



全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高等职业教育规划教材·精品与示范系列

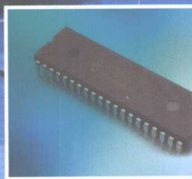
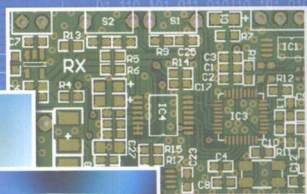
院级精品课
配套教材

单片机应用系统设计 项目化教程

◎ 乔之勇 彭仁明 主编

◎ 方 飞 童 强 郭 辛 副主编

- 流水灯控制系统设计
- 简易数字时钟设计
- 数字电压表的设计
- 低频信号发生器的设计
- 数据存储及回放系统设计
- 窗帘智能控制系统设计



今日努力, 将成就明日梦想, 加油!

- ◆ 通过6个典型项目, 着重介绍单片机基本原理及应用系统的设计方法与技巧
- ◆ 流水灯控制系统设计项目采用汇编语言实现, 侧重讲解单片机内部资源的使用
- ◆ 其余项目用C51编程语言实现, 讲解常用外部模块的使用和综合应用系统设计方法
- ◆ 配有免费的电子教学课件、习题参考答案及精品课网站, 以方便教学



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高等职业教育规划教材·精品与示范系列

院级精品课
配套教材

单片机应用系统设计 项目化教程

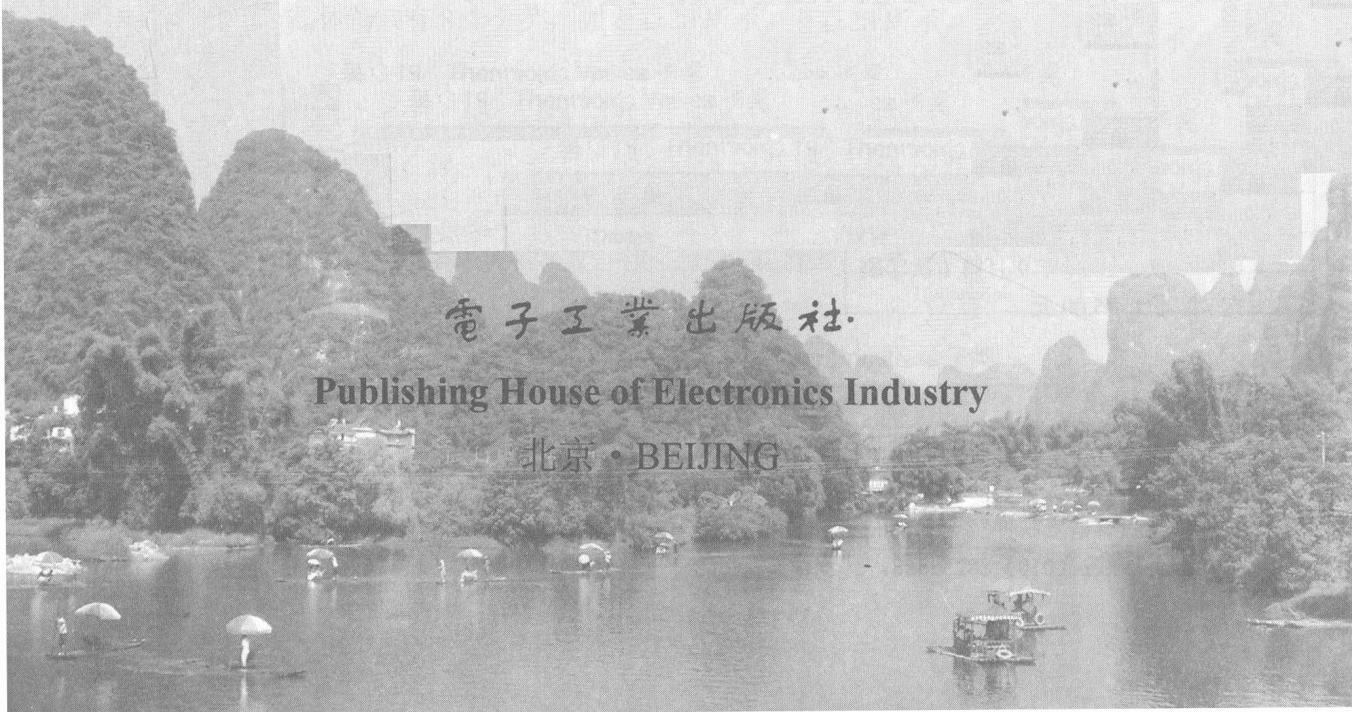
乔之勇 彭仁明 主编

方飞 童强 郭辛 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



内 容 简 介

本书根据教育部新的教学改革要求和企业岗位技能需求,以高技能应用型人才专业能力的培养为目标,结合作者多年的教学经验与课程改革成果进行编写。全书通过6个典型项目任务,着重介绍单片机基本原理及应用系统的设计方法与技巧,包括流水灯控制系统设计、简易数字时钟设计、数字电压表设计、低频信号发生器设计、数据存储及回放系统设计和窗帘智能控制系统设计等。本书采用“理实一体、项目化教学”模式进行内容编排,将单片机原理及应用系统设计的相关知识点融入项目中进行讲解,易教易学,效果良好。

本书为高等院校电子信息类、通信类、自动化类、机电类、机械制造类等专业的单片机技术课程的教材,也可作为开放大学、成人教育、自学考试、中职学校和培训班的教材,以及电子工程技术人员的参考书。

本书配有电子教学课件、习题参考答案及精品课网站等,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统设计项目化教程 / 乔之勇, 彭仁明主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.9

全国高等职业教育规划教材. 精品与示范系列

ISBN 978-7-121-23485-9

I. ①单… II. ①乔… ②彭… III. ①单片微型计算机—系统设计—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第124476号

策划编辑: 陈健德 (E-mail: chenjd@phei.com.cn)

责任编辑: 底 波

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.25 字数: 544 千字

版 次: 2014年9月第1版

印 次: 2014年9月第1次印刷

定 价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言



党的“十八大”明确提出“加快发展现代职业教育”，现代职业教育不仅要注重对学生技能的培养，还要注重对学生现代职业道德、职业素质的培养。特别是我国 1999 年新升本科院校转型为应用型、职业教育的同时，学科设置、人才培养目标要同市场“零距离”对接，真正把人才培养和社会需要结合起来。本书在吸取国内外当代职业教育教学改革的经验 and 成果的基础上，构建了基于工作过程的项目化系统教学体系，开发了项目驱动、任务引导的教学内容，并构建了以能力考核为出发点，理实结合、注重过程、覆盖全面的考核体系。

本书以高技能应用型人才专业能力的培养为目标，结合作者多年的教学经验与课程改革成果进行编写。全书通过 6 个典型项目任务，着重介绍单片机基本原理及应用系统的设计方法与技巧。每个项目采用“由简单到复杂”、“模块化”、“自成体系”的设计思路，又细分为 2~4 个设计任务进行讲解。通过本课程的学习，读者完全可以自行完成简单智能化电子产品的开发与设计。本书项目包括：流水灯控制系统设计、简易数字时钟设计、数字电压表设计、低频信号发生器设计、数据存储及回放系统设计和窗帘智能控制系统设计等。其中，流水灯控制系统设计项目采用汇编与 C51 两种编程语言分别实现，重点讲述单片机内部资源的使用，包括 I/O 端口操作、定时器、中断系统和串口模块等内部资源；该项目汇编部分侧重讲解单片机的基本结构及工作原理，基于“理论够用、注重实践”的原则进行内容的编排；C51 语言编程部分侧重讲解 C51 的基本语法及结构化编程思路。其他 5 个项目则利用 C51 语言编程实现，重点讲解常用外部模块的使用和综合应用系统设计思路，内容涉及数码管、键盘、蜂鸣器、液晶显示器、DA 转换器、AD 转换器、步进电机、无线遥控器和光敏电阻等器件的应用编程。为方便读者进行系统学习，附录介绍了与单片机相关的其他知识以供参考。

本书建议按照“理实一体化”模式进行教学，并严格执行“过程量化”考核体系，也可为学生提供“开放性第二课堂”实训教学环境，便于学生完成大量的课后实践练习。本课程教学建议为 80~106 学时，各院校可根据实际教学情况对内容进行适当调整。

本书由绵阳职业技术学院乔之勇、绵阳师范学院彭仁明任主编并进行统稿，参加编写的还有绵阳师范学院郭辛、张心心，内江师范学院方飞，乐山师范学院童强、常峰。在编写过程中，得到了绵阳职业技术学院胥勋涛博士、王荣海教授、李川副教授、何小河副教授、李兴伟同学、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煊研究员、乐山师范学院何光谱教授以及教学合作企业技术人员的大力支持，在此，一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中遗漏和错误之处在所难免，请读者多提宝贵意见。

为方便教学，本书配有免费的电子教学课件、习题参考答案，请有需要的教师登录华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>) 免费注册后进行下载，如有问题请在网站留言或与电子工业出版社联系 (E-mail: hxedu@phei.com.cn)。读者也可通过该精品课网站 (<http://dpjyy.myvtc.edu.cn>) 浏览和参考更多的教学资源。

编者





项目 1 流水灯控制系统设计	(1)
项目要求	(1)
项目拓展要求	(1)
系统方案	(2)
任务分解	(2)
任务 1.1 点亮最简单的单片机系统	(2)
任务要求	(2)
教学目标	(2)
1.1.1 系统硬件电路设计	(3)
1.1.2 系统软件设计	(11)
1.1.3 软件的编写、编译及仿真调试	(21)
1.1.4 系统软硬件联合仿真	(30)
思考与练习题 1	(36)
任务 1.2 LED 灯的闪烁及流动显示	(37)
任务要求	(37)
教学目标	(37)
1.2.1 软件延时子程序控制灯的闪烁及流动	(37)
1.2.2 以定时器查询方式控制灯的闪烁及流动	(49)
1.2.3 定时器中断方式控制灯的闪烁及流动	(56)
思考与练习题 2	(65)
任务 1.3 上位机控制 LED 显示	(66)
任务要求	(66)
教学目标	(66)
1.3.1 单片机与 PC 串口电路设计	(66)
1.3.2 单片机与 PC 之间的串口通信程序设计	(71)
1.3.3 PC 远程控制灯亮灭的程序设计	(89)
思考与练习题 3	(95)
任务 1.4 C51 编程流水灯控制	(96)
任务要求	(96)
教学目标	(96)
1.4.1 C51 编程实现灯的闪烁及流动控制	(97)
1.4.2 C51 编程上位机控制流水灯显示	(117)

思考与练习题 4	(133)
项目 2 简易数字时钟设计	(134)
项目要求	(134)
项目拓展要求	(134)
系统方案	(134)
任务分解	(135)
任务 2.1 实时时钟基本功能实现	(135)
任务要求	(135)
教学目标	(135)
2.1.1 时钟计时功能的实现	(136)
2.1.2 时钟的实时显示设计	(138)
思考与练习题 5	(146)
任务 2.2 时钟综合功能实现	(147)
任务要求	(147)
教学目标	(147)
2.2.1 时钟修正及闹铃设定功能设计	(147)
2.2.2 整点及闹铃报时功能设计	(165)
思考与练习题 6	(178)
项目 3 数字电压表的设计	(180)
项目要求	(180)
项目拓展要求	(180)
系统方案	(180)
任务分解	(181)
任务 3.1 数码管显示数字电压表设计	(181)
任务要求	(181)
教学目标	(181)
3.1.1 模拟电压采集系统电路设计	(181)
3.1.2 模拟电压采集系统软件设计	(185)
思考与练习题 7	(189)
任务 3.2 液晶显示数字电压表设计	(189)
任务要求	(189)
教学目标	(190)
3.2.1 液晶显示系统设计	(190)
3.2.2 两路电压采集 LCD 显示程序设计	(199)
思考与练习题 8	(204)
项目 4 低频信号发生器的设计	(206)
项目要求	(206)
项目拓展要求	(206)

系统方案	(206)
任务分解	(207)
任务 4.1 低频信号发生器的硬件电路设计	(207)
任务要求	(207)
教学目标	(207)
4.1.1 D/A 转换概述	(207)
4.1.2 基于 DAC0832 的低频信号发生器电路设计	(212)
思考与练习题 9	(215)
任务 4.2 低频信号发生器的软件设计	(216)
任务要求	(216)
教学目标	(216)
4.2.1 基本波形的产生	(216)
4.2.2 可调低频信号发生器的设计	(224)
思考与练习题 10	(229)
项目 5 数据存储及回放系统设计	(231)
项目要求	(231)
项目拓展要求	(231)
系统方案	(231)
任务分解	(232)
任务 5.1 单片机模拟 I ² C 串口通信程序设计	(232)
任务要求	(232)
教学目标	(232)
5.1.1 认识 I ² C 通信	(232)
5.1.2 AT89S51 单片机模拟 I ² C 串行通信程序设计	(236)
思考与练习题 11	(239)
任务 5.2 基于 AT24C02 的数据存储及回放系统设计	(240)
任务要求	(240)
教学目标	(240)
5.2.1 数据存储及回放系统的硬件设计	(240)
5.2.2 基于 AT24C02 的数据存储及回放系统的设计	(245)
思考与练习题 12	(261)
项目 6 窗帘智能控制系统设计	(262)
项目要求	(262)
项目拓展要求	(262)
系统方案	(262)
任务分解	(263)
任务 6.1 窗帘运动控制系统设计	(263)
任务要求	(263)

教学目标.....	(263)
6.1.1 窗帘运动控制系统硬件设计	(263)
6.1.2 窗帘运动控制程序设计	(267)
思考与练习题 13	(272)
任务 6.2 窗帘智能控制系统设计.....	(273)
任务要求.....	(273)
教学目标.....	(273)
6.2.1 窗帘智能控制系统硬件设计	(273)
6.2.2 窗帘智能控制系统软件设计	(282)
思考与练习题 14	(288)
附录 A AT89S51 单片机引脚功能	(289)
附录 B 51 系列单片机寻址方式.....	(290)
附录 C MCS-51 系列单片机汇编指令速查	(292)
附录 D MCS-51 系列单片机常用伪指令及常见出错表	(301)
附录 E MCS-51 系列单片机存储器	(305)
附录 F C51 库函数.....	(312)
附录 G Proteus 库元件认识	(326)
参考文献	(332)



项目 1

流水灯控制系统设计

项目要求

利用单片机内部资源实现 LED 灯的亮灭、闪烁和流动显示控制。要求学习单片机 I/O 口、定时器、中断系统、串口等内部资源的原理及编程方式，具体要求如下。

- (1) 设计单片机最小系统电路及其与 LED 灯的接口电路，编程实现对单片机 I/O 口的写操作，从而 LED 灯亮灭。
- (2) 设计软件延时程序、定时器查询方式延时程序和定时器中断延时程序分别控制 LED 灯的闪烁及流动显示。
- (3) 利用单片机串行通信模块实现 LED 灯的 PC 远程控制系统设计。
- (4) 利用 C51 编程方式实现流水灯控制程序的设计。
- (5) 利用 Keil 软件和 Proteus 软件进行系统的仿真设计。

项目拓展要求

- (1) 可拓展 LED 灯多种显示方式的功能设计。
- (2) 可拓展 LED 动态显示广告牌的设计。
- (3) 可拓展远程控制功能的设计。
- (4) 可拓展音乐节拍灯的显示系统设计。



系统方案

1. 单片机的选择

系统选择 AT89S51 单片机作为控制芯片, 该单片机属 MCS-51 系列单片机, 学习资料丰富、开发成本低、应用广泛, 是简单智能电子产品设计的优选单片机之一, 也是一款较好的入门级单片机。该单片机的学习可为后续高性能单片机的学习打下坚实的基础。

2. 流水灯延时控制

流水灯需结合灯亮灭控制及延时控制才能实现, 延时采用软件延时和硬件延时两种方式实现, 皆利用单片机内部资源实现, 这种设计便于学习单片机的工作原理及内部资源的使用。

3. 远程控制系统设计

远程控制采用单片机内部串口模块实现与 PC 的通信。单片机系统通过串口获取远程 PC 控制信号来控制 LED 灯的亮灭, 可以较好学习单片机串行通信设计原理及方法。

4. 编程语言

系统分部利用汇编语言和 C 语言进行软件设计, 使用汇编语言可加深对单片机指令系统、存储器等工作过程的学习; 使用 C 语言可极大简化程序设计过程。

任务分解

该系统按由简单到复杂、由部分到整体的模块化设计思路, 细分为点亮最简单的单片机系统、LED 闪烁及流动显示控制、上位机控制 LED 灯和 C51 编程控制 LED 灯 4 个任务进行讲解。

任务 1.1 点亮最简单的单片机系统



任务要求

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。具体要求如下。

- (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相关引脚及电路设计。
- (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 Proteus 仿真软件的基本使用方法。

1.1.1 系统硬件电路设计

1. 认识单片机

1) 什么是单片机

单片机 (Single Chip Microcomputer) 即单片微型数字计算机, 其本质是计算机。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、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, 即所谓的三总线结构。其拓扑结构如图 1.1 所示。

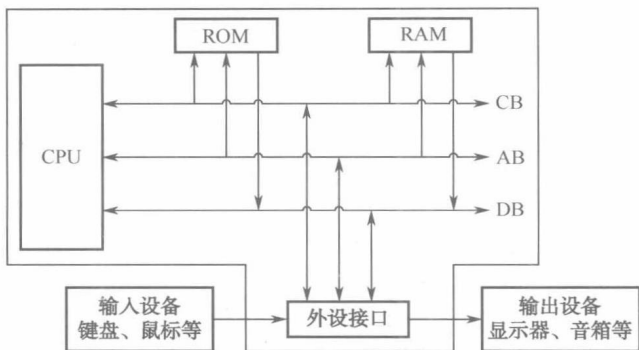


图 1.1 计算机拓扑结构

(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 Interface)

I/O 接口用于连接外部设备, 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, 这些设备通过控制总线 (CB)、地址总线 (AB) 及数据总线 (DB) 和 CPU 进行连接。

控制总线用于传输控制信号; 地址总线解决数据从哪来及到哪去的问题; 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。

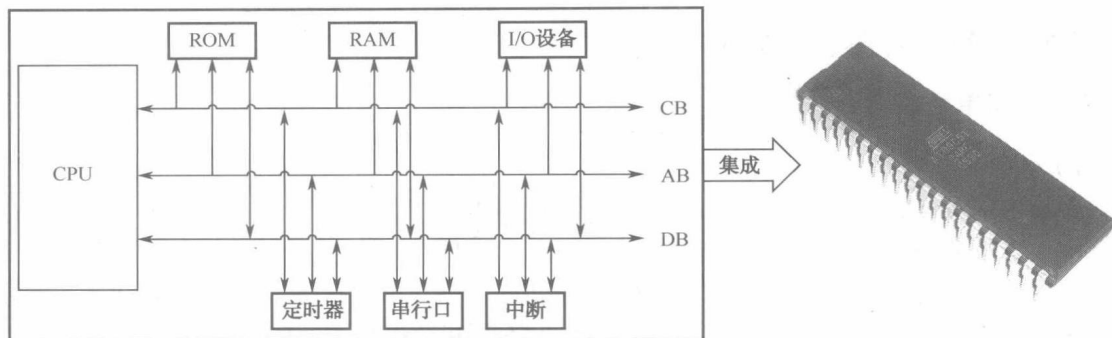


图 1.2 单片机的构成

相比于个人计算机, 单片机十分便宜, 几元钱人民币就能买到, 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又一个重要应用领域, 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与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) 单片机的选择

单片机的选择主要考虑运行速度、存储容量、I/O 口数量、增强型功能、功耗、开发成本等几个方面。

(1) 运行速度

运行速度主要从单片机一次性处理数据的位数来衡量,由此将单片机分为 8 位、16 位和 32 位。通常情况下,位数越高性能越好,运行速度越快。其中 8 位单片机是最基础的一类单片机,主要包括 MCS-51 系列单片机、AVR 单片机等。

(2) 存储容量

单片机的存储容量主要是指 RAM 和 ROM 的大小,这包含两层意思:一是单片机内部是否有存储器,存储器大小是多少;二是存储器的可扩展性。如 MCS-51 系列单片机中的 8031 单片机就不带 ROM,8051 有 4 KB 的 ROM,8052 有 8 KB 的 ROM,最多可扩展至 64 KB,而 STC 公司的部分单片机自身就带有 64 KB 的 ROM 存储空间。

(3) I/O 数量

这主要取决于所设计单片机应用系统的外设对 I/O(输入/输出)的需要,MCS-51 系列单片机的标准 I/O 口配置为 32 个,但有些廉价单片机的 I/O 口配置仅有 8 个、16 个等,可根据实际情况进行选择从而实现低成本设计。

(4) 增强型功能

仍以 MCS-51 系列单片机为例,其内部的标准配置包括定时器、RS232 串口、中断系统等,但很多功能强大的单片机还配置了 A/D 转换电路、PWM 输出及捕获电路、I²C 及 SPI 串口模块等增强型电路,这为单片机应用系统的开发带来了极大的方便。

(5) 功耗

作为简易控制系统设计的核心器件,单片机在便携式智能设备中的应用对低功耗的要求就显得尤为重要,这也是很多单片机制造商追求的设计目标之一,其中 MPS430 系列单片机的功耗已达到 0.1 μ A 以下。

(6) 开发成本

开发成本主要取决于开发工具、开发周期、开发技术资料获取等几方面。很多单片机厂商在技术支持方面做得很好,提供了大量的开发案例,可以极大地缩短开发周期,但开发工具比较昂贵。对于初学者来说,选择技术比较成熟的 MCS-51 系列单片机无疑可以很好地节约学习成本和学习周期。

4) MCS-51 系列单片机

自从美国 Intel 公司于 1976 年推出第一款 MCS-48 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 MCS-51 系列 8 位单片机,以及 MCS-96 系列 16 位单片



单片机应用系统设计项目化教程

机。之后, Intel 公司将主业转入 PC。Philips、Microchip、Atmel 等微处理器生产公司在 MCS-51 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。

在教学中, 我们选用市场占有率较高的 Atmel 公司生产的 AT89S51 单片机, 该单片机属 MCS-51 系列单片机, 学习资料丰富、使用方便、开发成本也十分低廉, 其具有以下特征。

- (1) MCS-51 内核, 指令完全兼容。
- (2) 4 KB 可编程 Flash 存储器 (寿命为 1 000 次写/擦循环), 具有在系统下载功能 (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, 值得一提的是在系统下载功能 (In System Program, ISP)。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, 只能采用专门的编程器将程序写进去, 这对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了。为此, 在教学中我们选用了这款具有 ISP 下载功能的 AT89S51 单片机。

2. 最简单片机系统硬件电路设计

1) 单片机硬件系统的组成

在设计单片机应用系统之前, 首先要搞清楚单片机硬件系统的组成。如图 1.3 所示, 单片机系统硬件部分主要由单片机最小系统及外围电路两部分组成。

(1) 单片机最小系统

单片机最小系统就是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, 主要包括单片机、电源电路、时钟电路、复位电路等几部分。

其中, 单片机是系统的核心器件, 它是整个系统的大脑, 实现了系统的智能化; 当然, 单片机作为电子器件, 首先需要电源提供其所需电能才能工作; 同样, 作为典型的数字电路, 单片机也必须在时钟信号的配合下, 才能完成相应的工作, 它相当于人的脉搏; 而复位电路的作用就相当于 PC 的上电自检或故障重启, 包括上电复位电路和按键复位电路两部分。

在此, 我们在通常意义的小系统电路中增加了一个 ISP (In System Programming) 电路, 将它作为学习型单片机硬件系统组成的不可缺少的部分。ISP 即在系统编程, 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。而 ISP 是一种无须将程序存储芯片 (如 Flash ROM) 从单片机系统板上取出就能对其

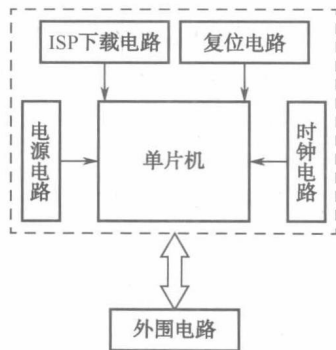


图 1.3 单片机系统构成



进行编程的过程,从而极大简化了程序的下载工作。

(2) 外围电路

外围电路主要是指单片机的输入、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,而我们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;输出电路主要包括显示电路、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。

总之,单片机、电源电路、时钟电路和复位电路是每一个单片机系统所必备的基本电路,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,如本系统要点亮发光二极管,则发光二极管电路就是我们的外围电路。

2) 单片机系统硬件电路设计经验分享

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,但要设计出性能优越的单片机系统还是比较困难。在此,我们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。

3) AT89S51 单片机的引脚

要搭建单片机系统硬件电路,首先应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,实属不易。为此,本书将根据项目的进程,由简单到复杂逐一给大家详解。在此,我们暂且将单片机引脚分为小系统相关引脚、通用 I/O 口和系统扩展辅助引脚 3 部分进行学习,以便于大家归类记忆。

(1) 小系统相关引脚

① 电源引脚:VCC(40 引脚)和 GND(20 引脚),外部电源将从这两个引脚送入单片机。将 5 V 电源正极接到 VCC,负极接到 GND 就构成了单片机系统的

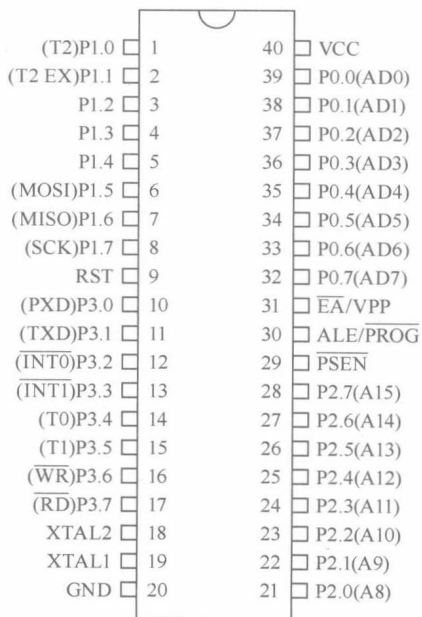


图 1.4 AT89S51 单片机引脚



电源电路。

② 时钟引脚: XTAL1 (19 引脚) 和 XTAL2 (18 引脚), 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 引脚), 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 下载线引脚: 图中 P1.5、P1.6 及 P1.7 (即 5、6、7 引脚) 为 ISP 串行编程接口。编程的本质就是数据的串行传送, 即将编写好的程序传送到单片机 ROM 中。其中 P1.5 为 MOSI 引脚 (Master Out Slave In), 即输入引脚, 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), 即输出引脚, 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。

(2) 通用 I/O 口 (Input/Output)

通用 I/O 口即单片机与外部器件进行联系的通道。标准的 MCS-51 系列单片机共有 32 个 I/O 口, 分为 4 组, 每组 8 个引脚, 即 P0 口 (32~39 引脚)、P1 口 (1~8 引脚)、P2 口 (21~28 引脚)、P3 口 (10~17 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不尽相同, 这在以后的设计中再进行详述。

(3) 系统扩展辅助引脚

所谓系统扩展, 主要包括存储器和 I/O 口的扩展, 即当单片机本身所提供的存储器或 I/O 口不够用时, 就需要扩展。在扩展时, $\overline{\text{PSEN}}$ (29 引脚)、 $\overline{\text{ALE/PROG}}$ (30 引脚)、 $\overline{\text{EA}}$ (31 引脚) 这 3 个引脚将辅助完成扩展功能, 在此不细述, 需要大家必须掌握的是 $\overline{\text{EA}}$ 引脚的含义。

由前面的内容可知, 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, 那么程序放在内部 ROM 还是外部扩展的 ROM 呢? $\overline{\text{EA}}$ 引脚上的电平会告诉单片机, 当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, 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, 因此, 所有项目的 $\overline{\text{EA}}$ 引脚都接为高电平 (+5 V)。

以上就是所有 40 个引脚的基本功能介绍, 其中, 对所有的单片机系统, 电源引脚、时钟引脚、复位引脚及 $\overline{\text{EA}}$ 引脚都会用到。在本系统中, 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 3 组 I/O 口中的任意一组来实现这个功能。

4) 单片机最小系统电路设计

在前面的介绍中可知, 要搭建单片机系统使其完成所需的功能, 应由简单到复杂、分模块一步一步完成整体系统的设计。单片机最小系统电路就是应该搭建的基本电路, 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即可完成整个单片机系统的硬件设计。因此, 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 5 V 供电, 在此我们选用 9 V 电源供电方式, 此方式非常适合便携式产品电源设计, 在市面上购买 1 只 9 V/800 mA 电源适配器、1 个电源插座、1 片 LM7805、2 只 25 V/100 μ F 电解电容、2 只 104 瓷片电容即可, 其电路原理如图 1.5 所示, 各部分电路原理简要介绍如下。

① 9 V 电源由市电 220 V 供电, 输出 9 V 电源接入电源插座。

② LM7805 为三端线性稳压芯片, 可将 9 V 电压转换为 5 V 电压并稳定输出, 其输出功率可达 1 A, 完全满足一般单片机系统的要求。

③ 电容 C4、C5、C6、C7 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 图 1.5 中 VCC 即为 5 V 电源的正极, 接单片机的 VCC (40 引脚), 7805 的 2 引脚也就是电源的负极, 接单片机的 GND (20 引脚)。

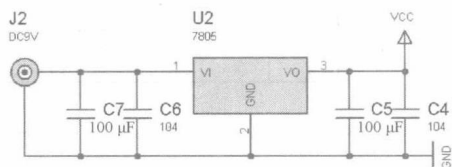


图 1.5 电源电路原理图

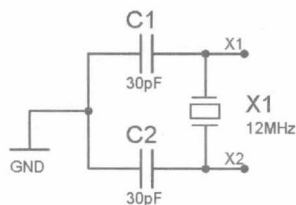


图 1.6 内部时钟方式电路

(2) 时钟电路原理及设计

在单片机 XTAL1 和 XTAL2 引脚上接一个石英晶体谐振器和两只 30 pF $\pm$ 10 pF 谐振电容即可搭建好内部时钟电路 (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, 有兴趣的读者可参考模拟电子技术相关部分内容。

(3) 复位电路原理及设计

从前面的介绍可知, 所谓复位就是让单片机回到初始状态, 重新开始执行程序。而复位是通过给 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, 图中与 C3 并联的按键起手动复位的作用。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 5 V 电压直到电容充满电后才下降至 0 V, 从而实现上电复位; 单片机工作时按下 SB 键将使 RST 引脚上出现一段时间的高电平, 直到按键松开后又将变为低电平从而实现了手动复位。

(4) ISP 电路设计

ISP 下载电路原理如图 1.8 所示, 采用 IDC10 插头, 分别与地线、电源正、RST 及 P1.5~P1.7 等引脚按如图所示连接即可。

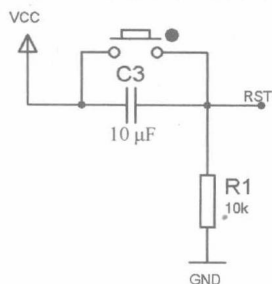


图 1.7 复位电路

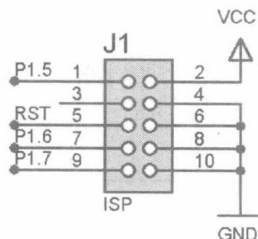


图 1.8 ISP 下载电路