

高等学校“十一五”规划教材

单片机应用技术

DanPianJi YingYong JiShu

曾庆波 何一楠 辛春红 编著
谢 斌 主审



- 以项目为载体，能力为目标，教学做一体化
- 采用C语言编程，Proteus为设计和仿真平台
- 学习导航，学习目标，为项目式教学提供指导



哈尔滨工业大学出版社

高等学校“十一五”规划教材

单片机应用技术

DanPianJi YingYong JiShu

曾庆波 何一楠 辛春红 编著
谢 斌 主审

常州大学图书馆
藏书章



哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书以目前国内外常用的 51 内核构成的单片机为背景,以目前流行的 Proteus 软件作为单片机应用系统的设计和仿真平台,通过 22 个典型工作任务介绍单片机应用技术,主要包括:单片机基础、单片机应用系统开发工具、单片机系统信息显示与输入功能的实现、定时计数功能与中断技术、串行口与串行通信技术、单片机系统模拟量输入输出技术、单片机应用系统设计与仿真等。

本书可作为电气控制类、电子信息类、通信技术类、机电类专业单片机技术课程的教材,也可供参加电子大赛的学生、指导教师,单片机课程设计、电子爱好者以及从事单片机应用研发的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术/曾庆波等编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2010.7
ISBN 978-7-5603-2830-0

I. ①单… II. ①曾… III. ①单片微型计算机
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 157841 号

责任编辑 王桂芝 刘 威
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 肇东粮食印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 14.75 字数 400 千字
版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-2830-0
定 价 32.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

◎ 前言

Preface

单片机应用技术的综合性很强,涉及的内容十分广泛。本书采用项目式教学思路编写,根据职业岗位需求进行合理组织内容,以工作任务为导向,通过若干个典型工作任务由浅入深、循序渐进地介绍单片机应用技术。本书具有以下几个方面的特点:

1. 以工作任务为导向,将知识与技能贯穿于完成任务过程中

传统的单片机教材侧重原理的讲述,是按照学科体系来编写的,不符合当前的教育改革要求。本书以工作任务为载体,通过完成工作任务来学习知识,掌握技能,将知识与技能贯穿于完成任务过程中,体现“做中学、学中练”的教学思路,符合当前的教育改革精神。

2. 任务设计贴近职业岗位,具有扩展性

本书共设计了22个典型工作任务,这些任务都是源于工程实际,具有普遍性,贴近职业岗位。每个任务都是一个完整的工作过程,并具有扩展性。读者通过这些任务的训练,能够在较短的时间内掌握单片机知识与技能,使之具备应用单片机解决实际问题的能力。

3. 以C语言为编程工具、Proteus为设计和仿真平台

C语言具有良好的模块化、易于阅读和可移植性等优点。由于模块化,用C语言编写的程序具有很好的可移植性,开发效率高,可极大地缩短开发周期。本书以目前流行的Proteus软件作为单片机应用系统的设计和仿真平台,在完成任务过程中学习单片机,实现了从产品概念到设计完成的全过程训练,克服了传统单片机系统设计中需依赖某一开发系统(实验板/箱)的不足。目前,高校中相关的实验室都很容易配置Proteus、Keil仿真软件,教师和学生可在这个仿真平台上进行学习和训练,有利于“教—学—做”一体化。书中的任务和案例,采用C语言编程,在Proteus上仿真,不仅增添了趣味性,同时拉近了教学与职业岗位需求的距离。

4. 编写形式新颖

本书在每一章前都配有“学习导航”、“知识目标”、“能力目标”,为项目式教学提供指导。本书提供了所有任务和案例的程序源代码、硬件电路图,可供教师和学生参考。

本书通过22个典型工作任务介绍单片机应用技术,参考学时数为90学时,不同的专业可根据实际情况对书中的内容进行选择或补充。

本书由曾庆波、何一楠和辛春红撰写。全书分为7章,其中第1、4、6章由曾庆波撰写,第2、3章由何一楠撰写,第5、7章由辛春红撰写。全书由曾庆波策划和统稿,谢斌主审。

为方便学习,本书配有全部22个工作任务的仿真电路原理图和源程序代码,如有需要可与作者(zqb_at89c51@126.com)或哈尔滨工业大学出版社(wgz_w@126.com)联系。

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请广大读者和同行批评指正。

作 者

2010年7月

◎ 目 录

Contents

第1章 走进单片机世界	1
1.1 什么是单片机	2
1.2 AT89系列单片机	2
1.2.1 AT89C51单片机主要性能	3
1.2.2 AT89C51单片机的组成	3
1.2.3 AT89C51单片机引脚功能说明	4
1.2.4 单片机存储器组织	7
1.2.5 AT89C51单片机I/O口的结构及功能	9
1.2.6 89系列单片机的型号说明	11
习 题	12
第2章 单片机应用系统开发工具	13
2.1 案例1:流水灯控制	14
2.1.1 案例说明	14
2.1.2 硬件电路	14
2.1.3 程序设计	14
2.2 C51基础	16
2.2.1 C语言概述	16
2.2.2 C51的数据类型	18
2.2.3 常量、变量和标识符	19
2.2.4 常用运算符及表达式	22
2.2.5 C语言基础语句	27
2.2.6 数组	33
2.2.7 函数	36
2.2.8 编译预处理命令	37
2.3 单片机开发工具软件——Keil μ Vision3 及基本操作	39
2.3.1 Keil μ Vision3的工作界面	39
2.3.2 创建项目	40
2.3.3 调试程序	45
2.3.4 项目的设置	47
2.4 单片机应用系统原理图设计及仿真工具软件——Proteus ISIS 及基本操作	49
2.4.1 Proteus ISIS 编辑环境简介	49

2.4.2 Proteus ISIS 基本使用	53
习 题	61
第3章 单片机系统信息显示与输入功能的实现	62
3.1 应用发光二极管实现信息显示	63
3.1.1 发光二极管与单片机的连接技术	63
3.1.2 如何用 C51 实现 I/O 端口数据输入/输出操作	64
任务1 设计一个开关量采集电路	64
3.1.3 彩灯控制器设计	66
任务2 用发光二极管制作一个节日彩灯	66
任务3 用发光二极管模拟交通信号灯	70
3.2 应用 LED 数码管实现信息显示	73
3.2.1 LED 数码管的结构及分类	73
3.2.2 LED 数码管的字形编码	73
3.2.3 LED 数码管的显示方式	74
任务4 制作一个 0~9 数秒器	76
任务5 制作一个 0~99 计数器	77
3.3 LED 点阵显示器及应用技术	79
3.3.1 LED 点阵结构及显示信息原理	80
3.3.2 使用 LED 点阵显示汉字技术	81
任务6 制作一个 16×16 点阵显示屏	81
3.4 字符型 LCD 应用技术	84
3.4.1 字符型 LCD1602 显示模块	84
3.4.2 应用 LCD1602 实现信息显示	87
任务7 用 LCD1602 仿真电子广告牌	88
3.5 键盘检测及接口技术	90
3.5.1 按键及去抖动措施	91
3.5.2 独立式按键	91
3.5.3 行列式键盘	91
3.5.4 键盘接口技术	93
任务8 设计一个键盘指示器	93
习 题	96
第4章 定时/计数功能与中断技术	97
4.1 中断系统	98
4.1.1 中断的概念	98
4.1.2 AT89C51 单片机中断系统	99
4.1.3 中断函数的编写	102

任务1 设计一个流水花样灯	103
4.2 定时/计数器	105
4.2.1 定时与计数	106
4.2.2 定时/计数器的设置	107
4.2.3 定时/计数器的工作方式	108
4.2.4 定时/计数器应用技术	111
任务2 设计一个秒脉冲发生器	112
任务3 设计一个简易电子秒表	114
习 题	117
第5章 串行口与串行通信技术	118
5.1 串行通信基本知识	119
5.1.1 串行通信与并行通信	119
5.1.2 串行通信的制式	121
5.2 AT89C51 单片机串行口	122
5.2.1 串行口结构	122
5.2.1 串行口的工作方式及应用技术	124
任务1 设计一个8路LED流水灯	124
任务2 设计一个开关量指示电路	127
任务3 构建一个点对点通信系统	131
任务4 构建一个主从式多机通信系统	135
5.3 串行通信总线标准与接口电路	140
5.3.1 RS-232C 通信总线标准与接口电路	140
5.3.2 RS-422A/485 通信总线标准与接口电路	142
任务5 构建一个小型主从式远程多机通信系统	145
习 题	150
第6章 单片机系统模拟量输入输出技术	151
6.1 单片机系统模拟量输入的实现	152
6.1.1 A/D 转换器的主要技术指标	152
6.1.2 典型 A/D 转换器与外围连接电路	153
6.1.3 A/D 转换器与单片机系统模拟量输入	158
任务1 制作一个简易数字电压表	159
任务2 设计一个多路模拟量采集系统	162
6.2 单片机系统模拟量输出的实现	166
6.2.1 常用的 D/A 转换器与外围连接电路	166
6.2.2 D/A 转换器与单片机系统模拟量输出	170
任务3 设计一个波形发生器	171

习 题	174
第7章 单片机应用系统设计与仿真	175
7.1 基于1-Wire 总线的温度测量系统	176
7.1.1 1-wire 总线技术	176
7.1.2 基于1-wire 总线的数字温度传感器 DS18B20	182
7.1.3 基于1-wire 总线的温度测量系统	186
任务1 基于 DS18B20 的数字温度计设计	187
7.2 基于 SPI 总线的数字时钟	193
7.2.1 基于 SPI 总线的时钟/日历 DS1302	193
7.2.2 数字时钟设计	197
任务2 基于 DS1302 的数字时钟设计	197
7.3 I ² C 总线与数据存储技术	212
7.3.1 I ² C 总线	213
7.3.2 单片机模拟 I ² C 总线通信	217
7.3.3 I ² C 总线接口器件 AT24CXX 与数据存储	220
任务3 设计一个具有记忆功能的秒表	222
参考文献	228

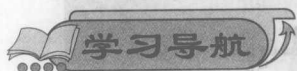


第一章

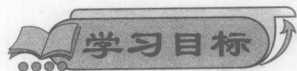
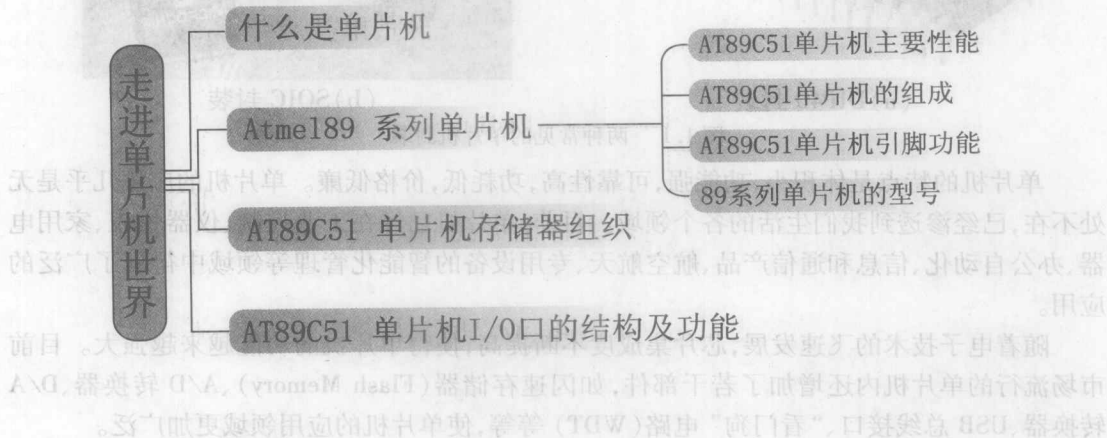
单片机入门

单片机(Microcontroller Unit, MCU)又称微控制器,是中央处理器(CPU)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、定时器/计数器、并行I/O接口、串行I/O接口、中断系统、总线接口等部件集成在一块芯片上,形成芯片级的计算机。单片机的实物图如图1.1所示。

走进单片机世界



学习导航

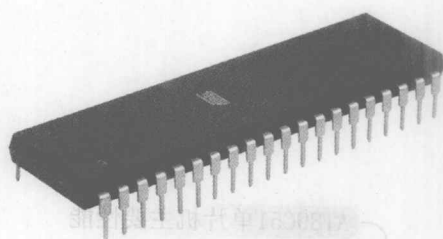


学习目标

知识目标	1. 单片机的概念 2. AT89C51单片机主要性能 3. AT89C51单片机内部功能部件作用 4. AT89C51单片机引脚功能 5. AT89C51单片机I/O端口的结构及功能 6. AT89C51单片机的存储器组织 7. 单片机最小系统
能力目标	单片机最小系统的制作与调试

1.1 什么是单片机

单片机又称微控制器(Micro Controller Unit, MCU),是指将中央处理单元 CPU(Central Processing Unit)、存储器(Memory)、定时/计数器和多种 I/O 接口集成在一片芯片上,形成芯片级的计算机。单片机的实物图如图 1.1 所示。



(a) DIP40 封装



(b) SOIC 封装

图 1.1 两种常见的单片机封装

单片机的特点是体积小,功能强,可靠性高,功耗低,价格低廉。单片机的应用几乎是无处不在,已经渗透到我们生活的各个领域。目前,单片机已经在工业控制、仪器仪表、家用电器、办公自动化、信息和通信产品、航空航天、专用设备的智能化管理等领域中得到了广泛的应用。

随着电子技术的飞速发展,芯片集成度不断提高,使得单片机的功能越来越强大。目前市场流行的单片机内还增加了若干部件,如闪速存储器(Flash Memory)、A/D 转换器、D/A 转换器、USB 总线接口、“看门狗”电路(WDT)等等,使单片机的应用领域更加广泛。

1.2 AT89 系列单片机

MCS - 51 系列单片机是 Intel 公司在 20 世纪 80 年代初研制出来的产品,其典型代表为 51 系列单片机 8031/8051/8751,很快就在我国得到了广泛的应用。Atmel 公司是 20 世纪 80 年代中期成立并发展起来的半导体公司,该公司的技术优势在于 Flash 存储器技术,为了进入单片机市场,该公司在 1994 年以 EEPROM 技术和 Intel 公司的 80C31 单片机核心技术进行交换,从而取得了 80C31 核的使用权。Atmel 公司将 Flash 存储器技术和 80C31 核相结合,从而生产出 Flash 单片机 AT89C51 系列。由于它内部含有大容量的 Flash 存储器,所以在产品开发及生产便携式商品、手提式仪器等方面有着十分广泛的应用,成为目前取代传统的 MCS - 51 系列单片机的主流单片机之一。

AT89 系列单片机是 Atmel 公司的 8 位 Flash 单片机。AT89 系列单片机有 AT89C 系列的标准型(AT89C51/52)及低档型(AT89C2051),还有 AT89S 系列的高档型(AT89S51/52)。AT89S 系列单片机是在 AT89C 系列的基础上增加一些特别的功能部件组成的,所以两者在结构上基本相似,但在个别功能模块和功能上有些区别。

由于 AT89 系列单片机是以 80C31 内核构成的,它和 8051 系列单片机是兼容的,所以当用 AT89 系列单片机取代 MCS - 51 系列单片机时,只要封装相同就可以直接进行替换。

由于 AT89 系列单片机的类型较多,其性能也有所不同,本书就以 AT89C51 为例,介绍其基本组成、主要性能以及应用技术,凡是用 AT89C51/52 设计的应用系统,完全可以用 AT89S51/52 取代。

1.2.1 AT89C51 单片机主要性能

AT89 系列单片机之所以成为目前主流单片机之一,是由它的性能决定的,AT89C51 单片机主要性能如下:

- ◆ 内含 4 KB 的 Flash 存储器;
- ◆ 128 × 8 字节片内 RAM;
- ◆ 32 位可编程 I/O 口线;
- ◆ 2 个 16 位定时器/计数器;
- ◆ 5 个中断源;
- ◆ 1 个全双工串行口;
- ◆ 具有低功耗的闲置和掉电模式;
- ◆ 片内时钟振荡器;
- ◆ 工作频率 0 ~ 24 MHz。

1.2.2 AT89C51 单片机的组成

在前面,我们对 AT89C51 单片机有了一些初步的了解,单片机为什么如此神奇、无所不能?它有什么特别之处?下面就让我们走进单片机的内部去看一看究竟。实际上,单片机是一个非常复杂的数字电路集合体,为便于认知单片机、应用单片机,单片机的生产厂家以功能模块的形式给出了单片机的内部结构图,图 1.2 就是 AT89C51 单片机内部结构框图。

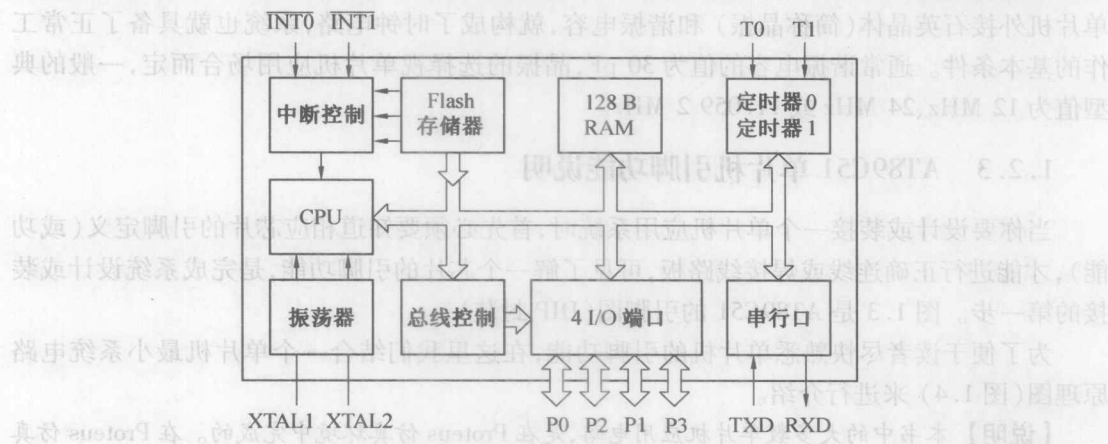


图 1.2 AT89C51 结构框图

1. 中央处理单元 CPU (Central Processing Unit)

CPU 又称微处理器,是单片机的核心部件,由运算器和控制器组成,它决定了单片机的

主要功能特性,在单片机中起运算和控制作用。

2. 存储器 (Memory)

存储器是用来存放程序和数据的功能部件。按使用功能 Memory 可分为随机存取存储器 RAM(Random Access Memory) 和只读存储器 ROM(Read Only Memory),通常 ROM 用来存储程序或永久性的数据,称为程序存储器, RAM 则是用来存储临时数据,称为数据存储器。关于单片机的存储器组织,我们在后面予以详细介绍。

3. 定时 / 计数器

AT89C51 单片机内部有 2 个 16 位(二进制)的定时 / 计数器,可用来实现定时或计数功能。定时 / 计数器是单片机内部非常重要的功能部件,在很多场合都需要用定时 / 计数器来实现精确定时及计数控制,如交通信号灯控制、直流电动机 PWM 调速控制、电子秒表等。对于定时 / 计数器功能部件及其应用,本书将通过典型案例专门介绍。

4. 中断系统

现代计算机都引入了中断技术,其目的是为提高 CPU 的效率以及当系统出现紧急状况时能够给予及时处理。AT89C51 单片机有 5 个中断源,可提供 5 个中断服务。关于单片机的中断功能及用法、中断函数的编写,本书也会在适当的时机予以详细介绍。

5. 串行口

AT89C51 单片机内部有 1 个全双工异步串行口。通过串行口,既可以实现单片机与单片机之间的远程通信,也可以实现单片机与其他设备之间串行通信,还可以作为移位寄存器使用。可见单片机的这个串行口有多么的奇妙,本书也将开设专栏介绍串行口的应用技术。

6. 时钟电路

从上面的介绍来看,单片机内部有许多功能部件,这些功能部件需要一个统一的时钟脉冲信号作为基准,整个单片机系统才能正常工作。AT89C51 单片机内部有 1 个振荡器,只要单片机外接石英晶体(简称晶振)和谐振电容,就构成了时钟电路,系统也就具备了正常工作的基本条件。通常谐振电容的值为 30 pF,晶振的选择视单片机应用场合而定,一般的典型值为 12 MHz、24 MHz 或 11.059 2 MHz。

1.2.3 AT89C51 单片机引脚功能说明

当你要设计或装接一个单片机应用系统时,首先必须要知道相应芯片的引脚定义(或功能),才能进行正确连线或焊接线路板,可见了解一个芯片的引脚功能,是完成系统设计或装接的第一步。图 1.3 是 AT89C51 的引脚图(DIP 封装)。

为了便于读者尽快熟悉单片机的引脚功能,在这里我们结合一个单片机最小系统电路原理图(图 1.4)来进行介绍。

【说明】本书中的大多数单片机应用电路,是在 Proteus 仿真环境中完成的。在 Proteus 仿真环境中,AT89C51 芯片的电源引脚和地引脚是不显现的,系统默认是连接了电源和地的。

1. 时钟电路

时钟电路部分由晶振 X1 和微调电容 C1、C2 组成。由于单片机内部含有振荡器,只要在

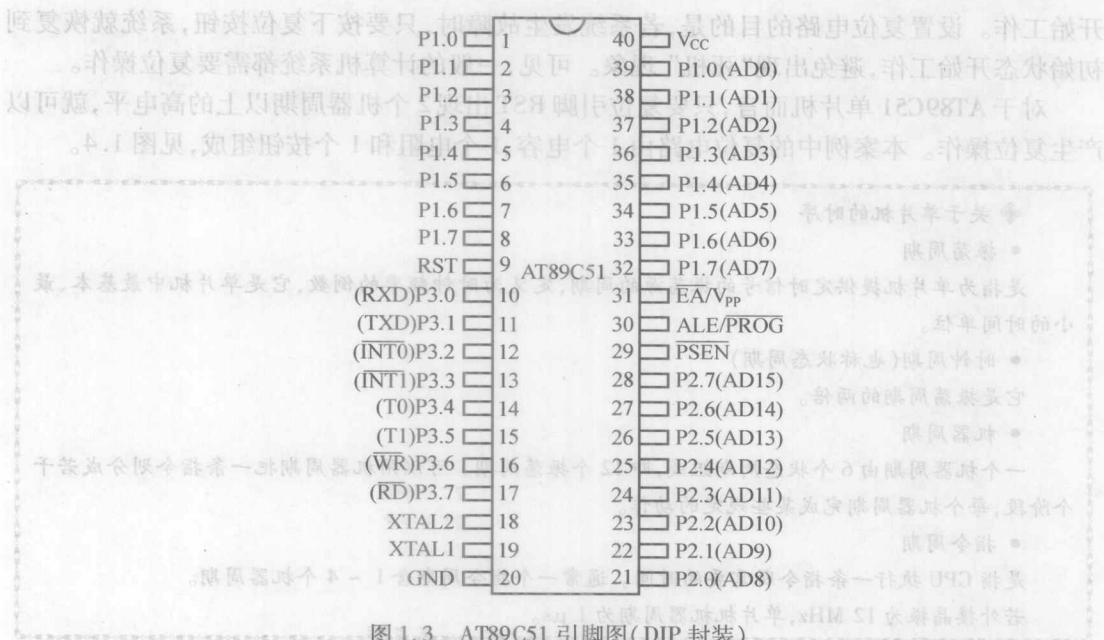


图 1.3 AT89C51 引脚图 (DIP 封装)

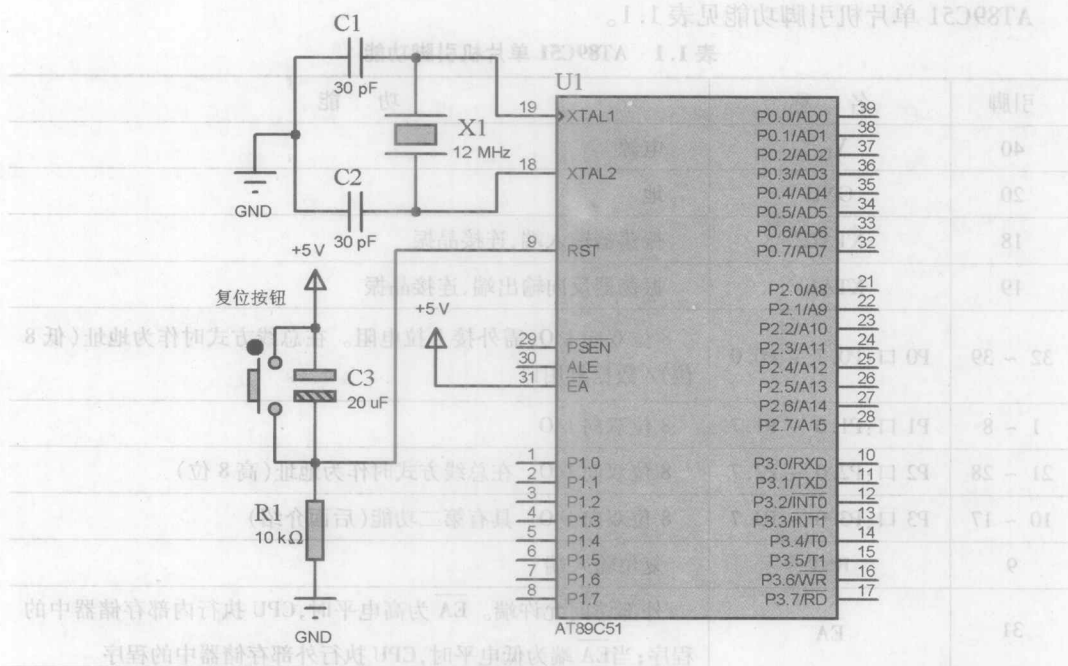


图 1.4 单片机最小系统

单片机的 18、19 引脚接上晶振和电容,时钟电路就可以产生时钟脉冲信号,连接方法如图 1.4 所示。

2. 复位电路

复位是使计算机的 CPU 和其他功能部件都恢复到一个确定的初始状态,并从这个状态

开始工作。设置复位电路的目的是,若系统发生故障时,只要按下复位按钮,系统就恢复到初始状态开始工作,避免出现“死机”现象。可见,一般的计算机系统都需要复位操作。

对于 AT89C51 单片机而言,只要复位引脚 RST 出现 2 个机器周期以上的高电平,就可以产生复位操作。本案例中的复位电路由 1 个电容、1 个电阻和 1 个按钮组成,见图 1.4。

◆ 关于单片机的时序

● 振荡周期

是指为单片机提供定时信号的振荡源的周期,定义为时钟频率的倒数,它是单片机中最基本、最小的时间单位。

● 时钟周期(也称状态周期)

它是振荡周期的两倍。

● 机器周期

一个机器周期由 6 个状态周期组成,即 12 个振荡周期。可以用机器周期把一条指令划分成若干个阶段,每个机器周期完成某些规定的动作。

● 指令周期

是指 CPU 执行一条指令所需要的时间。通常一个指令周期含 1~4 个机器周期。

若外接晶振为 12 MHz,单片机机器周期为 1 μ s。

AT89C51 单片机引脚功能见表 1.1。

表 1.1 AT89C51 单片机引脚功能

引脚	名 称	功 能
40	V _{CC}	电源
20	GND	地
18	XTAL2	振荡器输入端,连接晶振
19	XTAL1	振荡器反向输出端,连接晶振
32 ~ 39	P0 口;P0.7 ~ P0.0	8 位双向 I/O,需外接上拉电阻。在总线方式时作为地址(低 8 位)/数据复用口
1 ~ 8	P1 口;P1.0 ~ P1.7	8 位双向 I/O
21 ~ 28	P2 口;P2.0 ~ P2.7	8 位双向 I/O。在总线方式时作为地址(高 8 位)
10 ~ 17	P3 口;P3.0 ~ P3.7	8 位双向 I/O。具有第二功能(后面介绍)
9	RST	复位输入端
31	$\overline{\text{EA}}$	外部访问允许端。 $\overline{\text{EA}}$ 为高电平时,CPU 执行内部存储器中的程序;当 $\overline{\text{EA}}$ 端为低电平时,CPU 执行外部存储器中的程序
29	$\overline{\text{PSEN}}$	程序存储器访问使能,低电平有效。当 $\overline{\text{PSEN}}$ 为低电平时,允许对外部程序存储器进行读操作
30	ALE/ $\overline{\text{PROG}}$	当访问外部存储器时,ALE(地址锁存允许)的输出用于锁存地址的低位字节

1.2.4 单片机存储器组织

存储器是由若干存储单元组成的。为了区分不同的存储单元,给每个存储单元都赋予一个编号,这个编号称为单元地址,CPU通过存储单元的地址存取该单元的内容。每个存储单元可存放若干个二进制位,其位数称为存储单元的长度。一个字节等于8个二进制位,若干个字节构成一个字。

单片机的存储器在物理上分为片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器、片外数据存储器共4个存储空间;在逻辑上分为片内外统一编址的程序存储器、片内数据存储器及片外数据存储器。

1. 片内数据存储器

AT89C51的内部RAM共有256个单元,每个单元为1个字节,这256个字节按功能又分为低128字节和高128字节,其中高128字节离散分布了具有特殊功能的寄存器。片内数据存储器的结构如图1.5所示。

(1) 工作寄存器区

工作寄存器区分布在片内RAM的00H~1FH区域,共32个单元,分为4组,每组有8个寄存器R0~R7,见表1.2。需要说明的是,在任一时刻,只能使用其中一组寄存器,并把当前正在使用的那组寄存器称为当前寄存器组。寄存器组的切换可以通过对特殊功能寄存器PSW中RS1和RS0的组合来决定。

表1.2 工作寄存器分布

字节地址	功 能
00H ~ 07H	第0组工作寄存器(R0 ~ R7)
08H ~ 0FH	第1组工作寄存器(R0 ~ R7)
10H ~ 17H	第2组工作寄存器(R0 ~ R7)
18H ~ 1FH	第3组工作寄存器(R0 ~ R7)

用C51作为单片机的编程语言时,是不会直接使用这些工作寄存器的,但在编写中断函数时,会涉及工作寄存器组的选择问题。

(2) 位寻址区

内部RAM的20H~2FH这16个单元称为位寻址区。这16个存储单元的每一位都有一个8位地址,位地址范围为00H~7FH。位寻址区的特点是,该区域的每个存储单元,既可以按位进行操作,也可以按字节进行操作。通常,位寻址区用于设置软件标志,使得编程更具灵活性。

(3) 用户RAM区

单元地址为30H~7FH的区域,称为用户RAM区。该区域一般作为数据缓冲区,存放来自键盘的数据、命令,送往LED数码管的数据等等。



图1.5 片内数据存储器的结构图

(4) 特殊功能寄存器(SFR)

AT89C51 的定时 / 计数器、P0 ~ P3 口、串行口以及各种控制寄存器都以特殊功能寄存器的形式出现,并离散地分布在片内 RAM 的 80H ~ FFH 区域。在特殊功能寄存器中,凡是地址能被 8 整除的特殊功能寄存器,都可以按位寻址,位地址范围是 80H ~ FFH。AT89C51 的特殊功能寄存器见表 1.3。关于特殊功能寄存器的作用及设置方法本书将在相应的章节介绍。

表 1.3 AT89C51 的特殊功能寄存器

字节地址	位地址 / 位定义								SFR
F0H	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	B
E0H	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	ACC
D0H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	PSW
	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV		P	
B8H	BF	BE	BD	BC	BB	BA	B9	B8	IP
				PS	PT1	PX1	PT0	PX0	
B0H	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	P3
	P3.7	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0	
A8H	AF	AE	AD	AC	AB	AA	A9	A8	IE
	EA			ES	ET1	EX1	ET0	EX0	
A0H	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	P2
	P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0	
99H									SBUF
98H	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	SCON
	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	
90H	97	96	95	94	93	92	91	90	P1
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
8DH									TH1
8CH									TH0
8BH									TL1
8AH									TL0
89H	GAT	C/T	M1	M0	GAT	C/T	M1	M0	TMOD
88H	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	TCON
	TF1	TR1	TF0	TRO	IE1	IT1	IE0	IT0	
87H	SM0								PCON
83H									DPH
82H									DPL
81H									SP
80H	87	86	85	84	83	82	81	80	P0
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	

2. 片外数据存储器

当单片机应用系统需要处理的数据量较大,内部的 RAM 空间不足以容纳时,可在外部扩充。AT89C51 单片机在其外部可扩充 64 KB 的 RAM。

3. 程序存储器

AT89 系列单片机可寻址的内部和外部程序存储器总空间为 64 KB。由于 AT89C51 单片机内部有 4 KB 的程序存储器, 在外部最多可扩充 60 KB 的程序存储器。当 EA 引脚接高电平时, 单片机执行内部存储器中的程序; 当 EA 引脚接低电平时, CPU 执行外部存储器中的程序。

在程序存储器中有一些特殊的存储单元, 这些单元的配置情况见表 1.4。

表 1.4 程序存储器特殊单元说明

地 址	用 途 说 明
0000H ~ 0002H	单片机复位后, 从 0000H 开始执行程序
0003H ~ 000AH	外部中断 0 中断区
000BH ~ 0012H	定时 / 计数器 0 中断区
0013H ~ 001CH	外部中断 1 中断区
001BH ~ 0022H	定时 / 计数器 1 中断区
0023H ~ 002AH	串行口中断区

1.2.5 AT89C51 单片机 I/O 口的结构及功能

单片机的 I/O 口是连接单片机内外的纽带和桥梁, AT89 系列单片机的 4 个 I/O 口一般情况下作为 I/O 口使用, 在结构和功能上基本相同, 但又各具特点。

由于 AT89C51 单片机内部有 4 KB 的 Flash 存储器, 所以在目前的 AT89C51 单片机系统中, 大部分是利用 I/O 口的输入 / 输出功能, 在使用这些功能之前, 必须先了解这些 I/O 口的特性。

1. P0 口

P0 口是一个 8 位漏极开路的双向 I/O 口, 当控制信号为低电平时, 作为通用的 I/O 端口使用; 当控制信号为高电平时, 作为数据 / 地址总线。需要注意的是, 当 P0 口作为通用的 I/O 端口使用时, 漏极处于开路状态, 所以需外接上拉电阻, 阻值大小需要根据负载的阻抗进行匹配, 一般情况下为 1 ~ 10 k Ω 。P0 口的漏极开路, 每个引脚可驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。P0 口的 1 位结构如图 1.6 所示。

2. P1 口

P1 口为准双向 8 位 I/O 口。P1 口内部具有约 30 k Ω 的上拉电阻, 作为输出功能时, 不用外接上拉电阻。若 P1 口用作输入时, 必须先向端口的锁存器写“1”, 使输出场效应管截止, 才能读取引脚数据, 故称为“准双向 I/O 口”。P1 口的每个引脚可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。P1 口的 1 位结构如图 1.7 所示。