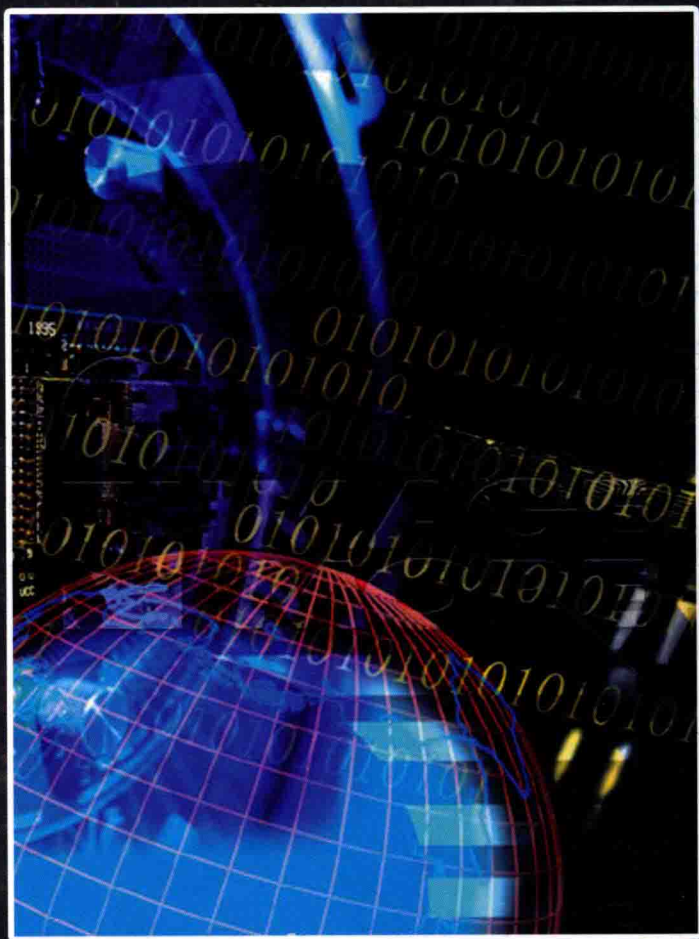


普通高等教育“十三五”规划教材

单片机原理与应用技术

DANPIANJI YUANLI YU YINGYONG JISHU

《单片机原理与应用技术》编写组 编写



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育“十三五”规划教材

单片机原理与应用技术

《单片机原理与应用技术》编写组 编写

中国铁道出版社

ISBN 978-7-113-17513-8

中国铁道出版社

中国铁道出版社

ISBN 978-7-113-17513-8
定价：39.00元

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机为例介绍单片机的工作原理、基本应用及开发技术。主要内容包 括：单片机基础知识、MCS-51 单片机硬件系统、单片机并行 I/O 端口应用及 C51 语言编程、单片机显示和输入模块、单片机中断系统与定时器/计数器、单片机的数-模与模-数转换、单片机串行接口及通信、串行总线技术、单片机应用系统设计等。

本书体系结构严谨、内容系统全面、通俗易懂、图文并茂、易教易学。全书以 C51 编程语言作为贯穿全书各章节的主线，并将单片机仿真软件 Proteus 和 C51 编译软件 Keil 的用法与之紧密衔接。

本书适合作为普通高等院校电子、通信、自动化、计算机等信息工程类相关专业的教材，也可供具有 C 语言基础的单片机初学者，以及从事单片机技术应用与研究的专业技术人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与应用技术 / 《单片机原理与应用技术》

编写组编写. —北京：中国铁道出版社，2017. 2

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-113-22712-8

I. ①单… II. ①单… 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 (2017) 第 012309 号

书 名：单片机原理与应用技术

作 者：《单片机原理与应用技术》编写组 编写

策划编辑：周海燕 李露露

读者热线：(010) 63550836

责任编辑：周海燕

编辑助理：绳 超

封面设计：刘 颖

封面制作：白 雪

责任校对：张玉华

责任印制：郭向伟

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市西城区右安门西街 8 号）

网 址：<http://www.51eds.com>

印 刷：三河市宏盛印务有限公司

版 次：2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷

开 本：787 mm × 1 092 mm 1/16 印张：13 字数：310 千

书 号：ISBN 978-7-113-22712-8

定 价：36.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社教材图书营销部联系调换。电话：(010) 63550836

打击盗版举报电话：(010) 51873659

前言

FOREWORD

单片机技术以其实用性强、应用领域广和简单易学等特点,几乎成为每个电子及电子信息工程师都必须掌握的一种技术。另外,从学科发展角度来看,单片机原理与应用是一门比较基础的应用型课程,是软、硬件相结合的一个初级平台,同时也是学习嵌入式及 DSP(数字信号处理)等高起点课程的基础。

本书主要针对有 C 语言基础的单片机初学者,从解决基本问题着手,重基础、重实践,具有内容系统全面、通俗易懂、图文并茂、易教易学的特点。本书从最基本的应用开始,通过实例并结合仿真调试软件的使用逐步引导,使读者能够真正掌握单片机基本硬件电路的设计、C51 程序的设计以及编译与仿真软件(书中由 Proteus 软件绘制的电路图形符号与国家标准符号不一致,二者对照关系详见附录 A)的使用等基础知识和技能,从而为以后的提高打下良好的基础。

本书由 9 章组成,每章的内容概要如下:

第 1 章介绍了单片机的发展史、单片机的分类、MCS-51 单片机的型号、单片机常用封装、单片机的命名规则、单片机的应用领域。同时强调单片机的学习方法和学习单片机必备的基础知识,并详细介绍了单片机系统开发的软件环境和仿真平台的搭建过程。

第 2 章介绍了 MCS-51 单片机最小系统的组成,包括单片机的外部引脚功能、内部结构、时钟电路和复位电路。详细阐述了单片机的程序存储器和数据存储器的地址分配、特殊功能寄存器的功能及头文件的使用。

第 3 章介绍了在学习标准 C 语言时常被忽视而在单片机编程中又经常使用的一些基本知识,对单片机的并行 I/O 端口技术进行了介绍,并介绍了单片机控制 LED 闪烁的编程方法。

第 4 章介绍了以最常用的外围设备扩展单片机 I/O 端口的应用方法,介绍了 LED 数码管、LED 点阵屏、LCD 液晶等显示模块,还介绍了键盘输入设备的电路设计。

第 5 章介绍了中断的基本概念,单片机中断系统的硬件结构和工作原理、相关寄存器的应用及外部中断的应用。此外,还介绍了单片机片内的定时器/计数器的结构和工作方式及定时器/计数器的应用。

第 6 章介绍了 D/A 转换器和 A/D 转换器的工作原理,并以 DAC0832 和 ADC0809 芯片为例介绍了单片机如何控制 D/A 转换器或者 A/D 转换器进行模拟量和数字量之间的转换。

第 7 章介绍了异步通信、同步通信、波特率和电平等串行通信的基本概念,以及 51 单片机中串行接口的相关寄存器和程序编写的流程,还介绍了单片机双机通信、单片机与 PC 通信、蓝牙通信和 Wi-Fi 通信等串行接口的应用实例。

第 8 章介绍了 I²C 总线技术、SPI 总线技术和单总线技术等串行总线技术,并以简单的示例介绍了通过串行接口对单片机进行外围扩展的方法。

第 9 章介绍了单片机应用系统的构成、设计步骤、设计方法,并详细介绍了交通灯的模拟控制设计、简易波形发生器设计、温度的测量与报警系统设计等设计实例。

本书由厦门大学嘉庚学院《单片机原理与应用技术》编写组编写,编写组成员均为多年从事大学单片机课程教学的教师,具有丰富的教学及单片机系统研发实践经验。书中很多编写

素材均来自教学或研发项目，具有很强的实用性。各章的编写分工如下：第1、2章由刘萍编写，第3章由张思民编写，第4章由纪艺娟编写，第5章由任欢编写，第6、8章由陈炳飞编写，第7章由高凤强编写，第9章由周朝霞编写，全书由张思民负责最后统稿。

本书例题源程序可以在中国铁道出版社网站 (<http://www.51eds.com>) 或编者网站空间 (<http://1140793510.qqzone.qq.com/2>) 下载。

由于时间仓促，加之编者水平有限，疏漏与不妥之处在所难免，恳请专家和读者批评指正。

《单片机原理与应用技术》编写组

2016年12月

本书共分9章，第1章介绍单片机的组成、性能、应用及发展趋势；第2章介绍单片机的引脚、内部结构及工作原理；第3章介绍单片机的指令系统；第4章介绍单片机的中央处理器；第5章介绍单片机的总线系统；第6章介绍单片机的并行接口；第7章介绍单片机的串行接口；第8章介绍单片机的实时时钟；第9章介绍单片机的低功耗模式。本书可作为高等院校电子信息类、计算机类及相关专业的教材，也可供从事单片机工作的工程技术人员参考。

| | | | |
|---|----|---------------------------------------|----|
| 第 1 章 单片机基础知识 | 1 | 3.2 单片机 C51 语言程序 | 32 |
| 1.1 初识单片机 | 1 | 3.2.1 单片机 C51 语言程序的结构 与数据类型 | 32 |
| 1.1.1 单片机的发展历程 | 1 | 3.2.2 单片机 C51 语言中的 位运算 | 35 |
| 1.1.2 单片机的分类 | 2 | 3.3 I/O 端口应用设计 | 41 |
| 1.1.3 MCS-51 系列单片机 | 2 | 3.3.1 单片机 I/O 端口控制发光 二极管原理 | 41 |
| 1.1.4 单片机的应用领域 | 3 | 3.3.2 LED 的流水灯控制设计 | 42 |
| 1.2 如何学好单片机及单片机系统 开发 | 4 | 3.3.3 P1 口输入, P0 口输出功能的 控制设计 | 48 |
| 1.2.1 学习单片机前的必备 知识 | 4 | 3.3.4 P2 口输出功能的控制 设计 | 49 |
| 1.2.2 单片机系统开发的软件 环境搭建 | 5 | 小结 | 51 |
| 1.2.3 单片机系统开发仿真平台的 搭建 | 12 | 习题 | 51 |
| 小结 | 14 | 第 4 章 单片机显示和输入模块 | 52 |
| 习题 | 15 | 4.1 LED 数码管 | 52 |
| 第 2 章 MCS-51 单片机硬件系统 | 16 | 4.1.1 数码管的工作原理 | 52 |
| 2.1 MCS-51 单片机的最小系统 | 16 | 4.1.2 数码管的接口控制 | 53 |
| 2.1.1 MCS-51 单片机外围引脚 及内部结构 | 16 | 4.1.3 数码管的应用电路 | 56 |
| 2.1.2 时钟电路 | 19 | 4.2 LED 点阵屏 | 59 |
| 2.1.3 复位电路 | 20 | 4.2.1 点阵屏的工作原理 | 59 |
| 2.2 点亮二极管实例 | 20 | 4.2.2 点阵屏的应用电路 | 61 |
| 2.2.1 存储器 | 21 | 4.2.3 点阵屏的扩展实例 | 63 |
| 2.2.2 头文件 | 26 | 4.3 LCD1602 字符型液晶显示 | 66 |
| 小结 | 27 | 4.3.1 LCD 液晶简介 | 66 |
| 习题 | 27 | 4.3.2 LCD1602 字符型液晶的 应用控制 | 67 |
| 第 3 章 单片机并行 I/O 端口应用及 C51 语言编程 | 28 | 4.3.3 LCD1602 字符型液晶的 应用实例 | 72 |
| 3.1 单片机并行 I/O 端口 | 28 | 4.4 键盘设计 | 77 |
| 3.1.1 并行 I/O 端口结构及 功能 | 28 | 4.4.1 独立按键介绍 | 77 |
| 3.1.2 I/O 端口的工作原理 | 28 | 4.4.2 独立式键盘的应用 | 78 |

| | | | |
|---------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 4.4.3 矩阵式键盘的应用 | 80 | 习题 | 116 |
| 小结 | 84 | 第7章 单片机串行接口及通信 | 117 |
| 习题 | 84 | 7.1 串行通信概述 | 117 |
| 第5章 单片机中断系统与定时器/ | | 7.1.1 异步通信和同步通信 | 117 |
| 计数器 | 86 | 7.1.2 串行通信的数据传送 | |
| 5.1 中断技术概述 | 86 | 方向 | 118 |
| 5.1.1 89C51 的中断系统结构 | 87 | 7.1.3 串行通信的波特率 | 119 |
| 5.1.2 中断响应 | 90 | 7.1.4 单片机串行通信的标准 | 119 |
| 5.1.3 中断服务函数的设计 | 90 | 7.1.5 单片机串行通信线的 | |
| 5.1.4 外部中断的应用 | 91 | 连接 | 121 |
| 5.2 单片机定时器/计数器 | 95 | 7.2 8051 单片机的串行接口 | 122 |
| 5.2.1 计数定时原理 | 95 | 7.2.1 串行接口的结构 | 122 |
| 5.2.2 定时器/计数器的结构 | 96 | 7.2.2 串行通信的控制寄存器 | 122 |
| 5.2.3 定时器/计数器的控制 | | 7.2.3 单片机串行接口的工作 | |
| 寄存器 | 96 | 方式 | 124 |
| 5.2.4 定时器/计数器的 4 种 | | 7.2.4 51 单片机串行接口的编程 | |
| 工作方式 | 97 | 流程 | 127 |
| 5.2.5 定时器/计数器的应用 | 99 | 7.3 基于串行接口的有线通信 | 130 |
| 小结 | 103 | 7.3.1 单片机双机通信 | 130 |
| 习题 | 103 | 7.3.2 单片机与 PC 通信 | 135 |
| 第6章 单片机的数-模与模-数 | | 7.4 基于串行接口的无线通信 | 138 |
| 转换 | 105 | 7.4.1 蓝牙通信 | 138 |
| 6.1 D/A 转换器 | 105 | 7.4.2 Wi-Fi 通信 | 144 |
| 6.1.1 D/A 转换原理 | 105 | 小结 | 153 |
| 6.1.2 D/A 转换器的主要性能 | | 习题 | 153 |
| 指标 | 106 | 第8章 串行总线技术 | 154 |
| 6.1.3 DAC0832 的使用 | 106 | 8.1 I ² C 总线技术 | 154 |
| 6.1.4 D/A 转换的编程和仿真 | 107 | 8.1.1 I ² C 总线简介 | 154 |
| 6.2 A/D 转换器 | 110 | 8.1.2 I ² C 总线的通信规程 | 155 |
| 6.2.1 A/D 转换器概述 | 110 | 8.1.3 AT24C02 的使用 | 157 |
| 6.2.2 逐次逼近式 A/D 转换器的 | | 8.1.4 编程实现对 AT24C02 的 | |
| 转换原理 | 110 | 读/写 | 158 |
| 6.2.3 A/D 转换器的主要性能 | | 8.2 SPI 总线技术 | 163 |
| 指标 | 111 | 8.2.1 SPI 总线简介 | 163 |
| 6.2.4 ADC0809 的使用 | 111 | 8.2.2 SPI 芯片 X5045 的使用 | 163 |
| 6.2.5 A/D 转换的编程和仿真 | 112 | 8.2.3 编程实现对 X5045 的 | |
| 小结 | 115 | 读/写 | 165 |

| | | | |
|------------------------------------|-----|----------------------|-----|
| 8.3 单总线技术 | 168 | 9.1 单片机应用系统构成 | 174 |
| 8.3.1 单总线技术简介 | 168 | 9.2 设计步骤 | 175 |
| 8.3.2 单总线芯片 DS18B20 的 使用 | 168 | 9.3 应用设计举例 | 176 |
| 8.3.3 编程实现对 DS18B20 的 读/写 | 169 | 9.3.1 交通灯的模拟控制 | 176 |
| 小结 | 173 | 9.3.2 简易波形发生器 | 182 |
| 习题 | 173 | 9.3.3 温度的测量与报警 | 189 |
| 第9章 单片机应用系统设计 | 174 | 小结 | 197 |
| | | 习题 | 197 |
| | | 附录 A 图形符号对照表 | 199 |

第1章 单片机基础知识

为了能对单片机有宏观的认识，并能快速上手，需要了解单片机的发展史、常用型号、常见应用领域等；需要掌握一套学习单片机的方法；需要掌握单片机软件开发流程。

1.1 初识单片机

单片机是单片微型计算机的简称，英文缩写为 MCU (Micro Controller Unit)，是一种超大规模集成电路芯片。它集成了微型计算机中的 CPU、ROM、RAM、I/O、定时/计数等功能，是芯片级的完整的数字式计算机。

1.1.1 单片机的发展历程

美国 Intel 公司在 1971 年推出了 4 位单片机 4004；1972 年推出了 8 位单片机 8008。特别是在 1976 年推出 MCS-48 单片机以后，其发展速度大约每三四年更新一代、集成度增加一倍、功能翻一番。以 8 位单片机的推出为起点，单片机的发展大致可分为 4 个阶段。

1. 单片机初级阶段 (1976 年—1978 年)

这个阶段以 Intel 公司 MCS-48 为代表，单片机内部集成了 8 位 CPU、I/O 接口、8 位定时器/计数器，寻址范围不大于 4 KB，有简单的中断功能，但无串行接口。

2. 单片机完善阶段 (1978 年—1982 年)

这个阶段的单片机普遍带有串行 I/O 接口、有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器，片内集成的 RAM、ROM 容量加大，寻址范围可达 64 KB。单片机片内还集成了 A/D (模-数) 转换接口。典型代表有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等。

3. 单片机发展阶段 (1982 年—1992 年)

许多半导体公司和生产厂以 MCS-51 的 8051 为内核，推出了满足各种嵌入式应用的多种类型和型号的单片单片机。这个阶段的单片机普遍集成了 ADC (模-数转换器)、PWM (脉冲宽度调制)、WDT (把关定时器，俗称“看门狗”)、EPROM (可擦可编程只读存储器)、EEPROM (电可擦可编程只读存储器)、串行接口等。一些公司面向更高层次的应用，推出了 16 位的单片机，比较典型的有 Intel 公司的 MCS-96 系列单片机。

4. 单片机百花齐放阶段 (1992 年至今)

这个阶段单片机发展的显著特点是通过更先进的技术来提高单片机的综合品质，如提高 I/O 口的驱动能力、增加抗静电和抗干扰措施、宽 (低) 电压低功耗等。同时，面对不同的应用对象，不断推出适合不同领域要求的单片机系列，如开发更多的专用型单片机，以满足低成本、资源利用率高、系统外围电路少、可靠性高等需求。

1.1.2 单片机的分类

1. 按用途分类

按用途分,单片机可分为通用型和专用型两大类。通用型单片机就是其内部可开发的资源(如存储器、I/O等各种外围功能部件等)可以全部提供给用户,本书介绍的对象就是通用型单片机 MCS-51;专用型单片机是针对一类产品甚至是某一个产品设计生产的,例如为了满足电子体温计的要求,在片内集成 ADC 接口等功能的温度测量、控制电路。

2. 按字长分类

字长是指 CPU 并行处理数据的位数,主要分为 4 位、8 位、16 位和 32 位单片机。4 位单片机结构简单,价格便宜,适合用于控制单一的小型电子类产品,如 PC(个人计算机)用的鼠标;8 位单片机是目前品种最为丰富、应用最为广泛的单片机,具体又分为 51 系列和非 51 系列,本书将详细介绍 MCS-51 系列单片机的使用;16 位单片机操作速度及数据吞吐能力在性能上比 8 位单片机有较大提高,比较典型的有 TI 的 MSP430 系列、凌阳的 SPCE061A 系列、Motorola 的 68HC16 系列、Intel 的 MCS-96/196 系列等;32 位单片机运行速度和功能与 51 单片机相比,有了更大的提高,随着技术的发展和价格的下降,32 位单片机将会与 8 位单片机并驾齐驱。

1.1.3 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机有很多型号的产品,表 1.1 列出 Intel 公司、Philips 公司、Atmel 公司、SST 公司、Cygna1 公司、STC 公司生产的 MCS-51 系列单片机产品,供读者参考。因为这些企业生产的都是 51 内核的单片机,它们的结构、引脚和封装基本相同,主要的差别体现在存储器的配置上,所以只要学会了其中一款,其他单片机的操作可以举一反三。

表 1.1 MCS-51 系列单片机产品

| 公 司 | 产 品 |
|---------|---|
| Intel | 80(C)51、87(C)51、80(C)52、87(C)52 等 |
| Philips | P87LPC762、P87LPC764、P87LPC767、P87LPC768 等 |
| Atmel | AT89C51、AT89C52、AT89C53、AT89C55、AT89S51 等 |
| SST | SST89C54、SST89C58、SST89E554、SST89E564 等 |
| Cygna1 | C8051F005、C8051F020、C8051F022、C8051F024 等 |
| STC | STC12C5A08S2、STC12C5A16S2、STC12C5A60S2 等 |

1. 单片机的封装

了解单片机的外形,首先需要掌握其封装情况。图 1.1 所示为常用单片机的封装形式:PDIP(直插封装)形式、TQFP(贴片,引脚向外侧伸展)形式、PLCC(贴片,引脚向内折起)形式等。

2. 单片机的命名规则

比较单片机性能或选用单片机型号时,需要了解单片机的命名规则。不同厂商的单片机的命名规则略有不同,但在每款单片机的数据手册中都可以查到,可以通过网络查找各单片机的数据手册。下面以 STC 单片机 STC12C5A60S2-35C-PDIP40 为例,阐述各参数的意义。

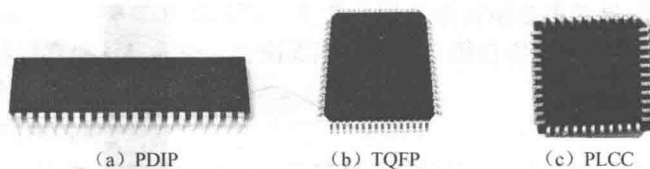


图 1.1 常用单片机的封装形式

(1) STC: 指的是产品的公司名。

(2) 12: 表示产品的系列。STC 单片机有 89、90、10、11、12、15 这几个大系列, 每个系列都有自己的特点。89 系列是老旧而传统的单片机, 可以和 AT89 系列完全兼容; 90 系列是基于 89 系列的改进型产品系列; 10 系列和 11 系列是有着便宜价格的 1T 单片机; 12 系列是增强型功能的 1T 单片机, 同样工作频率下, 速度是普通 8051 的 8 ~ 12 倍, 目前 12 系列是主流产品; 15 系列是 STC 公司最新推出的产品。

(3) C: 这个位置一般是用来表示单片机工作电压的。如果是 C 则表示单片机的工作电压是 3.3 ~ 5.5 V; 如果是 LE 则表示单片机的工作电压是 2.2 ~ 3.6 V。

(4) 5A: 表示 RAM 是 1 280 B。

(5) 60: 表示程序空间的大小。08 是 8 KB, 16 是 16 KB, 20 是 20 KB, 32 是 32 KB, 40 是 40 KB, 48 是 48 KB, 52 是 52 KB, 60 是 60 KB, 62 是 62 KB。

(6) S2: 此处 S2 字样, 表示有第二串口, 有 A/D 转换, 有 PWM, 有内部 EEPROM; 此处若是 AD 字样, 表示无第二串口, 有 A/D 转换, 有 PWM, 有内部 EEPROM; 此处若是 PWM 字样, 表示无第二串口, 无 A/D 转换, 有 PWM, 有内部 EEPROM。

(7) 35: 表示工作频率可达 35 MHz。

(8) C: 表示工作温度范围。I 表示工作温度为工业级, $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$; C 表示工作温度范围为商业级, $0 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 。

(9) PDIP: 表示单片机的封装类型。

(10) 40: 表示单片机的引脚数。

1.1.4 单片机的应用领域

在日常生活中可以随处看到单片机的应用产品, 简单的玩具、小家电; 复杂的工业控制系统、智能仪表、电器控制机器人、个人通信的信息终端、机顶盒等, 下面从四方面进行简单阐述。

1. 智能仪表

智能仪表结合不同类型的传感器, 可实现诸如电压、电流、功率、频率等物理量的测量, 如图 1.2 所示的电压、频率测量仪表。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化。

2. 工业控制

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统, 如图 1.3 所示的电梯智能化控制系统, 又如各种液位、压力、温度等报警系统。

3. 家用电器

现在的智能家电大都采用了单片机控制, 如图 1.4 所示的空调装置, 又如电饭煲、洗衣机、电冰箱、电视机、电子秤等各种产品, 包罗万象。

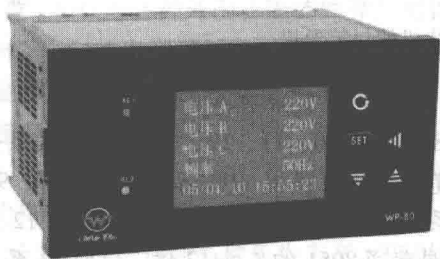


图 1.2 电压、频率测量仪表

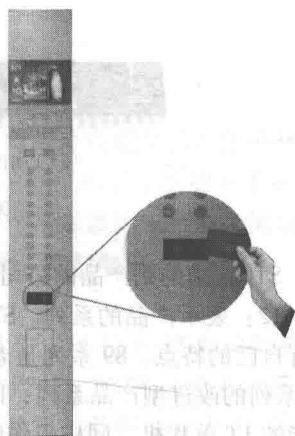


图 1.3 电梯智能化控制系统

4. 计算机网络和通信领域

具备通信接口的单片机可以很方便地与计算机进行数据通信，为此单片机在通信领域得到了广泛应用，如图 1.5 所示的对讲机。又如，手机、电话机、小型程控交换机、列车无线通信系统、楼宇自动通信呼叫系统等。

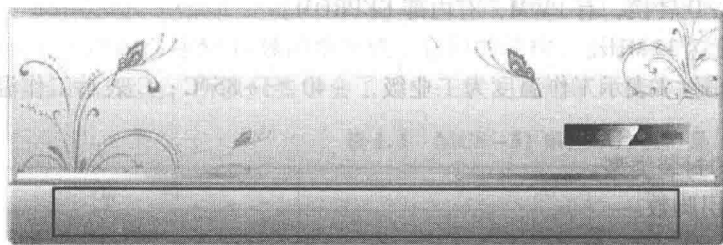


图 1.4 空调装置



图 1.5 对讲机

1.2 如何学好单片机及单片机系统开发

单片机是一门实用技术，要学好它，没有捷径可以走，只能通过不断地实践，才会熟能生巧。建议读者在学习书上的相关知识点后，立即去实践验证，验证的方式可以通过硬件操作也可以通过软件模拟。验证之后，再结合实践的结果，理解书上的内容。在实践过程中，遇到不懂的问题，需要随时翻阅书本或在网络上查找资料或求助老师和同学，直到解决问题为止。

1.2.1 学习单片机前的必备知识

读者如在学习单片机前已掌握“C 语言程序设计”和“数字电路基础”的相关知识点，那么，学习单片机就会显得很轻松。

1. 熟练掌握一门语言

所有的单片机开发软件都支持汇编语言编程，但是目前人们更喜欢 C 语言编程，主要是

因为C语言功能强大，可以缩短开发时间。本书使用C语言阐述单片机的实现过程，在后续章节将详细介绍。读者在学习过程中，特别要注意区分C语言在单片机中的使用与ANSI标准的C语言的不同之处。

2. 熟练掌握数制和码制

单片机处理的一切信息如数据、指令、字符都是数字信号，均用二进制表示，因此，与二进制相关的各种进制的转换规律需要熟练掌握，常见进制的比较如表1.2所示。

表 1.2 常见进制的比较


| 进制名称 | 基数 | 使用符号 | 位权 | 进位方法 | 字母标志 |
|------|----|----------|--------|-------|------|
| 十进制 | 10 | 0~9 | 10^i | 逢十进一 | D |
| 二进制 | 2 | 0、1 | 2^i | 逢二进一 | B |
| 八进制 | 8 | 0~7 | 8^i | 逢八进一 | O |
| 十六进制 | 16 | 0~9, A~F | 16^i | 逢十六进一 | H |

单片机中的有符号数一律以补码表示，因此要掌握补码、原码、反码之间的转换：正数（包括符号位）的原码、反码、补码相同；负数的反码是数值位逐位取反（符号位与原码相同），负数的补码是反码加1（符号位与原码相同）。单片机中常采用的编码方式是BCD（8421）码和ASCII码，因此读者需要熟练掌握编码规则。

1.2.2 单片机系统开发的软件环境搭建

开发单片机系统，除必备的硬件之外，还需要两个软件作为支撑：一个是编程软件，一个是下载软件。MCS-51系列单片机的编程软件可以选用Keil C51，它兼容C语言软件开发系统，可以完成程序的编辑、编译、连接、调试、仿真等流程；下载软件可以选用STC-ISP，它是一款单片机下载编程烧录软件，可下载STC89系列、12C2052系列和12C5410系列的STC单片机。下面将按步骤详述Keil C51和STC-ISP的使用。

1. Keil C51 的使用

(1) 双击桌面图标，打开Keil C51 μ Vision4编辑软件，主界面如图1.6所示。

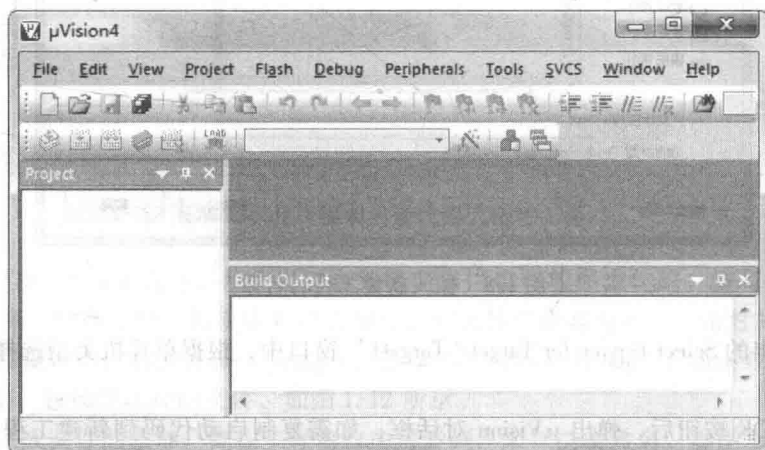


图 1.6 Keil C51 主界面

(2) 选择 Project → New μ Vision Project 命令，新建工程，如图 1.7 所示。

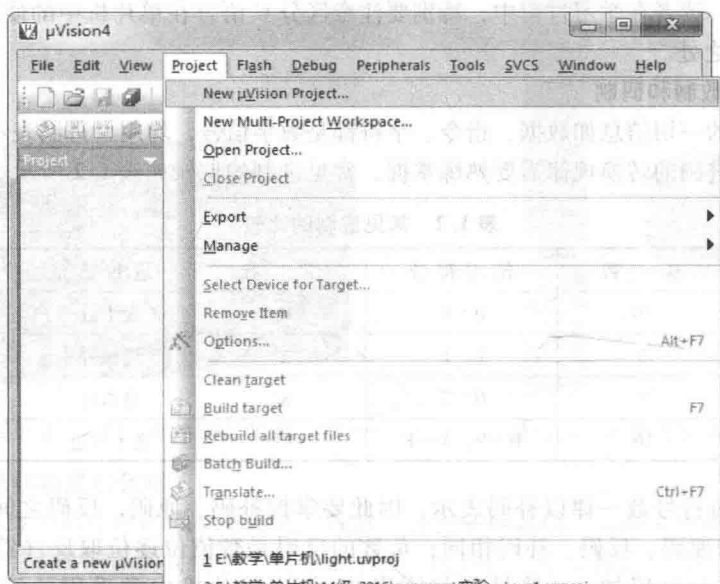


图 1.7 新建工程

(3) 在弹出的 Create New Project 窗口中输入新建工程的名称，并选择保存的位置，如图 1.8 所示。

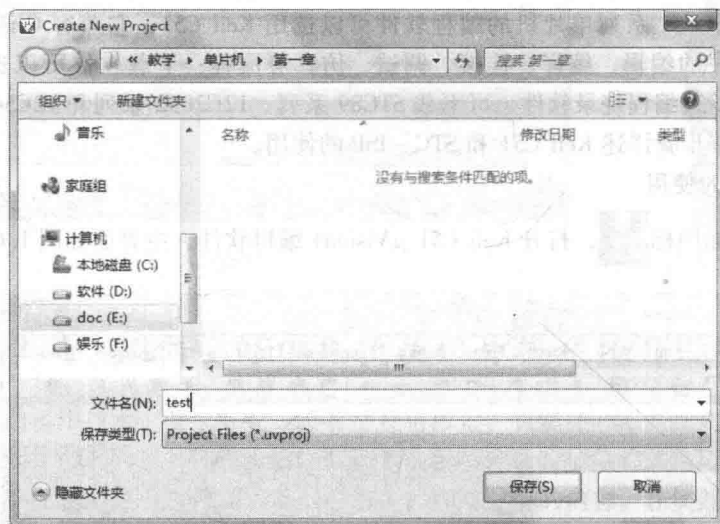


图 1.8 输入新建工程的名称

(4) 在弹出的 Select Device for Target ‘Target1’ 窗口中，根据单片机类型选择相应的 CPU，如图 1.9 所示。

(5) 单击 OK 按钮后，弹出 μ Vision 对话框，如需复制启动代码到新建工程，单击“是”按钮；不需要，则单击“否”按钮，如图 1.10 所示。一般，可以单击“否”按钮。

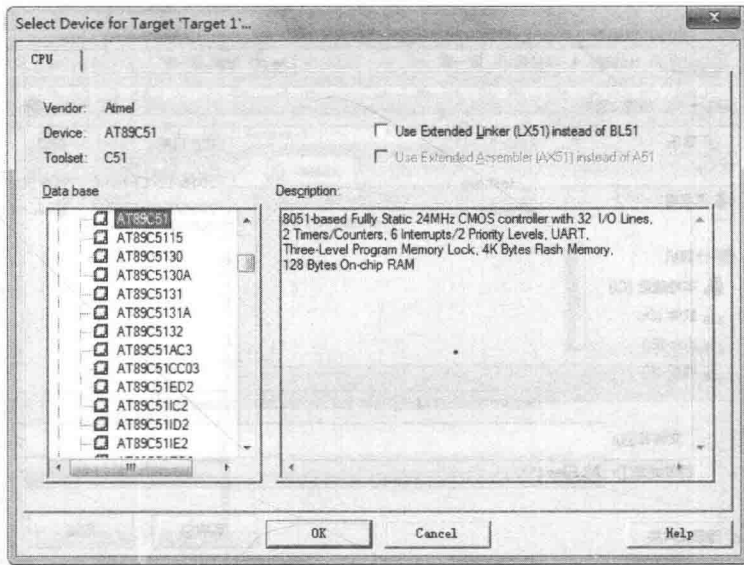


图 1.9 选择 CPU 型号

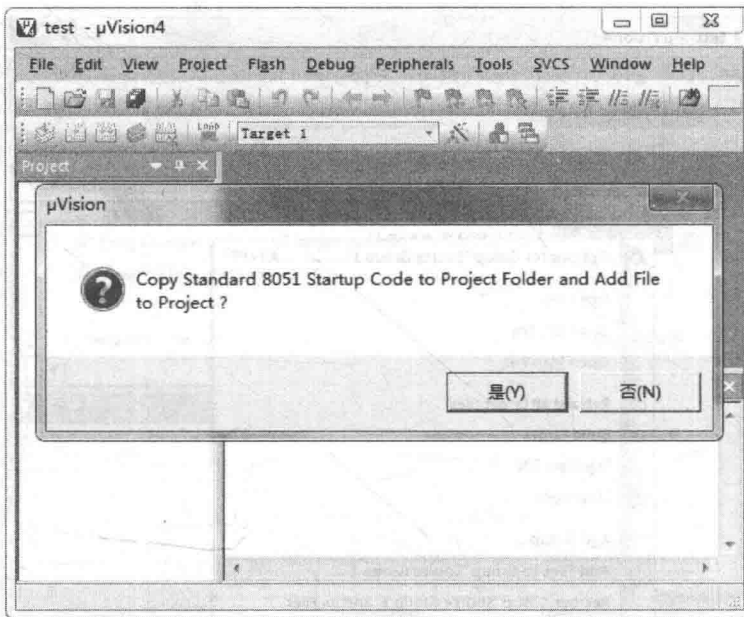


图 1.10 是否需要启动代码到新建工程

(6) 选择 File → New 命令，用户可以在编辑窗口内编写程序源代码。编写完成后，选择 File → Save 命令，保存文件。如使用 C 语言编程，则文件应命名为 *.c，如图 1.11 所示。

(7) 在工程窗口中，右击 Source Group 1，选择 Add Files to Group 'Source Group 1' 命令，在弹出的窗口中，选择要添加的文件，如图 1.12 所示。

(8) 如已完成文件的添加，则在工程窗口中可看到已添加的文件名，如图 1.13 所示。



图 1.11 保存程序

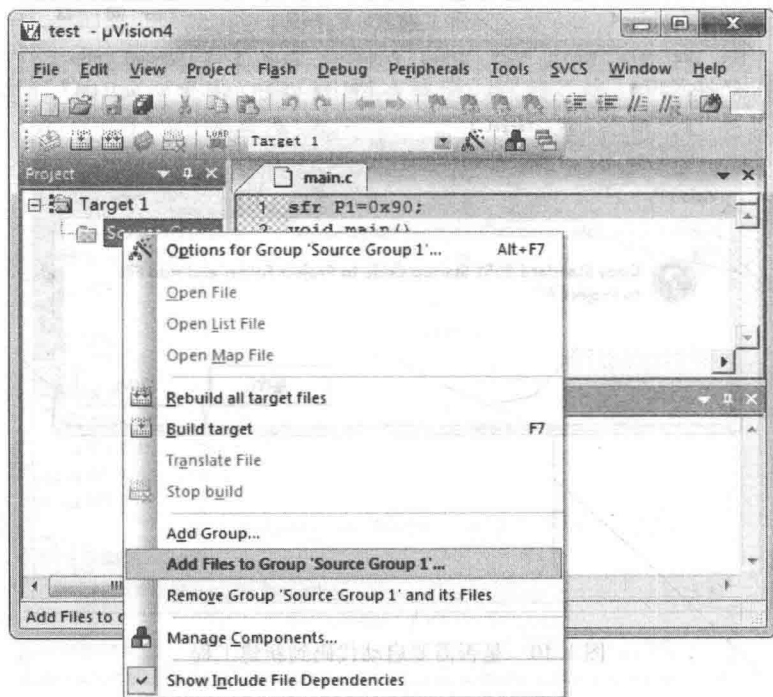


图 1.12 添加文件到 Group ‘Source Group 1’

(9) 如已完成所有必备文件的添加, 则需对工程进行编译。在编译之前, 需要确保能生成可供烧写的 .HEX 文件, 其实现过程如图 1.14 所示。右击工程窗口中的 Target 1, 选择 Options for Target ‘Target 1’ 命令, 在弹出的窗口中, 选择 Output 选项卡, 选中 Create HEX File 前面的复选框。

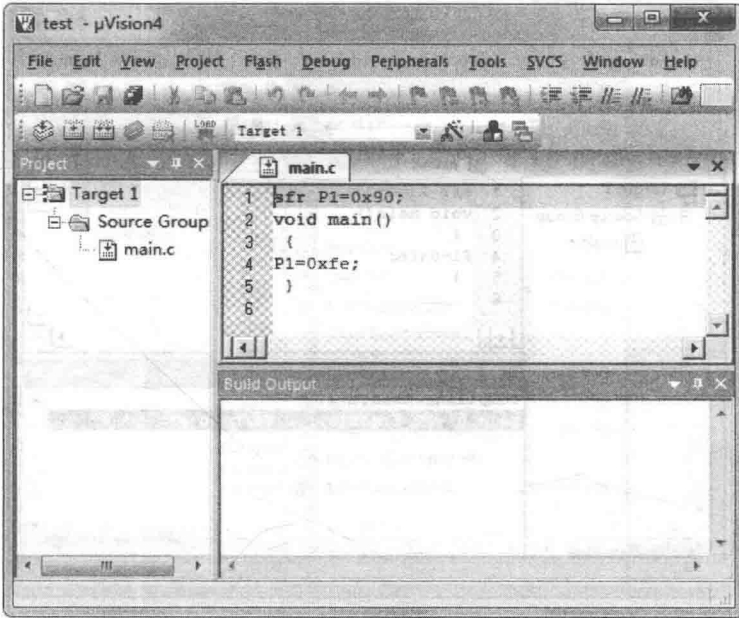


图 1.13 工程窗口显示添加的文件名

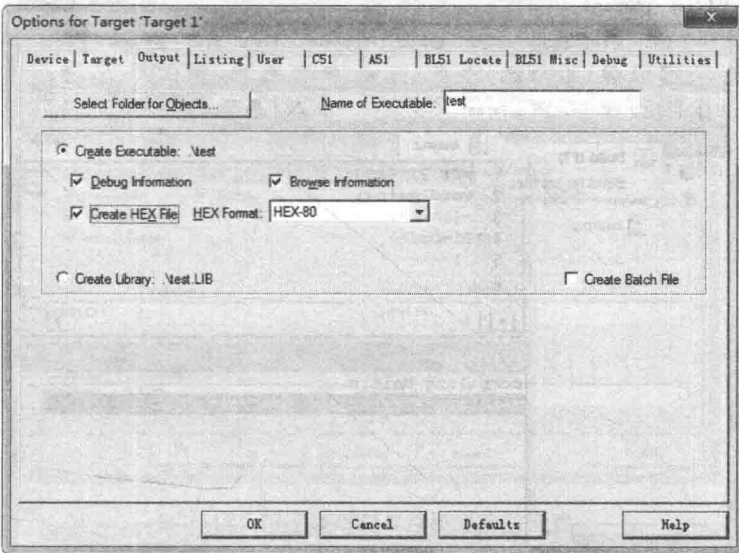


图 1.14 设置生成 .HEX 文件

(10) 单击工具栏中的 Translate 按钮 (【Ctrl + F7】) 完成编译过程。如图 1.15 所示, 观察下方的 Build Output 窗口, 是否有显示错误, 如有错误, 则需要修改, 修改后重新编译, 直到无错误提示为止。

(11) 用 Build 或 Rebuild 连接整个工程, 如图 1.16 所示。观察下方的 Build Output 窗口, 是否有显示错误, 如有错误, 则需要修改, 修改后重新编译, 直到无错误提示为止。