

# 生活中的单片机

郭玉秀 著

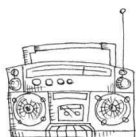


新疆青少年出版社

# 生活中的单片机

SHENGHUO ZHONG DE DANPIANJI

郭玉秀 著



**CHISO**<sup>®</sup> 新疆青少年出版社  
SINCE 1956

## 图书在版编目(CIP)数据

生活中的单片机 / 郭玉秀著. -- 乌鲁木齐 : 新疆  
青少年出版社, 2016.6  
ISBN 978-7-5515-8730-3

I. ①生… II. ①郭… III. ①单片微型计算机-基本  
知识 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 118520 号

## 生活中的单片机 / 郭玉秀著

---

出 版 人 徐 江  
策 划 马 俊  
责 任 编 辑 刘希红 刘 婷  
装 帧 设 计 马 鑫

---

出 版 新疆青少年出版社  
社 址 乌鲁木齐市北京北路 29 号  
邮 政 编 码 830012  
电 话 0991-7833932(编辑部)  
网 址 <http://www.qingshao.net>  
发 行 新疆新华书店  
法 律 顾 问 钟 麟 13201203567  
印 刷 鸿嘉彩色印刷公司  
制 作 非凡印艺图文工作室  
开 本 880mm×1230mm 1/32  
印 张 8.75  
版 次 2016 年 7 月第 1 版  
印 次 2016 年 7 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5515-8730-3  
定 价 29.80 元

---

**CHISO** 版权所有, 侵权必究。印装问题可随时同印厂退换。

## 编者的话

《生活中的单片机》一书旨在向读者普及单片机的应用知识,全书以实践为主线,让读者在一个个项目案例中逐步了解单片机在生活各个方面的应用。在多角度、多方面的实例化讲解中,读者既掌握了单片机系统开发的基本技能,还开阔了单片机流行应用的视野。本书包含 2 部分,共计 6 章。书中的内容从最初对于什么是单片机的介绍,逐步扩展到单片机在智能仪器仪表、工业控制、家用电器、医用设备领域、汽车设备领域的应用,不仅对 51 系列单片机的应用系统及局部知识进行了详实的介绍,更重要的是给读者搭建了从多方面了解单片机的机会,提供了实际项目开发的思路和经验,可以让读者从实践过程中提高自己发现问题、分析问题、解决问题的能力。本书的编人员是拥有多年实际项目研发经验的教师,书中的内容涵盖了大量的实际项目中所采用的技术和技巧,具有极强的实时性和先进性,为读者铺就一条从单片机初学者晋级为工程师的康庄大道。本书有语言生动风趣及讲解循序渐进的特点,在顾及实用性、技术性的同时,最大程度地提高了可读性,力求阐述得平实、通俗、易懂,适合刚刚接触单片机的初学者阅读。

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 绪言 .....                  | 001 |
| 第一章 什么是单片机 .....          | 003 |
| 第二章 单片机在仪器仪表领域的应用 .....   | 031 |
| 第一节 单片机在数字电压表中的应用 .....   | 032 |
| 第二节 单片机在数字温度计中的应用 .....   | 040 |
| 第三章 单片机在工业控制领域的应用 .....   | 049 |
| 第一节 单片机在电梯智能化控制中的应用 ..... | 049 |
| 第二节 单片机在交通灯控制系统中的应用 ..... | 066 |
| 第四章 单片机在家用电器领域的应用 .....   | 082 |
| 第一节 单片机在电饭锅中的应用 .....     | 082 |
| 第二节 单片机在智能一卡通中的应用 .....   | 111 |
| 第三节 单片机在录像机系统中的应用 .....   | 123 |

|            |                          |            |
|------------|--------------------------|------------|
| 第四节        | 单片机在电子宠物系统中的应用 .....     | 134        |
| 第五节        | 单片机在洗衣机控制系统中的应用 .....    | 138        |
| 第六节        | 单片机在电子密码锁控制系统中的应用 ...    | 172        |
| 第七节        | 单片机在电冰箱控制系统中的应用 .....    | 179        |
| 第八节        | 单片机在电子时钟设计中的应用 .....     | 196        |
| 第九节        | 单片机在 LED 显示屏设计中的应用 ..... | 202        |
| <b>第五章</b> | <b>单片机在医疗领域的应用 .....</b> | <b>218</b> |
| 第一节        | 单片机在心电图仪器中的应用 .....      | 218        |
| 第二节        | 单片机在病床呼叫系统中的应用 .....     | 233        |
| <b>第六章</b> | <b>单片机在汽车领域的应用 .....</b> | <b>243</b> |
| 第一节        | 单片机在汽车倒车测距仪中的应用 .....    | 243        |
| 第二节        | 单片机在汽车转向灯中的应用 .....      | 257        |

## 绪 言

大家常使用空调、彩电、洗衣机、智能卡、各种遥控器、计算器、手机,常开汽车、常搭乘电梯,出行常遇红绿灯,你们想过它们都是怎么工作,谁在控制它们工作的吗?其实它们里面都有一个核心——单片机,它起着控制的作用,就像人的大脑控制我们的身体一样,单片机控制着它们有条不紊地工作。因为它体积小,通常都藏在被控机械的“肚子”里。它在整个装置中,起着有如人类头脑的作用,它出了毛病,整个装置就瘫痪了。它为我们改变了什么?纵观我们现在生活的各个领域,从导弹的导航装置,到飞机上各种仪表的控制,从计算机的网络通讯与数据传输,到工业自动化过程的实时控制和数据处理,以及我们生活中广泛使用的各种家用电器、智能IC卡、电子宠物等,这些都离不开单片机。以前没有单片机时,这些东西也能做,但是只能使用复杂的模拟电路,然而这样做出来的产品不仅体积大,而且成本高,并且由于长期使用元器件会不断老化,控制的精度自然也会达不到标准。在单片机发明后,我们就将控制这些东西变得智能化了,我们只需要在单片机外围接一些简单的接口电路,核心部分由人为的写入程序来完成。这样产品的体积变小了,成本也降低了,长期使用也不会担心精度达不到了。所以,它的魔力不仅是在现在,在将来将会有更多的人来接受它、使用它。

二十世纪跨越了三个“电”的时代,即电气时代、电子时代和现已进入的电脑时代。随着电子技术的迅速发展,特别是随着大规模集成电路产生而出现的微型计算机,给人类生活带来了根本性的改变。这种电脑,通常是指个人计算机,简称PC。它由主机、键盘、显示器等组成。还有一类计算机,就是把智能赋予各种机械的单片机(亦称单片微电脑或单片微型计算机),

这种计算机的最小系统只用了一片集成电路,即可进行简单运算和控制。单片机是把组成微型计算机的各功能部件如中央处理器CPU、随机存取存储器RAM、只读存储器ROM、I/O端口电路、定时器/计数器以及串行通讯接口等部件(可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D转换器等电路)集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统。由于它的结构与指令功能都是按照工业控制要求设计的,故又叫单片微控制器(Single Chip Microcontroller),目前国外已开始把它称作单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)。如果说微型计算机的出现使现代科学技术研究得到了质的飞跃,那么可以毫不夸张地说,单片机技术的出现则是给现代工业测控领域带来了一次新的技术革命。目前,单片机以其高可靠性、高性能价格比,在工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表、办公自动化等诸多领域得到极为广泛的应用,并已走入了家庭,从洗衣机、微波炉到音响、汽车,到处都可见到单片机的踪影。各种产品一旦用上了单片机,就能起到使产品升级换代的功效,常在产品名称前冠以形容词——“智能型”。因此,单片机技术开发和应用水平已逐步成为一个国家工业发展水平的标志之一。

中国使用单片机的历史只有短短三十年,在初始的五年时间里发展极为迅速。1986年在上海召开了全国首届单片机开发与应用交流会,很多地区还成立了单片微型计算机应用协会,那是全国范围内的第一次高潮。单片机应用技术飞速发展,我们上因特网搜索“单片机”,将会看到上万个介绍单片机的网站,这还不包括国外的。单片机未来的发展应用领域可分为五大模块,包括电脑周边(高速Modem、DSC、NB中的电源管理等)、通讯产业、消费性产品(家电、冷气等)、车用市场(定速器、控制器、防盗器)及工业上的应用。有部份厂家将特别瞄准消费性产品市场,如Audio方式将朝多媒、MP3解决方案前进,另外在PC连结应用上,包括无线、网路及标准应用产品,都会有一系列产品推出。

## 第一章 什么是单片机

### 一、什么是单片机

要知道单片机能干什么,先要知道它是什么。单片机(Single Chip Microcomputer)微型计算机简称单片机,是典型的嵌入式微控制器(Micro Controller Unit)。

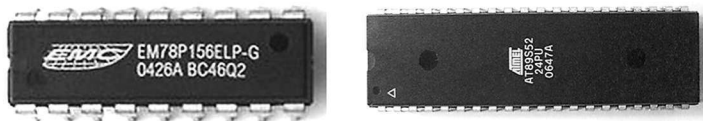


图 1-1 单片机芯片

常用英文字母的缩写 MCU 表示单片机,单片机又称单片微控制器,它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是把一个计算机系统集成到了一个芯片上。单片机由运算器、控制器、存储器、输入输出设备等构成,相当于一个微型的计算机(最小系统),和计算机相比,单片机缺少了外围设备等。概括的讲,一块芯片就成了一台计算机。它的体积小、质量轻、价格便宜,为其学习、应用和开发提供了便利条件。它最早是被用在工业控制领域中。单片机由 CPU 的专用处理器芯片发展而来,其最早的设计理念是通过将大量外围设备和 CPU 集成在一个芯片中,使计算机系统更小,更容易集成进复杂的而对体积要求严格的控制设

备当中。Intel - 8080 是最早按照这种思想设计出的处理器,当时的单片机都是 8 位或 4 位的。其中最成功的是 Intel - 8051,此后在 8051 基础上发展出了 MCS - 51 系列单片机系统。因为简单可靠而性能不错获得了很大的好评。尽管 2000 年以后 ARM 已经发展出了 32 位的主频超过 300M 的高端单片机,直到现在,基于 8051 的单片机还在广泛的使用。在很多方面单片机比专用处理器更适合应用于嵌入式系统,因此它得到了广泛的应用。事实上单片机是世界上数量最多的处理器,随着单片机家族的发展壮大,单片机和专用处理器的发展已分道扬镳。现代人类生活中几乎每件有电子器件的产品中都会集成有单片机,手机、电话、计算器、家用电器、电子玩具、掌上电脑以及鼠标等电子产品中都含有单片机。汽车上一般配备 40 多片单片机,复杂的工业控制系统上甚至可能有数百片单片机在同时工作。单片机的数量远远超过 PC 和其他计算机的总和。

## 二、常用的单片机芯片

单片机有很多,就像手机型号一样,有功能强大的,有性价比高的,也有最实惠好用的。我们一开始主要接触的是最好用又最实惠的单片机——51 单片机。51 单片机包括很多型号,就像苹果手机有 iphone4、iphone5、iphone6、iphone6S Plus 等等,不同厂家做出来的单片机的名字也不一样,但都是同一个内核,也就是都能实现同样的功能,使用方法也相同。由于单片机技术各个领域正得到越来越广泛的应用,世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机。

### 1. STC 单片机

STC 公司的单片机主要是基于 8051 内核设计的新一代增强型单片机,指令代码完全兼容传统 8051,速度快 8 ~ 12 倍,带 ADC、4 路 PWM、双串口,有全球唯一 ID 号,加密性好,抗干扰强。

## 2. PIC 单片机

PIC 单片机是 MICROCHIP 公司的产品,其突出的特点是体积小,功耗低,精简指令集,抗干扰性好,可靠性高,有较强的模拟接口,代码保密性好,大部分芯片有其兼容的 Flash 程序存储器的芯片。

## 3. EMC 单片机

EMC 单片机是台湾义隆公司的产品,有很大一部分与 PIC 8 位单片机兼容,且相兼容产品的资源相对比 PIC 的多,价格便宜,有很多系列可选,但抗干扰较差。

## 4. ATMEL 单片机(51 单片机)

ATMEL 公司的 8 位单片机有 AT89、AT90 两个系列,AT89 系列是 8 位 Flash 单片机,与 8051 系列单片机相兼容,静态时钟模式;AT90 系列单片机是增强 RISC 结构、全静态工作方式、内载在线可编程 Flash 的单片机,也叫 AVR 单片机。

## 5. Philips 51LPC 系列单片机(51 单片机)

Philips 公司的单片机是基于 80C51 内核的单片机,嵌入了掉电检测、模拟以及片内 RC 振荡器等功能,这使 51LPC 在高集成度、低成本、低功耗的应用设计中可以满足多方面的性能要求。

## 6. HOLTEK 单片机

HOLTEK 单片机是台湾盛扬半导体设计的单片机,价格便宜,种类较多,但抗干扰较差,适用于消费类产品。

## 7. TI 公司单片机(51 单片机)

德州仪器提供了 TMS370 和 MSP430 两大系列通用单片机。TMS370 系列单片机是 8 位 CMOS 单片机,具有多种存储模式、多种外围接口模式,适用于复杂的实时控制场合;MSP430 系列单片机是一种超低功耗、功能集成度较高的 16 位低功耗单片机,特别适用于要求功耗低的场合。

### 8. 松翰单片机(SONIX)

松翰单片机(SONIX)是台湾松翰公司设计的单片机,大多为8位机,有一部分与PIC 8位单片机兼容,价格便宜,系统时钟分频可选项较多,有PMW ADC内振内部杂讯滤波。缺点是RAM空间过小,抗干扰较好。

### 9. 飞思卡尔单片机

飞思卡尔8位单片机系列主要包括RS08类、HCS08类、HC08类、HC08汽车类、HCS08汽车类。

### 10. 英飞凌单片机

英飞凌单片机的XC82x和XC83x单片机系列经过专门设计,可进一步在各种工业领域内降低系统成本,提高能效。

### 11. 深联华单片机(51单片机)

深联华公司的单片机主要是基于8051内核,是新一代安全防逆向型单片机,指令代码完全兼容传统8051,速度快8~12倍,带有62 KB Flash ROM,内置256B RAM和集成外置1024B RAM,白噪声密码没有规律可循,每个芯片都有自己的密码,同样的密码不可重用。

### 12. 三星单片机

三星单片机有KS51和KS57系列4位单片机,KS86和KS88系列8位单片机,KS17系列16位单片机和KS32系列32位单片机,三星还为ARM公司生产ARM单片机,常见的S344b0等。三星单片机为OTP型ISP在片编程功能。

### 13. SST单片机

美国SST公司推出的SST89系列单片机为标准的51系列单片机,包括SST89E/V52RD2, SST89E/V54RD2, SST89E/V58RD2, SST89E/V554RC, SST89E/V564RD等。它与8051系列单片机兼容,提供系统在线编程(ISP功能),内部Flash擦写次数1万次以上,程序保存时间可达100年。

### 三、单片机的应用分类

单片机作为计算机发展的一个重要分支领域,根据发展情况,从不同角度,大致可以分为通用型/专用型、总线型/非总线型及工控型/家电型。

#### 1. 通用型与专用型

这是按单片机适用范围来区分的。例如,80C51 是通用型单片机,它不是为某种专门用途设计的;专用型单片机是针对一类产品甚至某一个产品设计生产的,例如为了满足电子体温计的要求,在片内集成 ADC 端口等功能的温度测量控制电路。

#### 2. 总线型与非总线型

这是按单片机是否提供并行总线来区分的。总线型单片机普遍设置有并行地址总线、数据总线和控制总线,这些引脚用以扩展并行外围器件,并通过串行口与单片机连接,另外,许多单片机已把所需要的外围器件及外设端口集成一片内,因此在许多情况下可以不要并行扩展总线,大大减省封装成本和芯片体积,这类单片机称为非总线型单片机。

#### 3. 控制型与家电型

这是按照单片机的应用领域进行区分的。一般而言,工控型寻址范围大,运算能力强;用于家电的单片机多为专用型,通常小封装、低价格,外围器件和外设接口集成度高。显然,上述分类并不是唯一的和严格的。例如,80C51 类单片机既是通用型又是总线型,还可以作工控用。

### 四、单片机的发展历史

单片机诞生于 1971 年,经历了 SCM、MCU、SoC 三个阶段,早期的 SCM 单片机都是 8 位或 4 位的。其中最成功的是 Intel - 8051,此后在 8051 基础上发展出了 MCS - 51 系列 MCU 系统。基于这一系统的单片机系统直到现在还在广泛使用。随着工业

控制领域要求的提高,开始出现了 16 位单片机,但因为性价比不理想并未得到很广泛的应用。90 年代后随着消费电子产品大发展,单片机技术得到了巨大的提高。随着 Intel i960 系列特别是后来的 ARM 系列的广泛应用,32 位单片机迅速取代 16 位单片机的高端地位,并且进入主流市场。

而传统的 8 位单片机的性能也得到了飞速提高,处理能力比起 80 年代提高了数百倍。高端的 32 位 SoC 单片机主频已经超过 300MHz,性能直追 90 年代中期的专用处理器,而普通的型号出厂价格跌落至 1 美元,最高端的型号也只有 10 美元。

当代单片机系统已经不再只在裸机环境下开发和使用,大量专用的嵌入式操作系统被广泛应用在全系列的单片机上。而在作为掌上电脑和手机核心处理的高端单片机甚至可以直接使用专用的 Windows 和 Linux 操作系统。

## 1. 主要阶段

### (1) 早期阶段

SCM 即单片微型计算机阶段,主要是寻求以最佳的单片形态嵌入式系统的最佳体系结构。这种“创新模式”获得成功,奠定了 SCM 与通用计算机完全不同的发展道路。在开创嵌入式系统独立发展道路上,Intel 公司功不可没。

### (2) 中期发展

MCU 即微控制器阶段,主要的技术发展方向是不断扩展满足嵌入式应用同时,对象系统要求的各种外围电路与接口电路,突显其对象的智能化控制能力。它所涉及的领域都与对象系统相关,因此,发展 MCU 的重任不可避免地落在电气、电子技术厂家。从这一角度来看,Intel 逐渐淡出 MCU 的发展也有其客观因素。在发展 MCU 方面,最著名的厂家当数 Philips 公司。Philips 公司以其在嵌入式应用方面的巨大优势,将 MCS-51 从单片微型计算机迅速发展到了微控制器。因此,当我们回顾嵌入式系统

发展道路时,不要忘记 Intel 和 Philips 的历史功绩。

### (3) 当前趋势

SoC 嵌入式系统(System on Chip)的独立发展之路,向 MCU 阶段发展的重要因素,就是寻求应用系统在芯片上的最大化解决,因此,专用单片机的发展自然形成了 SoC 化趋势。随着微电子技术、IC 设计、EDA 工具的发展,基于 SoC 的单片机应用系统设计会有较大的发展。因此,对单片机的理解可以从单片微型计算机、单片微控制器延伸到单片应用系统。

## 2. 发展状况

1971 年 Intel 公司研制出世界上第一个 4 位的微处理器; Intel 公司的霍夫研制成功世界上第一块 4 位微处理器芯片 Intel 4004,标志着第一代微处理器问世,微处理器和微机时代从此开始。因发明微处理器,霍夫被英国《经济学家》杂志列为“二战以来最有影响力的 7 位科学家”之一。

1971 年 11 月,Intel 推出 MCS-4 微型计算机系统(包括 4001 ROM 芯片、4002 RAM 芯片、4003 移位寄存器芯片和 4004 微处理器)其中 4004 包含 2300 个晶体管,尺寸规格为 3mm × 4mm,计算性能远远超过当年的 ENIAC,最初售价为 200 美元。

1972 年 4 月,霍夫等人开发出第一个 8 位微处理器 Intel 8008。由于 8008 采用的是 P 沟道 MOS 微处理器,因此仍属第一代微处理器。

1973 年 Intel 公司研制出 8 位的微处理器 8080。1973 年 8 月,霍夫等人研制出 8 位微处理器 Intel 8080,以 N 沟道 MOS 电路取代了 P 沟道,第二代微处理器就此诞生。

主频 2MHz 的 8080 芯片运算速度比 8008 快 10 倍,可存取 64KB 存储器,使用了基于微米技术的 6000 个晶体管,处理速度为 0.64MIPS(Million Instructions Per Second)。

1975 年 4 月,MITS 发布第一个通用型微处理器 Altair

8800, 售价 375 美元, 带有 1KB 存储器。这是世界上第一台微型计算机。

1976 年 Intel 公司研制出 MCS - 48 系列 8 位的单片机, 这也是单片机的问世。

Zilog 公司于 1976 年开发的 Z80 微处理器, 广泛用于微型计算机和工业自动控制设备。当时, Zilog、Motorola 和 Intel 在微处理器领域三足鼎立。

20 世纪 80 年代初, Intel 公司在 MCS - 48 系列单片机的基础上, 推出了 MCS - 51 系列 8 位高档单片机。MCS - 51 系列单片机无论是片内 RAM 容量, I/O 端口功能, 还是系统扩展方面都有了很大的提高。

## 五、单片机的特点

单片机发展如此迅速并得到广泛的应用, 那它有什么特点呢?

1. 小巧灵活、成本低、易于产品化, 能方便地组装成各种智能式测、控设备及各种智能仪器仪表。
2. 可靠性好, 适应温度范围宽。单片机芯片本身是按工业测控环境要求设计的, 能适应各种恶劣的环境, 这是其他机种无法比拟的。
3. 易扩展, 很容易构成各种规模的应用系统, 控制功能强。单片机的逻辑控制功能很强, 指令系统有各种控制功能用指令。
4. 可以很方便地实现多机和分布式控制。

## 六、单片机的应用

中指大小的一块单片机有什么用呢? 它的作用可不容小觑, 下面简单介绍一下单片机在各领域的作用。

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有集成度高、体积小、功耗低、可靠性高、控制功能强、处理速度快、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中。从某种程度而言,单片机带动了传统测量、控制仪器仪表技术,通过单片机技术实现了仪器仪表技术的数字化、智能化、综合化、微型化以及多功能化,与传统的电子电路或者数字电路相比,其功能更强大,综合性更突出。结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。

### 2. 在工业控制中的应用

其实最早的单片机正是从工业领域开始兴起的,至今其在工业控制领域的应用仍然十分广泛,单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统、通信系统、信号检测系统、无线感知系统、测控系统、机器人等应用控制系统。在化工、建筑、冶金、各种测控系统、过程控制、机电一体化、PLC 等各种工业领域也都用到单片机控制。例如工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制、各种报警系统,与计算机联网构成二级控制系统,通信设备的智能控制系统,从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信,到日常工作中随处可见的移动电话,集群移动通信,无线电对讲机等,再如在机电一体化产品机器人、数控机床、自动包装机、点钞机、打印机、传真机、复印机等。

### 3. 在家用电器中的应用

可以这样说,现在的家用电器基本上都采用了单片机控制,从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、音响视频器材,到商业营销系统中已广泛使用的电子秤量设备、收款机、条形码阅读器、IC 卡刷卡机、出租车计价器,以及仓储安全监测系统、商场保安系统、空气调节系统、冷冻保险系统,再到办公自动化设备,如打印机、复印机、传真机、绘图机、考勤机、电话以及通用计算