



高职高专电子信息类专业“十二五”课改规划教材

单片机应用与设计

(项目式教学)

■主编 赵兴宇 李媛



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专电子信息类专业“十二五”课改规划教材

单片机应用与设计

(项目式教学)

主 编 赵兴宇 李 媛

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书采用“项目驱动”的编写思路,通过分析归纳,总结了6个单片机项目,并将单片机知识点融入到了每个项目中。本书以“一个核心”(单片机最小系统设计)为主线,另外5个项目在此基础上扩展而来且相互独立,所有项目组合在一起又可以构成一个大的单片机系统,可使学生由浅入深、由易到难地掌握单片机应用技术。

书中详细介绍了STC89C51RC/RD+系列单片机的硬件结构、I/O口应用、定时器与中断、键盘与显示、A/D和D/A电路、串行口应用、单片机外设等内容,从项目分析入手,详细地讲解了其硬件电路的设计与原理分析、程序编写思路等内容,同时引入Proteus仿真,使得即便在没有硬件的条件下,也能直观地反应设计结果。

本书可作为高职高专院校电子信息、应用电子、电气自动化、机电等专业单片机课程教材,也可作为电子制作爱好者自学参考用书。

本书配有C语言源程序代码和Proteus仿真电路资源,供教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用与设计:项目式教学/赵兴宇,李媛主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2012.8

高职高专电子信息类专业“十二五”课改规划教材

ISBN 978-7-5606-2874-5

I. ①单… II. ①赵… ②李… III. ①单片微型计算机—高等职业教育—教材

IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 163200 号

策 划 邵汉平

责任编辑 邵汉平 张 梁

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13

字 数 304千字

印 数 1~3000册

定 价 20.00元

ISBN 978-7-5606-2874-5 / TP·1358

XDUP 3166001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

本书采用“项目驱动”的编写思路，通过引入 6 个项目，将单片机的主要内容融入到各个项目中。在介绍知识点时，根据知识点的特点，有的采用先引入问题，然后寻找解决问题的方法，有的则先讲解知识点，然后再由易到难，逐步运用知识点去解决问题。本书中所引入的 6 个项目全部在真实硬件电路下制作并调试成功，同时书中还引入了 Proteus 仿真，以加深读者对每个项目的学习和理解，使得即使在没有硬件的情况下，也可以较好地学习和应用单片机。

书中项目一主要介绍 STC89C51RC/RD+ 系列单片机的硬件结构和能够使单片机正常工作的单片机最小系统的制作与调试方法，并介绍了 Keil 软件和 Proteus 软件的使用方法；项目二主要介绍了 C 语言编程基础以及单片机 I/O 口的使用方法，通过大量的实例讲解了单片机 I/O 的使用方法；项目三主要介绍了单片机显示电路与键盘接口电路以及单片机定时器和中断的使用方法；项目四介绍了单片机 A/D、D/A 电路的原理，以及器件的使用方法，并详细介绍了根据器件时序图编写程序以及控制器件的方法；项目五介绍了串行口的应用；项目六主要介绍了单片机常用外设的控制方法。

在硬件条件较好的情况下，建议采用“边教、边学、边做”的教学模式。在每个项目最后，均列举了器件使用清单和制作注意事项，硬件条件不足的学校建议在计算机室展开教学，通过 Proteus 仿真，模拟真实的硬件电路情况，以使學生系统地掌握单片机应用技术。

本书参考学时如下：

项 目	参考学时 (Proteus 仿真教学)	参考学时 (全程实践教学)
单片机最小系统设计制作	8	24
霓虹灯控制电路设计与制作	10	24
单片机显示电路与矩阵键盘设计	22	30
单片机的 A/D 和 D/A 电路	10	16
单片机串行口通信	8	10
单片机外设控制	6	10
总计	64	114

由于时间紧迫和编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，欢迎广大读者对本书提出批评和建议。

编 者
2012 年 4 月

目 录

项目一 单片机最小系统设计与制作	1
1.1 初识 STC89C51 单片机	1
1.1.1 单片机概述	1
1.1.2 性能与特点	2
1.1.3 内部结构	2
1.1.4 引脚	3
1.2 STC89C51 系列单片机的存储器	4
1.2.1 程序存储器	5
1.2.2 数据存储器	5
1.2.3 特殊功能寄存器	5
1.3 单片机最小系统设计与制作	7
1.3.1 最小系统的硬件电路	7
1.3.2 程序编写与下载	9
1.3.3 调试方法与步骤	20
1.4 Proteus 仿真软件	20
制作指南 1 单片机最小系统硬件电路制作指南	30
本章知识总结	31
习题 1	31
项目二 霓虹灯控制电路设计与制作	32
2.1 C 语言简介	32
2.1.1 概述	32
2.1.2 数据类型、运算符与表达式	33
2.2 STC89C51RC/RD+ 系列单片机的 I/O 口结构	37
2.2.1 准双向口输出配置	37
2.2.2 开漏输出配置	38
2.3 单片机 I/O 口应用举例	38
2.4 Keil 软件简介	60
2.5 霓虹灯控制电路的设计与制作	63
制作指南 2 霓虹灯控制电路制作指南	64
本章知识总结	64
习题 2	65
项目三 单片机显示电路与矩阵键盘设计	66
3.1 中断系统	66
3.1.1 中断的概念	66

3.1.2 MCS-51 单片机的中断系统	67
3.2 STC89C51RC/RD+ 系列单片机的定时器	74
3.2.1 定时器的相关寄存器	75
3.2.2 定时器的相关工作方式	77
3.2.3 定时器应用举例	83
3.3 数码管的静、动态显示设计	86
3.3.1 数码管概述	86
3.3.2 数码管的显示方式	87
3.3.3 数码管显示程序的设计	88
*3.4 LCD 显示控制	100
3.4.1 1602 液晶简介	100
3.4.2 LCD 应用举例	103
3.5 矩阵键盘的设计	112
制作指南 3 显示电路与矩阵键盘硬件电路制作指南	121
本章知识总结	121
习题 3	123
项目四 单片机的 A/D 和 D/A 电路	124
4.1 单片机的 A/D 电路	124
4.1.1 A/D 转换的基本概念	124
4.1.2 ADC 的分类	126
4.1.3 ADC 的主要参数	126
4.2 常用 ADC 简介	127
4.2.1 常用 ADC	127
4.2.2 ADC0804 的技术指标	127
4.2.3 ADC0804 的引脚	127
4.2.4 ADC0804 的典型应用电路与控制方法	128
4.2.5 ADC0804 应用举例	130
4.2.6 ADC0809 芯片简介	137
4.3 单片机的 D/A 电路	140
4.3.1 D/A 转换的基本概念	140
4.3.2 DAC 的分类	141
4.3.3 DAC 的主要参数	142
4.4 常用 DAC 简介	142
4.4.1 DAC0832 的特性	142
4.4.2 DAC0832 的引脚	142
4.4.3 DAC0832 的工作方式	143
4.4.4 DAC0832 的典型应用电路	144
4.4.5 DAC0832 应用举例	144
制作指南 4 A/D 和 D/A 电路制作指南	148

本章知识总结	149
习题 4	150
项目五 单片机串行口通信	151
5.1 串行通信简介	151
5.1.1 串行通信和并行通信	151
5.1.2 异步通信和同步通信	151
5.1.3 串行通信的传输方向	152
5.2 STC89C51RC/RD+系列单片机的串行口	153
5.2.1 串行口相关寄存器	153
5.2.2 STC89C51RC/RD+系列单片机的串行口工作模式	157
5.2.3 串行通信中波特率的设置	162
5.2.4 串行口使用步骤	163
5.3 串行口应用举例	163
本章知识总结	171
习题 5	172
项目六 单片机外设控制	173
6.1 单片机与继电器	173
6.2 单片机与电机	177
6.3 单片机 I/O 口的扩展	180
本章知识总结	188
习题 6	188
附录 A ANSIC 标准的关键字与 C51 编译器的扩展关键字	189
附表 A-1 ANSIC 标准的关键字	189
附表 A-2 C51 编译器的扩展关键字	190
附录 B 指令集	191
附表 B-1 数据转移指令	191
附表 B-2 布尔代数运算	192
附表 B-3 程序跳跃	193
附表 B-4 逻辑运算指令	193
附表 B-5 算数运算指令	195
附表 B-6 特殊功能寄存器	195
附录 C ASCII 码表	197
附录 D 元器件清单	199
参考文献	200

项目一 单片机最小系统设计与制作

学习目标

- ※ 了解单片机的组成;
- ※ 了解单片机的引脚功能;
- ※ 掌握单片机最小系统的组成;
- ※ 初步掌握 Keil 软件的使用方法;
- ※ 初步掌握 Proteus 软件的使用方法, 能进行基本仿真操作。

能力目标

能够完成单片机最小系统电路的设计与制作; 能利用 Keil 软件进行程序编写; 掌握 STC 系列单片机下载程序的方法; 能借助 Proteus 仿真软件进行辅助学习。

1.1 初识 STC89C51 单片机

1.1.1 单片机概述

1. 单片机简介

单片机是一种集成电路芯片, 通常单片机由 CPU、存储器、I/O 口、定时器/计时器、中断系统等组成。单片机又称单片微型计算机, 是典型的嵌入式微控制器, 英文缩写为 MCU。

单片机起初被应用在工业控制领域, 目前已渗透到我们生活的各个领域, 如航空航天, 智能仪器仪表控制, 网络通讯与数据传输, 实时控制, 数据采集处理, 录像机、摄像机、洗衣机、电磁炉、微波炉的控制等。

2. 单片机类型

8051 单片机最早由 Intel 公司推出, 之后, 多家公司购买了 8051 的内核, 因此, 以 8051 为内核的单片机的产量最大, 应用最为广泛。其中 Atmel 公司的 AT89S5X 系列单片机和宏晶公司的 STC89C5X 系列单片机, 是目前应用较多的两款单片机, 特别是 Atmel 公司的 AT89S5X 系列单片机由于推出得较早, 因此在高校教学中应用较多。

AVR 单片机也是 Atmel 公司的产品, 它是精简指令型单片机。与其他 8 位单片机相比, AVR 单片机有明显速度优势, 具备 1 MIPS 的高速运行处理能力, I/O 口功能强大, 可输出 40 mA 的电流(单一输出), 作输入时可设置为三态高阻抗输入或带上拉电阻输入, 具备



10 mA~20 mA 灌电流的能力, 外围电路简单, 系统稳定性好。

PIC 单片机是 Microchip 公司的产品, 其 CPU 具有分散作用(多任务)功能。它也是一种精简指令型的单片机, 指令数量比较少, 中档的 PIC 系列有 35 条指令, 低档的有 33 条指令。

MSP430 系列单片机是由美国德州仪器公司(TI)于 1996 年推出的一款 16 位超低功耗并具有精简指令集(RISC)的单片机, 具有处理能力强、运算速度快、超低功耗、片内资源丰富等优点。目前有 MSP430x1xx 系列、MSP430F2xx 系列、MSP430C3xx 系列、MSP430C4xx 系列、MSP430F5xx 系列, 其中 1xx 系列和 4xx 系列目前在高校全国大学生电子设计竞赛中得到广泛应用。

此外, 还有 SST、PHILIPS、华邦等多家公司都先后推出了各自的 8051 内核单片机, 也各自占有一定的市场。

本书以 STC89C51RC/RD+ 系列单片机为例, 介绍单片机的基础知识及其应用。

1.1.2 性能与特点

STC89C51RC/RD+ 系列单片机的特点如下:

- (1) 是增强型 8051 单片机, 有 6 时钟/机器和 12 时钟/机器可选, 指令代码完全兼容传统 8051。
- (2) 工作电压: 3.3 V~5 V(5 V 单片机)/2.0 V~3.8 V(3 V 单片机)。
- (3) 工作频率范围: 0~40 MHz, 相当于普通 8051 的 0~80 MHz, 实际工作频率可达 48 MHz。
- (4) 用户应用程序空间: 4 KB/8 KB/13 KB/16 KB/32 KB/64 KB。
- (5) 片上集成 1280 KB 或 512 KB 的 RAM。
- (6) 通用 I/O 口(35/39 个)复位后为: P1/P2/P3/P4 是准双向口/弱上拉(普通 8051 传统 I/O 口); P0 口是开漏输出, 作为总线扩展用时不用加上拉电阻, 作为 I/O 口用时需加上拉电阻。
- (7) 有 ISP(在系统可编程)/ IAP(在应用可编程)功能, 无需专用编程器, 无需专用仿真器可通过串口(RxD/P3.0, TxD/P3.1)直接下载用户程序, 数秒即可完成一片。
- (8) 带有 EEPROM。
- (9) 有看门狗功能。
- (10) 内部集成 MAX810 专用复位电路(HD 版本和 90C 版本), 当外部晶体为 20 M 以下时, 可省去外部复位电路。
- (11) 共 3 个 16 位定时器/计数器, 其中定时器 0 还可当成 2 个 8 位定时器使用。
- (12) 外部中断 4 路, 下降沿中断或低电平触发中断, Power Down 模式可由外部中断低电平触发中断方式唤醒。
- (13) 通用异步串行口(UART), 还可利用定时器软件实现多个 UART。
- (14) 工作温度范围: -40℃~+85℃(工业级)/0~75℃(商业级)。
- (15) 封装: LQFP-44, PDIP-40, PLCC-44, PQFP-44。

1.1.3 内部结构

STC89C51RC/RD+ 系列单片机中包含中央处理器(CPU)、程序存储器(Flash)、数据存储

器(SRAM)、定时/计数器、UART 串口、I/O 接口、EEPROM、看门狗等模块。STC89C51RC/RD+ 系列单片机几乎包含了数据采集和控制中所需所有单元模块,可称得上一个片上系统,其内部结构如图 1.1 所示。

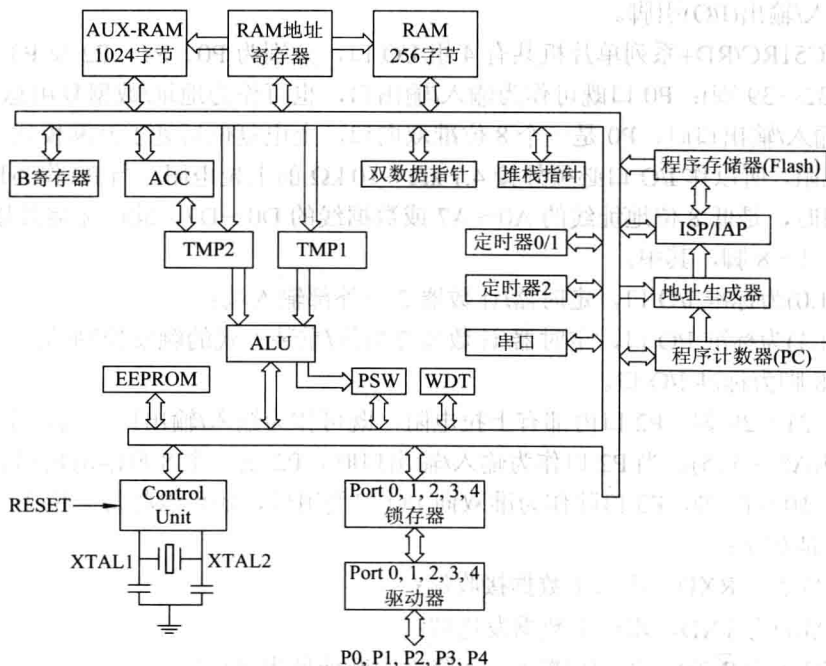


图 1.1 STC89C51RC/RD+单片机内部结构框图

1.1.4 引脚

STC89C51RC/RD+系列单片机的引脚如图 1.2 所示。

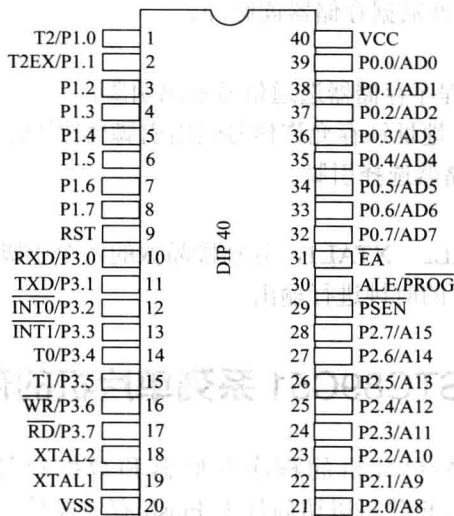


图 1.2 (DIP40)STC89C51RC/RD+系列单片机的引脚图

(1) 电源引脚。

VCC(40 脚): 电源正极。

VSS(20 脚): 电源负极。

(2) 输入/输出(I/O)引脚。

STC89C51RC/RD+系列单片机共有 4 组 I/O 口, 分别为 P0、P1、P2 及 P3 口。

P0 口(32~39 脚): P0 口既可作为输入/输出口, 也可作为地址/数据复用总线使用。当 P0 口作为输入/输出口时, P0 是一个 8 位准双向口, 上电复位后处于开漏模式。P0 口内部没有上拉电阻, 所以作 I/O 口必须外接 $4.7\text{ k}\Omega\sim 10\text{ k}\Omega$ 的上拉电阻。当 P0 作为地址/数据复用总线使用时, 是低 8 位地址线的 A0~A7 或数据线的 D0~D7, 此时无需外接上拉电阻。

P1 口: 1~8 脚, 其中:

1 脚(P1.0)为标准 I/O 口, 定时器/计数器 2 的外部输入端;

2 脚(P1.1)为标准 I/O 口, 定时器/计数器 2 捕捉/重装方式的触发控制端;

3 脚~8 脚为标准 I/O 口。

P2 口: 21~28 脚, P2 口内部有上拉电阻, 既可作为输入/输出口, 也可作为高 8 位地址总线使用(A8~A15)。当 P2 口作为输入/输出口时, P2 是一个 8 位准双向口。

P3 口: 10~17 脚, P3 口除作为准双向 I/O 口使用外, 还可以将每一位用于第二功能, 其中第二功能如下:

10 脚(P3.0)为 RXD, 串口 1 数据接收端;

11 脚(P3.1)为 TXD, 串口 1 数据发送端;

12 脚(P3.2)为 $\overline{\text{INT0}}$, 外部中断 0, 下降沿中断或低电平中断;

13 脚(P3.3)为 $\overline{\text{INT1}}$, 外部中断 1, 下降沿中断或低电平中断;

14 脚(P3.4)为 T0, 定时器/计数器 0 的外部输入端;

15 脚(P3.5)为 T1, 定时器/计数器 1 的外部输入端;

16 脚(P3.6)为 $\overline{\text{WR}}$, 外部数据存储器写脉冲;

17 脚(P3.7)为 $\overline{\text{RD}}$, 外部数据存储器读脉冲。

其他引脚功能如下:

29 脚为 $\overline{\text{PSEN}}$, 外部程序存储器选通信号输出引脚;

30 脚为 $\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$, 地址锁存允许信号输出引脚/编程脉冲输入引脚;

31 脚为 $\overline{\text{EA}}$, 内外存储器选择引脚;

9 脚为 RST, 复位脚;

18、19 脚分别为 XTAL2、XTAL1, 分别接晶振的两个引脚, 19 脚是外部时钟源的输入端, 18 脚是将 19 脚输入的时钟进行输出。

1.2 STC89C51 系列单片机的存储器

STC89C51RC/RD+系列单片机的程序存储器和数据存储器是各自独立编址的。STC89C51RC/RD+系列单片机除可以访问片上 Flash 存储器外, 还可以访问 64 KB 的外部程序存储器。

1.2.1 程序存储器

程序存储器用于存放用户程序、数据和表格等信息。STC89C51RC/RD+系列单片机内部集成了 4 KB~64 KB 的 Flash 程序存储器。STC89C51RC/RD+系列各种型号单片机的片内程序 Flash 存储器的地址如表 1-1 所示。

表 1-1 STC89C51RC/RD+系列各种型号单片机的片内程序 Flash 存储器的地址表

型 号	程序存储器地址
STC89C/LE51RC	0000H~0FFFH(4 KB)
STC89C/LE52RC	0000H~1FFFH(8 KB)
STC89C/LE53RC	0000H~33FFFH(13 KB)
STC89C/LE54RD+	0000H~3FFFFH(16 KB)
STC89C/LE58RD+	0000H~7FFFFH(32 KB)
STC89C/LE510RD+	0000H~9FFFFH(40 KB)
STC89C/LE512RD+	0000H~BFFFFH(48 KB)
STC89C/LE514RD+	0000H~DFFFFH(56 KB)
STC89C/LE516RD+	0000H~FFFFFH(64 KB)

单片机复位后, 程序计数器(PC)的内容为 0000H, 从 0000H 单元开始执行程序。STC89C51RC/RD+单片机利用 EA 引脚来确定是访问片内程序存储器还是访问片外程序存储器。当 EA 引脚接高电平时, STC89C51RC/RD+单片机首先访问片内程序存储器, 当 PC 的内容超过片内程序存储器的地址范围时, 系统会自动转到片外程序存储器。

STC89C51 系列单片机的 5 种中断源的中断入口地址规定如下:

外中断 0	0003H
定时器 T0	000BH
外中断 1	0013H
定时器 T1	001BH
串行口	0023H

1.2.2 数据存储器

单片机的数据存储器在物理上和逻辑上都分为两个地址空间, 即内部数据存储区和外部数据存储区。内部 RAM 有 128 或 256 个字节的用户数据存储空间(不同的型号有分别), 用于存放执行的中间结果和过程数据。普通 89C51 系列单片机的内部 RAM 有 128 字节(89C51)/256 字节(89C52)供用户使用, 其中:

- (1) 低 128 字节的内部 RAM(地址: 00H~7FH), 可直接寻址或间接寻址;
- (2) 高 128 字节的内部 RAM(地址: 80H~FFH), 只能间接寻址(普通 89C51 没有)。

1.2.3 特殊功能寄存器

特殊功能寄存器(SFR)是用来对片内各功能模块进行管理、控制、监视的控制寄存器和状态寄存器, 是一个特殊功能的 RAM 区。STC89C51RC/RD+系列单片机内的特殊功能寄



寄存器与内部高 128 字节 RAM 共用相同的地址范围,都使用 80H~FFH,但特殊功能寄存器必须用直接寻址指令访问。

1. 程序计数器(PC)

程序计数器在物理上是独立的,不属于 SFR 之列。PC 字长 16 位,是专门用来控制指令执行顺序的寄存器。单片机上电或复位后,PC=0000H,强制单片机从程序的零单元开始执行程序。

2. 累加器(ACC)

累加器是 8051 单片机内部最常用的寄存器,也可写作 A,常用于存放参加算术或逻辑运算的操作数及运算结果。

3. B 寄存器

B 寄存器在乘法和除法运算中须与累加器配合使用。MUL AB 指令把 A 和 B 中的 8 位无符号数相乘,所得的 16 位乘积的低字节存放在 A 中,高字节存放在 B 中。DIV AB 指令用 B 除以 A,整数商存放在 A 中,余数存放在 B 中。B 寄存器还可以用作通用暂存寄存器。

4. 程序状态字寄存器(PSW)

PSW 各标志位见表 1-2。

表 1-2 PSW 各标志位表

地址	位	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
D0H	位名	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	FI	P

CY: 进位位。加法运算中,当最高位即 B7 位有进位,或减法运算中最高位有借位时,CY 为 1,反之为 0。

AC: 进位辅助位。加法运算中,当 B3 位有进位,或减法运算中 B3 有借位时,AC 为 1,反之为 0。设置辅助进位标志 AC 的目的是为了便于 BCD 码加法、减法运算的调整。

F0: 用户标志位 0。

RS1、RS0: 工作寄存器组的选择位,如表 1-3 所示。

表 1-3 工作寄存器组选择表

RS1	RS0	当前使用的工作寄存器组(R0~R7)
0	0	0 组(00H~07H)
0	1	1 组(08H~0FH)
1	0	2 组(10H~17H)
1	1	3 组(18H~1FH)

OV: 溢出标志位。

F0: 用户标志位 1。

B1: 保留位。

P: 奇偶标志位。该标志位始终体现累加器 ACC 中 1 的个数的奇偶性。如果累加器 ACC 中 1 的个数为奇数,则 P 置 1;当累加器 ACC 中的个数为偶数(包括 0 个)时,P 位为 0。

5. 堆栈指针(SP)

堆栈指针是一个 8 位专用寄存器。它指示出堆栈顶部在内部 RAM 块中的位置。系统复位

后, SP 初始化为 07H, 使得堆栈事实上由 08H 单元开始。考虑 08H~1FH 单元分别属于工作寄存器组 1~3, 若在程序设计中用到这些区, 则最好把 SP 值改变为 80H 或更大的值为宜。STC89C51RC/RD+ 系列单片机的堆栈是向上生长的, 即将数据压入堆栈后, SP 内容增大。

6. 数据指针(DPTR)

数据指针是一个 16 位专用寄存器, 由 DPL(低 8 位)和 DPH(高 8 位)组成, 其地址是 82H(DPL, 低字节)和 83H(DPH, 高字节)。DPTR 是传统 8051 机中唯一可以直接进行 16 位操作的寄存器, 也可分别对 DPL 和 DPH 按字节进行操作。STC89C51RC/RD+ 系列单片机有两个 16 位的数据指针 DPTR0 和 DPTR1, 这两个数据指针共用同一个地址空间, 可通过设置 DPS/AUXR1.0 来选择具体被使用的数据指针。

1.3 单片机最小系统设计与制作

单片机最小系统, 也称为最小应用系统, 是指用最少的元件组成的可以工作的单片机系统。最小系统一般应该包括: 单片机、晶振电路、复位电路。

1.3.1 最小系统的硬件电路

单片机最小系统电路如图 1.3 所示。

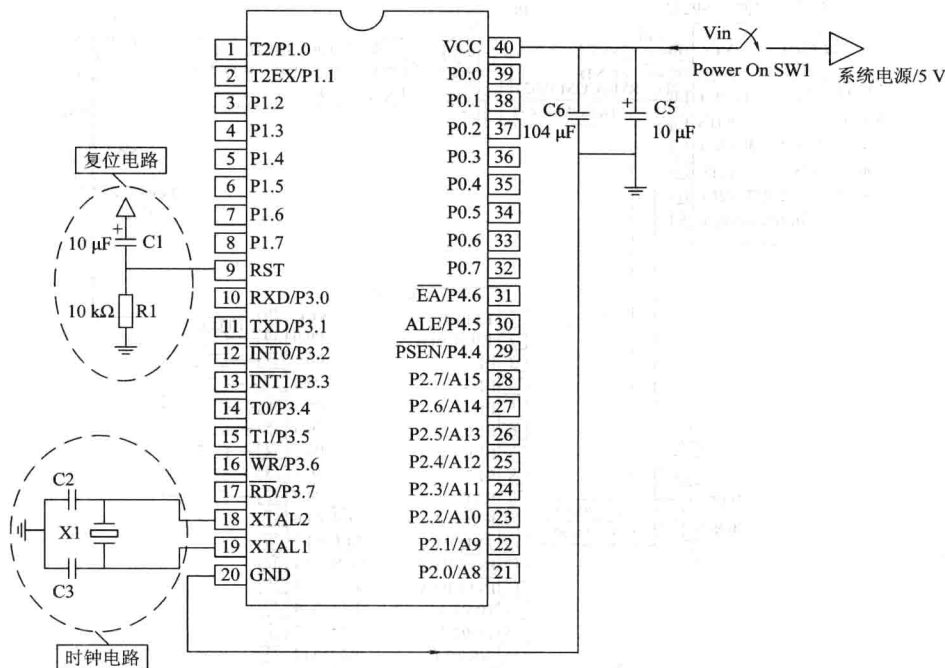
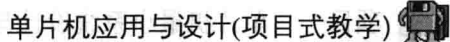


图 1.3 单片机最小系统电路图

1. 时钟电路

时钟电路用于产生单片机工作所必需的时钟控制信号。时钟频率直接影响单片机的速度。时钟电路连接单片机 18 脚和 19 脚, 由晶振和无极性电容构成。



XTAL1(19 脚): 芯片内部振荡电路输入端。

XTAL2(18 脚): 芯片内部振荡电路输出端。

一般来说晶振可以在 1.2 MHz~12 MHz 之间任选,或者更高,实际中常选用 11.0592 MHz 的石英晶振,选择 11.0592 MHz 的晶振可以得到精确的通信波特率,在进行串口通信时可靠性高。与晶振连接的两个无极性电容起到频率微调作用,电容通常可以在 22 pF~30 pF 之间选择。

2. 复位电路

当单片机系统在运行中, 受到环境干扰出现程序异常的时候, 按下复位按钮后, 内部的程序自动从头开始执行。

单片机系统常常有上电复位和按钮复位两种方法。图 1.3 中电容与电阻连接点连接单片机 9 脚, 构成单片机复位电路, 此种接法为上电复位电路即电源接通后单片机复位。单片机在第 9 脚的高电平持续 $2\ \mu\text{s}$ 就可以实现复位, 因此只要保证电容的充放电时间大于 $2\ \mu\text{s}$ 即可实现复位。

图 1.3 所示的电路,是单片机能完成工作的最基本的单元。但是我们要使单片机实现我们的意图(让单片机执行相应的程序),就需要将所编写的程序代码下载到单片机中,但图 1.3 所示的电路是无法完成程序下载任务的。因此,需要在原电路的基础上,对电路进行扩展,以方便随时将新编写的程序或修改的程序下载到单片机中。扩展电路图如 1.4 所示。

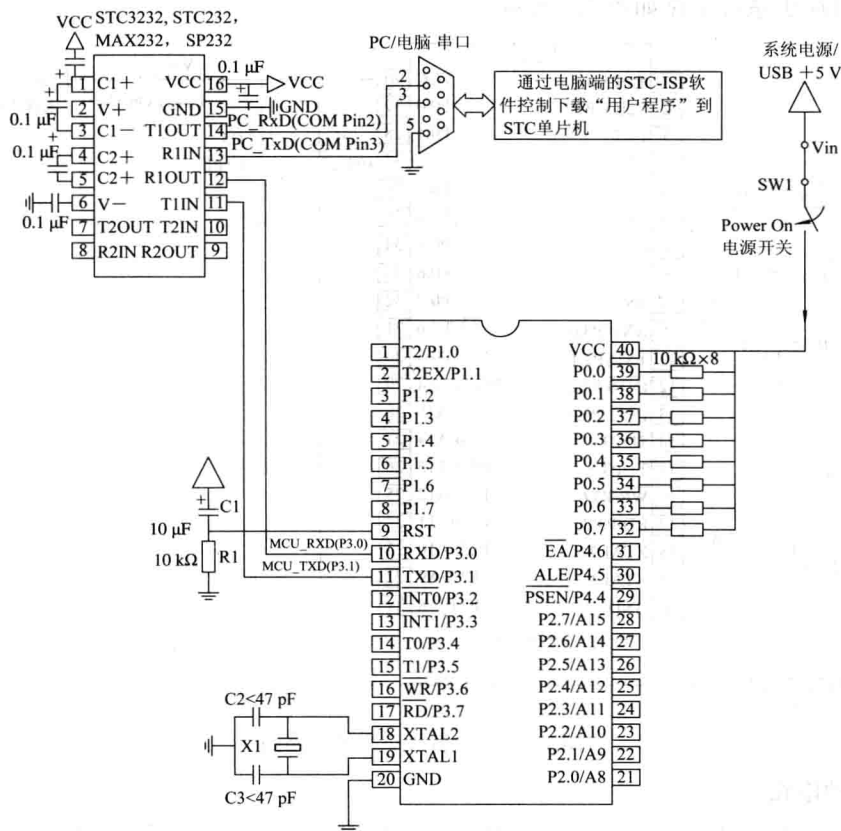


图 1.4 在系统可编程(ISP)典型应用线路图



图 1.4 中加入了 MAX232 芯片, 可通过 MAX232 芯片与串口和单片机连接, 以上电路可以完成将程序下载到单片机中的任务。

在制作单片机最小系统的过程中, 需要准备以下元器件: 10 cm × 10 cm 万能板 1 块、DIP40 芯片座 1 个、DIP16 芯片座 1 个、11.0592 MHz 晶振 1 个、27 pF 瓷片电容 2 个(瓷片电容可以考虑换成独石电容)、DB9 串口(DB9-F-弯 90 度)1 个、10 kΩ 电阻 1 个、10 μF 电解电容 1 个、STC89C52 单片机 1 片、104 瓷片电容 4 个、7.5 × 7.5 自锁开关 1 个(做电源开关使用)、MAX232 芯片 1 片、10 kΩ 排阻 1 个(由于 P0 口为漏极开路模式, 因此在使用时需要外接上拉电阻)、双排针 1 个(扩展 I/O 引脚使用)、串口线 1 根(台式电脑带串口, 可以使用此口下载程序)或者 USB 转 232 线(笔记本电脑无串口, 可使用此线下载程序)。

焊接时应注意: 首先确定核心元器件的位置, 由于有芯片座, 所以先焊接芯片座, 等所有电路焊接完成后再安装芯片。另外使用的是万能板, 所以在焊接过程中, 布局尽量不飞线, 也就是按照 Protel 99se 中绘制单面 PCB 的方法一样, 所有的线路都在焊接面完成, 以加强电路的稳定性。图 1.5 所示为实际布线图。图 1.6 所示为实际布局图。

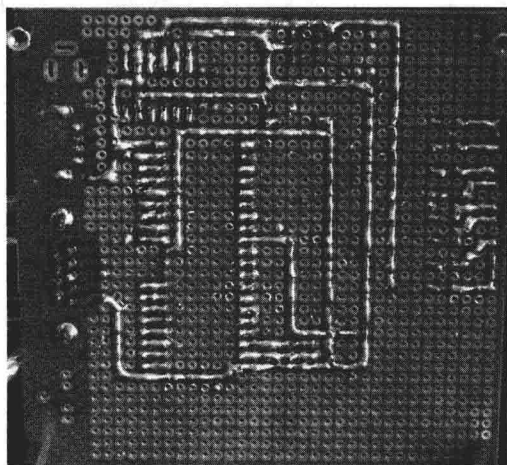


图 1.5 实际布线图

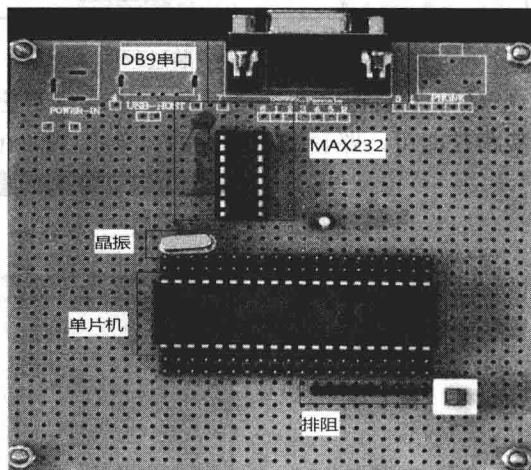


图 1.6 实际布局图

为了检验制作的单片机最小系统能否正常工作, 可以另外准备一个发光二极管, 将其焊接在单片机任意一个 I/O 引脚上, 来检测单片机最小系统能否正常工作。

1.3.2 程序编写与下载

1. 开发环境与程序编写

程序的编写需要在相关的开发环境下进行, 编程所使用的语言有汇编语言、C 语言等, 本书的所有代码都是以 C 语言进行编写的。C 语言编程使用的编译器为 Cx51, 目前使用较多的是 Keil 软件。

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统, 提供了包括 C 编译器、宏汇编、连接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案, 通过一个集成开发环境(μVision)将这些部分组合在一起。下面介绍如何在 Keil 开发环境下编写程序代码(关于 Keil 的详细使用方法, 会在后面章节介绍)。

1) 软件的安装

(1) 双击安装文件 C51V818.exe, 在弹出的对话框中, 单击“Next”按钮, 如图 1.7 所示。

(2) 将“I agree to all the terms of the preceding License Agreement”前的单选框选中, 然后单击“Next”按钮, 如图 1.8 所示。

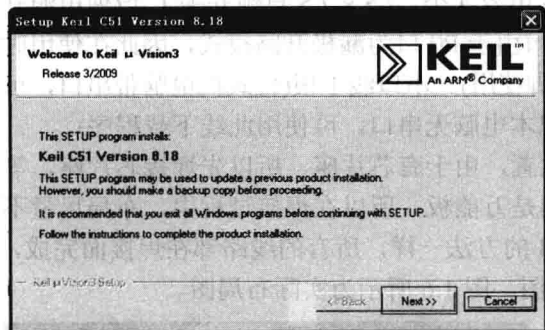


图 1.7 Keil 软件安装过程图 A

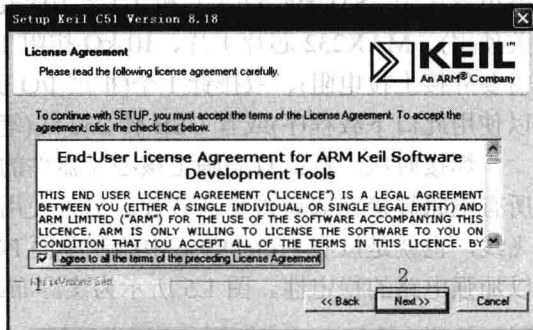


图 1.8 Keil 软件安装过程图 B

(3) 安装程序默认路径为 C:\Keil, 若想更改路径, 可以点击“Browse”按钮, 选择安装路径即可, 路径选中完成后, 单击“Next”按钮, 如图 1.9 所示。

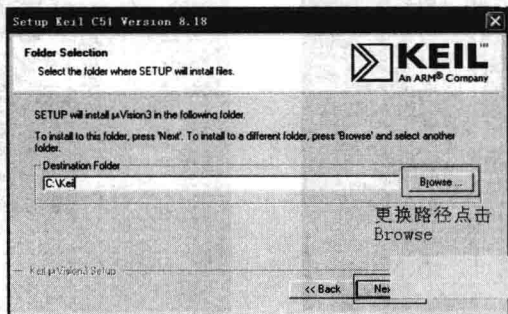


图 1.9 Keil 软件安装过程图 C

(4) 在弹出的对话框中, 在“First Name”中输入名字, 在“E-mail”中输入邮箱, 当然这两项也可以随意填写, 不影响安装过程。输入完成后, 单击“Next”按钮, 程序将进行安装, 如图 1.10 和图 1.11 所示。

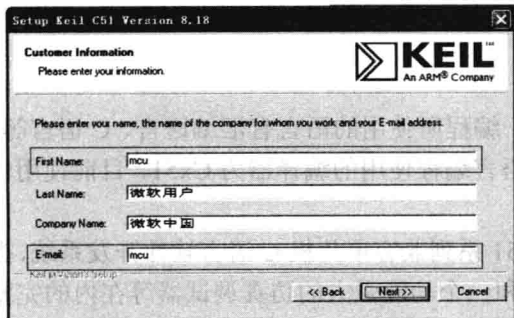


图 1.10 Keil 软件安装过程图 D

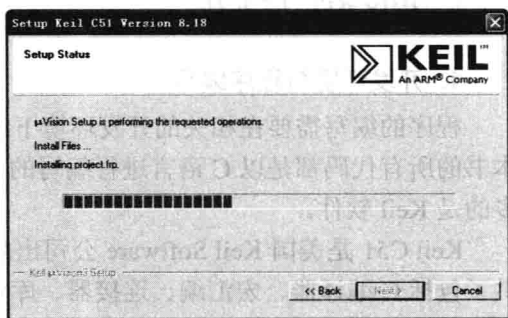


图 1.11 Keil 软件安装过程图 E