单片微型计算机-教材  
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 188731 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 林春泉 责任编辑: 王 荣

版式设计: 赵颖喆 责任校对: 任秀丽 胡艳萍

责任印制: 刘 岚

北京京丰印刷厂印刷

2015 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.75 印张·451 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-47690-0

ISBN 978-7-89405-661-0 (光盘)

定价: 59.00 元 (含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服 务 中 心: (010) 88361066

教 材 网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

## 前 言

从近几年企业对人才的需求来看,电子工程师的人才需求占据了IT企业人才市场非常大的一块蛋糕,电子工程师人才供不应求的同时,人才本身要求既要有经验又要有实践,单片机技术作为电子以及嵌入式项目开发的技术之一是一门应用性极强的学科,需要理论和实践有机的结合,单片机实现的电路具有体积小、元器件少、功能强、可靠性高等优点,一直都受到电子爱好者的喜爱。

本书编写着眼于“实用、适用”、“简单易懂”、“快速上手”、“举一反三”的指导思想。全书以理论与实践相结合为主线,通过案例驱动使得读者在动手实践过程中加深理论知识的学习,能够在学习过程中尽量做到反复理解和操作,最后能够独立完成技术案例,培养读者的技术创新能力。

本书讲解简单易懂,案例丰富,图文并茂,同时配套光盘中包含每个案例设计所需要的电路原理图和对应的源程序代码,使您的学习更为方便,相信即使您之前没有任何单片机知识的基础,通过阅读本书后,您一定能够运用单片机技术设计出实用的电子产品。

全书总共分为三部分内容:单片机基础知识篇、单片机基础案例实践篇、单片机综合案例实践篇。

单片机基础知识篇:考虑到C语言要易于阅读和理解,本书主要讲解如何利用C语言对单片机进行程序设计,包括C语言仿真环境Keil C51的学习以及ISP在线下载功能,对于初学者开始接触单片机比较关注的是单片机能做哪些事情、如何学好单片机。因此,为了让初学者快速步入单片机世界的大门,本书通过理论与实践相结合、以“项目案例”的方式引导初学者学习单片机的技术知识。单片机基础知识部分主要介绍了单片机的技术发展趋势以及学习方法、单片机硬件系统及体系结构(包括引脚定义、存储器、定时/计数器、中断、串行通信)等,另外还介绍了单片机采用C语言编程(包括C语言的数据结构、函数、数组和程序设计语句)等,通过基础知识的学习,使得初学者具备单片机一定的理论技能,为后面利用单片机进行案例设计做好基础。

单片机基础案例实践篇:经过第一部分单片机基础理论知识的学习,相信您对单片机的知识已经有了比较深入的了解,考虑到单片机是一门实践性极强的技术,需要读者通过具体的实践和实战对理解的理论知识进行简单的应用。单片机基础案例实践部分将为读者介绍一些简单易懂、易操作的基础案例,例如花样流水灯闪烁、按键控制、外部中断控制、数码管显示技术、定时器、串行通信、液晶显示技术和步进电动机控制等。内容讲解过程中,既介绍了案例的设计原理同时又对案例的硬件电路进行了阐述,特别在程序设计思想上,尽可能地用简洁的语言清晰阐述,让初学单片机的读者容易理解其概念和思想,有利于初学者举一反三,掌握单片机的应用为进一步独立、高效地设计复杂的电子产品做好铺垫。

单片机综合案例实践篇:经过单片机理论知识的学习以及一些单片机基础案例的锻炼,相信您对单片机进行一些实用的电子产品研发有了一定的想法,非常希望自己能够独立设计一些复杂的电子系统。在单片机综合案例实践部分,将为读者介绍一些单片机综合性案例,

让您从单片机知识学习的水平升华到产品开发的程度。在综合案例的安排上,重点突出“应用”和“实用”两个特点,包括可播音的温湿度测量系统、智能型充电器、无线遥控开关、远程果苗生长参数监测系统、电子密码锁、红外遥控电动机转速系统、智能小车寻迹系统等。通过这部分知识的学习,读者具备了初步的产品开发能力,可以独立、高效地制作一些电子系统,这时就完全踏入到单片机世界的大门里。

本书可以作为中高职院校、应用型本科院校进行单片机课程设计、毕业设计的指导教材;也可以作为初学单片机读者的参考用书,书中所涉及的案例稍加修改均可以应用在自己的工作或者用来完成自己的单片机课题,通过本书的学习使得读者能够真正掌握单片机技术,将理论知识与实践相结合,融会贯通、学以致用。

特别感谢各位同事和朋友的热心帮助,使得本书能够顺利完成。衷心盼望本书能够对从事单片机技术工作的朋友有所帮助。

参与本书编写工作的主要人员有杭州师范大学钱江学院安康、王玉槐、张慧熙、孙亚萍、李静、王李冬、王琦晖、叶霞、曹世华、丁群芳;杭州晶控电子有限公司徐玮以及浙大网新轨道交通工程有限公司安宁等,全书由安康统稿并审校。本书的编写工作获得杭州师范大学钱江学院院级重点学科“电子科学与技术”以及市级重点学科建设项目“物联网工程学科”大力支持。

由于作者水平有限,书中难免有错误与不妥之处,诚邀广大读者提出意见并不吝赐教。

编者

2014年8月

# 目 录

## 前言

## 第一部分 单片机基础知识篇

### 第1章 绪论 ..... 2

#### 1.1 单片机技术发展趋势 ..... 2

#### 1.2 单片机技术定义以及应用 ..... 3

##### 1.2.1 单片机技术定义 ..... 3

##### 1.2.2 单片机应用 ..... 3

#### 1.3 单片机开发板简介 ..... 5

#### 1.4 单片机学习方法 ..... 6

#### 1.5 本章小结 ..... 6

### 第2章 Keil C51 软件开发环境与

#### ISP 在线下载 ..... 7

#### 2.1 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件介绍 ..... 7

#### 2.2 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件安装与

##### 卸载 ..... 7

##### 2.2.1 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件安装 ..... 7

##### 2.2.2 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件卸载 ..... 11

#### 2.3 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件操作流程 ..... 13

##### 2.3.1 Keil C51 操作界面 ..... 13

##### 2.3.2 Keil C51 工程创建应用 ..... 18

#### 2.4 ISP 在线下载操作 ..... 26

#### 2.5 本章小结 ..... 29

### 第3章 51 单片机硬件系统及体系

#### 结构 ..... 30

#### 3.1 单片机基本结构与引脚功能 ..... 30

##### 3.1.1 单片机基本结构 ..... 30

##### 3.1.2 单片机引脚功能 ..... 33

#### 3.2 单片机存储器 ..... 35

##### 3.2.1 程序存储器 ..... 35

##### 3.2.2 数据存储器 ..... 35

#### 3.3 单片机中断系统 ..... 37

##### 3.3.1 中断定义 ..... 37

##### 3.3.2 中断系统概述 ..... 38

##### 3.3.3 中断控制 ..... 38

##### 3.3.4 中断处理 ..... 41

#### 3.4 单片机定时/计数系统 ..... 42

##### 3.4.1 定时/计数器结构及工作 原理 ..... 42

##### 3.4.2 定时/计数器特殊控制寄 存器 TMOD、TCON ..... 42

##### 3.4.3 定时/计数器工作方式 ..... 44

#### 3.5 单片机串行通信系统 ..... 47

##### 3.5.1 串行通信结构与原理 ..... 47

##### 3.5.2 串行控制与状态寄存器 ..... 47

##### 3.5.3 串行通信工作方式 ..... 49

##### 3.5.4 波特率设置 ..... 50

#### 3.6 本章小结 ..... 51

### 第4章 51 单片机 C 语言程序

#### 设计 ..... 52

#### 4.1 C 语言简介 ..... 52

#### 4.2 数据结构 ..... 53

##### 4.2.1 数据类型 ..... 53

##### 4.2.2 常量与变量 ..... 54

#### 4.3 运算符与表达式 ..... 56

##### 4.3.1 运算符分类 ..... 56

##### 4.3.2 算术运算符与表达式 ..... 56

##### 4.3.3 关系运算符与表达式 ..... 57

##### 4.3.4 逻辑运算符和表达式 ..... 57

##### 4.3.5 赋值运算符和表达式 ..... 57

##### 4.3.6 位运算符与表达式 ..... 58

#### 4.4 函数使用 ..... 58

##### 4.4.1 C 语言程序的基本结构 ..... 58

##### 4.4.2 函数定义 ..... 59

##### 4.4.3 函数调用 ..... 60

##### 4.4.4 函数的嵌套调用和递归调用 ..... 61

#### 4.5 数组与指针 ..... 63

##### 4.5.1 数组 ..... 63

##### 4.5.2 指针 ..... 64

#### 4.6 程序设计语句 ..... 66

|                  |    |                  |    |
|------------------|----|------------------|----|
| 4.6.1 选择语句 ..... | 67 | 4.6.3 转移语句 ..... | 71 |
| 4.6.2 循环语句 ..... | 69 | 4.7 本章小结 .....   | 72 |

## 第二部分 单片机基础案例实践篇

|                              |     |                              |     |
|------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| <b>第5章 单个LED点亮项目</b> .....   | 74  | 10.2 项目工作原理分析 .....          | 102 |
| 5.1 项目需求 .....               | 74  | 10.3 项目硬件电路设计 .....          | 103 |
| 5.2 项目工作原理分析 .....           | 74  | 10.4 项目软件程序设计 .....          | 104 |
| 5.3 项目硬件电路设计 .....           | 74  | 10.5 系统调试结果总结 .....          | 106 |
| 5.4 项目软件程序设计 .....           | 75  | <b>第11章 单片机控制蜂鸣器项目</b> ..... | 108 |
| 5.5 系统调试结果总结 .....           | 76  | 11.1 项目需求 .....              | 108 |
| <b>第6章 花样流水灯闪烁项目</b> .....   | 78  | 11.2 项目工作原理分析 .....          | 108 |
| 6.1 项目需求 .....               | 78  | 11.3 项目硬件电路设计 .....          | 108 |
| 6.2 项目工作原理分析 .....           | 78  | 11.4 项目软件程序设计 .....          | 109 |
| 6.3 项目硬件电路设计 .....           | 79  | 11.5 系统调试结果总结 .....          | 112 |
| 6.4 项目软件程序设计 .....           | 80  | <b>第12章 单片机串口通信项目</b> .....  | 113 |
| 6.5 系统调试结果总结 .....           | 82  | 12.1 项目需求 .....              | 113 |
| <b>第7章 单片机独立按键控制项目</b> ..... | 83  | 12.2 项目工作原理分析 .....          | 113 |
| 7.1 项目需求 .....               | 83  | 12.3 项目硬件电路设计 .....          | 114 |
| 7.2 项目工作原理分析 .....           | 83  | 12.4 项目软件程序设计 .....          | 117 |
| 7.3 项目硬件电路设计 .....           | 83  | 12.5 系统调试结果总结 .....          | 120 |
| 7.4 项目软件程序设计 .....           | 85  | <b>第13章 单片机实现4×4矩阵键</b>      |     |
| 7.5 系统调试结果总结 .....           | 88  | <b>盘控制项目</b> .....           | 122 |
| <b>第8章 单片机外部中断控制项目</b> ..... | 89  | 13.1 项目需求 .....              | 122 |
| 8.1 项目需求 .....               | 89  | 13.2 项目工作原理分析 .....          | 122 |
| 8.2 项目工作原理分析 .....           | 89  | 13.3 项目硬件电路设计 .....          | 124 |
| 8.3 项目硬件电路设计 .....           | 90  | 13.4 项目软件程序设计 .....          | 126 |
| 8.4 项目软件程序设计 .....           | 91  | 13.5 系统调试结果总结 .....          | 129 |
| 8.5 系统调试结果总结 .....           | 92  | <b>第14章 单片机实现字符型液晶</b>       |     |
| <b>第9章 数码显示技术项目</b> .....    | 94  | <b>显示项目</b> .....            | 130 |
| 9.1 项目需求 .....               | 94  | 14.1 项目需求 .....              | 130 |
| 9.2 项目工作原理分析 .....           | 94  | 14.2 项目工作原理 .....            | 130 |
| 9.3 项目硬件电路设计 .....           | 96  | 14.3 项目硬件电路设计 .....          | 133 |
| 9.4 项目软件程序设计 .....           | 97  | 14.4 项目软件设计 .....            | 133 |
| 9.4.1 数码管静态显示 .....          | 97  | 14.5 项目调试 .....              | 137 |
| 9.4.2 数码管动态显示 .....          | 99  | <b>第15章 单片机实现步进电动机</b>       |     |
| 9.5 系统调试结果总结 .....           | 101 | <b>控制项目</b> .....            | 138 |
| 9.5.1 数码管静态显示调试结果 .....      | 101 | 15.1 项目需求 .....              | 138 |
| 9.5.2 数码管动态扫描显示调试结果 .....    | 101 | 15.2 项目工作原理分析 .....          | 138 |
| <b>第10章 单片机定时控制项目</b> .....  | 102 | 15.3 项目硬件电路设计 .....          | 140 |
| 10.1 项目需求 .....              | 102 | 15.4 项目软件设计 .....            | 143 |
|                              |     | 15.5 项目调试 .....              | 145 |

## 第三部分 单片机综合案例实践篇

## 第 16 章 家用温湿度测量播报

## 系统设计 ..... 148

## 16.1 项目背景和设计意义 ..... 148

## 16.1.1 项目背景 ..... 148

## 16.1.2 项目设计意义 ..... 149

## 16.2 项目方案论证和方案选择 ..... 149

## 16.2.1 项目方案论证 ..... 149

## 16.2.2 设计方案选择 ..... 149

16.3 家用温湿度测量播报系统原理  
及功能 ..... 15016.3.1 家用温湿度测量播报系统  
工作原理 ..... 15016.3.2 家用温湿度测量播报系统  
功能分析 ..... 15016.4 家用温湿度测量播报系统硬件  
电路设计 ..... 151

## 16.4.1 单片机最小系统模块设计 ..... 151

## 16.4.2 温湿采集模块设计 ..... 152

## 16.4.3 液晶显示模块设计 ..... 154

## 16.4.4 语音播报模块设计 ..... 155

16.5 家用温湿度测量播报系统的软  
件实现 ..... 15816.5.1 单片机控制主程序软件  
设计 ..... 159

## 16.5.2 温湿采集程序设计 ..... 160

## 16.5.3 LCD 显示程序设计 ..... 161

## 16.5.4 语音播报程序设计 ..... 162

## 16.6 系统调试 ..... 163

## 16.6.1 软件调试 ..... 163

## 16.6.2 实物调试中遇到问题 ..... 164

## 16.7 总结 ..... 165

## 附件:设计的电路原理图 ..... 166

## 第 17 章 单片机实现智能充电器

## 设计 ..... 167

## 17.1 项目背景和设计意义 ..... 167

## 17.1.1 项目背景 ..... 167

## 17.1.2 设计意义 ..... 168

## 17.2 设计总体方案 ..... 168

## 17.3 智能充电器实现原理及功能 ..... 169

## 17.3.1 智能充电器实现原理 ..... 169

## 17.3.2 智能充电器的功能分析 ..... 170

## 17.4 智能充电器硬件电路设计 ..... 170

## 17.4.1 单片机最小系统设计 ..... 170

## 17.4.2 充电控制模块设计 ..... 172

## 17.4.3 供电电压模块 ..... 173

## 17.5 智能充电器软件实现 ..... 174

## 17.5.1 单片机控制主程序设计 ..... 174

## 17.5.2 充电控制程序 ..... 175

## 17.5.3 串口发送数据 ..... 176

## 17.6 系统调试和结果分析 ..... 177

## 17.6.1 电路原理图设计 ..... 177

## 17.6.2 程序调试 ..... 177

## 17.6.3 程序下载 ..... 178

## 17.6.4 结果分析 ..... 178

## 17.6.5 系统调试中所遇到问题 ..... 178

## 17.7 总结 ..... 180

## 附件:设计的电路原理图 ..... 180

## 第 18 章 无线遥控开关系统设计 ..... 182

## 18.1 项目背景及意义 ..... 182

## 18.1.1 项目背景 ..... 182

## 18.1.2 设计意义 ..... 182

## 18.2 方案论证 ..... 182

## 18.2.1 设计方案一 ..... 182

## 18.2.2 设计方案二 ..... 183

## 18.2.3 方案比较与选择 ..... 183

## 18.3 无线遥控开关系统概述 ..... 184

## 18.3.1 工作原理 ..... 184

## 18.3.2 功能分析 ..... 184

## 18.4 无线遥控开关系统硬件设计 ..... 185

## 18.4.1 发射模块 ..... 185

## 18.4.2 无线遥控开关电路设计 ..... 187

## 18.5 无线遥控开关软件设计 ..... 192

## 18.5.1 开关无线接收程序设计 ..... 192

## 18.5.2 数码显示程序设计 ..... 193

## 18.6 系统调试 ..... 194

## 18.6.1 程序编译 ..... 194

## 18.6.2 程序下载 ..... 195

## 18.6.3 调试出现的问题 ..... 195

## 18.7 总结 ..... 196

|                               |     |                             |     |
|-------------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 附件：设计的电路原理图 .....             | 196 | 20.3.5 报警指示模块设计 .....       | 220 |
| <b>第 19 章 融合物联感知与 GSM 的</b>   |     | 20.3.6 电源模块电路设计 .....       | 221 |
| <b>果园环境监测系统设计 .....</b>       | 198 | 20.4 系统软件程序设计 .....         | 222 |
| 19.1 项目说明 .....               | 198 | 20.4.1 主程序设计 .....          | 222 |
| 19.1.1 研究背景 .....             | 198 | 20.4.2 串行 EEPROM 读写程序       |     |
| 19.1.2 研究现状 .....             | 198 | 设计 .....                    | 223 |
| 19.1.3 研究内容 .....             | 199 | 20.4.3 4×4 矩阵键盘处理程序设计 ..... | 226 |
| 19.2 果园环境监测系统方案设计 .....       | 199 | 20.5 系统调试总结 .....           | 227 |
| 19.2.1 系统结构原理 .....           | 199 | 附件：系统设计的电路原理图 .....         | 227 |
| 19.2.2 系统功能分析 .....           | 201 | <b>第 21 章 红外遥控电动机转速</b>     |     |
| 19.3 果园环境远程监测系统电路             |     | <b>系统设计 .....</b>           | 229 |
| 设计 .....                      | 201 | 21.1 项目说明 .....             | 229 |
| 19.3.1 单片机最小系统 .....          | 201 | 21.1.1 研究背景 .....           | 229 |
| 19.3.2 现场端采集电路 .....          | 202 | 21.1.2 研究内容 .....           | 230 |
| 19.3.3 GSM TC35i 外围电路设计 ..... | 204 | 21.2 系统总体设计 .....           | 230 |
| 19.4 果园环境监测系统现场感知端            |     | 21.2.1 系统结构 .....           | 230 |
| 软件实现 .....                    | 207 | 21.2.2 红外遥控器工作原理 .....      | 230 |
| 19.4.1 主程序设计 .....            | 207 | 21.2.3 步进电动机工作原理 .....      | 232 |
| 19.4.2 现场端数据信息发送程序            |     | 21.3 系统硬件电路设计 .....         | 233 |
| 设计 .....                      | 208 | 21.3.1 单片机最小系统设计 .....      | 233 |
| 19.4.3 现场端数据信息接收程序            |     | 21.3.2 红外遥控器模块设计 .....      | 234 |
| 设计 .....                      | 209 | 21.3.3 步进电动机模块设计 .....      | 234 |
| 19.5 系统测试 .....               | 210 | 21.3.4 LCD 显示模块设计 .....     | 235 |
| 19.5.1 系统测试步骤 .....           | 210 | 21.4 系统软件程序设计 .....         | 236 |
| 19.5.2 测试结果分析 .....           | 211 | 21.4.1 主程序设计 .....          | 236 |
| 19.6 结论 .....                 | 211 | 21.4.2 红外遥控器解码程序设计 .....    | 236 |
| 附件：果园现场数据采集端电路原理图 .....       | 212 | 21.4.3 LCD 显示程序 .....       | 238 |
| <b>第 20 章 单片机实现电子密码锁</b>      |     | 21.4.4 步进电动机控制程序 .....      | 239 |
| <b>设计 .....</b>               | 214 | 21.5 系统调试总结 .....           | 241 |
| 20.1 项目说明 .....               | 214 | 附件：系统设计的电路原理图 .....         | 241 |
| 20.1.1 项目背景 .....             | 214 | <b>第 22 章 智能小车自动寻迹系统</b>    |     |
| 20.1.2 电子密码锁优点 .....          | 215 | <b>设计 .....</b>             | 242 |
| 20.1.3 研究内容 .....             | 215 | 22.1 项目背景和研究内容 .....        | 242 |
| 20.2 系统总体设计 .....             | 216 | 22.1.1 项目背景 .....           | 242 |
| 20.2.1 系统工作原理 .....           | 216 | 22.1.2 研究内容 .....           | 242 |
| 20.2.2 系统结构 .....             | 216 | 22.1.3 系统设计技术 .....         | 242 |
| 20.3 系统硬件电路设计 .....           | 217 | 22.2 系统电路设计 .....           | 244 |
| 20.3.1 AT89S52 单片机最小系统        |     | 22.2.1 系统工作原理 .....         | 244 |
| 设计 .....                      | 217 | 22.2.2 系统硬件电路设计 .....       | 244 |
| 20.3.2 密码存储电路设计 .....         | 218 | 22.3 系统软件设计 .....           | 250 |
| 20.3.3 4×4 矩阵键盘模块设计 .....     | 219 | 22.3.1 主程序设计 .....          | 250 |
| 20.3.4 数码管显示电路设计 .....        | 220 | 22.3.2 无线发射程序设计 .....       | 251 |

|                             |     |                           |     |
|-----------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 22.3.3 数码管动态显示程序设计 .....    | 252 | 23.4.6 温度存储子程序设计 .....    | 270 |
| 22.4 系统调试 .....             | 252 | 23.5 系统调试与总结 .....        | 272 |
| 附件: 系统设计的电路原理图 .....        | 253 | 23.5.1 系统调试 .....         | 272 |
| <b>第 23 章 红外遥控风扇控制系统</b>    |     | 23.5.2 系统总结 .....         | 273 |
| <b>设计</b> .....             | 256 | 附件: 系统设计的电路原理图 .....      | 273 |
| 23.1 项目说明 .....             | 256 | <b>第 24 章 多功能微电脑模拟电子</b>  |     |
| 23.1.1 研究背景 .....           | 256 | <b>秤设计</b> .....          | 275 |
| 23.1.2 研究方案 .....           | 256 | 24.1 项目说明 .....           | 275 |
| 23.2 系统概述 .....             | 257 | 24.1.1 项目背景 .....         | 275 |
| 23.3 系统硬件电路设计 .....         | 257 | 24.1.2 设计总体方案论证 .....     | 275 |
| 23.3.1 AT89S52 单片机最小系统      |     | 24.2 多功能微电脑电子秤实现原理 .....  | 276 |
| 设计 .....                    | 257 | 24.3 微电脑电子秤硬件电路设计 .....   | 276 |
| 23.3.2 温度传感器电路设计 .....      | 259 | 24.3.1 51 单片机最小系统 .....   | 276 |
| 23.3.3 LCD1602 显示模块设计 ..... | 262 | 24.3.2 键盘电路 .....         | 278 |
| 23.3.4 红外接收模块 .....         | 263 | 24.3.3 ADC0809 接口电路 ..... | 279 |
| 23.3.5 电动机驱动模块设计 .....      | 263 | 24.3.4 数码显示电路 .....       | 279 |
| 23.3.6 存储电路 .....           | 264 | 24.4 微电脑电子秤软件实现 .....     | 281 |
| 23.4 系统软件设计 .....           | 265 | 24.4.1 主程序设计 .....        | 281 |
| 23.4.1 主程序设计 .....          | 265 | 24.4.2 键盘控制程序设计 .....     | 282 |
| 23.4.2 温度采集子程序设计 .....      | 266 | 24.4.3 显示程序设计 .....       | 284 |
| 23.4.3 红外接收程序设计 .....       | 267 | 24.5 系统调试总结 .....         | 285 |
| 23.4.4 LCD 显示子程序设计 .....    | 268 | 附件: 系统设计的电路原理图 .....      | 285 |
| 23.4.5 电动机驱动子程序设计 .....     | 269 | <b>参考文献</b> .....         | 288 |

# 第一部分 单片机基础知识篇

单片机基础知识部分主要向读者介绍单片机技术背景和发展趋势，单片机硬件体系结构以及C语言的学习，包括使用C语言对单片机进行软件开发、Keil C51开发环境的学习和调试。对于初学者通过第一部分单片机基础知识的学习，使初学者快速掌握单片机的基本技能，为后面进一步学习单片机的应用做好基础工作。单片机基础知识部分由4章内容构成。

## 第1章 绪论

## 第2章 Keil C51 软件开发环境与 ISP 在线下载

## 第3章 51 单片机硬件系统及体系结构

## 第4章 51 单片机 C 语言程序设计

# 第1章 绪论

## 1.1 单片机技术发展趋势

单片机诞生于20世纪70年代末,经历了SCM、MCU、SoC三大阶段。单片微型计算机(Single Chip Microcomputer, SCM)阶段,主要是寻求最佳的单片形态嵌入式系统的最佳体系结构。“创新模式”获得成功,奠定了SCM与通用计算机完全不同的发展道路。微控制器(Micro Controller Unit, MCU)阶段,主要技术发展方向是不断扩展满足嵌入式应用的同时,对系统要求的各种外围电路与接口电路,突显其对系统的智能化控制能力。单片机是嵌入式系统的独立发展之路,向MCU阶段发展的重要因素,就是寻求应用系统在芯片上的最大化解决;因此,专用单片机的发展自然形成了SoC化趋势,详细的发展阶段如下:

1974年12月,美国仙童(Fairchild)公司推出了世界上第一台8位单片机F8。单片机的发展过程分为以下几个发展阶段。

第一代单片机(1974~1976年):

单片机发展的起步阶段。集成度也较低,并且采用了双片形式。代表产品有Fairchild公司的F8和Mostek公司的3870等。

第二代单片机(1976~1978年):

这是单片机的发展阶段。最典型的产品有Intel公司的MCS-48系列单片机。

第三代单片机(1979~1982年):

这是8位单片机的成熟阶段。代表产品有Intel公司的MCS-51系列机、Motorola公司的MC6801系列机、Zilog公司的Z8系列机等。

第四代单片机(1983年以后):

1983年以后是16位单片机和8位高性能单片机并行发展的时代。随着微电子技术、IC设计、EDA工具的发展,基于SoC的单片机应用系统设计会有较大的发展。因此,对单片机的理解可以从单片微型计算机、单片微控制器延伸到单片应用系统。

目前,单片机正朝着多功能、多选择、高速度、低功耗、低价格、扩大存储容量和加强I/O功能以及结构兼容方向发展,单片机的发展趋势具体体现在以下4个方面:

(1) 多功能 在单片机中尽可能多的将应用系统所需要的存储器、各种功能的I/O口都集成在一块芯片内,即外围器件内装化,如把LED、LCD和VFD显示驱动器集成在单片机中,如把A-D、D-A以及多路模拟开关和采样/保持器也集成在单片机中。

(2) 高性能 精简指令集计算机(Reduced Instruction Set Computer, RISC)是计算机中央处理器的一种设计模式。使用RISC体系结构、并行流水线操作和DSP等设计技术,使单片机的指令运行速度得到大大提高,其电磁兼容等性能明显优于同类型的微处理器。

(3) 全盘CMOS化 单片机采用两种半导体工艺生产,HMOS工艺即高密度短沟道MOS工艺;CHMOS工艺即互补金属氧化物的HMOS工艺,如8051的功耗为630mW,而

80C51 的功耗仅为 120mW。从第三代单片机起开始淘汰非 CMOS 工艺。

(4) 推行串行扩展总线 显著减少引脚数量, 简化系统结构。随着外围器件串行接口的发展, 单片机串行接口的普遍化、高速化使得并行扩展接口技术日渐衰退。推出了删去并行总线的非总线单片机, 需要外扩器件 (存储器、I/O 等), 采用串行扩展总线, 甚至用软件虚拟串行总线来实现。

另外单片机具体的功能体现在如下几个方面:

- (1) 4 位、8 位、16 位、32 位单片机共存, 并各有自己的生存空间。
- (2) CPU 功能不断增强、运行速度不断提高。
- (3) 内部资源增多, 增加存储器容量、片内外设如 A-D、D-A、LED/LCD 驱动、PWM 等。
- (4) 引脚的多功能化。
- (5) 低电压和低功耗。
- (6) 结合 ASIC 和 RISC 技术, 使单片机的应用范围进一步扩大。

## 1.2 单片机技术定义以及应用

### 1.2.1 单片机技术定义

单片机的定义: 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)、随机存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、多种 I/O 口、中断系统、定时器/计时器等功能 (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计算机系统。

单片机的类型和型号比较多, 目前使用比较广的单片机有 MCS-51 系列、AVR、PIC、MSP430 等。而 51 系列是应用最广泛的, 也是最容易入门的、最有代表性的, 常用的型号有 STC89XXX、AT89XXX、P89XXX 等。51 系列都采用 8051 内核, 因此不同厂家的 51 单片机几乎互相兼容。由于 STC 单片机具备诸多优点, 因此市场份额最大, 用得最广。AVR 单片机的速度比较快, 性能比 51 单片机高, 但价格也较高。各种类型单片机都是相通的, 只要学好任何一种类型单片机, 其他单片机的学习通过芯片使用手册可以做到举一反三, 掌握速度也是非常快的。

### 1.2.2 单片机应用

随着近几年 IT 技术的迅猛发展, 使得 IT 产业在工业、农业、国防科研及日常生活各个领域均显示了日益旺盛的生命力。在国内, 20 多年来, 微型机不断地更新换代, 新的产品层出不穷。在微机的大家族中, 近年来单片微型计算机以其低价位、高性能的特点异军突起, 发展极为迅速, 应用十分广泛。目前, 单片机技术已经普及到我们生活、工作、科研等各个领域, 已经发展成为一种比较成熟的技术。而单片机的应用提高了机电设备的技术水平和自动化程度, 对各行各业的技术改造和产品更新换代起到了重要的推动作用。

#### 1. 单片机特别适用于机、电、仪一体化的智能化产品

在各类仪器仪表中 (包括医疗器械、色谱仪、温度、湿度、流量、流速、电压、频率、

功率、长度、硬度、元素测定等)引入单片机,使仪器仪表数字化、智能化、微型化等功能大大提高。

## 2. 单片机在工业控制中的应用

## 3. 单片机在通信方面的应用

单片机成功地应用于玩具、游戏机、充电器、按摩器、IC 卡电话、IC 卡水表、IC 卡煤气表、IC 卡电能表、流量温控仪表、家庭自动化、电子锁、电子秤、步进电机、防盗报警、电子日历时钟等日常生活的产品中。

## 4. 计算机外部连接设备

图形终端、彩色黑白复印机、软盘及硬盘驱动器、磁带机、打印机的内部都采用单片机进行控制。

不难发现单片机是一个万能器件,它可以完成很多设备的控制工作,尤其对于初学者很想以最快的速度学会单片机并设计一块由单片机控制的电子系统,这里给读者展示一些由单片机完成的一些简单的电子系统供初学者对单片机后续的学习有个基础的认识。

图 1-1 是一个用单片机控制 GSM TC35i 实现远程空气和土壤温湿度监测系统,针对传统果苗生长环境信息获取科学度低、时效性差等不足,将物联网感知与 GSM 技术应用到果苗生长环境监测系统中。通过对果苗生长所需的空气和土壤温湿度信息进行采集,利用 GSM TC35i 模块,以短消息的方式实现数据远程传输,实时将采集的信息发送到果农手机端,有利于减轻果农劳动强度、提高果苗生长品质,这是一个应用于农业生产的案例。



图 1-1 无线温湿度采集终端

图 1-2 是一个利用单片机技术采用语音芯片 ISD1420 实现温湿采集播报系统,系统硬件电路主要由单片机最小系统模块、液晶显示模块、温度传感器模块、语音芯片模块构成;软件设计在 keil 仿真环境下采用 C 语言编程。设计的温湿播报系统能够在液晶屏上显示测量的温度和湿度,同时可以语音播报,实用性和可靠性强。这是一个应用日常生活或者环境监测方面的案例。

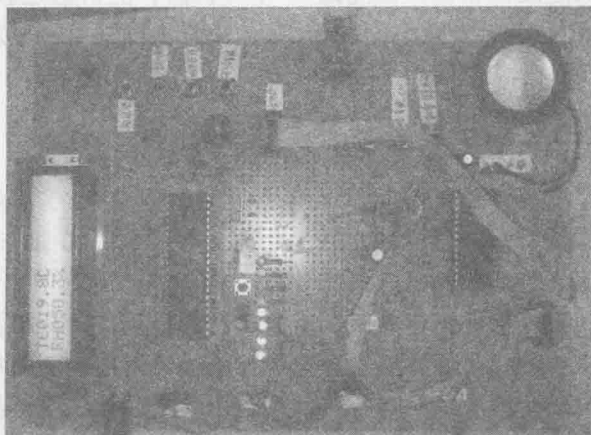


图 1-2 家用温湿测量播报系统实物图

图 1-3 是一个采用单片机利用无线通信技术设计的一款两通道无线遥控开关系统,系统硬件由发射模块和接收模

块两部分构成,其中发射模块采用 PT2262 进行编码发射,接收模块由 PT2272 解码电路、电源电路、数码显示电路和继电器控制电路构成;软件系统采用 C 语言编程,实现两通道遥控开关系统,这是一个应用于无线通信方面的案例。

图 1-4 是一个利用单片机采用 MAX1898 充电芯片的一款智能充电器系统。系统硬件电路主要有单片机最小系统、充电控制模块、供电电压模块和报警模块构成;软件系统利用单片机 T0 定时器,采用 C 语言编程。系统具有预充、充电保护、自动断电和充电完成报警提示功能,避免了由于过电压充电对电池造成的损害,保护电池。这是一个应用于智能化仪器方面的案例。

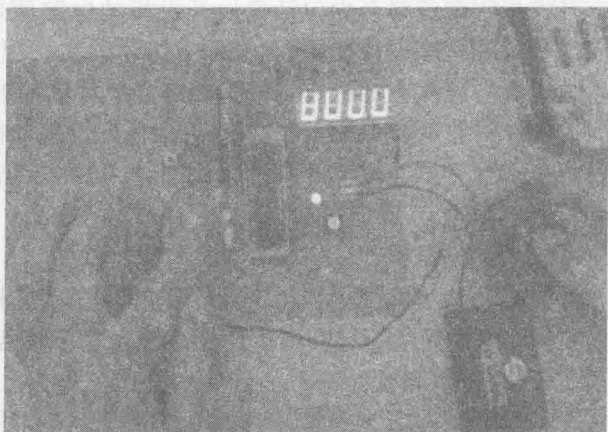


图 1-3 无线遥控开关系统设计

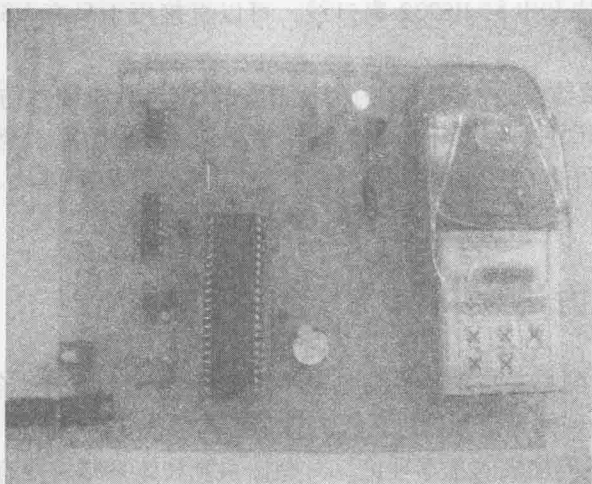


图 1-4 智能充电器的实物图

从上述 4 个简单的案例介绍中看出,单片机的应用非常广泛,同时学好单片机可以解决很多电子系统的控制问题,所以要求读者只要静下心来慢慢地将整本书仔细阅读,你就会发现单片机技术一点都不难,你一定可以设计出一套符合设计要求的单片机控制系统。

### 1.3 单片机开发板简介

单片机初学者手上最好有一块单片机开发板,这样才能将学到的单片机知识理论与实践相结合,才能真正学好单片机。一般单片机的开发板价格不是很贵,以 200 ~ 300 元的单片机开发板最为适宜,只要单片机开发板功能强大,可以帮助初学者学习单片机的外围电路,

熟悉单片机各种硬件电路和锻炼单片机软件编程。另外,开发板所附带的文件资料非常重要,开发板附赠资料至少包括整块开发板的电路原理图(原理图方便设计者读懂电路并进行二次开发和程序设计使用),还需有丰富的实例程序和各种开发软件,这样对于初学者入门单片机学习速度会加快。本书第二部分单片机基础案例实践篇中,单片机案例调试均在广州研展电子科技有限公司的 YZ200 单片机开发板和杭州晶控电子有限公司的 51 单片机综合开发板上进行调试。这里介绍一般 51 开发板系统的需求和系统主要特点如下:

### 1. 单片机学习系统需求

系统软硬件需求:

计算机一台(奔腾级以上的家用电脑即可,要求不苛刻);51 单片机开发板一套  
Windows98/ME/XP/2003/7 操作系统,最小硬盘空间为 80MB。

主要硬件接口功能说明:

RS232 串口:用于仿真操作(如无串口,可以用 USB 转 RS232 串口线)。

USB 口:提供 51 单片机系统电源。

### 2. 51 单片机开发板系统特点

- 1) 编程、实验、仿真功能,具有 40 引脚和 20 引脚外扩仿真接口。
- 2) 串口通信,支持 USB 转 RS232 串口线,可以直接用于只有 USB 口的便捷式计算机或台式计算机。
- 3) 配有 40Pin 外接仿真头,可以作为一台独立的 51 单片机硬件仿真器使用,通过 Keil 软件配合,即可对外部硬件以及板上资源实现单步调试,设置断点,全速执行等功能。
- 4) 开放性设计,可扩接任意功能的外围模块,如温度传感模块、语音录音芯片模块等。

## 1.4 单片机学习方法

学好单片机最有效的方法与途径关键在于是否将理论与实践相结合,多看书,多动手,多实践,这样才能将学到的理论知识进行深刻地理解与掌握。

(1) 多看书:学好单片机的基本理论,对硬件系统和体系结构要有一定的了解。

(2) 多动手、多实践:单片机是一门非常实用的课程,只看书是绝不能学好单片机的,要做到理论与实践并重。最好有一块功能比较全的开发板,通过在开发板上多编程,多做实验,只有不断训练,才能深入学习好单片机。

本书突破传统教科书“教条式”的学习模式,通过案例驱动采用理论与实践结合方式的学习模式,遵循由浅入深、删繁就简、理论联系实际的原则,使初学者可以在很短的学习周期内对单片机基础知识及应用快速掌握,快速进入单片机世界的大门。

## 1.5 本章小结

本章主要对单片机技术进行概述,主要从单片机技术的发展状况及应用两个方面进行阐述,读者通过阅读一些单片机开发案例了解单片机,最后针对初学者如何在较短的学习周期内掌握单片机给出一些学习意见,为后续单片机知识的学习打好基础。

## 第2章 Keil C51 软件开发环境与 ISP 在线下载

### 2.1 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件介绍

51 单片机的开发除了需要硬件的支持,同样需要软件的支持,CPU 执行的是机器码,而用汇编语言或者 C 语言等高级语言编写的程序必须转换为机器码才能被 CPU 执行,通过编译软件如 Keil C51 编译器可以把用 C 或者汇编编写的源程序转换为机器码供 CPU 执行。本章重点介绍了比较实用的 Keil C51 编译器。Keil C51 软件是众多单片机应用开发的优秀软件之一,它集编辑、编译、仿真于一体,支持汇编、C 语言的程序设计,界面友好,易学易用。图 2-1 为启动 Keil C51 V9.00 版本既  $\mu$ V4 的屏幕图。



图 2-1 启动 Keil C51 的屏幕图

### 2.2 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件安装与卸载

#### 2.2.1 Keil C51 $\mu$ Vision4 软件安装

通过网络下载 Keil C51  $\mu$ Vision4 的安装软件 `CS1V901.exe` 以及许可号生成器软件 `KEILUC.exe`,若 PC 机安装的操作系统为 win2003/xp/2000/9x,则可

以直接双击 `CS1V901.exe` 安装软件,若操作系统为 VISTA/win7 系统则选择以管理员身份运行,操作过程如图 2-2 所示。

若软件安装后无法注册,则可以在开机运行进入系统之前按住 F8 按键,进入系统安全模式,在安全模式下安装和注册 Keil 软件,软件安装和注册过程如下:

双击运行后进入 Keil C51  $\mu$ Vision4 编译器的安装界面如图 2-3 所示,鼠标单击 next 进入。

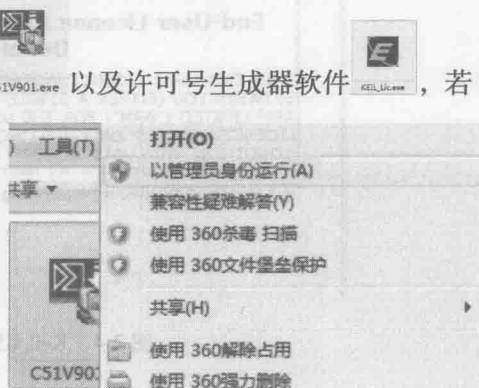


图 2-2 VISTA/win7 系统下运行 C51  $\mu$ Vision4