

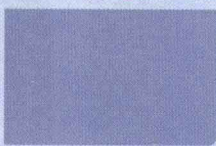
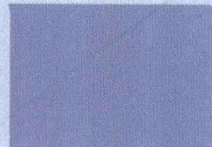
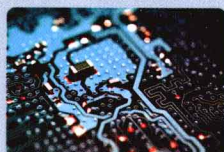
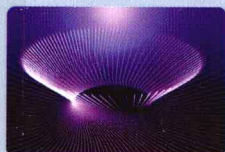
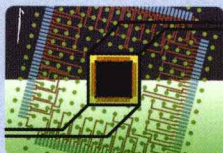


普通高等教育“十二五”创新型规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

Danpianji C51
Jishu Yingyong

单片机C51技术应用

◆ 主编 杨打生 宋 伟



普通高等教育“十二五”创新型规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

单片机 C51 技术应用

主 编 杨打生 宋 伟
副主编 王忠远 张 昕 刘占伟
主 审 吉雪峰

内容简介

本书以 AT89S51、STC12C5A60S2 单片机应用为目的,以项目为载体,以 Keil C51 为编程调试软件,以 Proteus 为仿真软件,介绍了用 C51 语言编写单片机程序的方法。

全书包括单片机实验电路制作、数字电压表等十三个项目,涵盖了单片机硬件设计、C51 程序基础、输入输出、中断与定时器、串行通信、AD/DA 等单片机的基础知识。最后以抢答器、温度测量仪应用项目作为综合技能训练,进一步提升单片机应用能力。

本书所选项目均可通过调试仿真软件看到程序运行的过程与结果,以培养技术应用能力为主线,体现“教、学、做”一体化教学思想,突出程序设计思想的培养。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

单片机 C51 技术应用/杨打生,宋伟主编. —北京:北京理工大学出版社,2011.8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 5018 - 4

I. ①单… II. ①杨… ②宋… III. ①单片微型计算机 - C 语言 - 程序设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 168175 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京兆成印刷有限责任公司

开 本/710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张/17.25

字 数/322 千字

版 次/2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑/张慧峰

印 数/1~1500 册

责任校对/周瑞红

定 价/39.00 元

责任印制/王美丽

前言

Preface <<< <<<

从航空航天到程控玩具,从工业生产到日常生活,单片机以其多系列、低成本、低电压、低功耗的优势广泛应用到国民生活的各个领域,与通信技术、机电技术、传感器技术、计算机技术紧密结合,单片机技术应用成为工科院校信息类、控制类、机电类、仪器仪表类专业的主干专业课程。

传统的单片机教学以汇编语言为主,汇编语言具有程序结构简单,执行速度快,程序占用存储空间小的优点,但汇编语言的每条指令都是针对单片机的具体存储器,很难编写出功能复杂的程序,每一种汇编语言只针对一类单片机,程序可移植性差。用高级语言开发单片机已经成为单片机应用开发的趋势,用C语言编写单片机程序,对不同类型的单片机只需了解单片机的接口电路、内部功能部件的使用方法即可,可以充分利用C语言灵活的编程功能,程序的可读性、可移植性较强,缺点是C语言编译后的程序存储空间大,语句执行时间不好控制,实时性较差。

本书的参编人员都是多年从事单片机教学与单片机技术开发的一线教师,在完成各个项目的过程中,循序渐进,逐步完善单片机的硬件知识、C语言的编程方法,并将充分利用计算机仿真技术,力求每个项目都可以看到程序的调试与运行情况,将理论与实践紧密结合,让学生在理解单片机的知识,体会单片机的开发过程。在每个项目中都进行任务分析与编程设计,将单片机应用开发过程中积累的编程经验在程序设计中体现出来,注重技术应用能力的培养。

杨打生、宋伟对本书的编写思路与内容进行了总体规划,并对全书统稿,张昕编写了第1章,并对全书进行了文字校对,杨打生编写了第2、5章,宋伟编写了第3~4章,王忠远编写了第6~7章,刘占伟对书中的图片进行了处理,并协助编写了第6章的部分内容,并将书中的程序进行了仿真验证与修正,吉雪峰担任主审,杭秋丽、柳智鑫、高艳、李庚、李玉文、耿秀明老师提供了自己的教学案例,薛慧君老师给教材提供了C语言编写资料,许多同事对编写本书给予了极大的支持,在此一并表示感谢。

本书涉及单片机、C语言两门课程的内容,通过几个项目难以涵盖全部内容,加之编者水平有限,疏漏与不足难免,敬请读者批评指正。

本书所有程序源代码均可到网站 www.bitpress.com.cn 下载,如需要“项目一”所需的电路板,请与编者联系。

dasheng.yang@sina.com

编者

目录

Contents <<< <<<

第1章 认识单片机	1
1.1 项目一 单片机实验电路制作	1
1.1.1 任务分析	1
1.1.2 电路原理与印刷版电路设计	3
1.1.3 电路调试	3
1.2 知识链接	7
1.2.1 单片机的基本概念	7
1.2.2 MCS-51单片机的结构与功能	8
1.2.3 51单片机的最小系统	10
1.2.4 MCS-51单片机的指令系统	12
第2章 认识C语言	17
2.1 项目二 C语言程序识读	17
2.1.1 项目要求	17
2.1.2 C语言程序结构分析	18
2.1.3 C51程序的编译调试	19
2.2 项目三 班级成绩排名	23
2.2.1 项目设计要求	23
2.2.2 任务分析	23
2.2.3 程序设计分析	23
2.2.4 拓展训练	36
2.3 知识链接	36
2.3.1 编译预处理	36
2.3.2 数据类型	38
2.3.3 C51的标识符和关键字	38
2.3.4 常量与变量	38
2.3.5 运算符和表达式	39
2.3.6 函数	40
2.3.7 数组	43
2.3.8 结构体	44
2.3.9 C语言的程序结构	46

第3章 单片机的输出与输入	56
3.1 项目四 流水灯	56
3.1.1 任务要求	56
3.1.2 任务分析与电路设计	56
3.1.3 程序调试与电路仿真	59
3.1.4 任务扩展:静态数码显示	70
3.1.5 任务练习	72
3.1.6 思考题	77
3.2 项目五 单键控制数码显示(静态)	77
3.2.1 任务要求	77
3.2.2 任务分析及电路设计	78
3.2.3 任务编程及调试	78
3.2.4 任务扩展:八键控制数码显示(独立按键)	80
3.2.5 任务练习	83
3.2.6 思考题	86
3.3 知识链接	86
3.3.1 AT89S51 单片机的输入/输出端口	86
3.3.2 位定义	88
3.3.3 数码管	88
3.3.4 按键	89
第4章 单片机的中断与定时	91
4.1 项目六 倒计时	91
4.1.1 任务要求	91
4.1.2 任务分析及电路设计	91
4.1.3 任务编程及调试	91
4.1.4 任务扩展:连续三个不同时间的倒计时	100
4.1.5 任务练习	102
4.1.6 思考题	110
4.2 项目七 简易交通灯	110
4.2.1 任务要求	110
4.2.2 任务分析及电路设计	110
4.2.3 任务编程及调试	112
4.2.4 任务扩展:交通灯	113
4.2.5 任务练习	116
4.2.6 思考题	123

4.3 项目八 数字钟	123
4.3.1 任务要求	123
4.3.2 任务分析及电路设计	123
4.3.3 任务编程及调试	124
4.3.4 任务扩展:带 LED 灯闪的数字钟	126
4.3.5 任务练习	129
4.3.6 思考题	137
4.4 知识链接	137
4.4.1 中断	137
4.4.2 中断函数格式	141
4.4.3 中断初始化	142
第5章 MCS-51 单片机的串行通信	146
5.1 项目九 单片机与单片机的通信	146
5.1.1 项目要求	146
5.1.2 任务分析	146
5.1.3 电路设计	146
5.1.4 编程及调试	147
5.2 知识链接	157
5.2.1 串行通信的基本概念	157
5.2.2 MCS51 单片机的串行通信接口	159
5.2.3 单片机的双机通信	164
5.3 知识拓展:单片机的多机通信	178
5.3.1 MCS51 单片机多机通信的系统连接	178
5.3.2 主从结构总线方式多机通信的通信机制与方法	178
第6章 模数、数模转换	181
6.1 项目十 数字电压表	181
6.1.1 任务要求	181
6.1.2 任务分析及电路设计	181
6.1.3 任务编程及调试	183
6.2 项目十一 信号发生器	191
6.2.1 任务要求	191
6.2.2 任务分析及电路设计	192
6.2.3 信号发生器程序代码	194
6.3 任务拓展 调光灯制作	201
6.3.1 任务要求	201

6.3.2	任务分析及电路设计	201
6.3.3	任务编程及调试	203
6.4	知识链接	204
6.4.1	A/D 转换器	204
6.4.2	ADC0809 简介	205
6.4.3	DAC0832 简介	207
6.4.4	STC12C5A60S2 单片机 AD 和 DA 简介	208
6.4.5	开关量接口	216
6.5	思考题	220
第7章	单片机综合训练	221
7.1	项目十二 抢答器系统设计	221
7.1.1	任务要求	221
7.1.2	任务分析及电路设计	221
7.1.3	任务编程及调试	223
7.1.4	任务拓展——抢答器界面设计(VB 语言)	233
7.2	项目十三 智能温度测量仪	234
7.2.1	任务要求	234
7.2.2	任务分析及电路设计	234
7.2.3	任务编程及调试	234
7.2.4	程序说明	249
7.3	任务拓展	251
7.4	知识链接	251
7.4.1	DS18B20 数字温度计	251
7.4.2	12864 液晶屏	254
7.4.3	VB 串行通信 MSComm 控件	258

教学要点：

- 单片机的概念
- 单片机的功能
- 单片机的结构
- 单片机的最小系统
- 单片机的应用

1.1 项目一 单片机实验电路制作

项目设计要求：设计一个单片机实验电路，在单片机的最小系统下扩展显示电路、输入调试电路、AD 转换电路、串行通信接口电路，并且带有下载功能，为方便今后调试、验证程序使用。

1.1.1 任务分析

1. 最小系统

单片机的最小系统包括时钟、复位及电源电路，单片机的调试离不开计算机，可以采用计算机 USB 端口供电，为了避免实验电路短路影响计算机，在电路中加入保险，为了避免电源反接损害单片机，在电源电路中串接二极管，时钟电路选择 12MHz，复位电路采用上电复位与按钮复位。

2. 显示电路

显示电路选用 8 个 LED 发光二极管和 4 位 LED 数码管，发光二极管用以指示端口状态，数码管用以显示单片机的数据。

3. 输入电路

选用 8 个按钮开关用以模拟开关量输入，由于单片机上电复位后各端口均是高电平，8 个开关公共端接地，按钮按下相应位为 0，否则为 1。

4. 程序下载电路

为了方便学习与调试，实验电路选用具有在线编程功能的 STC89C51 单片机，在实验电路板上设计 RS232 接口芯片，通过 RS232 接口与计算机的 COM 端口连接，利用 STC_ ISP 软件进行程序下载，该电路同时具有单片机与微型计算机通信功能。

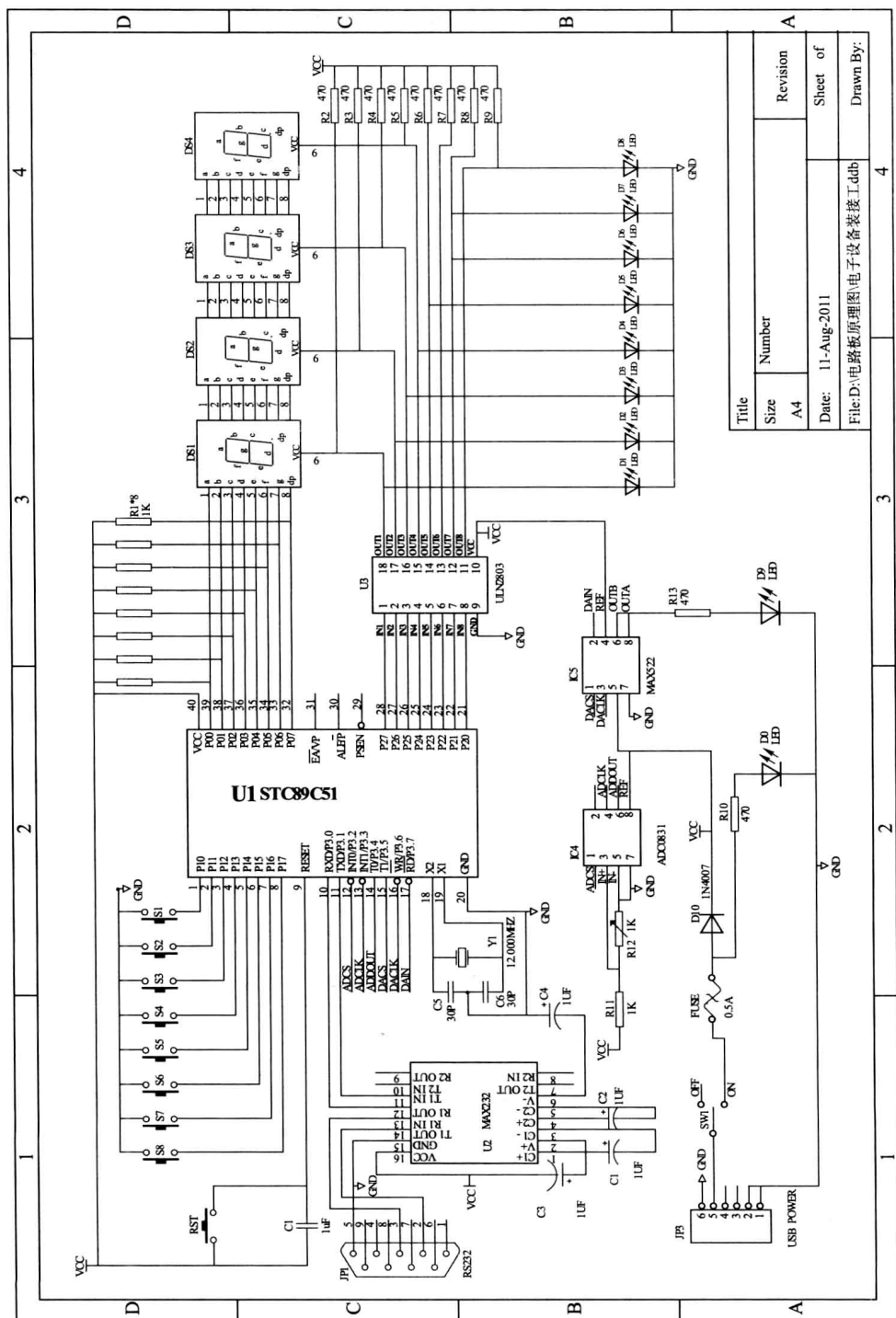


图 1.1.1 单片机实验电路原理图

5. AD 转换电路

单片机在控制过程中需要获得被控设备的物理参量信息，这些参量由传感器转换后的电信号可能是数字信号，也可能是模拟信号，对于模拟信号，必须通过 AD 转换变换为单片机可以识别的数字信号，在本实验电路中选择 TLC0831 作为数模转换电路，用以读取外部的模拟参量。

6. 其他辅助电路

单片机的并行端口驱动能力有限，为了能够适应大电流负载，选用 ULN2803 作为驱动扩展电路；在 STC_ ISP 编程下载时，需要单片机断电，增加一个电源开关；为了灵活选配端口与负载，设计跳线插件。

1.1.2 电路原理与印刷版电路设计

按照上述分析，查找相关器件资料，设计的原理电路如图 1.1.1，用 Protel 软件输入原理电路图，在 PCB 电路导入网络表，按图 1.1.2 进行元件布局，采用双面电路板自动布线，适当调整后得到 PCB 印刷电路，焊接电路。

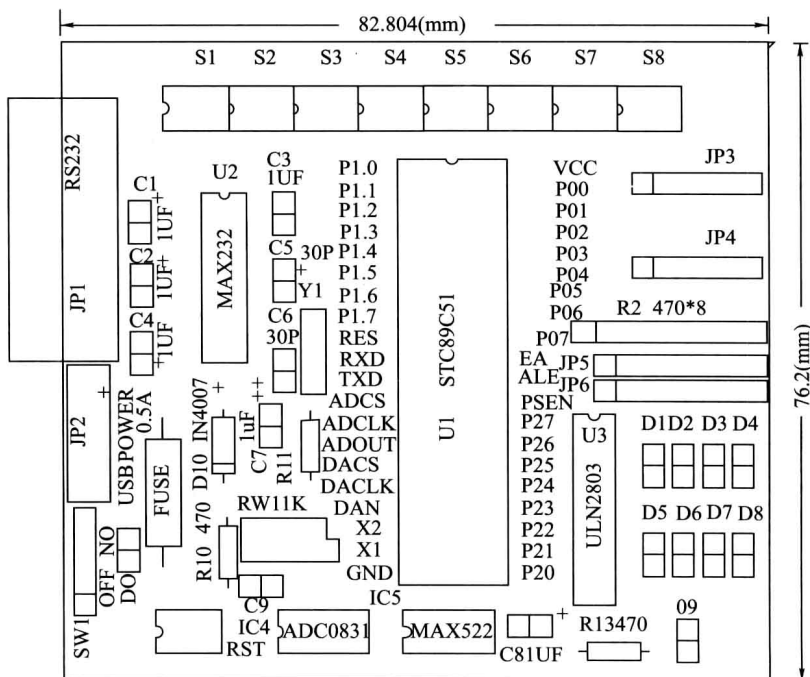


图 1.1.2 实验电路元器件布局图

1.1.3 电路调试

本实验电路焊接后基本能够正常工作，在 5V 供电的条件下，MAX232 的②脚应该能得到近 10V 的正电压，⑥脚能得到近 10V 的负电压，MAX232 的功能与

电路参见第5章图5.2.10, 对实验电路进行测试。

(1) 用 Keil C51 软件编辑、编译以下程序, 并生成可执行文件。

```
//1-1.c
#include <AT89X51.H>
ys1ms ();
delay500ms ();
csh (); sfmxg (); dtxs ();
int hour, minute, second, hs, hg, ms, mg, ss, sg, m50;
unsigned char
smga [10] = {0xc0, 0xf9, 0xa4, 0xb0, 0x99, 0x92, 0x82, 0xf8, 0x80,
0x90};
main ()
{
    hour = 23; minute = 59; second = 55; P2_6 = 0;
    csh ();
    while (1)
    {
        sfmxg (); //时间设定
        dtxs (); //动态显示
    }
}
csh () //定时器初始化
{
    TMOD = 0X01; //确定定时器 T0 模式 1
    TH0 = 15536/256; TL0 = 15536%256; //装初值
    EA = 1; ET0 = 1; //开启中断
    TR0 = 1; //启动定时器 T0
}
sfmxg ()
{
    if (P1_0 == 0)
    { hour ++; while (P1_0 == 0); if (hour == 24) hour = 0; }
    if (P1_1 == 0)
    { hour --; while (P1_1 == 0); if (hour == 0) hour = 23; }
    if (P1_2 == 0)
    { minute ++; while (P1_2 == 0); if (minute == 60) minute = 0; }
```

```

if (P1_ 3 == 0)
{ minute -- ; while (P1_ 3 == 0); if (minute == 0) minute = 59; }
if (P1_ 4 == 0)
{ second ++ ; while (P1_ 4 == 0); if (second == 60) second = 0; }
if (P1_ 5 == 0)
{ second -- ; while (P1_ 5 == 0); if (second == 0) second = 59; }
if (second == 60)
{ second = 0; minute ++ ; }
if (minute == 60)
{ minute = 0; hour ++ ; P2_ 7 = 0; delay500ms ( ); P2_ 7 = 1; }
if (hour == 24)
{ hour = 0; }
}
dtxs ( )
{
    hs = hour/10; hg = hour% 10; //小时数拆分
    ms = minute/10; mg = minute% 10; //分钟数拆分
    ss = second/10; sg = second% 10; //秒数拆分
    P0 = smga [ ms]; P2_ 0 = 0; yslms ( ); P2_ 0 = 1; //显示秒个位
    P0 = smga [ mg]; P2_ 1 = 0; yslms ( ); P2_ 1 = 1; //显示秒十位
    P0 = smga [ ss]; P2_ 2 = 0; yslms ( ); P2_ 2 = 1; //显示分个位
    P0 = smga [ sg]; P2_ 3 = 0; yslms ( ); P2_ 3 = 1; //显示分十位
    //P0 = smga [ ss]; P2_ 4 = 0; yslms ( ); P2_ 4 = 1; //显示时个位
    //P0 = smga [ sg]; P2_ 5 = 0; yslms ( ); P2_ 5 = 1; //显示时十位
}
yslms ( ) //延时 1ms
{
    long i;
    for (i = 1; i <= 18; i ++ );
}
delay500ms ( ) //延时 500ms
{
    long e;
    for (e = 1; e <= 8888; e ++ );
}
dsls ( ) interrupt 1 //定时器 T0 中断

```

```

    TH0 = 15536/256;           //手动
    TL0 = 15536%256;
    m50 ++;
    if (m50 == 10 || m50 == 20) //间隔点每秒变化一次
    {
        P2_6 = ! P2_6;
        P2_7 = P2_6;
    }
    if (m50 == 20)             //定时 1 秒
    {
        second ++;
        m50 = 0;
    }
}

```

(2) 用 STC_ ISP 软件下载程序到实验电路板。打开 STC_ ISP 软件，在 MCU Type 栏选择单片机型号，在打开程序文件栏选择要下载的二进制或十六进制文件，操作界面如图 1.1.3。

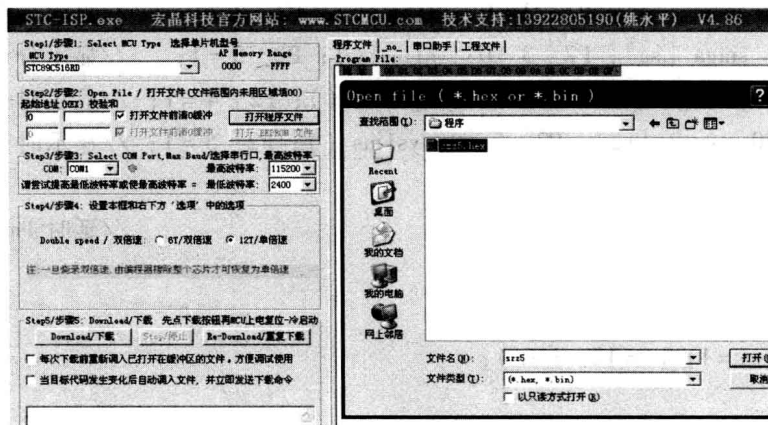


图 1.1.3 STC_ ISP 下载软件 MCU 与程序选择界面

(3) 点击 DownLoad，开始与单片机尝试通信，如果实验电路板 RS232 正常，会出现握手正常，给 MCU 上电的提示，断开电源开关，重新闭合电源开关即可完成程序下载，下载完成后的界面如图 1.1.4。下载完成后实验板即开始工作。

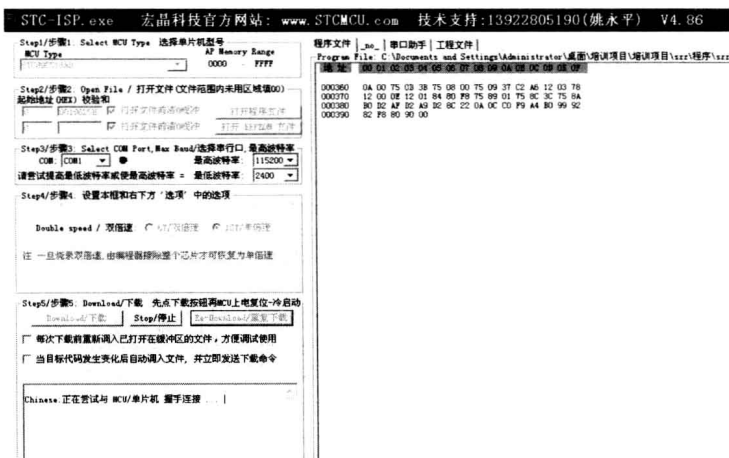


图 1.1.4 STC_ ISP 下载软件下载界面

1.2 知识链接

1.2.1 单片机的基本概念

1. 单片机的概念

单片机 (Single Chip Microcomputer) 是将 CPU、存储器、控制器、I/O 接口电路等计算机主要构成部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机, 通常也称为微控制器 (MCU)。单片机主要用于控制领域。

2. 单片机的优点

单片机具有功能强、集成度高、体积小、价格低、功耗小等优点。

3. 单片机的种类

(1) 通用单片机: 通用单片机的指令系统对用户开放, 带有仿真调试接口, 用户可以修改程序存储器的内容, 给用户留有开发空间。

Intel 公司的 MCS-51、MCS-96 系列;

Motorola 公司的 68HC5/08 系列;

Microchip 公司的 PIC 系列单片机;

Atmel 公司的 AVR 系列单片机;

Freescal 公司的 ARM 系列单片机;

凌阳公司的凌阳系列单片机;

宏晶科技公司的 STC 系列单片机。

(2) 专用单片机: 具有特定功能与用途的微处理器, 用户不能改变专用单片机的功能。

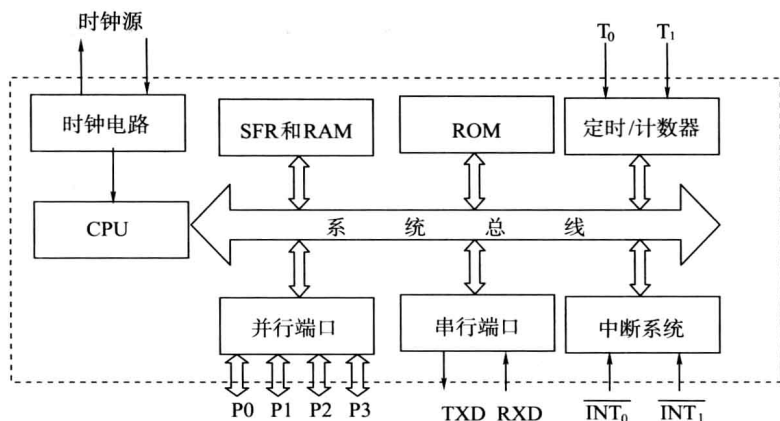


图 1.2.1 MCS-51 单片机内部结构简图

1.2.2 MCS-51 单片机的结构与功能

1. MCS-51 单片机的内部结构

MCS-51 单片机由中央处理器（CPU）、程序存储器、数据存储器、定时/计数器、中断系统、输入输出接口电路、串行通信接口等七个部分组成，内部结构框图如图 1.2.1 所示。

(1) CPU 是单片机的核心，CPU 能够按照程序存储器的程序要求指挥单片机各部件协调工作，具有逻辑运算功能和逻辑判断功能，MCS-51 单片机具有一个 8 位的 CPU 和一个 16 位的程序计数器（PC）。

(2) 程序存储器是存放用户程序的存储器，单片机在运行过程中只能读取程序存储器的内容（ReadOnly），MCS-51 单片机内部有 4KB 的程序存储器空间，用户可以扩展外部程序存储器，但 MCS-51 系列单片机最多只能访问 64KB 的程序存储器。

(3) 数据存储器是用来存放临时数据的，是计算机的演算纸，单片机在运行过程中可以修改数据存储器的数据，当单片机掉电或复位时数据存储器的数据将丢失。MCS-51 单片机内部有 128 字节的数据存储器，用户可以扩展外部数据存储器，但 MCS-51 系列单片机最多只能访问 64KB 的数据存储器。

(4) 输入输出端口是单片机与外界交流的通道，与外部电路进行数据交换，单片机通过输入输出端口读取外部电路的状态，控制外部电路的工作。MCS-51 单片机有四个 8 位的输入输出端口（P0 ~ P3）。

2. MCS-51 系列单片机的系统资源

MCS-51 系列单片机属于 8 位单片机，即每次操作的操作数为一个字节。MCS-51 系列单片机以 8031 为基础，设有并行输入输出端口、串行通信端口、定时计数器，两级中断优先级，各种常见型号的 MCS-51 单片机的内部资源如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 MCS 系列单片机的内部资源

	存储器类型		RAM	ROM	EPROM	EEPROM	FLASH
总线型	基本型	8031	128B				
	个中断源	8051	128B	4KB			
	一个串口	8751	128B		4KB		
	个并行口	89C51	128B			4KB	
	定时计数器	STC89C51	128B				4KB
	增强型	8032	256B				
	个中断源	8052	256B	4KB			
	一个串口	8732	256B		4KB		
	个并行口	89C52	256B			4KB	
	定时计数器	STC89C52	256B				4KB
非总线型并口，其余同总线型		89C2051	128B				2KB
		89C4051	128B				4KB

3. MCS8051 单片机的封装与引脚定义

8051 单片机有三种封装形式，其外形如图 1.2.2 所示。

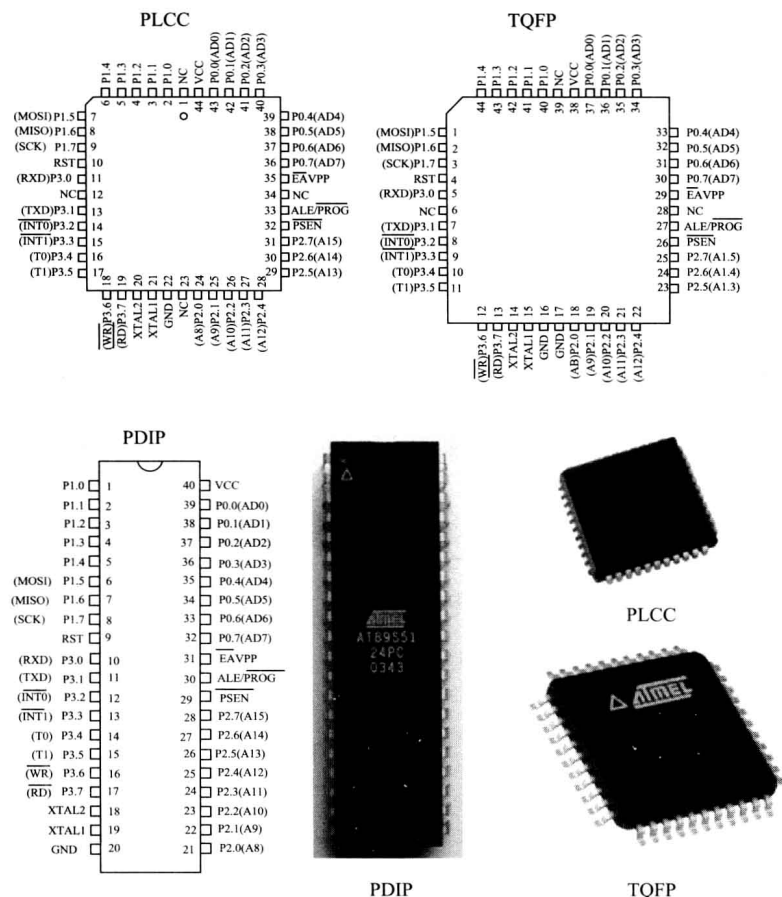


图 1.2.2 8051 单片机的封装形式及引脚功能定义