

高等教育计算机类课程规划教材

单片机 原理与接口技术

DANPIANJI
YUANLI YU JIEKOU JISHU

主 编 于 军



大连理工大学出版社



育计算机类课程规划教材

单片机 原理与接口技术

DANPIANJI
YUANLI YU JIEKOU JISHU

主 编 于 军
副主编 张 娟 刘光辉
腾立国 邢迎春
冷 芳 姜广坤
季晓玉



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术 / 于军主编. — 大连: 大连理工大学出版社, 2018.6

新世纪应用型高等教育计算机类课程规划教材

ISBN 978-7-5685-1267-1

I. ①单… II. ①于… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等学校—教材②单片微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 000081 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://dutp.dlut.edu.cn

大连雪莲彩印有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:16.75 字数:427 千字
2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑:王晓历

责任校对:王 艳

封面设计:张 莹

ISBN 978-7-5685-1267-1

定 价:41.80 元

本书如有印装质量问题,请与我社发行部联系更换。

前言

单片机系统的开发应用,给现代工业测控领域带来了一次新的技术革命。现代产品如汽车、机床、家电等的更新换代大多是由电子技术特别是单片机技术在各类产品上的应用带来的。单片机技术是一门应用性很强的课程,其理论与实践技能是从事电类、机类、机电类和计算机类工作的专业技术人员所不可缺少的。理论与实践的密切结合是本课程的重要特点。

本教材遵循的原则与方法如下:

1. 教材知识结构完整

本教材叙述深入浅出,语言通俗易懂,内容完整系统,提供丰富实用的资料,例题程序解释详细,每个知识点都有仿真项目,关键点有各种提示,实训项目指导详细,可操作性强,难点有视频演示,实际操作的项目多,习题多样有答案。

2. 教材编写融入了“教、学、做”合一的理念

采用项目化教学,项目选取注重实用性、先进性、通用性和典型性,项目设计注重对学生进行工程分析、硬件设计、软件设计与调试技能训练,项目操作注重学生职业素养的培养。引入 Proteus 仿真技术,融“教、学、做”于一体,构建即学即用的开放式教学模式,真正实现了从概念到产品的完整设计。多元教学辅助、教学资源为学生自主学习、合作学习和个性化教学创造可操作的学习条件。

3. 学有所用、递进式项目载体的教材结构

本教材整体结构以循序渐进的项目为载体组织教学单元,项目来源于实际产品的设计与制作的典型实例的提炼,各项目相对独立,部分项目之间具有一定关联性,部分项目可以组合完成复杂的工作任务,项目实施以实践为主线,融“教、学、做”合一,让学生即学即用,动脑思考,让学生体会到成功的喜悦,提高学习兴趣。以实践问题解决为纽带实现理论与实践、知识与技能以及与情感态度的有机整合。

4. 精心构思、精心设计的以实践应用为主线的项目教学内容

将知识点和技能训练循序渐进地融于各项目之中,项目内容排列由简到繁、由易到难、梯度明晰、序化适当,知识、技能的学习结合工作任务的完成过程来进行,用所学知识去解决实际问题,注重程序架构的编写规范,增加 C51 编程技术,外围扩展串/并并重,将新技术融入相应的项目中,缩短学习与应用开发之间的距离。

5. 有利于自我高效学习的、多样化的教学资源

本教材注重立体化教学资源建设,配备电子课件、习题解答、项目的仿真文件、重点难点讲解视频、程序源代码、常用开发工具、相关芯片文档、拓展知识等图、文、声、像并茂的教学资源,为学生提供自我学习和高效学习的学习资源。

本教材由大连海洋大学应用技术学院于军任主编;哈尔滨信息工程学院张娟,新疆工程学院刘光辉,大连海洋大学应用技术学院腾立国、邢迎春、冷芳、姜广坤,大连医科大学季晓玉任副主编。具体编写分工如下:于军编写了项目 1;张娟编写了项目 2 中的任务 2.2、任务 2.3、任务 2.4 以及项目小结、习题 2;刘光辉编写了项目 8;腾立国编写了项目 5;邢迎春编写了项目 4;冷芳编写了项目 7;姜广坤编写了项目 6;季晓玉编写了项目 2 中的任务 2.1 以及项目 3。全书由于军统稿和定稿。

在编写本教材的过程中,我们参考、借鉴了许多专家、学者的相关著作,对于引用的段落、文字尽可能一一列出,谨向各位专家、学者一并表示感谢。

限于水平,书中仍有疏漏和不妥之处,敬请专家和读者批评指正,以使教材日臻完善。

编 者

2018 年 6 月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84708462 84708445



项目 1 节日彩灯控制器——MCS-51 单片机的基本结构及开发工具	1
任务 1.1 认识单片机——单片机概述	2
任务 1.2 设计单片机的最小系统	6
任务 1.3 设计 LED 的驱动电路	13
任务 1.4 节日彩灯控制器的工作过程和仿真调试	23
任务 1.5 节日彩灯控制器的制作调试	42
任务 1.6 节日彩灯控制器的改进	45
项目小结	45
习题 1	46
项目 2 产品计数器——单片机汇编语言指令和程序设计	48
任务 2.1 LED 数码管及其驱动电路(静态)	49
任务 2.2 数码管计数器(静态)显示程序设计	50
任务 2.3 产品计数器电路和显示程序	68
任务 2.4 产品计数器设计制作和调试	85
项目小结	90
习题 2	90
项目 3 自动防盗报警器——中断系统	94
任务 3.1 中断控制 LED——MCS-51 单片机的中断系统	94
任务 3.2 多个外部中断源控制 LED——扩展外部中断源	110
任务 3.3 自动防盗报警器的硬件和软件设计及仿真调试	115
任务 3.4 自动防盗报警器的制作调试	119
任务 3.5 自动防盗报警器的改进	121
项目小结	121
习题 3	121
项目 4 电子秒表——定时器/计数器	124
任务 4.1 电子秒表电路	124
任务 4.2 认识定时器——计数与定时	130
任务 4.3 定时器/计数器的控制	131
任务 4.4 定时器/计数器的工作方式与应用举例	134
任务 4.5 电子秒表的仿真调试和制作	141
项目小结	143
习题 4	143

项目 5 远程控制电子钟——串行接口与应用	145
任务 5.1 了解有关通信的知识	146
任务 5.2 认识单片机的串行口	148
任务 5.3 单片机串行口的工作方式和应用	151
任务 5.4 远程控制电子钟的设计	161
任务 5.5 远程控制电子钟的仿真调试	167
任务 5.6 其他串行总线介绍	167
项目小结	170
习题 5	170
项目 6 点阵式 LED 广告屏——单片机的系统扩展	172
任务 6.1 认识单片机三总线	173
任务 6.2 点阵式 LED 广告屏的电路设计	181
任务 6.3 点阵式广告屏的程序设计	188
任务 6.4 点阵式广告屏的制作调试和改进	192
项目小结	193
习题 6	193
项目 7 LCD 日历时钟——人机接口	194
任务 7.1 键盘接口	195
任务 7.2 LED 显示接口	201
任务 7.3 LCD 显示	205
任务 7.4 LCD 显示的日历时钟设计	213
任务 7.5 日历时钟的完善	216
项目小结	216
习题 7	216
项目 8 数字温度控制器——I/O 过程通道	218
任务 8.1 温度控制器电路设计	219
任务 8.2 开关量的输入/输出	219
任务 8.3 并行接口的模拟量输入通道	223
任务 8.4 串行接口的模拟量输入通道	232
任务 8.5 并行接口的模拟量输出通道	242
任务 8.6 串行接口的模拟量输出通道	247
任务 8.7 PWM 脉宽调制	251
任务 8.8 温度控制器程序设计与仿真调试	252
项目小结	254
习题 8	254
参考文献	256
附录	257
附录 A C51 语言速查表	257
附录 B Proteus 常用元器件	260

节日彩灯控制器

项目1

——MCS-51 单片机的基本结构及开发工具

● 项目规划单

项目名称	节日彩灯控制器
功能要求	制作一串色彩斑斓、不断闪烁的节日彩灯。要求使用单片机和 LED 实现
实施方案	利用单片机丰富的接口和灵活的编程能力,控制 LED 闪亮
知识目标	1. 单片机的特点和 MCS-51 单片机的基本结构及内部资源 2. 单片机的开发方法和工具 3. 模仿一个最简单的程序
能力目标	1. 使用软件设计电路图,编写并调试程序 2. 使用工具制作电路板并测试其正确性 3. 软、硬件联调,完成要求功能
素质目标	激发学习兴趣,建立学习信心,掌握学习方法,培养解决问题的能力、学习能力以及沟通协调能力等
实施过程	1. 完成知识学习 2. 建立仿真文件,编写程序并调试,实现预定功能 3. 利用实训设备,完成实物制作,实现预定功能
完成时间	课内 18 学时,课外 8 学时
扩展说明	采取不同的驱动电路,可以控制不同类型的发光灯具,产生不同的灯光效果
备注	受到编程能力所限,实际控制效果花样不多。

彩灯控制器是利用单片机丰富的接口和灵活的编程能力,控制一串 LED 闪烁发光,可以增加节日气氛,如图 1-1 所示。

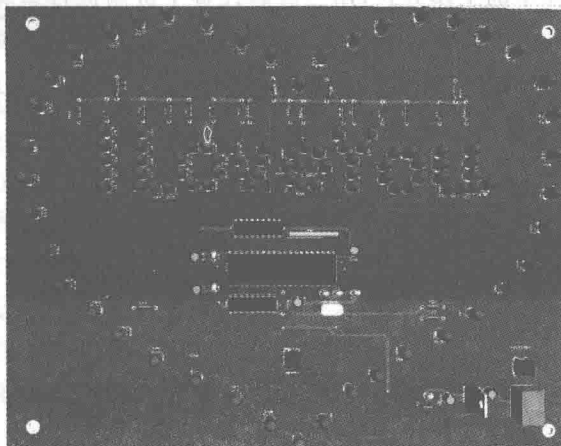


图 1-1 节日彩灯控制器外形图

将以上项目分解成若干个小任务,我们完成了这些小任务,项目也就基本完成了,单片机的基本结构和相关知识也就基本熟悉了,同时也就学会了单片机的开发方法。

任务 1.1 认识单片机——单片机概述

任务要求:掌握单片机的概念,了解单片机的用途,学习单片机的开发方法。

1.1.1 单片机的用途

家用电器如彩电、冰箱、洗衣机、电视机、空调等,都有单片机在工作;飞机、汽车、轮船、火车,也都有单片机在工作;火箭、卫星、导弹,也都有单片机在工作;工农业生产中使用的各种机器设备、仪器仪表,也都有单片机在工作;服务行业比如通信更是离不开单片机。

计算机的出现,是人类对计算的强烈需求的产物;电子计算机的出现,是人类电子技术发展的必然结果;微型电子计算机(微机)的出现,使电子计算机得到普及;单片机的出现,使得计算机深入到我们生活的所有领域。

1.1.2 单片机的基本概念

20 世纪 70 年代,一些半导体公司开始推出一种集成电路,它包含了计算机的三大组成部分:CPU、存储器和 I/O 接口等部件。由于它是在一个芯片上,形成芯片级的微型计算机,称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),简称单片机。

单片机的出现是近代计算机技术发展史上的一个重要里程碑,单片机的诞生标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。

单片机自从问世以来,就在控制领域得到广泛应用,特别是近年来,许多功能电路都被集成在单片机内部,如 A/D、D/A、PWM、WDT、I²C 总线接口等,极大提高了单片机的测量和控制能力,我们现在所说的单片机已突破了微型计算机(Microcomputer)的传统内容,更准确的名称应为微控制器(Microcontroller)。

单片机与现代微型计算机一样,系统结构均采用冯·诺依曼提出的“存储程序”思想,即程序和数据都被存放在内存中的工作方式,用二进制代替十进制进行运算和存储程序。人们将需要计算机处理的数据和运算方法、步骤,事先按计算机能执行的操作命令和有关原始数据编制成程序(二进制代码),存放在计算机内部的存储器中,计算机在运行时能够自动地、连续地从存储器中取出并执行,无须人工加以干预。

通常一个最基本的单片机由以下几部分组成:

- (1)中央处理器 CPU,包括运算器、控制器和寄存器组;
- (2)存储器,包括 ROM 和 RAM;
- (3)输入/输出(I/O)接口,与外部输入/输出设备连接。

典型的单片机组成框图,如图 1-2 所示。

1.1.3 单片机的发展

以 1976 年 Intel 公司推出的 MCS-48 系列为代表,采用将 8 位 CPU、8 位并行 I/O 接口、8 位定时器/计数器、RAM 和 ROM 等集成于一块半导体芯片上的单片机结构。它是 MCS-51

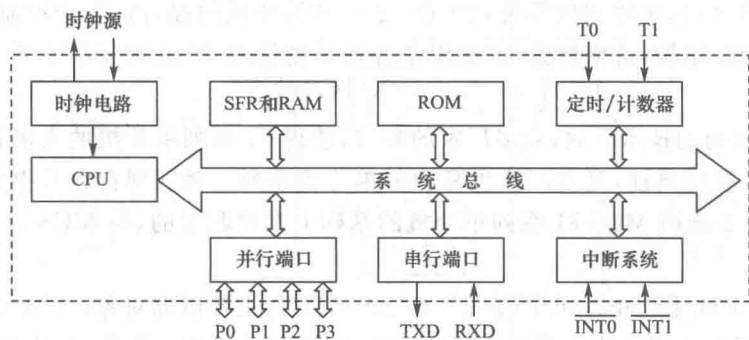


图 1-2 典型的单片机组成框图

系列单片机的初级阶段。

1980 年以后,以 Intel 公司的 MCS-51 系列为代表,在这一阶段推出的单片机(采用 8 位的 CPU)普遍带有串行 I/O 端口,有多级中断处理系统、16 位定时器计数器。片内 RAM、ROM 容量加大,且寻址范围可达 64 KB,有的片内还带有 A/D 转换接口。结构体系逐步完善,性能已大大提高,面向控制的特点进一步突出,增强了单片机的控制功能,这是发展巩固阶段。

1982 年,Intel 推出 MCS-96 系列单片机。它是最具有代表性的,片内集成 16 位的 CPU, RAM 和 ROM 的容量也进一步增大,并且带有高速输入/输出部件,带有多通道 A/D 转换器, 8 级中断处理能力使其具有更强的实时处理功能。

今后,单片机将在集成度、功能、功耗、速度、可靠性、应用领域等各方面向更高水平发展。同时,系统编程(ISP)和应用编程(IAP)技术的发展,也给使用单片机带来很大方便。

1.1.4 单片机系列产品

比较常见的单片机主要有以下种类:

1. MCS-51 系列(或 MCS-51 内核)的单片机

(1)AT89S51 是美国 Atmel 公司生产的与 Intel 8051 全兼容的 8 位单片机,片内含 4 KB 的可系统编程的 Flash 只读程序存储器,可灵活应用于各种控制领域。

(2)Philps 公司的 LPC 系列,是基于 MCS-51 内核的微控制器,每机器周期只需 6 个时钟周期;嵌入了诸如掉电检测、模拟功能以及片内 RC 振荡器等功能。

(3)Cygnal 公司的 C8051F 系列单片机,该系列单片机大部分指令只需一个时钟周期即可完成,运行速度大大加快。其改进包括加多个中断源、复位源,带有 JTAG 接口,可系统编程调试,可实现捕捉、高速输出、PWM 功能等,是 MCS-51 系列单片机中的高端产品。

(4)AD 公司的 ADuC812、ADuC824,这两款单片机是 AD 公司结合其模拟技术特长而推出的基于 MCS-51 内核的单片机。

(5)宏晶科技的 STC 系列单片机,是以 MCS-51 内核为主的系列单片机,单时钟/机器周期的单片机,是高速、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机。

2. 非 51 系列单片机

(1)美国微芯科技股份有限公司的 PIC 系列,品种齐全,其 OTP(一次性可编程)产品大批量用于家电控制等场合,某些内置 Flash ROM 的型号用于工业控制也很合适。

(2)Atmel 公司的 AVR 系列,速度快,高低档品种齐全,便于选择。该系列单片机主要由双龙公司推广。

(3)MSP430 系列,由德州仪器公司生产,是一种低功耗的混合信号微控制器。该系列芯片具有 16 位 RISC 结构,价格低廉,主要用于各种智能仪表、测试测量系统等,目前由利尔达公司代理。

由于 Intel 公司的技术开放,众多厂家的参与,使得 51 系列单片机的发展长盛不衰,从而形成了一个既具有经典性,又有旺盛生命力的单片机系列。我们现在经常提到 51 系列单片机,就是指在 Intel 公司 MCS-51 系列单片机的基础上发展起来的,与 MCS-51 兼容的所有单片机。

本书以 MCS-51 系列单片机中的一个型号 80C51 为主要研究对象,介绍它的功能和使用方法,同时在必要时提到一些比较新的改进型号及其特点,以便实际应用,比如实验教学中经常提到的 AT89C51 和 AT89S51 等。

 **提示:**宏晶公司的单片机 STC 系列,与 MCS-51 系列兼容,性能大幅度提高,价格很有竞争力,应用越来越多,值得关注。

1.1.5 MCS-51 系列单片机

在 MCS-51 系列单片机中,有两个子系列:51 子系列和 52 子系列,每个子系列有若干种型号。51 子系列有 8051、8751 和 80313 个型号,后来经过改进产生了 80C51、87C51 和 80C313 个型号;52 子系列有 8052、8752 和 80323 个型号,改进后的型号是 80C52、87C52 和 80C32。52 子系列与对应的 51 子系列相比增加了定时器 T2,并将内部程序存储器增加到 8 KB。Intel 公司停止生产 MCS-51 系列单片机之后,将其生产许可转移给许多其他公司,于是出现了许多与 MCS-51 兼容的单片机。现在生产 MCS-51 兼容单片机的公司都对其进行了不同程度的改进和提高。目前使用的比较多的有 AT89C51、AT89S51 和 STC89C51 等,其封装形式也各式各样,如图 1-3 所示。

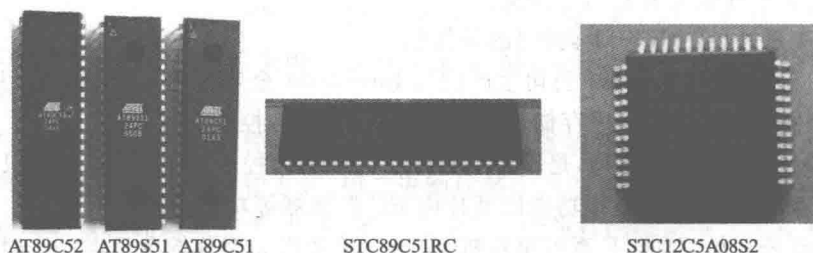


图 1-3 几种单片机外形图

52 子系列和其他改进型的产品将根据使用的需要适当介绍。MCS-51 系列单片机内部结构简化框图如图 1-4 所示。

分析图 1-4,并按其功能部件划分可以看出,MCS-51 系列单片机是由八大部分组成的,分别是:

(1)一个 8 位中央处理器 CPU(又称为微处理器)。

CPU 的内部结构是由运算部件和控制部件组成,是单片机的核心部件。其中包括算术逻辑运算单元 ALU、累加器 ACC、程序状态字寄存器 PSW、堆栈指针 SP、寄存器 B、程序计数器(指令指针)PC、指令寄存器 IR 和暂存器等部件。

(2)128 B 的片内数据存储器 RAM。

片内数据存储器是随机存储器,用于存放数据和运算结果等。

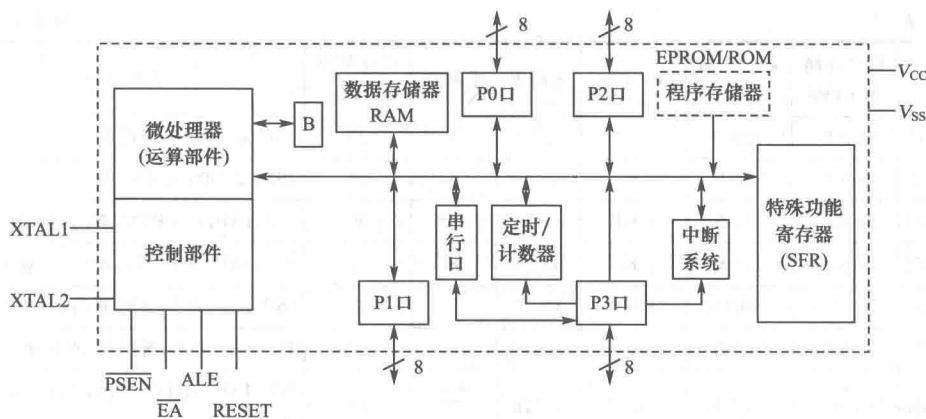


图 1-4 MCS-51 系列单片机内部结构简化框图

(3)4 KB 的片内程序存储器 EPROM 或 ROM。

用于存放程序、原始数据和表格。相关改进产品这里一般都换成了 Flash 存储器。

(4)18 个特殊功能寄存器 SFR。

CPU 内部包含了一些外围电路的控制寄存器、状态寄存器以及数据输入/输出寄存器,这些外围电路的寄存器构成了 CPU 内部的特殊功能寄存器。18 个特殊功能的寄存器 SFR 有 3 个是 16 位的,共占用了 21 个字节。

(5)4 个 8 位并行输入/输出 I/O 接口。

P0 端口、P1 端口、P2 端口、P3 端口(共 32 线),用于并行输入或输出数据。

(6)1 个串行 I/O 接口,实现串行通信。

(7)2 个 16 位定时器/计数器 T0、T1(52 子系列有 3 个)。

(8)具有 5 个(52 子系列为 6 个或 7 个)中断源,2 个可编程优先级的中断系统。它可以接收外部中断申请,定时器/计数器中断申请和串行口中断申请。

上述内容是 8051 的内部结构。作为 51 系列,不同的型号其内部结构也有差别,见表 1-1。几种 51 系列兼容机的主要特性见表 1-2。

表 1-1 MCS-51 系列单片机不同型号的主要区别

型 号	程序存储器 ROM	数据存储器 RAM	定时器	中断源
8051	4 KB 掩膜 ROM	128 B RAM	2×16 位	5 个
8751	4 KB EPROM	128 B RAM	2×16 位	5 个
8031	—	128 B RAM	2×16 位	5 个
8052	8 KB 掩膜 ROM	256 B RAM	3×16 位	6 个
8752	8 KB EPROM	256 B RAM	3×16 位	6 个
8032	—	256 B RAM	3×16 位	6 个

表 1-2 几种 51 系列兼容机的主要特性

型 号	程序存储器 ROM	数据存储器 RAM	EEPROM	定时器	中断源	最高频率 MHz	其他特性
AT89C51	4 KB	128B	—	2×16	5	24	
AT89C52	8 KB	256 B	—	3×16	6	24	

(续表)

型 号	程序存储器 ROM	数据存储器 RAM	EEPROM	定时器	中断源	最高频率 MHz	其他特性
AT89S51	4 KB	128 B	—	2×16	5	33	ISP, 双 DPTR, 看门狗
AT89S52	8 KB	256 B	—	3×16	6	33	ISP, 双 DPTR, 看门狗
STC89C51	4 KB	512 B	1 KB	3×16	8	80	ISP, IAP, 双 DPTR, 看门狗, 双倍速
STC89C52	8 KB	512 B	1 KB	3×16	8	80	ISP, IAP, 双 DPTR, 看门狗, 双倍速
STC89C58	32 KB	1280 B	8 KB	3×16	8	80	ISP, IAP, 双 DPTR, 看门狗, 双倍速
P89C52	8 KB	256 B	—	3×16	6	33	ISP, 双 DPTR, 看门狗, 双倍速
C8051F020	64 KB	4352 B	128 B	5×16	22	25	ISP, IAP, 双 DPTR, 看门狗, 双倍速 ADC, DAC

任务 1.2 设计单片机的最小系统

重点:单片机的外部特性,仿真软件的初步使用。

主要内容: MCS-51 单片机引脚排列图、外部特性说明、时钟电路、复位电路、工作原理。利用 Proteus 软件设计最小系统电路图。

前文已经提到, MCS-51 系列单片机有很多型号, 与其兼容的单片机更是不可胜数, 本节以最基本的型号 8051 为例来学习其性能特点和应用。由于市场有货并且基本性能与 MCS-51 非常接近, 所以在有的举例和实训中, 使用 AT89C51 或者 AT89S51。当然, 本节将适时介绍其改进之处以及其他兼容型号。

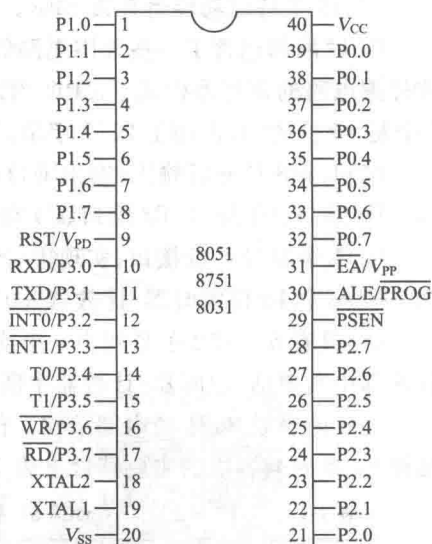


图 1-5 MCS-51 单片机 40 引脚配置图

1.2.1 引脚功能

要使用单片机芯片,就要先了解其引脚特性,包括外部特性和内部特性。MCS-51 单片机 40 引脚配置如图 1-5 所示,单片机引脚功能见表 1-3。

表 1-3 单片机引脚功能

名 称	引脚号	类 型	功 能
V _{SS}	20	I	接地端
V _{CC}	40	I	电源+5 V:提供掉电、空闲、正常工作电压
P0.0~P0.7	32~39	I/O	P0 端口:P0 端口为三态双向 I/O 端口,既可用于地址/数据总线使用(在访问外部程序存储器时用作地址的低字节,在访问外部数据存储器时用作数据总线),又可用于通用 I/O 口使用
P1.0~P1.7	1~8	I/O	P1 端口:P1 端口是带内部上拉电阻的双向 I/O 端口,向 P1 端口写入 1 后,P1 端口被内部上拉为高电平,可用作输入口
P2.0~P2.7	21~28	I/O	P2 端口:P2 端口是带内部上拉电阻的双向 I/O 端口,向 P2 端口写入 1 后,P2 端口被内部上拉为高电平,可用作输入口;在访问外部程序存储器和外部数据时作为地址的高位字节

(续表)

名 称	引脚号	类 型	功 能
P3.0~P3.7	10~17	I/O	P3 端口:P3 端口是带内部上拉电阻的双向 I/O 端口,向 P3 端口写入 1 时,P3 端口被内部上拉为高电平,可用作输入口,此外 P3 端口还具有以下特殊功能:
	10		RXD(P3.0) 串行输入口
	11		TXD(P3.1) 串行输出口
	12		$\overline{\text{INT0}}$ (P3.2) 外部中断 0 输入
	13		$\overline{\text{INT1}}$ (P3.3) 外部中断 1 输入
	14		T0(P3.4) 定时器 0 外部脉冲输入
	15		T1(P3.5) 定时器 1 外部脉冲输入
	16		$\overline{\text{WR}}$ (P3.6) 外部数据存储器写信号输出
	17		$\overline{\text{RD}}$ (P3.7) 外部数据存储器读信号输出
RST/ V_{PD}	9	I	复位信号:单片机复位/备用电源引脚。RST 是复位信号输入端,高电平有效。时钟电路工作后,在此引脚上连续出现 2 个机器周期的高电平(24 个时钟振荡周期),就可以完成复位操作
ALE/ $\overline{\text{PROG}}$	30	O	地址锁存允许信号:8051 上电正常工作后,ALE 端以 1/6 的晶振频率,周期性地向外输出正脉冲信号。P0 端口作为地址/数据复用口,用 ALE 来判别 P0 端口的信息究竟是地址还是数据信号,当 ALE 为高电平期间,P0 端口出现的是地址信息,ALE 下降沿到来时,P0 端口上的地址信息被锁存,当 ALE 为低电平期间,P0 端口上出现指令和数据信息。对片内带有 4 KB EPROM 的 8751 编写固化程序时, $\overline{\text{PROG}}$ 作为编程脉冲输入端。
$\overline{\text{PSEN}}$	29	O	片外程序存储器读选通信号:当执行外部程序存储器代码时 $\overline{\text{PSEN}}$ 每个机器周期被激活两次;在访问外部数据存储器时 $\overline{\text{PSEN}}$ 无效,访问内部程序存储器时 $\overline{\text{PSEN}}$ 无效
$\overline{\text{EA}}/V_{\text{PP}}$	31	I	内部和外部程序存储器选择信号: 当 $\overline{\text{EA}}$ 引脚接高电平时,CPU 先访问片内 4 KB 的 EPROM/ROM,执行内部程序存储器中的指令,但在程序计数器计数超过 0FFFH 时(即地址大于 4 KB 时),将自动转向执行片外大于 4 KB 程序存储器内的程序 若 $\overline{\text{EA}}$ 引脚接低电平(接地)时,CPU 只访问外部程序存储器,而不管片内是否有程序存储器。对于 8031 单片机(片内无 ROM)需外扩 EPROM,故必须将 $\overline{\text{EA}}$ 引脚接地 在对 EPROM 编写固化程序时,需对此引脚施加直流(+12~+21 V)的编程电压
XTAL1	19	I	接外部石英晶体的一端。在单片机内部,它是一个反相放大器的输入端,这个放大器构成了片内振荡器。当采用外部时钟时,对于 HMOS 单片机,该引脚接地;对于 CHMOS 单片机,该引脚作为外部振荡信号的输入端
XTAL2	18	O	接外部晶体的另一端。在单片机内部,接至片内振荡器的反相放大器的输出端。当采用外部时钟时,对于 HMOS 单片机,该引脚作为外部振荡信号的输入端;对于 CHMOS 芯片,该引脚悬空不接

注:类型中,I 表示输入,O 表示输出,I/O 表示输入/输出均可。

1.2.2 时钟电路

单片机的时钟信号是单片机内部数字电路工作时的节拍信号,单片机内的所有部件都要在时钟信号的控制下配合工作,时钟信号的频率高低决定了单片机的工作速度。时钟信号的产生有两种方式:内部振荡器方式和外部引入方式。

1. 内部振荡器方式

采用内部振荡器方式时,如图 1-6(a)所示。片内的高增益反相放大器通过 XTAL1 和

XTAL2 外接作为反馈元件的片外晶体振荡器(呈感性)与电容组成的并联谐振回路构成一个自激振荡器,向内部时钟电路提供振荡时钟。振荡器的频率主要取决于晶体的振荡频率,一般晶体可在 $1.2\sim 12\text{ MHz}$ 任选,电容 $C1$ 和 $C2$ 可在 $5\sim 30\text{ pF}$ 选择,电容的大小对振荡频率有微小的影响,可起到频率微调的作用。

2. 外部引入方式

外部脉冲信号由 XTAL2 端引脚输入,送至内部时钟电路。如图 1-6(b)所示。

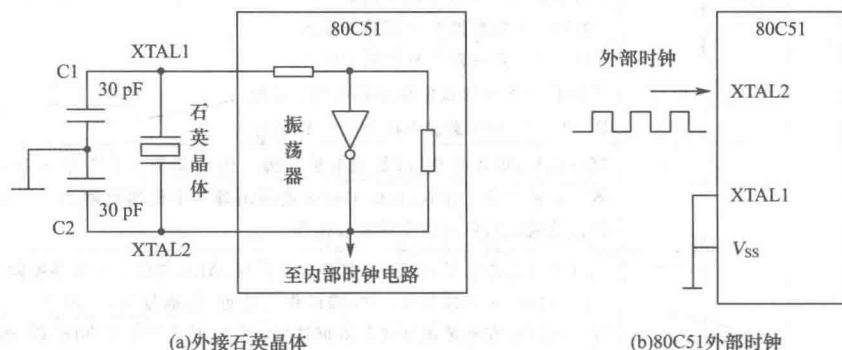


图 1-6 80C51 单片机时钟方式

提示:现在许多单片机的时钟频率范围已经远超 12 MHz ,比如 STC15 系列其频率范围在 $0\sim 35\text{ MHz}$ 。

1.2.3 复位电路

单片机在开机时或在工作中因干扰而使程序失控或程序处于某种死循环状态等情况下都需要复位。复位的作用是使中央处理器 CPU 以及其他功能部件都恢复到一个确定的初始状态,并从该状态开始工作。

复位后,程序计数器 $PC=0000H$,程序执行必须从地址 $0000H$ 开始。

单片机的复位靠外部电路实现,信号由 RST(RESET)引脚输入,高电平有效(一般复位正脉冲宽度大于 10 ms)。复位分为上电复位和按键复位方式,上电复位电路如图 1-7(a)所示;按键复位有电平方式和脉冲方式,电路如图 1-7(b)和图 1-7(c)所示。

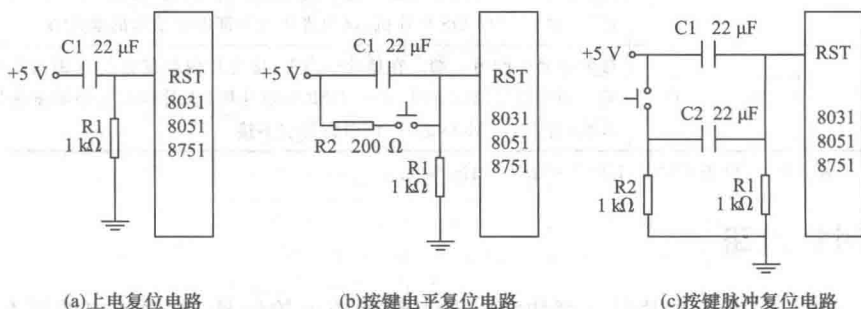


图 1-7 80C51 复位电路

要点:只要保持 RST 引脚高电平两个机器周期,单片机即能正常复位。

提示:我们在本书实训和应用举例中经常用到的单片机是 AT89C51 或者 AT89S51。

这两个型号的单片机与 80C51 完全兼容,但有若干改进。最重要的改进是 AT89C51 的程序存储器使用了可以电擦除的 Flash 存储器,可以擦写 1000 次以上。而 AT89S51 除了上述改进之外,还可以在系统编程中使用很简单的下载装置进行串行通信,对其内部的 Flash 存储器进行擦除和编程,我们称这种下载装置为下载线。现在各种接口的下载线都很容易找到且使用方便,价格低廉。

由于 AT89C51 和 AT89S51 与 Intel 的 80C51 兼容,也就是说,原来用 80C51 的地方,可以用 AT89C51 或 AT89S51 来替换而不用做任何改变。所以在本书中,许多实验和实训都使用了 AT89C51 或 AT89S51。在以下的叙述中,除特别指出外,我们将与 MCS-51 系列兼容的单片机统称为 51 系列单片机,类似这种情况以后不再说明。

1.2.4 单片机的开发方法

为了某种应用,给单片机设计外围电路和应用程序,称为单片机的开发。

由于单片机内部没有任何驻机软件,因此要实现一个产品的应用系统时,需要进行软、硬件开发。单片机应用系统的开发流程如图 1-8 所示,除了产品立项后的方案论证和总体设计外,主要的技术工作还有硬件系统设计与调试、应用程序设计、仿真调试和系统脱机运行检查四部分。

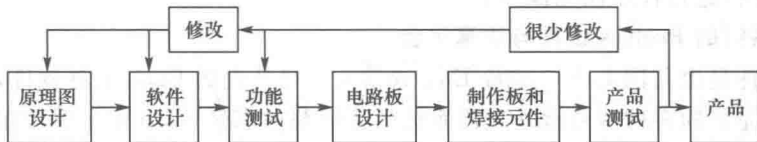


图 1-8 单片机应用系统的开发流程

1.2.5 单片机应用开发工具简介

一个单片机应用系统,从提出任务到软、硬件设计到最终正式投入运行的过程,称为单片机的开发,开发过程所用的设备称为开发工具。

作为单片机的开发工具,个人计算机往往是必不可少的,许多开发工具软件要用到它。除此之外,还要用到下列工具。

1. 硬件设计工具

根据工程要求,绘制电路原理图,根据电路原理图设计制作印刷电路板(又称 PCB 板),需要到工厂专门定制。简单的电路在实验阶段可以使用面包板或通用电路板替代,学校实验室一般都有与仿真器配套的实验目标板。绘制电路原理图和设计制作印刷电路板都需要借助 CAD 软件完成,使用 Protel 和 OrCAD 等,有关这类软件的使用可以参看相关资料。

2. 程序设计工具

确定了硬件设计后,要针对目标板进行软件程序设计。无论使用汇编语言还是高级语言,编写好源程序后,都要进行编译,编译中发现语法错误就要进行修改。只要没有语法格式错误就可以形成“.hex”文件,然后文件的执行和调试必须借助仿真器。

3. 仿真工具(仿真器)

系统设计完成后,进行程序调试时需对其进行仿真。仿真有两种形式:一种是硬件仿真;另一种是软件仿真,又称为模拟仿真。

(1) 硬件仿真

硬件仿真要使用仿真器,通过仿真头完全替代目标板的单片机芯片,在调试过程中可以实时反映 CPU 的真实运行情况,51 系列单片机仿真器种类较多,其运行环境及主要功能甚至使用方法都相差不大。

比较流行的仿真器有南京伟福公司生产的伟福仿真器和广州周立功公司生产的 TKS 系列仿真器。如图 1-9 所示。

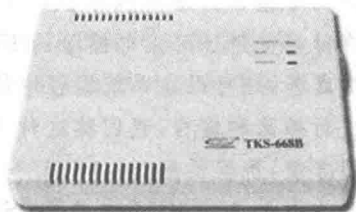


图 1-9 TKS 系列仿真器外形

(2) 软件仿真

完全采用软件的方式模拟单片机实际的运行情况,运行过程仅仅在计算机的屏幕上模拟显示,通过软件模拟,可以基本了解和掌握仿真调试的所有过程。目前比较流行的仿真软件有 Keil 和 WAVE。

4. 编程器和 ISP(在系统可编程)

编程器又称为程序固化器,是将调试生成的 .bin 或 .hex 文件固化到存储器中的装置。现在已不常用。

利用 ISP 技术对单片机进行程序固化时,不必将单片机从目标板上移出,直接利用 ISP 专用线便可对单片机进行程序固化操作。

5. 单片机系统的 Proteus 设计与仿真平台

Proteus 软件是由英国 Lab Center Electronics 公司开发的 EDA 工具软件,是目前世界上比较先进、比较完整的多种型号微处理器系统的设计与仿真平台,真正实现了在计算机中完成电路原理图设计、电路分析与仿真、微处理器仿真、系统测试与功能验证到形成印刷电路板的完整电子设计和研发过程。

1.2.6 利用 Proteus 设计一个简单的仿真项目

该软件的使用方法请参考电子文档有关内容。

首先,观看一个 Proteus 仿真项目的演示;其次,学习 Proteus 软件的使用方法;最后,自己动手模仿一个 Proteus 项目。

本书中使用了目前单片机仿真最理想的软件之一 Proteus 来帮助读者学习单片机,因此要求读者一定要学会并熟练地使用。

利用仿真软件 Proteus 打开本书所附带的电子文档中的仿真文件。例如,本书最后一个项目自动定时打铃器(自动打铃器.dsn),就可以看到其电路原理图。单击运行,即可看到自动打铃器的功能,按照操作说明进行操作,实现自动打铃。

还可以打开其他仿真文件,比如 P1P2.dsn,这是一个非常简单的仿真项目,只有几个按键和几个发光二极管。运行后,用鼠标单击按钮,对应的发光二极管就会亮。

观看完演示后即可自行开发一个与 P1P2.dsn 类似的项目。

● 学中做

【技能训练 1-1】 仿真软件使用演练:Proteus 使用入门。

目的:掌握 Proteus 软件的使用方法。

内容:自己做一个与 P1P2.dsn 类似的项目。这是一个模仿型项目,为了便于学习,现将电路图和程序给出,如图 1-10 所示。