 绵阳职业技术学院

1933 国家示范性高等职业院校建设项目成果

# 单片机应用技术——项目化教程

主编 乔之勇



武汉理工大学出版社  
WUTP Wuhan University of Technology Press

国家示范性高等职业院校建设项目成果

# 单片机应用技术——项目化教程

主 编 乔之勇



武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

## 内 容 提 要

本书以高职高专人才培养目标为指导思想进行编写,书中选择4个典型单片机应用项目作为载体,将单片机相关知识点融入项目中进行讲解,主要内容包括:流水灯控制;简易数字时钟设计;数字电压表设计;遥控窗帘系统设计;附录。

本书可作为应用型本科和高职高专电类专业的教学用书,也可作为专业技术人员学习单片机应用技术的自学资料和技术参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术——项目化教程/乔之勇主编. —武汉:武汉理工大学出版社, 2011. 4

ISBN 978-7-5629-3451-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 058810 号

项目负责人:王利永                      责任编辑:黄玲玲  
责任校对:戴皓华                      装帧设计:吴 极  
出版发行:武汉理工大学出版社  
社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号  
邮 编:430070  
网 址:<http://www.techbook.com.cn>  
经 销:各地新华书店  
印 刷:湖北睿智印务有限公司  
开 本:787×960 1/16  
印 张:23.25  
字 数:443 千字  
版 次:2011 年 4 月第 1 版  
印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷  
定 价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。  
本社购书热线电话:027-87394412 87383695 87384729 87397097(传真)  
· 版权所有 盗版必究 ·

# 绵阳职业技术学院

## 重点专业课程改革教材编审委员会

主任:文晓璋

副主任:肖争鸣 郑学全

委员:(材料工程技术专业)

左明扬 杨 峰 方久华 刘 成 况金华 胡 骞

王 伟 牟思蓉 邓小锋 梅朝鲜 石建屏 任冬燕

(电子信息工程技术专业)

王荣海 胥勋涛 陈思海 何小河 李 川 胡应洪

乔之勇 唐洪彦 霍维容 刘传辉

(机械设计与制造专业)

黄泽森 张 明 邓先智 王建平 蒲定坤 赵建中

梁春光 章 晓 李 平 刘文彦 刘 军 林慧敏

(旅游管理专业)

王 婷 陈 波 朱飞燕 魏丽亚 刘小兰 肖 昆

总责任编辑:王利永

# 前 言

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来,高等职业教育发展迅猛,其宏观规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要,高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革,高职教材也必须与之相适应,进行重新调整与定位,突出自身的特色。我们经过前往德国、中国香港等国家与地区进行职业调研,与绵阳市电子行业协会、四川长虹为代表的多家电子信息企业紧密合作,与企业工程师、一线技术骨干分析专业岗位、提炼岗位典型工作任务及其对应能力要求,并以此设计专业人才培养方案,确定行动领域,明确学习领域,制订课程标准,改革教学模式、教学队伍结构、教学方法,开发基于工作过程的教材等。为此,我们编写了一套基于工作过程或职业能力要求的教材,追求工作过程的系统化而不是学科结构的系统化,旨在培养基于工作过程的职业能力,贯彻“教、学、做合一”思想,适应当前高职教育教学改革与人才培养需要的专门化教材。

单片机是实现电子产品智能化的有效途径,现已广泛地应用于智能仪表、工业控制、网络通信、医疗设备、导航系统、汽车电控系统、家用电器等众多领域。课程教学目标定位在培养人的综合素质,使学生在专业能力、自主学习能力和社会能力等方面得到全面的发展,为企业输送合格的软硬件设计助理工程师、生产工艺管理、产品装调工、产品质检员、产品销售工程师及售后服务工程师等。

本书的编写以单片机的典型应用项目为主线,各个知识点均贯穿于项目之中。项目的设置遵循由浅入深、循序渐进的原则,设计了包括流水灯控制、简易数字时钟设计、数字电压表设计和遥控窗帘系统设计等4个项目,每个项目下设2~4个完整的单片机应用系统任务,知识点覆盖较为全面,较好地满足了构建职业能力的需要。为克服项目化教材知识点分散的缺点,书中采用大量的附录建立系统化知识体系。主要内容简介如下:

## 项目一 流水灯控制

具体包括单片机最小系统、发光二极管电路、独立键盘电路、串口电路等硬件电路设计方法,I/O口读写程序、软件延时程序、子程序、定时器程序、中断服务程序、串行通信程序等软件的汇编及C51设计。

## 项目二 简易数字时钟设计

主要介绍时钟数码管显示电路、矩阵键盘电路和蜂鸣器发声电路等硬件电路的设计,基本时钟功能程序、时钟显示程序、时钟修改及定时程序和闹铃程序等软件的汇编及 C51 设计。

## 项目三 数字电压表设计

侧重介绍模拟电压采集电路、LCD 驱动电路的硬件电路设计,A/D 转换芯片程序、LCD 显示程序及 I2C 通信程序等软件的汇编及 C51 设计。

## 项目四 遥控窗帘系统设计

介绍步进电机控制及红外遥控系统的设计。包括步进电机驱动电路设计,步进电机启停、正反转、转角等控制程序设计,红外遥控电路及程序设计。

为帮助同学们既能深入理解单片机的硬件结构及工作原理,又能适应实际工作需要,项目一中,首先利用汇编语言编程完成所有任务的设计,着重介绍单片机内部资源的结构、工作原理、编程方法等;再利用 C 语言对全部子任务进行设计,重点介绍 C51 语法及编程方法。

另外,每个任务都搭建了相应的 Proteus 仿真电路并给出了仿真结果,仿真软件的应用使课堂教学更加生动,能较好地调动同学们的学习兴趣,并且极大地提高了学习效率。

本书由乔之勇担任主编,在编写过程中,得到了院系领导、单片机应用技术课程改革小组老师以及西南科技大学张笑微教授、西南自动化研究所陈秋良高级工程师、中国工程物理研究院第五研究所傅焯研究员等专家大力支持,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中遗漏和错误之处在所难免,请读者多提宝贵意见,作者邮箱:qzy5950998@163.com。

编 者

2011 年 1 月

# 目 录

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 项目一 流水灯控制             | (1)   |
| 任务一 点亮最简单的单片机系统       | (1)   |
| 一、系统硬件电路设计            | (2)   |
| 二、系统软件设计              | (12)  |
| 三、软件的编写、编译及仿真调试       | (24)  |
| 四、系统软硬件联合仿真           | (37)  |
| 任务二 键盘控制 LED 的闪烁及流动显示 | (44)  |
| 一、软件延时实现 LED 的闪烁及流动   | (45)  |
| 二、定时器中断实现灯的闪烁及流动      | (60)  |
| 三、键盘控制灯的显示            | (80)  |
| 任务三 上位机控制 LED 显示      | (92)  |
| 一、单片机与 PC 机串口电路设计     | (92)  |
| 二、PC 机控制 LED 显示程序设计   | (100) |
| 任务四 C51 编程实现流水灯控制     | (136) |
| 一、C51 编程实现灯的闪烁及流动控制   | (136) |
| 二、C51 编程实现键盘控制流水灯显示   | (164) |
| 三、C51 编程实现上位机控制流水灯显示  | (174) |
| 项目二 简易数字时钟设计          | (189) |
| 任务一 数字时钟基本功能实现        | (189) |
| 一、单片机内部定时器编程实现时钟的计时   | (189) |
| 二、时钟的实时显示设计           | (194) |
| 任务二 时钟的修正及闹铃报时        | (205) |
| 一、时钟修正及闹铃设定功能设计       | (206) |
| 二、整点及闹铃报时功能设计         | (220) |
| 项目三 数字电压表设计           | (230) |
| 任务一 模拟电压采集系统设计        | (230) |

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| 一、模拟电压采集系统设计 .....                 | (231)        |
| 二、多路电压采集液晶显示系统设计 .....             | (239)        |
| 任务二 PCF8591 模/数与数/模转换系统设计 .....    | (255)        |
| 一、单片机模拟 I2C 串口通信程序设计 .....         | (255)        |
| 二、基于 PCF8591 的数字电压表设计 .....        | (262)        |
| <b>项目四 遥控窗帘系统设计</b> .....          | <b>(278)</b> |
| 任务一 窗帘控制系统设计 .....                 | (278)        |
| 一、窗帘运动控制系统设计 .....                 | (278)        |
| 二、窗帘手动无线遥控系统设计 .....               | (289)        |
| 三、光控窗帘系统设计 .....                   | (301)        |
| <b>附录</b> .....                    | <b>(307)</b> |
| 附录 1 AT89S51 单片机引脚功能 .....         | (307)        |
| 附录 2 51 系列单片机寻址方式 .....            | (309)        |
| 附录 3 MCS-51 系列单片机汇编指令速查 .....      | (311)        |
| 附录 4 MCS-51 系列单片机常用伪指令及常见出错表 ..... | (321)        |
| 附录 5 MCS-51 系列单片机存储器 .....         | (327)        |
| 附录 6 C51 库函数 .....                 | (335)        |
| 附录 7 Proteus 库元件认识 .....           | (353)        |
| <b>参考文献</b> .....                  | <b>(364)</b> |



# 项目一 流水灯控制

本项目包括点亮最简单的单片机系统、键盘控制 LED 的闪烁及流动显示、上位机控制 LED 显示及 C51 编程实现流水灯控制等 4 个任务,从简单到复杂一步一步介绍单片机的基本知识,具体包括:

1. MCS51 系列单片机引脚、存储器结构、内部定时器/计数器、中断系统、串行口等硬件结构;
2. MCS51 系列单片机最小系统、发光二极管电路、独立键盘电路、串行口接口电路等硬件电路的设计方法;
3. MCS51 系列单片机寻址方法、汇编语言程序设计及 C51 程序设计;
4. MCS51 系列单片机 I/O 口操作编程、子程序设计、定时器编程、中断系统编程、键盘操作编程、串行口编程。

## 任务一 点亮最简单的单片机系统

### 系统功能要求

设计一个最简单的单片机系统,编程控制发光二极管的亮灭。具体要求完成:

1. 单片机最小系统的设计。
2. LED 外围电路的设计。
3. 汇编程序的编写。
4. 软硬件的仿真调试。

### 教学目标

1. 掌握单片机最小系统的概念及设计。
2. 掌握单片机 I/O 口的控制方法。
3. 掌握发光二极管发光原理及驱动电路设计。
4. 掌握单片机特殊功能寄存器 PC、ACC、P0~P3 等的概念。
5. 理解单片机指令的执行过程。
6. 掌握单片机软件开发流程。
7. 掌握单片机汇编程序设计的基本方法。

- 8. 掌握部分单片机汇编指令及伪指令的使用。
- 9. 熟悉 Keil 集成开发环境的基本使用方法。
- 10. 熟悉 Protues 仿真软件的基本使用方法。

## 一、系统硬件电路设计

### (一) 认识单片机

#### 1. 什么是单片机

单片机简称单片微型数字计算机,本质是计算机。对于计算机大家非常熟悉,包括硬件和软件两大部分。硬件包括主机和外设,主机又由主板、CPU、硬盘(HDD)、内存、电源、外设接口(即 I/O 接口:网卡、显卡、声卡、键盘接口等)等组成。所有设备通过控制总线(CB)、地址总线(AB)和数据总线(DB)进行连接,其拓扑结构如图 1.1 所示。

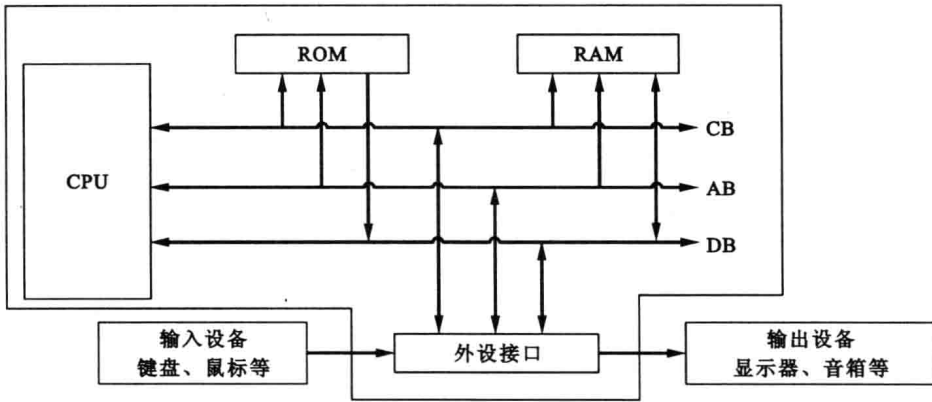


图 1.1 计算机拓扑结构

#### (1) CPU(Central Processing Unit)

CPU 即中央处理单元,主要由算术逻辑运算单元 ALU(Arithmetic Logic Unit)和控制单元 CU(Control Unit)组成。ALU 主要用于完成加、减、乘、除及与、或、非等运算,控制器发控制命令。

#### (2) ROM(Read-Only Memory)

ROM 即程序存储器,用于存放程序,CPU 只能对其进行读取操作,不能改写其内容。编写的程序是通过专门的编程器写入 ROM 的。

#### (3) RAM(Random Access Memory)

RAM 即随机存取存储器,用于存放临时数据及变量等,CPU 可以对其进行读写操作。

#### (4) I/O 接口(Input/Output Device)

I/O 接口用于连接外部设备,例如计算机的网卡可连接到网络通信设备、显卡用以连接显示器等。

#### (5) 三总线(CB、AB、DB)

CPU 上可以连接很多设备并对其进行控制,这些设备都通过控制总线(CB)、地址总线(AB)及数据总线(DB)与 CPU 进行连接。

控制总线用于传输控制信号;地址总线解决数据应该从哪来到哪去的问题;而数据总线则是数据的传输通道。

利用硅集成工艺将 CPU、ROM、RAM、I/O 接口以及一些常用部件(定时器、中断系统、串行通信口等)集成在一块芯片内便形成了单片机,如图 1.2 所示。

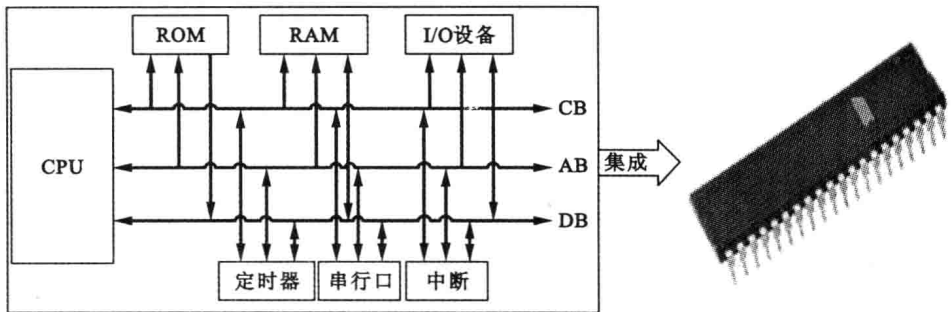


图 1.2 单片机构成

相对于个人计算机,单片机十分便宜,几块钱人民币就能买到,特别适合在低成本智能电子产品的设计中使用。

### 2. 单片机的应用

单片机的应用领域特别广泛,几乎涉及现代生活的各个领域。

#### (1) 家用电器

家用电器是单片机的一个重要应用领域,前景十分广阔。如空调器、电冰箱、洗衣机、电饭煲、高档洗浴设备、高档玩具等。

#### (2) 智能仪器仪表

单片机用于各种仪器仪表,一方面提高了仪器仪表的使用功能和精度,使仪器仪表智能化,同时还简化了仪器仪表的硬件结构,从而可以方便地完成仪器仪表产品的升级换代。如各种智能电气测量仪表、智能传感器等。

#### (3) 机电一体化产品

机电一体化产品是集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体,具有智能化特征的各种机电产品。单片机在机电一体化产品的开发中可以发挥巨大的作用。典型产品如机器人、数控机床、自动包装机、点钞机、医疗设备、打

印机、传真机、复印机等。

#### (4) 实时工业控制

单片机还可以用于各种物理量的采集与控制。电流、电压、温度、液位、流量等物理参数的采集和控制均可以利用单片机方便地实现。在这类系统中,利用单片机作为系统控制器,可以根据被控对象的不同特征采用不同的智能算法,实现期望的控制指标,从而提高生产效率和产品质量。典型应用如电机转速控制、温度控制、自动生产线等。

#### (5) 分布式系统的前端模块

在较复杂的工业系统中,经常要采用分布式测控系统完成大量的分布参数的采集。在这类系统中,采用单片机作为分布式系统的前端采集模块,系统具有运行可靠、数据采集方便灵活、成本低廉等一系列优点。

另外,在交通领域中,汽车、火车、飞机、航天器等均有单片机的广泛应用,如汽车自动驾驶系统、航天测控系统、黑匣子等。

### 3. 常用 8 位单片机

自从美国 Intel 公司于 1976 年推出第一款 MCS48 系列 8 位单片机以来,相继于 1980 年研制生产了现在还十分流行的 MCS51 系列 8 位单片机,以及 MCS96 系列 16 位单片机。之后,Intel 公司将主业转入 PC 机。继之,Philips、Microchip、Atmel 等微处理器生产公司在 MCS51 系列单片机基础上,不断改进单片机的性能,从而生产出各具特色的系列单片机。

#### (1) Atmel 单片机(51 单片机)

Atmel 公司的 8 位单片机有 AT89、AT90 两个系列,AT89 系列是 8 位 Flash 单片机,与 8051 系列单片机相兼容,静态时钟模式;AT90 系列单片机是增强 RISC 结构、全静态工作方式、内载在线可编程 Flash 的单片机,也叫 AVR 单片机。

#### (2) PIC 单片机

PIC 单片机是 Microchip 公司的产品,其突出的特点是体积小、功耗低、精简指令集、抗干扰性好、可靠性高、有较强的模拟接口、代码保密性好、大部分芯片有其兼容的 Flash 程序存储器的芯片。

#### (3) STC 单片机

STC 公司的单片机主要是基于 8051 内核,是新一代增强型单片机,指令代码完全兼容传统 8051,速度快 8~12 倍,带模/数转换器、4 路脉冲宽度调制(PWM)、双串口、有全球唯一 ID 号、加密性好、抗干扰强。

#### (4) Philips 51PLC 系列单片机(51 单片机)

Philips 公司的单片机是基于 80C51 内核的单片机,嵌入了掉电检测、模拟以及片内 RC 振荡器等功能,这使 51PLC 在高集成度、低成本、低功耗的应用设计中

可以满足多方面的性能要求。

#### (5) TI 公司单片机(51 单片机)

德州仪器(TI 公司)提供了 TMS370 和 MSP430 两大系列通用单片机。TMS370 系列单片机是 8 位 CMOS 单片机,具有多种存储模式、多种外围接口模式,适用于复杂的实时控制场合;MSP430 系列单片机是一种超低功耗、集成度较高的 16 位低功耗单片机,特别适用于要求功耗低的场合。

从上面的分析可以看出,各系列单片机都有其自身的特点,在教学中,我们选用市场占有率较高的 Atmel 公司生产的 AT89 系列单片机进行介绍,该系列单片机中的 AT89S51 单片机使用非常方便,其具有以下特征:

- ① MCS-51 内核,指令完全兼容;
- ② 4K 字节可编程 Flash 存储器(寿命:1000 写/擦循环),具有在线编程功能(ISP);
- ③ 全静态工作,时钟频率最高可达 33 MHz;
- ④ 三级程序存储器保密锁定;
- ⑤ 128×8 位内部 RAM;
- ⑥ 两个 16 位定时器/计数器;
- ⑦ 5 个中断源;
- ⑧ 可编程串行通道;
- ⑨ 低功耗的闲置和掉电模式。

在此尤其要提的就是在线编程功能(ISP, In System Program),我们写好的程序要写入 ROM 中才能被 CPU 执行,没有 ISP 功能的单片机,我们只能采用专门的编程器将程序写进去,这给教学带来了极大的不方便,而具有 ISP 功能的单片机只需通过一个单片机的下载接口,再利用简单的下载工具就可以完成程序的写入。为此,在教学中我们选用了这款具有 ISP 在线编程功能的 AT89S51 单片机。

#### 4. 单片机应用系统的组成

在设计单片机应用系统之前,我们首先要搞清楚什么是单片机硬件系统,以及它由哪几部分电路构成。如图 1.3 所示,单片机系统硬件部分主要由单片机、电源电路、时钟(晶振)电路、复位电路、ISP 电路及外围电路几部分组成。

##### (1) 单片机

单片机是系统的核心器件,系统功能的

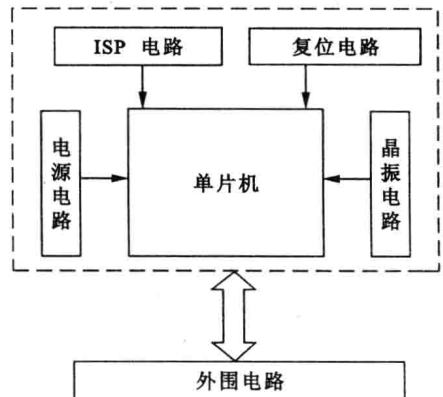


图 1.3 单片机系统构成

实现都是通过单片机执行程序来完成的,它是整个系统的大脑,实现了系统的智能化。

## (2) 电源电路

单片机要工作,首先应该能够获得能量,电源就像我们吃的食物,将给单片机源源不断地提供工作所需能量。

## (3) 时钟(晶振)电路

数字电路课程中学习移位寄存器、定时器等电路时我们就知道,这些电路必须在时钟信号的配合下才能完成移位、定时、计数等功能。同样,作为典型的数字器件,单片机也必须在时钟信号的配合下,才能完成相应的工作。

## (4) 复位电路

复位就是 PC 机的开机或重启,当 PC 开机或重启后程序会重新开始运行。复位电路包括上电复位电路和按键复位电路两部分。当单片机上电时,上电复位电路将告诉单片机应该从哪开始执行程序。单片机系统的工作环境往往比较复杂,这将会引起某些程序故障,此时按下复位键,按键复位电路将使单片机重新开始执行程序,从而排除故障。

## (5) ISP(In System Program)电路

ISP 即在线编程,所谓编程,就是将写好的程序存放到单片机系统的 ROM 中的过程。传统的编程方法需要专门的编程器,必须将 ROM 从单片机系统板上取出并插到编程器上才能进行,非常麻烦且容易损坏器件。

ISP 是一种无需将程序存储芯片(如 Flash ROM)从单片机系统板上取出就能对其进行编程的过程。系统板上需要制作专门的 ISP 电路才能完成在线编程任务。

## (6) 外围电路

外围电路主要指单片机的输入、输出电路,输入电路相当于我们的眼睛、鼻子、耳朵等感知器官,而输出电路相当于我们的手和脚,单片机可以通过输入电路获得不同的控制信号去控制输出电路中输出设备的动作。比如键盘就是一种典型的输入设备,而本系统所要控制的发光二极管就是其中的一种输出设备,当我们按不同的键时,设计好的单片机程序就可以根据按键情况控制某些发光二极管的亮灭。

输入电路主要包括键盘电路、模拟信号采集电路、触摸屏、摄像头、GPS 接收器、红外线接收电路等,输出电路主要有显示电路、发声电路、电机控制电路、继电器输出电路、红外线发射电路等。

单片机、电源电路、时钟(晶振)电路和复位电路是每一个单片机系统所必须具备的基本电路,有了这些基本电路,单片机就可以工作了,它们共同构成单片机最小系统。外围电路则根据不同的系统功能要求进行设计,比如本系统要点亮发光

二极管,则发光二极管电路就是本系统的外围电路。

### 5. 单片机系统硬件电路设计经验

单片机系统是一个比较复杂的智能系统,由硬件和软件两部分组成。作为硬件电路的设计相对简单一些,但要设计出性能优越的单片机系统还是比较困难。在此,就学习单片机系统设计过程中所体会的几点经验跟大家分享:

- (1) 具备模电、数电等基础知识,知道如何查阅和设计一些基本电路;
- (2) 具备从简单到复杂、模块化设计的思路;
- (3) 认真学好单片机等所需芯片的原理及硬件特征;
- (4) 掌握至少一种硬件仿真软件的使用;
- (5) 熟练掌握各种仪器、仪表及工具的使用;
- (6) 最重要的一点就是一定要动手焊板子、调板子,在做的过程中体验学习的快乐。

#### (二) 认识单片机的引脚

要搭建单片机系统硬件电路,首先应该掌握的就是单片机的引脚及其功能。但由于 AT89S51 单片机的引脚有 40 个之多(如图 1.4 所示),并且有些引脚具有多种功能,对于初学者要一下子全部掌握,实在不易,为此,本书将根据项目的进程,由简单到复杂逐一给大家讲解。一般可以将单片机引脚分为以下几个部分进行学习,便于归类记忆。

##### 1. 电源引脚

$V_{CC}$ (40 脚)和 GND(20 脚),外部电源将从这两个引脚送入单片机。我们将 5 V 电源正极接到  $V_{CC}$ ,负极接到 GND 就构成了单片机系统的电源电路。

##### 2. 时钟引脚

XTAL1(19 脚)和 XTAL2(18 脚),晶体振荡器或外部时钟信号接到该引脚上就构成了单片机的时钟电路。

##### 3. 复位引脚

RST(9 脚),当该引脚上保持一段时间的高电平后,单片机就会产生复位。

##### 4. 通用 I/O(Input/Output)口

P0 口(32~39 脚)、P1 口(1~8 脚)、P2 口(21~28 脚)、P3 口(10~17 脚),分

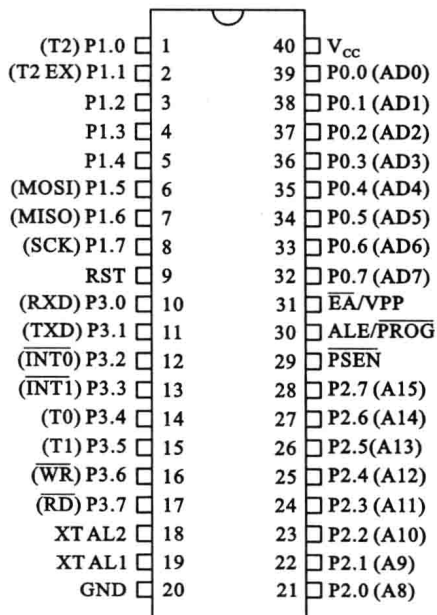


图 1.4 AT89S51 单片机引脚

为 4 组,每组 8 个 I/O 口,共 32 个引脚。数据可以在这些引脚上双向传递,键盘等输入设备可以通过这些引脚传送信息到单片机,单片机也可以从这些引脚输出高、低电平去控制发光二极管等输出设备的工作。当然,这些引脚的输入、输出功能都要靠执行程序才能实现。

需要说明的是,P0~P3 口除了作为通用 I/O 口使用外,大部分引脚都具有第二功能,其内部电路和连线方式也都不尽相同,在以后的设计中再进行详述。

### 5. ISP 引脚

P1 口的 P1.5、P1.6 及 P1.7 除了作为通用 I/O 口使用外,在对单片机系统进行编程时,还被用作 ISP 串行编程接口(实质就是数据的串行传送)。其中 P1.5 为 MOSI 引脚(Master Out Slave In),称为输入引脚,程序由主机 PC 经该引脚传到单片机系统 ROM 中;P1.6 为 MISO 引脚(Master In Slave Out),称为输出引脚,数据经该引脚由单片机传到主机 PC;P1.7 为 SCK 引脚(Serial Clock),即串行时钟引脚,提供串行通信所必需的时钟信号。

### 6. 系统扩展辅助引脚

$\overline{\text{PSEN}}$ (29 脚)、 $\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$ (30 脚)、 $\overline{\text{EA}}$ (31 脚),这三个引脚将辅助完成系统的扩展,包括存储器的扩展和外设扩展,在此不再细述,大家必须掌握的是  $\overline{\text{EA}}$  引脚的含义。

有些单片机内部有 ROM,但有些没有或是内部 ROM 不够用,而需要扩展外部 ROM 用以存放程序,那么我们的程序放在内部还是外部 ROM 呢? CPU 应该从内部还是外部 ROM 取指令呢?  $\overline{\text{EA}}$  引脚上的电平会告诉单片机,当我们将该引脚接高电平时,单片机将从内部取指令,而接为低电平时,单片机则会从外部 ROM 取指令。由于本书所选取的 AT89S51 单片机内部 ROM 已经足够初学者使用,我们编写的程序都是放在内部 ROM 中的,所以,我们所有项目的  $\overline{\text{EA}}$  脚都接高电平(+5V)。

以上就是所有 40 个引脚的基本功能介绍,其中,对于所有的单片机系统,电源引脚、时钟引脚、复位引脚及  $\overline{\text{EA}}$  脚都会用到。在本系统中,我们还会用到 P1 口,它将作为发光二极管亮灭控制信号的输出端,当然也可以用其他三组 I/O 口中的任意一组来实现这个功能。

### (三) 单片机最小系统设计

在前面的介绍中我们知道,要搭建单片机系统使其完成要求的功能,我们应从简单到复杂、分模块一步一步完成整体系统的设计。单片机最小系统就是由能让单片机工作起来的最少电路组成,有了最小系统后,单片机就能运行起来,再根据系统功能要求设计外围功能电路,就能完成整个单片机系统的硬件设计。所以,我们将单片机最小系统作为一个基础模块来讲解,并要求大家能熟练掌握它的设计方法



及原理,在以后的学习中我们会发现,每个单片机系统都需要完成最小系统的设计。

### 1. 电源电路设计

AT89S51 单片机采用 5V 供电,在此我们选用 9V 电源供电方式,此方式非常适合便携式产品电源设计,只要购买一只 9V/800 mA 电源适配器、一个电源插座、一片 LM7805、两个 25V/100 $\mu$ F 电解电容、两个 104 瓷片电容即可,其电路原理如图 1.5 所示(注意器件的选择都应满足功率和电压等指标参数并留足余量)。

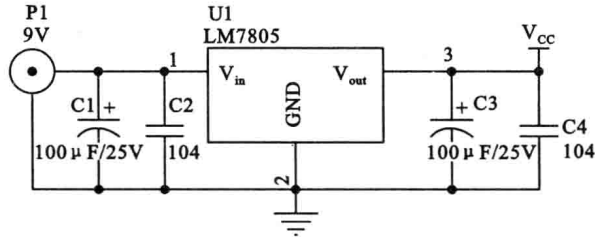


图 1.5 电源电路原理图

- (1) 9V 电源由市电 220V 供电,输出 9V 电源接入电源插座;
- (2) LM7805 为一个三端线性稳压芯片,可将 9V 电压转换为 5V 电压并稳定输出,完全满足一般单片机系统的要求;
- (3) 电容 C1、C2 起滤波作用,通过滤波后将使单片机得到一个抗干扰能力强的稳定电源;
- (4) +5V 端为电源的正极,接单片机的  $V_{CC}$  (40 脚),LM7805 的 2 脚也就是电源的负极,接单片机的 GND (20 脚)。

### 2. 时钟电路原理及设计

在单片机 XTAL1 和 XTAL2 引脚上接一石英晶体谐振器和两只 30pF $\pm$ 10pF 谐振电容就搭建好了内部时钟电路(如图 1.6 所示),它们配合单片机内部的反向放大器形成自激振荡电路,产生时钟序列。自激振荡电路的工作原理可不必深究,有兴趣者可参考模拟电子技术相关部分。

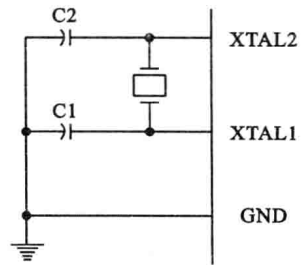


图 1.6 内部时钟电路

### 3. 复位电路原理及设计

所谓复位就是让单片机回到初始状态,重新开始执行程序。复位是通过给 RST 引脚一段时间的高电平来实现的,当复位后单片机正常工作时又要求 RST 引脚保持低电平。为达到这一时序要求,上电复位电路往往采用如图 1.7 所示的 RC 延时电路来实现,图中的复位按键 SB 起按键复位作用。当单片机初次上电时,由于电容电压不能突变,使得 RST 上保持为 5V 电压,直到电容充满电后才下