

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



单片机原理、应用 及Proteus仿真

李传娣 赵常松 主编
李继超 王慧莹 魏娜 吴显义 副主编



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



单片机原理、应用 及Proteus仿真

李传娣 赵常松 主编
李继超 王慧莹 魏娜 吴显义 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书选用的 STC89C52 单片机是 51 系列单片机的增强型,它完全兼容传统 51 系列单片机,具有可在线编程、开发方便的特点。

书中系统、全面地介绍 STC89C52 单片机的基本原理、硬件结构,并从应用的角度介绍 C51 语言程序设计、单片机外部电路的扩展,以及与键盘、LED 显示器、LCD 显示器、打印机等多种硬件接口的设计方法,详细介绍串行接口以及 A/D、D/A 转换器的功能特点和典型应用,增加了单片机应用系统设计、Proteus 仿真和实验等内容。

本书内容丰富实用,层次清晰,叙述详尽,方便教学与自学,可作为高等院校电子信息工程、通信工程、电气自动化、自动控制、智能仪器仪表、电气工程、机电一体化、计算机科学与技术等专业单片机原理及应用课程的教材,也可作为工程技术人员进行单片机系统开发的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理、应用及 Proteus 仿真/李传娣,赵常松主编. —北京:清华大学出版社,2017

(21 世纪高等学校规划教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-45044-3

I. ①单… II. ①李… ②赵… III. ①单片微型计算机—系统仿真—应用软件—高等学校—教材
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 218531 号

责任编辑:刘 星 梅栾芳

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.25

字 数:545千字

版 次:2017年1月第1版

印 次:2017年1月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00元

产品编号:066808-01

前 言

20 世纪 90 年代,单片机在我国迅速普及。如今,由单片机作为主控制器的全自动洗衣机、高档电风扇、电子厨具、变频空调、遥控彩电、摄像机、VCD/DVD 机、组合音响、电子琴等产品早已遍布人们的生活。从家用消费类电器到复印机、打印机、扫描仪、传真机等办公自动化产品,从智能仪表、工业测控装置到 CT、MRI 等医疗设备,从数码相机、摄录一体机到航天技术、导航设备、现代军事设备,从形形色色的电子货币(如电话卡、水电气卡)到身份识别卡、门禁控制卡、档案管理卡以及相关读/写卡终端机等,单片机都在里面扮演重要角色。因此有人说单片机“无处不在,无所不能”。

从学习的角度看,单片机作为一个完整的数字处理系统,具备构成计算机的主要单元部件,在这个意义上称之为单片微机并不过分。通过学习和应用单片机进入计算机硬件设备之门,可达到事半功倍的效果。

从应用的角度看,单片机是一种大规模集成电路,可自成一体,相对于其他微处理器所需的大量外部器件的连接都在单片机内部完成,各种信息传递的时序关系变得非常简单,易于理解和接受。用单片机实现某个特定的控制功能十分方便。

从设计思想看,单片机的应用意味着“从以硬件电路设计为传统的传统设计方法向以软件设计为主的、对单片机内部资源及外部引脚功能加以利用的设计方法的转变”,从而使硬件成本大大降低,设计工作灵活多样。往往只需改动部分程序,就可以增加产品的功能,提高产品的性能。

总之,单片机不同于通用微型计算机,它能够灵活地嵌入到各类电子产品中,使电子产品具备智能化和“傻瓜”化操作,已经成为电子自动化技术的核心基础。因此,学习单片机非常有必要。

本书选用 STC89C52 单片机,它以 MCS-51 为内核。选用该单片机最主要的原因是其具有在系统可编程功能(ISP),无须专用编程器,可通过串口直接下载用户程序,便于开发,因此受到初学者特别是学生的青睐。同时,由于该单片机可有效缩短系统开发时间,因此亦可被开发人员所使用。

本书以读者掌握单片机应用技能为目标,将单片机仿真软件 Proteus 和 Keil Vision 引入单片机课程教学和实践教学中,并使之与现行教学大纲和实验大纲的基本内容紧密融合。通过单片机仿真实验,在模拟的应用环境下培养学生的单片机专业技能,不再受实验器材和实验学时的限制,并解决了以往基于电路实验箱教学验证性实验偏多带来的学生难以得到足够动手机会和教学实践效果不理想的问题。这种虚拟仿真平台便于学习者灵活、大胆地进行单片机电路设计、软件开发和系统调试的训练,能够极大程度地激发学生的学习兴趣,提高其学习效果。

本书共分为 13 章。第 1 章是概述,介绍单片机的发展历程、应用领域和各种常用的低

功耗单片机、增强型单片机的性能特点,并介绍国产 STC 系列单片机的选型;第 2 章针对 STC89C52 单片机的硬件结构进行详细说明,特别是 STC89C52 的存储器结构、I/O 端口、时钟复位方式和省电工作模式,指出了该单片机与传统 51 单片机的不同之处;第 3 章介绍单片机设计中普遍采用的 C51 编程语言,并且特别指出 C51 语言与标准 C 的区别,即 C 语言在单片机设计中应注意的地方;第 4 章介绍 STC89C52 单片机中断基本概念、中断响应及处理方法等;第 5 章介绍 STC89C52 单片机的定时/计数器 T0、T1 和 T2;第 6 章介绍 STC89C52 单片机串行口的内部结构、串行口的 4 种工作方式以及 4 种工作方式下波特率的计算方法、串行口多机通信的工作原理以及双机串行通信的软件编程;第 7 章介绍 STC89C52 单片机的系统扩展,如外扩 ROM、RAM 以及串行总线等;第 8 章介绍 STC89C52 单片机应用系统的人机接口,配置输入外设和输出外设;第 9 章介绍典型的 ADC、DAC 集成电路芯片,以及与 STC89C52 单片机的硬件接口设计及软件设计;第 10 章介绍如何根据需求进行系统设计;第 11、12 章以 STC89C52 单片机应用实验为主,介绍使用 Proteus 进行单片机仿真,精选了 10 个单片机编程实验项目。

本书内容丰富,体系完整,编写工作由多位作者共同完成,具体分工为:李传娣编写第 1 章和第 8 章,赵常松编写第 2 章和第 9 章,李继超编写第 3 章和第 4 章,王慧莹编写第 5 章和第 6 章,魏娜编写第 10 章,吴显义编写第 7 章,第 11 章由李传娣、赵常松、李继超和魏娜共同编写,第 12 章由王慧莹、魏娜和吴显义共同编写。参加本书编写工作的还有贾春风、杨兴全和吴登娥,在此对他们付出的辛勤工作表示衷心感谢!

由于本书涉及的知识点较多,并且编写时间仓促,难免有不足和疏漏之处,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议,以便进一步改进和提高,使之满足实际教学的需要。

作 者

2016 年 8 月

目 录

| | |
|---------------------------------------|----|
| 第 1 章 概述 | 1 |
| 1.1 计算机的发展 | 1 |
| 1.2 单片机的定义 | 4 |
| 1.3 单片机的发展概况 | 4 |
| 1.3.1 单片机的发展历史 | 5 |
| 1.3.2 单片机的发展趋势 | 6 |
| 1.4 单片机的特点及分类 | 8 |
| 1.4.1 单片机的特点 | 8 |
| 1.4.2 单片机的分类 | 9 |
| 1.5 单片机的应用 | 9 |
| 1.6 常用单片机系列 | 11 |
| 1.6.1 8051 内核的单片机 | 11 |
| 1.6.2 PIC 内核的单片机 | 14 |
| 1.6.3 其他公司 8 位单片机 | 15 |
| 本章小结 | 15 |
| 思考题 | 16 |
| 第 2 章 STC89C52 系列单片机体系结构 | 17 |
| 2.1 STC89C52 单片机的内部结构及特点 | 17 |
| 2.2 STC89C52 单片机的外部引脚及功能 | 20 |
| 2.3 中央处理器 | 23 |
| 2.3.1 运算器 | 23 |
| 2.3.2 控制器 | 25 |
| 2.3.3 程序执行过程 | 27 |
| 2.4 STC89C52 单片机存储器结构 | 27 |
| 2.4.1 STC89C52 单片机程序存储器 | 28 |
| 2.4.2 STC89C52 单片机数据存储器 | 28 |
| 2.4.3 STC89C52 单片机特殊功能寄存器 | 29 |
| 2.5 STC89C52 单片机 I/O 口 | 34 |
| 2.5.1 P0 端口 | 34 |
| 2.5.2 P1/P2/P3/P4 端口 | 35 |

| | | |
|--------------|----------------------------|-----------|
| 2.5.3 | 5V 单片机连接 3V 器件 | 35 |
| 2.6 | STC89C52 单片机的时钟 | 36 |
| 2.6.1 | 传统 51 单片机时序 | 36 |
| 2.6.2 | STC89C52 单片机时序 | 37 |
| 2.6.3 | STC89C52 单片机时钟电路 | 37 |
| 2.7 | STC89C52 单片机的复位 | 39 |
| 2.7.1 | STC89C52 单片机的复位电路 | 39 |
| 2.7.2 | STC89C52 单片机的复位状态 | 40 |
| 2.8 | STC89C52 单片机的省电工作模式 | 41 |
| | 本章小结 | 41 |
| | 思考题 | 42 |
| 第 3 章 | C51 语言编程基础 | 43 |
| 3.1 | 编程语言 Keil C51 简介 | 43 |
| 3.1.1 | Keil C51 简介 | 43 |
| 3.1.2 | C51 与标准 C 的比较 | 44 |
| 3.2 | Keil C51 语言基础知识 | 44 |
| 3.2.1 | 关键字 | 44 |
| 3.2.2 | 数据类型 | 45 |
| 3.2.3 | 数据的存储类型 | 46 |
| 3.2.4 | 数据的存储模式 | 49 |
| 3.2.5 | C51 语言的特殊功能寄存器及位变量定义 | 50 |
| 3.2.6 | C51 语言的绝对地址访问 | 52 |
| 3.2.7 | C51 的运算符 | 53 |
| 3.2.8 | C51 的数组 | 55 |
| 3.2.9 | C51 的指针 | 58 |
| 3.3 | C51 语言的函数 | 60 |
| 3.3.1 | 函数的分类 | 60 |
| 3.3.2 | 函数的参数与返回值 | 63 |
| 3.3.3 | 函数的调用 | 63 |
| 3.3.4 | 中断服务函数 | 65 |
| 3.3.5 | 变量及存储方式 | 66 |
| 3.3.6 | 宏定义与文件包含 | 66 |
| 3.3.7 | 库函数 | 68 |
| 3.4 | C51 程序设计举例 | 68 |
| 3.4.1 | 分支结构程序 | 68 |
| 3.4.2 | 循环结构程序 | 71 |
| | 本章小结 | 76 |
| | 思考题 | 76 |

| | |
|--|-----|
| 第 4 章 STC89C52 单片机的中断系统 | 78 |
| 4.1 概述 | 78 |
| 4.1.1 中断的概念 | 78 |
| 4.1.2 引进中断技术的优点 | 79 |
| 4.1.3 中断源 | 79 |
| 4.1.4 中断系统的功能 | 80 |
| 4.2 STC89C52 单片机的中断系统 | 81 |
| 4.2.1 中断系统结构 | 81 |
| 4.2.2 中断源 | 82 |
| 4.2.3 中断请求标志 | 82 |
| 4.2.4 中断控制寄存器 | 84 |
| 4.3 中断处理过程 | 87 |
| 4.3.1 中断响应 | 87 |
| 4.3.2 中断处理 | 88 |
| 4.3.3 中断返回 | 89 |
| 4.3.4 中断请求的撤除 | 90 |
| 4.3.5 中断响应时间 | 90 |
| 4.4 中断程序的设计 | 91 |
| 4.4.1 单一外中断的应用 | 91 |
| 4.4.2 两个外中断的应用 | 94 |
| 4.4.3 中断嵌套 | 95 |
| 本章小结 | 97 |
| 思考题 | 97 |
| 第 5 章 STC89C52 单片机定时/计数器接口及应用 | 98 |
| 5.1 STC89C52 定时/计数器的组成 | 98 |
| 5.1.1 定时/计数器 0 和 1 | 98 |
| 5.1.2 与 T0/T1 相关的寄存器 | 99 |
| 5.2 定时/计数器的工作方式 | 100 |
| 5.2.1 方式 0 | 100 |
| 5.2.2 方式 1 | 101 |
| 5.2.3 方式 2 | 101 |
| 5.2.4 方式 3 | 102 |
| 5.3 定时/计数器 0/1 的编程 | 103 |
| 5.4 定时/计数器 0/1 的应用 | 104 |
| 5.5 定时/计数器 2 | 113 |
| 5.5.1 与定时/计数器 2 相关的寄存器 | 113 |
| 5.5.2 定时/计数器 2 的三种工作方式 | 115 |

| | |
|---|------------|
| 5.5.3 定时/计数器 2 的应用 | 117 |
| 本章小结 | 119 |
| 思考题 | 120 |
| 第 6 章 STC89C52 单片机串行通信 | 121 |
| 6.1 串行通信概述 | 121 |
| 6.1.1 同步通信和异步通信方式 | 121 |
| 6.1.2 串行通信的数据传送速率 | 122 |
| 6.1.3 串行通信的制式 | 123 |
| 6.1.4 信号的调制与解调 | 123 |
| 6.1.5 通信协议 | 123 |
| 6.2 STC89C52 单片机串行口的结构 | 124 |
| 6.2.1 内部硬件结构 | 124 |
| 6.2.2 串行口特殊功能寄存器 | 125 |
| 6.3 串行口的 4 种工作方式 | 127 |
| 6.3.1 方式 0 | 127 |
| 6.3.2 方式 1 | 128 |
| 6.3.3 方式 2 | 128 |
| 6.3.4 方式 3 | 129 |
| 6.4 波特率的设定与计算 | 129 |
| 6.5 串行口的应用 | 131 |
| 6.5.1 串行口作串/并转换的应用 | 131 |
| 6.5.2 串行口作双机通信接口的应用 | 134 |
| 6.5.3 串行口多机通信接口 | 138 |
| 6.6 PC 与多个单片机间通信 | 142 |
| 6.6.1 采用 RS-232C 标准总线通信 | 142 |
| 6.6.2 采用 RS-422A 标准总线通信 | 145 |
| 本章小结 | 148 |
| 思考题 | 148 |
| 第 7 章 STC89C52 单片机系统扩展 | 149 |
| 7.1 系统扩展概述 | 149 |
| 7.1.1 单片机的外部扩展总线 | 149 |
| 7.1.2 系统扩展常用芯片 | 150 |
| 7.1.3 系统扩展的寻址方法 | 155 |
| 7.2 存储器的扩展 | 155 |
| 7.2.1 程序存储器扩展概述 | 155 |
| 7.2.2 数据存储器扩展概述 | 156 |
| 7.2.3 E ² PROM 和 RAM 的综合扩展 | 156 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 7.3 | 并行 I/O 接口的扩展 | 158 |
| 7.3.1 | I/O 接口概述 | 158 |
| 7.3.2 | 简单的 I/O 扩展 | 160 |
| 7.3.3 | 可编程接口芯片 8255 扩展并行接口 | 161 |
| 7.4 | 串行总线扩展 | 167 |
| 7.4.1 | 单总线串行扩展 | 167 |
| 7.4.2 | I ² C 总线 | 176 |
| 7.4.3 | SPI 总线串行扩展 | 183 |
| | 本章小结 | 186 |
| | 思考题 | 186 |
| 第 8 章 | 单片机接口技术应用 | 187 |
| 8.1 | 键盘接口电路 | 187 |
| 8.1.1 | 独立式键盘 | 187 |
| 8.1.2 | 矩阵式键盘 | 191 |
| 8.2 | LED 显示接口电路 | 195 |
| 8.2.1 | LED 显示器 | 195 |
| 8.2.2 | LED 数码管显示器接口设计举例 | 196 |
| 8.3 | 键盘与 LED 显示器综合设计电路 | 198 |
| 8.3.1 | 利用并行 I/O 芯片 82C55 实现的键盘/显示器接口 | 198 |
| 8.3.2 | 利用串行口实现的键盘/显示器接口 | 201 |
| 8.3.3 | 8279 键盘、显示器接口电路 | 203 |
| 8.4 | LCD 显示接口电路 | 211 |
| 8.4.1 | 12864 点阵液晶显示模块的原理 | 211 |
| 8.4.2 | 12864 驱动程序 | 215 |
| 8.4.3 | 12864 的应用 | 220 |
| 8.5 | STC89C52 单片机与微型打印机 TP _μ P-40A/16A 的接口 | 221 |
| | 本章小结 | 225 |
| | 思考题 | 225 |
| 第 9 章 | STC89C52 单片机与 A/D、D/A 转换器的接口 | 226 |
| 9.1 | STC89C52 单片机与 A/D 转换器的接口 | 226 |
| 9.1.1 | A/D 转换器简介 | 226 |
| 9.1.2 | STC89C52 单片机与并行 8 位 A/D 转换器 ADC0809 的接口 | 228 |
| 9.1.3 | STC89C52 与并行 12 位 A/D 转换器 AD1674 的接口 | 232 |
| 9.1.4 | STC89C52 单片机与 V/F 转换器的接口 | 238 |
| 9.2 | STC89C52 单片机与 D/A 转换器的接口 | 241 |
| 9.2.1 | D/A 转换器简介 | 241 |
| 9.2.2 | STC89C52 单片机与 8 位 D/A 转换器 DAC0832 的接口设计 | 243 |

| | |
|--|------------|
| 本章小结 | 249 |
| 思考题 | 249 |
| 第 10 章 STC89C52 单片机应用系统设计 | 250 |
| 10.1 概述 | 250 |
| 10.2 MCS-51 单片机应用系统设计 | 250 |
| 10.2.1 总体设计 | 250 |
| 10.2.2 硬件设计 | 252 |
| 10.2.3 软件设计 | 253 |
| 10.2.4 可靠性设计 | 254 |
| 10.2.5 单片机应用系统的调试与测试 | 258 |
| 10.3 单片机应用系统举例 | 259 |
| 10.3.1 单片机在控制系统中的应用 | 259 |
| 10.3.2 单片机在里程和速度计量中的应用 | 262 |
| 10.3.3 单片机在家用电器中的应用 | 264 |
| 10.3.4 基于 STC89C52 单片机的万年历的设计 | 274 |
| 本章小结 | 291 |
| 思考题 | 291 |
| 第 11 章 单片机应用系统开发简介 | 292 |
| 11.1 集成开发环境 Keil C51 简介 | 292 |
| 11.1.1 Keil μ Vision2 运行环境介绍 | 292 |
| 11.1.2 Keil C51 的安装 | 293 |
| 11.1.3 Keil C51 的使用 | 297 |
| 11.2 集成开发工具 Proteus 简介 | 304 |
| 11.2.1 Proteus 概述 | 304 |
| 11.2.2 Proteus 的运行环境 | 305 |
| 11.2.3 Proteus VSM 的资源库和仿真工具 | 305 |
| 11.2.4 Proteus ISIS 初识 | 308 |
| 11.2.5 Proteus 设计与仿真基础 | 311 |
| 11.3 Keil C 与 Proteus 连接调试 | 312 |
| 本章小结 | 317 |
| 思考题 | 317 |
| 第 12 章 STC89C52 单片机实验与指导 | 318 |
| 12.1 实验一 P1 口输入/输出实验 | 318 |
| 12.2 实验二 继电器控制实验 | 320 |
| 12.3 实验三 8255 输入/输出实验 | 321 |
| 12.4 实验四 计数器实验 | 323 |

| | |
|---|------------|
| 12.5 实验五 外部中断实验 | 324 |
| 12.6 实验六 定时器实验 | 326 |
| 12.7 实验七 A/D 转换实验 | 328 |
| 12.8 实验八 外部中断实验(急救车与信号灯) | 330 |
| 12.9 实验九 交通灯控制实验 | 334 |
| 12.10 实验十 直流电机实验 | 337 |
| 本章小结 | 339 |
| 思考题 | 339 |
| 附录 A STC89C52 单片机程序 ISP 烧录 | 340 |
| 参考文献 | 342 |

第 1 章 概 述

本章学习要点：

- 计算机的发展、单片机的定义。
- 单片机的发展历程、趋势和应用领域。
- 单片机的分类、主要特性、主要生产厂家、常用系列和主要芯片型号。

计算机对人类社会的发展起到了极大的推动作用。然而，真正使计算机的应用深入到社会生活的各个方面，促使人类社会跨入计算机时代的是微型计算机和单片微型计算机的产生和发展。单片机自 20 世纪 70 年代产生以来，凭借其极高的性能价格比，受到人们的重视和关注，应用广泛，发展迅猛。单片机体积小、质量小、抗干扰能力强，对运行环境要求不高，价格低廉，可靠性高，灵活性好，比较容易开发，已广泛应用于工业自动化控制、通信、自动检测、智能仪器仪表、信息家电、汽车电子、电力电子、医疗仪器、航空航天、机电一体化设备的各个方面，成为现代生产和生活中不可缺少的元素。

1.1 计算机的发展

人类所使用的计算工具是随着生产的发展和社会的进步而发展的，经历了从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。早期计算工具有算盘、计算尺、手摇机械计算机、电动机械计算机等。世界上公认的第一台电子数字式计算机于 1946 年在美国宾夕法尼亚大学莫尔学院研制成功，它的名称叫埃尼阿克(The Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC)。这台计算机字长为 12 位，使用了 18 800 个真空电子管，耗电 140kW，占地 150m²，重达 30ton，每秒钟可进行 5000 次加法运算。虽然它还比不上今天最普通的一台微型计算机，但在当时它已是运算速度的绝对冠军，并且其运算的精确度和准确度也是史无前例的。ENIAC 奠定了电子计算机的发展基础，在计算机发展史上具有划时代的意义，它的问世标志着电子计算机时代的到来。此后的 60 多年，计算机的发展日新月异，至今已经历了电子管、晶体管、集成电路(IC)和超大规模集成电路(VLSI)四个阶段的发展，计算机的体积越来越小，功能越来越强，价格越来越低，应用越来越广泛，目前正朝智能化(第五代)计算机方向发展。

1. 第一代电子计算机

第一代电子计算机的使用是从 1946—1958 年。它们体积较大，运算速度较低，存储容量不大，而且价格昂贵。使用也不方便，为了解决一个问题，所编制的程序的复杂程度难以言表。这一代计算机主要用于科学计算，只在重要部门或科学研究部门使用。

2. 第二代电子计算机

第二代计算机的使用是从 1958—1965 年,它们全部采用晶体管作为电子器件,其运算速度比第一代计算机的速度提高了近百倍,体积为原来的几十分之一。在软件方面开始使用计算机算法语言。这一代计算机不仅用于科学计算,还用于数据处理和事务处理及工业控制。

3. 第三代电子计算机

第三代计算机的使用是 1965—1970 年。这一时期计算机的主要特征是以中、小规模集成电路为电子器件,并且出现操作系统,计算机的功能越来越强,应用范围越来越广。它们不仅用于科学计算,还用于文字处理、企业管理、自动控制等领域,出现了计算机技术与通信技术相结合的信息管理系统,可用于生产管理、交通管理、情报检索等领域。

4. 第四代电子计算机

第四代计算机是指从 1970 年以后采用大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)为主要电子器件制成的计算机。例如 80386 微处理器,在面积约为 $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ 的单个芯片上,可以集成大约 32 万个晶体管。

第四代计算机的另一个重要分支是以大规模、超大规模集成电路为基础发展起来的微处理器和微型计算机。微型计算机大致经历了七个阶段。

第一阶段是 1971—1973 年,微处理器有 4004、4040、8008。1971 年英特尔公司研制出 MCS-4 微型计算机(CPU 为 4040,四位机)。后来又推出以 8008 为核心的 MCS-8 型。

第二阶段是 1973—1977 年,微型计算机的发展和改进阶段。微处理器有 8080、8085、M6800、Z80。初期产品有英特尔公司的 MCS-80 型(CPU 为 8080,八位机)。后期有 TRS-80 型(CPU 为 Z80)和 APPLE-II 型(CPU 为 6502),在 20 世纪 80 年代初期曾一度风靡世界。

第三阶段是 1978—1984 年,16 位微型计算机的发展阶段,微处理器有 8086、8088、80186、80286、M68000、Z8000。微型计算机代表产品是 IBM-PC(CPU 为 8086)。本阶段的顶级产品是苹果公司的 Macintosh(1984 年)和 IBM 公司的 PC/AT286(1986 年)微型计算机。

第四阶段是 1985—1992 年,32 位微型计算机的发展阶段,微处理器有 Intel 80386——数据总线、地址总线皆为 32 位,有实地址模式、虚地址保护模式、虚拟 8086 模式,虚地址模式可寻址 4GB(2³²)物理地址和 64TB(2⁴⁶)的虚拟空间,时钟频率可选 12.5MHz、20MHz、25MHz、33MHz; Intel 80486——80386+80387+8KB。Cache=80486,部分采用 RISC 技术、突发总线技术和时钟倍频技术。

第五阶段是 1993—1995 年,32 位奔腾微处理器的发展阶段。

Pentium(奔腾)——CPU 字长 32 位,64 位数据线,32 位地址线,内存寻址能力为 4GB,8KB 的代码和数据缓存时钟频率达到 120MHz。

Pentium MMX(多能奔腾)——增加了 57 条 MMX(多媒体增强指令集)指令,采用了 SIMD(单指令流多数据流)技术,可同时处理 8 个字节的数据。

第六阶段是1995—1999年,加强型 Pentium 微处理器的发展阶段。

Pentium Pro(高能奔腾)——32位微处理器,CPU字长32位,64位数据线、36位地址线,两级缓存,L1 16KB,L2 256/512KB,时钟频率达到300MHz。

Pentium II——CPU字长32位,L1 16KB,L2 256/512KB,增加MMX技术。

Pentium III——CPU字长32位,L1 32KB,L2 512KB,时钟频率500MHz,2000年达到1GHz。增加128位的单指令多数据流(Single Instruction Multiple Data,SIMD)寄存器和72条指令,流式SIMD扩展SSE(Streaming SIMD Extensions)。

Pentium IV——集成4200万个晶体管,采用超级流水线技术和快速执行引擎。

- 2000年,时钟频率1.3GHz;
- 2001年,时钟频率2.0GHz;
- 2002年,时钟频率3.06GHz;
- 2003年,时钟频率3.2GHz;
- 2004年,时钟频率3.4GHz,最高3.8GHz。

此阶段AMD公司的类似产品有AMD K6、AMD K7、AMD Athlon XP等。

第六阶段后是2000年至今,多核处理器得到发展。

(1) 64位微处理器

Intel Itanium 2——IA-64架构64位微处理器,采用0.18 μ m工艺,集成约2.2亿个晶体管,集成L1、L2和L3 Cache到芯片内,主频为1GHz。由于IA-64与原x86架构的软件不兼容,因此应用不是很成功。

AMD Opteron、AMD Athlon64——AMD64架构64位微处理器,采用0.13 μ m SOI(Silicon on Insulator,SOI)工艺,集成1亿多个晶体管,主频为1.6GHz。由于AMD64架构完全兼容X86-32指令集,代表了微处理器的发展方向,因此Opteron和Athlon64获得了成功。

(2) 多核心微处理器

IBM Power7(2010年2月)——8核处理器,采用45nm工艺,集成了12亿个晶体管,拥有8个处理器内核、12个执行单元、每核256KB L2缓存和32MB共享片上L3缓存,主频在3.0~4.14GHz之间。

Intel Core i7(2010年2月)——4核处理器,拥有8MB三级缓存,支持三通道DDR3内存,主频2.66~3.06GHz,功耗130W,片上集成7.31亿晶体管。

AMD Magny-Cours(2010年3月)——12核处理器,采用AMD G34 Maranello平台,支持四通道DDR3内存,通过四个多线程互连总线连接2个六核芯片,共拥有12MB三级缓存,每核心二级缓存为512KB。采用45nm SOI工艺,主频1.9~2.2GHz,功耗65~105W。

由此可见,微型计算机的性能主要取决于它的核心器件——微处理器(CPU)的性能。

5. 第五代计算机

第五代计算机把信息采集、存储、处理、通信和人工智能结合在一起,具有形式推理、联想、学习和解释能力。它的系统结构将突破传统冯·诺依曼机器的概念,实现高度的并行处理。

1.2 单片机的定义

随着社会的不断发展,微型机不断地更新换代,新产品层出不穷。在微机的大家族中,近年来单片微型计算机(以下简称单片机)异军突起,发展极为迅速。单片机体积小,质量轻,抗干扰能力强,对运行环境要求不高,价格低廉,可靠性高,灵活性好,开发比较容易,已广泛应用在工业自动化控制、通信、自动检测、智能仪器仪表、信息家电、汽车电子、电力电子、医疗仪器、航空航天及机电一体化设备等各个方面,成为了现代生产和生活中不可缺少的元素,因而对广大理工科高等院校的学生和科技人员来说,学习和掌握单片机原理及应用已是刻不容缓的事情了。

一台能够工作的 PC(个人计算机)至少需要这样几个部件:CPU(中央处理器,负责运算与控制)、RAM(随机存储器,用于数据存储)、ROM(只读存储器,用于程序存储)、输入/输出设备(如键盘、鼠标、显示器、打印机等)。这些部件被分成若干块芯片,安装在一块印制线路板上,便组成了个人计算机。而在单片机中,是将计算机主板的一部分功能部件进行剪裁后,把余下的功能部件集成到一块芯片上,因此这个芯片具有 PC 的属性,被称为单片微型计算机或单芯片计算机,简称单片机。

单片机就是将 CPU、存储器(RAM、ROM、E²PROM)及各种 I/O 接口(定时/计数器、串行口、A/D 转换器等)集成在一块超大规模的集成电路芯片上,就其组成和功能而言,一块单片机芯片就是一台计算机(如图 1-1 所示)。

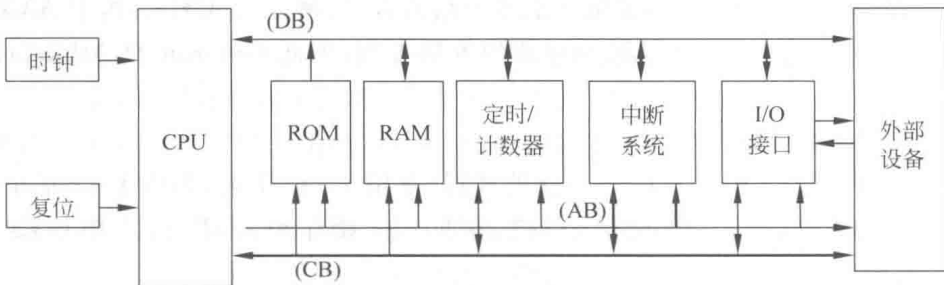


图 1-1 8051 单片机芯片结构框图

单片机主要应用于测控领域,用于实现各种测量与控制。为了突出其控制特性,在国内,大多数人把单片机称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)。由于单片机在各系统应用中处于系统核心,并嵌入其中,因此,通常又把单片机称为嵌入式控制器(Embedded Micro Controller Unit, EMCU)。而国内的大多数工程技术人员则比较习惯采用“单片机”这个名称。

1.3 单片机的发展概况

单片机作为微型计算机的一个重要分支,应用面广,发展快。自单片机诞生至今 40 年,已发展出上百种系列近千个机种。

1.3.1 单片机的发展历史

1. 第一代：单片机探索阶段(1974—1978)

工业控制领域对计算机提出了嵌入式应用要求,首先是实现单芯片形态的计算机,以满足构成大量中小型智能化测控系统的要求。因此,这阶段的任务是探索计算机的单芯片集成。单片机的定名即源于此。

在计算机单芯片的集成体系结构的探索中有两种模式,即通用 CPU 模式和专用 CPU 模式。

(1) 通用 CPU 模式

它采用通用 CPU 和通用外围单元电路的集成方式。这种模式以 Motorola 的 MC6801 为代表,它将通用 CPU、增强型的 6800 和 6875(时钟)、6810 (128B RAM)、2X6830 (1KB ROM)、1/2 6821(并行 I/O)、1/3 6840(定时器/计数器)、6850(串行 I/O)集成在一个芯片上构成,使用 6800 CPU 的指令系统。

(2) 专用 CPU 模式

它采用专门为嵌入式系统要求设计的 CPU 与外围电路集成的方式。这种专用方式以 Intel 公司的 MCS-48 为代表,其 CPU、存储器、定时器/计数器、中断系统、I/O 接口、时钟以及指令系统都是按嵌入式系统要求专门设计的。

2. 第二代：单片机完善阶段(1978—1983)

计算机的单芯片集成探索,特别是专用 CPU 型单片机的探索取得成功,肯定了单片微机作为嵌入式系统应用的巨大前景。典型代表是 Intel 公司将 MCS-48 迅速向 MCS-51 系列过渡。MCS-51 是完全按照嵌入式应用而设计的单片微机,在以下几个重要技术方面完善了单片微机的体系结构。

(1) 面向对象、突出控制功能、满足嵌入式应用的专用 CPU 及 CPU 外围电路体系结构。

(2) 寻址范围规范为 16 位和 8 位的寻址空间。

(3) 规范的总线结构。有 8 位数据总线、16 位地址总线以及多功能的异步串行接口 UART(移位寄存器方式、串行通信方式以及多机通信方式)。

(4) 特殊功能寄存器(SFR)的集中管理模式。

(5) 设置位地址空间,提供位寻址及位操作功能。

(6) 指令系统突出控制功能,有位操作指令、I/O 管理指令及大量转移指令。

以 MCS-51 系列 8 位单片机为代表,其片内配置有: CPU 有 8 位,ROM 为 4KB 或 8KB, RAM 为 128B 或 256B,有串/并行接口,有 2 个或 3 个 16 位的定时/计时器,中断源有 5~7 个。在片外: 寻址范围为 64KB,芯片引脚有 40 个。这个系列的各类产品仍然是目前国内产品的主流。其中 MCS-51 系列产品以其优良的性能价格比,成为我国广大科技人员的首选。

3. 第三代：微控制器形成阶段(1983—1990)

作为面对测控对象的计算机系统,不仅要求有完善的计算机体系结构,还要有许多面对